STICHTING VOOR BODEMKARTERING / WAGENINGEN

DE BRABANTSE BIESBOSCH

EEN STUDIE VAN BODEM EN VEGETATIE VAN EEN ZOETWATERGETIJDENDELTA

A STUDY OF SOIL AND VEGETATION OF A FRESHWATER TIDAL DELTA

I. S. ZONNEVELD

CENTRUM VOOR
LANDBOUWPUBLIKATIES pudoc LANDBOUWDOCUMENTATIE

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 65.20 - WAGENINGEN - 1959

2070317

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF

„De aanhouder wint"
"*Perseverance kills the game*"

„Heen" *(Scirpus maritimus)*
op een lage zandplaat

Scirpus maritimus on a low sand-flat

INHOUD

CONTENTS

Page in vol. A

Korte samenvatting in het Nederlands 1
Short summary in Dutch

Inleiding 5
Introduction

DEEL I. ALGEMEEN GEDEELTE
PART I. GENERAL PART

I. Bodem- en vegetatiekunde en hun praktische toepassing 9
Pedology and vegetation and their practical application

II. Landschap en wijze van gebruik van de natuurlijke hulpbronnen 10
Landscape and the utilization of natural resources

III. Milieufactoren 16
Factors of the milieu

DEEL II. BODEMKUNDIG EN GEOLOGISCH ONDERZOEK
PART II. SOIL AND GEOLOGY

IV. Sedimentatie en textuur van de sedimenten 33
Sedimentation and texture of the sediments

V. De fysische rijping (initiale bodemvorming) en de klink 52
Initial alluvial soil formation (physical ripening and shrinkage)

VI. Het gedrag van enkele belangrijke elementen tijdens de initiale bodemvorming (chemische rijping) 70
Behaviour of certain important elements during the initial alluvial soil formation (chemical ripening)

VII. De bodemkartering 90
The soil mapping

VIII. Vergelijking van de bodemgesteldheid met die van andere gebieden via een beschouwing over de systematische indeling 94
Comparison of the soil conditions with those of other areas, by means of a consideration of the systematic classification

IX. Geologie en ontstaan 95
Geology and genesis

De auteur promoveerde op 12 februari 1960 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen op een gelijkluidend proefschrift tot Doctor in de Landbouwkunde.
Deze publikatie verschijnt tevens in de reeks Mededelingen van de Stichting voor Bodemkartering als No. 4 van de serie Bodemkundige Studies.

DEEL III. HET VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK
PART III. VEGETATION

X. Beschrijving van de plantengemeenschappen in het buitendijkse gebied van de Biesbosch 127
Description of the plant communities in the land of the Biesbosch, lying outside the dikes

XI. Synecologie 154
Synecology

XII. De vegetatiekartering 176
Vegetation mapping

XIII. Vergelijking van de vegetatie in de Biesbosch met die van andere gebieden en verantwoording van de synsystematische indeling 177
Comparison of the vegetation of the Biesbosch with that of other areas and justification of the synsystematic classification

DEEL IV. TOEPASSING VAN DE RESULTATEN VAN DE STUDIE VAN BODEM EN VEGETATIE
PART IV. APPLICATION OF THE RESULTS OF SOIL AND VEGETATION STUDY

XIV. De cultures in de Biesbosch en de toepassingsmogelijkheden daarbij van de resultaten van het bodem- en vegetatieonderzoek 187
Cultivation in the Biesbosch and the possibilities of applying to the results of the soil and vegatation investigations

XV. De betekenis van de resultaten van het onderzoek voor de reconstructie van de natuurlijke landschappen in Nederland en de bodemvorming daarin. . . 200
The significance of the results of the investigations for the reconstruction of the natural landscapes in the Netherlands and their soil forming processes

Literatuur 201
Literature

BIJLAGEN (zie boekdeel C)
APPENDICES (see volume C)

1. Bodemkaart van de Brabantse Biesbosch
Soil map of the Brabantse Biesbosch

2. Vegetatiekaart van het zuidwestelijk deel van de Brabantse Biesbosch
Vegetation map of the south-west part of the Brabantse Biesbosch

3. Globale voorlopige hoogtekaart van de zandondergrond bij de „zandplaatgronden" en „onderbroken gelaagde gronden" (de groepen P, PL en GO) in de Brabantse Biesbosch
   Rough provisional map of the level of the sand surface in the subsoil in "sand-flat soils" and "interrupted stratified soils" (the groups P, PL and GO) in the Brabantse Biesbosch
4. Situatie- en namenkaart
   Orientation map
5. Enkele dwarsdoorsneden door de bovenste 1½ à 2 meter van de grond in de Brabantse Biesbosch
   Transections through the upper 1½ to 2 meters of the soil in the Brabantse Biesbosch
6. Vegetatietransecten in de Brabantse Biesbosch
   Transections of the vegetation in the Brabantse Biesbosch
7. Schematisch overzicht van de vegetatie-eenheden in de Brabantse Biesbosch, in verband met hun ecologie
   Schematic diagram of the vegetation-units in the Brabantse Biesbosch, in connection with their ecology
8. Vegetatie van permanent overspoelde plaatsen
   Vegetation of permanently flooded plots
9. Vegetatie van ruigten en biezengorzen (op oeverwallen, oevers en lage plaatsen)
   Rough herbages and marshes of rushes (on natural levees, banks and low flats)
10. Vegetatie van ruigten en biezengorzen in de kom
    Vegetation of rough herbages and marshes of rushes in the back swamp
11. Drijftilvegetatie
    Vegetation of floating mats
12. Vegetatie van rietgorzen
    Vegetation of reed-marshes
13. Vegetatie van griend en vloedbos
    Vegetation of willow coppice and tidal forest
14. Vegetatie van groen- en blauwwieren
    Vegetation of Chlorophyceae and Cyanophyceae
15. Diatomeeënoverzicht
    Survey of diatoms
16. Presentie-overzicht
    General survey of to the presence
17. Enkele analysen van Biesboschgronden
    Some analyses of Biesbosch soils

ABOUT THIS BOOK

The publication of this book: the results of the study of the soil and vegetation of De Brabantse Biesbosch has been seriously retarded in consequence of administrative and financial difficulties caused by the extensiviness of the manuscript.

The manuscript was prepared during 1954 and has definitely been closed in 1955. Thus literature published afterwards and subsequent own objections against some opinions in the book could not be discussed.

Now the manuscript is published as follows:

Volume A. A summary in the English language, with text figures and small tables with English subscriptions. Because of the above mentioned reasons some photographs had to be dropped, owing to which hiats in the consecutive numbering of the text figures occur.

Volume B. The complete Dutch text (in offset). No text figures and tables could be shown in this volume. In the Dutch text references are made to the figures of volume A. It will be rather difficult to read volume B without the illustrations and documentation of volumes A en C.

For all these imperfections we offer our apologies.

Volume C. A portfolio with appendices (the larger maps, transects and vegetation tables).

ACKNOWLEDGEMENTS

I want to express my thanks to prof. dr. C. H. EDELMAN, prof. dr. H. J. VENEMA, dr. V. WESTHOFF, prof. dr. A. J. ZUUR, the Director dr. F. W. G. PIJLS, the former Adjunct-Director Z. VAN DOORN, Staff and co-workers of the Netherlands Soil Survey Institute (Stichting voor Bodemkartering) for their advices, kind informations and encouragements.

The instutition „Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek" and the sub-division Natuurbescherming (Nature Conservancy) of the Ministry of „Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen" (Education, Arts and Sciences) for an allowance in the publishing costs.

Drs. P. C. HEYLIGERS, ir. F. M. MAAS, ir. M. KIPPERS, ir. L. J. VELLEKOOP, H. VAN DONKELAAR for their essential fieldwork for the research and mapping of the vegetation.

The assistents of the Soil Survey Institute: C. DE VISSER, W. H. HENDRIKS and H. VAN DONKELAAR for soil survey and soil mapping. The labourer J. VAN BRACHT for his fieldwork and local information. Dr. Jos. TH. KOSTER, drs. A. VAN DER WERFF and AM. TYGE CHRISTENSEN for identifying Algae.

Dr. D. BAKKER and dr. S. J. VAN OOSTSTROOM for identifying some higher plants.

Prof. dr. F. FLORSCHÜTZ and dr. F. R. VAN VEEN for the pollen analyses of peat layers.

Dr. J. H. VAN VOORTHUYSEN for the facies analyses of some sediment samples.

Dr. C. H. WAGNER for identifying ostracodes.

Prof. dr. J. I. S. ZONNEVELD for analysing some heavy minerals.

Mrs. dr. A. W. EDELMAN-VLAM for collecting ancient maps.

Ir. W. D. J. TUINZING for advices about reed- and willow cultures.

Ir. K. KIMSTRA for the measuring of some tidal curves.

Drs. A. L. DE GROOT for his advices on chemical problems and for the analyses of potassium fixation, redox-potential, lime content, C/N ratio and others.

Prof. dr. A. C. SCHUFFELEN and prof. dr. D. J. DOEGLAS for reading parts of the manuscript.

The Director of the „Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren" for information about water movement and salt content.

The Director of the „Gemeente Waterleidingen van Amsterdam" for data on the chemical composition of water and salt in the river Lek near Vreeswijk.

Ir. L. J. KUPERS for placing the soil sample archives to our disposal.

J. VAN EXEL, J. H. DEN HOLLANDER and W. VAN 'T SANT for their important information based on local agricultural experience.

J. F. BANNINK for his assistance by making the vegetation tables.

C. H. REVELMAN, D. DE GRAAF and F. HAKKERS for accomodation in the labourmans barracks.

The family C. KOOYCK for the hospitality and surveillance on boats and materials.

Mrs. M. L. ZONNEVELD-KOOYCK for her assistance in general.

The editor of maps J. J. JANTZEN, the head of the drawingroom J. P. HEEREMA, the draughtsmen L. P. KROONEMAN, H. C. BOS, C. P. VAN DER SPEK, J. M. SCHRIJVER, B. VAN DEN OOSTERKAMP, L. J. W. VAN WEEGEL, P. DUSAULT, J. VAN DER VEN, TH. C. VOS, W. BOS, TH. VAN BETUW and J. BOUMAN for their excellent work, as demonstrated by maps and tables.

The editors dr. W. N. MYERS, dr. C. VAN RIJSINGE, TH. J. M. BEKKING and especially M. J. M. OSSE of the Soil Survey Institute, and ir. D. J. MALTHA and C. VISSER of the Ministry of Agriculture and Fisheries for preparing the manuscript for press.

Mr. JOHN STEWART FRASER of the University of Aberdeen for his excellent translation.

J. PH. VAN DRIEST and Miss A. C. REMIJNSEN for seeking out literature and reading sheets.

Miss M. H. TER WEEL for typewriting the large soil samples and vegetation tables.

Miss TH. F. C. M. SIMONIS, Miss M. H. TER WEEL, Miss M. M. VAN DER VEN, Miss H. G. ROELOFS and Mrs. L. H. HENDRIKSEN-VERWEY for typing and retyping the manuscript. Mrs. L. ANGENENT-LINCKLAEN ARRIËNS, M. C. NATER and M. A. CLAES for preparing the offset-print of the volumes B and C.

J. N. VOORHOEVE, the publishing firm of the novel „Modder is gevaarlijk", and the periodicals „Erts" and „Natuur en Landschap" for lending out some printing-blocks.

Most of all I have to thank the inhabitants of the region: stewards, farmers, rushes-, reed- and osier-workers, fishermen, navvies, persons in hiding and partisans (during the last war), hunters and poachers for their friendship, hospitality, assistance and information, which benefitted my work to a great extent.

DE BRABANTSE BIESBOSCH, EEN STUDIE VAN BODEM EN VEGETATIE VAN EEN ZOETWATERGETIJDENDELTA

KORTE SAMENVATTING

In deze studie wordt de geologische, bodemkundige en vegetatiekundige opbouw van een karakteristiek Hollands landschap, een zoetwatergetijdendelta, onderzocht.

Tevens wordt het gebruik, dat de mens van het landschap maakt of zou kunnen maken en de invloed, die dit op verschillende onderdelen van het landschap heeft, bij het onderzoek betrokken.

De Biesbosch kan worden beschouwd als een van de inbraken die de zee, gedurende de subatlantische transgressie, in het Noordwesteuropese veenlandschap van de kustvlakte heeft geslagen en wel in een deel, dat nog geen twee eeuwen bedijkt was. De geologische ondergrond, die deels uit slappe kleien bestaat die rijk zijn aan organische stof, blijkt reeds sinds het Subboreaal gedurende de ontwikkeling van een dik veenpakket vele meters te zijn geklonken.

Onder invloed van in de zeearm uitmondende rivieren begon onmiddellijk een sterke opslibbing. Het sedimentatiepatroon, en daarmee de bodemkundige gesteldheid, staat geheel onder invloed van enkele fluctuaties in de zeespiegelstijging. Tussen 1600 en ca. 1850 werden tijdens minder snelle zeespiegelstijgingen (eventueel stilstandsfase of kleine daling) grote massa's zand aangevoerd, die anders hogerop in het rivierbed zouden zijn blijven liggen. Deze zandmassa's gaven aanleiding tot de vorming van hoge zandplaten, die slechts konden worden bedekt met een dunne zware kleilaag (zandplaatgronden). Ook werden hoge zandige oeverwallen afgezet in het noordoosten van het gebied. Tevens werden in die tijd zeer zware, deels kalkarme kleiafzettingen gevormd. De contrastrijkdom, die het riviermilieu onderscheidt van dat van de zee, wordt hierdoor duidelijk aangetoond.

Vóór en nà genoemde periode werden sedimenten afgezet met veel gelijkmatiger overgangen in zowel horizontale als verticale richting. Veranderingen in de verhouding tussen oppervlak (inhoud) en toegangsweg naar de vloedkom, die de zeearm is, spelen ook een rol bij de sedimentatie. De invloed van de vegetatie op de sedimentatieprocessen is aanzienlijk. Deze is versnellend of vertragend, al naar gelang de vegetatie een stroomsnelheid ten gevolge heeft, die gunstig of ongunstig voor sedimentatie is. Het eerste is meestal het geval. Het laatste mag echter niet worden verwaarloosd.

De „relatieve korrelgrootteverdeling" (zie fig. 31 en 32), zich uitend o.a. in de lutumslibverhouding, die tussen de 50 en 60 % ligt, is kenmerkend voor het gebied en staat tussen die van zee- en riviersedimenten in. De aard van de klei is meer verwant aan die van rivierklei (o.a. kali- en fosfaatarm en tevens fixerend voor deze beide elementen). De geomorfologie is meer verwant aan die van de mariene sedimenten.

Het watergehalte van de jonge sedimenten is hoog, in het bijzonder vanwege het hoge gehalte aan organische stof. Hierin bestaat een karakteristiek verschil met jonge mariene afzettingen, die armer zijn aan humus. Het volume van de sedimenten is daarom bij gelijk gewicht in het zoete gebied veel hoger dan in mariene gronden. Gedurende de rijping, die voortgaat tijdens de opslibbing, neemt het watergehalte af, mede via vermindering van het gehalte aan organische stof. Voor de verklaring van de gang van het afzettingsproces, alsook voor de voorspelling van dikte van het kleidek en hoogte van het maaiveld na eventuele inpoldering, is de kennis van genoemde rijpingsprocessen van belang.

De afbraak van grote hoeveelheden met mineralen verzadigde organische stof doet zeer veel voedingsstoffen vrijkomen. De extreme vruchtbaarheid en de daarmee verband houdende enorme afmetingen van vele buitendijkse planten worden hierdoor verklaard.

De sterk anaërobe toestand in de onrijpe gronden heeft invloed op verschillende voor de vruchtbaarheid belangrijke elementen.

Organische zuren, die tijdens gereduceerde omstandigheden in het bodemwater oplossen (voornamelijk koolzuur), doen de kalk oplossen en daardoor uitspoelen. Deze anaërobe oplossing van kalk is de oorzaak van de primaire ontkalking. Doorluchting werkt de oplossing van koolzuur en daarmee de uitspoeling van Ca tegen[1]. Fosfor wordt gefixeerd door in oplossing zijnde ijzerverbindingen en ook door kalk. Mangaan wordt vermoedelijk gefixeerd door organische tussenprodukten, die tijdens het afbraakproces worden gevormd. In de kristalroosters wordt in het moerassige milieu vermoedelijk NH_4 geadsorbeerd, dat in de rijpste stadia geleidelijk weer wordt vervangen door K, hetgeen kalifixatie veroorzaakt. Het zwavelgehalte neemt af gedurende de rijping. Het is in dit zoete gebied niet hoog genoeg om vorming van katteklei te veroorzaken.

Van het gehele gebied werd een bodemkaart vervaardigd, waarop het onbedijkte land, wat dikte der lagen betreft, is weergegeven alsof het geheel fysisch gerijpt was, alsof dus reeds volledige klink had plaatsgevonden. De dikte van het kleiige dek op zandige ondergrond is een van de belangrijkste karteringskenmerken. Er werd niet op actuele, maar op potentiële ecologische eigenschappen gekarteerd. Het kaartbeeld geeft zowel landbouwkundige (ecologische, cultuurtechnische) gegevens als gegevens welke voor de geologie (sedimentologie e.d.) van belang zijn.

In de vegetatie werden gemeenschappen onderscheiden die gekenmerkt zijn door synmorfologische, dat zijn voornamelijk floristische, kenmerken, die ieder aan een eigen specifiek milieu bleken te zijn gebonden. Deze vegetatie-eenheden werden, voornamelijk via de literatuur, vergeleken met meer of minder verwante vegetaties elders. Ze werden ook ingedeeld in het systeem van de Frans-Zwitserse school.

Er bleek een duidelijke correlatie met het milieu te bestaan, waarvan de voornaamste factoren zijn de edafische (vooral de doorluchtingstoestand en rijkdom aan mineralen van de bodem) en de hydrologische (duur, frequentie en hoogte van overspoeling en de chemische samenstelling van het water).

Op te geringe doorluchting van de bodem blijkt de vegetatie te reageren met een hoog percentage aan planten met luchtkanalen in wortels, bladen en stengels (Telmatofyten). Op de mechanische invloed van de waterbeweging reageert de vegetatie door een hoog percentage aan planten met sterke ontwikkeling van steunweefsel (Sklerofyten). Aan slechts tijdelijk constante milieus zijn vegetaties gebonden met een hoog percentage eenjarige planten (Therofyten). Plaatsen, die ook bij laag water niet droogvallen, hebben een vegetatie die uitsluitend is opgebouwd uit soorten en standplaatsvormen van soorten, die gebonden zijn aan constante onderdompeling. Boven dit niveau ontbreken dergelijke vormen.

De vegetatiekaart, die van het buitendijkse gebied in het zuiden en zuidwesten werd vervaardigd, geeft een beeld van de milieuverschillen, die van belang zijn voor een begrip van de genese van het landschap onder invloed van geologische, biologische, hydrologische en antropogene factoren. Als indicator voor groeiomstandigheden van gewassen (*Phragmites*, *Salix* div. sp., *Populus* e.a.) kan de vegetatiekaart goede diensten bewijzen.

Polders met goede ontwatering behoren tot de betere kleigronden in Nederland. De

---

[1] Het primaire kalkgehalte van slib is vermoedelijk mede afhankelijk van de CO_2-spanning in het water tijdens de sedimentatie.

gronden met dunne kleidekken (zandplaatgronden) geven onder de huidige omstandigheden slechts plaatselijk verdrogingsgevaar. Wegvallen van de schommelende grondwaterstand tot lage niveaus, na een eventuele aaneenvoeging van alle polders tot één of enkele grote waterbeheersingseenheden, maakt voor deze gronden bijzondere cultuurtechnische voorzieningen noodzakelijk. De zandhoogte- en bodemkaart geven naast algemeen potentieel ecologische gegevens voor de landbouwcultuur een basis voor dergelijke en andere cultuurtechnische werken.

De vegetatiekaart geeft gedetailleerde informatie wat betreft de actuele bodemgesteldheid in het buitendijkse gebied.

Het buitendijkse landschap heeft, naast economische en recreatieve waarde, grote betekenis voor de reconstructie van het natuurlijke landschap van de kustvlakte van vóór de menselijke bewoning. Deze betekenis zal blijven bestaan en na uitvoering van het deltaplan zelfs iets worden vergroot, mits levend contact met het riviermilieu aanwezig blijft.

Biologische, geologische en verwante wetenschappen zullen bij het instellen van buitendijkse natuurreservaten gebaat zijn.

INTRODUCTION

In this work, an attempt is made to give a description of the physical character and genesis of a typically – as well unique in the Netherlands as in Europe – Dutch landscape, and at the same time, to give a description of the past, present and future use made of the landscape by man.

This task is approached from the geological, the pedological and the ecological view-points. The major factors which influence landscape are therefore all dealt with in this study. So man's influence – one of these factors – comes very much into the picture. Old and new topographical maps, air photographs, a soil map, soil analyses, a number of deeper soil borings, cross-sections, a vegetation map, vegetation records, analyses and transects comprise the most important data used in this study.

On some points, somewhat more detail is given, particularly where phenomena of more general pedological or ecological importance are involved.

Only the most important considerations, conclusions and results (from the view-point of the author) can, of course, be given in this summary. The tables, diagrams, and photographs – those not referred to in this summary as well as those which are – can throw light on a whole variety of the details and points of view.

The mapping was carried out, in the main, during the years 1951–1953, in charge of the Cultuurtechnische Dienst in order to obtain a scientific base for the planning of the agricultural improvements of the area. In addition, we utilised and expanded a certain amount of vegetation survey which we had already carried out privately and as a part of our studies at the University of Agriculture prior to 1951 (see ZONNEVELD, 1951).

PART I

GENERAL PART

I. PEDOLOGY AND VEGETATION AND THEIR PRACTICAL APPLICATION

Pedology and ecology are related sciences, in that they both study an extremely complicated set of factors and characteristics. Furthermore, a great many of the factors concerned are common to both studies.

The most important difference in the practical application is that the vegetation mirrors, in the main, the total present-day milieu.

In the case of the soil, one has the choice of a great number of characteristics which only partly correlate with the present-day milieu or which are only partly characteristic of it. More permanent factors which are not easily influenced, are often used as a basis for classification. This difference gives both advantages and disadvantages when comparing the two types of mapping. The soil map (appendix 1) published in this study, is an example of a document which portrays predominantly the more permanent elements of the soil milieu. The vegetation map (appendix 2) gives an indication of the contemporary milieu in which are specially noted the hydrology, the fertility, the soil-water characteristics, the soil constitution (which is in part connected with the soil-water characteristics) and also the micro-climate.

A combination of soil and vegetation mapping gives a deeper insight into the characteristics of a particular growing site than either one separately.

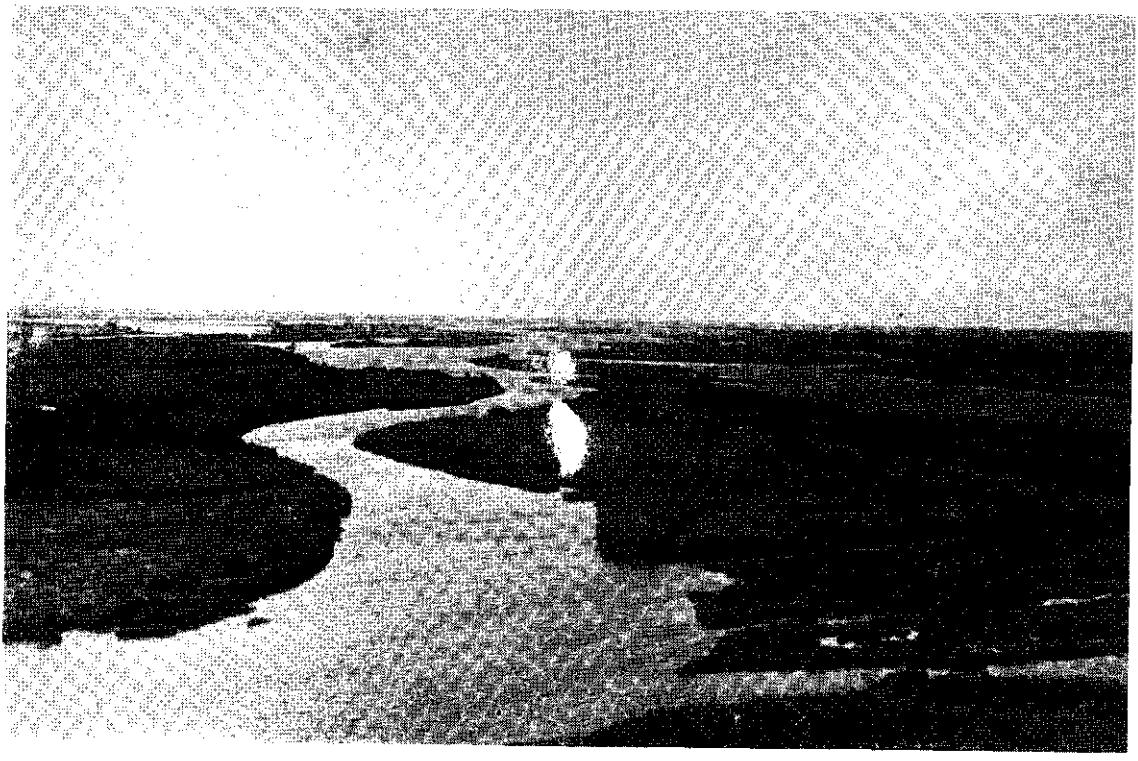
II. LANDSCAPE AND THE UTILIZATION OF NATURAL RESOURCES

The landscape can be divided into that part lying outside the dikes and the diked polders themselves. The land outside the dikes is entirely controlled by the free contact with a tidal river. It comprises open water, sand banks, silt banks, rush marshes, rough herbages, reed marshes, and willow coppice (Dutch "hakgriend"; mostly cut down after four years) as well as some naturally-colonising woody vegetation, principally willow (fig. 1, 5 and 13). This landscape beyond the dikes is characterised by a marked variation in aspect; from hour to hour as a result of the flow and ebb of the tide, and in the course of the year as a result of the changing seasons and the consequent vegetation development and the harvesting of the "crops". The landscape in the polders, which lie as rush and reed-fringed islands in the area, and some of which have developed into very large complexes, is for the most part an arable farming landscape with a rational system of field units (fig. 9). The houses stand sometimes on mounds (fig. 10), sometimes on the level ground.

The natural economic resources of the land outside the dikes are exploited by means of fisheries (fig. 11), duck decoys (fig. 13, 46 and 47), the gathering of rushes, and reed and willow cultivation. Inside the dikes, in the flood-free polders, arable farming is the activity carried on. There are also a few pastureland polders, with low embankments, which are used for grazing cattle (fig. 48), and for the production of hay.

In addition to its economic utilisation, the area, as a result of the wealth of the generally little known, but originally Dutch scenery, is developing into a recreation area of first importance (fig. 5, 8, 15 and 42).

Scientific research into the natural history of this extremely interesting area has only in recent years been more on the increase. The difficulty of access has no doubt been a retarding factor.



Cliché: Modder is gevaarlijk

FIG. 1. Buitendijks landschap, gezien vanuit hoogspanningsmast nr. 30 naar het zuidwesten (voor oriëntatie zie bijlage 4). (Hoog water).

View to South-West on a landscape outside the dikes from electricity pylon nr. 30 (for orientation see appendix 4). (High tide).

FIG. 5.

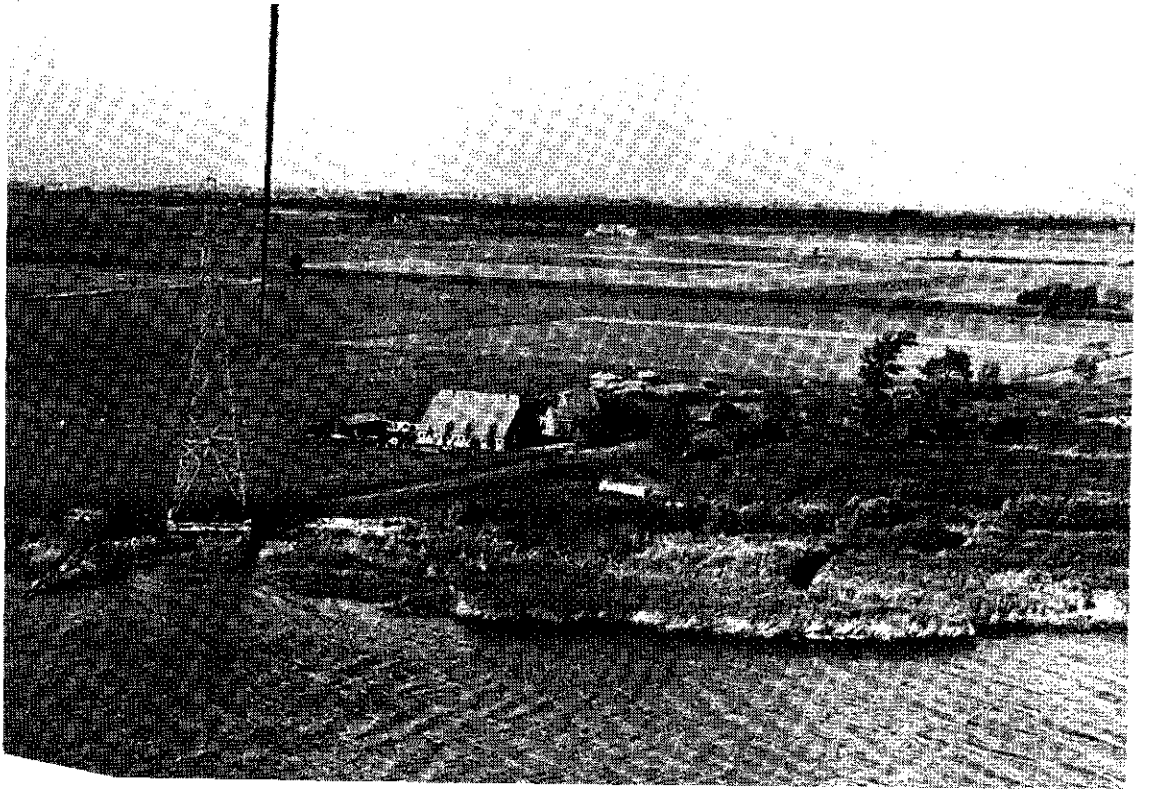
Fijnste vertakking van het geulensysteem in het vloedbos van de verwaarloosde grienden van De Dood.
Op het water drijft vruchtpluis van wilgen.

The smallest creeks of the channel pattern in the tidal forest of the neglected willow beds of „De Dood".
On water level floating willow pappus.

Cliché: Ertz

FIG. 8.
Het ijs vernietigt op de platen alles wat bovengronds zou kunnen overwinteren (winter 1955–1956; Gat van de Honderd en Dertig).
On the low flats destroying ice prevents hibernating (winter 1955–1956; Gat van de Honderd en Dertig).

FIG. 9.
Polderlandschap, gezien vanuit hoogspanningsmast nr. 30 naar het noordoosten (voor oriëntatie zie bijlage 4).
View to North-East on a polder landscape from electricity pylon nr. 30 (for orientation see appendix 4).



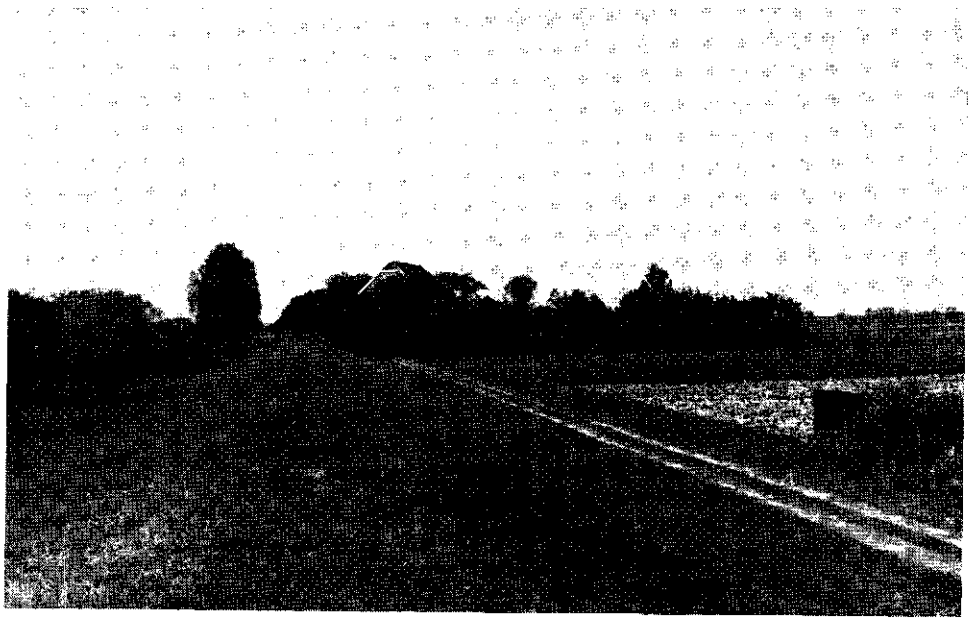
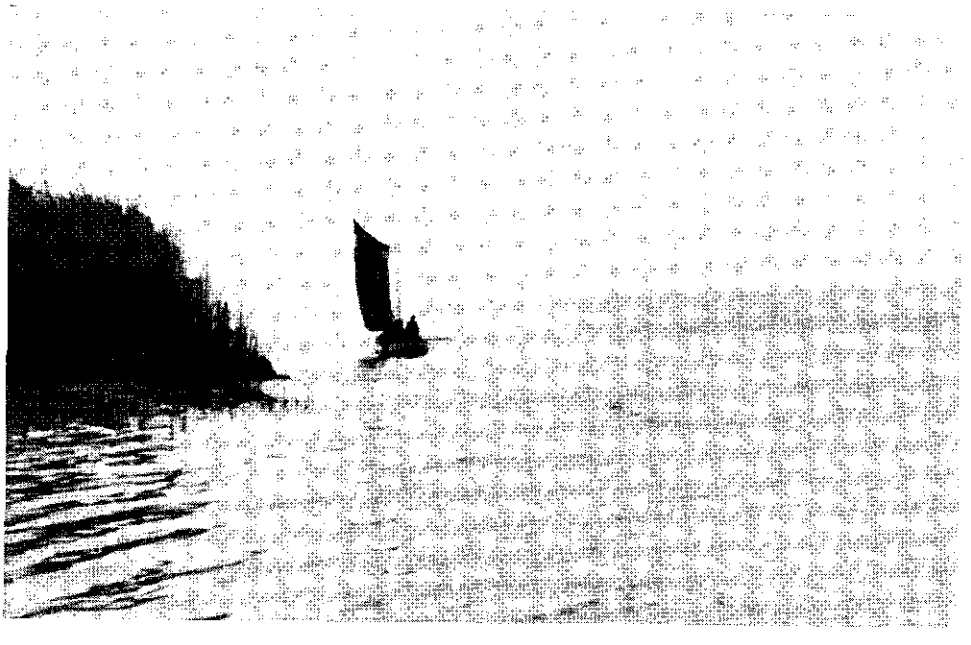


FIG. 10.
Polderlandschap (Maltha).
De boerderij is op een heuvel gebouwd.
Links het buitendijkse land; in dit geval gevormd door een smalle houtsingel *(Salix purpurea)* en een smalle zoom rietgors langs een groot water (Gat van de Noorderklip).
Landscape of the polder Maltha.
The farmhouse is built on a mound. To the left the land outside the dikes; in this case a narrow strip of willows (Salix purpurea) and reed marsh along a wide creek (Gat van de Noorderklip).

FIG. 11.
Herfst; beroepsvisser zeilend op de Reugt.
Autumn; a fisherman sailing on the Reugt.



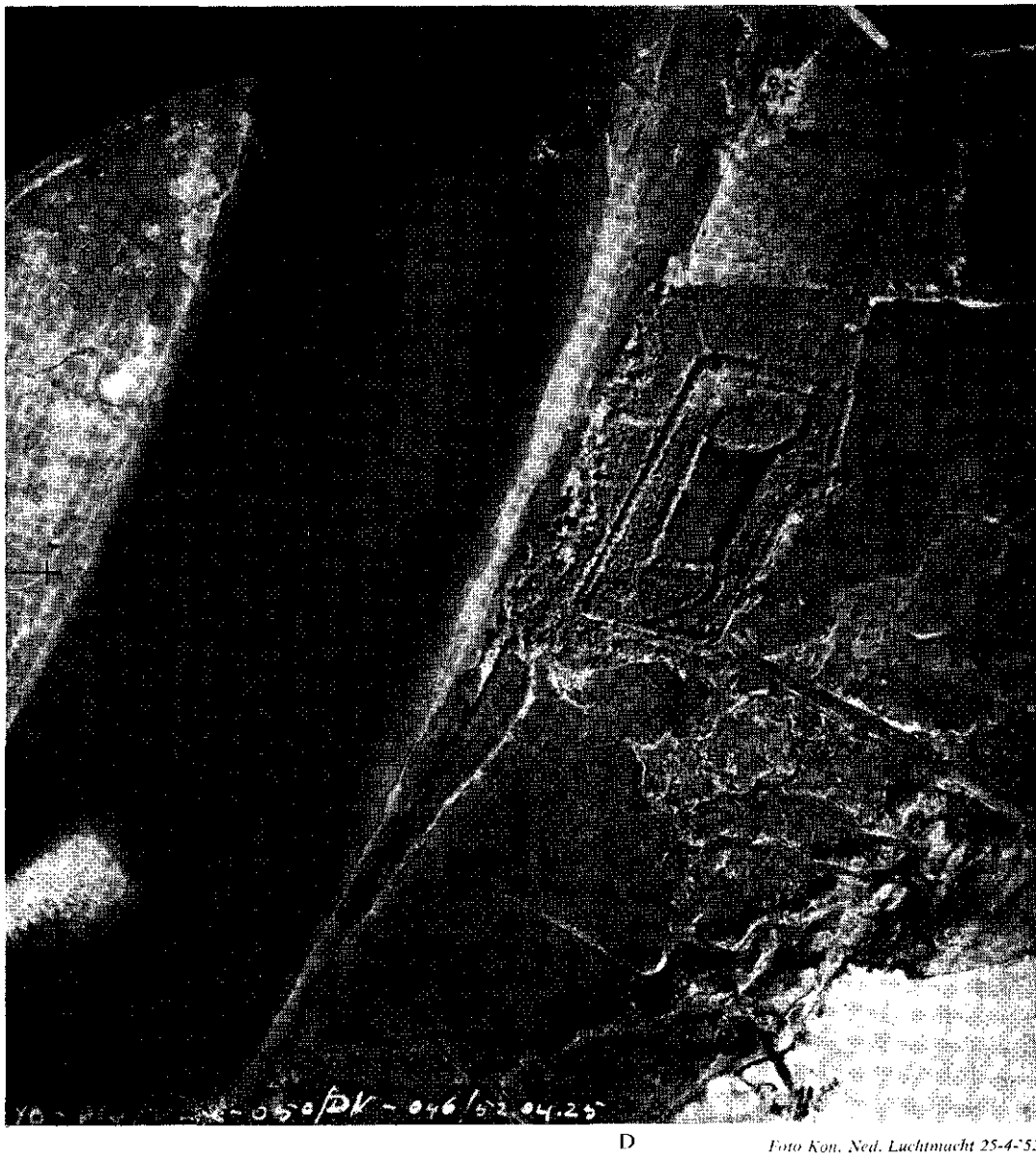


Foto Kon. Ned. Luchtmacht 25-4-'52

FIG. 13.
Eendenkooi van de Visplaat met omgeving. Laagwater (zie ook bijlage 4).
Rechts in het midden een eendenkooi met vier vangpijpen. Links van de eendenkooi, langs het water, een strook spontaan opgaand wilgenbos. Rechts van de kooi twee duikerputten. Vergelijk ook de vegetatiekaart. Vele vegetatietypen kunnen daarop worden teruggevonden. Daarbij moet rekening gehouden worden met het schaalverschil. Niet alle kleine plekjes konden afzonderlijk worden gekarteerd.

FIG. 13.
Duc decoy of the Visplaat with surroundings. Low tide (see also appendix 4).
In the centre to the right a duck decoy with four "trap-ditches". Left of the duck decoy, alongside the water a strip of spontaneous growing high willows. Right of the duck decoy two "culvert holes". Compare also the vegetation map on which many types of vegetation can be found back. In consequence of the difference in scale not every small plot could be mapped.

A. Open water.
Open water.

B. Zandbank.
Sand bar.

C. Slik met het eerste begin van vegetatie en cirkelvormige begroeiingen van mattenbies *(Scirpus lacustris)* (Rdq).
Mud flat with the initial staged vegetation and circular stands of Scirpus lacustris (Rdq).

D. Ruigtevegetaties (Rdh, Rc, Rdf, Rf, Rce en Re).
Rechts onder wordt deze vegetatie sterk door kreken doorsneden.
Rough herbage vegetations (Rdh, Rc, Rdf, Rf, Rce *and* Re), *to the right below strongly intersected by creeks.*

E. Rietgorzen (let op de greppels).
Tidal reed-marshes (notice the ditches).

F. Grienden, gekapt en niet gekapt.
Willow coppice, cut and uncut.

G. Polder.
Polder.

FIG. 15.
De Biesbosch is een geliefd recreatiegebied.
Landschap in de Grienden van De Dood (Schippersgat, bij hoogwater).
The Biesbosch is a favourite aquatic recreation area.
Landscape in the willow coppice area „Grienden van De Dood" (Schippersgat, at high tide).

III. FACTORS OF THE MILIEU

The Biesbosch can be considered as a freshwater tidal delta (fig. 1) lying in the Northwest European temperate maritime climate. The development of the soil and of the vegetation are to a large extent controlled by hydrologic factors, namely the dynamic contact with a tidal river carrying silt and highly eutrophic water (fig. 16 and 17).

The tidal movement has a horizontal and a vertical component. The tide wave flowing up river, becomes "piled up" against the grade (fig. 18). If the river broadens out inland, then a relative lowering of the water level can occur there (flood depression effect; VAN VEEN, 1950). The narrower the bottleneck of the flood basin and the broader the basin itself, the stronger is this flood depression effect, and vice versa (these effects can be studied in the figures 20 and 28).

Polder works and other hydrologic works influence the water level. The laying of the Nieuwe Merwede and of the Bergse Maas river courses, have considerably altered the river flow and tide regime by altering the grade of the river (fig. 19 and 20).

The important phenomenon of the wantide (Dutch "wantij"; see also VAN VEEN, 1950) occurs in the connecting channel of two different gully systems. In this zone flood currents arrive from two different sides and ebb currents flow off to seperate directions. Near this "watershed" the currents never reach high speeds.

The tidal fluctuation acts mainly, both on sediments and on vegetation, through the factor of flooding. This factor can be divided into a horizontal and a vertical movement. The vertical movement is composed of three elements, namely: the frequency of the flood (overtopping), the duration of the flood, and flood height. The frequency is in this work expressed as the number of flooding high tides as a percentage of the total numbers of high tides in the year (fig. 21). The duration can be expressed as the absolute total average duration, calculated on the basis of the average tidal curve (see fig. 22). The occasions when no flooding took place, however, are in that case reckoned as 0 or negative. The value calculated in this way for the duration of the flood is thus not accurate, and is partly affected by the frequency. The average duration of flooding calculated in hours per occurrence is more accurate (see fig. 23.a). This last value is only possible where very many separate measurements of tidal curves are available, and is rather time-consuming. In fig. 23.b the actual average flood duration of all high tides is given in percentage of tide duration. Here too, the frequency affects the results, since all occasions on which the water did not reach the recording stations were included in the calculations as zero. The height of the flooding above soil surface determines to what extent plants are completely or partly submerged (fig. 24).

The horizontal component of the flood operates in the main as current strenght. As the tidal curve becomes steeper, greater current strengths occur. The current is strongest half way between the two points at which the curve changes direction – high and low water. On the other hand, the greater the distance to the bottom and to the sides of the stream channel, the stronger is the current. On the accretions, the current strength decreases rapidly from the edge towards the centre, because of the braking effect of the vegetation and of the soil (see fig. 25). Wave action increases the effect of the current.

The result of all these factors which to some extent counteract one another, is that with increasing elevation of the soil surface, the influence of flooding decreases, as does the strength of the current. Only the phenomenon of the storm flood brings about relatively large water movements on the higher levels, where low flood frequencies obtain. This fact is significant for a true understanding of the sedimentation process. The fact that all the

flood elements are a function of the height and form of the tide curve, makes it possible to determine these elements when the tide curve is known. This curve was determined by means of measurements which are taken in various places in the Biesbosch and near Werkendam, partly by ourselves and partly from data produced by the Rijkswaterstaat (State Waterworks Administration), and which were found to be approximately the same for the entire research area where measurements were carried out.

The height of the floods at the places being investigated was measured by a simple autòmatic floodtop meter which we ourselves developed – the "bakjeslat". This "bakjeslat" is a stick with little trays or cups which record the highest flood prior to the taking of the reading. The height of this flood is obviously equal to the height of the highest cup which is found filled with water (fig. 26 and 27). By means of a fixed control point, the absolute height can then be measured.

From measurements carried out in the willow coppices of De Dood the order of magnitude of the local flood depression effects – effects which interfere with this method of measuring – was arrived at, and it appeared that these effects on the measured spots could be avoided measuring flood heights (see Dutch text III. 2.5.2., HEYLIGERS, 1955; fig. 28).

In the willow coppice the hydrological conditions often are influenced by means of low embankments (fig. 6 and 7). So the influence of flooding does not always correspond with the absolute height.

Measurements of the ground water table, in the willow coppice showed that a fluctuation occurs which lags a little behind the neap tide – spring tide rhythm. The daily tide fluctuation has little effect (see fig. 29 and 30).

During flooding about as much air remains present in that part of the soil lying above the water table as during low water. This fact is naturally of critical importance for living things in the soil. In the polders too, a somewhat similar state of affairs occurs under the influence of "kwel" – i.e. percolation of water through the soil below the dikes under the influence of the hydraulic pressure – and under the influence of retarded drainage.

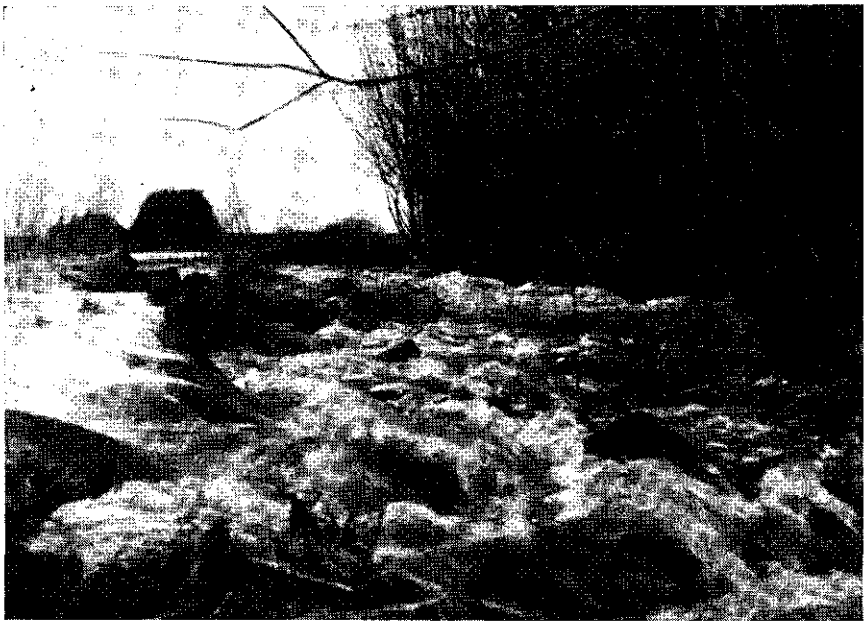


FIG. 6. *Cliché: Natuur en Landschap*
Het water stroomt bij springvloed over de griendkade heen de griend binnen.
At spring-tide the water flows over the low embankments into the willow coppice.

Cliché: Modder is gevaarlijk

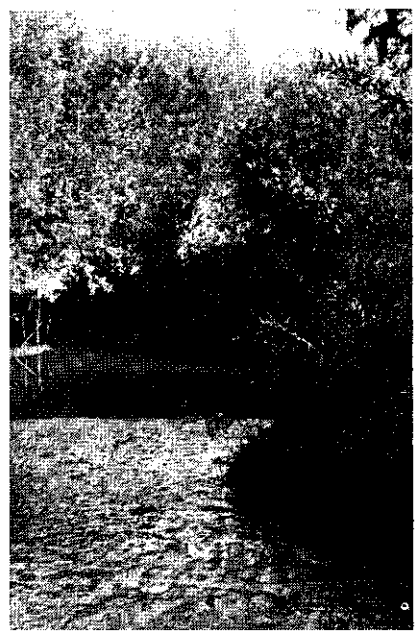


FIG. 7.
Een „duikerput" is een belangrijk element in het landschap. In de schaduw, op de achtergrond, de duikerklep.
A "culvert hole" is an important element in the landscape. In the shadow in the background the valve of the culvert.

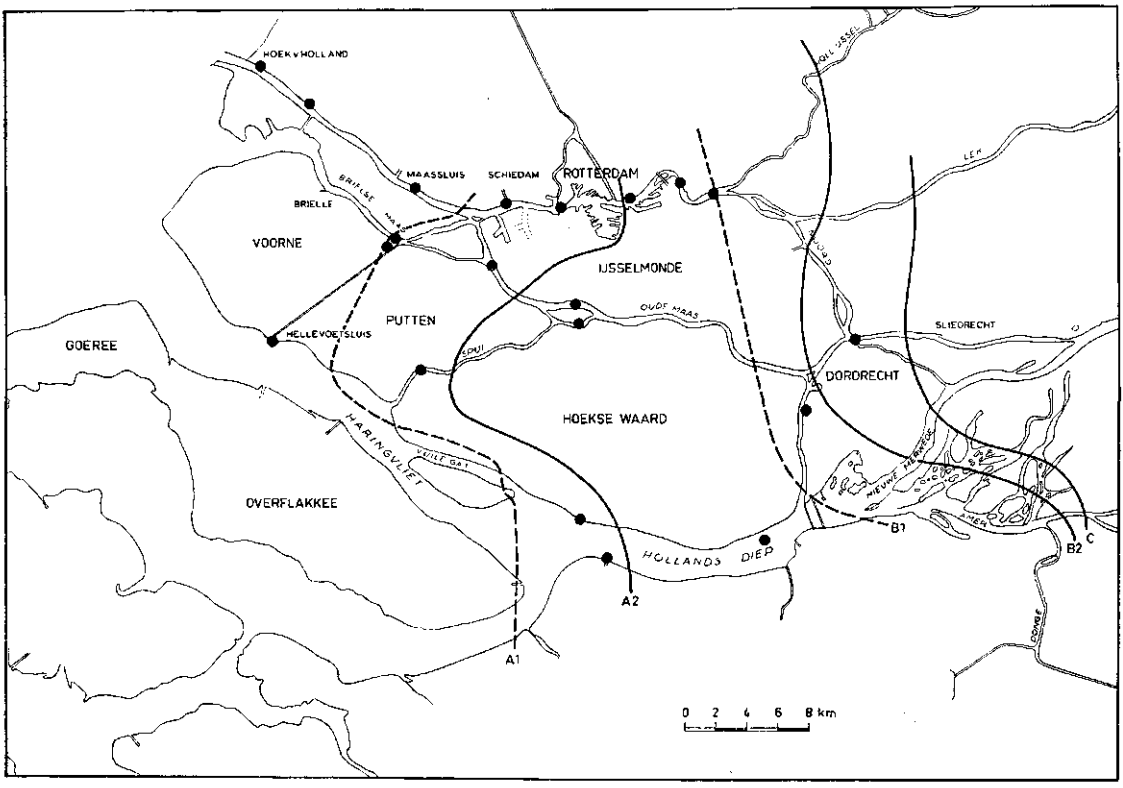


FIG. 16.

Overzicht van de brakwatergrenzen (300 mg Cl/liter) in het gebied van de benedenrivieren (naar gegevens van de Rijkswaterstaat). De punten geven de plaatsen aan, waar de chloorgehalten werden bepaald.

Survey of the brackish water boundaries (300 mg Cl/liter) in the area of the lower rivers (according to data of the State Water Works Administration). The dots mark the places, where chlorine-contents have been determined.

A1 Middelbare afvoer te Lobith: 2200 m³/sec. bij laag water.
Mean outlet at Lobith: 2200 m³/sec. at low tide.

A2 Idem bij hoog water.
Ditto at high tide.

B1 Middelbare afvoer te Lobith: 592 m³/sec. bij laag water.
Mean outlet at Lobith: 592 m³/sec. at low tide.

B2 Idem bij hoog water.
Ditto at high tide.

C Meest landinwaarts waargenomen grens in 1949 tijdens hoog water en krachtige westenwind.
Most land-inwards registrated boundary in 1949, at high tide and heavy western winds.

FIG. 17. De huidige uitbreiding van het zoet- en brakwatergetijdengebied in Nederland, zoals deze uit de vegetatie kan worden afgeleid.

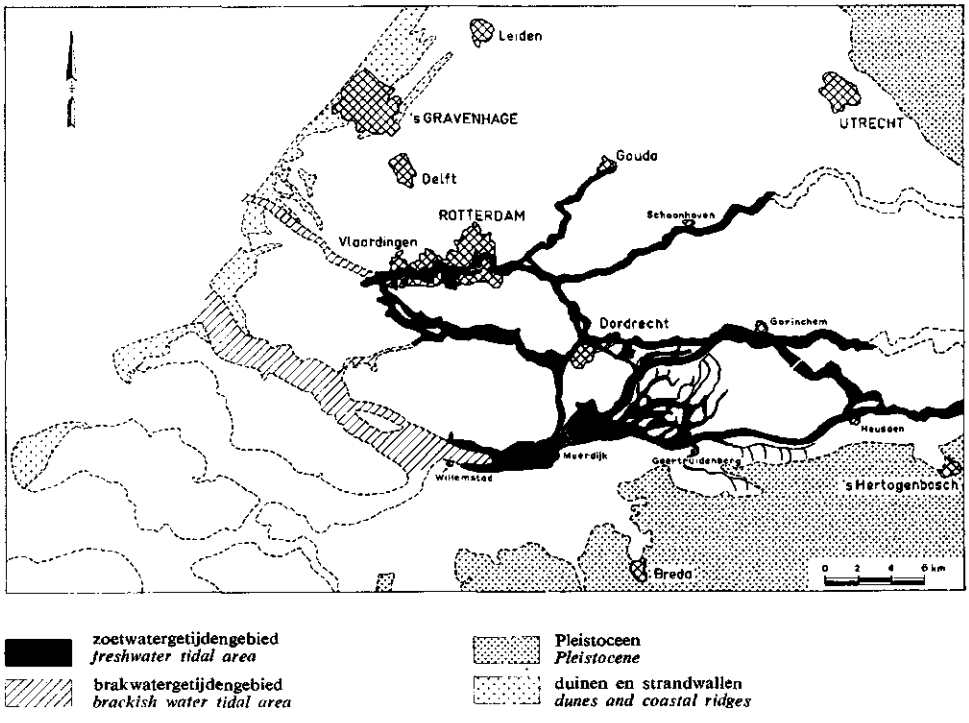


FIG. 17. *The present-day extension of the fresh and brackish water tidal area in the Netherlands as concluded from the vegetation.*

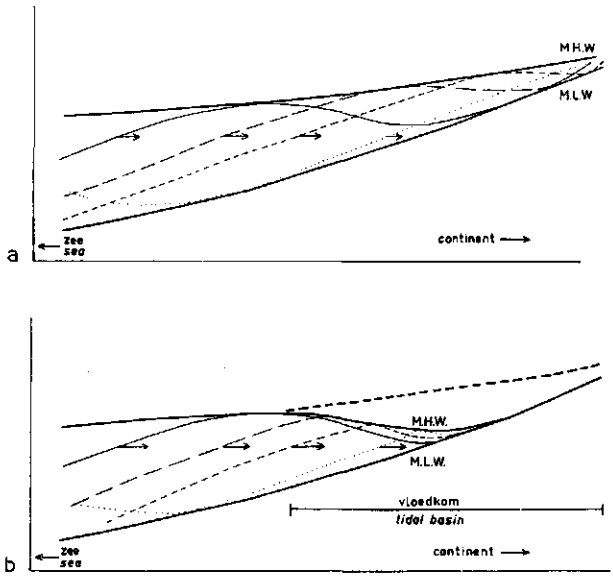


FIG. 18.
Schematische voorstelling van het verloop van de vloedgolf in een estuarium

a. zonder kom-effect,

b. met kom-effect (zijdelingse afvloeiing).

M.H.W. = gemiddeld hoog water
mean high tide

M.L.W. = gemiddeld laag water
mean low tide

FIG. 18.
Sketch of the advance of the tidal wave in an estuary

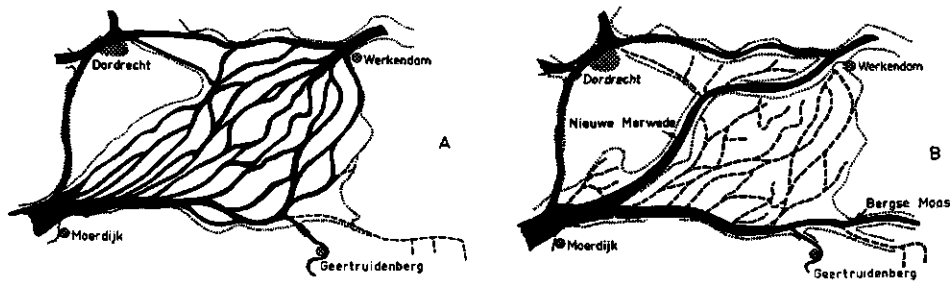
a. without flood-depression,

b. with flood-depression (collateral flowing off to a tidal basin).

FIG. 19.
De verandering in de loop van het water in het Biesboschgebied ten gevolge van het graven van de Nieuwe Merwede en de verlegging van de Maasmond.

A. Toestand vóór het graven van Nieuwe Merwede en Bergse Maas.

B. Huidige toestand.



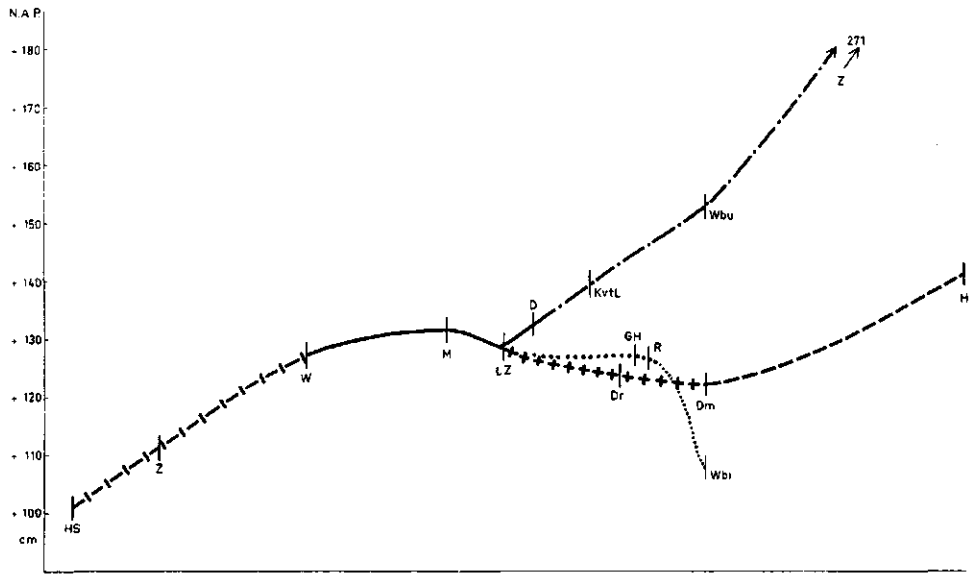
door eb en vloed gevoede geulen / *creeks fed by ebb and flood*
geulen, alleen gevoed door de vloed / *creeks, only fed by flood*
dijken / *dikes*

FIG. 19.
Change of river flow and tide regime in the Biesbosch area as a result of the digging of the Nieuwe Merwede and the diversion of the mouth of the Meuse.

A. Situation before digging of the Nieuwe Merwede and Bergse Maas.

B. Present-day situation.

FIG. 20. Gemiddelde hoogwaterstanden (M.H.W.) tussen Hellevoetsluis en Zaltbommel in de jaren 1931–1939; ontleend aan Rijkswaterstaat, „Tienjarig overzicht der Waterhoogten 1930–1939".



Haringvliet
Hollands Diep
Nieuwe Merwede (en Waal)
Biesbosch (Gat van de Noorderklip en Gat van den kleinen Hil)
Kanaaltje en Gat van het Hoofd (Biesbosch)
Amer
Bergse Maas

Hs	= Hellevoetsluis	L.Z.	= Lage Zwaluwe
Z	= Zuidland	Dr	= Drimmelen
W	= Willemstad	G.H.	= Gat van den kleinen Hil
M	= Moerdijk	R	= Reugt
D	= Deeneplaat	Dm	= Dongemond
KvtL	= Kop van 't Land	Wbi	= Werkendam (binnen)
Wbu	= Werkendam (buiten)	H	= Hedel
Z	= Zaltbommel		

FIG. 20. *Mean high tide levels (M.H.W.) between Hellevoetsluis and Zaltbommel 1931–1939; taken from Rijkswaterstaat, „Tienjarig overzicht der Waterhoogten 1930–1939".*

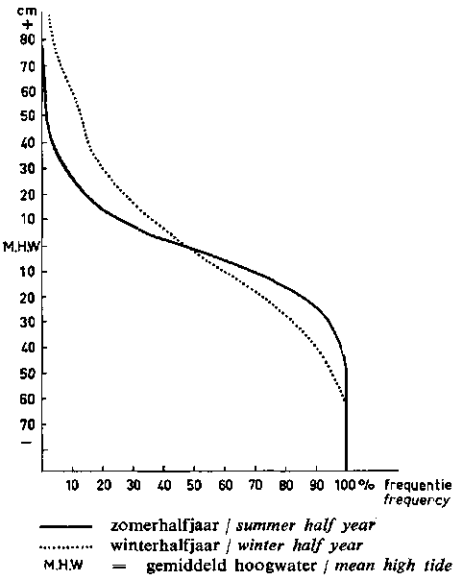


FIG. 21.

Verband tussen hoogteligging en overspoelingsfrequentie in 1949 nabij Moerdijk.

De frequentie geeft het percentage van het totaal aantal vloeden dat een bepaalde hoogte bereikte.

FIG. 21.

Relation between altitude and frequency of flooding in 1949 near Moerdijk.

The frequency indicates the percentage of the total number of flooding high tides, reaching a certain level.

FIG. 22. Links: Gemiddelde getijcurve in de Brabantse Biesbosch.
Rechts: Verband tussen hoogteligging en gemiddelde overspoelingsduur in tijdspercenten. (H is de hoogte van overspoeling van niveau N; D is de duur van overspoeling van niveau N; M.H.W. is gemiddeld hoogwater; M.L.W. is gemiddeld laagwater).

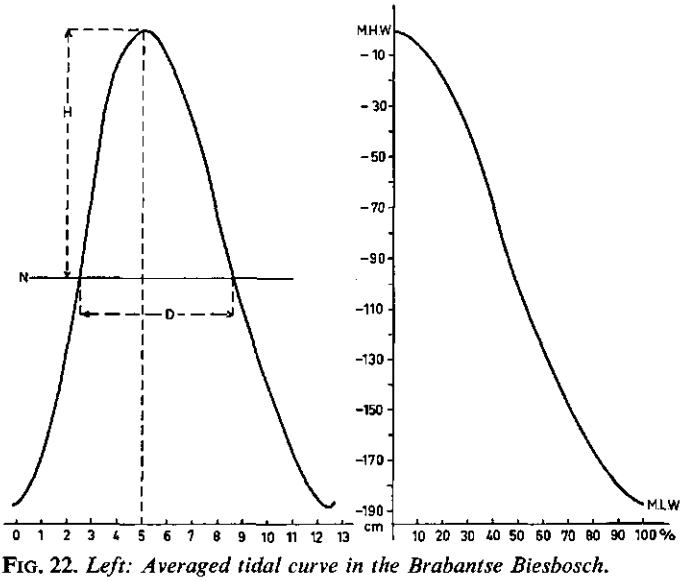


FIG. 22. *Left: Averaged tidal curve in the Brabantse Biesbosch.*
Right: Relation between altitude and averaged duration of flooding in percentage of time. (H is the height; D is the duration of flooding (overtopping) of level N; M.H.W. is mean high tide; M.L.W. is mean low tide).

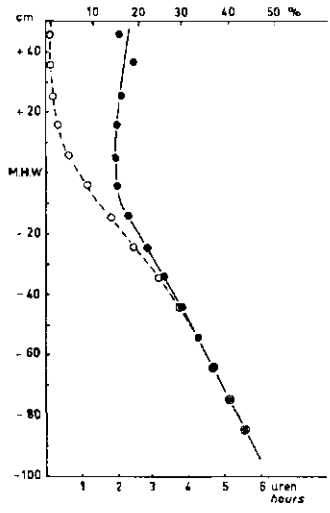


FIG. 23.
Overspoelingsduur te Werkendam (binnen).

FIG. 23.
Duration of flooding at Werkendam (Biesbosch side).

a. Gemiddelde overspoelingsduur per overspoelend tij
Averaged duration of flooding per tide
b. Totale overspoelingsduur in procenten van de tijd
Total duration of flooding in percentage of time

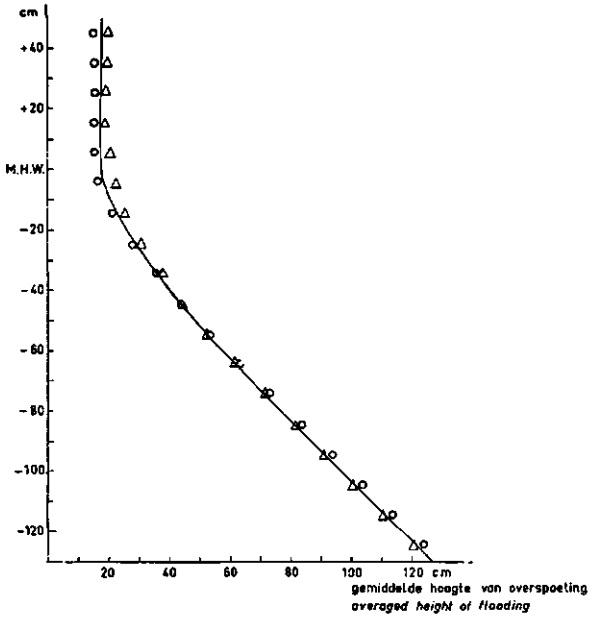
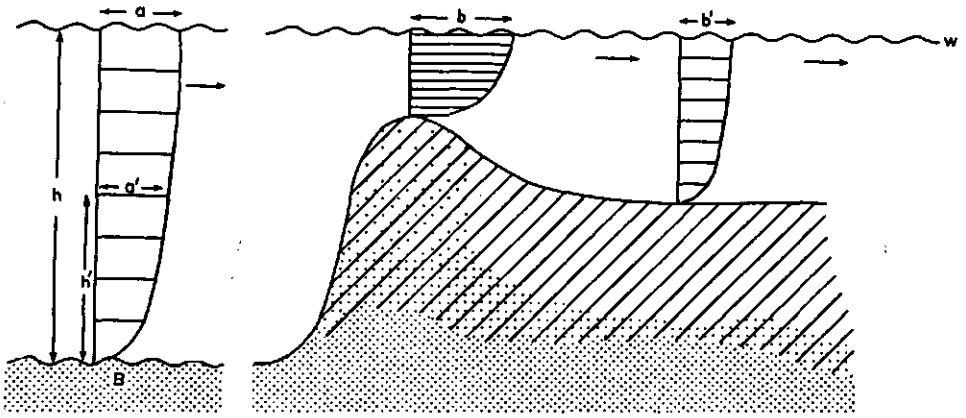


FIG. 24.
Gemiddelde hoogte van overspoeling voor de overspoelende tijen in de Biesbosch (als gemiddelde tussen Werkendam (binnen) en Moerdijk).

FIG. 24.
Averaged height of flooding for the flooding tides in the Biesbosch (as an average between Werkendam (Biesbosch side) and Moerdijk).

o Werkendam (binnen) *(Biesbosch side)*
Δ Moerdijk
M.H.W. = gemiddeld hoogwater / *mean high tide*

FIG. 25. Schema van de stroomsterkte bij verschillende waterdiepten en bij het passeren van een opwas.



w wateroppervlak
water surface

h hoogte waterkolom
height of the water column

a, b stroomsnelheid
velocity of the current

B bodem van de geul
bottom of the creek

Tussen b en b' werd de verhouding getekend alsof er geen vertraging ten gevolge van wrijving met vegetatie optrad.

The ratio between b and b' has been drawn to the neglect of retardation caused by the braking effect of vegetation.

FIG. 25. *Influence of an accretion and dissimilar waterdepths on current strenght.*

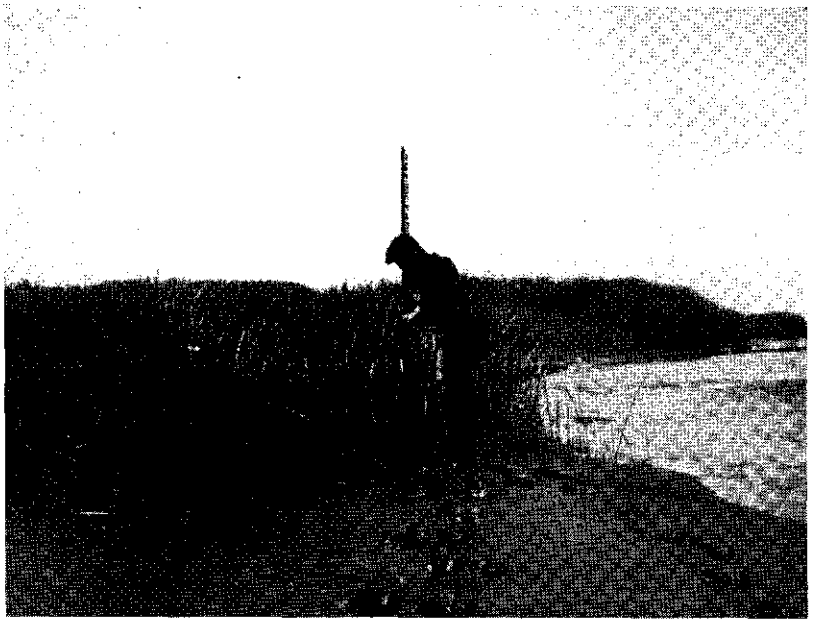
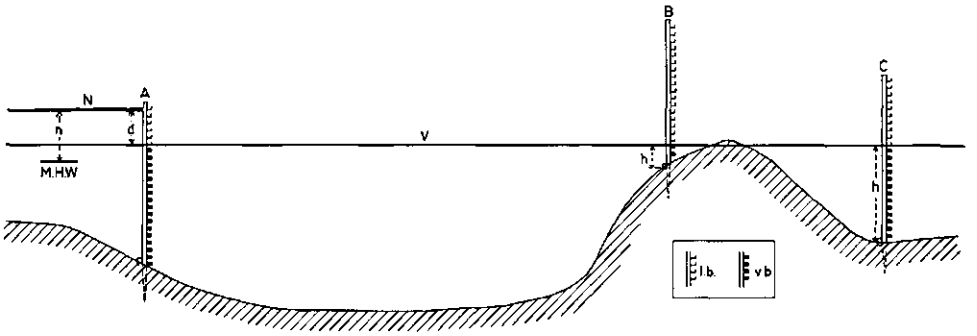


FIG. 26.
Het plaatsen van een vloedtopmeter (bakjeslat) op een plaat, begroeid met Driekantige Bies *(Scirpus triqueter)* (Gemeenschap Rdq).
A floodtop meter (stick with cups) is placed on a flat with a vegetation of Scirpus triqueter (Community Rdq).

Cliché: Natuur en Landschap

FIG. 27. Schema van een vloedhoogtemeting volgens de „bakjeslatten"-methode.



l.b.	lege bakjes / *empty cups*
v.b.	volle bakjes / *filled cups*
A	vloedtopmeter (bakjeslat) *floodtop meter (stick with cups)*
B en C	vloedtopmeter op meetplaatsen in het terrein *floodtop meters at points in the field to be measured*
N	vast niveau / *reference level (fixed control point)*
M.H.W.	gemiddeld hoogwater / *mean high tide*
n	niveauverschil tussen het vaste niveau N en M.H.W. *level difference between reference level N and mean high tide*
V	hoogte van een willekeurige vloedtop *height of any floodtop (at random)*
d	aflezing bij het vaste niveau *reading at the reference level*
h	aflezing op de plaatsen in het terrein *reading at the points in the field*

hoogte van het te meten punt ten opzichte van M.H.W. = — (h + d — n)
height of the point to be measured with respect to M.H.W. = — (*h* + *d* — *n*)

FIG. 27. *Outline of the measuring of the floodtop with use of "sticks with cups".*

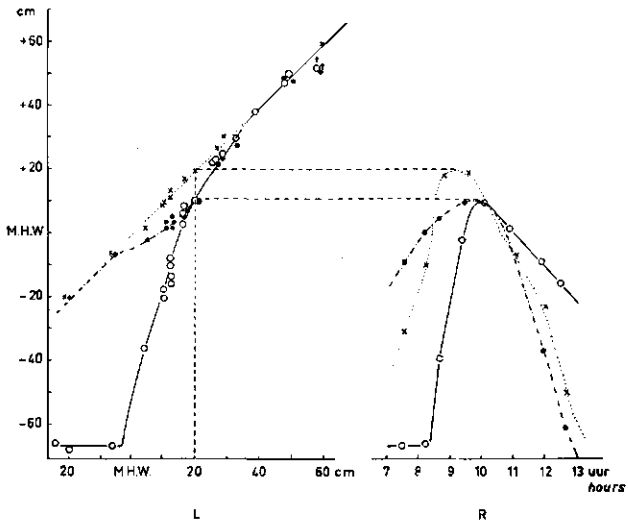


FIG. 28.
Invloed van de bekading op de overspoeling (opname P. C. HEYLIGERS).

FIG. 28.
Influence of small embankments on flooding (recorded by P. C. HEYLIGERS).

kromme 1 Zijgat van het Binnenkooigat, zonder komeffect.
curve 1 Branch of the „Binnenkooigat", without flood depression.

kromme 2 Zijgat van het Gat van de Turfzak, met kom-effect.
curve 2 Branch of the Gat van de Turfzak with flood-depression.

kromme 3 Bekade griend (Tweede Weer).
curve 3 Embanked willow bed (small dikes) (Tweede Weer).

waarden hoger dan de top van de vloedtopmeter.
values higher than the top of the floodtop meter.

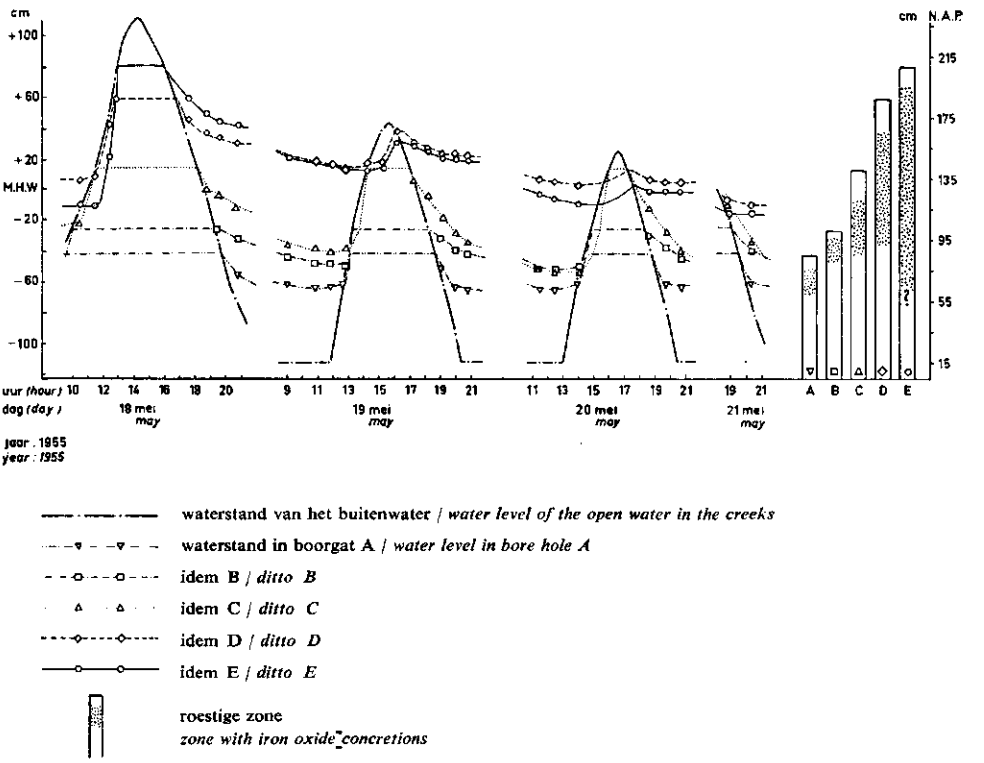
L = Links — Verband tussen de vloedtophoogte op de beschouwde plaatsen en gemiddeld hoogwater, gemeten bij Maltha in het Gat van de Noorderklip.

L = Left — Relation between the height of floodtop at the places concerned and mean high tide, measured near Maltha in the "Gat van de Noorderklip".

R = Rechts — Getijkrommen op 28 augustus 1953 bij een vloedtophoogte (zonder komeffect) van 20 cm boven gemiddeld hoogwater.

R = Right — Tide curves on 28th of August 1953 at a flood culmination point (without flood-depression) of 20 cm above mean high tide.

FIG. 29. Schommelingen in de grondwaterstand, onder invloed van het tij (opgenomen door P. C. HEYLIGERS).



Rechts in de grafiek: Diepte en voorkomen van de roestige zone in het bodemprofiel op de plaatsen waar de metingen werden verricht.

Sketch right: *Depth and occurrence of the zone marked by iron oxide concretions in the profile at the places where measurings have been carried out.*

Plaats van meting: Heuvel van de Benedenkeet van de Noorderplaat in de Houtganzewei.

Place of measuring: *Mound of the Benedenkeet of the Noorderplaat in the Houtganzewei.*

FIG. 29. *Fluctuations of the groundwater table, influenced by tide action (recorded by* P. C. HEYLIGERS).

FIG. 30. Verband tussen de hoogwaterstanden, de grondwaterstand, de bodemgesteldheid en de verticale verspreiding van enkele bodemorganismen in het vegetatietype V0–V1 op de Driessen Hennip (opgenomen door P. C. HEYLIGERS).

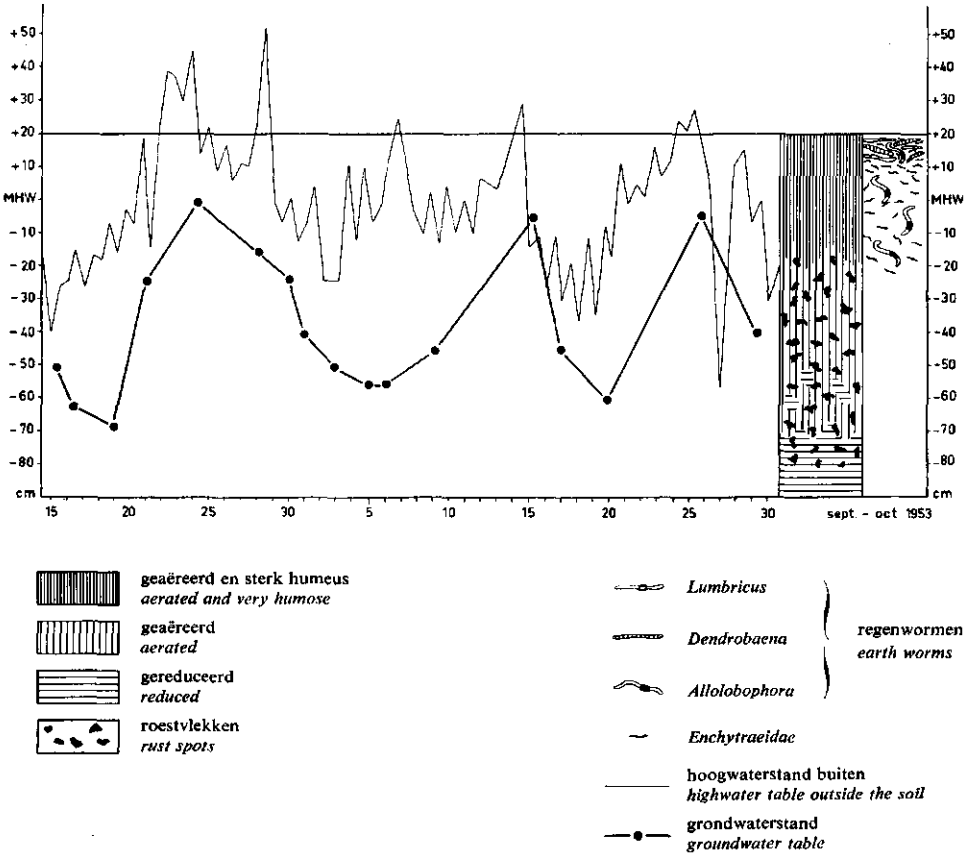


FIG. 30. *Relation between high tide levels, groundwater table, soil condition and vertical walk of living of some soil organisms in the vegetation type V0–V1 on the Driessen Hennip (recorded by* P. C. HEYLIGERS).

PART II

SOIL AND GEOLOGY

IV. SEDIMENTATION AND TEXTURE OF THE SEDIMENTS

In texture we differentiate the "degree of heaviness" and "relative particle size distribution". The first value depends on the absolute content of the fine fraction (principally smaller than 2 mu) and varies from place to place. The relative particle size distribution is constant for a whole area and expresses the ratio between the composite soil fractions in relation to the "degree of heaviness"; it can be represented in the form of a triangular graph or a "sizing graph according to DOEGLAS" (see fig. 31 and 32).

Freshwater tidal sediments differ from marine clay and river clay sediments, as far as their relative particle size distribution is concerned, in having a lower clay/silt ratio than is found in these latter areas. The sediments laid down before about 1600 and after about 1850 have the lowest percentage of clay and have, moreover, the lowest percentage of the coarser sand fractions. Those laid down between 1600 and 1850 have a higher clay/silt ratio, though this ratio is still lower than that normally encountered in the river clay area. The content of coarser sand fractions is considerably higher than with the earlier and later sediments (fig. 31 and 32 and table A).

The origin of the low clay/silt ratio can be explained in terms of coagulation and peptisation processes (ZUUR, 1951; VAN ANDEL and POSTMA, 1955) or in terms of mechanical processes (DOEGLAS, oral information). It is also suggested that a renewed carrying away of the lastdeposited silt layer could be a contributary factor in the low clay/silt ratio (fig. 33). The variations within the freshwater tidal area can be explained through fluctuations in the sea level as a result of which between 1600 and about 1850 the influence of the river was dominant (see Chapter IX).

Heaviness is determined by the velocity of the current during the transportation and settling out of the sediments.

Variations in current strength, together with the cohesion of the sedimented material, fashion the stratification which is characteristic of sedimentation in fluctuating water (fig. 34a and b).

Organisms, particularly animal organisms, can disturb the stratification by homogenising the sediment. Examples of this process are given from research work carried out in willow coppice by HEYLIGERS (1955; see also fig. 30). Sediments usually become heavier in texture towards the surface as a result of the decreasing current speed (fig. 35). A sandier layer can again be formed in the highest levels under the influence of the relative high number of gale flood overtoppings (see Chapter III). Vegetation encourages or hinders sedimentation according to whether slowing down of the stream results in a speed favourable or unfavourable for sedimentation. In fig. 37 this can be read by the differences between high and low situated places in summer and winter (see also fig. 36). Along the edges of clumps of vegetation acceleration of the stream and consequent erosion can occur. Vegetation thus introduces relief into the landscape (fig. 38, 42 and 43).

On the floor of stream channels both ebb and flood currents occur simultaneously at the turn of the tide; giving rise to sand ridges where the two currents scour parallel to one another (ebb and flood scour systems, see VAN VEEN, 1950 and fig. 13, 44, 39 and the appendices 1 and 2). This process is often the first stage in the formation of sand-banks. After the appearance of vegetation, fairly heavy material is often laid down on the highest parts. A similar abrupt capping of heavy clay can be formed on top of a sandy substratum containing, little silt, through a relative fall in sea level. In the remaining cases, a substratum of thin layers of sandy clay is first formed which becomes progressively heavier in texture

towards the surface until it finally consists of practically homogeneous clay or silty clay (fig. 34, 35, 131 and 48 and the appendices 1 and 3).

Accretions can grow outwards by coalescence with secondary accretions. The intervening area, which can have the form of a long gully, is then filled up in the "vlaai"-stage. A "vlaai" is an elongated basin or channel which occurs mainly in "wan"-tides (fig. 41, 48 and 133).

Erosion is persistent along the banks which are most exposed to the current. Under the influence of vegetation and also of the sandy substratum, which is more liable to erosion than the upper layers, which are heavier and more securely anchored by roots, steep and sometimes overhanging banks are formed (fig. 43). Where wave action operates against a sandy bank during a long period, a beach can be formed (fig. 42).

The digging of "greppels" or small open drainage ditches often encourages sedimentation by speeding up the shrinkage as a result of the acceleration of the physical ripening or initial alluvial soil formation (see Chapter V) and in that a more rapid sedimentation takes place in the ditches because of their relatively lower position.

Embanking hinders the sedimentation and influences the current regime outside the embankments. The sluices associated with the embankments give rise to the sluice culvert holes ("duikerputten"), which are so characteristic of the landscape (fig. 7, 13 and 44). On both sides of the embankment, differences in soil constitution can occur. In many cases, the embankments have been laid along natural boundaries, so that the soil differences are primary ones, and have not been caused by the embankment itself (fig. 45). The embanking has nearly always adapted itself to the "gemeenten" or parish boundaries (fig. 46 and 47). Thus, the old bed of the Meuse, to which later estate boundaries, and later still, parish boundaries were adapted (HINGMAN, 1885; VLAM, 1947), as a result of embanking along its length, has again locally become a soil boundary. In fig. 48, the accumulation of land is schematically shown.

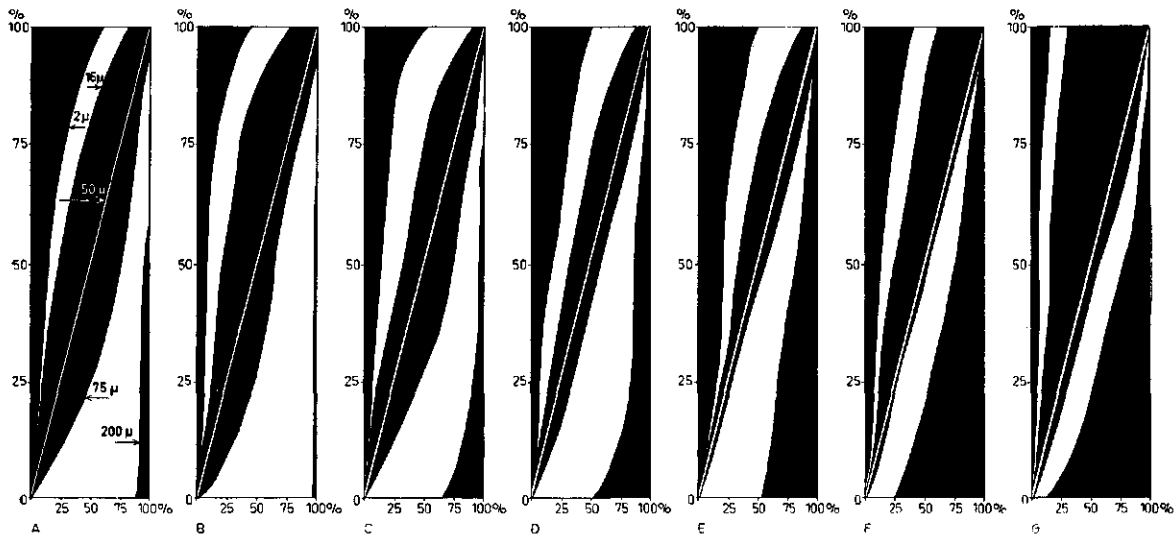


FIG. 31. Overzicht van de granulaire samenstelling van enkele gronden vergeleken met gronden uit de Biesbosch.

Survey of the texture of some soils as compared with Biesbosch soils.

A. Jonge zeeklei van Zuid-Beveland volgens HAANS en DE BAKKER naar 15 analyses.
Young marine soil of Zuid-Beveland according to 15 analyses of HAANS *and* DE BAKKER.

B. Estuariumklei uit het Land van Heusden en Altena volgens SONNEVELD, naar 30 analyses (schrift. meded.).
Estuary soil of the Land van Heusden en Altena according to 30 analyses of SONNEVELD *(written information).*

C. Biesboschklei, afgezet na 1800, naar ± 30 analyses.
Biesbosch soil, deposited after 1800, according to ± 30 analyses.

D. Biesboschklei, afgezet tussen 1600 en 1800, naar 58 analyses.
Biesbosch soil, deposited between 1600 and 1800 according to 58 analyses.

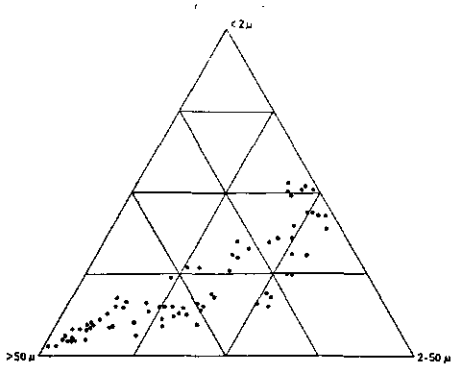
E. Rivierklei van de Maaskant volgens VAN DIEPEN, naar 36 analyses (schrift. meded.).
Fluvial soil of the Maaskant, according to 36 analyses of VAN DIEPEN *(written information).*

F. Uiterwaardklei uit Noord-Limburg, volgens SCHELLING, naar 27 analyses (schrift. meded.).
River meadow soil of Noord-Limburg, according tot 27 analyses of SCHELLING *(written information).*

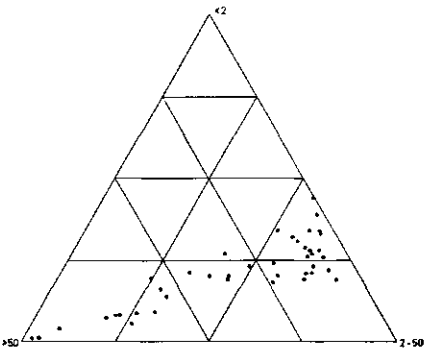
G. Loess uit Zuid-Limburg, volgens VAN NISPEN TOT PANNERDEN en SCHELLING, naar 100 analyses (schrift. meded.).
Loess of Zuid-Limburg, according to 100 analyses of VAN NISPEN TOT PANNERDEN *and* SCHELLING *(written information).*

De grafieken zijn voorgesteld volgens DOEGLAS en werden daarna geschematiseerd. De grenzen 2, 16, 50, 75 en 200 mu zijn in de figuren aangegeven (zie A).

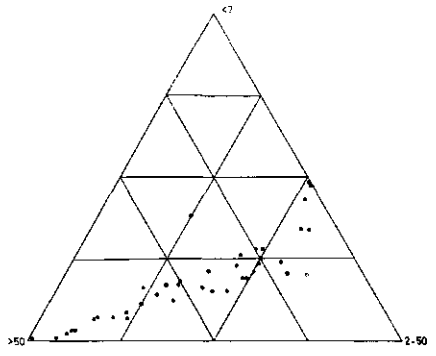
The graphs according to DOEGLAS *have been adjusted afterwards. The limits 2, 16, 50, 75 and 200 mu are drawn in the diagram.*



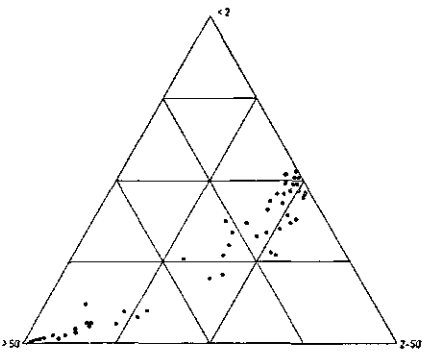
A



B



C



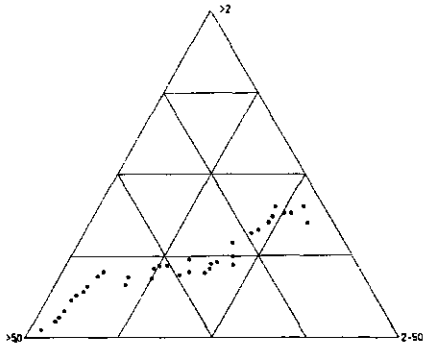
D

A. Zuid-Beveland. Jonge zeesedimenten, naar ± 94 gegevens van DE BAKKER.
Zuid-Beveland. Young marine sediments, according to ± 94 data of DE BAKKER.

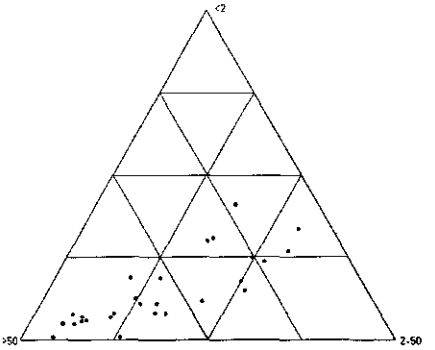
B. Land van Heusden en Altena. Estuariumsedimenten tussen ca. 1421 en 1600 afgezet, naar gegevens van SONNEVELD.
Land van Heusden en Altena. Estuary sediments deposited between about 1421 and 1600, according to data of SONNEVELD.

C. Biesbosch. Estuariumsedimenten (tussen ca. 1800 en heden afgezet).
Biesbosch. Estuary sediments (deposited after about 1800).

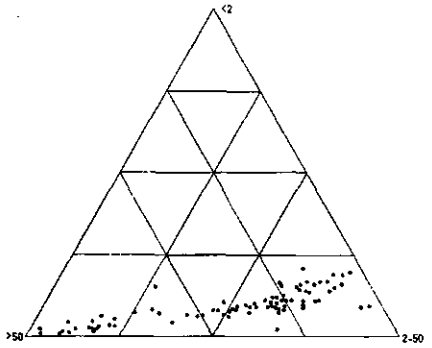
D. Biesbosch. Estuariumsedimenten, tussen ca. 1600 en 1800 afgezet.
Biesbosch. Estuary sediments deposited between about 1600 and 1800.



E



F



G

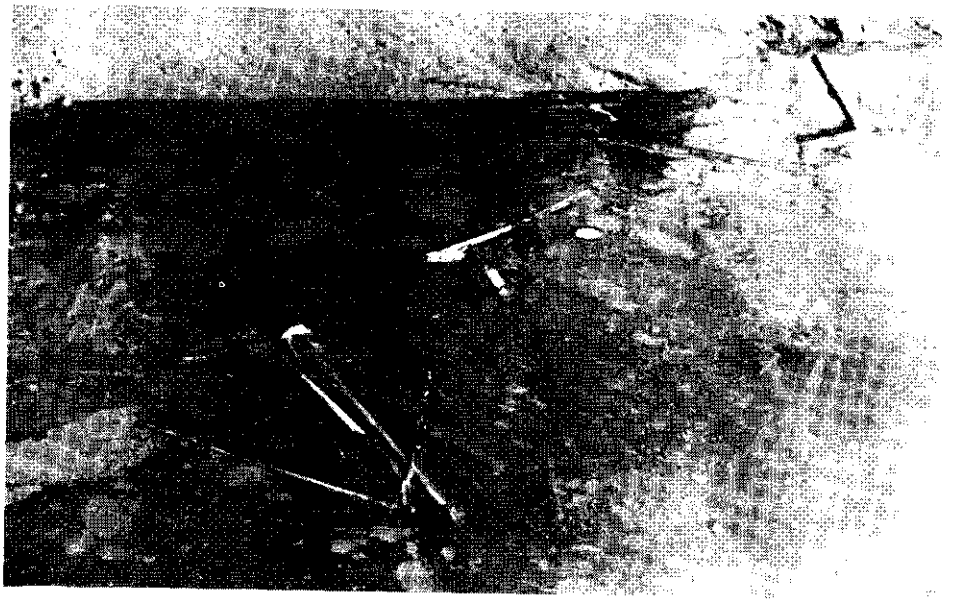
FIG. 32.
Vergelijking tussen de relatieve korrelgrootteverdeling van verschillende Nederlandse klei- en loessgronden door middel van driehoeksgrafieken.

Comparison between the relative grain size distributions of various clay and loess soils in the Netherlands, by means of triangular graphs.

E. Maaskant. Riviersediment (stroomruggrond), naar gegevens van VAN DIEPEN.
Maaskant. Fluvial sediments (levee soils), according to data of VAN DIEPEN.

F. Noord-Limburg. Uiterwaardsedimenten, naar gegevens van SCHELLING.
Noord-Limburg. River meadow sediments, according to data of SCHELLING.

G. Loess, naar gegevens van VAN NISPEN TOT PANNERDEN en SCHELLING.
Loess, according to data of VAN NISPEN TOT PANNERDEN *and* SCHELLING.



Cliché: Modder is gevaarlijk

FIG. 33.

Bij opkomend water wordt het laatst afgezette sliblaagje weer opgenomen.
During rising tide the last deposited silt layer is taken up again.

FIG. 34a.

Doorsnede door een rietgorsoeverwal.
De gelaagde opbouw der sedimenten valt op.
De lagen hebben een gebogen vorm.
Exposure of a reed-marsh levee.
Notice the stratification of the sediments.
All layers show a curved shape.

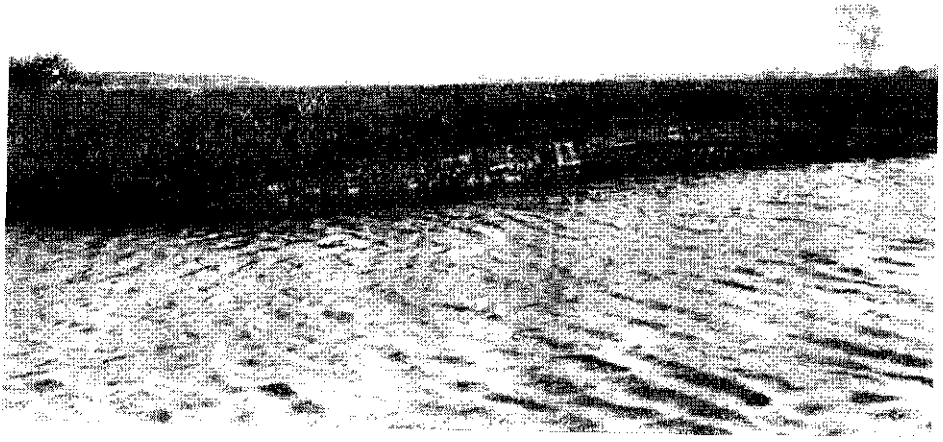
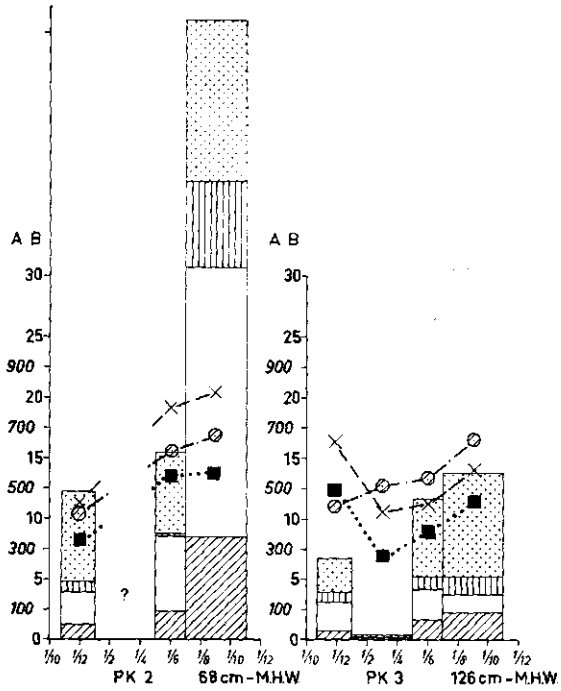


FIG. 35.
Erosie van een oude griendopwas (Bol).
Het is duidelijk te zien, dat het sediment onderaan gelaagd is en naar boven meer homogeen kleiig wordt.
Erosion of an old willow coppice accretion (Bol).
The sediments towards the surface are distinctly less stratified and more homogeneously clayey than below.

Cliché: Natuur en Landsch

FIG. 34b.
Detail van fig. 34a bij het hoogste punt van de oeverwal. De zandige laagjes worden gemakkelijker uitgespoeld.
A detail of fig. 34a near the top of the levee. The sandy layers are easier washed.



A aantal mg droge stof per dm² per dag
quantity of dry matter in mg pro dm² pro day

B percentage van de totale droge stof
percentage of the total dry matter

kalk / *lime*

afslibbaar / *particles* < 16 mu

organische stof / *organic matter*

zand / *sand*

lutum / *particles* < 2 mu

organische stof / *organic matter*

kalk / *lime*

H herfst / *autumn*

W winter / *winter*

L lente / *spring*

Z zomer / *summer*

1/10–1/12 1 oktober 1952–1 december 1953

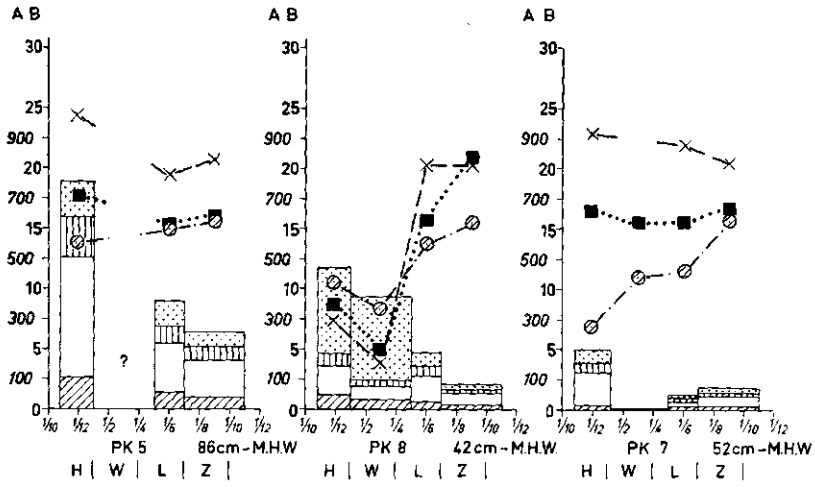


FIG. 37.

Invloed van de vegetatie op de sedimentatie.

Onder elke figuur is het nummer van het permanente kwadraat en de hoogte ten opzichte van gemiddeld hoogwater (M.H.W.) aangegeven.

PK2 lage oeverwal *(Scirpus maritimus* domineert).

PK3 laag betrekkelijk beschut liggend kaal slik.

PK5 lage kom *(Scirpus lacustris* domineert).

PK8 middelhoge oeverwal *(Phalaris arundinacea* domineert).

PK7 middelhoge kom *(Typha latifolia* domineert).

Influence of vegetation on sedimentation.

The number of the permanent sample plot and the height with regard to mean high tide (M.H.W.) is given underneath each graph.

PK2 low natural levee (Scirpus maritimus dominates).

PK3 low fairly sheltered bar flat.

PK5 low back swamp (Scirpus lacustris dominates).

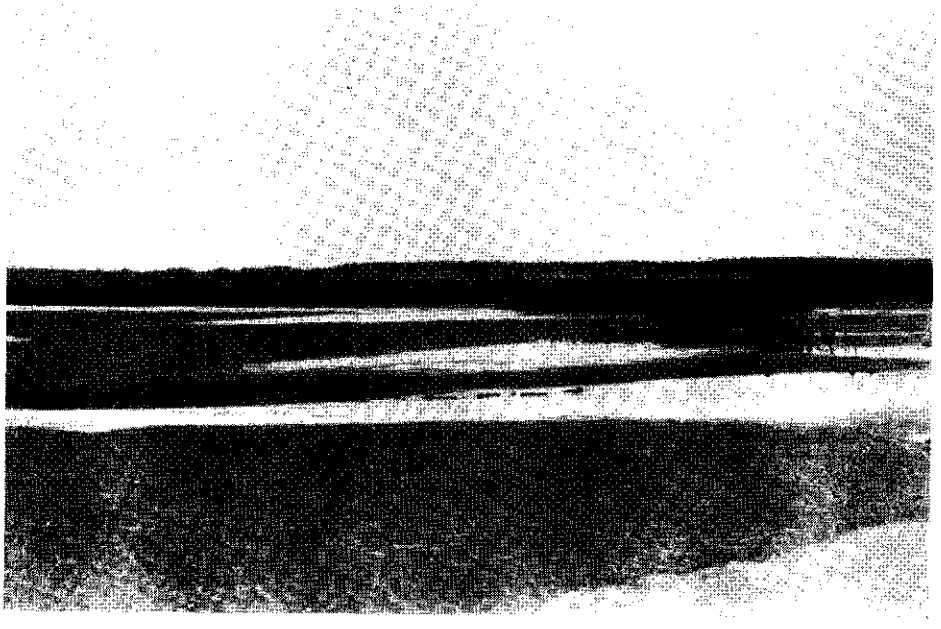
PK8 medium-high natural levee (Phalaris arundinacea dominates).

PK7 medium-high back swamp (Typha latifolia dominates).

FIG. 36.

Slibafzetting aan de lijzijde (ten opzichte van de ebstroom) van biezenpollen op de Boerenplaat, nadat door baggerwerken het stroomregiem zo gewijzigd is, dat het milieu rustiger geworden is (najaar 1954).

Sedimentation of silt on the lee-side (of the ebb-stream) of the stands of rushes on the "Boerenplaat" after alteration of the current regime by dredging-operations. The operations effected a more quiet milieu (autumn 1954).



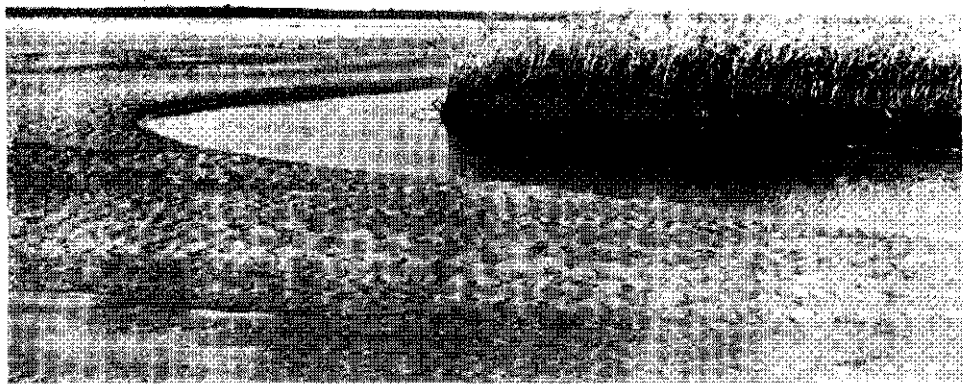


FIG. 38.
Negatieve invloed van de vegetatie op de aanslibbing: bevordering van het reliëf.
Langs de rand van de Heenbegroeiing treedt stroomversnelling op. Hierdoor ontstaat een diepte vlak voor de begroeiing.
(Zandvlakte van de Boerenplaat, najaar 1954).
Negative influence of vegetation on sedimentation: introducing of relief.
The current accelerates just before the vegetation edge of the stand of Scirpus maritimus. At the place of the rapids dephts come to being.

FIG. 39.
Een kleine schaarrug in een kreek op de Boerenplaat. Op de voorgrond de vloedschaar, doodlopend tegen de rug. Midden links de ebschaar.
A low scour ridge in a creek on the Boerenplaat. In the fore-ground the flood-current ends against the ridge. Medium at the left back the ebb-current.

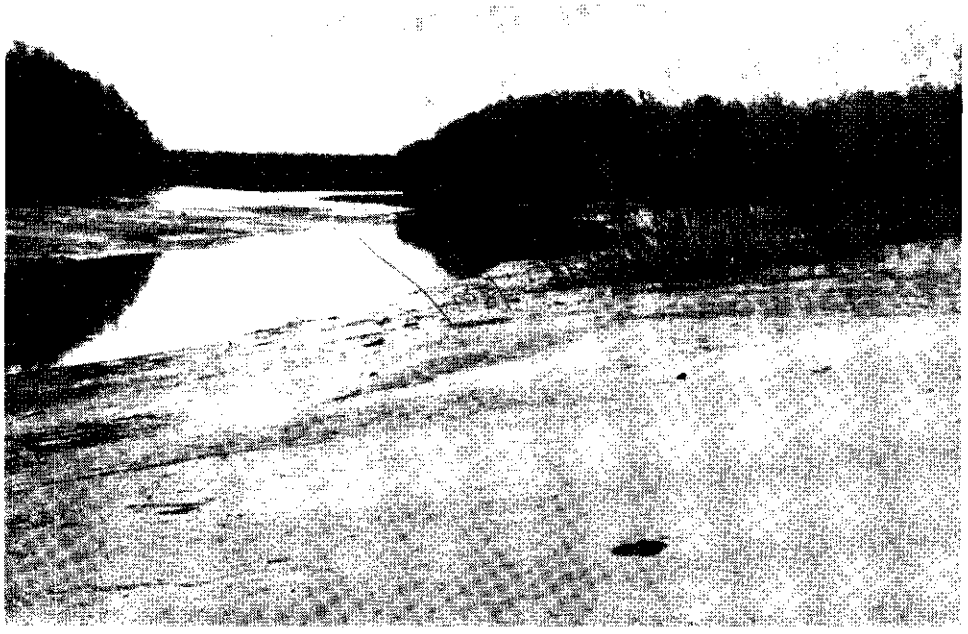
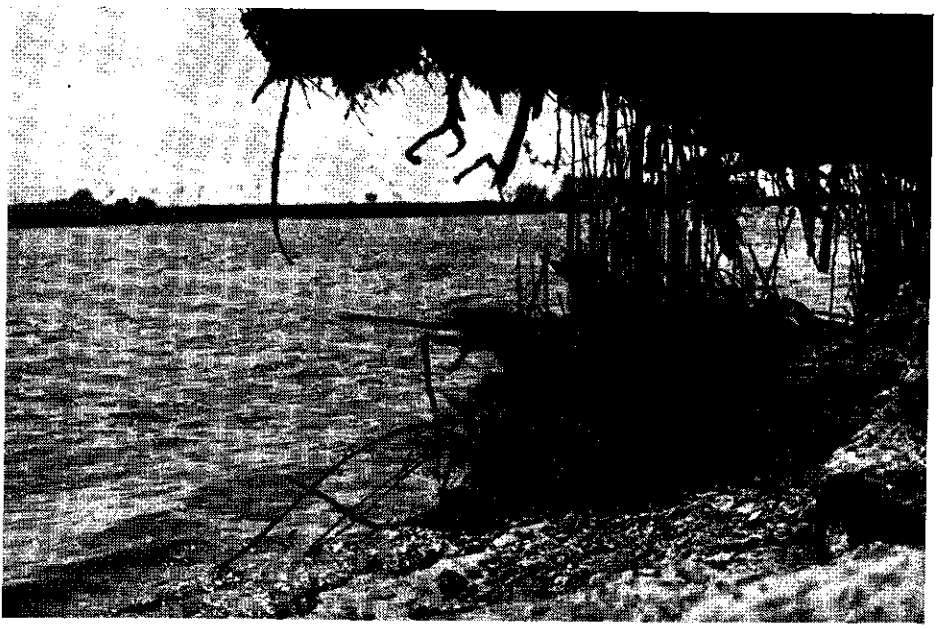


FIG. 41.
„Vlaai". Wantijgebied van het Buitenkooigat.
„Vlaai". Wantide area of the Buitenkooigat.

FIG. 42.
Afslag aan de oever van het vloedbos, o.a. door golfslag. Vorming van een zandig strand.
(Visplaat; langs de eendenkooi; zie ook fig. 13).
Erosion on the bank of a tidal forest, o.a. caused by the wash of the waves. Formation of a sandy beach. (Visplaat; along the duck decoy; see fig. 13.)



Cliché: Modder is gevaarlijk

FIG. 43.

Erosie ten gevolge van ondermijning van de oever. Het doorwortelde gedeelte biedt het langste weerstand (Bol).

Erosion caused by undermining of the banks. The parts anchored by roots resist longer (Bol).

FIG. 44.

Noorderplaat en omgeving (zie ook bijlage 4).
Weipolder met zeer recente en oude overslagen.
Voorts allerlei stadia van buitendijks gebied.

A. open water
B. zandplaten en -banken
C. ruigten
D. rietgorzen
E. grienden
F. weipolder, gedeeltelijk iets geïnundeerd

In het midden links recente dijkbreuk met overslag.
Bij × duikerputten.
Bij 30: mast nr. 30 van hoogspanningsleiding (vergelijk fig. 131).
De kartering vond plaats voor de dijkdoorbraak; de jongste overslag werd derhalve niet gekarteerd.

Foto Kon. Ned. Luchtmacht 25-4-'53

Noorderplaat and environment (see appendix 4).
Pasture polder with very recent and old dike breach spill soils.
Besides several stages of the non-embanked area.

A. open water
B. sand-flats and sand-bars
C. rough herbages
D. reed marshes
E. willow beds (coppice)
F. pasture polder, partly slightly inundated

In centre left recent dike-breach with spill sediments.
Near × culvert holes.
Near 30: electricity pylon nr. 30 (see also fig. 131).
Mapping was executed before the breach of the dike. So the younger spill soils could not be mapped.

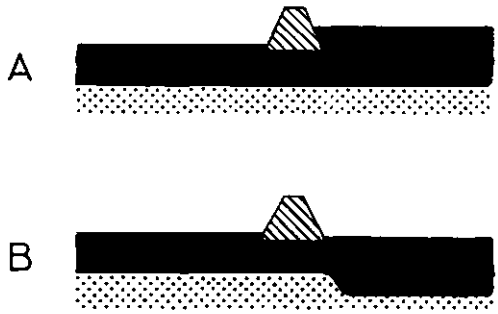


FIG. 45.
Bodemverschil aan weerszijden van een dijk.
Links ouder, rechts jonger land.

A = De dijk is primair, het bodemverschil secundair.

B = Het bodemverschil (bijv. de hoogte van de zandondergrond) is primair, de dijk is aan het oorspronkelijk bodemverschil aangepast.

B is, in allerlei variaties, algemener dan A.
Combinaties van A en B komen veel voor.

Dissimilarity in soil on both sides of a dike.
To the left older, to the right younger land.

A = Dike is primary, dissimilarity in soil secondary.

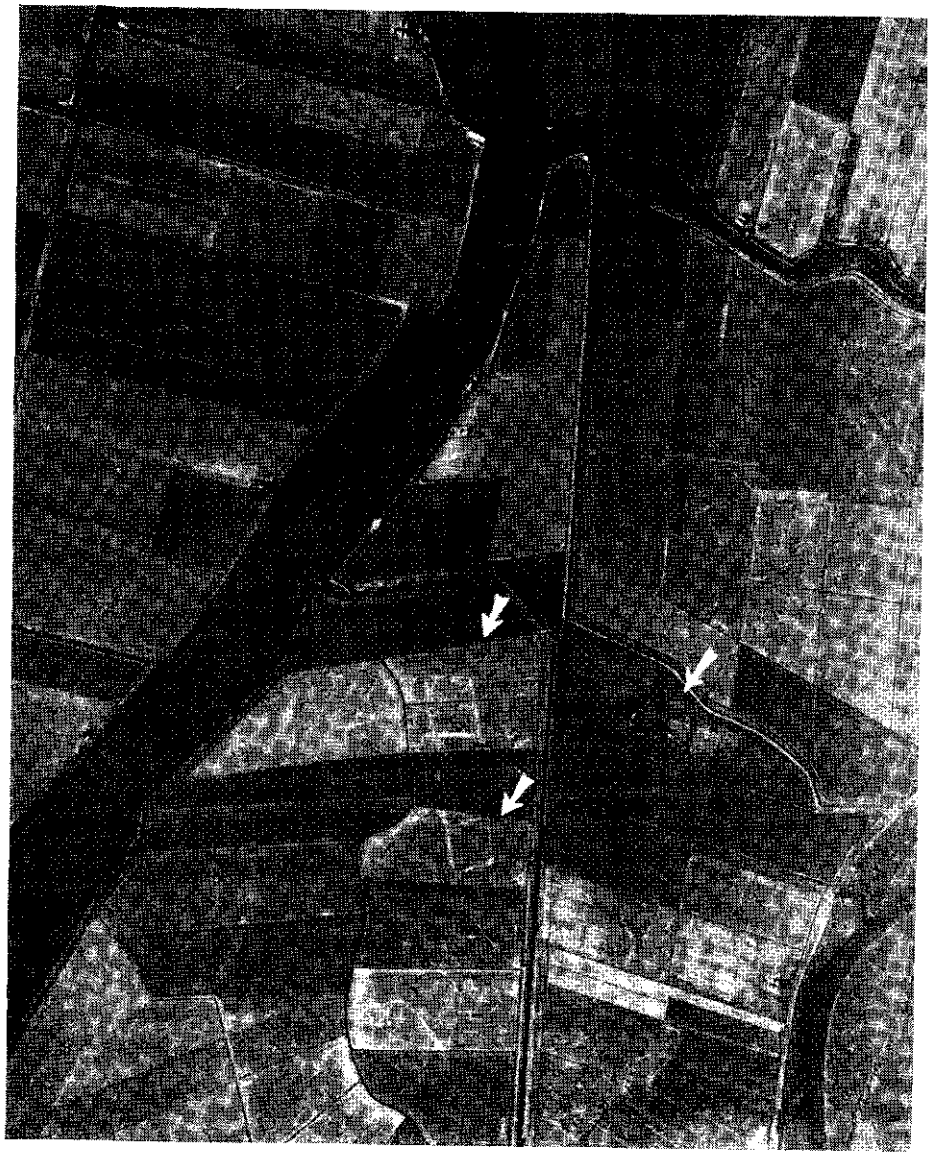
B = Dissimilarity in soil (e.g. the original height of the sandy subsoil) is primary, the dike has been adapted to the original dissimilarity.

B is, in several variations, more common than A.
Combinations of A and B often occur.

TABEL A / TABLE A.

Lutum/slib-verhouding *Clay/part. < 16 mu ratio*	50	55	60	65	70%	
De grens van 50% 2 mu komt overeen met *The boundary of 50% 2 mu corresponds with*	100	90	83	77	73%	afslibbaar *part. < 16 mu*
De grens van 35% 2 mu komt overeen met *The boundary of 35% 2 mu corresponds with*	70	64	58	54	50%	afslibbaar *part. < 16 mu*
De grens van 25% 2 mu komt overeen met *The boundary of 25% 2 mu corresponds with*	50	45	42	38	36%	afslibbaar *part. < 16 mu*

Middelwaard



ıine kil, omzoomd met
tgorzen
ıine kil, bordered by
d-marshes

Luchtfotoarchief Stichting voor Bodemkartering; opname Geallieerde Luchtmacht 12-9-1944

FIG. 46.

Sporen van oude eendenkooien op de Bruinhoeksewaard (Hogepolder) en Joachimsveld (vergelijk bijlage 4 en fig. 47).

Traces of former duck decoys in the Bruinhoeksewaard (Hogepolder) and Joachimsveld (compare appendix 4 and fig. 47).

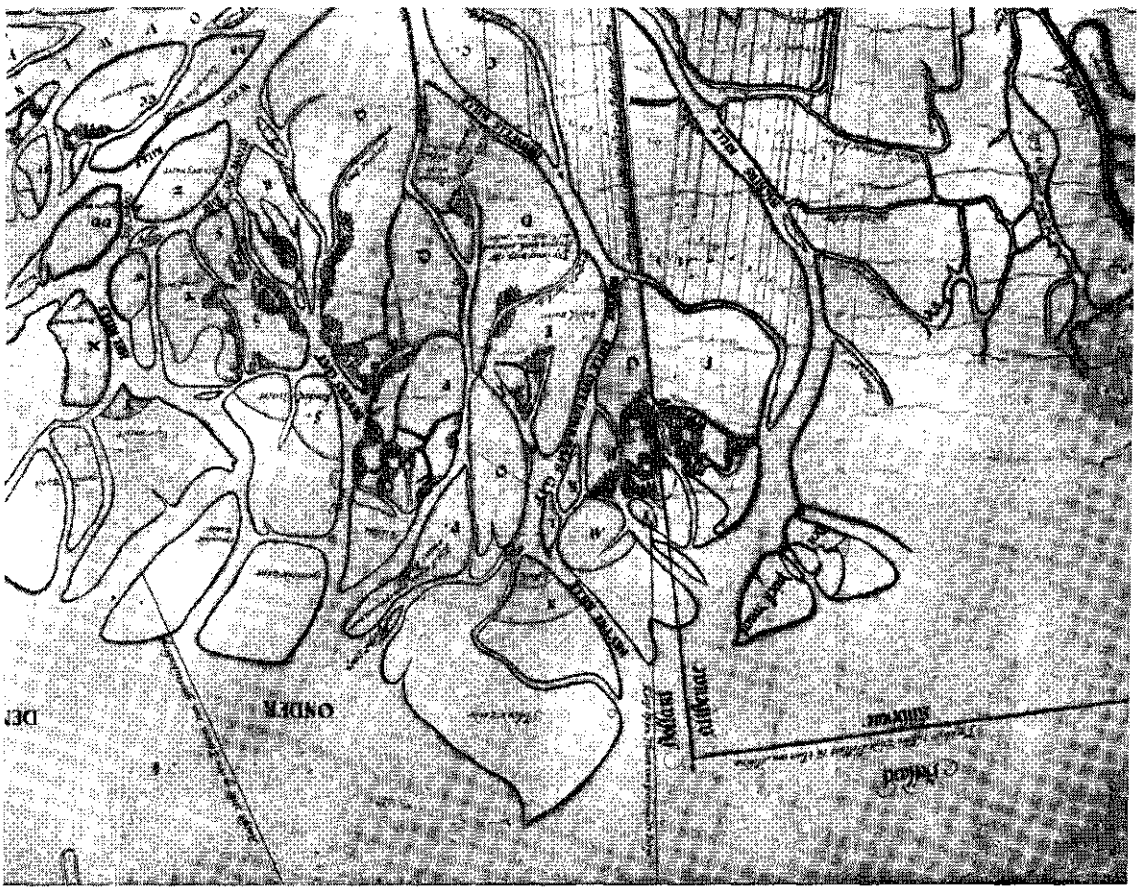


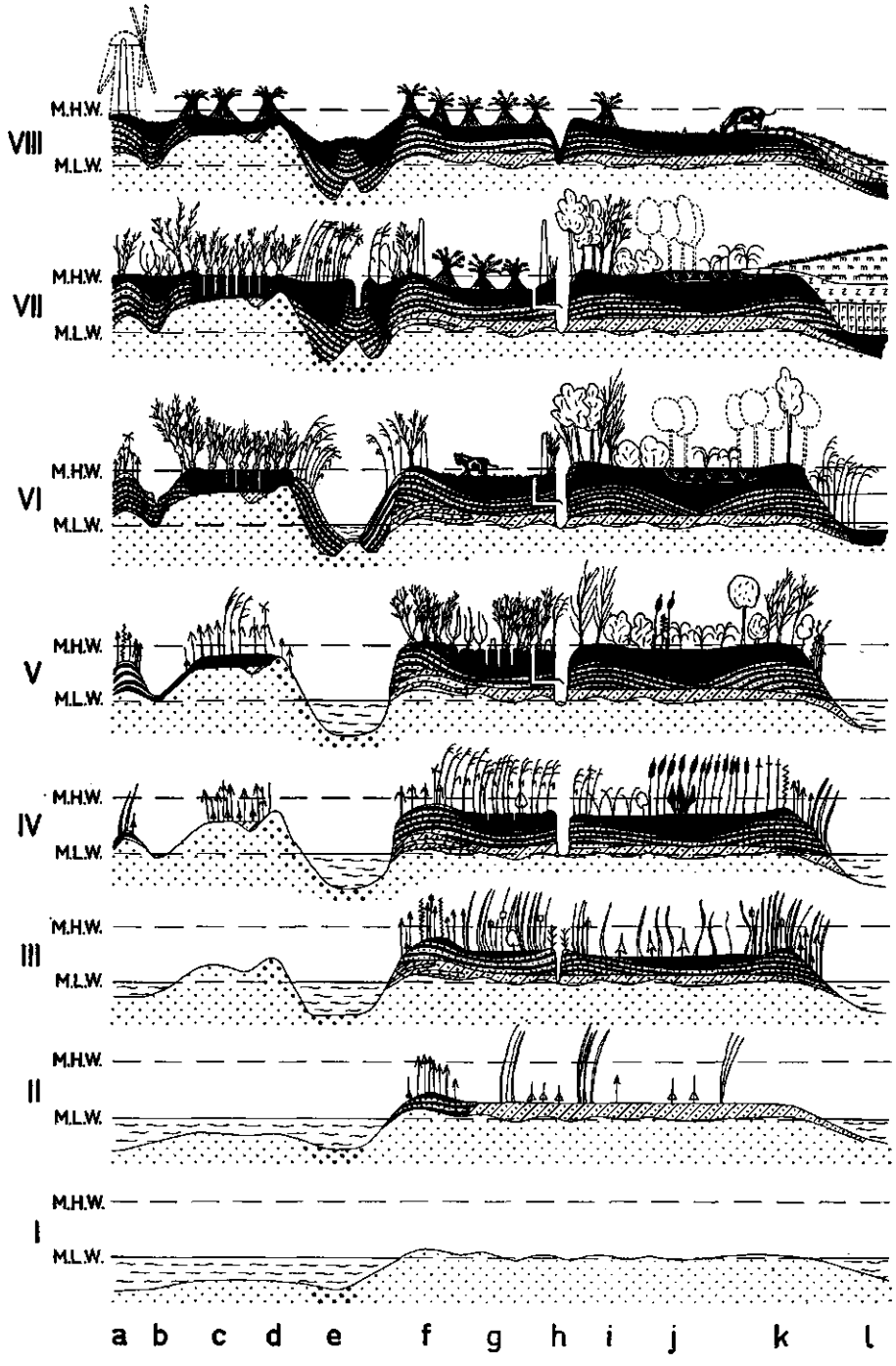
FIG. 47.

Het gebied van fig. 46 en omgeving omstreeks 1640 [1]. De kooien zijn hier kennelijk nog in bedrijf. In „den Prickwaert" bevinden zich „vangpijpen", die niet op een „wet", maar op een open kreek uitkwamen. De huidige gemeentegrens (zie bijlage 4) is reeds aanwezig. De bedijking werd later aan deze grens aangepast.

The area of fig. 46 and surroundings around 1640 [1]. The duck decoys were obviously still in operation at this time. In "den Prick-waert" occur "trap-ditches". These "trap-ditches" were not connected with a "wet" but ran out into a normal open creek. The present-day community boundary (see appendix 4) existed already. The embanking has adopted itself to this community or parish boundaries later on.

[1] Het hier afgebeelde kaartgedeelte is aanzienlijk groter dan de op bijlage 4 weergegeven omvang, vooral in westelijke richting. Merk op dat de inschriften op de kop staan. Blijkbaar was voor de toenmalige gebruiker van deze kaart een blik in zuidelijke richting van veel belang.

The part of the map given above is larger than the size at appendix 4, particularly in western direction. Notice that the inscriptions have been placed upside down. Obviously a vieuw in southern direction was of great importance for the use in those days. Just as in fig. 46 the north is placed at the top.


VIII
M.H.W.
M.L.W.
VII
M.H.W.
M.L.W.
VI
M.H.W.
M.L.W.
V
M.H.W.
M.L.W.
IV
M.H.W.
M.L.W.
III
M.H.W.
M.L.W.
II
M.H.W.
M.L.W.
I
M.H.W.
M.L.W.
a b c d e f g h i j k l

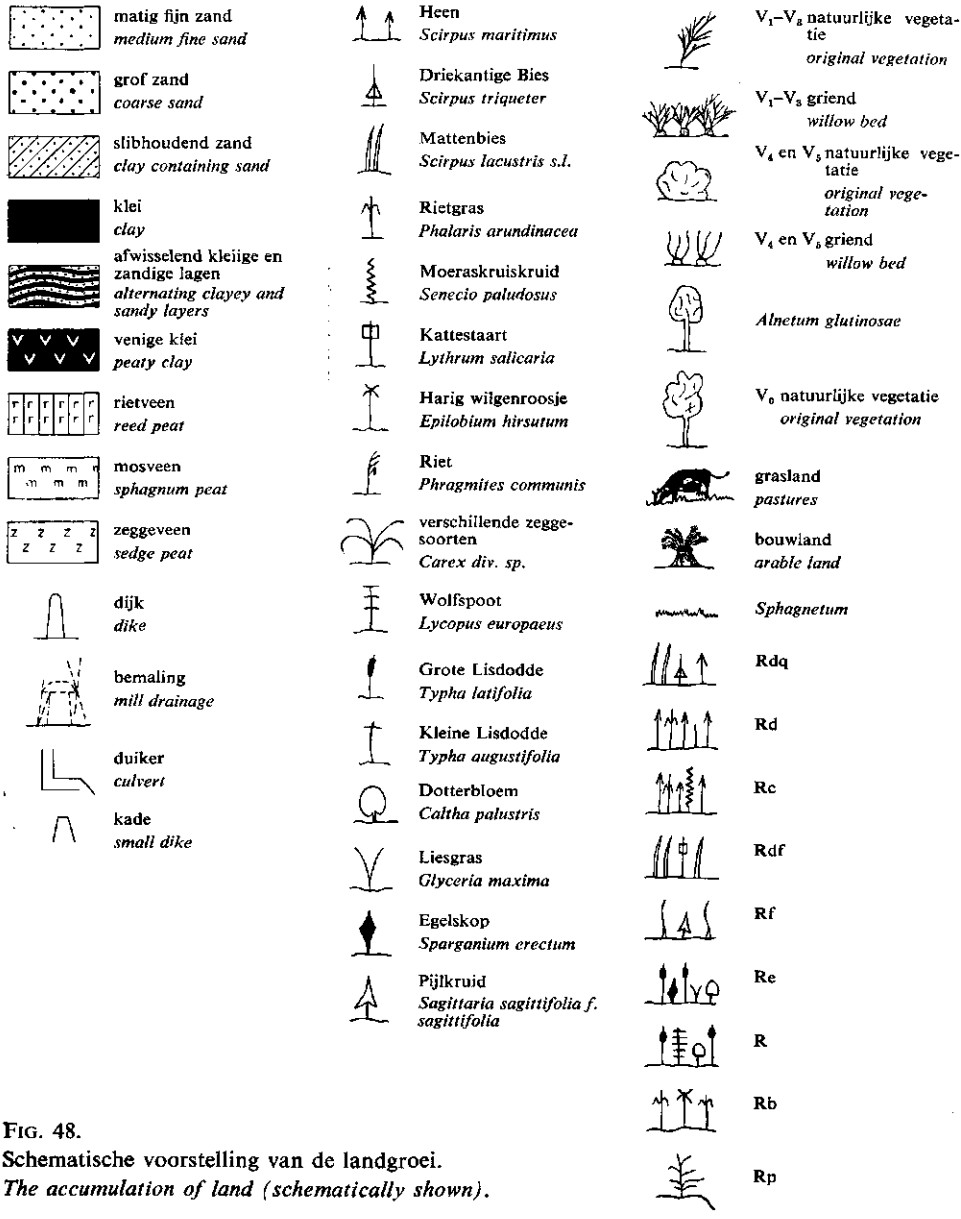


FIG. 48.
Schematische voorstelling van de landgroei.
The accumulation of land (schematically shown).

Voor de lettersymbolen zie de legenda van de vegetatiekaart of het vegetatieoverzicht (bijlage 2 en 7).

For letter-symbols see legend of vegetation map or vegetation survey (appendix 2 and 7).

V. INITIAL ALLUVIAL SOIL FORMATION (PHYSICAL RIPENING AND SHRINKAGE)

Initial alluvial soil formation can be distinguished in physical and chemical "ripening". Physical ripening is the process by which young newly deposited sediments are transformed into firm ground. The basis of this process is the loss of water of hydration from the clay and organic matter colloids (table B and C and fig. 50A, B, C and D and 51). There is in addition, a distinct fall in organic matter content, since decomposition tends to outstrip more and more the formation of new organic material (fig. 50E, F, G and H and table E). The loss of water and of organic matter is accompanied by a considerable decrease in volume (fig. 50I, J, K and L). Shrinkage of layers rich in colloidal material is one of the most spectacular features of the initial alluvial soil formation as a result of the physical ripening (fig. 53). The ripening is studied according to HISSINK's method (1935) by means of measurements of clay content, silt content, volume of the mineral fraction, organic matter content and total water content, in soils of varying texture and in varying stages of land formation (fig. 52). These stages are rush-marsh, rough herbage ("ruigte"), reed marsh, willow coppice and polder, and they seem also to represent stages in initial alluvial soil formation. In the willow coppice a distinction was drawn between the *Fraxinetum* and the *Salicetum* coppice (see Chapter X). The stage of physical ripening can be expressed as the water content of one gram clay (part. < 2 mu). This is by approximation n in the formula:

$A = 20 + nL + nbH$ ..... (1) (see also SMITS, 1953; ZUUR, manuscript 1958) [1].

A = water content of 100 gram dry soil.
20 = the points where the curves of fig. 50 and 51 intercept the ordinate.
L = % clay.
H = % organic matter.
b = ratio between water-absorbing capacity of organic matter and clay (part. > 2 mu).

In the tables C, D, E and F the estimated value of b was 3 and 4. For freshwater soils b was estimated with help of a graphical method (see fig. 51a). The found value (b = 4) differs from that (b = 3) used for marine soils at the Soil Laboratory of the Authority of the Wieringermeer at Kampen (ZUUR, manuscript 1958, see ZUUR, 1954), but is not very reliable.

It seems that about half the loss in water is caused by dehydration and half by decomposition of water-holding organic matter (table F). In marine sediments, conditions are different, as can be calculated from the data of HISSINK (1935). The stage comparable with the willow coppice in sedimentation, relative elevation and consequent hydrological position is the marine tidal marsh ("kwelder"). The volume of water of hydration per unit of colloidal material does seem to be identical with the corresponding volume in willow coppice, but the total volume of water is much greater in the willow coppice, due to the much higher content of organic matter (fig. 51). Thus, in the transition from kwelder to polder, the percentage of the total water loss which is due to the breakdown of organic matter is about 1/6, whereas that in the transition from willow coppice to polder is about 1/2 (table F). In reed marshes even the in wet condition measured volume of organic matter can be over 50 %, thus forming a transition to peat soils ("modderklei"; fig. 52 and table G).

Since the ripening, and thus also the shrinkage, is a function of the content of colloidal material, the shrinkage can be calculated when the stage of ripening and colloidal content are known. Since the organic matter content within the ripening stages shows a certain

[1] A more correct formula should be: $A = 0.2\,Z + n\,(L + bH)$; (Z = sand etc.), see volume B.

correlation with the clay and silt content (fig. 50 and 51), to know the clay content is therefore sufficient.

It is now possible to set up graphs on the basis of the volume weight measurements on which the approximate value of the shrinkage can be read off for every given value of the clay-(silt) content (fig. 56). Using these graphs, it is possible to make up, for every stage in the ripening process, tables for the different soil types, which are delimited on the basis of the thickness and heaviness of the various profile layers (table H). A table was also composed predicting, for each of the most important soil types, the lowering of the land surface (table I). In this way the future characteristics of the soil profile after shrinkage can be shown on a soil map and at the same time, the level of the land surface can be predicted. Levelling out of the ditches has, in the willow coppice, a further slight influence on the sinking of the land surface (fig. 55). Given conditions of reasonable aeration in the soil, the ripening process, and the consequent shrinkage, takes from 50 to 100 years before it is more or less complete (fig. 54). The nature and height of the future soil profile are naturally of great importance in connection with the carrying out of land improvement works. The influence of the water table on the proceeding of ripening and shrinkage is apparent (fig. 57).

It appears that the sediments of a freshwater tidal area shrink much more markedly than marine sediments in the same stage. The shrinkage of a kwelder with for example 50 % of its particles smaller than 16 mu, may be at the most 10 to 20 %, while with an willow coppice of the same texture and in the same ripening stage, the shrinkage is about 50 %. Shrinkage is also important for a full understanding of sedimentation. Ripening and sedimentation can take place simultaneously because the former process is more or less irreversible and in this way a relatively high bank can undergo considerable further sedimentation without any real increase in height (see appendix 5 fig. K).

In the substrata of the Biesbosch, which are made up for a good part of peat and plastic clay layers, a certain degree of shrinkage can also be expected, in places where the water level will be lowered. An exact investigation of this shrinkage was not carried out. On the basis of the principles worked out by HUIZINGA (1940) it can be expected that this shrinkage will not be large, for the following reasons:

a. Most of the area which already consists of diked polders will be subjected to no great lowering of the water table.

b. The most plastic layers are those which were laid down deepest, where the effect of the forces (intergranular pressure) which determine the shrinkage is least strong.

c. The peat layers have already been fairly strongly compressed during formation and later as a result of the great mass of sediment laid down since the St. Elizabeth flood (table J).

d. A certain amount of water is forced out of the under-lying pleistocene layers beneath the layers of holocene sediment and this process tends to counteract the shrinkage in preventing the squeezing out of the absorbed water.

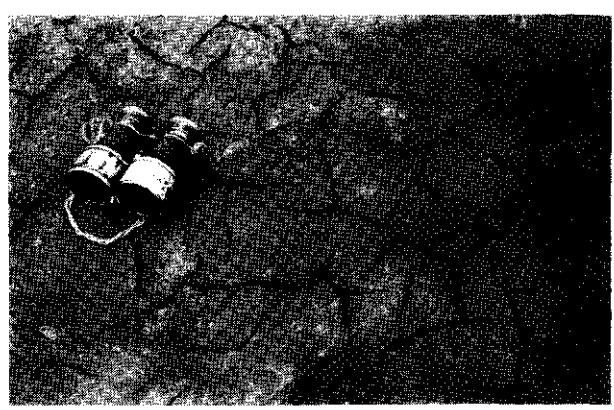
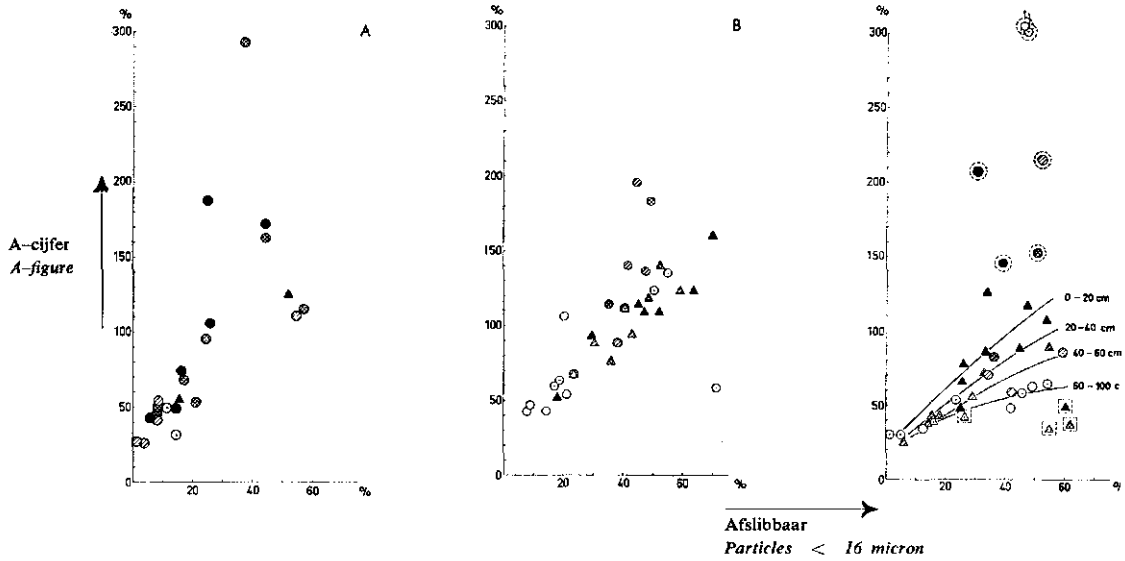


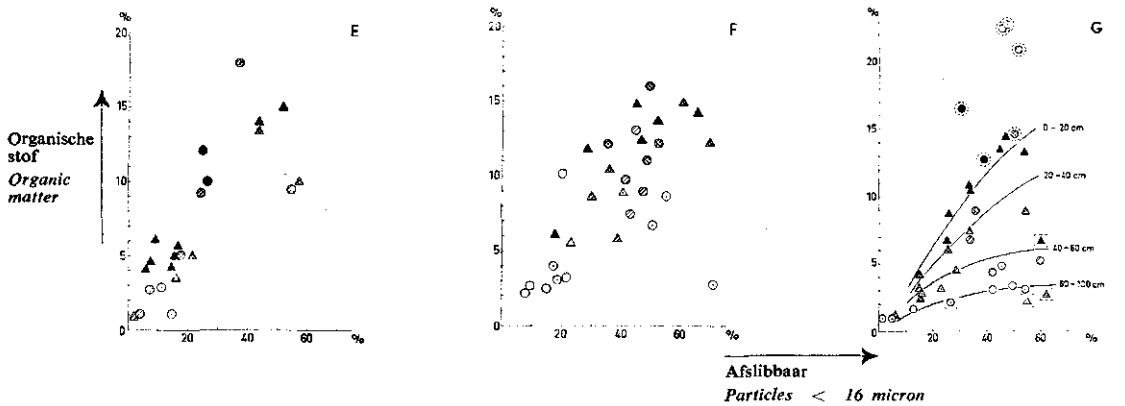
FIG. 49.
Scheurvorming in een dun sliblaagje, afgezet op een vrij hoge zandplaat. (Boerenplaat, zomer 1955).
Cracks in a thin clay layer deposited on a fairly high sand flat. (Boerenplaat, summer 1955).

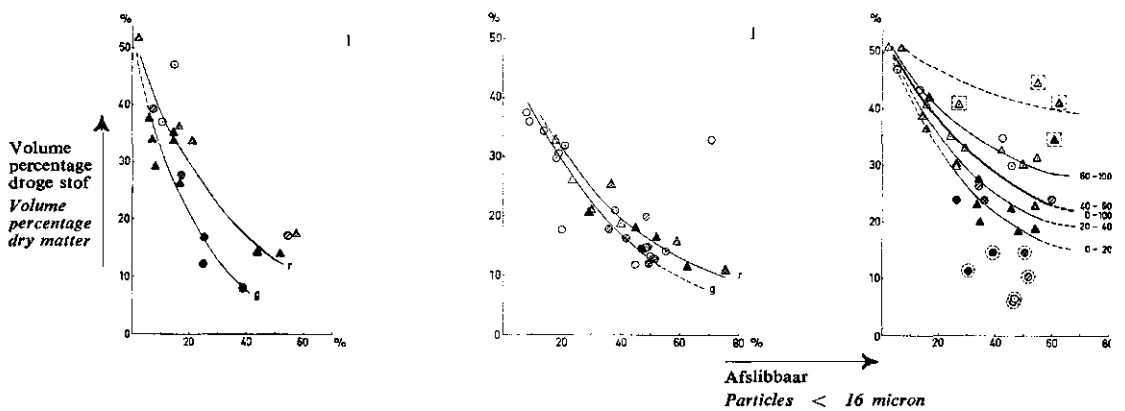
RUIGTE EN BIEZENGORS
Rough herbage and marsh of rushes

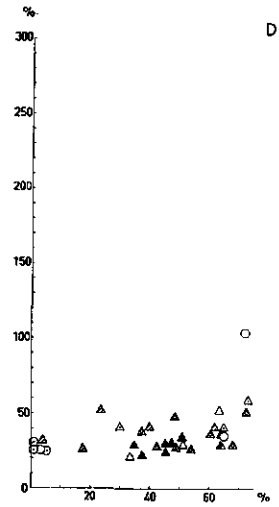
RIETGORS
Reed-marsh

VLOEDBOS EN GRIEND
Willow coppice and tidal forest









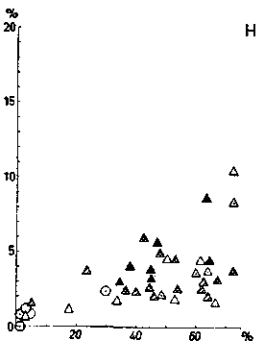


FIG. 50A t/m K.

Het verband tussen het A-cijfer (bovenste rij), percentage organische stof (middelste rij), volumepercentage droge stof (onderste rij) (alle op de ordinaat) en het percentage afslibbaar (abscis).

The relation between the A-figure (upper row), the percentage of organic matter (middle row), volume percentage of dry matter (lower row) (all three at the ordinate), and the content of particles < 16 mu (abscissus).

○ (g) volkomen gereduceerde grond
totally reduced soil

△ (r) meer of minder geaëreerde grond
more or less aerated soil

● ▲ 0— ca. 20 cm beneden maaiveld
0— *about 20 cm below surface*

⊗ ⧋ 20—40 cm beneden maaiveld
20—40 cm below surface

⊘ ⧊ 40—60 cm beneden maaiveld
40—60 cm below surface

⊙ ⧋ 60—80 cm beneden maaiveld
60—80 cm below surface

○ △ <80 cm beneden maaiveld
<80 cm below surface

— n—m cm gemiddelde kromme voor de laag van n—m cm beneden maaiveld, geldend voor *Salicetum*-grienden, uitgezonderd griendtype V5 en kombos
n—m cm averaged curve for the layer n—m cm below surface, holding for Salicetum-beds, except for the beds of type V5 and the tidal back swamp forests

⬚ bodem onder de griend- en vloedbosgemeenschap met *Carex remota* en *Circaea luteriana* (V0) (*Fraxinetum*-griend)
soil under the willow coppice and tidal forest community with Carex remota and Circaea lutetiana (V0) (*Fraxinetum willow coppice*)

◌ bodem van het kombos en de extreem weke ondergrond van de gemeenschap van *Salix purpurea* en *Alisma plantago-aquatica* (V5); kuil 23
soil of a back swamp forest and the extremely soft subsoil under the community of Salix purpurea and Alisma plantago-aquatica (V5); *pit 23*

r = gemiddelde kromme voor de roestige (min of meer geaëreerde) lagen
averaged curve for the rusty (more or less aerated) layers

g = gemiddelde kromme voor de geheel gereduceerde (anaerobe) lagen
averaged curve for the totally reduced (anaerobic) layers

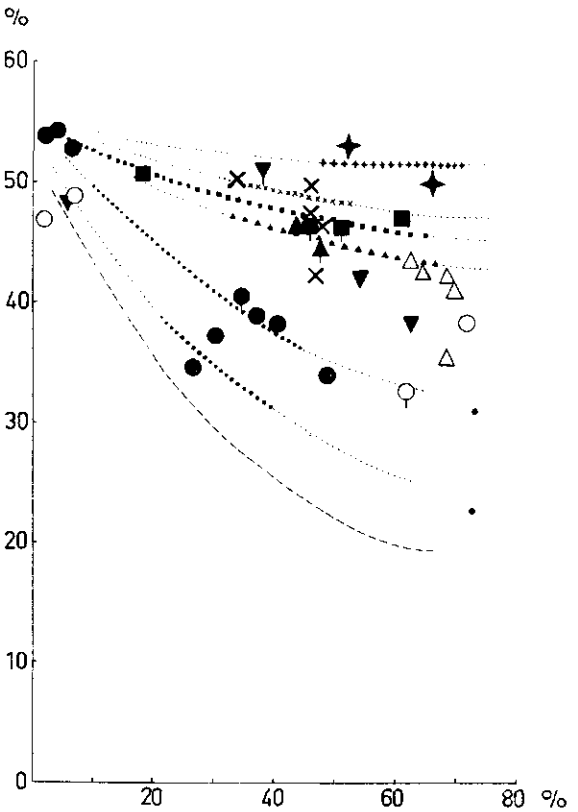


FIG. 50L.
Het verband tussen het volumepercentage droge stof (zonder humus en $CaCO_3$) (ordinaat) en het percentage afslibbaar (abscis).

FIG. 50L.
The relation between the volume percentage of dry matter (without humus and $CaCO_3$) (ordinate) and the content of particles < 16 mu (abscis).

oude stroomruggrond, die vele eeuwen geaëreerd is geweest (thans overdekt)
old levee soil, aerated during many centuries, presently capped

Bouwpolder
Polder with arable land

ca. 310 jaar bedijkt
embanked for about 310 years

ca. 225 jaar bedijkt
embanked for about 225 years

ca. 110 jaar bedijkt
embanked for about 110 years

ca. 70 jaar bedijkt
embanked for about 70 years

ca. 35 jaar bedijkt
embanked for about 35 years

ca. 100 jaar of langer geleden bedijkt, daarna in griend gelegd en 10 jaar geleden opnieuw bedijkt
embanked for about 100 years or more, later on transformed into willow coppice and embanked anew ten years ago

weipolder ca. 150 jaar bedijkt
grassland polder embanked for about 150 years

kalkarme laag in het waardengebied
layer poor in lime in the "waarden"-area

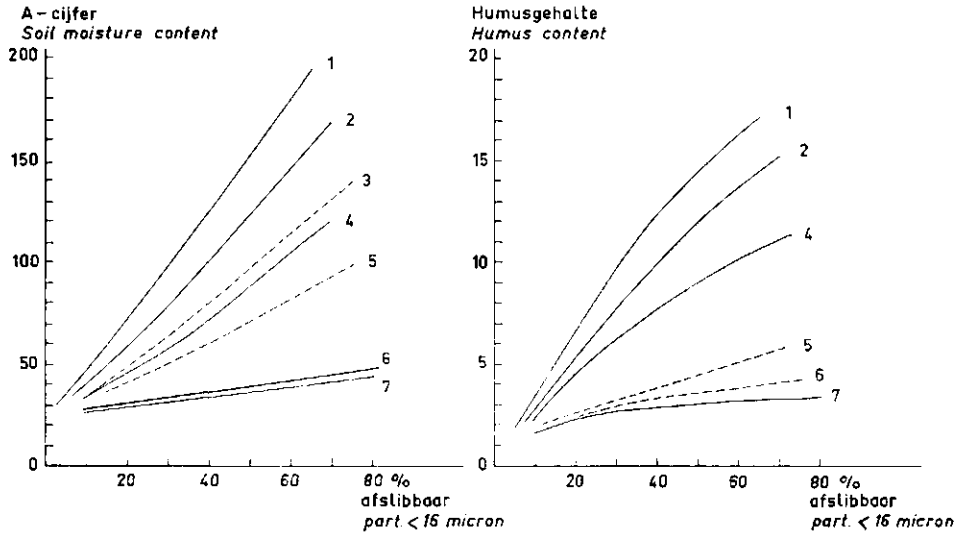
bovenste laag ca. 5—10 cm beneden maaiveld
topsoil about 5—10 cm below surface

gemiddelde kromme voor de griend (*Salicetum*)
averaged curve for the Salicetum willow coppice

FIG. 51.

Het verband tussen het A-cijfer resp. het gehalte aan organische stof met het afslibbaar in de bovenste 80 à 120 cm van profielen in verschillende rijpingsstadia.

The relation between the A-figure resp. the organic matter content with the content of part. $< 16\,\mu$ in the upper 80 to 120 cm of profiles in different stages of initial soil formation in alluvial soils.



1. Ruigte en biezengors
   Rough herbage and marsh of rushes
2. Rietgors
   Tidal reed-marsh
3. Zuiderzee-slib
   Zuydersea-silt
4. *Salicetum*-griend en vloedbos
   Salicetum willow coppice and tidal forest
5. Kwelder
   Marine foreland
6. *Fraxinetum*-griend
   Fraxinetum willow coppice
7. Polder
   Polder

Het A-cijfer betreft het watergehalte in g/100 g droge grond.
The A-figure refers to the water content in g/100 g oven-dry soil.

Het humusgehalte is uitgedrukt in g/100 g droge grond.
The humus content is determined in g/100 g oven-dry soil.

FIG. 51A. Grafische bepaling van de verhouding (*b*) tussen het waterbindend vermogen van lutum en van organische stof bij *Salicetum*-griendgronden.

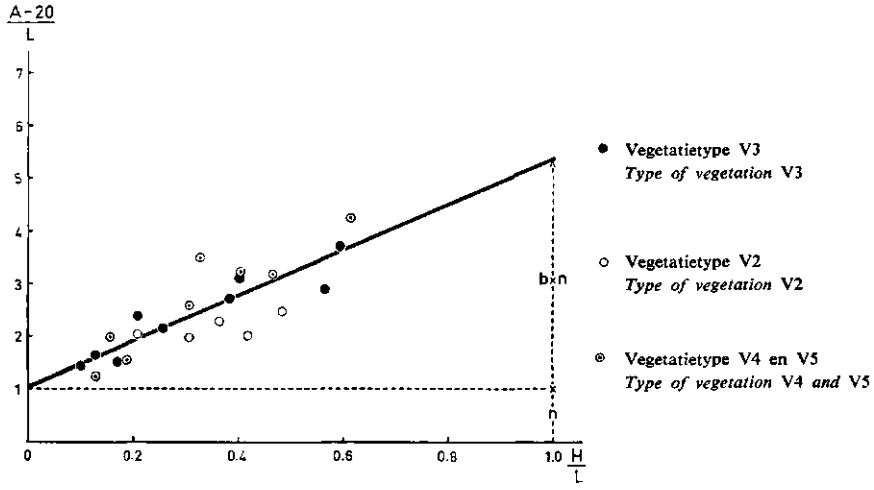


FIG. 51A. *Graphic determination of the ratio* (b) *between the ability of waterbinding of clay and organic matter in soils below Salicetum willow coppice.*

LEGENDA FIG. 52.

1. Minerale delen (nat berekend)
   Mineral constituents (computed as in wet conditions)
2. Organische stof (nat berekend)
   Organic matter (computed as in wet conditions)
3. Minerale delen, behalve $CaCO_3$
   Mineral constituents, except $CaCO_3$
4. $CaCO_3$
5. Organische stof
   Organic matter
6. Water
   Water
7. Lucht
   Air

3, 4 en 5 zijn droog berekend
3, 4 and 5 are computed as in dry conditions

Linkerzijde
Het luchtvolume is buiten beschouwing gelaten
Left side
The air-volume is left out of consideration

Rechterzijde
Right side

FIG. 52.

Volumeverdeling van de bodemcomponenten in profielen met verschillende rijpingsstadia.

Horizontaal: percentage van het volume van de ongeroerde grond.
Verticaal: diepte in cm beneden maaiveld.

Volume-distribution of the soil constituents in different stages of initial soil formation (physical ripening).

Horizontal: Percentage of the volume of the unstirred soil.
Vertical: depth in cm below surface.

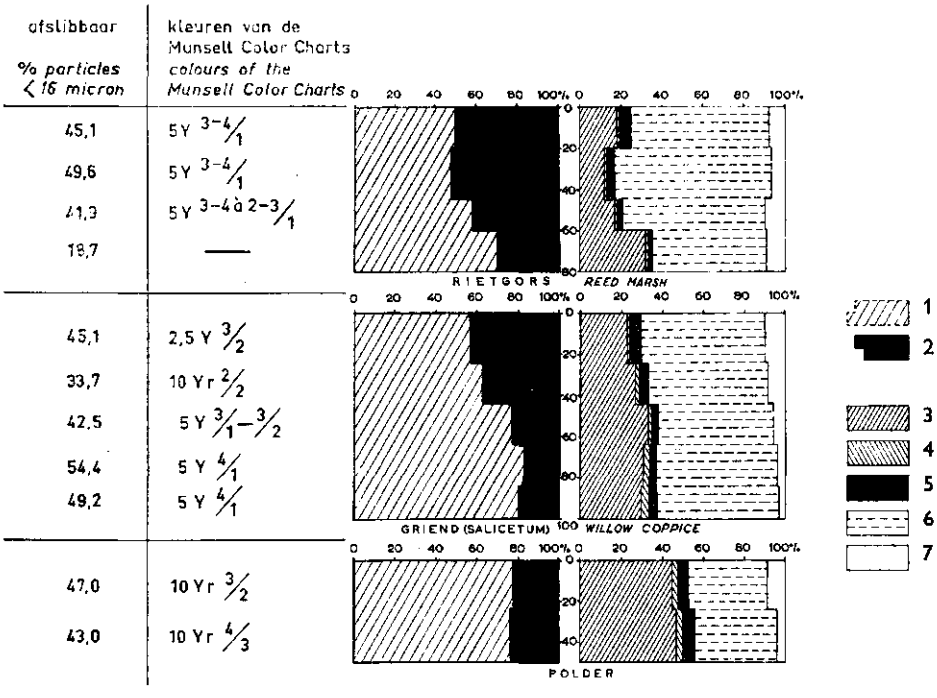


FIG. 53. De volumepercentages van minerale delen, water en lucht bij het optreden van klink.
(Uit h.v. = h'v' volgt het klinkpercentage = $\frac{h'}{h} .100 = \frac{v}{v'} .100$).

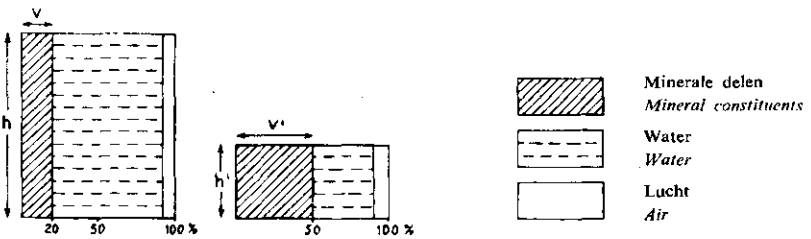


FIG. 53. *Volume percentages of mineral constituents, water and air before and after shrinkage.*
(*Out of* h.v. = h'v' *follows the shrinkage percentage* = $\frac{h'}{h} .100 = \frac{v}{v'} .100$).

FIG. 54. Vermindering van de dikte van de bovenste 100 cm als gevolg van inklinking (uitgaande van een *Salicetum*-griend).

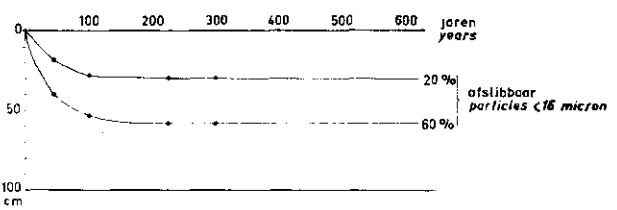


FIG. 54. *Decrease in thickness of the upper 100 cm caused by shrinkage* (*Salicetum willow coppice*).

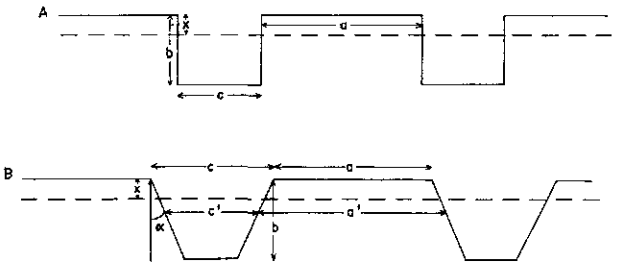


FIG. 55.

Hoogteverlies ten gevolge van egalisatie.

Lowering of the surface as a result of levelling.

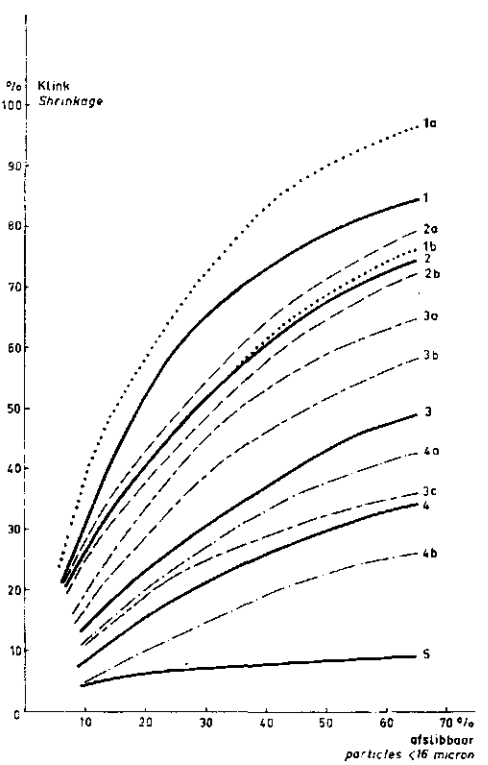
A. Het verlies ($\times$) door egalisatie is $\frac{b.c}{a + c}$

B. Het verlies ($\times$) door egalisatie $\frac{b.c - b^2 \ tg\alpha}{a + c}$ of $\frac{b.c'}{a' + c'}$ (niveau van a' en c' is $\frac{1}{2}$ b — maaiveld)

A. *Lowering* ($\times$) *by levelling is* $\frac{b.c}{a + c}$

B. *Lowering* ($\times$) *by levelling is* $\frac{b.c - b^2 \ tg\alpha}{a + c}$ *of* $\frac{b.c'}{a' + c'}$ *(level of a' and c' is* $\frac{1}{2}$ *b — soil surface)*

FIG. 56. Klink van de bovenste meter na 80 à 100 jaar in procenten.
Percentage of shrinkage of the upper meter after 80 to 100 years.



1. Ruigte- en biezengorsbodem (gemiddeld)
Rough herbage and marsh of rushes soils (averaged)

1*a*. Gereduceerd
Reduced

1*b*. Ruigtebodem met roest
Rough herbage soil with iron oxide concretions

2. Rietgorsgronden (gemiddeld)
Reed-marsh soils (averaged)

2a. Gereduceerd
Reduced

2*b*. Rietgorsbodem met roest
Reed-marsh soil with iron oxide concretions

3. *Salicetum*-griend (gemiddeld, tevens 40—60 cm)
Soil under a Salicetum willow coppice (averaged, also 40—60 cm)

3*a*. 0—20 cm

3*b*. 20—40 cm

3*c*. 60—100 cm

4. Polder 40 jaar (gemiddeld)
Polder 40 years (averaged)

4*a*. Polder 40 jaar, 50—80 cm
Polder 40 years, 50—80 cm

4*b*. Polder 40 jaar, 0—50 cm
Polder 40 years, 0—50 cm

5. *Fraxinetum*-griendbodem (gemiddeld)
Soil under a Fraxinetum willow coppice (averaged)

FIG. 57. Schema van de verlaging van het maaiveld en de diktevermindering van het kleidek ten gevolge van klink, bij verschillende standen van het grondwater.
Aangenomen klinkfactor is 0,5.

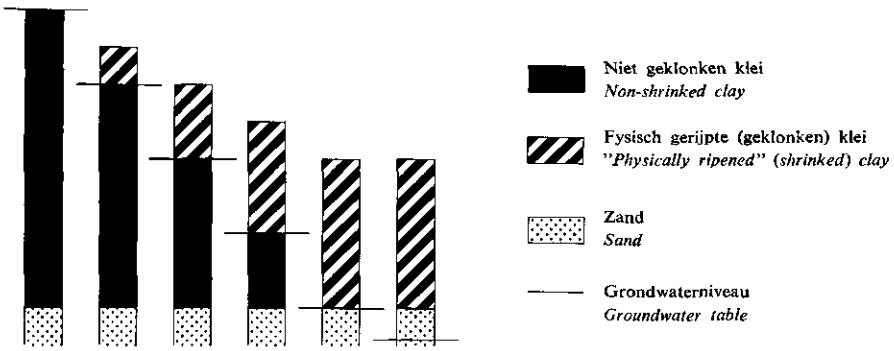


FIG. 57. *Scheme of the lowering of the soil surface and the decrease in thickness of the surface clay layer as a result of shrinkage, at various groundwater tables.*
Supposed shrinkage factor is 0.5.

TABEL B. Watergehaltecijfers (A-cijfers) uitgedrukt per gram afslibbaar.

	Ruigte *Rough herbage*	Rietgors *Reed-marsh*	*Salicetum stage*	*Fraxinetum stage*	Polder *Polder*	Kwelder *Marine tidal marsh*
			Griend *Willow coppice*	Griend *Willow coppice*		
1 g slib (resp. lutum) komt overeen met x g humus / *1 g particles < 16 mu (resp. particles < 2 mu) corresponds with x g organic matter* — x is voor: / *x is in the case of:*	0.30 (0.57)	0.24 (0.46)	0.18 (0.35)	0.07 (0.13)	0.06 (0.11)	0.08 (0.14)
1 g slib (resp. lutum) komt overeen met x g water (gebonden aan *zand, humus* en *slib)* / *1 g particles < 16 mu (resp. particles < 2 mu) corresponds with x g water (bound to mineral and organic matter)* — x is voor: / *x is in the case of:*	3.1 (6.0)	2.5 (4.8)	1.8 (3.5)	0.7 (1.3)	0.7 (1.3)	1.4 (2.7)
1 g slib (resp. lutum) komt overeen met x g water (gebonden aan *humus* en *slib)* / *1 g particles < 16 mu (resp. particles < 2 mu) corresponds with x g water (bound to particles < 16 mu and organic matter)* — x is voor: / *x is in the case of:*	2.7 (5.1)	2.1 (3.9)	1.4 (2.6)	0.4 (1.8)	0.3 (0.6)	1.0 (1.5)

TABLE B. *Water content figures (A-figures) per gramme particles < 16 mu.*

TABEL C. Gemiddelde waarde van het watergehalte (in g) per gram slib en per gram organische stof, aannemende dat de verhouding van de watergehalten van slib en organische stof in alle stadia gelijk is.

	Lutum *Particles < 2 mu* (= n)		Organische stof *Organic matter* (= bn)	
	b = 3	b = 4	b = 3	b = 4
Ruigte / *rough herbage*	1.9	1.6	5.8	6.4
Rietgors / *reed-marsh*	1.7	1.4	5.0	5.5
Griend, *Salicetum*-stadium / *willow coppice, Salicetum stage*	1.3	1.1	3.8	4.4
Griend, *Fraxinetum*-stadium / *willow coppice, Fraxinetum stage*	0.5	0.5	1.6	2.0
Polder / *polder*	0.4	—	1.3	—
Kwelder / *marine tidal marsh*	1.1	—	3.3	—

TABLE C. *Average value of the water content (in g) per gramme particles < 2 mu and per gramme organic matter, assuming that the ratio of the water contents of particles < 16 mu and organic matter is the same in all stages.*

TABEL D. Watergehalte (A-cijfer) van organische stof en lutum in lagen van het profiel onder griend *(Salicetum)*.

Diepte van de laag beneden maaiveld *Depth of layers below surface* cm	Organische stof per g lutum *Organic matter per g particles <2 mu*	Totaal water per g lutum gebonden aan organische stof en minerale delen *Total water per g particles <2 mu bound to organic and mineral matter*	Water in 1 g lutum (= n-cijfer in formule 1) *Water in 1 g particles <2 mu (= n-figure in formula 1)*		Water in 1 g organische stof *Water in 1 g organic matter* (= n × b)	
			b = 3	b = 4	b = 3	b = 4
0– 20	0.54	3.8	1.5	1.2	4.4	4.9
20– 40	0.40	2.9	1.3	1.1	3.9	4.4
40– 60	0.21	2.2	1.3	1.2	4.0	4.8
60– 80	0.13	1.7	1.2	1.1	3.5	4.3
80–100	0.13	1.35	1.0	1.0	2.9	3.5

TABLE D. *Water content (A-figures) of organic matter and particles < 2 mu of layers of the profile under willow coppice (Salicetum).*

TABEL E. Watergehalte van de afgebroken organische stof.

Diepte van de laag beneden maaiveld *Depth of layer below surface*	Afgebroken organische stof per g lutum *Decomposed organic matter per g <2 mu (α)*	Waterverlies per g lutum *Loss of water per g particles <2 mu*			Gemiddeld watergehalte van de afgebroken organische stof per g *Average water content of decomposed organic matter per g* $x = \frac{\gamma-\beta}{\alpha}$
		Totaal *Total* (γ)	Door dehydratatie *By dehydration* (β)	Door humus-afbraak *By decomposition of organic matter* ($\gamma-\beta$)	
	1	2	3	4	5
0– 20	0.41	3.2	1.2	2.0	4.9
20– 40	0.27	2.3	1.1	1.2	4.5
40– 60	0.06	1.6	1.2	0.4	6.6
60– 80	(0.02)	1.1	1.1	ca 0.0	
80–100	(0.02)	0.8	0.8	ca 0.0	

TABLE E. *Water content of the decomposed organic matter.*

TABEL F. Waterverlies door dehydratatie en afbraak van organische stof bij overgang van het ene rijpingsstadium naar het andere, berekend per gram lutum.

Overgang van → naar *Transition from → to*	Verlies aan organische stof (α) gedurende de overgang *Loss of organic matter during the transition* (α)	Watergehalte van de afgebroken organische stof (β) *Water content of the decomposed organic matter* (β)	Waterverlies / *Loss of water*: Totaal (γ) *Total* (γ)	Door afbraak van organische stof (α x β) *By decomposition of organic matter* (α x β)	Door dehydratatie van minerale delen en organische stof ($\gamma - \alpha$ x β) *By dehydration of mineral parts and organic matter* ($\gamma - \alpha$ x β)
Ruigte➤rietgors . . . . . *Rough herbage➤reed*	0.11	6.0	1.2	2.7	0.4
Rietgors➤griend . . . . . *Reed➤willow coppice*	0.11	5.0	1.3	0.6	0.7
Griend➤polder . . . . . . *Willow coppice➤polder*	0.24	4.4	2.0	**1.1**	**0.9**
Ruigte➤polder. . . . . . *Rough herbage➤polder*	0.46	5.2	4.5	2.4	2.1
Kwelder➤polder . . . . . *Marine tidal marsh➤polder*	0.03	3.3	0.9	**0.1**	**0.8**

TABLE F. *Loss of water by dehydration and decomposition of organic matter during transition of one stage of ripening into the other, computed per gramme particles <2 mu.*

TABEL G. Volume natte organische stof in % van het totaal volume ongeroerde grond.

Profielkuil nr. *Profile pit nr.*	5 Rietgors *Reed-marsh*	28 Griend *Willow coppice*	7 Polder *Polder*
Diepte van de laag onder maaiveld *Depth of layers below surface*			
0– 20	50	43	22
20– 40	52	37	23
40– 60	42	23	
60– 80	30	17	
80–100		20	

TABLE G. *Volume wet organic matter in % of the total volume unstirred soil.*

TABEL H. Tabellen voor de berekening van de inklinking van bodemprofielen.

RIETGORS incl. RUIGTE en BIEZENGORS
Reed-marsh, rough herbage and marsh of rushes

Klinkfactoren voor: *Shrinkage factor of:*	Gelaagde laag: *Stratified layer:*		0.6
	Homogene kleilaag *Homogeneous loamy to clayey layer,*	zwaarte C: *texture class C:*	0.55
	Idem *Ditto*	zwaarte D: *texture class D:*	0.33
	Idem *Ditto:*	zwaarte E: *texture class E:*	0.27

GRIEND en VLOEDBOS (alleen *Salicetum*)
Willow coppice and tidal forest (Salicetum only)

Klinkfactoren voor: *Shrinkage factor of:*	Gelaagde laag: *Stratified layer:*		0.8
	Homogene kleilaag *Homogeneous loamy to clayey layer,*	zwaarte C: *texture class C:*	0.67
	Idem *Ditto*	zwaarte D: *texture class D:*	0.55
	Idem *Ditto*	zwaarte E: *texture class E:*	0.45

Zwaarte C (Texture class C)

Diepte slibarm zand in dm *Depth of sand poor in clay in dm*	Dikte homogeen kleidek in dm *Thickness homogeneous clayey and loamy cover in dm*																			
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
4	2½	2½	2	—	—	—	—	—	—	—	4	3	3	2½	—	—	—	—	—	—	—
6	3½	3½	3½	3½	—	—	—	—	—	—	6	5	4½	4½	4	—	—	—	—	—	—
8	5	4½	4½	4½	4½	—	—	—	—	—	8	6½	6	6	5½	5½	—	—	—	—	—
10	6	6	6	5½	5½	5½	—	—	—	—	10	8	7½	7½	7	7	6½	—	—	—	—
12	7	7	7	7	7	6½	6½	—	—	—	12	9½	9½	9	9	8½	8½	8	—	—	—
14	8½	8½	8	8	8	8	8	7½	—	—	14	11	11	10½	10½	10	10	9½	9½	—	—
16	9½	9½	9½	9	9	9	9	9	9	—	16	13	12½	12½	12	11½	11½	11	11	11 (10½)	—
18	11	10½	10½	10½	10	10	10	10	10	10	18	14½	14	14	13½	13½	13	13	12½	12½	12½ (12½)

Zwaarte D (Texture class D)

Diepte slibarm zand in dm *Depth of sand poor in clay in dm*	Dikte homogeen kleidek in dm *Thickness homogeneous clayey and loamy cover in dm*																			
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
4	2½	2	1½	—	—	—	—	—	—	—	4	3	2½	2	—	—	—	—	—	—	—
6	3½	3	2½	2	—	—	—	—	—	—	6	5	4½	4	3½	—	—	—	—	—	—
8	5	4½	3½	3	2½	—	—	—	—	—	8	6½	6	5½	5	4½	—	—	—	—	—
10	6	5½	5	4½	4	3½	—	—	—	—	10	8	7½	7	6½	6	5½	—	—	—	—
12	7	6½	6	5½	5	4½	4	—	—	—	12	9½	9	8½	8	7½	7	7 (6½)	—	—	—
14	8½	8	7½	7	6½	5½	5	4	—	—	14	11	10½	10	9½	9	8½	8½ (8)	8 (7½)	—	—
16	9½	9	8½	8	7½	7	6½	6	5½	—	16	13	12½	12	11½	11	10½	10½ (10)	10 (9½)	9½ (9)	—
18							7½	7½	6½	6	18	14½	14	13½	13	12½	12	12	11½	11	11

Diepte slibarm zand in dm *Depth of sand poor in clay in dm*	Dikte homogeen kleidek in dm *Thickness homogeneous clayey and loamy cover in dm*																			
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
4	2½	1½	1	—	—	—	—	—	—	—	4	3	2½	2	—	—	—	—	—	—	—
6	3½	3	2½	1½	—	—	—	—	—	—	6	5	4	3½	2½	—	—	—	—	—	—
8	5	4	3½	3	2	—	—	—	—	—	8	6½	5½	5	4½	3½	—	—	—	—	—
10	6	5½	4½	4	3½	2½	—	—	—	—	10	8	7½	6½	6	5	4½	—	—	—	—
12	7	6½	6	5	4½	4	3	—	—	—	12	9½	9	8	7½	7	6	6	—	—	—
14	8½	7½	7	6½	6	5	4½	4	—	—	14	11	10½	10	9½	8½	7½	(5½) 7½	7	—	—
16	9½	9	8½	7½	7	6½	5½	5	4½	—	16	13	12	11½	10½	10	9½	(7) 9	(6½) 8½	8½	—
18	11	10	9½	9	8	7½	7	6	5½	5	18	14½	13½	13	12½	11½	11	(8½) 12½	(8) 10	(7) 10	9½
																		(10)	(9½)	(9)	(8)

TABLE H. *Tables for the calculation of the shrinkage of soil profiles.*

De cijfers in de tabellen geven voor elke oorspronkelijke dikte van het homogene kleidek en diepte van het zand, de diepte van het zand onder maaiveld na de totale fysische rijping (inklinking).
De dikte van het homogene kleidek in rijpe toestand wordt weergegeven door het bovenste cijfer in elke verticale kolom (het cijfer, dat voor de zanddiepte geldt, wanneer de dikte van het homogene kleidek gelijk is aan de zanddiepte).

De tabellen hebben betrekking op normale uit een homogeen kleidek en/of gelaagde laag op zand opgebouwde profielen. Afwijkende profielen worden berekend met de klinkfactoren. Deze geven het deel van de oorspronkelijke laagdikte, dat overblijft na inklinking.
De tussen haakjes geplaatste waarden in de griendtabel gelden, wanneer het profiel beneden 1 meter even humeus is als het gemiddelde van de lagen in de bovenste meter.

The figures in the tables indicate the depths of sand below soil surface, for every original thickness of the homogeneous loamy and clayey layer and the original depth of the sand. The thickness of the homogeneous layer in mature condition is given by the uppermost figure in every vertical column (that is the figure that holds, if the thickness of the homogeneous layer equals the depth of the sand).

The tables refer to normal profiles consisting of a homogeneous clayey or loamy layer and/or a stratified layer on sand. Deviating profiles can be calculated with the help of the shrinkage factors. These give the part of the original thickness of layers after shrinkage.
The figures between parentheses in the willow coppice table refer to profiles, which are, below 1 metre, as humous as the average of the layers in the uppermost metre.

TABEL I. Daling in dm van het maaiveld ten gevolge van inklinking en egalisatie van de voornaamste bodemtypen, voor een ontwateringsdiepte van 80 cm onder het toekomstige maaiveld, na afloop van de klink.

Diepere ontwatering zal bij de P- en PL-typen geen, bij de overige typen geen noemenswaard grotere daling ten gevolge hebben. Geringere ontwatering zal minder daling veroorzaken en leiden tot dikkere kleidekken dan op de bodemkaart zijn aangegeven.

De cijfers tussen haakjes geven de spreiding binnen het bodemtype weer.

	Gors *(reed and rush marsh)*	*Salicetum*-griend *(Salicetum willow coppice)*	
G1c	5½	3½ (±½)	Ter oriëntatie:
G1d	8½ (±1½)	4 (±½)	Gemiddelde hoogte:
G2c	6	4	gors G- en P-type ca. 4–10 dm+NAP;
G2d	11½ (±1½)	5 (±½)	gors PL-type ca. 0–6 dm+NAP;
G3c	6½	4½	PL1 meestal beneden NAP.
G3d	14½ (±1½)	6 (±½)	De gorzen met dikkere kleidekken liggen meestal
G3e	—	8½ (±1)	relatief hoog.
G4c	6½	4½	griend bekaad:
G4d	16	6½	ca. 8–11 dm+NAP;
G4e	—	9	griend onbekaad:
			ca. 11–15 dm+NAP.
P1c	1½ (±1½)	1½ (±1)	
P1d	5 (±2)	2½ (±½)	
P2c	2½ (±1)	3 (±½)	
P2d	9 (±2)	4 (±1)	*For orientation:*
P3c	5½ (±1)	4 (±½)	*averaged height:*
P3d	13½ (±2½)	5½ (±½)	*marsh G– and P–type about 4–10 dm+NAP;*
P3e	—	8 (±1)	*marsh PL-type about 0–6 dm+NAP;*
			PL1 mostly below NAP.
PL1c	1 (±1)	1 (±½)	*Marshes with thicker clay covers are mostly*
PL2c	3 (±1)	2	*fairly high situated.*
PL2d	5½ (±2)	2½ (±1)	*embanked willow coppice:*
PL3c	5 (±1)	3 (±1)	*about 8–11 dm+NAP;*
PL3d1	7½ (±2½)	3½ (±1)	*embanked willow coppice:*
PL3d2	11 (±2)	5 (±1)	*about 11–15 dm+NAP.*

For the types P and PL a deeper depth of drainage will not result in a lowering. Other types will practically not lower. A less depth of drainage will cause a less lowering and will result in thicker clayey surface layers than is indicated on the soil map.

Numbers between brackets indicate the deviation in the soil type.

TABLE I. *Lowering in dm of the surface caused by shrinkage and levelling of the principal soil types, for a depth of drainage of 80 cm below the future surface after shrinkage.*

TABEL J / TABLE J.

Materiaal en diepte (cm) *Material and depth*	Organische stof *Organic matter*	Minerale delen *Mineral components*	A-cijfer *A-figure*	Vol.-gew. *Vol. weight*
Veen / *Peat* 510 –NAP	76.4	23.6	424.4	0.198
Veen / *Peat* 590 –NAP	70.3	29.7	372.0	0.225
Klei / *Clay* 610 –NAP	18.4	81.6	155.9	0.501

NAP = *Amsterdam Ordnance Datum.*

VI. BEHAVIOUR OF CERTAIN IMPORTANT ELEMENTS DURING THE INITIAL ALLUVIAL SOIL FORMATION (CHEMICAL RIPENING)

During the process of initial alluvial soil formation, changes also occur in the nature of the elements which are present in the soil, and in their compounds. Of these Fe, Mn, K, P, S, and N will be considered.

The behaviour of iron is striking in that this element has strongly coloured compounds. Ripe soils display brown colours because of the presence of tro-valent iron compounds. Reduced soils have grey and black colours, the black FeS playing an important part in determining the colour. (The other processes of reduction are discussed below). The brown Fe-compounds are present partly as concretions, and they may also partly occur in the soil as finely divided particles, since the matrix colour in ripe soils which have not undergone the process of homogenisation is definitely browner than in unripe soils.

One frequently sees coming out of the banks, little streams of water which are recognizable from the thin film of iron oxide forming on the surface of the water. Sand layers can become cemented by iron rust (fig. 58). These iron compounds indicate the presence of a flow of water underneath the banks between the back swamp and the creeks (fig. 59). This water flow is of importance in the discussion of the behaviour of calcium.

The older ripe soils are not so very much poorer in iron than those in the youngest stage of ripening (fig. 61 and appendix 17). The movement of iron, therefore, though spectacular, is not quantitively very great.

In the ecological investigations, the thickness of the aerated layer was delimited by the depth of the "rust" in the profile (Chapter XI).

Manganese was investigated by drs. DE GROOT (see DE GROOT, 1956). There exists an equilibrium between:

$$\begin{matrix} MnO_2 \\ \text{almost inert} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \longrightarrow \\ \longleftarrow \end{matrix} \quad \begin{matrix} Mn^{++} \\ \text{exchangeable} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \longleftarrow \\ \longrightarrow \end{matrix} \quad \begin{matrix} MnO_2 \\ \text{easily reduceable.} \end{matrix}$$

In freshly laid down silt, manganese seems to exist largely in the inert form. By reduction Mn^{++} ions are formed from the inert MnO_2. These ions can again be oxidised to reduceable MnO_2. During the maturation, the reduceable MnO_2 increases in the more aerated stages, while the exchangeable Mn^{++} simultaneously decreases. In the final stage of ripening, the polder, the reduceable manganese decreases again, presumably as a result of a transformation into inert MnO_2. The exchangeable Mn^{++} is then zero (see table L).

In the freshwater area, the content of reduceable MnO_2 is much higher than in the marine area. The much stronger reducing action of the organic matter-rich freshwater milieu contributes undoubtedly to this difference, since for the formation of reduceable MnO_2, Mn^{++} must first be formed through reduction.

It appears that in the freshwater area Mn-deficiency occurs even with a relatively high Mn-content, while in the marine area with the same Mn-content, this is not the case.

It should appear that this Mn-deficiency occurs only where the C/N ratio is greater than 11. This is obviously related to the stage of ripening. Soils with a C/N ratio greater than 11 still contain a great deal of organic matter in the process of decomposition, during which process Mn-fixing organic compounds are presumably formed. During the ripening moreover, part of the total manganese seems to be lost.

Freshly deposited silt in the Biesbosch is rich in calcium but there is however a considerable difference between summer and winter in silt of identical heaviness (fig. 63). A similar difference can be seen in the silt collected from water from the river Lek at Vreeswijk for the "Gemeentewaterleidingen van Amsterdam". The silt which is collected and allowed to

sediment in the summer appears to have a much higher content of calcium than the silt sampled in the winter (see fig. 62). As an explanation we suggest that in summer there is much more plant life present in the water and a great deal of CO_2 is therefore used up by assimilation. The CO_2-pressure in the water is thus slight and more Ca as $CaCO_3$ can be precipitated. The opposite behaviour of the Ca dissolved in the water (fig. 62) may support this hypothesis.

The difference in $CaCO_3$-content in the sediments along the N.W. European coast – as found by VERHOEVEN (oral information) – could also to a considerable extent depend on differences in the quantity and activity of the phytoplankton differences controlled by climate. The bending down of the curves of fig. 63 might be a result of the less aerobic water conditions of the more quiet back swamp milieu, where heavier sediments have been deposited.

On the boundary of the diluvium at Raamsdonksveer is found a deposit which is poor in calcium and which has probably been partly formed by calcium-poor sedimentation of silt in a milieu affected by acid diluvial water. Silt sedimented by Meuse-water has about half the lime content of that one sedimented in Rhine-water. Probably differences in pH are here the cause. This means that the cause of the differences in lime-content of older Rhine and Meuse sediments – as mentioned by PONS (1957) – is still working.

The process of decalcification is encouraged by wet, reducing, anaerobic conditions. This can be explained by the fact that the CO_2 which has been formed through the decomposition of organic matter must dissolve, since it cannot escape into the air. The high CO_2 pressure thus obtained allows Ca $(HCO_3)_2$ to form, and Ca can thus be carried away in solution. Also several organic and similar products (probably also by chelating processes) can bring in solution Ca. The ironstained streams which have already been discussed (fig. 58 and 59) indicate the existence of a method by which the calcium can escape. The forming of gas-bubbles as shows fig. 60 points to the reducing processes. The same holds for the redox-potential data of table K.

The fact that heavy, wet back swamp sediments are almost invariably poorer in calcium than soils of the same age under oxidising conditions, shows that this state of affairs is the norm. The same truth would also be indicated by the ancient farmers "saying that wet land goes acid" ("natte grond verzuurt") – a saying which some soil scientists (among others MASCHHAUPT, 1947) have denied.

In the figures 64, 65, 66 and 67 the calcium content of the Biesbosch soils in various stages of ripening is given.

Since decalcification is strongest where reduced soils have been laid down on top of coarse sandy sub-stratum (as it were on a sieve), the average lower calcium content of the heavier soils accompanies the greater change of having reducing conditions in colloid-rich sediments. Increasing the aeration (through embanking, digging ditches etc.) strongly retards the decalcification. This fact is in contradiction to the early ideas of, among others, MASCHHAUPT and HISSINK (1924).

The reduction of sulphates and the oxidation of sulphides can play a contributary part in the decalcification of marine areas. They are however, not essential. Conditions of reduction form the universal agent of decalcification of young and of heavy low lying soils (fig. 68). We want to put that decalcification is predominantly a "gley"-phenomenon [1].

[1] When this manuscript was finished PONS (1957) published the thesis: the low calcium-carbonate content of river basin soils should be the consequence of the sedimentation of silt poor in lime. The reason should be the CO_2-tension in the water, similar as we stated before to explain the difference between summer- and winter-sediments. Undoubtedly an important tendency acts in the mentioned way, we maintain however, that decalcification in anaerobic conditions ("gley"-phenomenon) is at least as important. Perviousness of heavy clay layers to water is not an impediment for this thesis.

The potassium content of ripe Biesbosch soils is relatively low, and amounts to about half of that of marine soils of the same heaviness. In fresh silt, the content is much higher, but it is again about half that of marine silt. The explanation is probably the higher potassium content of sea water (see table N and O).

The decrease during ripening is caused partly by uptake by vegetation and partly by breakdown of organic matter (see for the vegetation uptake, samples 2 and 3 in appendix 17; see also table P).

Fairly strong potassium fixation occurs with progressing ripening, presumably because of the escape of NH_4-ions present in the crystal lattice in the lower stages of ripening (see fig. 69).

This last explanation follows a hypothesis due to prof. SCHUFFELEN and prof. EDELMAN. This potassium fixation tends to emphasise any lack of potassium in the soil. Heavy removal of potassium in the ripest stage through excessive cultivation of sugar-beet could also partly account for potassium fixation and deficiency.

The content of phosphate also decreases during maturing of the soil, both the absolute content and the content per unit of humus (fig. 70 and table Q and O and appendix 17). The availability of the phosphate decreases as the ripening progresses as appears from the difference between the "total" P-content and the "citric acid soluble" P-content. There is less phosphate present per unit of humus than in marine soils at the same stage of ripening.

This, probably, is a result of the higher proportion of animal organic matter in marine sediments. In the ripe soils of the freshwater tidal area, phosphate fixation occurs. The causes of this fixation are probably the high calcium content and the mobility in the younger stages, of a great deal of the iron as a result of the reducing conditions.

Sulphur has a part to play in the reduction of iron, and the total content decreases as the ripening progresses (see table M and appendix 17). The sulphur values are lower than in the marine area. In one place, where the calcium had been completely removed by the processes described above, we observed in a fossil ditch the first beginnings of the formation of neutral "katteklei" (VAN DER SPEK, 1950). The sulphur content there was relatively high as a result of the presence of many willow leaves, which according to analyses, build up a high concentration of sulphur (see table P).

The content of nitrogen in the organic matter increases as ripening advances, and consequently the C/N ratio also decreases from 25 in freshly-deposited silt to below 10 (table A and K) in the most advanced stage of ripening. The type of N-compounds in the soil is probably important from the ecological point of view, but was not more closely studied. The strong breakdown of organic matter provides an enormous surplus of non-absorbed cations and anions. The abnormal size of much plant species can be explained by this phenomenon.

Post scriptum:

The results of the not published still progressing studies of H. J. DE GROOT, chem. drs., and the measurements of the "Nederlandse Hydrobiologische Vereniging" in July 1959, both about the behaviour of the water masses of Rhine and Meuse in the Biesbosch, make a revision necessary of several of the thesis about $CaCO_3$ content and their argumentation.
We hope to be able to do this in a later publication.

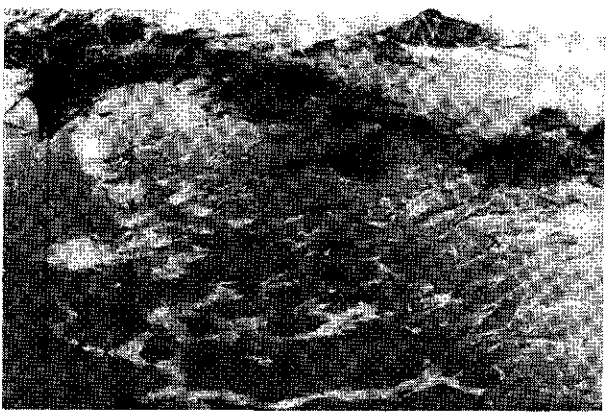


FIG. 58.
IJzerhoudend water sijpelt uit de oever.
Door de oxydatie van het ijzer wordt zo de stroom, die uit de kom onder de oeverval door naar de afwateringskreekjes vloeit, zichtbaar.

Iron-stained water seeping out of the bank.
The little streams of water from the back swamp to the creeks, flowing underneath the creek levee, become visible by the thin film of iron oxide on water surface.

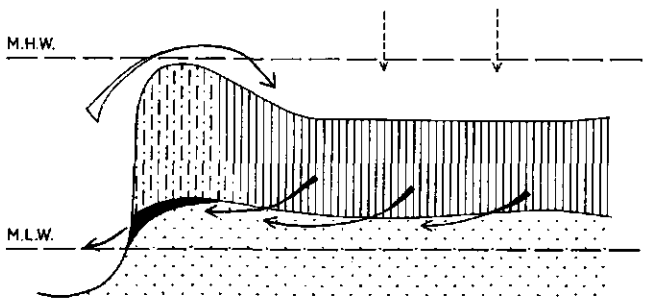
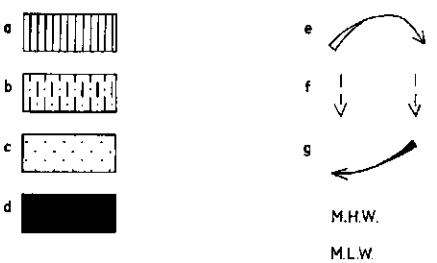


FIG. 59.
Waterbeweging in de bodem van een gors.

Water movement in the soil of a reed or rushes marsh.



a klei (modder)
silty clay loam (muddy)

b zandige klei, gelaagd
stratified loam

c zand
sand

d door roest verkit zand
sand cemented by iron oxide

e vloedwater
flood water

f regenwater
rain water

g tijdens laagwater optredende waterstroom
water flow at low tide

M.H.W. = gemiddeld hoogwater
mean high tide

M.L.W. = gemiddeld laagwater
mean low tide

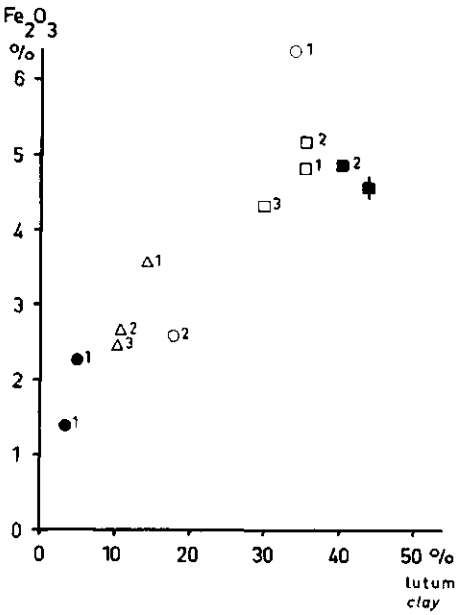
FIG. 60 *a* en *b*.
Gasblaasjes in week slik (boven).
In vaster slik ontstaan hierdoor putjes (beneden).

Gas bubbles in soft silt (top).
In firmer silt in this way small holes are formed (below).

FIG. 61.

Het verband tussen de gehalten aan Fe_2O_3 en lutum in de verschillende rijpingsstadia.

The relation between the content of Fe_2O_3 and particles <2mu in various stages of initial soil formation.



● = vers slib (PK3)
recently deposited sediment (Permanent Sample plot 3)

△ = *Salicetum*-griend (1 kuil)
willow-coppice, Salicetum stage (1 sample pit)

□ = *Fraxinetum*-griend (1 kuil)
willow coppice, Fraxinetum stage (1 sample pit)

○ = kombos (2 plaatsen)
back swamp forest (2 plots)

■ = weidepolder (1 plaats)
grassland polder (1 plot)

✙ = ontkalkte inhoud van een oude griendgreppel
decalcified matter of an old ditch in a willow coppice

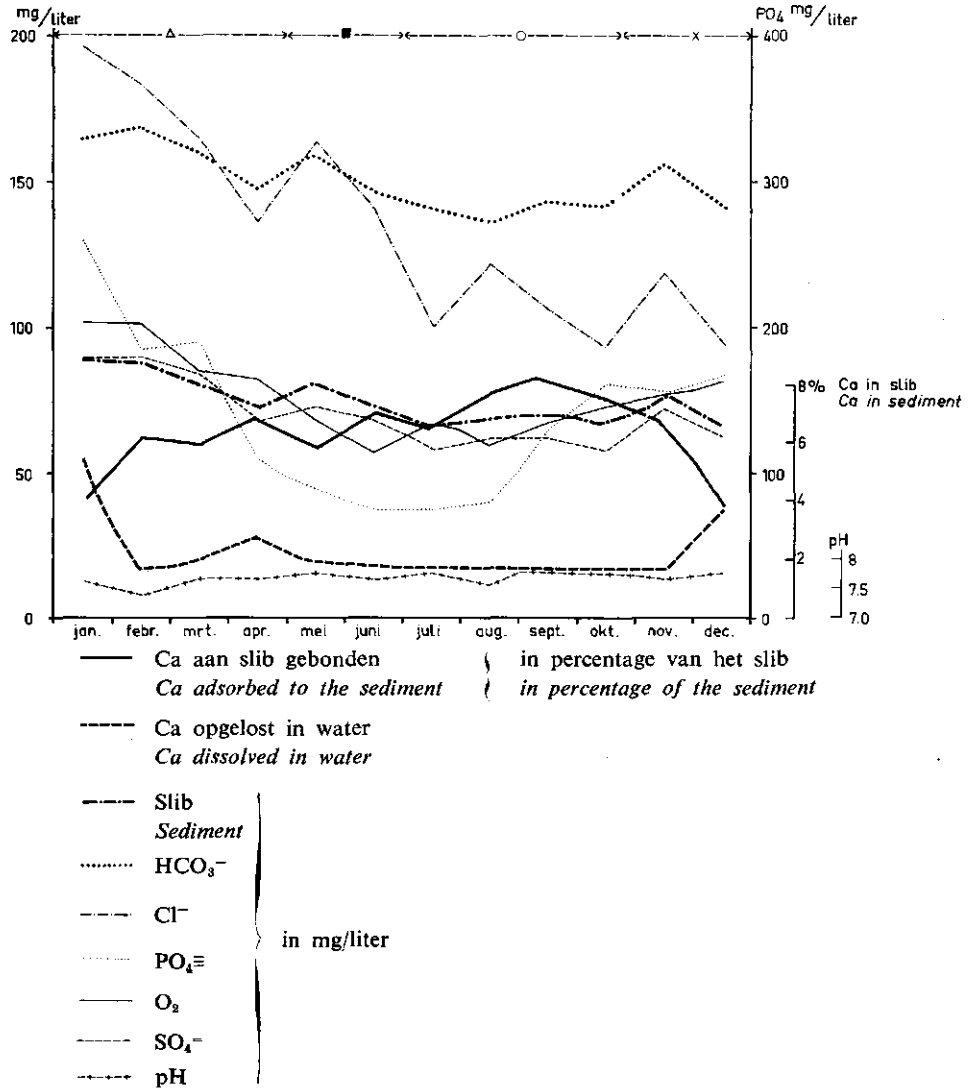
De cijfers bij de symbolen geven de positie aan van de lagen van het bodemprofiel, waarin de monsters zijn genomen.

The figures to the symbols indicate the position of the layers in the sampled soil profiles.

1 = ca. 0—20 cm
2 = ca. 20—40 à 60 cm
3 = ca. 40—80 cm
} onder maaiveld / *below surface*

FIG. 62.
Het verband tussen het kalkgehalte van vers uit rivierwater gewonnen slib, de chemische samenstelling en het slibgehalte van het water gedurende het jaar 1954 in de Lek bij Vreeswijk (naar gegevens van de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam).

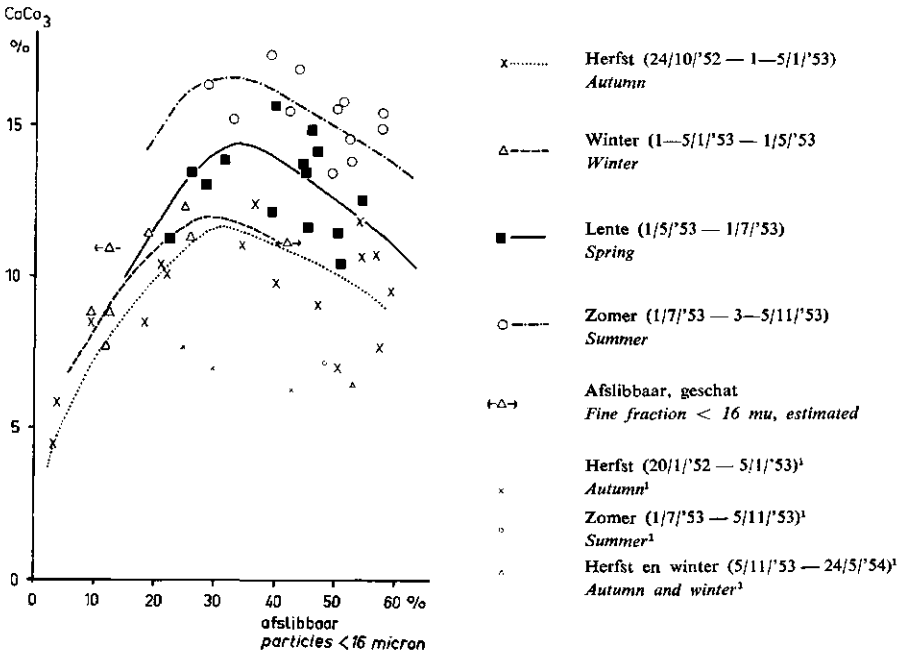
Relation between the lime content of fresh silt won out of riverwater, the chemical composition, and silt content of the water during 1954 in the river Lek near Vreeswijk (according to data of the Amsterdam Water Board).



←△↔■↔○↔×← Perioden, waarin vers slib verzameld werd in de Biesbosch. De resultaten hiervan zijn in fig. 63 weergegeven.

Periods in which freshly laid down sediment in the Biesbosch has been collected. The results are give in fig. 63.

FIG. 63.
Het verband tussen het kalkgehalte van vers, onder natuurlijke omstandigheden afgezet slib, het afslibbaar en de jaargetijden in de Brabantse Biesbosch (Boerenplaat en Jonge Deen).
Relation between the lime content of freshly under natural conditions laid down silt, the fine fraction (< 16 mu) and the seasons (Boerenplaat and Jonge Deen).



1 Enkele monsters uit de Grienden van De Dood
Some samples from the willow coppice in the Grienden van De Dood

FIG. 64. Enige kalkgehalten van vers in O_2-rijk milieu afgezet slib.
Lime contents of silt freshly deposited in O_2-rich milieu.

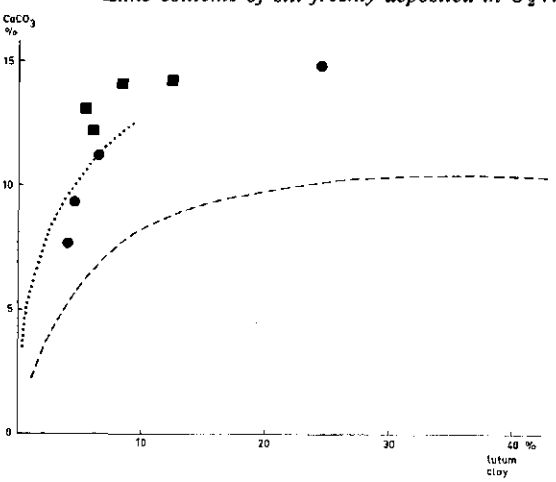
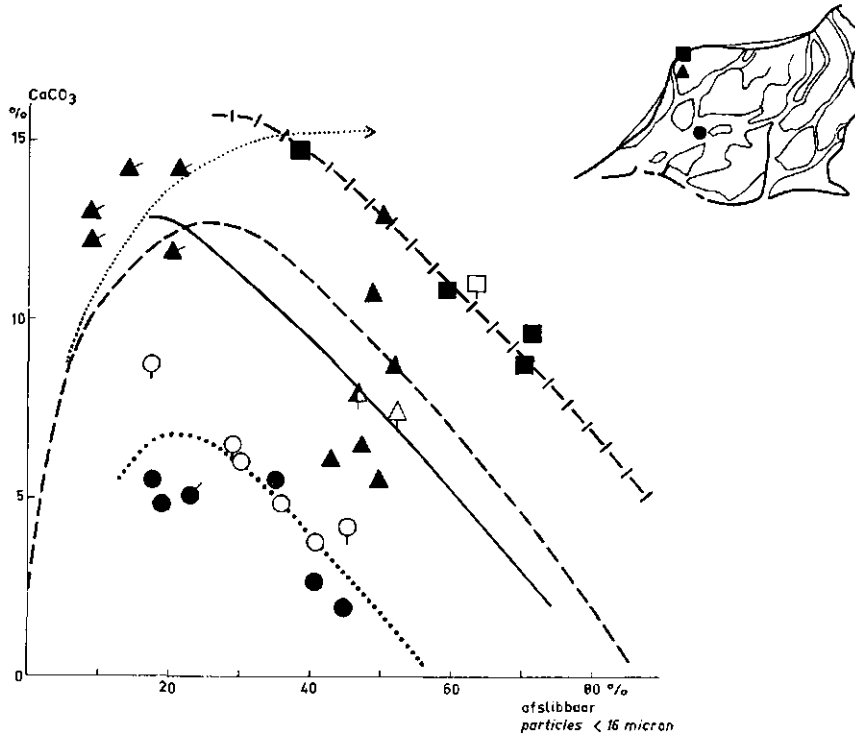


FIG. 65. Enige kalkgehalten uit rietgorsgronden.
Some lime contents of reed-marsh soils.



○ ● Monsters van de Houtganzewei (3 kuilen) met curve
..... *Samples of the Houtganzewei (3 pits) with curve*

□ ■ Monsters van het gors van de Spiering (1 kuil) met curve
–I–I–I– *Samples of the marsh of the Spiering (1 pit) with curve*

△ ▲ Monsters van het Gat van den Hardenhoek (2 kuilen) met curve
——— *Samples of the Gat van den Hardenhoek (2 pits) with curve*

○ □ △ Monsters, dicht aan de oppervlakte genomen (5 à 10 cm)
Samples, taken just below surface (5 to 10 cm)

● ▲ Monsters op 100 cm of dieper genomen
Samples taken at 100 cm below surface or deeper

..... Vermoedelijke curve voor vers in O_2-rijk milieu afgezet slib
Supposed curve for silt freshly deposited in O_2-rich milieu

– – – – – Kromme van de polders (zie fig. 67)
Curve of polders (see fig. 67)

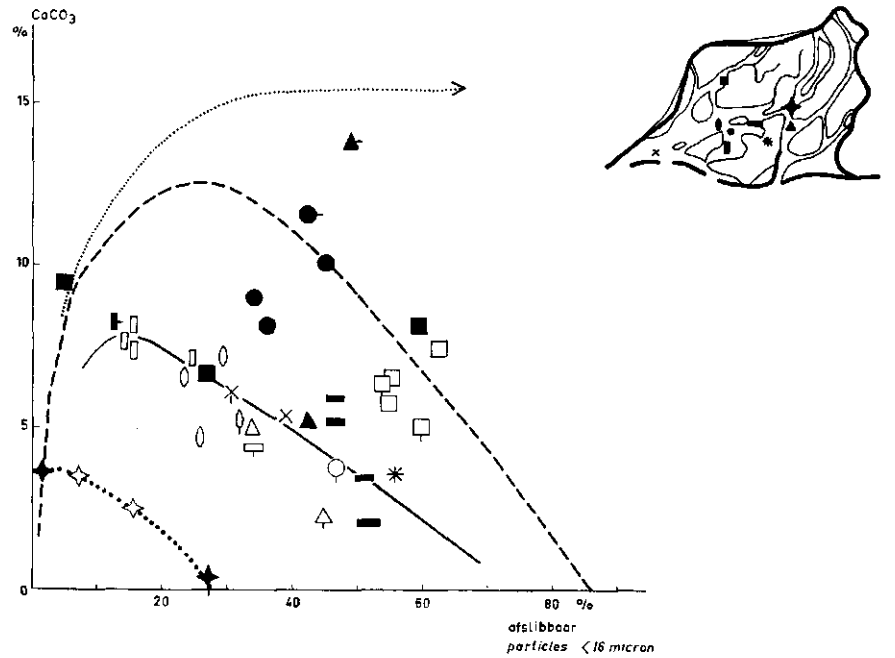
De open legendatekens hebben betrekking op monsters met roest, de gevulde op monsters zonder roest.

The open symbols refer to samples with iron oxide concretions, the filled ones to samples without iron oxide concretions.

Op het kaartje is de ligging van de drie groepen aangegeven.

The inset-map shows the location of the 3 groups.

FIG. 66. Enige kalkgehalten van griendgronden.
Some lime contents of willow coppice soils.



□ ■ Lijnoorden (typen V4 en V0)

○ ● Keizersdijk

△ ▲ Middelland

◊ ▮ Houtganzewei

▯ ▮ Het Bunder (type V2)

▭ ▬ Binnenkooigat (type V5)

——— Curve behorend bij de analyses van de laatste 4 plaatsen
Curve belonging to the analyses of the 4 last places

✧ ✦ ····· Nerziënplaat (type V3r) met curve
Nerziënplaat (type V3r) with curve

× ✳ Kombos
Back swamp forest

□ ○ △ ▭ ◊ × Monsters, dicht aan de oppervlakte genomen (5 à 10 cm)
Samples taken just below surface (5 to 10 cm)

▮ ● ▲ ✦ Monsters genomen op 1 meter of dieper
Samples taken at 1 meter or deeper

– – – – Kalkcurve van de polders
Curve of lime contents of the polders

····· Vermoedelijke kalkcurve van vers in O_2-rijk milieu afgezet slib
Supposed lime curve of silt freshly deposited in O_2-rich milieu

De open legendatekens hebben betrekking op monsters zonder roest, de gevulde op monsters met roest.

The open symbols refer to samples without iron oxide concretions, the filled ones to samples with iron oxide concretions.

Op het kaartje is de ligging van de groepen aangegeven.

The inset-map shows the location of the groups.

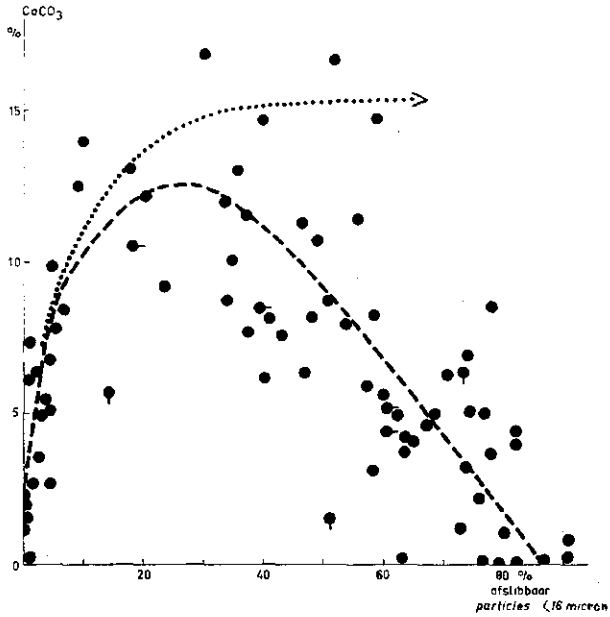


FIG. 67.
De verhouding tussen de gehalten aan $CaCO_3$ en de percentages afslibbaar van monsters uit polders.
The relation between the contents of $CaCO_3$ and the percentages of particles <16 mu of polder samples.

● Monsters uit de bouwvoor van de Karnemelkspolder (deze polder is 225 jaar oud en was lange tijd graslandpolder)
Samples of the till of the Karnemelkspolder (this polder has an age of 225 years and has been a grassland polder for a long time)

● Monsters uit één der andere lagen van deze polder
(Samples of another soil layer in this polder)

..... Vermoedelijk $CaCO_3$-curve van vers in O_2-rijk milieu afgezet slib
Supposed $CaCO_3$-curve of silt freshly deposited in O_2-rich milieu

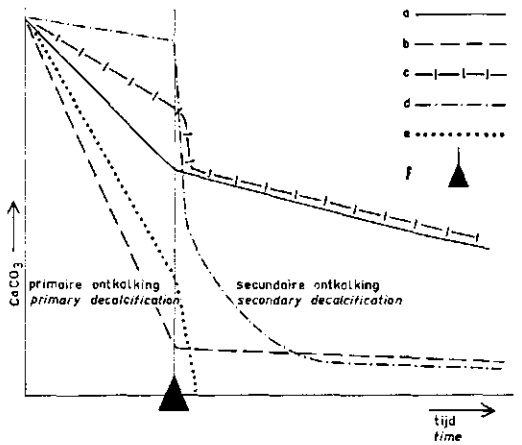


FIG. 68.
Schema van de ontkalking.
Scheme of the decalcification.

a. Zoete aanslibbing, min of meer geaëreerd (primaire ontkalking voornamelijk veroorzaakt door uitspoeling en wortelactiviteit)
Fresh water accretion, more or less aerated (primary decalcification, principally caused by washing out and activity of roots)

b. Idem, gereduceerd (primaire ontkalking, voornamelijk veroorzaakt door gisting)
Ditto, reduced (primary decalcification, principally caused by "fermentation")

c. Zoute aanslibbing min of meer geaëreerd (als a, maar de sulfaatreductie werkt de primaire ontkalking tegen)
Salt water accretion, more or less aerated (like a, but primary decalcification checked by sulphate reduction)

d. Zoute aanslibbing, gereduceerd (als *b*, maar sulfaatreductie werkt de primaire ontkalking tegen)
Salt water accretion, reduced (like b, but primary decalcification checked by sulphate reduction)

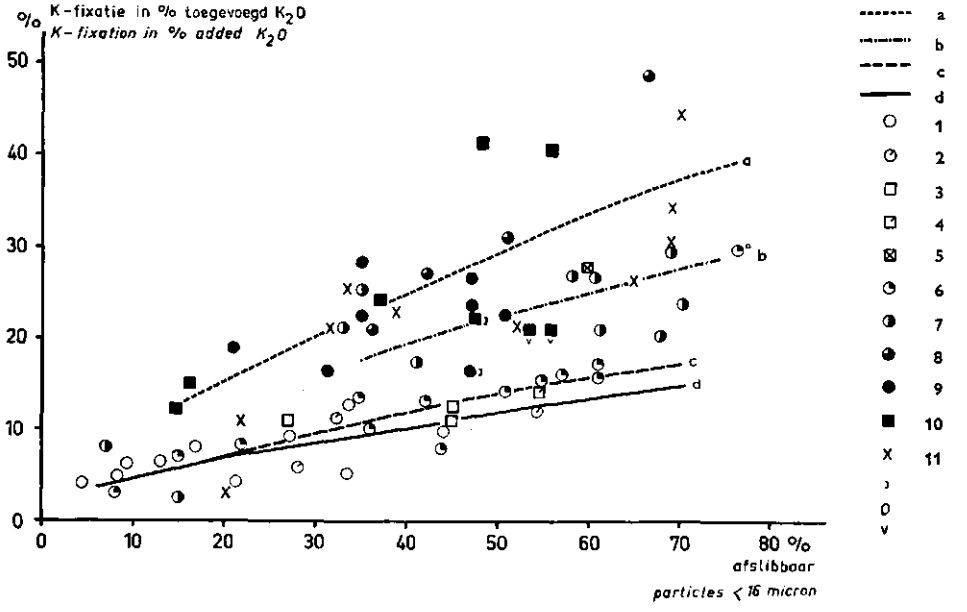
e. Brakke sterk humeuze en gereduceerde afzetting (als *d*, maar sulfaatreductie werkt de primaire ontkalking tegen, bij oxydatie begint kattekleivorming)
Brackish, very humose and reduced deposit (like d, but primary decalcification checked by sulphate reduction; when oxidizing the formation of acid clay (pyrite-containing) sets in

f. Tijdstip van bedijking
Time of embankment

FIG. 69.

Verband tussen kalifixatie (volgens de natte methode), het afslibbaar en de ouderdom van de grond.

Relation between the fixation of potassium (according to the wet method), the content of the fraction <16 mu, and the age of the soil.



a. bedijkt voor 1800
embanked before 1800

b. bedijkt tussen *1800—1900*
embanked between 1800—1900

c. bedijkt na 1900
embanked after 1900

d. onbedijkt land: slikken, gorzen en grienden
not embanked land: mud flats, reed-marshes and willow coppice

1 = vers slik en rietgors
fresh sediment and reed-marsh

2 = sinds enkele jaren bedijkt gors
reed-marsh, embanked some years ago

3 = griend (*Salicetum*-stadium)
willow coppice (Salicetum stage)

4 = sinds enkele jaren bedijkt *Salicetum*-stadium
willow coppice embanked some years ago in the Salicetum stage

5 = oude griend in het *Fraxinetum*-stadium
old willow coppice in the Fraxinetum stage

6 = polder bedijkt na 1900
polder embanked after 1900

7 = polder bedijkt tussen 1800 en 1900
polder embanked between 1800 and 1900

8 = polder bedijkt tussen 1641 en 1800
polder embanked between 1641 and 1800

9 = polder bedijkt tussen 1451 en voor of omstreeks 1641
polder embanked between 1461 and before or about 1641

10 = polder bedijkt omstreeks 1461
polder embanked about 1461

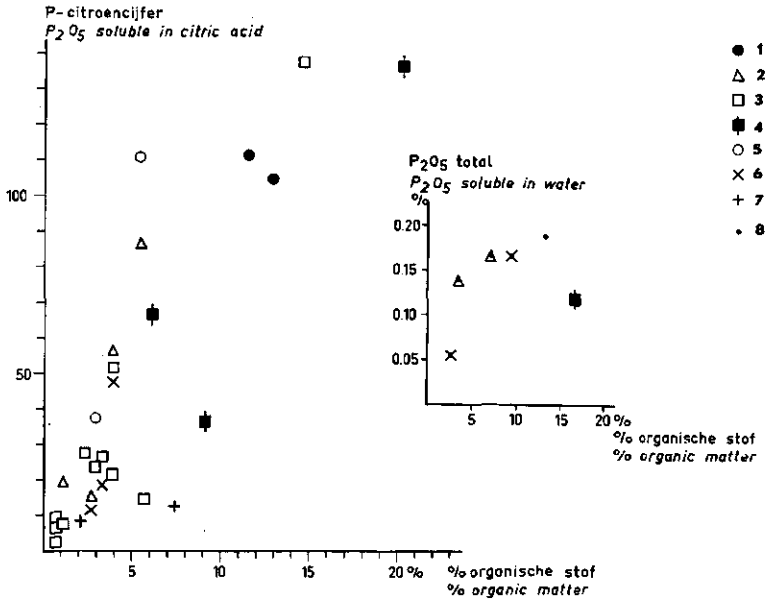
11 = oude rivierafzettingen, meer dan 1000 jaar geleden afgezet
old fluvial sediments, deposited over 1000 years ago

J = betrekkelijk jong rijpingsstadium op het tijdstip van bedijking
relatively unripe soil at the moment of embankment

O = betrekkelijk oud rijpingsstadium op het tijdstip van bedijking
relatively ripe soil at the moment of embankment

V = na bedijking vermoedelijk sterk verjongd door overstromingen
after embankment probably covered by younger sediments as a result of inundations

FIG. 70. Het verband tussen het gehalte aan fosfor en organische stof.
The relation between the content of phosphorus and organic matter.



1. Vers slib
   Recent silt
2. Gors en ruigte
   Marsh and rough herbage
3. Bouwland
   Arable land
4. Kombos
   Back swamp forest
5. Vrijwel vers slib
   Almost recent silt
6. Griend (*Salicetum*)
   Willow coppice (*Salicetum*)
7. Griend (*Fraxinetum*)
   Willow coppice (*Fraxinetum*)
8. Komruigte
   Back swamp herbage

TABEL K. Redox-potentiaal in de bodem bij verschillende ontwikkelingsstadia. (Bepaald op het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen.)

Nummer *Number*	Ontwikkelingsstadium *Stage of development*		Redox-potentiaal in de bovenste 20 cm *Redox-potential in the upper 20 cm*	C/N (0–20 cm)
70–94	Slik *Fresh silt*		60	25
	Rietgors *Reed-marsh*			
282	G6		50	
260	G5		40	
132	G5		250	22
259	G3		155	
118	G3		125	19
283	G2		190	
	Griend *Willow coppice*	*Salicetum albae alismetosum*		
119	V5		160	19
274	V5		315	
117	V4		430	16
257	V4		190	
280	V4		410	
275	V4		395	
134	V4		530	20
	Griend *Willow coppice*	*Salicetum albae cardaminetosum*		
256	V3q		580	
255	V3		480	
281	V3		500	
271	V3		354	
270	V2		420	
272	V2		460	
263	V1		490	
	Griend *Willow coppice*	*Cariceto remotae Fraxinetum*		
116	V0		390	13
254	V0		395	
	Bouwland uit griend (1952) *Arable land, former willow coppice (1952)*			
127			455	17
	Bouwland uit rietgors (1952) *Arable land, former reed-marsh (1952)*			
123			385	13

Voor de vegetatie-eenheden, zie hoofdstuk X.
For the units of vegetation, see chapter X.

TABLE K. *Redox-potential in the soil at various stages of development. (Determined at the Institute for Soil Fertility at Groningen).*

TABEL L. Verband tussen enige bodemeigenschappen (gemiddelde waarden) en rijpingsstadia in de Biesbosch (volgens DE GROOT, 1956).

Rijpingsstadia *Stages of initial alluvial soil formation*	Aantal monsters *Number of samples*	Uitwisselbaar Mn in dpm *Exchangeable Mn in ppm*	Reduceerbaar Mn (met uitw. Mn) *Reducible Mn in ppm (incl. exch. Mn)*	Redox potential	Verhouding van org. stof *C/N-ratio of organic matter*
Vers slik . . . . . *Mud flats*	25	47	54	60	26
Rietgors . . . . . *Reed-marshes*	7	87	485	140	26
Salicetum-griend . . . *Salicetum willow coppice*	17	6	904	410	20
Bouwland met Mn-gebrek . . . . . *Arable land with Mn-deficiency*	38	(verwaarloosbaar) *negligible*	447	—	16–11
Gezond bouwland . . . *Healthy arable soils*	25	(verwaarloosbaar) *negligible*	357	—	11–7

TABLE L. *Relation between some soil factors (average values for the mentioned amounts) and stages of initial alluvial soil formation in the Biesbosch (according to* DE GROOT, *1956).*

TABEL M. Het gehalte aan totaal zwavel, berekend als SO_4, totaal calcium, berekend als CaO en het calciumcarbonaatgehalte, in verschillende rijpingsstadia. Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek.

Rijpingsstadium *Stage of initial soil formation*	Nummer permanent kwadraat (PK) en profielkuil (K) *Number permanent sample plot (PK) and sample pit (K)*	Eigen nummer *Private number*	Diepte in cm *Depth in cm*	SO_4 milli-eq.	CaO milli-eq.	$CaCO_3$	Org. stof % *Organic matter %*	Aflibb. % *Fraction < 16 mu*	pH (KCl)
Vrijwel vers slib	PK3	91	0–5	10	218	11.1	5.2	9	7.7
About recently silt 30–40 deposited		92	30–40	8.9	197	10.1	2.8	6	7.7
Rietgorsoeverwal		105	5–30	2.9	128	6.4	3.7	23	7.3
Natural levee of a reed-marsh		106	50–70	0.0	121	6.0	1.0	7	7.6
		107	90–100	15.–	183	9.0	2.4	10	7.5
Salicetum-griend	PK11 (K16)	108	0–20	4.2	167	7.7	3.7	23	7.4
Willow coppice (Salicetum) stage		109	20–50	2.5	174	8.5	2.7	18	7.5
		110	50–80	0.9	144	7.3	2.3	17	7.4
Fraxinetum-griend	K15	111	0–20	2.4	131	5.7	7.1	62	7.3
Willow coppice (Fraxinetum) stage		112	20–60	2.1	155	7.8	2.1	62	7.4
		114	60–80	0.2	149	7.7	1.3	50	7.4
Polder . . . . . *Polder*	K13	95	20–60	0.2	130	6.2	2.0	65	7.4
Kombos (V6) . . . . . *a*		23	0–20	35.–	129				
Back swamp forest (V6) . . . . . *a*									
Kombos (V6) . . . . . *b*	PK9	94	30–40	19.–	142	6.5	9	27	7.4
Back swamp forest (V6) . . . . . *b*									
Fossiele griendgreppel (uit ± 1700) *Fossile willow coppice ditch (about 1700)*	K13	99	140–160	6.1	35	0.2	5.8	73	5.8

TABLE M. *The content of total sulphur, computed as SO_4, total calcium, computed as CaO and the content of calciumcarbonate, in different stages of initial soil formation. According to results of analyses, carried out by the Laboratory for Soil and Crop Analyses at Oosterbeek.*

TABEL N. Kali-gehalte in verschillende rijpingsstadia in 0,1 mg per g lutum.

Vers slib Wieringermeer *Fresh silt Wieringermeer*	Wieringermeerslib, korte tijd na droogvallen, ook kwelder *Silt of the Wieringermeer shortly after reclamation also marine foreland*		Onbegroeid vers slib Biesbosch *Bare silt flat Biesbosch*	Begroeid slib en rietgors *Overgrown silt flat and reed marsh*	Kombos *Back swamp tidal forest*	*Salicetum*-griend *Salicetum willow coppice*	*Fraxinetum*-griend *Fraxinetum willow coppice*	Polder *Polder*
		Gerijpte bodem in Wieringermeer. *Ripened soil in Wieringermeer*	22 22 21	10 7 16 [1] 13 [2] 7 [1] 7	13 11	8 9 [1] 7 [2]	3 3 [1] 3 [2]	4 2 2 [3] 1 [1] 5 [1] 4 3 5 3 [3]
Gegevens *Data*	Bodemkundig Laboratorium Kampen		2 plaatsen *2 plots*	3 plaatsen *3 plots*	2 plaatsen *2 plots*	1 plaats *1 plot*	1 plaats *1 plot*	3 plaatsen *3 plots*
Gem. *40*	*25*	*8*	*22*	*10*	*12*	*8*	*3*	*3*

[1] Laag op ca. 30–50 cm diepte / *Layer about 30–50 cm deep.*
[2] Laag op ca. 50–100 cm diepte / *Layer about 50–100 cm deep.*
[3] Kalkarme laag / *Layer poor in lime.*

Alle analyseresultaten met $< 10\%$ afslibbaar zijn niet opgenomen.
All results of analyses with $< 10\%$ particles < 16 mu are not entered.

TABLE N. *K-content in the various stages of initial alluvial soil formation in 0.1 mg per gramme particles < 2 mu.*

TABEL O. Granulaire en chemische samenstelling van Biesboschgronden in verschillende rijpingsstadia naa

No. Lab. te Kampen *Nr. Lab. at Kampen*	Rijpingsstadium resp. vegetatie *Stage of initial soil form. resp. vegetation*	No. naburige profielkuil *No. nearest profile pit*	C/N	Organische stof *Organic matter*	C	N	P-citr. *P-citric acid*	P_2O_5 totaal "*P_2O_5 total*"	P-citr./ P-tot. *P-citr. acid/ P-tot.*	K_2O in ‰	pH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26863	Rdg	PK3	24.2	10	5.80	0.24	198.6	308.7	64.5	21.2	7.4
26871	Rd	27	22.7	7.8	4.53	0.20	153.7	247.0	62.2	17.2	7.5
26868	Rdf	PKA	27.3	9.9	5.74	0.21	129.7	230.8	54.5	15.7	7.4
26869	Rce	PK6	22.6	14.4	8.35	0.37	137.1	269.4	50.9	23.9	7.2
26873	Rc	26	25.6	7.5	4.35	0.17	106.3	213.1	49.5	14.9	7.4
26877	G5–	5	20.2	14.6	8.47	0.42	161.9	298.3	54.3	29.1	7.2
26855	G5–(à 3)	6	23.8	11.9	6.90	0.29	148.4	256.5	57.9	17.8	7.3
26870	G2	4a	25.4	7.0	4.06	0.16	105.0	203.7	51.5	12.5	7.3
26860	G5r	12	18.5	16.9	9.80	0.53	168.9	309.0	54.7	27.4	7.2
26875	G5	11	19.3	15.6	9.05	0.47	187.7	350.1	53.2	19.9	7.5
26859	±G5	9	20.1	17.7	10.27	0.51	206.0	347.0	59.5	37.2	7.3
26854	Re	8	22.9	16.2	9.39	0.41	228.2	366.2	62.2	22.2	7.3
26858	V6	(L)	21.8	24.8	13.98	0.64	272.2	370.0	73.5	30.6	7.2
26864	V5	—	20.5	16.6	9.63	0.47	121.4	256.6	47.1	19.4	7.6
26861	V4	14	16.3	15.5	8.99	0.55	103.2	255.7	40.2	19.3	7.4
26865	V3	—	25.5	10.0	5.80	0.23	94.0	224.7	42.0	13.7	7.5
26872	V3	21	21.7	12.7	4.37	0.34	100.4	248.0	40.5	14.1	7.7
26862	V3	28	19.3	19.3	11.20	0.58	95.9	260.6	36.4	13.2	7.4
26866	V2	16	22.3	9.6	5.57	0.25	84.9	209.4	40.5	10.8	7.6
26856	V1	—	19.5	8.4	4.87	0.25	69.9	192.5	36.2	10.3	7.8
26857	V0	15	11.7	7.9	4.58	0.39	21.9	180.8	11.6	13.8	7.8
26867	Weipolder *Grassland polder*	29	10.8	9.5	5.51	0.51	23.2	187,6	12.3	11.1	7.3
26876	± 100 jaar oude bouwpolder ± *100 years old arable land polder*	7	10.2	3.2	1.74	0.17	47.1	192.3	24.5	15.1	8.2
26874	± 250 jaar oude bouwpolder ± *250 years old arable land polder*	10	9.7	4.5	2.61	0.27	28.5	171.9	16.5	11.5	7.8
26878	± 400 jaar oude bouwpolder ± *400 years old arable land polder*	24	9.7	3.0	1.74	0.18	49.7	178.3	27.8	19.3	8.4

De cijfers hebben betrekking op mengmonsters (0–20 cm), gestoken in de omgeving van de genoemde profielkuilen. De zwa
Figures refer to mixed samples (0–20 cm) taken in the vicinity of the mentioned profile pit. Heaviness is determined at the layer of ab

TABLE O. *Granular and chemical composition of Biesbosch soils in different stages of initial soil format*

analysen verricht op het Bodemkundig Laboratorium van de Directie Wieringermeer te Kampen.

$CaCO_3$	Lutum % ca. 5–15 cm van de profielkuilen *Clay % about 5–15 cm of the profile pits*	Slib ca. 5–15 cm van de profielkuilen *Part. < 16 mu about 5–15 cm of the profile pits*	Kali in 0.1 mg per gram lutum *Potassium in 0.1 mg per gram clay*	P-citr. in mg per gram humus *P-citric acid in mg per g humus*	„Totaal P_2O_5" in mg per gram humus *"Total P_2O_5" in mg per g humus*	
13	14	15	16	17	18	
13.6	5.4	8.5	39.3	20	30.9	
11.1	9	16.5	19.1	19.7	31.6	
10.5	—	—	—	13.1	23.3	
8.8	22.6	44.1	10.6	9.5	18.6	
7,8	8,0	14.1	18.6	14.2	28.5	
5.2	23.6	45.1	12.3	11.1	21.0	
7.9	15.6	29.2	11.4	12.3	21.5	
8.9	10.1	17.8	12.4	15.0	29.0	
8.2	25.5	47.0	10.7	10.0	19.3	Pas tot grasland ontgonnen rietgors en ruigte *Recently reclaimed reed-marshes and rough herbages (grassland)*
8.8	27.1	52.0	7.0	12.1	22.5	
12.4	36.0	63.5	10.3	11.6	19.6	
14.9	25.8	52.4	8.6	14.0	22.5	
6.2	—	—	—	11.3	15.3	
2.8	—	—	—	7.3	15.5	
6.1	28.4	54.3	6.8	6.7	16.5	
8.6	—	—	—	9.4	22.5	
6.4	17.9	23.7	7.9	8.2	19.6	
1.2	23.3	45.1	5.6	5.0	13.5	
7.2	14.1	25.2	7.7	8.8	21.7	
8.8	—	—	—	8.3	23.0	
6.2	33.1	60.2	4.1	2.8	22.8	
0.7	36.5	63.6	3.0	2.4	19.8	
6.7	26.0	47.0	5.8	15.7	64.2	
1.5	31.0	51.0	3.7	5.3	38.0	Polder. Vermoedelijk kort tevoren bemest *Polder. Probably manured shortly before*
8.4	23.7	45.5	8.1	16.5	59.2	

bepaald aan de laag ca. 5–15 cm in de profielkuilen uit 4 ringmonsters van 2 wanden.
15 cm from 4 soil core samples of two profile faces.

:cording to analyses of the Soil Laboratory of the Authority of the Wieringermeer at Kampen.

TABEL P. Kali- en zwavelgehalte van enkele vegetatievormende planten in de Biesbosch (oktober 1953; naar resultaten van analyses, verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek).

		K_2O In % van de droge stof *In % of dry matter*	Kg/ha grove benadering *Kg/ha rough approx.*	SO_4 In % van de droge stof *SO_4 In % of dry matter*	Kg/ha bij grove benadering *Kg/ha rough approx.*	Totale droge stof per/ha in kg bij grove benadering *Total dry matter/ha in kg rough approx.*
Scirpus lacustris (Mattenbies of Zoete Bies)	Spruit *Shoot*	0.81	60	0.39	30	7 000
	Wortel *Root*	1.17	120	0.31	30	10 000
Glyceria maxima (Liesgras)	Spruit	3.07	150	0.36	20	5 000
	Wortel	1.38	40	0.57	15	3 000
Typha latifolia (Grote Lisdodde)	Spruit	1.46	110	0.26	20	8 000
	Wortel	1.90	320	0.60	100	17 000
Typha angustifolia (Kleine Lisdodde)	Spruit	0.82	220	0.26	70	26 000
	Wortel	1.34	320	0.38	80	22 000
Scirpus triqueter (Driekantige Bies)	Spruit	1.47	50	0.36	10	3 000
	Wortel	0.78	25	0.29	10	3 000
Scirpus maritimus f. typ. (Heen of Zeebies), zoete vorm/*freshwater form*	Spruit	0.91	80	0.21	20	9 000
	Wortel	0.95	50	0.17	10	5 000
Phragmites communis (Riet)	Spruit	0.63	140	0.22	50	22 000
	Wortel	1.16	450	0.76	300	40 000
Phalaris arundinacea (Rietgras)	Spruit	1.43	70	0.33	20	5 000
	Wortel	0.57	30	0.72	35	5 000
Scirpus tabernaemontani (Zoute of Ruwe Bies), verm. kruising met *Scirpus triqueter / prob. cross with Sc. triqueter*	Spruit Wortel	1.12	—	0.50	—	—
Salix purpurea (Bittere Wilg) hoge standplaats / *high habitat*	vers blad *fresh leaf*	0.99	—	1.17	—	—
Salix purpurea (Bittere Wilg), lage gereduceerde standplaats / *low reduced habitat*	vers blad *fresh leaf*	0.52	—	0.68	—	—
Salix alba („Rood wilgenhout") hoge standplaats / *high habitat*		1.68	—	1.64	—	—

De cijfers per ha zijn berekend aan de hand van weging over één oppervlak van 50×50 cm $= \frac{1}{4}$ m². (Dode wortels voor zover aanwezig zijn meegerekend). De cijfers zijn dus globaal.
Zo was het rietgors *(Phragmites)* zeer regelmatig. Vermoedelijk geeft het cijfer wel een juist beeld (droge-stofproduktie bovengronds komt overeen met top-cijfers uit de literatuur) (POHJALA, in BITTMANN, 1953).
Typha angustifolia was zeer onregelmatig, het cijfer is zeker te hoog.

The numbers are computed per ha by means of weighing over one surface of 50×50 cm $= \frac{1}{4}$ m² (dead roots were counted in). So the numbers are rough. The reed-marsh (Phragmites communis) was very regular. Probably the number gives a clear picture (dry matter production at the surface corresponds with the top-numbers of the literature) (POHJALA, *in* BITTMANN, *1953*).
Typha angustifolia was very irregular, the number of it is certainly too high.

TABLE P. *Potassium and sulphur content of some vegetation forming plants in the Biesbosch, according to analyses, carried out by the Laboratory for Soil and Crop Analyses at Oosterbeek.*

TABEL Q. Het gehalte aan „P_2O_5 totaal" en het P-citroengetal berekend per gram organische stof in milligrammen van Biesboschgronden naar analyseresultaten van het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek, vergeleken met mariene gronden.

Vers, weinig of niet begroeid slib *Recently deposited silt. Bare to faintly overgrown* (2 pl.)	Rietgors en ruigte *Reed-marsh and rough herbage*		*Salicetum*-griend *Salicetum willow coppice* (2 pl.)	*Fraxinetum* griend *Fraxinctum willow coppice* (2 pl.)	Kombos *Back swamp tidal forest* (2 pl.)	Polder *Polder* (6 pl.)	Mariene gronden / *Marine soils*			
	oeverwal *natural levee* (1 pl.)	kom *back swamp* (1 pl.)					Vers onbegroeid slib *Recently deposited bare silt*	Kwelder voor Reiderwolderpolder (Dollard) *Marine tidal marsh of Reiderwolderpolder (Dollard)* (1 pl. [5])	Polders *Polders*	
P-citroen *P-citric acid*	15.4	9.9	13.4	2	6.8	13.6	Wieringermeer [4]	11.0	Wieringermeer [4]	Oudere [5] Dollardpolders *Older Dollardpolders* (3 pl.)
9.9	7.1 [3]	17.0 [4]	7.4 [1]	4.8 [2]	4.2 [1]	7.2c	gemiddeld 20.0	12.0 [1]	> 10.0	7.5
8.8			5.5 [3]	7.7 [3]	12.–	5.7c	*averaged*	16.0 [2]	Vijf jonge Dollardpolders	6.0
21.–				2.4		3.0c	Dollard [5]			10.5
13.4						8.8 [1]	(10 pl.)		*Five young Dollardpolders* (5 pl.)	3.1
						8.5	29.5 36.–		14.0	
						1.4	31.– 29.5		12.5	
						7.8	27.– 31.–		16.5	
						4.–	11.5 [1] 54.5		23.0	
							20.5			
							8.6			
Gem./*Averaged* 13.2	11.3	13.5	8,8	4,2	7,7	6,6	20.0 en 27.6	13	16	6.5
P_2O_5	36.0	15.0	18.0 [1]	—	7.0	—	Dollard [5]	38.5	41.0	41.5
	24.0		20.0				(10 pl.)	41.0 [1]	57.5	39.0
							62.0 59.5	60.5	61.0	40.0
							86.0 80.0		67.0	
							50.0 46.0		48.0	
							38.0 [1] 31.5			
							59.0			
							52.0			
Gem. / *Averaged*	30	15	19		7		56	47	55	40

Met uitzondering van de cijfers voor de slikken hebben de ongemerkte cijfers betrekking op monsters van 6–10 à 20 cm diepte, genomen in profielkuilen.
Het Dollardslib werd bemonsterd in de laag 0–3 cm onder maaiveld.

[1] Monsters genomen tussen 20–40 cm onder maaiveld. [2] Monsters genomen tussen 40–60 cm onder maaiveld. [3] Monsters genomen tussen 60–80 cm onder maaiveld.
c = kalkloze laag in het „Waardengebied". Pl. = het aantal plaatsen waarop monsters zijn genomen. [4] Naar ZUUR, 1954. [5] Naar HISSINK, 1935.

Except of the figures for the muddy flats the unmarked refer to samples of 6–10 to 20 cm depth taken in profile pits.
The Dollard silt is sampled in the layer 0–3 cm below surface.

[1] *Samples taken between 20–40 cm below surface.* [2] *Samples taken between 40–60 cm below surface.* [3] *Samples taken between 60–80 cm below surface.*
c = non calcareous layer in the "Waarden" area. Pl. = the number of plots in which samples have been taken. [4] *According to* ZUUR, *1954.* [5] *According to* HISSINK, *1935.*

TABLE Q. *The content of "P_2O_5 total" and the P-citric acid number computed per gramme organic matter in milligrammes of Biesbosch soils, according to analyses of the Laboratory for Soil and Crop Analyses at Oosterbeek, compared with marine soils.*

VII. THE SOIL MAPPING

The soil mapping carried out in the Biesbosch is intermediate between the "single value" and the "soil type" mapping. It follows closely the method which has been developed since 1940 by EDELMAN and his collaborators. The main object of the soil mapping was to give a basis for land improvement works which are for a great part concerned with altering the water regime in the soil. The soil-water characteristics are therefore among the most important guiding principles considered in deciding on the mapping criteria. The water relationships themselves and the directly dependent characteristics of the soil (gley phenomena, structure etc.) were not used as mapping factors, however, since the map picture in that case would be too quickly liable to change. Only a rough division is made in four stages of initial alluvial soil formation. On a few places (as an example) a mapping is carried out on gley-criteria of a ripened polder soil (fig. 71).

Since these water relationships mentioned above are of the utmost importance for the actual growth of the "crop", leaving them out of consideration in the mapping means that, generally, no close correlation can be expected between the present growth of the vegetation and the soil units. Only in extreme cases is this correlation the case (old creek beds, thin high sand flat soils etc.).

General agricultural experience shows that soils with a silty upper layer which is thinner than 80 cms depend on the groundwater table for obtaining the optimum water supply for crops. If the contact with the groundwater is interrupted, then drought conditions can occur. In the Biesbosch, no drought conditions seem to occur, in most cases, when the clay layer is less than 80 cms and even less than 50 cms. This can be explained by the instability of the water table which, in rising and falling, reaches up to the level of the clay layer, due to the effect of "kwel" and the periodic reduction in drainage discharge with the tide regime. In a few very elevated places, where the contact with the groundwater was interrupted, it could be established that with wheat, peas, flax and oats, the abovementioned relationship between growth and the thickness of the clay did hold (at least as far as the length of the stalk was concerned) (see fig. 72 and 73).

The thickness of the clayey and silty topsoil on sand is taken therefore as one of the most important mapping criteria.

With the still unripe soils, the soil profile is considered as it would appear after complete shrinkage. It was thus possible to obtain a map which allows an easy comparison of land lying both inside and outside the dikes.

The soil profiles are usually constituted as follows, going from below upwards: medium fine (sometimes medium) porous sand with low silt content, then a layer of small alternating clayey and sandy bands and then a layer of more or less homogeneous clay.

In sedimented profiles, whenever the full silty upper layer is less than 80 cms thick, then the banded layer is absent or at least is not thicker than 25 cms and contains clearly differentiated bands of sand with a low silt content (the sand flat soils "P"). Along the banks of creeks the homogeneous clay topsoil is sometimes absent or variable in thickness, while a banded layer is always present and the sand invariably begins below 80 cms. Outside the centre of the area, similar soils are found over great areas farther away from the creeks.

In the first place, a division is made between soils of different stages of soil formation. The divisions made are:

a. rough herbage, rush-marsh and reed-marsh,

b. "*Salicetum*" (willow coppice),

c. "*Fraxinetum*" (willow coppice), polder in permanent pasture and not yet fully ripe arable polders,

d. ripe polders.

Whenever soils are encountered with a fairly thick stratified layer, and whose silty topsoil (after allowance for shrinkage) is thinner than 80 cms (soil type PL on appendix 1), we are dealing almost invariably with unripe sediments (reed- and rush-marsh), which have not nearly reached the final stage in sedimentation.

Particularly in the north-east, soils are found with a homogeneous layer of more than 80 cms (non-stratified clay-containing soils G4). In the north-east, the lower part of the homogeneous clay layer is, in many places, poor in calcium. Running from N.W. to S.E. through the Biesbosch is a zone where the sand is fairly coarse. Both these last phenomena are mapped as special distinctions. Within all the groups mentioned, subdivisions are made according to the heaviness and the thickness of the layers. Locally, soils with lighter topsoils on heavier subsoils occur. We are dealing here either with flood deposits caused by the breaking of a dike, or with places where, as a result of changes in the regime of sedimentation, lighter sediments were laid down on top of heavier ones. The in chapter III mentioned increasing frequence of gale floods influences also this phenomenon. Where the latter was very clear it has been mapped. It is normal that the very toplayer has everywhere a somewhat lower clay content.

A number of areas can be delimited in the region under investigation according to the nature of the soil; areas which are characterised by the predominance of certain soil types. These areas are given in fig. 78N.

a. Region with a layer poor in calcium (or "Waarden" region, after the most important local toponym "Waard", fig. 74). The soils there are heavy and generally homogeneous for more than 80 cms. Elevated natural sandy levees also occur along the north-east side of this area of sedimentation.

b. Region with non-stratified soils (G4).

c. Eastern sand bank soil region (lying partly in western Heusden and Altena).

d. Western sand bank soil region with medium to coarse sands (on the north-east side of the centre of the Brabant Biesbosch).

f. Region with stratified soils.

g. Region with fine sandy stratified soils (in the extreme east and the extreme south-west and the adjoining areas.)

From the centre of the sand bank region, one can see the transition from clay to sand towards the edges of the banks becoming less abrupt on the west, south-west, south, and south-east. The profiles in the region of stratified soils also become more uniform, less banded, and getting a lower clay/silt ratio in the same direction, till on the "Dordrecht island" (Eiland van Dordrecht) and in the western part of the Land van Heusden en Altena very fine sandy silts and clayey soils with a relative low clay/silt ratio are found.

In cross-sections, appendix 5 and fig. 85, a supplement to the soil map is given, so that an impression of the relief can be gained. The legend is further more as concisely as possible provided with profile sketches and information about the main relief characteristics of the various soil types.

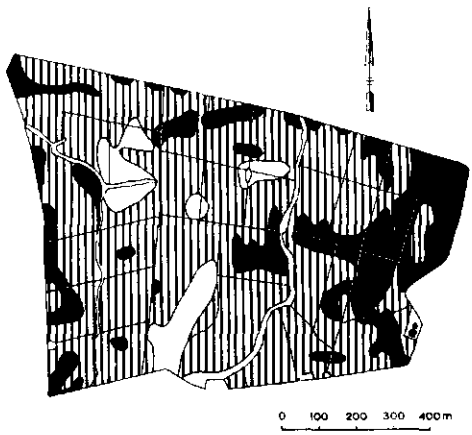


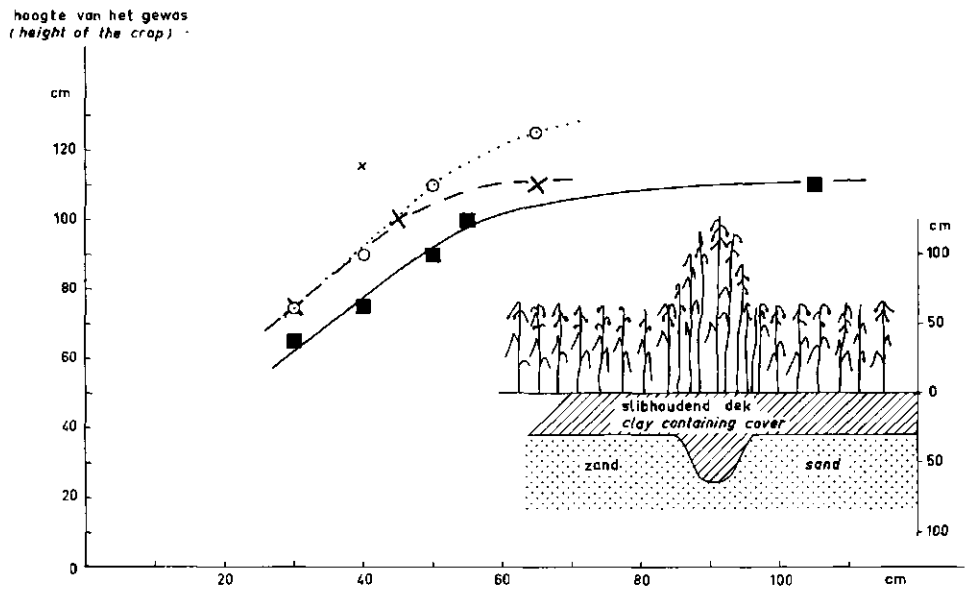
FIG. 71.
Kaart van de polder Maltha, aangevende de diepte van de permanent gereduceerde ondergrond (1952).
Map of the polder Maltha indicating the depth of the permanently reduced subsoil (1952).

Permanente reductie: 7 dm (plaatselijk 6 dm) beneden maaiveld
Permanent reduction: 7 dm (locally 6 dm) below surface

Permanente reductie: 8 en 9 dm beneden maaiveld
Permanent reduction: 8 and 9 dm below surface

Permanente reductie: 10 en 11 dm beneden maaiveld
Permanent reduction: 10 and 11 dm below surface

FIG. 72.
Lengte van haver- en tarwehalmen in verband met de dikte van het slibhoudende dek op matig fijnzandige droge ondergrond.
Lenght of oats and wheat related to the thickness of the clay-containing surface layer on a moderately fine-sandy dry subsoil.



○ Haver 1952
Oats

× Tarwe 1952
Wheat

Het afwijkende symbool betreft een lagere plaats
The deviating symbol refers to an observation of a lower situated spot

■ Tarwe 1954
Wheat

FIG. 73.
Groeiverschillen in haver op hetzelfde perceel veroorzaakt door de verschillen in dikte van de slibhoudende laag.

FIG. 73.
Differences in growth of oats on the same lot. These differences are caused by the varying thickness of the clay-containing surface layer.

FIG. 74.
Kalkloze laag (direct boven gelaagde horizont) in type op overgang tussen Pe3 en Ge3 (Kievitswaard, kuil 3).

FIG. 74.
Layer poor in lime (immediately above stratified horizon) in soil type transitionally between Pe3 and Ge3 (Kievitswaard, pit 3).

VIII. COMPARISON OF THE SOIL CONDITIONS WITH THOSE OF OTHER AREAS, BY MEANS OF A CONSIDERATION OF THE SYSTEMATIC CLASSIFICATION

In foreign literature little sub-division of recent soils is made. In the descriptions of soil formation, the process of initial alluvial soil formation (physical and chemical ripening) is not considered, though it undoubtedly is a typical process of soil formation.

The distinction of the units in the Biesbosch is principally a morphometric one i.e. according to measurable characters of the profile layers (thickness, heaviness, etc.). In earlier investigations in the Netherlands the classifications were principally on the basis of landscape. In this system, the Biesbosch would fall into the Estuary landscape, which includes the fresh and the brackish parts of the Dutch river estuaries, and which can be considered as a transition between the river clay and the marine clay. The usual composition of the Estuary landscape has much in common with the south-western marine clay area. There the sand flat soils are also found. (See KUIPERS, 1948; PONS and OVAA, 1950). It can be said that the Biesbosch, from the point of view of geomorphology, is most closely related to the marine clay region. The chemical composition of the clay, the colour etc. is closely similar to the river clay region. The texture of the sediments takes up an intermediate position. Within the region itself, the northern part is most closely related to the river clay, and the south, south-east and south-west most closely related to the marine clay region. Contrasts with the marine clay region are, for example, the chemical characteristics of the clay, often the higher coarse sand content and the relative low clay/silt ratio of the clay. The transition from clay to sand is generally more abrupt, and the soil heavier – particularly down in the profile – than in the "new-land" soils in the salt water region. In most of this, the influence of vegetation during sedimentation is noticeable.

The sand bank complex in the Kraayertpolder on Zuid-Beveland could have been formed under conditions similar to those of the Biesbosch, during a period of stability or of lowering in the subatlantic rise in sea level. These conditions could have occurred about 1100 to 1350. These sand bank soils too, then, have been formed as a result of the elevation of the sand and not because they have been "cut off too soon from the mother" i.e. too soon enclosed by dikes.

In this chapter various descriptions of classifications according to soil and landscape criteria in the south-western marine clay and estuary regions are compared with the Biesbosch.

The name "gorsgrond" which is used for soils in the estuary region is liable to be confused with the land lying outside the dikes, and is therefore not used.

IX. GEOLOGY AND GENESIS

On the basis of existing deep borings, together with some we personally carried out, details of the geology of the deeper substrata were gathered (fig. 75, 76 and 77). The soil mapping and information on a great number of old map-fragments (fig. 78C t/i I), put us in a position to reconstruct the geological history after the St. Elizabeth flood – the great flood which occasioned the creation of the Biesbosch.

The pleistocene substratum of the Biesbosch was formed by the flank of the North Brabant plateau, which slopes down from south-east to north-west, and in which local steep-sided valleys can occur, which just to the south of the Biesbosch lie at sea level (N.A.P.) and in the north sink to about 12 metres below sea level (fig. 77 and 78S). It consists in the lower part of alternating layers of loamy and sandy deposits (Günz and Günz-Mindel interglacial, Kedichem-series, DOPPERT and J. I. S. ZONNEVELD, 1955), while the upper part consists of gravel-containing sands of the probably High Terrace (II 1), covered with fine sands which can probably be considered as wind-blown cover sand. In the extreme north, the impression is gained that there the Holocene rests on the bed of the „Würm river" (BENNEMA and PONS, 1952; J. I. S. ZONNEVELD, 1947; fig. 75, 76, 77 and 78S).

In the neighbourhood of those places where the great inroads into the former Zuid-Holland Waard took place, the holocene deposits are locally completely eroded away; elsewhere too the Holocene is locally much disturbed (fig. 78R, 75 and 81).

In the south, the Holocene, right up to the youngest sediments after the St. Elizabeth flood, seem to consist of peat. In the north, the lowest part of the Holocene is more clayey, obviously as a result of the rivers found in that region, and must partly be considered as a fairly strongly compressed "mud clay" ("modder-klei") of atlantic age, with included clay and peat lenses (see fig. 75C and 76).

In those borings which were subjected to pollen analyses, layers older than atlantic were not present (fig. 79). The pure peat layer which lies above the clayey layers, appeared to be subboreal. Locally, there appeared to be another thin clay layer formed on top – presumable subatlantic. In the north, this peat is mainly wood peat, with oak, ash and alder remains. In the south, there was also a more oligotrophic vegetation, as is indicated by *Calluna* remains. Comparison with data from Hekelingen (fig. 80; FLORSCHÜTZ, 1953) shows that the layers which lay on the surface during the Subboreal, have been lowered at least five metres by shrinkage. This shrinkage had already begun in the Subboreal, as can be seen from the thick subboreal peat layers, which were formed above (fig. 75C, 76 and 79).

During the Holocene, the rivers probably migrated in a southward direction.

After the river clay region which has just been described and which showed many similarities in soil conditions to the present-day Alblasserwaard, had been diked for from one and a half to two centuries and had been brought to a prosperous and well-controlled area, the dikes broke down during a period of lay supervision (Hoekse and Kabeljauwse quarrels) (FOCKEMA ANDREAE, 1950). The first dike burst came in the south-west, about where the Moerdijk-bridge is now situated (fig. 78B). It was thus that the Hollandse Diep was created in its present-day form. The flood waters were at first salt, as can be seen from the finding of small double *Cardium* shells in various places on the former surface and in gullies in that surface (fig. 76). Within one to two years after the flooding from the south-west, the dike between Woudrichem and Werkendam broke down, among other places near Werkendam and Sleeuwijk. The entire central and western parts of the old "Waard" now stood under water, as a result of the fact that during the period of cultivation, the land had sunk to a

considerable extent (fig. 78B). The region has been divided into various accretion areas, according to the pattern of ancient and recent creeks (fig. 78A and B).

A great deal of sand was brought into the area by the rivers. The greater part of the sediment laid down before the St. Elizabeth flood, according to sediment-petrologic analyses carried out by J. I. S. ZONNEVELD, consisted of Rhine sand (table R). Above the mean low water level, clayey sediments were also laid down, partly under the influence of vegetation. The building up of land was strongest in the east, where on the slowly silting-up flooded land of the western part of the present-day Land van Heusden en Altena, a sheltered milieu existed, unaffected by rivers. The quickly built Musterd dike prevented the submergence of the old Land van Heusden during floods (see also SONNEVELD, 1954).

Strong silting-up also took place in the west, where the flood regime had predominantly a wan-tide character (Chapter III). The central area, the "central gullies or "opwas area" [1], in fact the area of the present Biesbosch, remained open longest. Land accumulation took place here from the north-west corner and from the north-east, using respectively as sedimentation "cores" the stream-ridges along the line of the Dubbel near Dordrecht and the former ridges of the Werken-stream which had been formed through inversion of the landscape, and which were therefore only slightly submerged. Up until 1600 this silting-up occurred mainly under the influence of a slowly rising sea level. After 1600, a period of equilibrium, perhaps even of fall in sea level took place (BENNEMA, 1954). On the one hand, this led to the abrupt deposition on the already existing areas of sedimentation, of much heavier sediment (compare fig. 78C and D with 78N, see also fig. 82). Where no factors such as the digging of ditches etc. counteracted decalcification, strong decalcification tended to take place ("waard"-region and region with layers poor in calcium). The dating was possible by comparing the land and water surface on old maps with the soil map (compare fig. 78C t/i I with 78N, 82 and appendix 1).

A second result of the period of equilibrium was that the river beds were not filled in with sand, and – in consequence of the relative lowering of the base level of erosion – even began to cut into their beds. There was consequently a greater transport of sand to the Biesbosch. In front of the deltaic area which was forming at the mouth of the Merwede near Werkendam, great quantities of sand were deposited after 1600, forming the basis of the present sand flat soils (types P).

Immediately in front of the mouth of the delta channels, fairly coarse to even gravelly sands in places, were laid down. Farther from the crest of the deltaic fan, the sand banks did not accumulate to such a height. Furthermore, about the time when the delta had expanded itself to that point, a further rising in sea level began, and on top of that, all sorts of hydrologic works were carried out which, through decreasing the size of the flood basin, tended to raise the mean water level. The digging of sand, from the rivers was also carried on. In sediments, therefore, which were formed after about 1800, the sand is found considerably deeper beneath the surface (on appendix 1 and 3 and the figures 78 and 82 this all can be read).

During the regression period, as has been said, heavy clays were laid down on the crest area of the delta which already existed before 1600, and these clays were initially liable to decalcification (Chapter VI). When these clays were taken into cultivation, as willow coppice and permanent pasture polders, the process of decalcification ceased, as can be seen from the evidence of old ditches which cut through the layer poor in lime and which have been later filled in with material rich in calcium-carbonate. The tremendous transporting of sand

---

[1] The term "opwas" indicates an isolated silting-up isle. The term "aanwas" means an accretion silting up just before and in connection with the older land (see also page 98).

– along the delta channels, which led to the formation of high sand banks in front of the delta – led also to the formation, on the stream-ward side of the silting area, of high sandy natural levees which partly lay across heavier, earlier deposited sediments (fig. 78Q (north-east), 82, 84, 85, 86 and appendix 1). The dating of the natural levees could be arrived at through close scrutiny of the patterns shown on old and new maps (see fig. 87).

Thus the area which has been most strongly influenced by the river is rich in contrasts: considerable differences in relief; abrupt transitions within the profile from heavy clay to fairly fine to fairly coarse sand with a low silt content; changes over short horizontal distances from heavy clay with a low calcium content to lighter, calcium-rich natural levees. The sediments which have been formed more under the influence of the sea are much more uniform, both horizontally and vertically. The contrast, therefore, between the rich variety of a land mass and the uniformity of the sea, can be discerned in the patterns of sedimentation. This contrast appears even in the relative particle size distributions (see fig. 31 and 32). The sediments laid down during the period of equilibrium or of regression have a much higher content of the coarsest fractions (over 200 mu) and of the finest fractions (below 2 mu). They have thus a somewhat higher clay/silt ratio than the soils formed in the period of full transgression (Chapter IV).

On the boundary between the region of stratified soils, which was formed after 1800, and the sand bank soil region, there is a zone with soils which have an upper clay layer which becomes clearly lighter towards the surface (fig. 78Q, south-west). A higher water level (transgression) has been the cause of this phenomenon. A similar cause has given rise to the lighter upper layer which is found over most of the Vervoorne Polder, diked somewhere about 1500. Here, however, the raising of the water level which led to the deposition of a lighter sediment, was not caused by an acceleration of the rise in sea level, but by the narrowing of the flood basin as a result of the building of the Kornse-Dussense dike about 1461.

Other somewhat lighter topsoils were formed as a result of dike breaches and of submergence during storm floods (Chapter IV).

After the building of the Bandijk and the cutting of the Nieuwe Merwede and the Bergse Maas, sediment was no longer brought into the Biesbosch from the north-east, but from the south and the south-west. The sedimentation pattern of the sand banks formed thereafter, is therefore totally different from the others.

On the basis of the pattern of stream- and tide-scoured channels ("eb- en vloedscharen") in the old and the new areas of sedimentation, an impression of the most important current directions can be arrived at. With the exception of the youngest banks, the ebb-current has always been dominant. It is not unlikely that during the initial period of formation north-western winds predominated.

The place names of the area show a certain correlation with the genesis, partly in that certain names were in fashion in certain periods and tended thereafter to fall out of use, and partly in that specific land and water forms were usually given a particular name (fig. 78L and M).

Thus, nearly all the silted-up areas which were in existence before about 1600 to 1650, are named "waard". A few which were reclaimed very early, are called "polder". Thus the region with the layer poor in calcium has many "waard"-names. The sand flat soil region has many imaginative names such as Maltha, Hardenhoek, Kijfhoek, and locally also, the name "sand". Outside the sand flat soil region this name, linked directly with the physical origin of the region, is not found. The "waard"-name was later replaced by "plaat", so that many of the younger polders, particularly in the region of stratified soils, bear the name "plaat" (flat).

The name "Gat" meaning gully, is restricted to the youngest gullies. The area where these names occur lies totally within the central area or "opwas"-area the true Biesbosch. The name "Kil" is met with mainly in the area of sedimentation against already existing land ("aanwas"-area [1]) and is used to denote long, narrow gullies. "Diep" is found only in the west, and is used for all sorts of water channel. "Vaarten" and "vlieten" occur principally south of the Amer and denote typical gullies in the "aanwas" area. The dammed-up ends of the "kils" in the Land van Heusden en Altena, seem to be called "gantel". "Vlaai" has already been mentioned in the fourth chapter, and is a creek with steep shelving banks on both sides. "Hennip" is a small oval accretion.

The names of many plants, animals and people are perpetuated in the place names (see Dutch text).

The division of the land into units is almost everywhere a rational rectangular one, adapted to efficient agriculture and more or less also to natural conditions. Only in the north-east an old principle of division is followed ("opstrekkende verkaveling"), which bears no relation to the existing "kils" and to modern farming. Largely as a result, the hydrological and agricultural conditions in that region are unsatisfactory (fig. 78K).

[1] See foot-note page 96.

FIG. 75A t/m I.

Geologische doorsneden door de Biesbosch naar gegevens van boringen, verricht door de Rijkswaterstaat, aangevuld met gegevens van de auteur.
De ligging van de raaien is aangegeven op bijlage 4.

Geological sections through the Biesbosch according to data of borings, carried out by the State Waterworks Administration, completed by data of the author.
The location of the traces is given in appendix 4.

LEGENDA
Legend

- Fijn tot matig fijn zand / *Fine to medium fine sand*
- Grof zand / *Medium to coarse sand*
- *Grind* / *Gravel*
- Klei / *Silty clay and silty clay-loam*
- Klei met zand / *Sandy loam and sandy clay-loam*
- Slibhoudend zand / *Clay-containing sand*
- Veen / *Peat*
- Klei met veen en venige klei / *Clay or silty clay with peat*
- Zandige klei met veen en venige zandige klei / *Sandy clay with peat and peaty sandy clay*
- Kleiig veen / *Peat with clay*
- Zoetwaterschelpen / *Freshwater shells*

Het microreliëf is niet nauwkeurig weergegeven.
Micro-relief, not exactly indicated.

FIG. 75A.

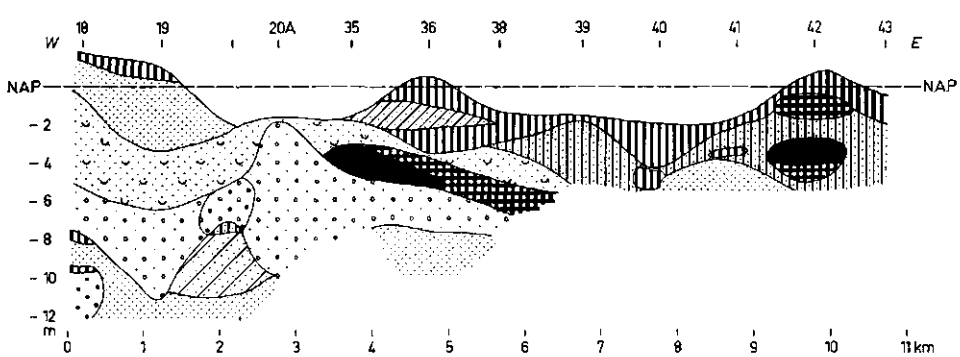


FIG. 75B.

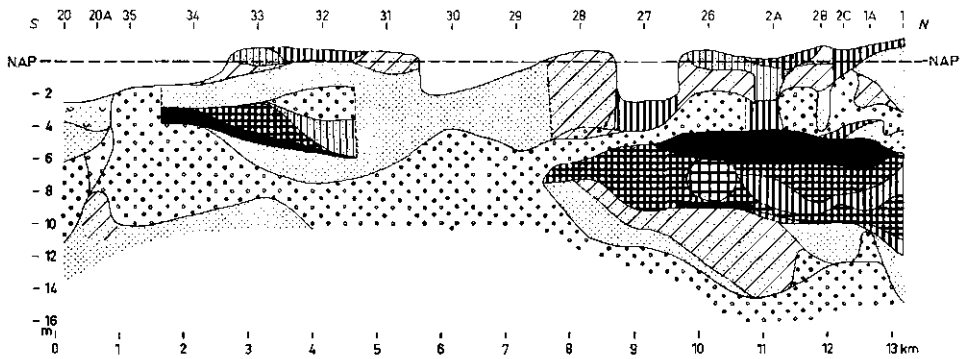


FIG. 75C.

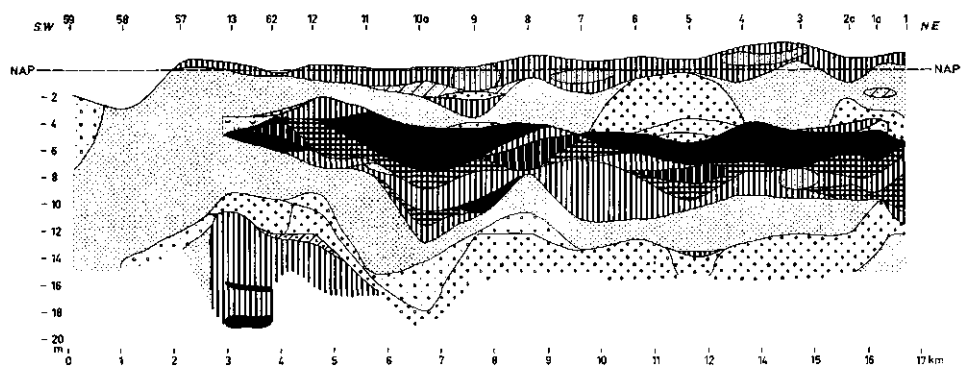


FIG. 75D.

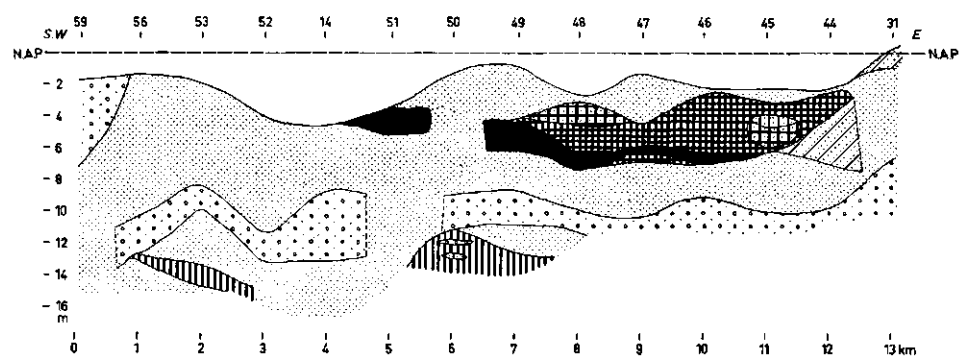


FIG. 75E.

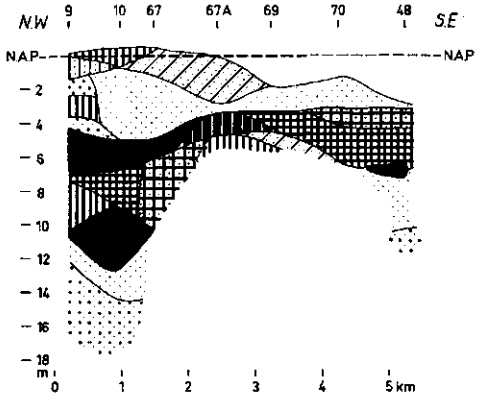


FIG. 75F.

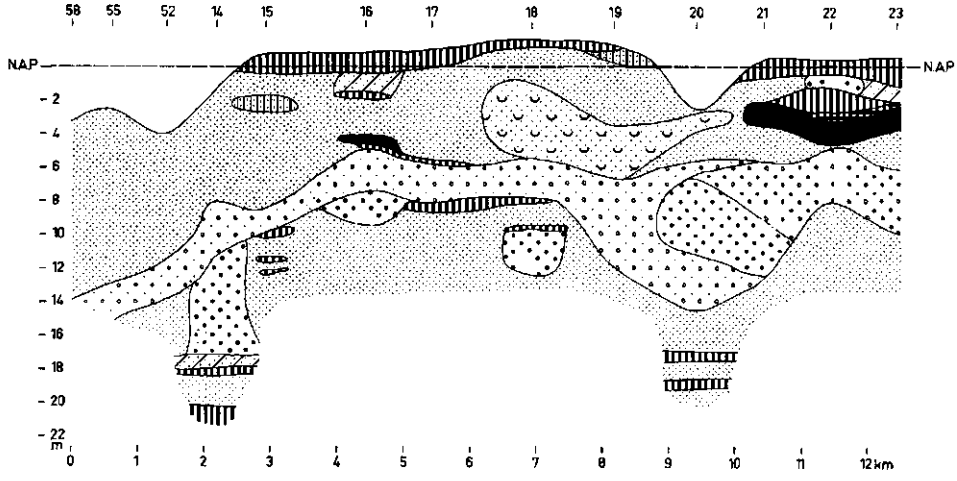


FIG. 75G.

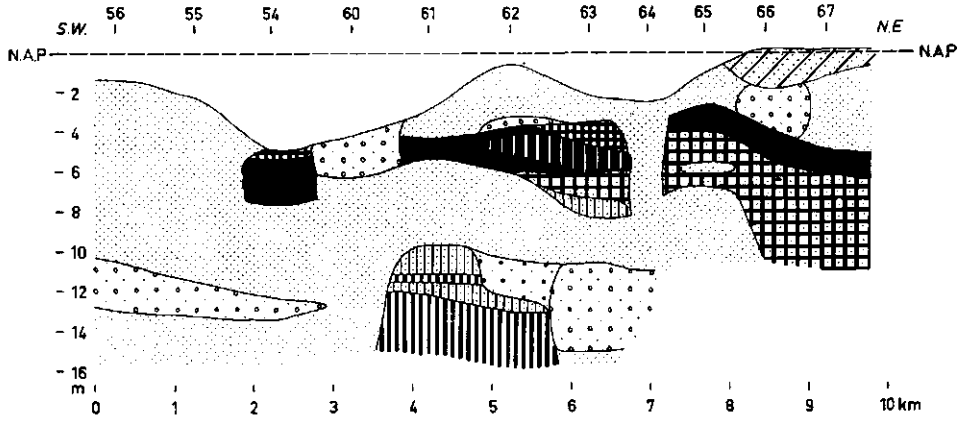


FIG. 75H.

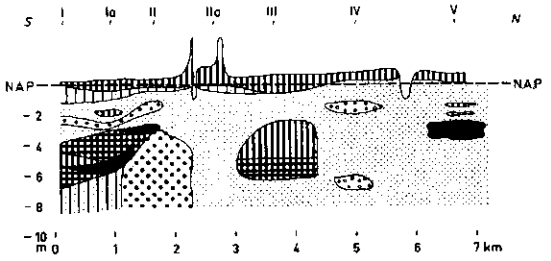


FIG. 75I.

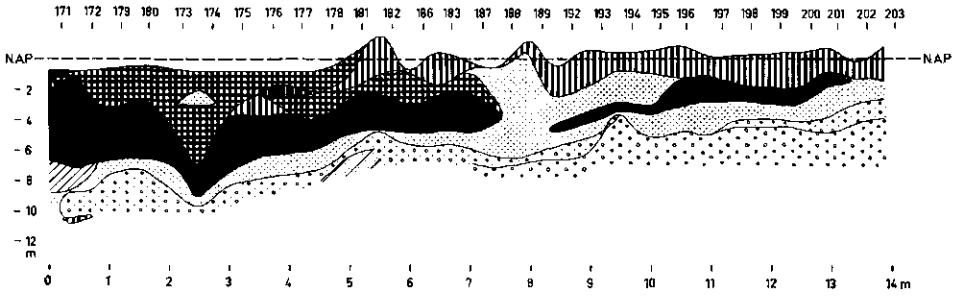
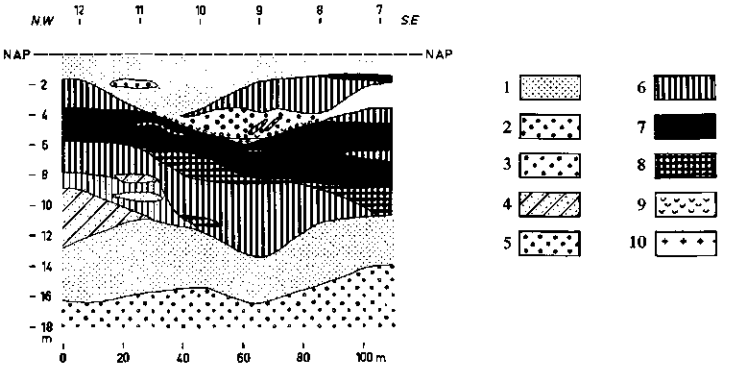


FIG. 76.

Erosiegeul in het klei-veenlandschap in de werkput van de Spieringsluis (tot 5 m diepte gebaseerd op directe waarneming, verder naar beneden afgeleid uit de pulsboringen Spieringsluis nummer 7 t/m 12 van de Rijkswaterstaat).

Erosion gully in the clay-peat landscape in the construction pit of the Spieringsluice (down to a depth of 5 m based on direct observation, further downward concluded from the borings Spieringsluice nr. 7 to 12 (inclusive) of the State Waterworks Administration).



LEGENDA FIG. 76.

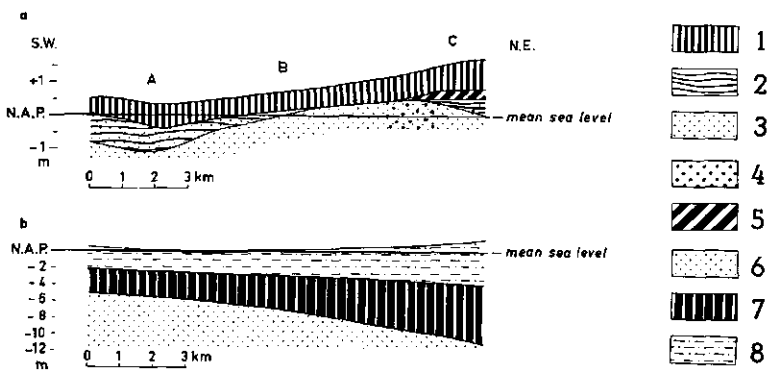
1. fijn tot matig fijn zand
   fine to medium fine sand
2. grof zand, kris-kras gelaagd
   coarse sand, cross-bedded
3. grind
   gravel
4. slibhoudend zand
   clay-containing sand
5. grof zand met grind
   coarse sand with gravel
6. klei
   silty clay-loam and silty clay
7. veen
   peat
8. klei met veen
   clay with peat
9. zoetwaterschelpen
   freshwater shells
10. Cardium edule (ca. 1 cm groot)
    Cardium edule (about 1 cm in size)

FIG. 77.

Schematische doorsnede door de rijpe opwassen langs de as van de Biesboschdelta.
Schematic section of the ripe accretions along the axis of the Biesbosch delta.

a. Bovenste meters op grote verticale schaal.
Upper meters on large vertical scale.

b. Het gehele Holoceen en bovenste Pleistoceen op kleinere verticale schaal.
All of the Holocene and Upper Pleistocene on a smaller vertical scale.



1. klei
loam, clay-loam, silty clay-loam, silty clay
2. gelaagde afzettingen
stratified deposits
3. fijn zand
fine sand
4. grof zand
coarse sand
5. kalkarme klei
clay poor in lime
6. Pleistoceen
Pleistocene
7. Holoceen (voor 1421 afgezet)
Holocene (deposited before 1421)
8. Holoceen (na 1421 afgezet)
Holoceen (deposited after 1421)

A. gebied met gelaagde klei- en zavelgronden
area with stratified clay soils and sandy clay soils

B. zandplatengebied
area of sand flat soils (sand undeep in the profile)

C. Waardengebied (met kalkarme laag)
"Waarden"-area (with a layer poor in lime)

FIG 78.

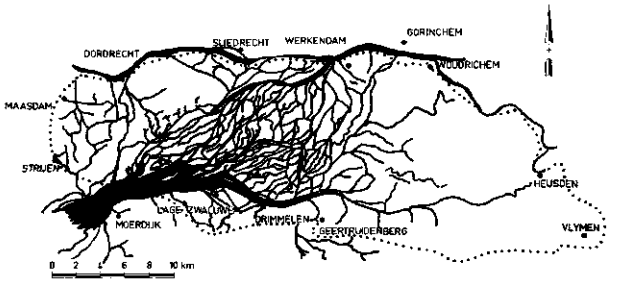


FIG. 78A.
Kaart van bestaande en aan verkavelingsbeelden nog te herkennen natuurlijke geulen in het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard.

Map of the former "Zuidhollandse Waard" showing natural gullies, still recognizable by the land division.

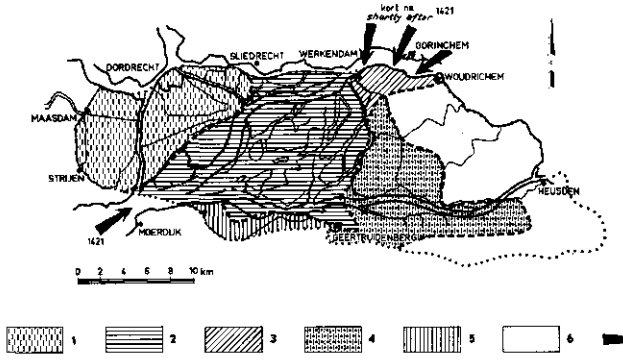
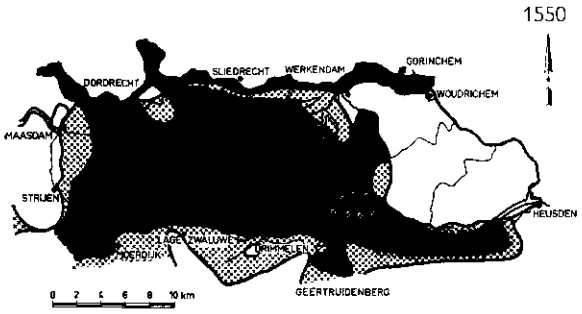
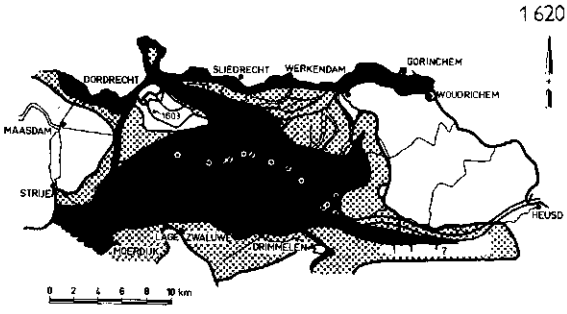


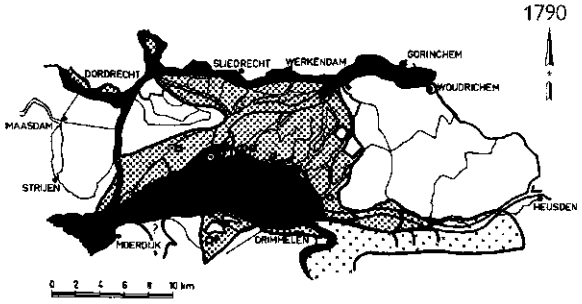
FIG. 78B.
Het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard ingedeeld naar morfogenetisch belangrijke gebieden.

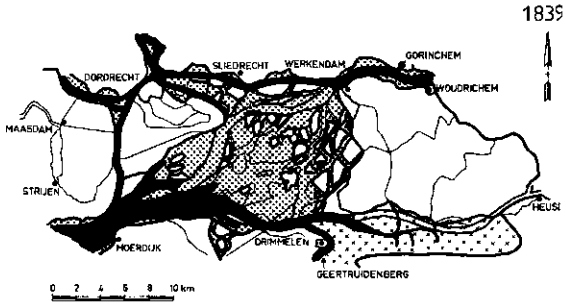
Area of the former "Zuidhollandse Waard" grouped according to morphogenetic important areas.

1. Wantij of westelijk aanwasgebied
   Wantide or western accretion area
2. Centraal geulenopwas- of deltagebied
   Central gully accretion area or delta area
3. Oostelijk geulengebied
   Eastern gully area
4. Oostelijk aanwasgebied
   Eastern accretion area
5. Zuidelijk aanwasgebied
   Southern accretion area
6. Niet door transgressie aangetast gebied
   Area not affected by transgression
7. Inbraken
   Inroads



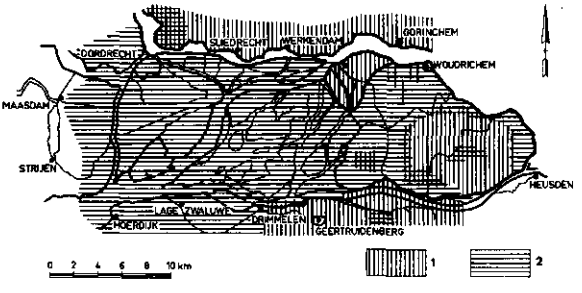






LEGENDA FIGUREN 78C T/M J.
Legend figures 78C t/i J.

1. Open water
   Open water
2. Onbedijkte op- en aanwassen
   Not embanked accretions
3. Bekaad land dat bij normale hoge stormvloed onder water kan lopen (onbewoond boezemgebied)
   Embanked areas open for normal high gale floods
4. Bij normale stormvloed watervrij land
   Embanked areas without inundations during gale floods
5. Bolbakens geplaatst in 1560
   Beacons erected in 1560



1. „Opstrekkende heerden"
   Strip-land division
2. Rationele verkaveling (op het niet-verjongde land plaatselijk onregelmatige blok- en slagenverkaveling)
   Rational land division (on the not rejuvenated land locally irregular block- and strip division)

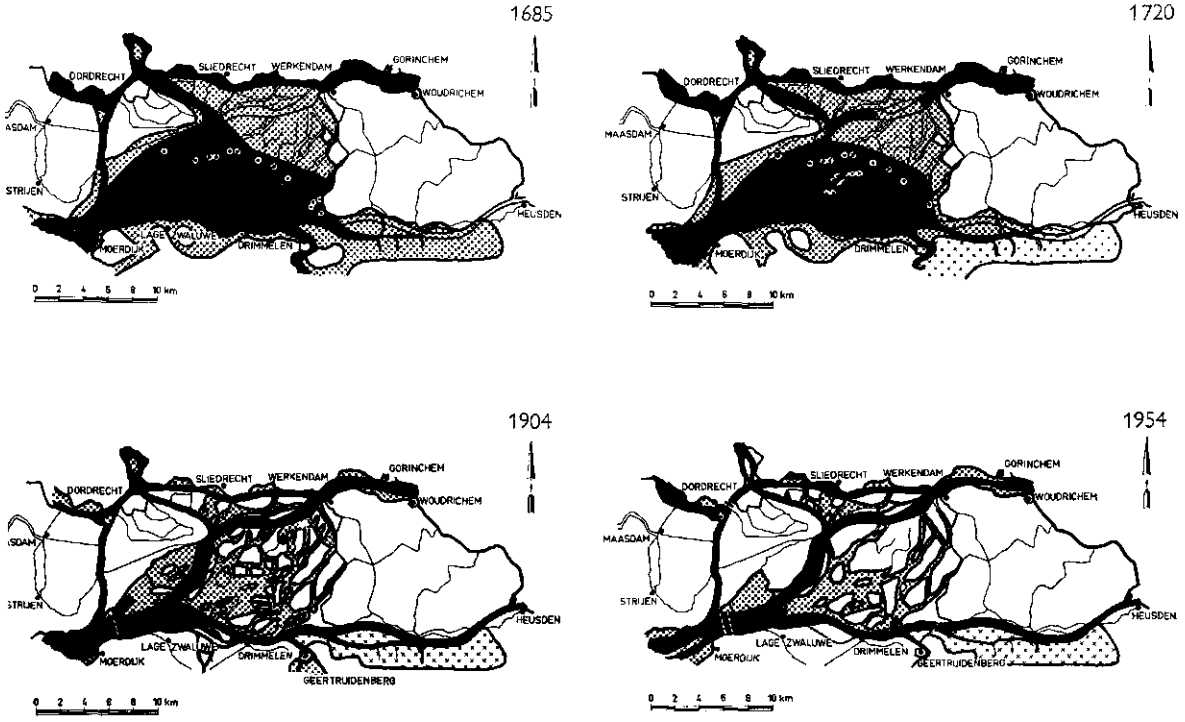


FIG. 78C t/m J (bovenste twee rijen, van links naar rechts).

Overzicht van de landgroei na de St. Elizabethsvloed tot heden, volgens oude kaarten (fragmenten).

View of the accretion after the flood of St. Elizabeth up to the present (upper two rows, from left to right), according to old maps (fragments).

FIG. 78K (blz. 106, links beneden).

Verkavelingstypen volgens HOFSTEE en VLAM (1952) in de Brabantse Biesbosch.

Types of land division according to HOFSTEE *and* VLAM *(1952) in the Brabantse Biesbosch. (Page 106, bottom left).*

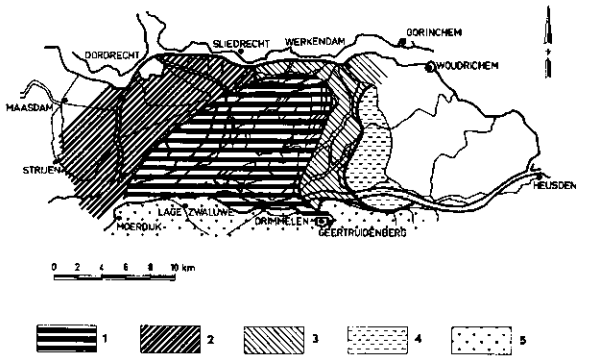


FIG. 78L.
Voorkomen van verschillende waternamen in de Brabantse Biesbosch.

Occurrence of various "water"-names in the Brabantse Biesbosch.

1. gebied met „gat"-namen
   area with "gat"-names
2. westelijk „kil" en „diep"-namengebied
   western area with "kil" and "diep"-names
3. oostelijk "kil"-namengebied
   eastern area with "kil"-names
4. gebied met "gantel"-namen
   area with "gantel"-names
5. gebied met "vliet" en „vaart"-namen
   area with "vliet" and "vaart"-names

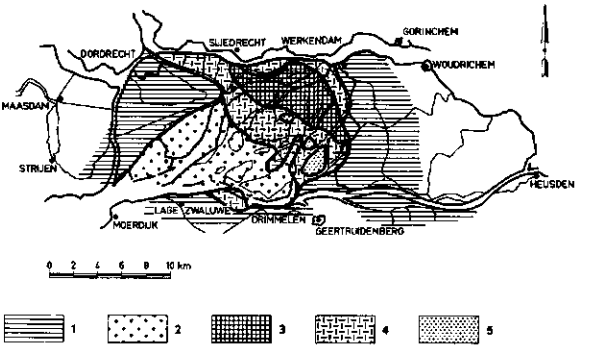


FIG. 78M.
Kaart van het Biesboschgebied met toponymische gebieden gebaseerd op landnamen.

Map of the Biesbosch area divided in toponymical areas according to landnames.

1. Voornamelijk „Polder"-namen
   Principally "Polder"-names
2. Voornamelijk namen eindigende op „Plaat"
   Names principally ending in "Plaat"
3. Voornamelijk namen eindigend op „Waard"
   Principally names ending in "Waard"
4. Voornamelijk fantasienamen en namen eindigende op „Hoek"
   Principally phantasy names and names ending in "Hoek"
5. Namen eindigend op „Zand"
   Names ending in "Zand"

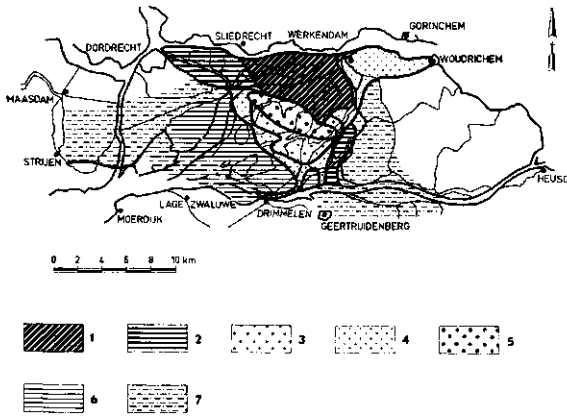


FIG. 78N.
Indeling in gebieden naar de meest voorkomende bodemgesteldheid.

Division in areas according to the dominant soil condition.

1. Zware kleigronden met kalkloze laag
   Heavy clay soils with non-calcareous layer
2. Weinig aflopende zware kleigronden
   Heavy silty clay soils with little downward decrease in clay content
3. Hoog liggende zandplaatgronden
   Relatively high situated soils with sand within 80 cm below surface
4. Laag liggende zandplaatgronden
   Relatively low-lying soils with sand within 80 cm below surface
5. Zandplaatgronden met matig grof zand
   High-lying soils with medium coarse sand within 80 cm below surface
6. Zavel- en kleigronden met gelaagde, aflopende ondergrond
   Clay-loam and silty clay-loam soils with stratified subsoil
7. Weinig gelaagde, aflopende zavelige gronden
   Faintly stratified loamy soils merging into fine sand

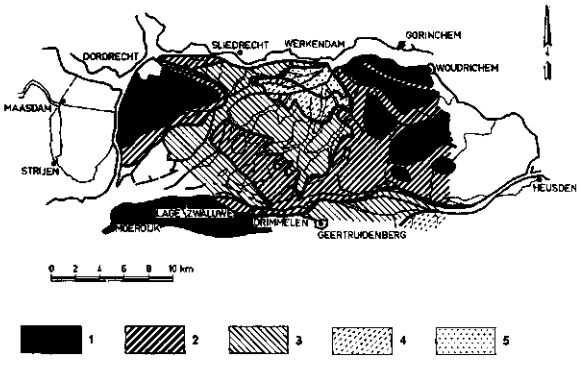


FIG. 78O.
Zeer globale hoogtekaart van het bedijkte land.

Rough contour map of the embanked land.

1. beneden N.A.P.
   below N.A.P.
2. overwegend 0-5 dm + N.A.P.
   predominantly 0-5 dm + N.A.P.
3. overwegend 5-9 dm + N.A.P.
   predominantly 5-9 dm + N.A.P.
4. overwegend 9-12 dm + N.A.P.
   predominantly 9-12 dm + N.A.P.
5. overwegend hoger dan 12 dm + N.A.P.
   predominantly higher than 12 dm + N.A.P.

(N.A.P. = *Amsterdam Ordnance Datum*)

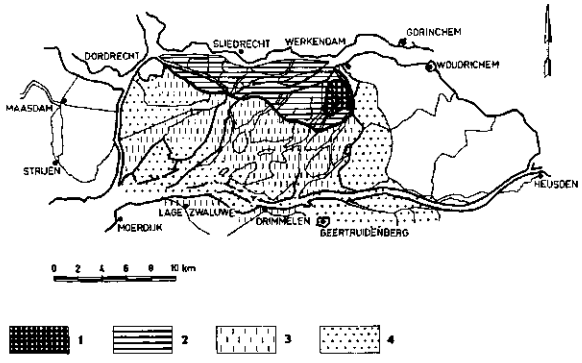


FIG. 78P.
Zwaarte van de bouwvoor.

Heaviness of the till.

1. overheersend > 80% afslibbaar
   predominantly > 80% particles < 16 mu
2. overheersend tussen 65-80% afslibbaar
   predominantly between 65-80% particles < 16 mu
3. 35-65% afslibbaar (part. < 16 mu)
4. 20-50% afslibbaar (part. < 16 mu)

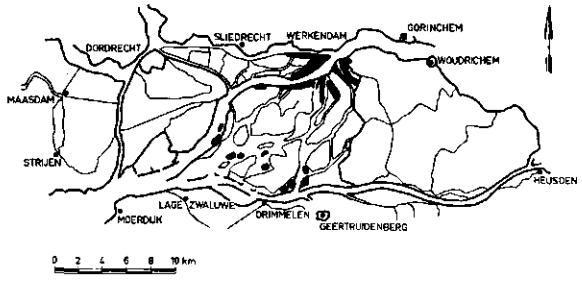


FIG. 78Q.
Plaatsen waar een lichter dek op een zwaardere ondergrond rust.

Places where a lighter cover overlies a heavier subsoil.

In het noorden zandige oeverwallen.
In the North sandy natural levees.

In het zuiden klei- en zaveldekken op zwaardere ondergrond.
In the South covers of loam and sandy clay overlying a heavier subsoil.

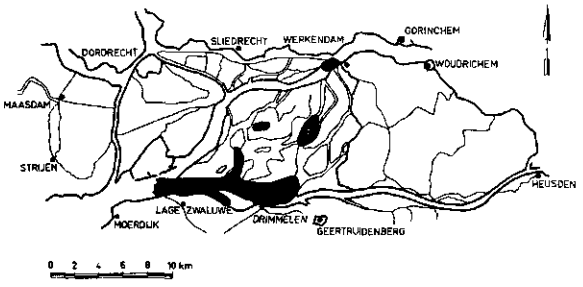


FIG. 78R.
Gebied waar het Holoceen geheel is opgeruimd, voorzover dit uit boringen blijkt.

The Holocene in this area has completely disappeared as far as borings could show.

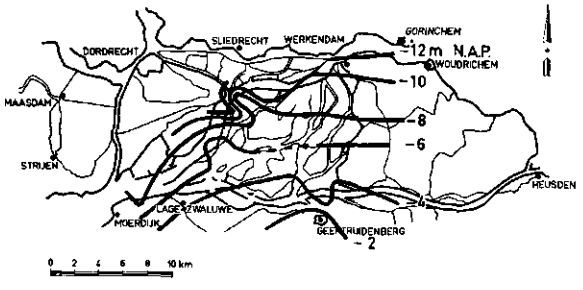


FIG. 78S.
Hoogteligging van het Pleistoceen ten opzichte van N.A.P.

Altitude of the Pleistocene compared to N.A.P.

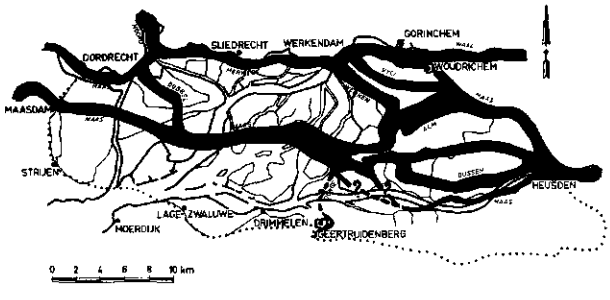


FIG. 78T.
Schets van de vermoedelijke loop der stroombeddingen in het Biesboschgebied en het Land van Heusden en Altena (het laatste volgens SONNEVELD, 1954).

Sketch of the supposed location of the riverbeds in the Biesbosch area and the Land van Heusden en Altena (the latter according to SONNEVELD, *1954).*

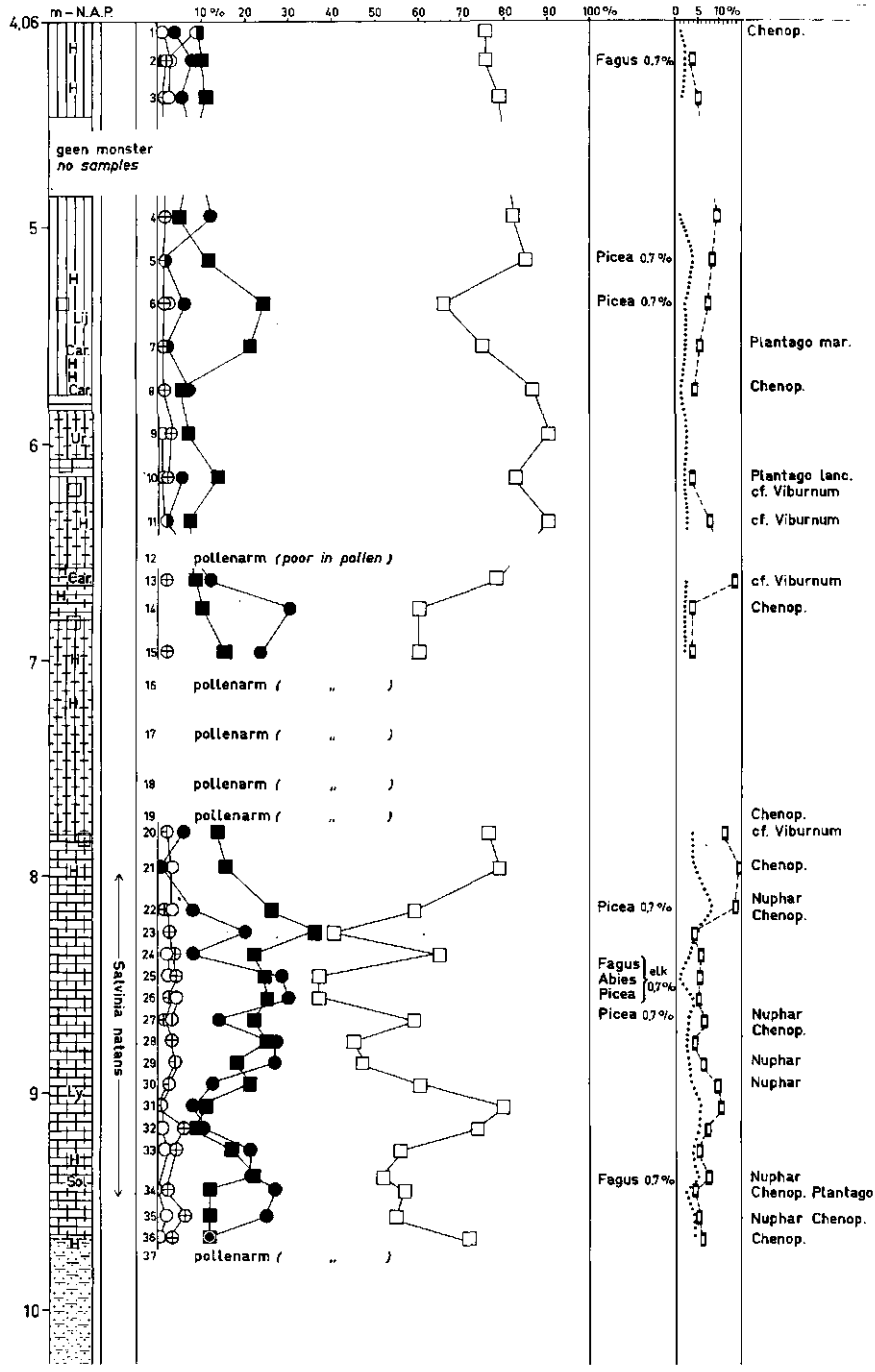
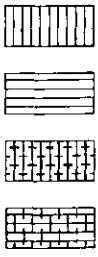

m – N.A.P.
4,06
5
6
7
8
9
10
10 % 20 30 40 50 60 70 80 90 100 %
0 5 10 %
geen monster
no samples
pollenarm (poor in pollen)
pollenarm („)
Salvinia natans
Fagus 0,7 %
Picea 0,7 %
Fagus Abies Picea elk 0,7 %
Chenop.
Plantago mar.
Plantago lanc.
cf. Viburnum
Nuphar
Chenop. Plantago
Nuphar Chenop.

FIG. 79.

Pollendiagram Spieringsluis.
Pollendiagram Spieringsluice.



Veen
Peat

Klei
Silty clay

Kleiig veen
Clayey peat

Humeuze klei
Humose clay

● *Pinus*

○ *Betula*

⊕ *Salix*

□ *Alnus* { in het profiel: *Alnus*-vruchtje / *in the profile: Alnus fruit*

■ *Quercetum mixtum*

□◆ *Corylus*

▲ *Fagus*

···· *Ulmus*

Legenda van de symbolen in het profiel
Legend of the symbols in the profile

H Hout
Wood

Ly *Lycopus*-vruchtje
Lycopus fruit

Sol *Solanum*-zaadje
Solanum seed

Ur *Urtica*-zaadje
Urtica seed

Car *Carex*-nootje
Carex nut

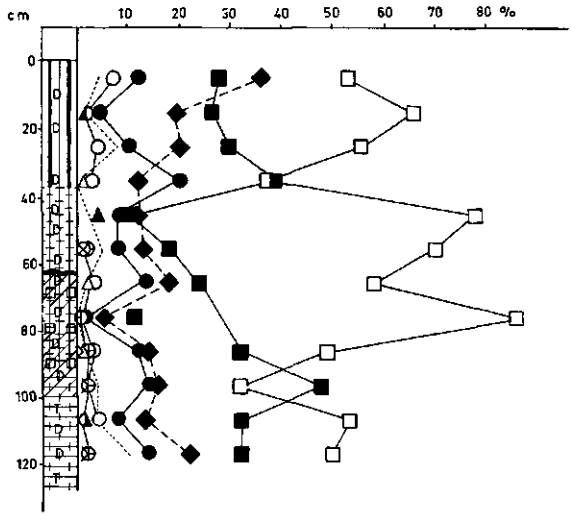
D *Diatomeae*

T *Typha*

FIG. 80.

Pollendiagram Hekelingen
(naar FLORSCHÜTZ (1953) diagram II, monsterserie U).

Pollendiagram Hekelingen
(according to FLORSCHÜTZ (1953) diagram II, sample series U).



Voor legenda zie fig. 79.
For legend see fig. 79.

FIG. 81.

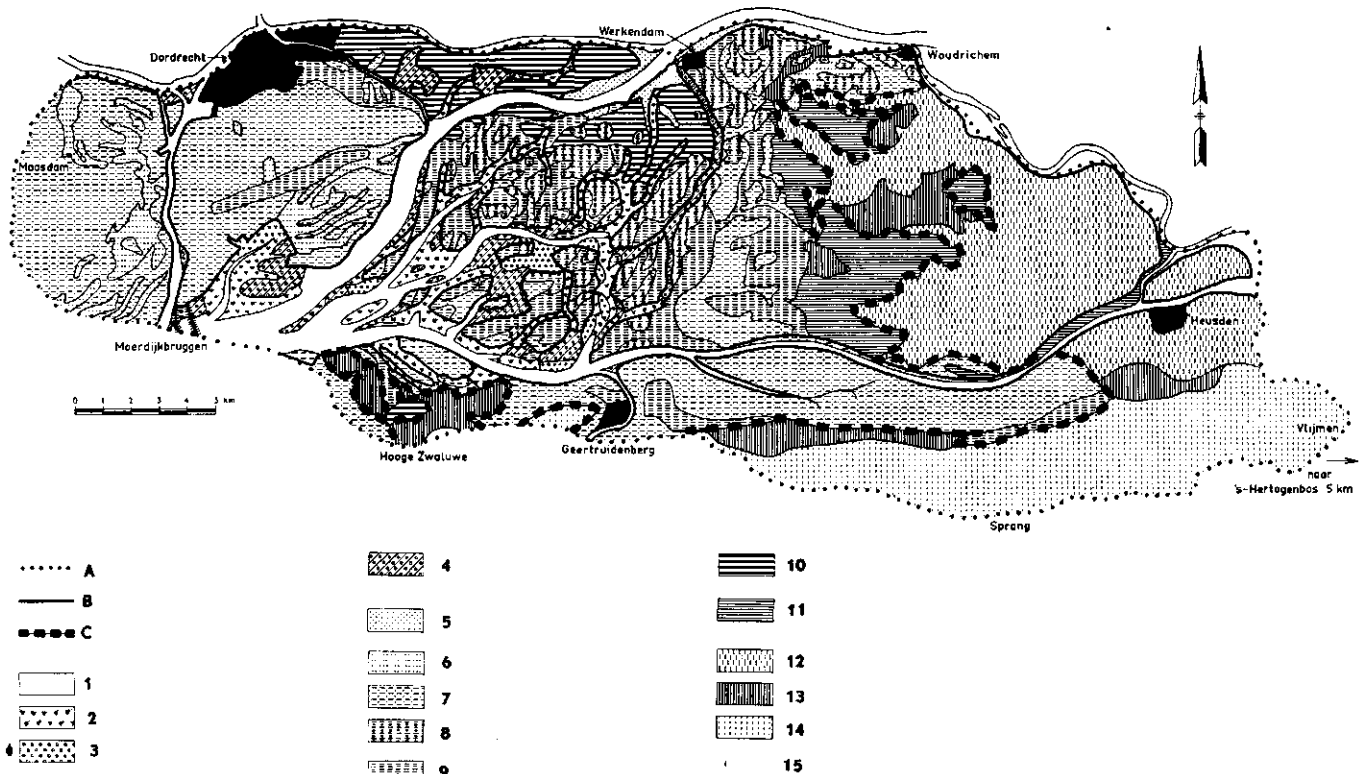
Kluit veen, geërodeerd uit de diepe geulen en aangespoeld op een slikplaat.
Vegetatie: *Scirpus lacustris* L. *ssp. glaucus* (Mattenbies) (SMITH) HARTMAN (Rdq).
(Sasseplaat).

Lump of peat, eroded out of the deep gullies and drifted ashore on a muddy silt flat.
Vegetation: Scirpus lacustris L. *ssp. glaucus* (SMITH) HARTMAN *(Rdq).*
(Sasseplaat).

FIG. 82.

De tegenwoordige bodemgesteldheid van het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard.

Present day soil condition in the area of the former Zuidhollandse Waard.



A. Omgrenzing van het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard
Boundaries of the area of the former Zuidhollandse Waard

B. Kaden en dijken die normale stormvloeden keren
Dikes higher than normal gale floods

C. Begrenzing van de afzettingen tegen het onbeïnvloede oude land (type 12–14) daterend na de St. Elisabethsvloed
Boundaries of the deposits after the "St. Elisabethsvloed" (high gale flood of 1421)

1. Open water met plaatselijk zandbanken
Open water, locally with sand-bars

2. Slikken, riet- en biezengorzen
Mud flats, marshes with reed and rushes

3. Grienden met een dun kleidek op een hoogliggende zandondergrond
Willow coppice on a thin cover of clay-loam on highly situated subsoil of fairly coarse sand

4. Grienden met relatief dik kleidek
Willow beds on a relatively thick silty clay-loam surface layer, without a highly situated sandy subsoil

5. Zeer hoog gelegen zandige oeverwallen overwegend met rivierduinkarakter
Very highly situated sandy natural levees predominantly riverdune-like

6. Lichte zavel, geleidelijk overgaand in een zandige ondergrond; slibhoudend dek dikker dan 80 cm
Sandy loam gradually merging into a sandy subsoil; silt-containing surface layer over 80 cm

7. Vrij sterk sloefige zavel geleidelijk overgaand in een zandige ondergrond; slibhoudend dek dikker dan 80 cm
Silt-loam and loam merging into a sandy subsoil; silt-containing surface layer over 80 cm

8. Iets sloefige kleigronden met slibhoudend dek dunner dan 80 cm, dat abrupt overgaat in matig fijn tot matig grof slibarm zand (zandplaatgronden)
Clay-loam and silty loam abruptly changing within 80 cm into relatively coarse sand

9. Iets sloefige kleigronden met slibhoudend dek dikker dan 80 cm meest via een gelaagde overgaand in zandige ondergrond
Clay-loam and silty clay-loam gradually merging into sandy subsoil

10. Iets sloefige zware tot zeer zware kleigronden, met binnen 80 cm meest een nog iets zwaardere compacte kalkarme laag in het profiel
Silty clay often with a non-calcareous layer in the profile

11. Over oude rivierklei uitwiggende dunnere zavelige en kleiige, min of meer sloefige afzettingen van nà de St. Elisabethsvloed
Thin cover of younger sediments lying over older river deposits dating from before the "St. Elisabethsvloed" (1421)

12. Rivierklei-afzettingen van vóór de St. Elisabethsvloed
River deposits dating from before the "St. Elisabethsvloed" (1421)

13. Veengronden ten dele met dikker of dunner dek van zware klei
Peat soils partly covered with silty clay layers

14. Pleistoceen zand, inclusief enige kleine complexen gebroken gronden
Pleistocene sand, including some transitional soils

15. Steden en dorpen
Towns and villages

2 t/m 4. Onbedijkte gronden, fysisch onrijp
Not embanked areas with physically unripe soils

6 t/m 14. Voornamelijk bedijkte fysisch rijpe gronden
Mainly embanked areas with physically ripe soils

FIG. 83.

De posities van het front van de Biesboschdelta met tussenpozen van 50 jaar (waar nodig geïnterpoleerd tussen de bekende posities van dit front, zoals die blijken uit fig. 78C t/m J).

Outlined positions of the front of the Biesbosch delta with intervals of 50 years (if necessary the frontlines have been interpolated between the known positions as shown in fig. 78C t/i J).

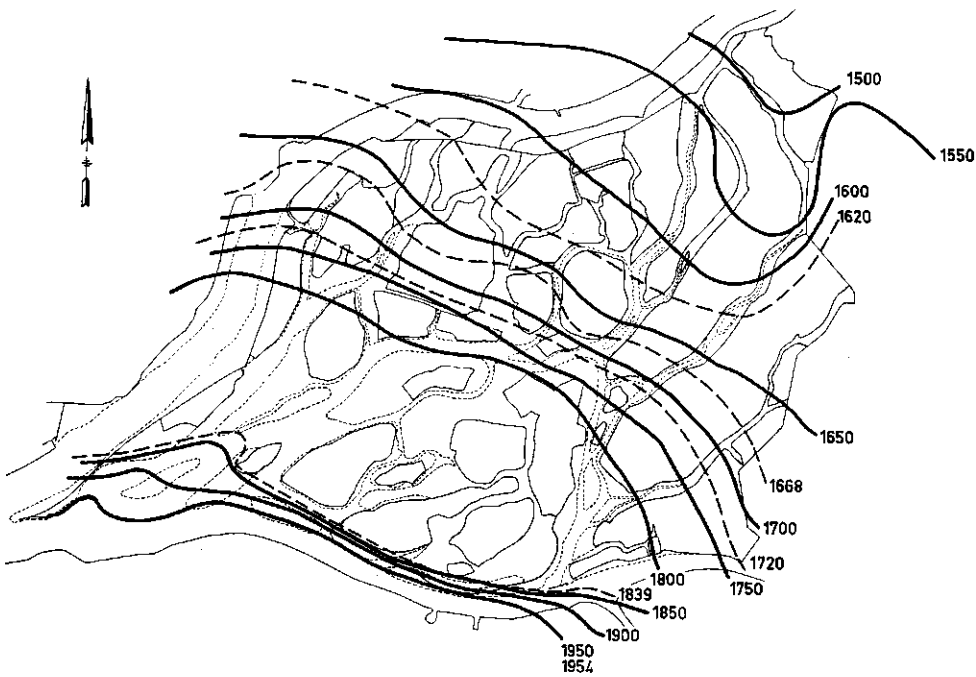


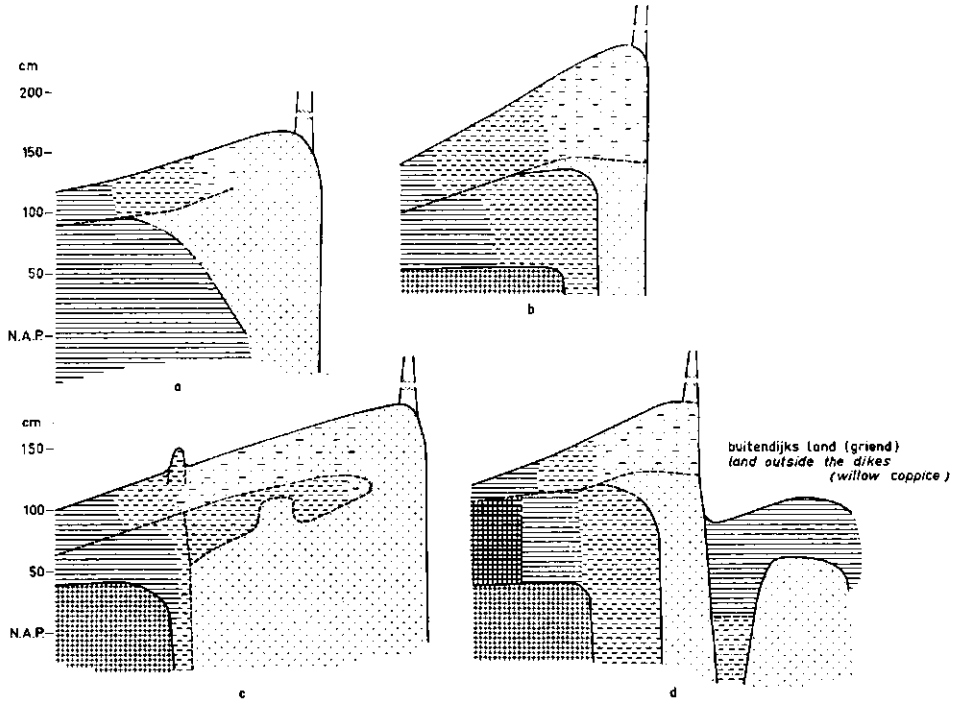
FIG. 84.

De zandige oeverwal breidt zich in een weiland langs de Merwede uit. (Kwellingen; ten oosten van Werkendam).

Sandy natural levee expanding into a pasture along the Merwede. (Kwellingen; east of Werkendam).

FIG. 85.

Schematisch beeld van de zandige hoge oeverstroken in het „waarden"gebied.
Sketch of the sandy high creek banks in the "waarden"-area.



a. Groeningswaard
b. Noord
c. Middelveld
d. Weren onder de Bakkerskil

kalkarme zware klei
clay poor in lime
zware klei (e en f)
silty clay (e and f)
matig zware klei (d)
silty clay-loam to silty (d)
lichte klei
light clay-loam
zavel tot sterk slibhoudende zand
loam to clay-containing sand
slibarm zand
sand poor in clay
dijken en oude kaden
dikes and old embankments

Luchtfotoarchief Stichting voor Bodemkartering; opname Geallieerde Luchtmacht 3-2-1945

FIG. 86.

Hoge zandige oeverwal langs de noordzijde van de Nieuwe Merwede (M). Het benoorden de Bandijk (B) liggende deel van het poldertje „Noord" was kort geleden geïnundeerd. De oeverwal ligt inmiddels weer droog (licht), het meer naar achter gelegen deel is nog nat (donker). Langs het haventje ligt opgebrachte grond.
Vergelijk de bodemkaart (bijlage 1).

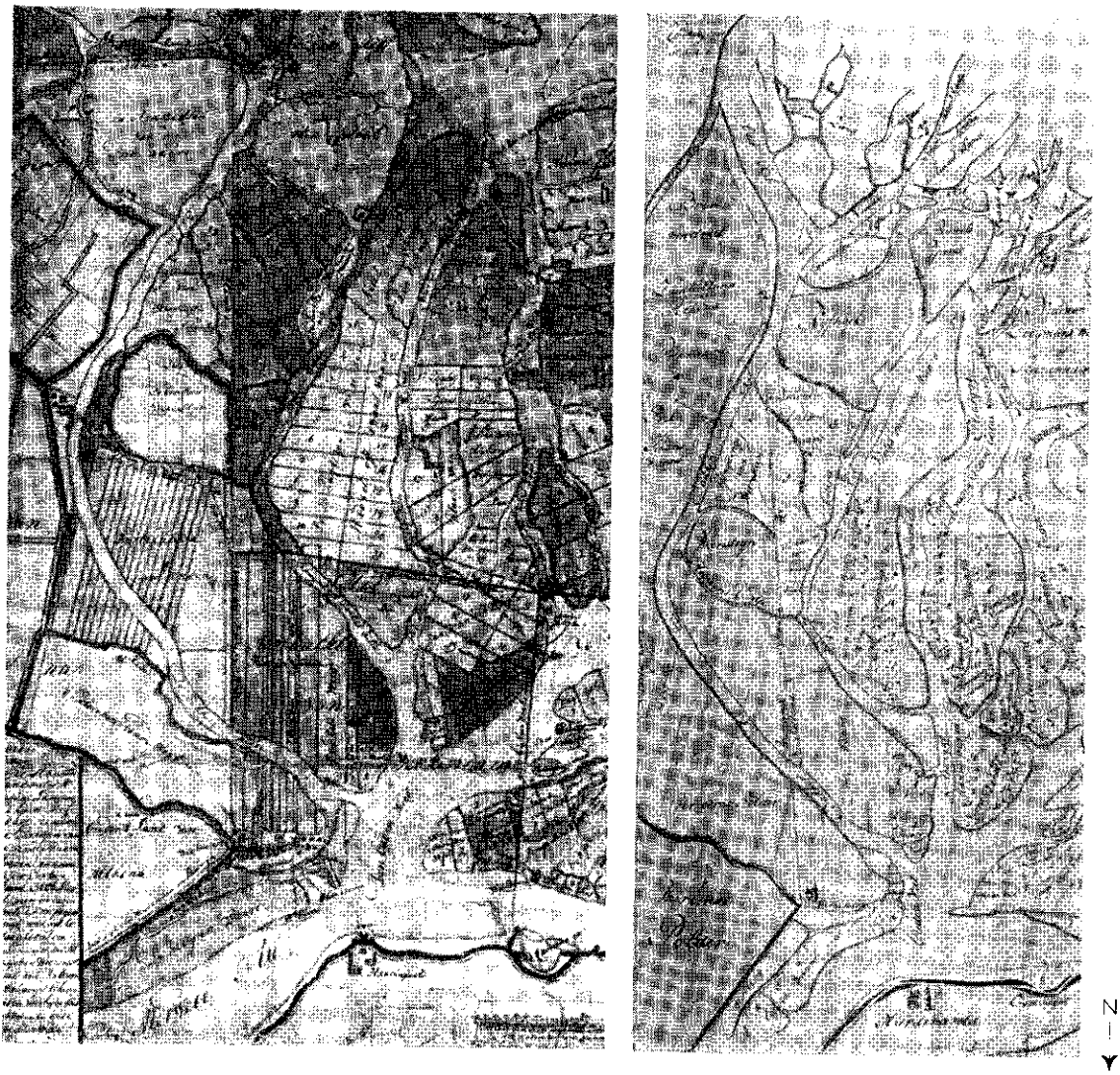
A = Polder Aart Floyenbosch, Jonge Janswaard.
S = Sneepkil, in het oosten afgesneden door een zandige oeverwal, die nagenoeg het gehele gebied buiten de dijk beslaat.
(Positie zie bijlage 4).

High sandy natural levee along the north side of the Nieuwe Merwede (M). *The part of the polder Noord situated north of the embankment ("Bandijk")* (B) *was inundated short before. The high natural levee is already dry (light), the lower parts behind are still wet (dark). Along the little harbour the soil is artificially raised.*
Compare the soil map (appendix 1).

A = *Polder Aart Floyenbosch, Jonge Janswaard.*
S = *Sneepkil, in the eastern part cut off by a sandy natural levee, that covers nearly the whole area outside the dikes.*
(Position see appendix 4).

B

A



N

FIG. 87.

De Middelwaard met omgeving, zoals deze op oude kaarten voorkomt (zie ook bijlage 4).
A. geeft de toestand weer omstreeks anno 1800.
B. anno 1684.

Aan het beeld van de verkaveling en de begrenzing van de oevers is te zien, dat er langs de Bruine Kil aan de noordnoordoostzijde van de Middel- of Dwarswaard (op de kaart van ca. 1800 staat Nelismannen Middel Dwarswaard) tussen 1684 en ca. 1800 een strook land is aangegroeid. Blijkens de bodemkaart is dit juist de hoge zandige oeverwal. Deze vindt dus haar oorsprong in genoemde periode.
(Merk op, dat de noord—zuidas „ondersteboven" ligt).

FIG. 87.

The Middelwaard with surroundings as shown on old maps (see appendix 4).
A. *represents the situation around anno 1800.*
B. *anno 1684.*

As shown by land division and limitation of the banks, alongside de Bruine Kil, north-north-east of the Middel- or Dwarswaard (Nelismannen Middel Dwarswaard on map of around 1800) a strip of land could grow. According to the soil map this accretion is just the high sandy creek ridge. Consequently the origin of the ridge turns back to the period between 1684 and 1800. (Notice the "upside down" north–south axis).

TABEL R. Zware-mineralenanalyse van enkele zanden in de Biesbosch (J. I. S. ZONNEVELD).

Monsternummer *Nr of sample*	Plaats *Location*	Diepte onder N.A.P. in cm *Depth below N.A.P. in cm*	Prep. no. juni 1956	toermalijn *tourmaline*	zirkoon *zircon*	granaat (kleurloos + rose) *garnet (colourless and pink)*	rutiel *rutile*	staurioliet *staurolide*	distheen *disthene*	andalusiet *andalusite*	sillimaniet korrel + fibroliet *sillimanite grain + fibrolite*	topaas *topaz*	epidoot *epidote*	saussuriet s.s. *saussurite*	alteriet s.l. *alterite*	hoornblende s.l. *horn-blende*	baz. hoornblende *bas. horn-blende*	augiet *augite*	hypersteen *hypersthene*	olivien e.d. *olivine a.c.*	titaniet Eifel *titanite Eifel*	titaniet s.l. *titanite s.l.*
17	Kroon	ca. 0—40	11313	9	—	13	—	2	2	—	—	—	6	8	26	10	7	11	1	1	3	1
53	Vogelenzang	ca. —30 → 20	11314	1	1	13	2	—	1	—	—	—	13	5	43	12	3	6	—	—	—	—
130	Sluisput Spieringsluis . . .	—130	11320	1	—	15	—	1	—	—	×	—	18	5	27	24	3	5	—	—	××	—
129	Sluisput Spieringsluis . . .	180	11319	3	—	9	—	2	1	—	1	—	12	10	34	19	2	3	—	—	—	—
128	Sluisput Spieringsluis . . .	230	11318	—	—	8	—	2	—	1	1	—	26	7	27	24	1	3	—	×	—	1
127	Sluisput Spieringsluis . . .	280	11317	—	—	3	—	2	—	1	—	—	17	10	36	28	—	3	—	—	—	—
126	onderste laag zand op veen rustend . . . . . *lowest sandy layer lying on peat*	380	11315	3	—	9	—	4	3	—	1	1	8	8	31	23	2	6	—	1	—	—
126*a*	onderste laag zand op veen rustend . . . . . *lowest sandy layer lying on peat*	380	11316	5	3	25	—	2	—	—	2	—	28	7	24	10	—	2	—	1	1	—
131	centrum van geel, kriskras gelaagd zand . . . . . *core of yellow, cross bedded sand*	250	11321	3	—	17	—	—	—	1	1	1	3	14	17	20	6	15	—	—	2	—

TABLE R. *Analyses of heavy minerals of some sands in the Biesbosch* (J. I. S. ZONNEVELD).

PART III

VEGETATION

FIG. 88.
Langs de Merwede bij Sleeuwijk.
Begroeiing van *Scirpus cf.* × *scheuchzeri*, BRÜGGER.
Oktober 1955.
Along the Merwede near Sleeuwijk.
Vegetation of Scirpus cf. × *scheuchzeri*, BRÜGGER.
October 1955.

X. DESCRIPTION OF THE PLANT COMMUNITIES IN THE LAND OF THE BIESBOSCH LYING OUTSIDE THE DIKES

The investigation techniques follow the French-Swiss school (see BRAUN-BLANQUET, FULLER and CONARD, 1932). More consideration was given, however, to the milieu conditions than is often done, judging from many publications of this school.

Floristic botany is intentionally kept in the background, though many disciples of this school seem to do quite the reverse. The classification of the vegetation within the region is carried out according to the main principle of the French-Swiss school, namely the characteristic combination of species, arranged so that the units lend themselves most easily to ecological study. Thereafter, these units are transposed into units in the "hierarchical" system of the French-Swiss school (Chapter XIII). In this way, the creation of new associations is avoided as much as possible, and the units which were identified were included as far as possible as sub-associations, variants and subvariants. Only one new association, characterized by a good number of species was identified.

In naming some of the communities which are characterized by strongly dominant species, the nomenclature current in the Scandinavian school was used.

We considered, however, that the extremely detailed analytical method used by the Scandinavians, which in our opinion falls as short in synthesis as some of the workers of the BRAUN-BLANQUET school do in analysis, was not suitable for the rough area studied and for the main aim of our investigation.

The vegetation units were for the most part named by using the names of one or two of the most important species for that community, e.g. the community of *Phragmites communis* and *Caltha palustris*, together with a symbol: G5.

The scientific name, which is used on the map and in the graphs according to the system of the French-Swiss school being a name liable to alteration, was used as little as possible.

The Latin names of the species correspond to the flora of HEUKELS and WACHTER (1952): *Beknopte schoolflora voor Nederland*, 8th. edition. The name of the author is only added in cases of deviation from this authority. Where the systematic name according the BRAUN-BLANQUET system is used without giving the name of the author, then the nomenclature can be found in: *Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland*, 2nd edition, by WESTHOFF, DIJK, PASSCHIER and SISSINGH (1946).

The major classification of the vegetation is as follows:

I. Vegetation of permanently submerged places (fig. 89), even at low water.

II. Vegetation of rough herbage ("ruigte") (fig. 96, 97, 100, 106, 107, 109, 110 and 112), and rush-marshes (fig. 91, 94, 104 and 105).

III. Vegetation of reed-marshes (fig. 111, 114 and 117).

IV. Vegetation of tidal forests and willow coppices (fig. 119, 125, 127, 129 and 130).

V. Vegetation of floating mats (fig. 113).

The division into the five major groups coincides with the difference in the characteristic species composition, in the dominant species, and in the visual appearance, as well as with the difference in environment and utilization of the vegetation. A further sub-division can be made within groups I, II, III and IV, according to differences in growth location due to geomorphology.

The divisions made are:

A. Vegetation of low banks (fig. 91) and low stream levees.

B. Natural levee vegetation (fig. 96).

C. Vegetation of small creek sides (fig. 100).

D. Vegetation of back swamp (fig. 104, 107 and 129).

These divisions are all characterized by a specific combination of species.

Within group D, a further sub-division is possible, between back swamps with the more or less firm soils and back swamps with weak soils.

A further sub-division exists in all the groups according to the elevation and the consequent influence of submergence. In appendix 7, the vegetation is shown schematically in relation to the milieu. The same figure is also included in the legend of the vegetation map, in order to give as easily as possible an impression of the ecological significance of the communities which have been distinguished. Such a representation is no more than an approximation, as is shown in chapter XI, since it is not possible to represent fully on a flat surface a system of more than two dimensions.

The reed-marshes have a separate section; they occur in similar conditions of soil and of hydrology as the rush-marshes and the rough herbage of medium and high locations. Man, through encouraging the reed by his activities of planting, cutting and ditching, is the major factor leading to the continued existence of large reed-marshes. The absolute dominant *Phragmites* (reed) determines to a great extent, the character of the milieu. The differences with the remaining rough herbage and rush-marshes are so great that separate reed-dominated communities must be made.

In the detailed Dutch text of this chapter, the communities are further described according to their appearance, characteristic species composition, and their milieu.

It is not possible to give a summary of these descriptions which gives more information than can be gained from the tables, photographs and diagrams, to which the readers attention is drawn (see the appendices 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 and the tables S, T and U).

The plant succession was studied in sample squares. The development of one of these squares was followed photographically, by taking a series of photographs from an electricity pylon (see fig. 131 with explanation).

In the initial phases, especially if the spot is not too lowlying, species appear, as a result of the lack of competition, which are obviously in a anomolous milieu, since when they are brought into contact with existing vegetation, competition leads to their rapid disappearance.

In the lower stages, the succession is mainly allogenic (TANSLEY, 1920). In the transition from the community V2 to V0, the autogenic (TANSLEY, 1920) element becomes important.

Back swamp vegetation is rarely found higher than 30 cms below mean high water level, because of man's interference. It would be expected that at that elevation, the vegetation would develop into the *Magnocaricion eletae* KOCH (1926) and thereafter to an *Alnion glutinosae* MALQUIT (1929), MEIJER DREES (1936).

The wood vegetation also has an influence on the undergrowth. This influence, however, is not so powerful as is the case in the reed-marsh. Furthermore, it is not a case of one dominant; various wood types occur in the tree and bush levels. All the vegetations which have a planted or natural "storey" of woody vegetation are grouped to the willow coppice and tidal forests, irrespective of their floristic composition. In this chapter, the conception exclusive and preferential species are used. These terms have the same significance as "regional

exclusive and preferential characteristic species" of the French-Swiss school (BRAUN-BLANQUET c.s., 1932). In this discussion, only the occurrence within the tidal area is considered. Although some rough herbage communities show more relative variations than some rough herbage with woodland undergrowth, the division wood — rough herbage — reed-marsh is considered more important than differences in floristic composition.

In general for the division wood — non-wood, we recommandate to apply this principle (characteristic species within and outside the wood formation). In chapter XIII this is discussed in detail.

Samples of *Chlorophyceae* and *Cyanophyceae* and *Diatomeae* were taken from a number of spots in the Biesbosch and from areas of transition to the brackish region and to the non-tidal region of the river, and from these samples the algae flora was determined by the specialists AM. TYGE CHRISTENSEN (Copenhagen), dr. J. TH. KOSTER (Leiden) and drs. A. VAN DER WERFF (Abcoude). These data are collected and arranged in the tables of appendix 14 and appendix 15. Little can be published on the soil moss flora which occurs only in the communities V1 and V0. Consideration is given to the epiphytic moss vegetation in BARKMAN (1953).

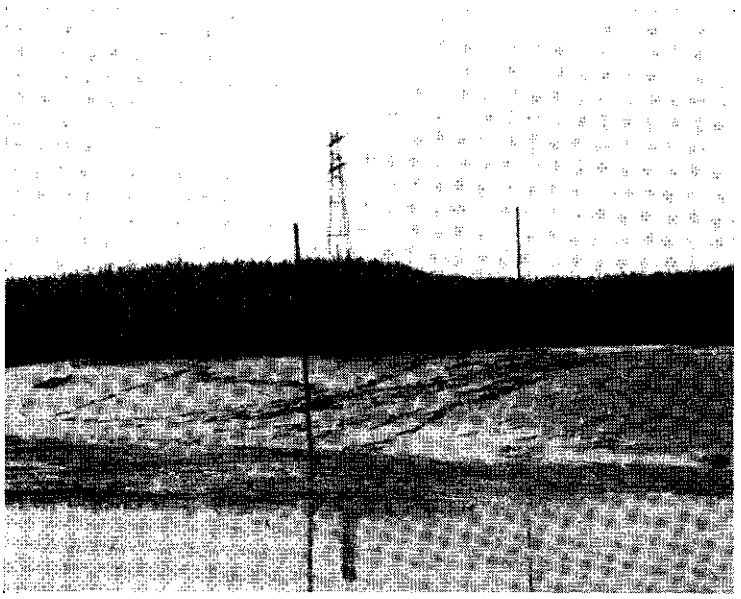


FIG. 89.

Gemeenschap van *Nuphar luteum* (Gele Plomp), *Potamogeton perfoliatus* (Doorgroeid Fonteinkruid) en *Potamogeton pectinatus* (Kamfonteinkruid) (V).

Op de voorgrond is de *Potamogeton*-vegetatie in een facies van *Pot. pectinatus* te zien. De verticaal geplaatste latten zijn „bakjeslatten" (III.2.4.).

Community of Nuphar luteum, Potamogeton perfoliatus and Potamogeton pectinatus (V).

In foreground facies with predominantly Potamogeton pectinatus. The vertical sticks are floodtop meters ("sticks with cups").

FIG. 91.

September 1952:

Gemeenschap van *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies) en *Scirpus maritimus* (Heen) (Rdq): facies op weke bodem.

Op de voorgrond: *Scirpus lacustris* ssp. *glaucus f. major.*

Daarachter: *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies).

Op de achtergrond: *Scirpus lacustris* ssp. *lacustris* f. *pendula.*

(Boerenplaat, Permanent kwadraat 3).

September 1952:

Community of Scirpus triqueter and Scirpus maritimus (Rdq). Facies on soft substratum.

In the foreground: Scirpus lacustris ssp. glaucus f. major.

Next behind: Scirpus triqueter.

In the background: Scirpus lacustris ssp. lacustris f. pendula.

(Boerenplaat; Permanent sample plot 3.).

FIG. 92.
Vegetatie van *Scirpus maritimus* (Heen) (Rdq à Rdh). Hoewel de flora een maximale hoogte aangeeft van 120 cm, is de bies hier manshoog.
Vegetation of Scirpus maritimus (Rdq à Rdh). The rushes here reach to man's height, though the flora gives a maximal height of 4 feet.

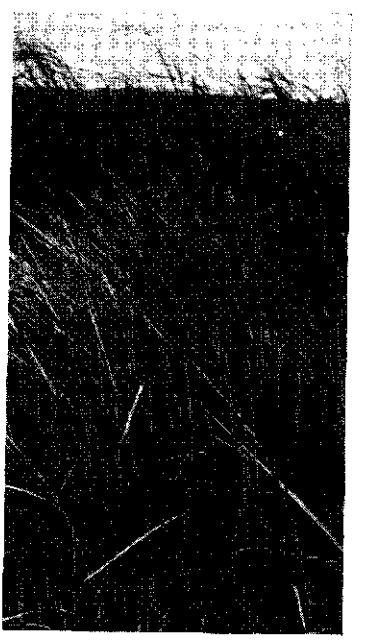


FIG. 93.
Scirpus triqueter (Driekantige Bies).

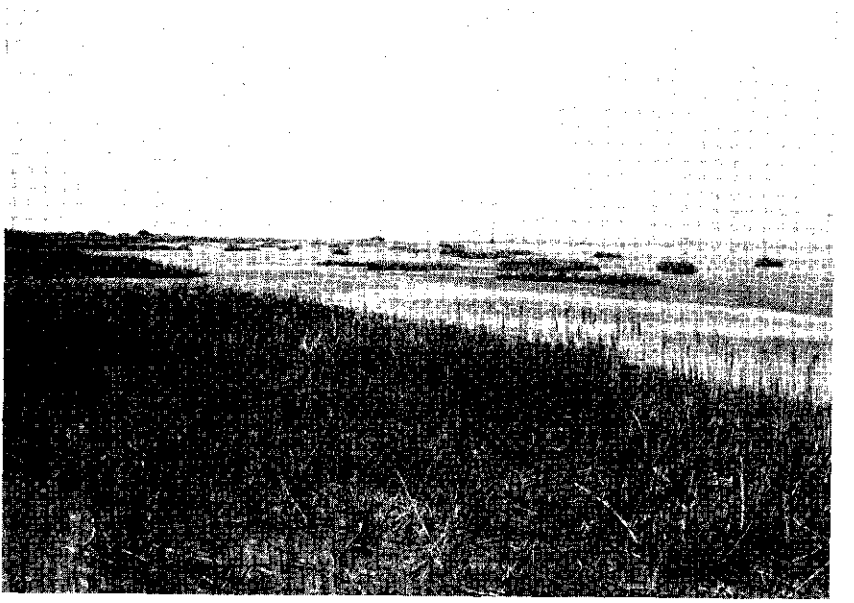


FIG. 94.

Oostelijke zijde van de Boerenplaat, naar het westen toe gezien. Op de voorgrond een oeverwal met de gemeenschap van *Scirpus maritimus* (Heen) en *Phalaris arundinacea* (Rietgras) (Rdh); op de achtergrond een slikvlakte met de gemeenschap van *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies) en *Scirpus maritimus* (Rdq) (voorjaar).

Cliché: Erts

Eastern part of the Boerenplaat with view to the west. In the foreground a natural levee with the community of Scirpus maritimus and Phalaris arundinacea (Rdh); in the background a mud-flat with the community of Scirpus triqueter and Scirpus maritimus (Rdq) (spring).

FIG. 96.

Een kleine kreek. Op de oeverwallen de gemeenschap van *Senecio paludosus* (Moeraskruiskruid), *Lythrum salicaria* (Kattestaart) en *Scirpus maritimus* (Heen) (Rc).

Op de voorgrond een zandrug van het schaarsysteem. Laag water (Boerenplaat). Zie ook fig. 97.

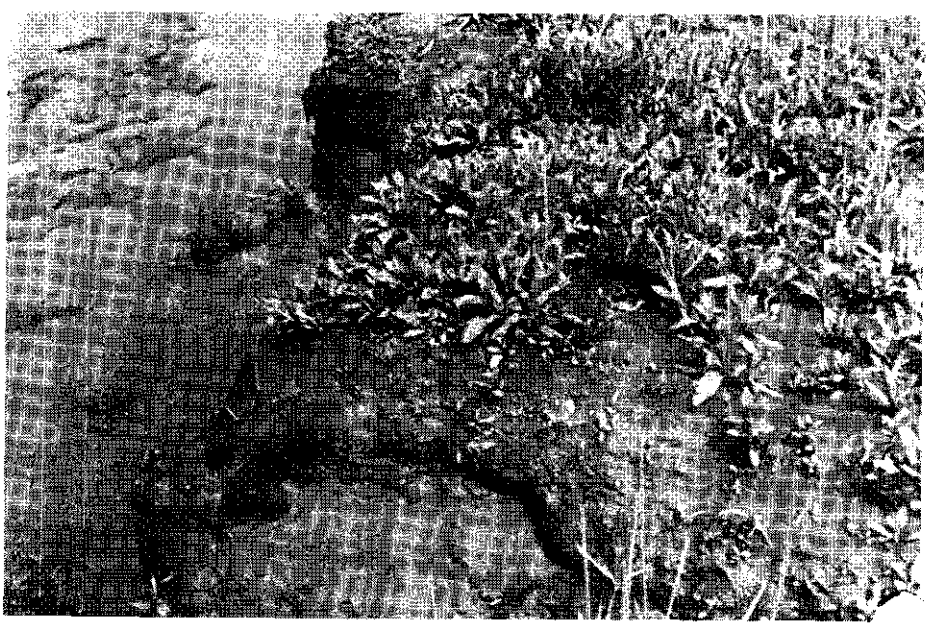
Small creek. On the levees the community of Senecio paludosus, Lythrum salicaria and Scirpus maritimus (Rc). In the foreground a sand ridge of the ebb and flood scour system.

Low tide (Boerenplaat). See also fig. 97.

Cliché: Natuur en Landschap

FIG. 97. *Cliché: Modder is gevaarlijk*
De kreek van fig. 96 in het vroege voorjaar.
The creek of fig. 96 in the early spring.

FIG. 100. Gemeenschap van *Veronica anagallis-aquatica* (Water-ereprijs) en *Polygonum hydropiper* (Waterpeper) (Rp).
Toestand in het voorjaar:
o.a. *Myosotis scorpioides* (Moeras-vergeet-me-niet)
Polygonum hydropiper (Waterpeper)
Veronica anagallis-aquatica (Water-ereprijs).
(Boerenplaat; mei 1953).
Community of Veronica anagallis-aquatica and Polygonum hydropiper (Rp).
Situation in the early spring:
a.o. Myosotis scorpioides
Polygonum hydropiper
Veronica anagallis-aquatica.
(Boerenplaat; May 1953).



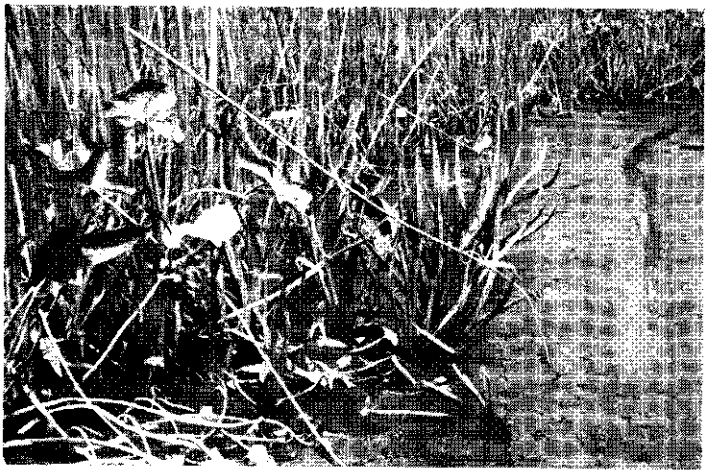


FIG. 104.
Gemeenschap van *Scirpus lacustris* (Mattenbies) en *Sagittaria sagittifolia* (Pijlkruid) (Rf).
Te zien zijn: *Scirpus lacustris* ssp. *lacustris* (Mattenbies), *Caltha palustris* (Dotterbloem), *Alisma plantago-aquatica* (Waterweegbree) en *Sagittaria sagittifolia* f. *sagittifolia* (Pijlkruid).

Community of Scirpus lacustris and Sagittaria sagittifolia (Rf).
Recognizable are: Scirpus lacustris ssp. lacustris, Caltha palustris, Alisma plantago-aquatica and Sagittaria sagittifolia f. sagittifolia.

FIG. 105.
Pionierbegroeiing op de Boerenplaat.
Gemeenschap van *Scirpus lacustris* (Mattenbies) en *Lythrum salicaria* (Kattestaart) (Rdf à Rdq).
Voorjaarsaspect. Te zien zijn: *Scirpus lacustris* ssp. *lacustris* (Mattenbies) en *Caltha palustris* (Dotterbloem). De hoogte is ca. 110 cm – M.H.W.
Let op de putjes in het slik rechts (VI.2.4.).

Initial vegetation on the Boerenplaat.
Community of Scirpus lacustris and Lythrum salicaria (Rdf à Rdq).
Situation in spring. Recognizable are: Scirpus lacustris ssp. lacustris and Caltha palustris. The elevation is about 110 cm – M.H.W.
Notice the holes in the silt right below (Chapter VI).

FIG. 106.

Gemeenschap van *Typha latifolia* (Grote Lisdodde) en *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum* (Egelskop) (Re). Permanent kwadraat 7; Zuider Jonge Deen). Zie ook fig. 107.

Voorjaar, mei 1953. Aspectbepalend zijn: *Caltha palustris* (Dotterbloem) en *Typha latifolia* (Grote Lisdodde). Deze laatste zowel met de oude dode resten als met de jonge spruiten.

Community of Typha latifolia and Sparganium erectum ssp. polyedrum (Re).
(Permanent sample plot 7; Zuider Jonge Deen). See also fig. 107.
Spring, May 1953. Aspect determined by: Caltha palustris and Typha latifolia. The latter with dead old stems and young shoots.

FIG. 107.

Nazomer (vergelijk fig. 106). Permanent kwadraat no. 7.

Links: *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum* (Egelskop), ook *Scirpus lacustris* ssp. *lacustris* (Mattenbies).

Rechts: o.a. *Phalaris arundinacea* (Rietgors).

Achter: *Typha latifolia* (Grote Lisdodde).

Late summer (see fig. 106). Permanent sample plot nr. 7.

To the left: *Sparganium erectum ssp. polyedrum and Scirpus lacustris ssp. lacustris.*

To the right: *Phalaris arundinacea.*

In the background: *Typha latifolia.*

FIG. 109.

Gemeenschap van *Typha latifolia* (Grote Lisdodde) en *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde) (Rce).

Zomeraspect met *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde) en *Caltha palustris* (Dotterbloem). P.K. 6.

Community of Typha latifolia and Typha angustifolia (Rce). Aspect in summer with Typha angustifolia and Caltha palustris. P.K. 6.

FIG. 110.

Voorjaarsaspect van de gemeenschap *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde) en *Caltha palustris* (Dotterbloem) (vergelijk fig. 109). P.K. 6.

Aspect in spring with Typha angustifolia and Caltha palustris (see fig. 109). P.K. 6.

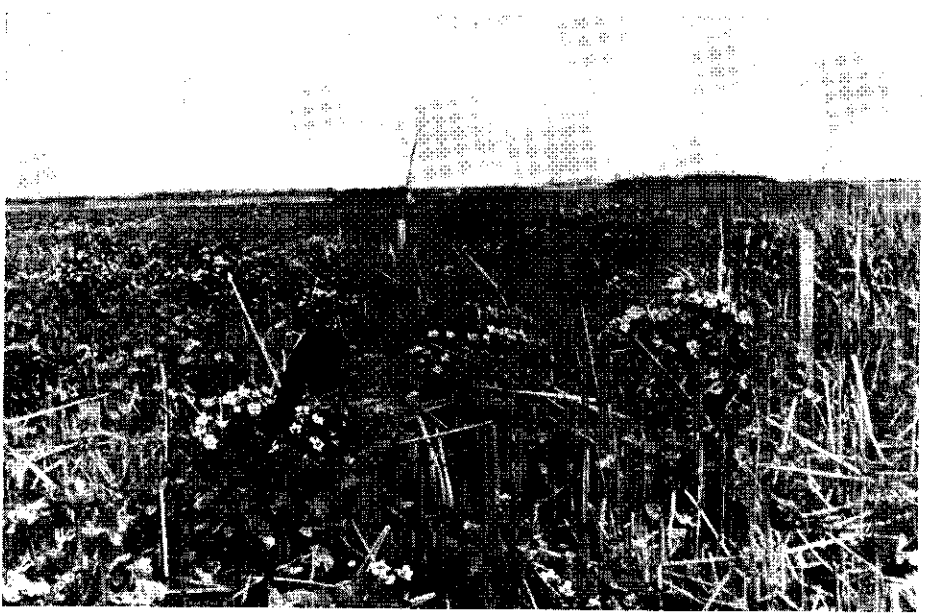


FIG. 111.
Rietgors in de winter; aan de rand, waar het gewas erg ijl stond. De grote lengte is duidelijk te zien.

The fringe of a reed-marsh in winter. The crop stood very thin. The height of the reed is striking.

FIG. 112.
Gemeenschap van *Stachys palustris* (Moerasandoorn), *Typha latifolia* (Lisdodde) en *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum* (Egelskop) (Reh) op een natuurlijk, vrij hoog gors (30 à 40 cm ~ M.H.W.). *Typha latifolia* (Lisdodde), *Phalaris arundinacea* (Rietgras), *Stachys palustris* (Moerasandoorn). Op de achtergrond een rietzoom, die op de overgang van kom naar oeverwal groeit. (Roode Vaart; zomer 1951).

Community of Stachys palustris, Typha latifolia and Sparganium erectum ssp. polyedrum (Reh) on a natural fairly high, accretion (30 a 40 cm – M.H.W.).
Typha latifolia, Phalaris arundinacea, Stachys palustris o.a.
In the background a reed belt, growing on the transition of back swamp to levee. (Roode Vaart; summer 1951).

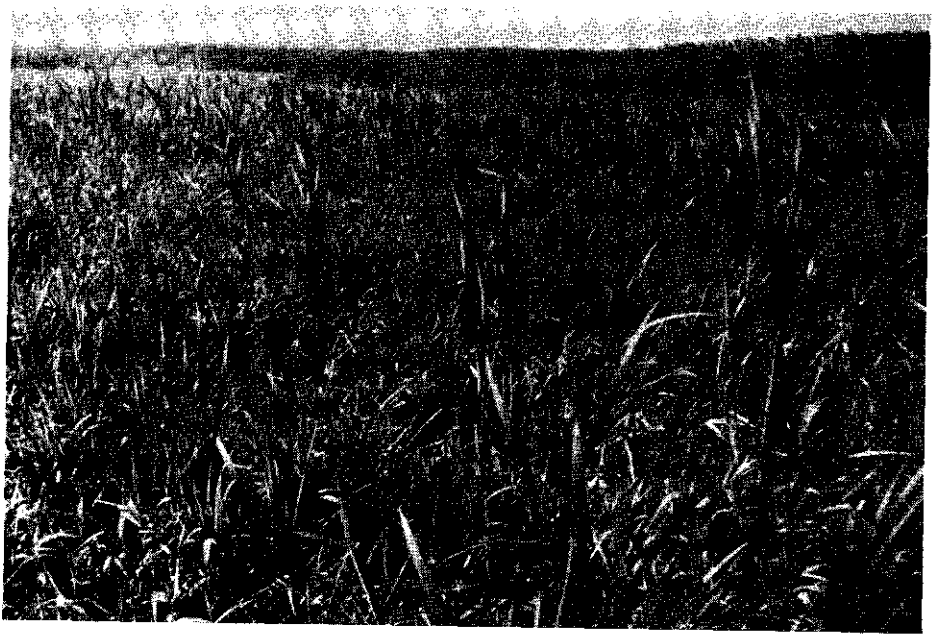
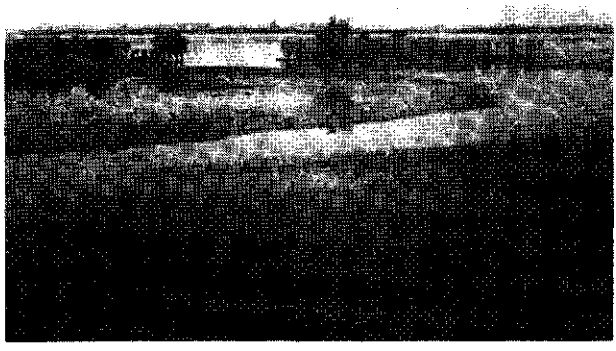


FIG. 113.
Drijftilbegroeiing (IV).
Te zien zijn: *Myosotis scorpioides* (Moeras-vergeet-me-niet), *Impatiens noli-tangere* (Springzaad), *Bidens frondosus* (Tandzaad), *Symphytum officinale* (Smeerwortel) *Mentha aquatica* (Watermunt) *Stachys palustris* (Moerasandoorn) e.a.
Vegetation of floating mats (IV).
Recognizable are: Myosotis scorpioides, Impatiens noli-tangere, Bidens frondosus, Symphytum officinale, Mentha aquatica, Stachys palustris a.o.

FIG. 114.
Rietgors in het voorjaar bij hoog water.
Duidelijk zijn de oeverwallen langs de kreken te zien aan de hoger boven water uitstekende rietstoppels. Op de voorgrond en links boven ziet men een geheel geïnundeerde kom. In het midden de kreek.



Reed-marsh in spring at high tide. The natural levees along the creeks are sharply marked by the higher emerging reed stubbles.
In the foregrond and at the top left a totally inundated back swamp.
In centre the creek.

FIG. 117.

Caltha-rijke gemeenschap van *Phragmites communis* (Riet) en *Caltha palustris* (Dotterbloem) (G5r).
Op de achtergrond de typen G5 (plaatselijk G5r) (Boerenplaat; mei).

Community of Phragmites communis and Caltha palustris, rich in Caltha (G5r).
In the background the types G5 *(locally G5r) (Boerenplaat; May).*

FIG. 119.

Gemeenschap van *Salix* (Wilg), *Apium eu-nodiflorum* Thlng. (Knoopbloemige Moerasscherm) en *Rumex obtusifolius* ssp. *silvester* (Bosridderzuring) (V4) en de gemeenschap van *Salix*, *Cardamine amara* (Bittere Veldkers) en *Vaucheria* (Nopjeswier) (V3q).

Spontaan vloedbos bij hoog water. De wilgenboom in het midden is een *Salix fragilis*.

(Kooibos, Visplaat).

Community of Salix, Apium eu-nodiflorum Thlng. and Rumex obtusifolius ssp. silvester (V4) and the community of Salix, Cardamine amara and Vaucheria (V3q).

Spontaneously grown tidal forest at high tide. The willow tree in centre is a specimen of Salix fragilis.

(Duck decoy tree belt; Visplaat).

FIG. 125.

Gemeenschap van *Salix alba* (Wilg), *Cardamine amara* (Bittere Veldkers) en *Anthriscus silvestris* (Fluitekruid) (V3). Voorzomeraspect met *Valeriana officinalis* (Valeriaan).

Voorts zijn te zien:
Anthriscus silvestris (Fluitekruid), *Symphytum officinale* (Smeerwortel), *Phalaris arundinacea* (Rietgras), *Phragmites* (Riet).

Community of Salix alba, Cardamine amara and Anthriscus silvestris (V3). Situation in the early summer with Valeriana officinalis.

Further: Anthriscus silvestris, Symphytum officinale, Phalaris arundinacea, Phragmites communis.

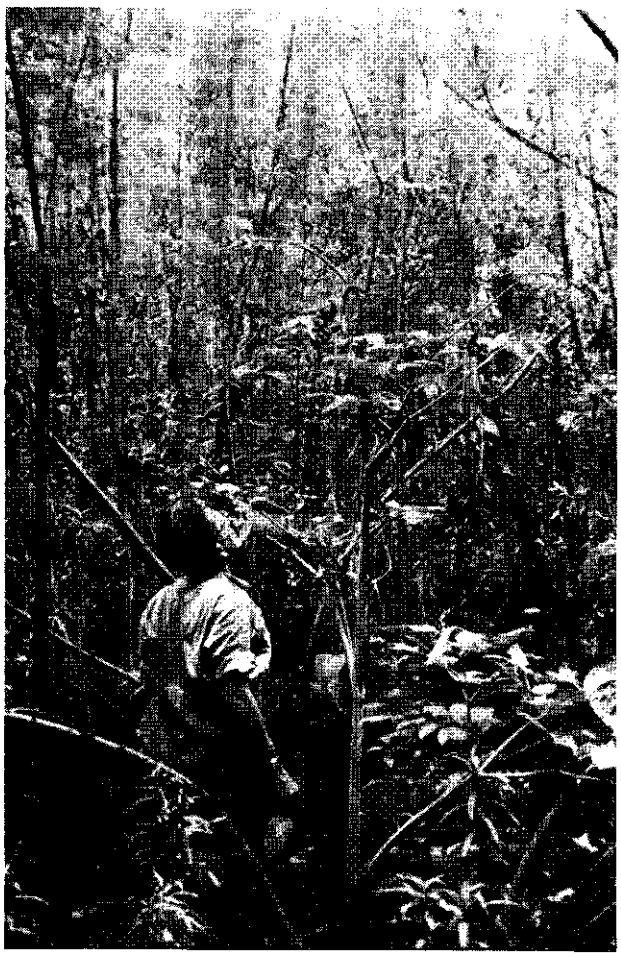


FIG. 127.

Angelica archangelica (Aartsengelwortel) in griendtype V4. (Groene plaat; zomer 1953).

Angelica archangelica in community V4. (Groene plaat; summer 1953).

FIG. 129.
Gemeenschap van *Salix purpurea* (Bittere Wilg) en *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum* (Egelskop) (V6) in een verwaarloosde griend.
Op de voorgrond *Caltha palustris* (Dotterbloem). (Oude Keizersdijk).

Community of Salix purpurea and Sparganium erectum ssp. polyedrum (V6) in a neglected willow coppice. In the foreground Caltha palustris. (Oude Keizersdijk).

FIG. 130.
Kruidenarme griend (V7) tot gemeenschap V4. Laag water (Grienden van De Dood); zomer).

Willow coppice, poor in herbs (V7) to community of type V4. Low tide („Grienden van De Dood"; summer).

FIG. 131.

Successie op een jonge plaat. (Permanente proefvlakte A, fotografisch gevolgd uit hoogspanningsmast nr. 30).

Blijkens de luchtfoto's van de Geallieerde Luchtmacht bestond de plaat in maart 1945 uit puur zand, zonder vegetatie. In 1948 waren verscheidene kleine haarden *Scirpus maritimus* (Heen) en *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies) aanwezig. Ook kwam een pol *Butomus umbellatus* (Zwanenbloem) voor.
In 1950 was een min of meer slibhoudend dek aanwezig, variërend van 30–75 cm dikte. In het midden van het vlakke deel was het substraat vrij week. Transect B (zie bijlage 6) werd op deze plaat opgenomen.
Volgens een opname in december 1956 bleek de plaat aan de oevers, vooral aan de zuidzijde, ca. 20 cm te zijn opgeslibd. Het middelste gedeelte nam weinig in hoogte toe. Zo ontstond dus een differentiatie tussen kom en oeverwal.
De hoogte in 1950 was reeds geschikt voor de middelhoge ruigten (Rc, Rce en Re). Ten gevolge van de snelle groei van de plaat en de grote stroomsterkte was de plaat in die tijd nog niet met deze typen begroeid. De vegetatie kon echter worden gerekend tot de gemeenschap Rdq. Zij bestond voornamelijk uit pollen *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies) (t) en *Scirpus maritimus* (Heen) (m). Er werd reeds een kleine pol *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde) (a) aangetroffen. De verschillende pollen breidden zich sterk uit en gingen elkaar overal raken. Daarbij werd *Scirpus triqueter*, die minder fors is dan *Scirpus maritimus*, door de laatste volkomen overgroeid. Na 1953 kon er van *Scirpus triqueter*, midden op de plaat, niets meer worden bespeurd.
Butomus, die in de lage kom Rf zijn actuele optimum heeft, kon op deze hoge plaat de concurrentie met *Scirpus maritimus* evenmin volhouden.
Naarmate de vegetaties zich meer sloten en de oeverwal-komvorming voortschreed, begonnen zich afwateringskreken te vormen. In 1951 was het eerste begin duidelijk te zien (bij K) terwijl in 1952 de kreek (k) reeds goed was ontwikkeld. In 1954 trad naast de beide *Typhae* een derde tot de middelhoge ruigten (Rce) behorende plant op, namelijk *Phragmites* (Riet). De *Typhae* hadden zich intussen sterk uitgebreid en de *Scirpus maritimus*-pollen hadden zich geheel aaneengesloten. Het is duidelijk te zien, dat de vitaliteit van deze pollen aan de randen het sterkst is. Op deze relatief hoge modderiger wordende plaat is het binnenste deel van de pollen spoedig minder vitaal.
Op de linkerfotohelften wordt getoond, dat tot 1956 de buitenste rand van de pol *Scirpus maritimus* zich naar de rand van de plaat uitbreidt. In 1956 is het polkarakter nauwelijks meer te herkennen. De opdringende rand *Scirpus maritimus* heeft meer het karakter van een opdringend recht front gekregen.
In 1956 komt links boven de letter k een pol van *Scirpus lacustris ssp. glaucus* (= *Scirpus tabernaemontani*) (Steenbies) voor. Voor 1952 kwamen enkele kleine pollen van deze pionier (of nauwverwante overgangsvorm) ook midden op de plaat voor.
Op de foto's is voorts duidelijk het verschil in seizoenaspecten te zien. De *Typhae* zijn in het voorjaar donkerder, in het najaar lichter dan hun omgeving.
Langs de afwateringsgeul (k) valt in het voorjaar (april 1953) de begroeiing met *Vaucheria cf. compacta* (Nopjeswier) op; dit is de initiaalfase van de „kleine kreekoevergemeenschap" Rp. In de zomer en herfst is dit wier veel minder vitaal.

FIG. 131.

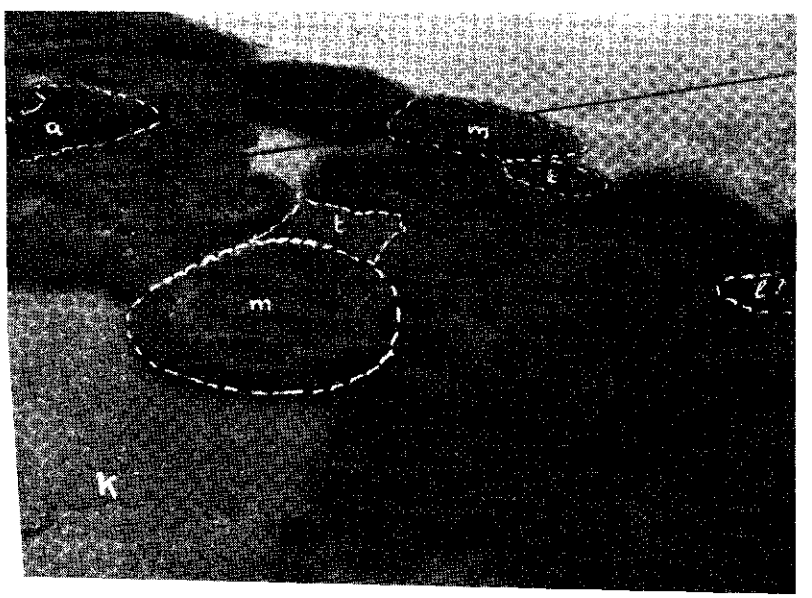
Succession on a young flat. Permanent sample plot A. Photographically recorded out of electricity pylon nr. 30.

According to the aerial photographs of the Allied Air Forces in March 1945 the flat was a bar accretion of pure sand, without any vegetation. In 1948 already various small centres of Scrirpus maritimus and Scirpus triqueter occurred. At that time also a stand of Butomus umbellatus was found. In 1950 the flat was covered by a more or less silty layer of 30-75 cm. In the centre of the flat part this deposits were rather soft. Transect B (see appendix 6) was recorded on this flat.
*According to a record, taken in December 1956, it appeared that the flat along the borders, especially along the south-side, was silted up to about 20 cm. The inside part increased little in height. In this way back swamp and natural levee could come to difference. In 1950 the height of the flat was already suitable for the medium high rough herbages (*Rc, Rce *and* Re*).*
In consequence of the rapid extension and the strenght of current in that period the flat was not yet overgrown by this types. The vegetation could be classed to the community Rdq, principally existing of stands Scirpus triqueter (t) and Scirpus maritimus (m). A small stand of Typha angustifolia already appeared.
Then the various stands extended strongly and reached each other everywhere. Attended with this extension the little robust Scirpus triqueter got overgrown by the much stronger Scirpus maritimus. According by Scirpus triqueter completely disappeared from the centre of the flat after 1953.
As little as Scirpus triqueter, Butomus, with actual top in the low back swamp Rf, could compete with Scirpus maritimus at the high flat.
As vegetation grew together and levee–back swamp formation proceeded, small drainage gullies came to development. In 1951 this creek formation could already be noticed (see k). The creek was well-developed in 1952.
In 1954 a third plant belonging to the community of medium-high rough herbages (Rce), Phragmites, appeared beside the two Typhae. In the meantime the extension of the two Typhae was increased strongly and the stands of Scirpus maritimus were grown together. It is evident, that the vitality is the highest at the outside edge of these stands. On these relative high, muddier growing flats, the inside parts of the centres become less vital soon. Until 1956 the outside edge of the stand Scirpus maritimus extended to the border of the flat. This is shown at the left sides of the photographs. In 1956 the stand-form is hardly recognizable. The outside extension edge of Scirpus maritimus has obtained the character of a forward pressing frontline.
In 1956 a stand of Scirpus lacustris ssp. glaucus (=Scirpus tabernaemontani) appeared (left-above letter k). Before 1952 some small stands of this pioneer (or closely related transition form) occurred too in centre of the flat.
At the photographs the difference in seasons is quite apparent.
In spring the Typhae are darker, in autumn lighter coloured than their surroundings.
Alongside the drainage creek (k) in April 1953, the overgrowth of Vaucheria cf. compacta the initial phase of the "small creek levee community" Rp can be noticed. In summer and autumn these algae are much less vital.

Ter oriëntatie zijn enkele individuele pollen omlijnd:
For orientation some individual stands are encircled:

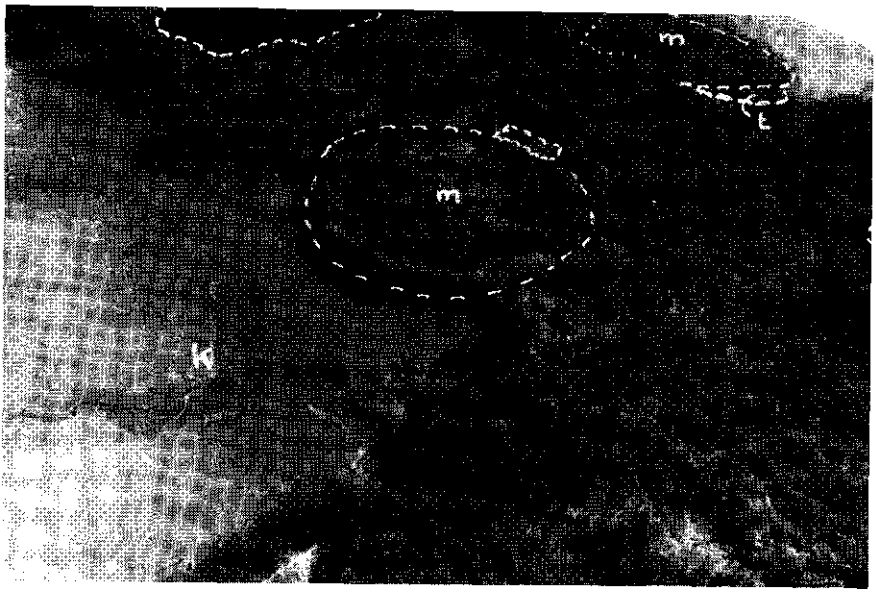
m = *Scirpus maritimus* (Heen) (meestal inclusief *Phalaris*-pollen)
(mostly stands of Phalaris included)
t = *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies)
a = *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde)
l = *Typha latifolia* (Grote Lisdodde)
p = *Phragmites communis* (Riet)
r = *Phalaris arundinacea* (Rietgras)

Voorzomer 1950
Early summer 1950

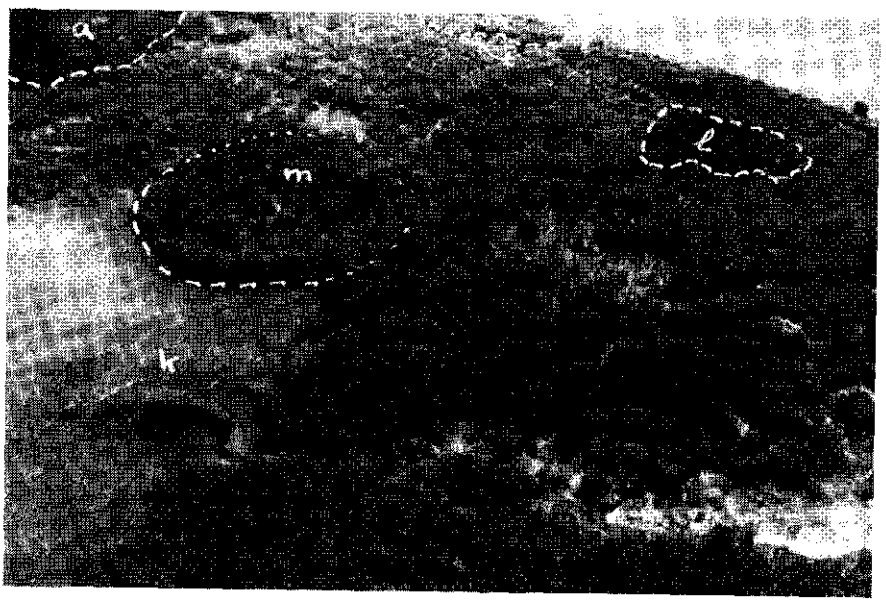


Zomer 1951
Summer 1951

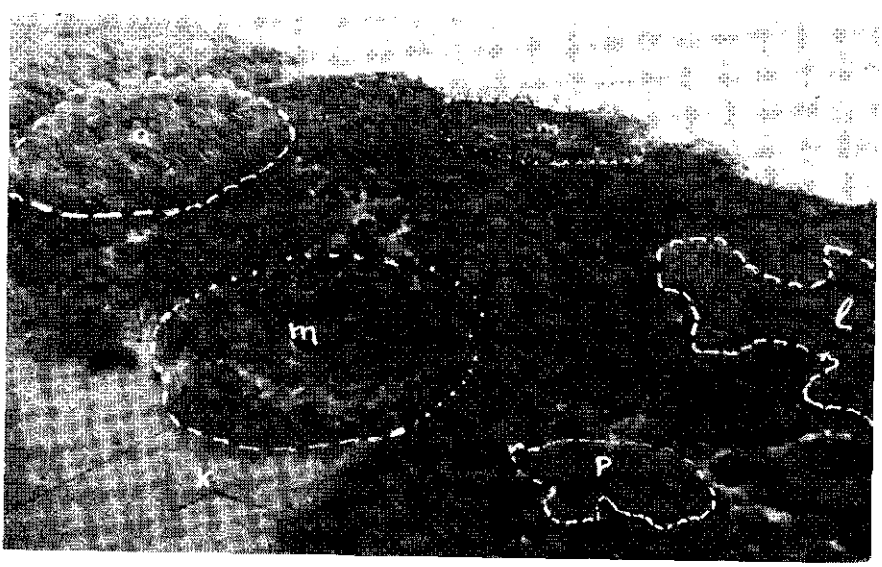
Nazomer 1952
Late summer 1952

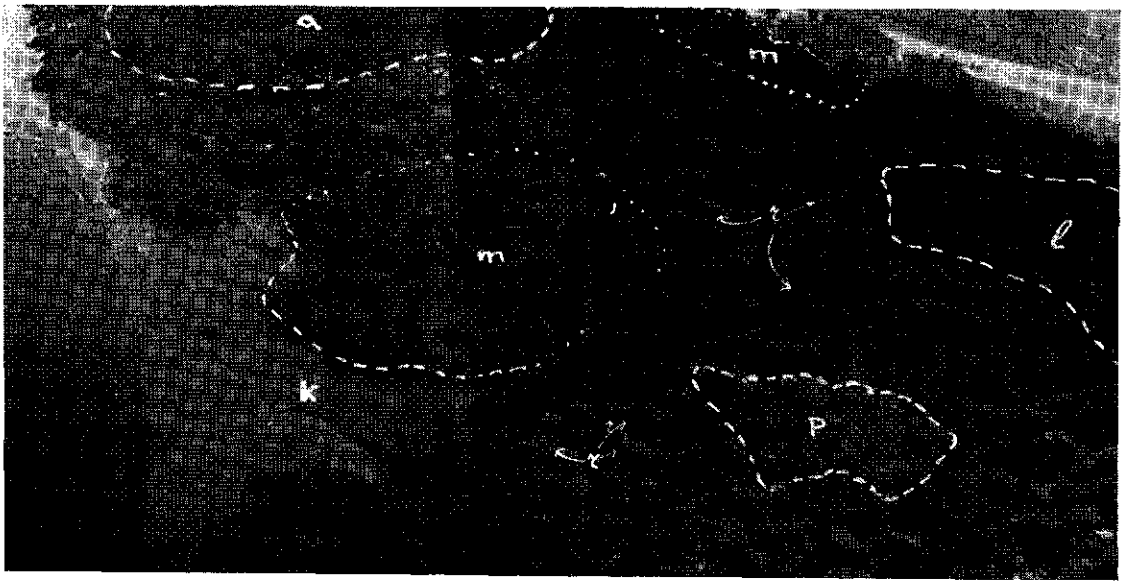


April 1953
April 1953

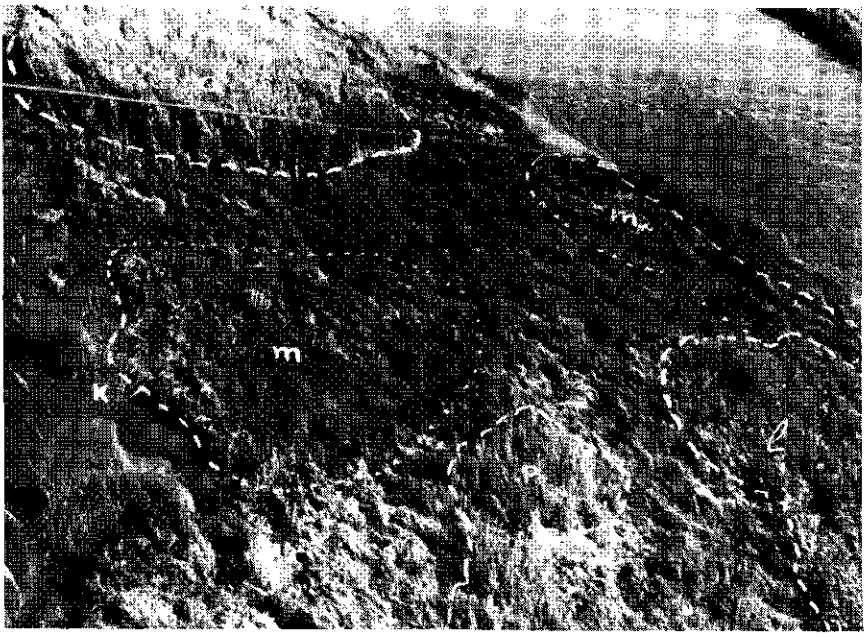


November 1954
November 1954





Juli 1955
July 1955



Oktober 1956
October 1956

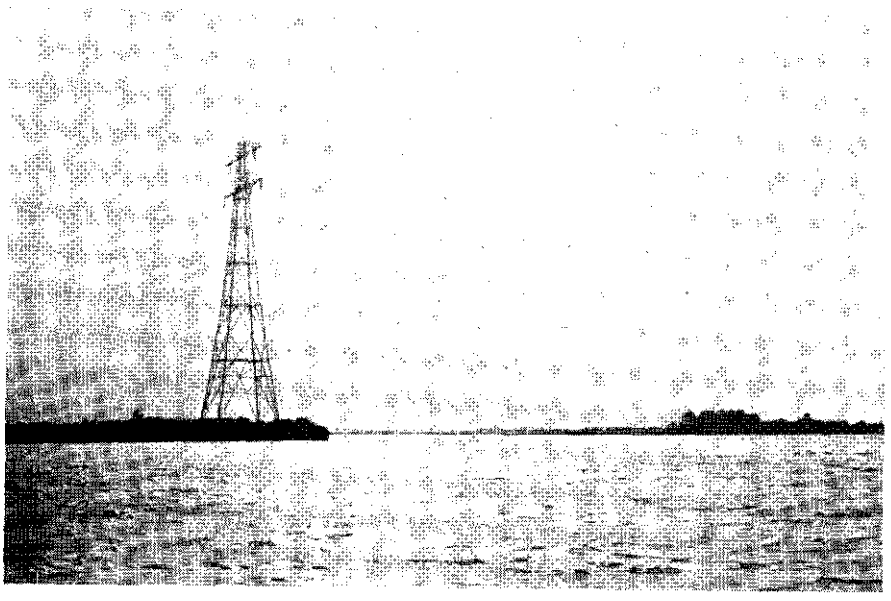


FIG. 131*h*.

Hoogspanningsmast nr. 30, van waaruit de serie opnamen van de zich ontwikkelende plaat werd gemaakt.
Een deel van de plaat is links zichtbaar. Gezicht naar het westen. Rechts de polder Maltha.

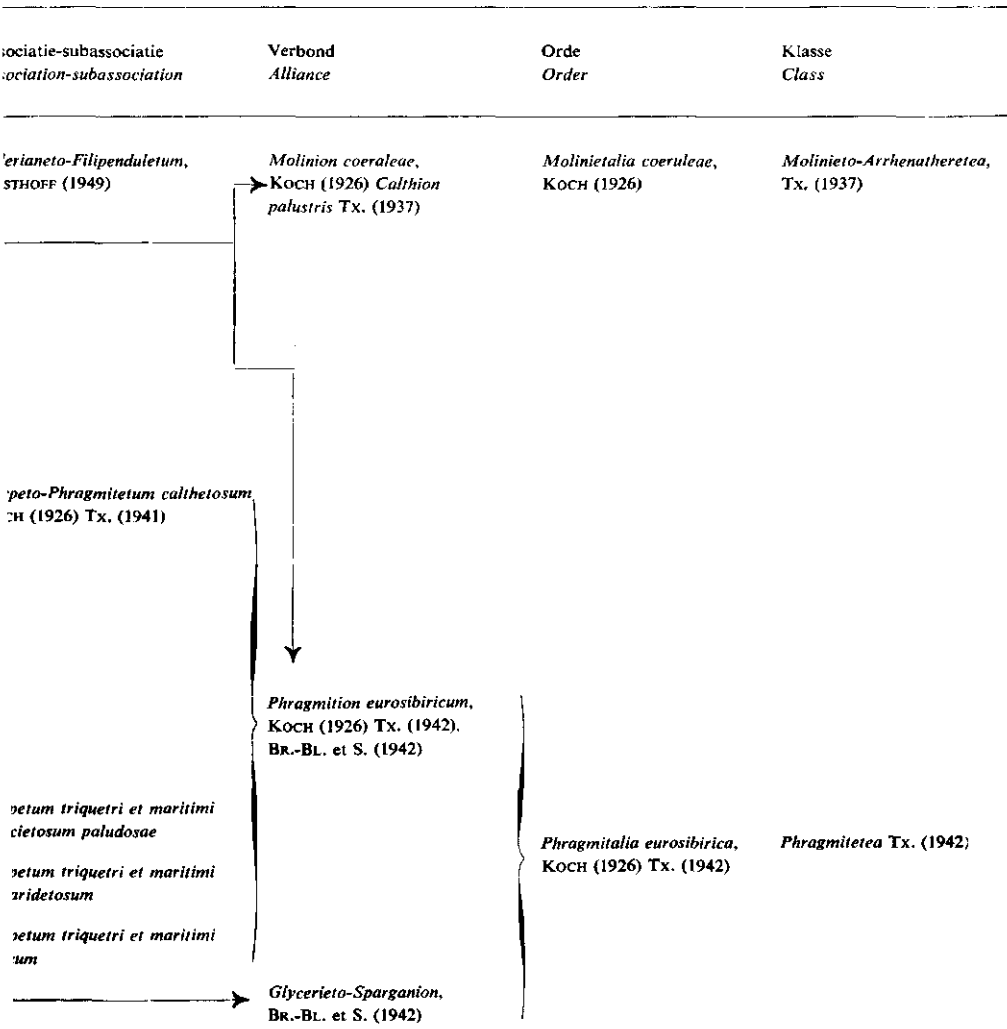
The photographs of the developing flat have been taken out of electricity pylon nr. 30.
A part of the flat is visible at the left side of this picture. View to west. At the right the polder Maltha.

TABEL S. De plantengemeenschappen van ruigten en biezengorzen.

	Gemeenschap *Community*	Subvariant	Variant
Oeverwal *Natural levee*	Ra Gemeenschap *Community* van *Heracleum sphondylium*, & *Valeriana officinalis*		
	Rb Gemeenschap *Community* van *Epilobium hirsutum*, & *Phalaris arundinacea*		
Kom *Back swamp*	Reh Gemeenschap *Community* van *Stachys palustris*, *Typha latifolia*, & *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum*		*Stachys*-rijke variant *Variant rich in Stachys*
	Re Gemeenschap *Community* van *Typha latifolia*, & *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum*	Typische subvariant van de *Typical subvariant of the*	Typische variant *Typical variant*
	Rce Gemeenschap *Community* van *Typha latifolia*, & *Typha angustifolia*	*Typha angustifolia*-rijke subvariant van de *Typha angustifolia-rich subvariant of the*	
	Rf Gemeenschap *Community* van *Scirpus lacustris*, & *Sagittaria sagittifolia* f. *sagittifolia*	Typische subvariant van de *Typical subvariant of the*	*Sagittaria*-rijke variant in *Variant, rich in Sagittaria*
	Rdf Gemeenschap *Community* van *Scirpus lacustris*, & *Lythrum salicaria*	*Lythrum*-rijke subvariant van de *Lythrum-rich subvariant of the*	
Pioniervegetatie, oever, oeverwal *Initial vegetation, bank, and natural levee*	Rc Gemeenschap *Community* van *Senecio paludosus*, *Lythrum salicaria*, & *Scirpus maritimus*		
	Rdh Gemeenschap *Community* van *Scirpus maritimus*, & *Phalaris arundinacea*		
	Rdq Gemeenschap *Community* van *Scirpus triqueter*, & *Scirpus maritimus*		
	Rp Gemeenschap *Community* van *Veronica anagallis-aquatica*, & *Polygonum hydropiper*		

De aan deze indeling ten grondslag liggende opnamen zijn, voor zover het de oeverwalvegetaties betreft, verenigd in bijlage
The underlying records of this division are collected for the natural levee vegetations in appendix 9, for the back swamp vegetatio

TABLE S. *Communities of rough herbages and marshes of rushes.*



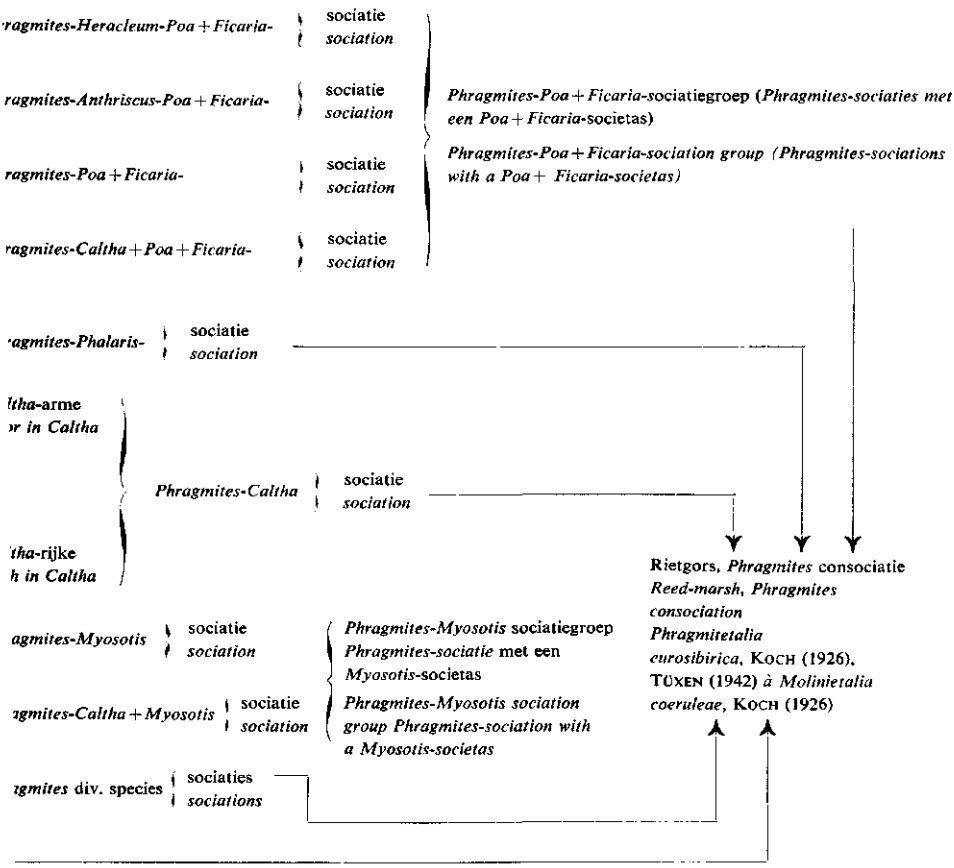
betreft de komvegetaties in bijlage 10.
ndix 10.

TABEL T. Synsystematisch overzicht van de rietgorsgemeenschappen.

	G1 Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) & *Heracleum sphondylium* (Bereklauw)
	G2h Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) & *Anthriscus silvestris* (Fluitekeruid)
Voornamelijk oeverwal *Predom. natural levee*	G2 Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) *Poa trivialis* (Ruw beemdgras) & *Ficaria ranunculoides* (Speenkruid)
	G3 Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet), *Caltha palustris*, (Dotterbloem) *Poa trivialis* (Ruw beemdgras) & *Ficaria ranunculoides* (Speenkruid)
	Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) & *Phalaris arundinacea* (Rietgras)
	G5q *Caltha*-arme gemeenschap / *Community, poor in Caltha*	*Phragmites communis* (Riet) & *Caltha palustris* (Dotterbloem)
Voornamelijk kom *Predom. back swamp*	G5 Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) & *Caltha palustris* (Dotterbloem)
	G5r *Caltha*-rijke gemeenschap / *Community, rich in Caltha*	*Phragmites communis* (Riet) & *Caltha palustris* (Dotterbloem)
	G4 Gemeenschap / *Community*	*Phragmites communis* (Riet) & *Myosotis scorpioides* (Moeras-vergeet-me-niet)
Voornamelijk kom; bij gereduceerde vitaliteit van het riet *Predom. back swamp by reduced vitality of the reed*	G4r *Caltha*-rijke gemeenschap / *Community, rich in Caltha*	*Phragmites communis* (Riet) & *Myosotis scorpioides* (Moeras-vergeet-me-niet)
	(Gr) Vegetatie van *Phragmites communis* (Riet) en diverse ruigteplanten *Vegetation of Phragmites communis (reed) and various rough herbage plants*	
Oever en kom *Bank and back swamp*	G6 Vegetatie van *Phragmites communis* (Riet) zonder andere kruiden *Vegetation of Phragmites communis (reed) without other herbs*	

De aan de onderscheiding ten grondslag liggende opnamen zijn verenigd en gerangschikt in bijlag
The underlying records of this division are collected and tabulated in appendix 12.

TABLE T. *Synsystematical survey of the communities of reed-marshes.*


ragmites-Heracleum-Poa + Ficaria-
sociatie
sociation
ragmites-Anthriscus-Poa + Ficaria-
sociatie
sociation
Phragmites-Poa + Ficaria-sociatiegroep (Phragmites-sociaties met een Poa + Ficaria-societas)
ragmites-Poa + Ficaria-
sociatie
sociation
Phragmites-Poa + Ficaria-sociation group (Phragmites-sociations with a Poa + Ficaria-societas)
ragmites-Caltha + Poa + Ficaria-
sociatie
sociation
agmites-Phalaris-
sociatie
sociation
ltha-arme
r in Caltha
Phragmites-Caltha
sociatie
sociation
tha-rijke
h in Caltha
Rietgors, Phragmites consociatie
Reed-marsh, Phragmites consociation
Phragmitetalia
curosibirica, KOCH (1926),
TÜXEN (1942) à Molinietalia
coeruleae, KOCH (1926)
agmites-Myosotis
sociatie
sociation
Phragmites-Myosotis sociatiegroep
Phragmites-sociatie met een
Myosotis-societas
agmites-Caltha + Myosotis
sociatie
sociation
Phragmites-Myosotis sociation
group Phragmites-sociation with
a Myosotis-societas
agmites div. species
sociaties
sociations

TABEL U. Synsystematisch overzicht van de griend- en vloedbosgemeenschappen.

			Subvariant
Op fysisch bijna rijpe bodem boven M.H.W. *On physically almost ripened soils above M.H.W.*	Vo	Griend- en vloedbosgemeenschap met *Circaea lutetiana en Carex remota* *Community of willow beds and tidal forest with Circaea lutetiana and Carex remota*	
	VI	Gemeenschap / *Community*: *Salix alba* & *Scrophularia nodosa*	
Op fysisch matig rijpe bodem omstreeks tot boven M.H.W. gelegen *On physically moderately ripened soils about M.H.W. to above M.H.W.*	V2	Gemeenschap / *Community*: *Salix alba* & *Heracleum sphondylium*	
	V3	Gemeenschap / *Community*: *Salix alba, Cardamine amara* & *Anthriscus silvestris*	typisch subvariant *typical subvariant*
	V3r	Gemeenschap / *Community*: *Salix alba, Anthriscus silvestris* & *Caltha palustris*	*Caltha*-rijke subvariant *Caltha-rich subvariant*
	V3q	Gemeenschap / *Community*: *Salix alba, Cardamine amara* & *Vaucheria sp.*	Subvariant *Vaucheria* *Subvariant with Vaucheria*
Op fysisch matig tot weinig rijpe bodem, onder M.H.W. gelegen *On physically moderately ripened to faintly ripened soils below M.H.W.*	V4	Gemeenschap / *Community*: *Salix* div. spec., *Apium eu-nodiflorum* THLNG. & *Rumex obtusifolius* ssp. *silvester*	
	V5	Gemeenschap / *Community*: *Salix purpurea, Alisma plantago-aquatica* & *Apium eu-nodiflorum* THLNG.	
Op fysisch onrijpe (weke) bodem, beneden M.H.W. gelegen *On physically unripe (muddy) soils below M.H.W.*	V6	Gemeenschap / *Community*: *Salix purpurea* & *Sparganium erectum* ssp. *polyedrum*	
Op fysisch onrijp tot matig gerijpte bodem, beneden M.H.W. gelegen. *On physically unripe to moderately ripened soils below M.H.W.*	V7	Kruidenarme griend *Willow beds, poor in herbs*	

TABLE U. *Synsystematical survey of the communities of willow beds and tidal forests.*

riant	Associatie-subassociatie *Association-subassociation*	Onderverbond *Sub-alliance*	Verbond *Alliance*	Orde *Order*	Klasse Class
	Cariceto remotae-Fraxinetum, KOCH (1926) *anthriscetosum*	*Alnion incanae* OBERDORFER (1953)	*Fraxino-Carpinion* TX. (1956)	*Fagetalia silvaticae* PAWLOWKSI (1928), TX. en D. (1936)	*Querceto-Fagetea* BR.-BL. et VL. (1939)
riant met/*with* *ophularia nodosa*					
riant met/*with* *racleum* *ondylium*			*Alno-Ulmion* BR.-BL. et TX. (1943), OBERDORFER (1953)	*Populetalia* BR.-BL. (1932), OBERDORFER (1953)	
	Salicetum albae, ISSLER (1926), MEIJER-DREES (1936) *cardaminetosum*				
bische variant *ical variant*		*Salicion* OBERDORFER (1953)	*Alnion glutinosae* MALQUIT (1929), MEIJER-DREES (1936)	*Alnetalia glutinosae* VLIEGER (1937)	*Alnetea glutinosae* BR.-BL. et TX. (1943)
iant met/*with* *nex obtusifolius* *. silvester*					
bische variant *ical variant*					
	Salicetum albae ISSLER (1926), MEIJER-DREES (1936) *alismetosum*				
iant met/*with* *rganium* *tum* ssp. *edrum*					

XI. SYNECOLOGY

The synecological investigations were carried out by measuring the most important milieu factors in as many places as possible in the different communities (mesological synecology) and by studying how far the morphology of the vegetation, the species and the individual plants react to the various milieu factors (ethological synecology). The terms mesological and ethological synecology are proposed by PAVILLARD (1935).

The non-biotic, physical and chemical factors which in the freshwater region principally determine the ecological differences are:

The hydrological factor of submergence and the edaphic factor (mainly the aeration and the consistency in relation with the initial alluvial soil formation and the resultant general condition of the soil).

For the measurement of the influence of submergency, see chapter III. The edaphic factor was determined by means of a rough estimate of the soil consistency or more objectively by means of a little rod, which falling from a certain height, would sink to a specific depth into the soil. In addition, the distance of the soil surface to the level in the profile at which iron concretions were present was used as a measure of the aeration conditions. The measurement had to be done as simply as possible in the field, because of the difficult nature of the terrain. Any estimation of the intensity of iron staining in addition to the determination of its depth, was therefore dispensed with. The above mentioned soil factors correlate closely with the geomorphological location (natural levee – back swamp) and with the elevation. Water movement in the soil itself is considered in chapter III and controls the aeration and the circulation of the soil atmosphere. The influence of texture is felt through the other soil characteristics mentioned above, and it, too, is correlated with geomorphology and elevation.

In addition to these more physical and chemical factors, the biotic factors both, the vegetation itself and the factors external to the vegetation also have a part to play. E.g. the destructing activities of both high and low organisms influence the competitive powers of some species. The excrements of fish-eating birds (cormorants and herons) has a poisonous effect on many plants in the nesting colonies. The soil fauna is also important.

Man's influence is very great. Planting, harvesting and weeding all have a direct influence on the vegetation. Cutting keeps the rush-marsh free from "weeds". Planting and preparing the soil (by digging little drainage ditches) very much increases the area under *Phragmites*. The willow coppice is greatly affected by planting, weeding and harvesting.

The indirect influence of digging small drainage ditches is, as has already been pointed out, very great.

The universal controlling factor of vegetation – competition – prevails between the individual plants in the vegetation. As a result, differences between the actual amplitude (influenced by competition) and the potential amplitude (without competition e.g. laboratory conditions) arise. The former amplitude is always smaller than the latter.

One of the other factors which comes very much to the fore in the freshwater tidal area is one of protection: the "mass-effect". We understand by this term the fact that a large number of individuals are more capable of withstanding certain unfavourable conditions than one single plant (strength in numbers; see also WESTHOFF, 1954). Thus a good clump of vegetation offers better resistance to current erosion than a single plant. The same is true of willows in relation to, among other things, the passage of ice. The influence of this "mass-effect" through its effect on micro-climate is also of significance. Another factor of importance is the priority of colonization – "first come, first served" – which tends to lead to the occurrence of communities poor in species and dominated by one single species.

In the figures 137 (height-soil aeration diagrams) the relation between the hydrological and edaphic factors and the plant communities is given in general terms (see also fig. 132). In the figures 137A, C and E the boundaries of the points are accurately given, and in the figures 137B, D and F the "centre of gravity" of these clusters of points is shown, by means of which dates of places where only one of the factors was known, could be included in the calculation. The many over-laps are partly a result of the inaccuracy of the method; thus the strong oxidation conditions of the community V0 in comparison with V2 is not brought out, since the depth at which iron staining occurs is, at such depths of oxidation, no longer a true criterion, and the intensity of the staining and of the brown colour of the soil should also be taken into consideration in any assessment of the oxidation conditions. However, strong over-laps make it clear that the representation on a flat surface is not possible, since there are still more factors to be taken into account.

Thus the ecological extent of the communities G4 and G5 are practically identical (see fig. 137C and D). The floristic difference is that G5 and G5r contain only plants which complete their life cycle in the spring. G4 and G4r are characterized by the occurrence of other plants which flower in summer, among others, *Myosotis scorpioides*. Obviously in G4 and G4r the reeds allow more light to pass through than G5. The cause of this usually a disease of the reed, which is a result of the edaphic and hydrological conditions of the milieu (fig. 146). A comparison of the graphs gives, in addition, an insight into which reed-, rough herbage-, and willow bedscommunities grow in similar locations, and of how large therefore, are the differences in floristic composition which are caused by biotic factors under the domination of reed and willow. The sloping-off to the right of some of the boundaries indicates the increased resistence to the factor of submergence whenever better aeration is present (aeration effect). Plants of various types e.g. *Phragmites*, seem to be able to penetrate to lower levels or alternatively to be able to grow there more vigourously when they are connected by root stems to plants growing at a higher level (Rhizome-vicinism; fig. 133).

In the figures of appendix 6 a picture can be gained of the vegetation in relation to the plant height and the height of flooding.

In figure 135, the plant height of various dominants is given in relation to edaphic (expressed in consistency-units, determined by means of the falling rod method) and the hydrological factors (expressed in height relative to mean high water level).

Important vegetation boundaries seem to lie at mean high water level and at 40 cms below mean high water, where the flood frequency become respectively less than 50 % and less than 100 %. The most important vegetation boundaries lie at 100 cms below mean high water, where the duration of submergence is about 50% (or about six hours on each occasion), and at 15 cms below mean high water, where the flood duration curve changes direction and falls off very little further (see fig. 23.a. and 137) and at mean low water level, where the flood duration is 100 % i.e. continuous.

Three life form systems can be distinguished:

a. that of RAUNKIAER (1934) (fig. 139)

b. that of IVERSEN (1936) (Hydrotypes; fig. 139)

c. Sclerotypes (fig. 138).

This last group concerns a classification of all plants according to the development of the sclerenchyma using the steam method which IVERSEN (1936) adapted to his Hydrotypes, in which after treatment with steam, the "stiffness" of the dead plant material is estimated and assigned to one of three classes.

The results are given in fig. 138 and fig. 139. The life forms of RAUNKIAER are distinguished on the base of morphological adaptation to the climate. The spectra indicate (fig. 139) the location of the Biesbosch in the "hemicryptophyte climate" i.e. temperature zone. They give also information about vegetation characteristics which are not influenced by the climate. Thus, the increase in Geophytes (plants in this case with root stalk) can be explained by the increasing need at lower levels to have a good anchorage in the soil, and the need to protect the soil itself against erosion.

The decrease in Phanerophytes and Chamaephytes depends, among other things, on the factor of ice movement, which, at the lower levels, does great damage to all the vegetation which remains above the ground during the winter. The high number of Therophytes is characteristic of community Rp, which has a typical pioneer character. It grows only where other communities happen to be absent as a result of, for example, the destruction of other growth through choking under drifted plant remains (see fig. 139). Communities V4 and V5 are closely related to Rp. This is caused by the shadowing willow etage which on these low sites, hinders growth of other plants in summer time.

The difference between the Hydrotypes is determined to a great extent by the sclero-morphism of the vegetation. IVERSEN (1936) considered scleromorphism as an adaptation to drought, for sclerenchyma protects the plant under wilting conditions. The mechanical influence of the current however, is in this tidal area much more important. It appears from fig. 141, that with increasing elevation (i.e. decreasing submergence-effect) sclero-morphism decreases in the natural levee community. Because of its sheltered character the back swamp seems in this respect to be a much more uniform unit.

In the sedimentation, we see a parallel of this phenomenon (difference in more clayey and more sandy sediments in horizontal and vertical direction). At a similar elevation, the undergrowth of the woods seem to be less scleromorphic than the rough herbage, thanks to the sheltering effect of the wood storey. The same difference is found under the shelter of reeds. Above high water, the scleromorphism increases again. In this case, the sclero-morphism can probably be considered as an adaption to drought, as IVERSEN contents.

The back swamp has a high content of Telmatophytes in IVERSEN's connotation (1936; plants with air-channels into the roots; fig. 142 and 141 – right side). This is a response to the reduced subsoil. Since Telmatophytes need a great deal of sclerenchyma, because of their open pores, which must remain open even at higher suction pressures, the scleromorphism of the back swamp is relatively high. The association Rp which has few Telmatophytes, and which grows in very sheltered places along the banks of little creeks moreover shows an ephemere character, and has then a much lower scleromorphism (see fig. 141).

The relation between the content of Telmatophytes and scleromorphism is given in fig. 140 and 141. It seems that, in addition to the clear correlation, there exists, as far as scleromorphism is concerned, a sharp distinction between back swamp and natural levee, determined by the intensity of the movement of the water. Sites more exposed to current action thus have, also if the content of Telmatophytes is equal, a higher scleromorphism as the more sheltered locations.

The characteristic that willows easily form roots on that part of their stem which is subjected to periodic submergence, is described in this chapter as a useful adaption to low lying, reduced, mostly weak subsoil. Silt is trapped in the root hairs on the stems and forms an absorption complex which receives a sufficient supply of air. For formation of stiltroots more episodic fluctuations of the water level are necessary. When the high water level holds for several days to months roots grow till they reach soil surface (fig. 136).

For some plants, the level about mean high water level seems to be analogous to the

permanent water level in areas of non-fluctuating water (e.g. *Scuttelaria, Rumex hydrolapathum, Filipendula ulmaria*). For the first two, which are clearly ascleromorphic, the mechanical influence of the tide is obviously the limiting factor.

For many other plants, a level between high and low water, corresponds with the permanent water level referred to. (See vegetation tables, appendix 8–16).

For still others, low water level is the critical level e.g. for the drifting and floating water-plants. (In one single case, the level of the mud in the back swamp serves as the water level, – *Potamogeton natans)*. These plants are always those which are held fast by the roots. Free floating water-plants do not occur permanently as a result of the strong tidal currents. Of the Amphiphytes in IVERSEN's connotation, *Sagittaria sagittifolia,* among others, does not occur as an Amphiphyte. The *f. vallisneriifolia* occurs only below mean low water, and the *f. sagittifolia* only above it. For this species, therefore mean low water is clearly analogous to the permanent water level in areas of non-fluctuating water. The Amphiphyte *Sium latifolium* is the only one which shows, in the same milieu, two types of leaf. And even here, the finely divided leaves appear above the ground first, and the less divided come after (see fig. 134). This happens also outside the tidal area (GLÜCK, 1936). It is obvious that in the case of *Sium latifolium* a more genetic factor is active, that is not influenced by ecological circumstances.

The tidal movement results in some species, which are nowhere else found together, achieve optimum growth side by side, e.g. *Caltha* and *Scirpus lacustris* and *Scirpus maritimus*. Other combinations point to the fact that the tidal influence has little or no effect, e.g. *Caltha* and *Filipendula*. The penetration to lower levels of, for example, *Caltha,* among species of rather deep submerged locations with which it does not grow together outside the tidal area, is described as the "duiker effect" (sinker-effect).

Root stalk plants reproduce themselves mostly by the multiplication of their underground parts *(Phragmites, Scirpus)*. Willows, too, can be multiplied spontaneously, as well as anthropogenic on a vegetative way, by means of broken twigs and shoots. Vegetative multiplication was also observed in *Caltha,* by means of small shoots which had taken root (fig. 143) and in *Sagittaria* by means of thickened root parts.

Generative propagation was observed in *Phragmites, Scirpus maritimus, Sparganium erectum ssp. polyedrum,* and many others.

Heracleum sphondylium, which was observed exclusively at or above mean high water as a fully developed plant, seemed nevertheless to be able to germinate below that level, according to test carried out by our collaborator HEYLIGERS (1955).

The floating mats seem to be able to make a contribution to the generative propagation of plants, in that they can act as a germinating bed which is unaffected by tidal influence. Various species even develop on these sites where they cannot, or scarcely can grow in a milieu which is affected by tidal influence.

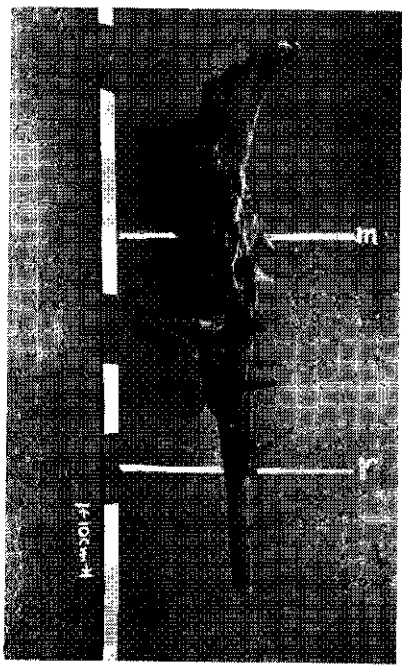


FIG. 132.
Wilgenstobbe.
De wortelontwikkeling is intensiever naarmate de doorluchting sterker is. Het onderste deel van de stek, waaruit de stobbe is gegroeid, verkeert nog in dezelfde staat als op de dag van poten. Door zuurstofgebrek kon hier geen groei optreden.

Willow trunk.
Root development is stronger in better aerated circumstances. The lower part of the cutting, of which the trunk is grown, did not change since day of planting, as a result of deficiency of oxygen at this depth.

M = maaiveld
soil surface

R = ondergrens van de doorluchting van de grond
underlimit of the soil aeration

FIG. 133.
Rietgors langs „vlaai" (hoofdstuk IV). Het riet daalt zeer diep af langs de glooiende oever tot dicht bij laagwater.
„Rizoom-vicinisme" (hoofdstuk XI).
juist opkomend water.
Reed-marsh along a "vlaai" (Chapter IV). The reed descends deep to short above low tide level.
"Rhizome-vicinism" (Chapter XI).
Just rising tide.

FIG. 134.

Heterofyllie bij *Sium latifolium* (Grote Watereppe). De eerste, nog sterker verdeelde bladeren zijn reeds verdwenen.

Heterofylly at Sium latifolium.
The first more divided leaves have already disappeared.

FIG. 135.

Het verband tussen de hoogteligging van de bodem ten opzichte van gemiddeld hoogwater (M. H. W.) (horizontaal) en de lengte van enkele dikwijls dominerende kruiden (verticaal).

A. *Scirpus triqueter* (Driekantige Bies);
B. *Scirpus lacustris* (Mattenbies);
C. *Scirpus maritimus* (Heen);
D. *Typha latifolia* (Grote Lisdodde);
E. *Phragmites communis* (Riet).

De lengte van de planten werd gemeten aan de 10 langste volgroeide exemplaren van een bos, die rond de vloedtopmeter gesneden werd.

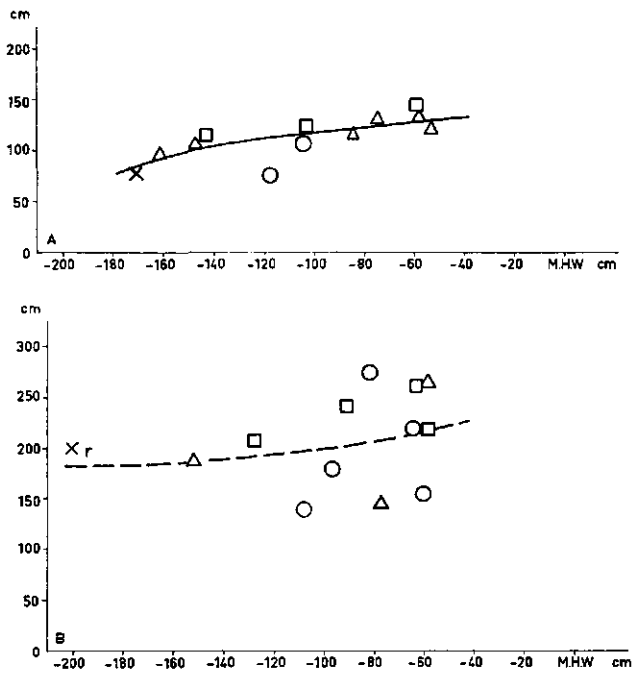
Relation between the elevation of the soil in regard to mean high tide (M. H. W.) (abscissus) and the length of some often dominating species (ordinate).

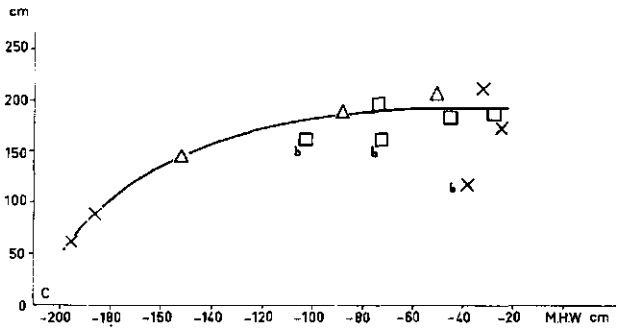
A. Scirpus triqueter;
B. Scirpus lacustris;
C. Scirpus maritimus;
D. Typha latifolia;
E. Phragmites communis.

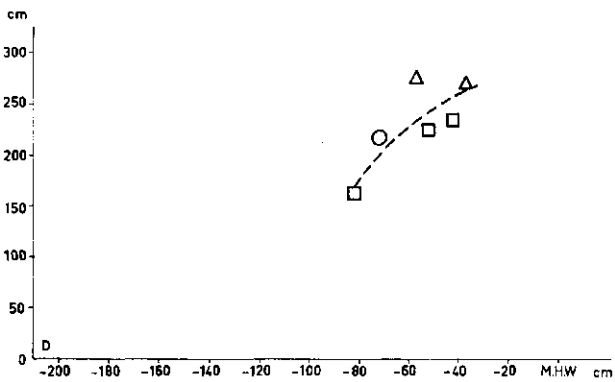
The length of the plants has been measured to the 10 longest specimen of a bushel cut around the floodtop meter.

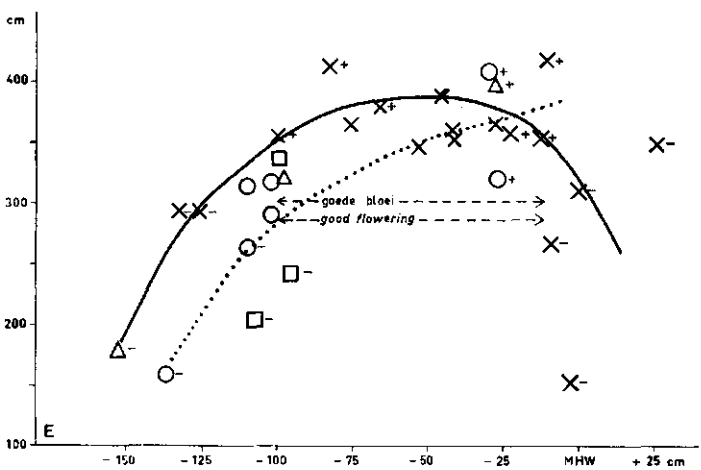
× = vaste bodem
firm soil
△ = vrij vaste bodem
fairly firm soil
□ = vrij weke bodem
fairly muddy soil
○ = zeer weke bodem
very muddy soil
b = brak milieu
brackish milieu

r = invloed van rizoom-vicinisme
influence of rhizome-proximity
M.H.W. = gemiddeld hoogwater
mean high tide
\+ = goede kwaliteit
good quality
— = slechte kwaliteit
bad quality




cm
250
200
150
100
50
0
C
-200 -180 -160 -140 -120 -100 -80 -60 -40 -20 M.H.W cm


cm
300
250
200
150
100
50
0
D
-200 -180 -160 -140 -120 -100 -80 -60 -40 -20 M.H.W cm


cm
400
300
200
100
goede bloei
good flowering
E
- 150 - 125 - 100 - 75 - 50 - 25 M.H.W + 25 cm

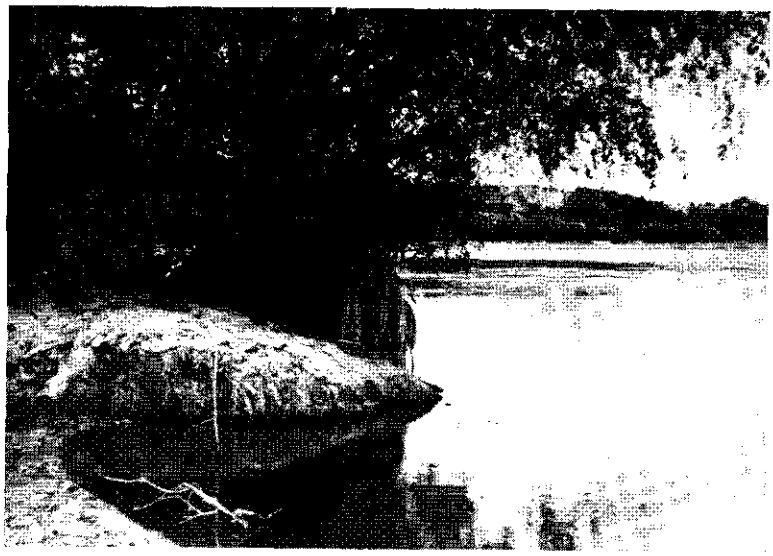


FIG. 136.

Salix alba met steltwortels, ontstaan in een milieu met episodische fluctuaties in de waterstand (augustus 1952; Loire, Montjean, Frankrijk).

Salix alba with stilt-roots, grown in a milieu with episodic fluctuations of the water-level (August 1952; Loire, Montjean, France).

FIG. 137.

Hoogte-bodemaëratiediagrammen.

Height-soil aeration diagrams.

De verschillende velden van de figuren 137A, C en E stellen de puntenzwermen per vegetatie-eenheid voor.

The various encircled areas of the figures 137A, C and E represent the cluster of points per plant community.

In de figuren 137B, D en F zijn de zwaartepunten van de puntenzwermen weergegeven.

The dots of the figures 137B, D and F respresent the centres of gravity of the clusters of points.

F = frequentie van overspoeling

F = *frequency of flooding*

D = duur van overspoeling per overspoelend tij

D = *duration of flooding per flooding tide*

De symbolen zijn dezelfde als in de legenda van de vegetatiekaart met weglating van de letter R.

The used symbols are the same as those of the vegetation map with omission of the letter R.

Punten gemerkt met een horizontale of verticale pijl geven aan dat de positie in horizontale of verticale richting onzeker is ten gevolge van een tekort aan punten.

Dots marked by a horizontal or vertical arrow-symbol indicate an unreliable position in horizontal or vertical direction, caused by a shortage of data.

FIG. 137A.
Vloedbos en griend.
Tidal forest and willow coppice.

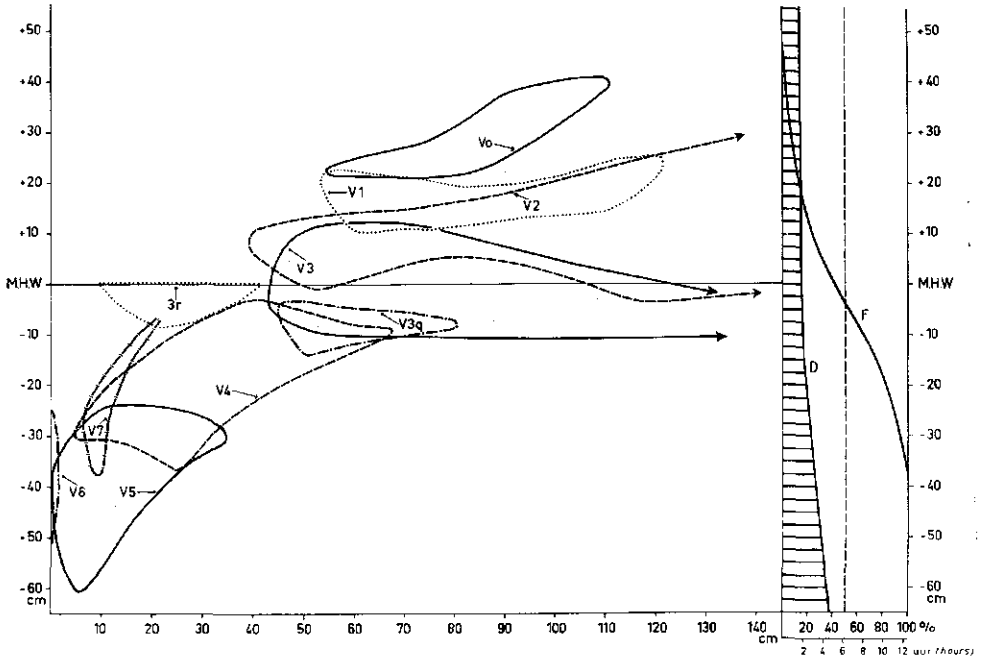


FIG. 137B.
Vloedbos en griend.
Tidal forest and willow coppice.

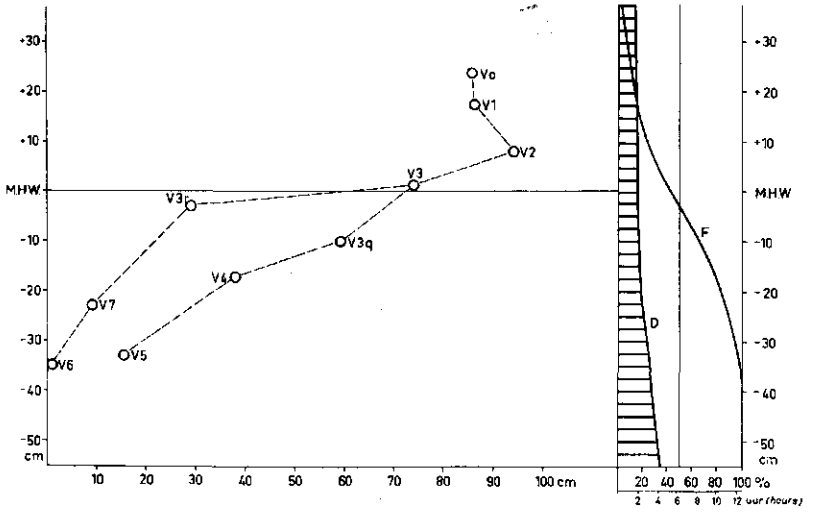
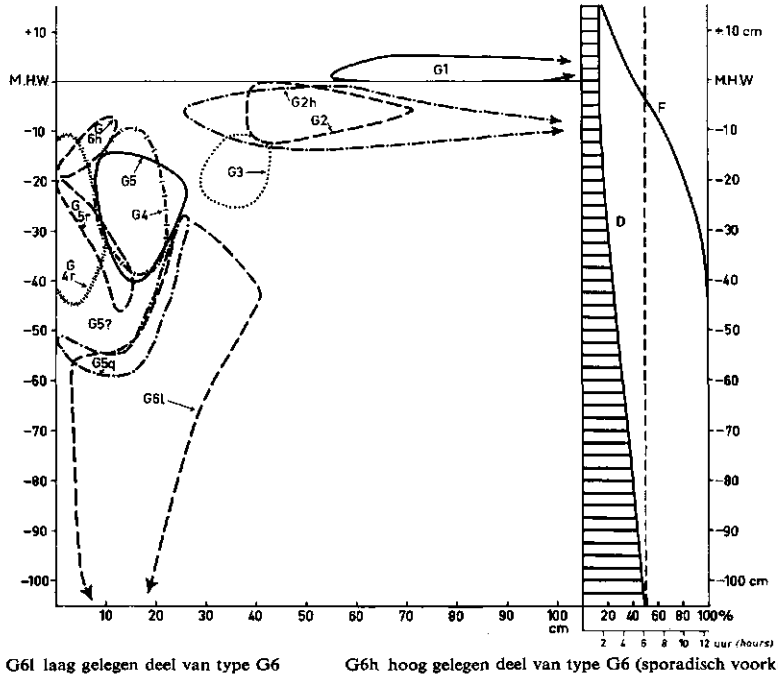


FIG. 137C.
Rietgors.
Reed-marsh.



G6l laag gelegen deel van type G6
G6l *lower parts of type G6*

G6h hoog gelegen deel van type G6 (sporadisch voorkomend)
G6h *higher parts of type G6 (sporadically occuring)*

FIG. 137D.
Rietgors.
Reed-marsh.

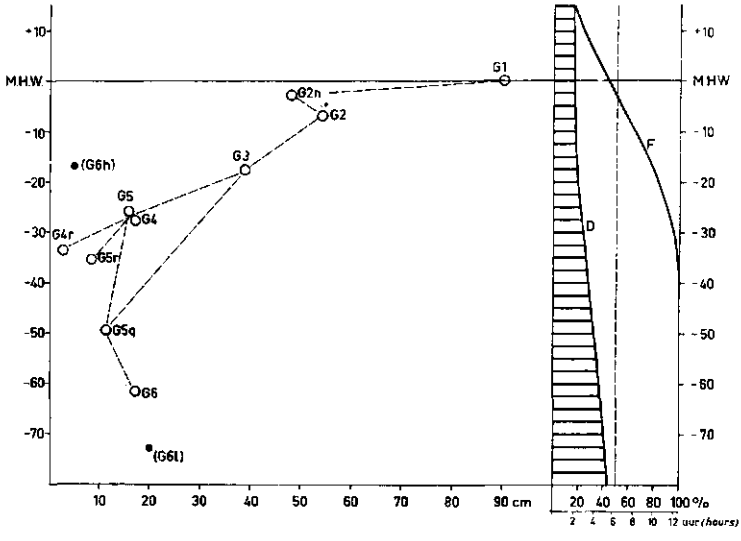


FIG. 137E.

Ruigten en biezengors.

Rough herbages and marsh of rushes.

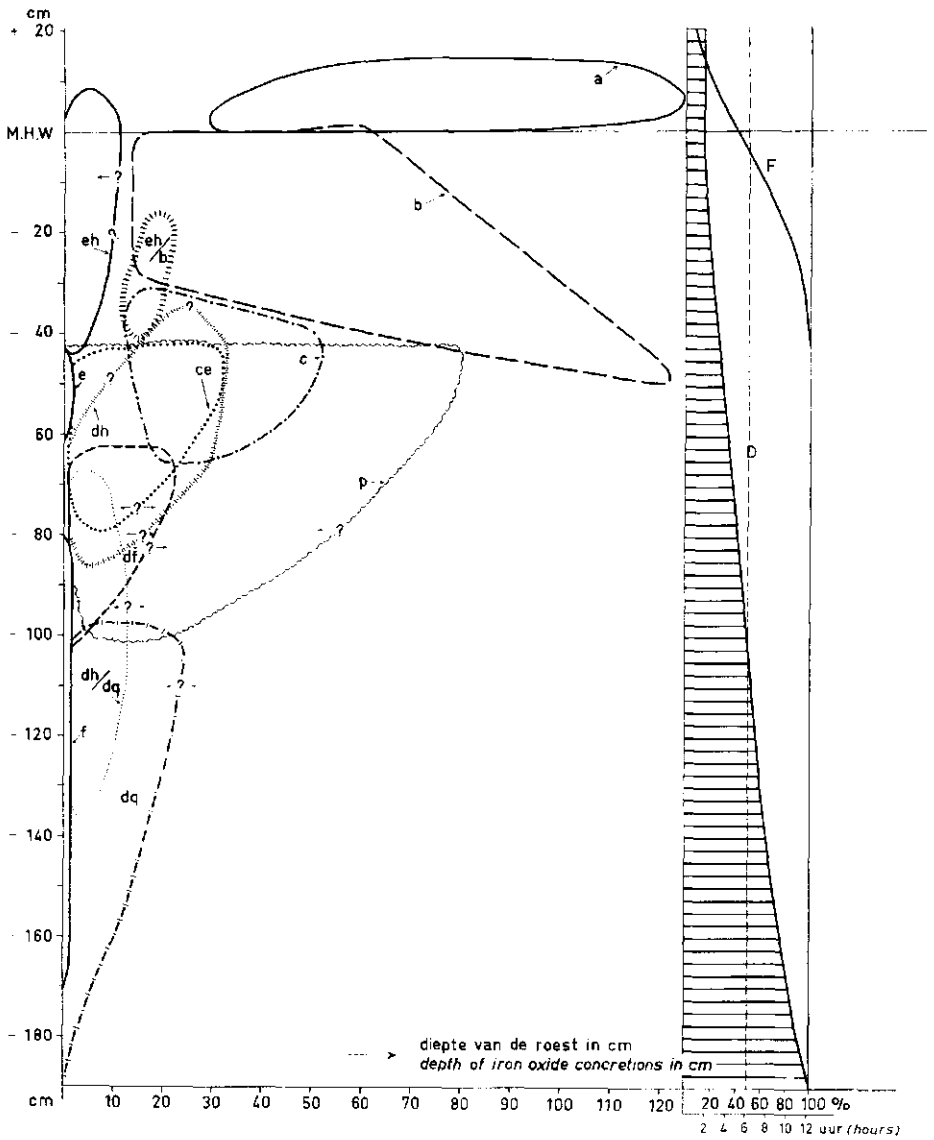


FIG. 137F.

Ruigten en biezengors.

Rough herbages and marsh of rushes.

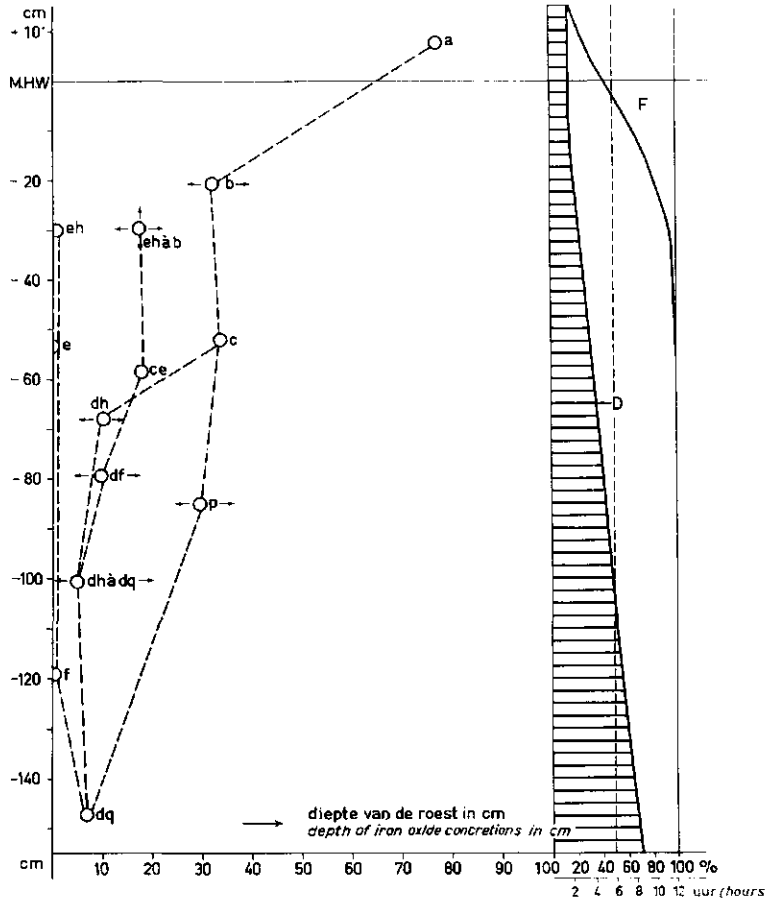
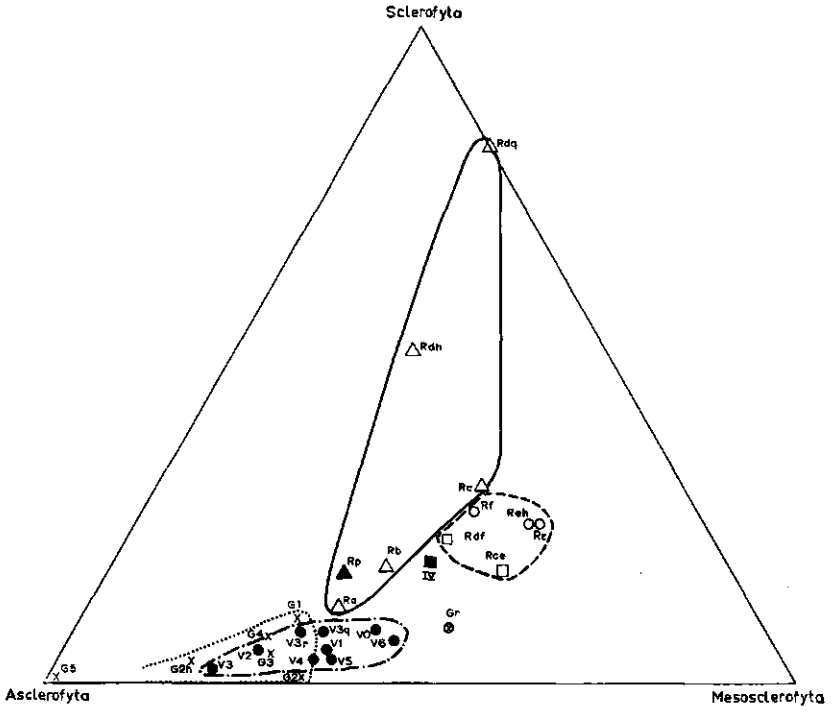


FIG. 138.

Sklerotypen-spectrum.
Spectre of sclerotypes.

Ruigte en biezengors.
Rough herbage and marsh of rushes.



△ oeverwal
natural levee
○ □ kom
back swamp
} ruigte en biezengors
rough herbage and rush-marsh

● griend en vloedbos (alleen kruiden-etage)
willow coppice and tidal forest (layer of herbs only)

× rietgors (zonder *Phragmites* berekend)
reed-marsh (calculated without Phragmites)

■ drijftil
floating mat

⊗ rietgors – ruigtetype
reed-marsh – rough herbage type

Voor de lettersymbolen zie de legenda van de vegetatiekaart.
For the letter-symbols see the legend of the vegetation map.

FIG. 139.

Levensvormenspectra volgens RAUNKIAER en IVERSEN.

Life forms spectres according to RAUNKIAER *and* IVERSEN.

V = griend en vloedbos (alleen kruidenlaag);
willow coppice and tidal forest (layer of herbs only);

G = rietgors (berekend zonder *Phragmites*);
reed-marsh (calculated without Phragmites);

Gr = rietgors-ruigtetype;
reed-marsh – rough herbage type;

R = ruigte en biezengors;
rough herbage and marsh of rushes;

(1) = oeverwal- en pioniervegetatie;
natural levee and initial vegetation;

(2) = iets geaëreerde kom;
somewhat aerated back swamp;

(3) = weke kom;
muddy back swamp;

oh = vegetatie met *Hydrocharis morsus-ranae*;
vegetation with Hydrocharis morsus-ranae;

V = vegetatie op permanent overspoelde plaatsen;
vegetation on permanently flooded places;

IV = drijftilvegetatie.
floating mats.

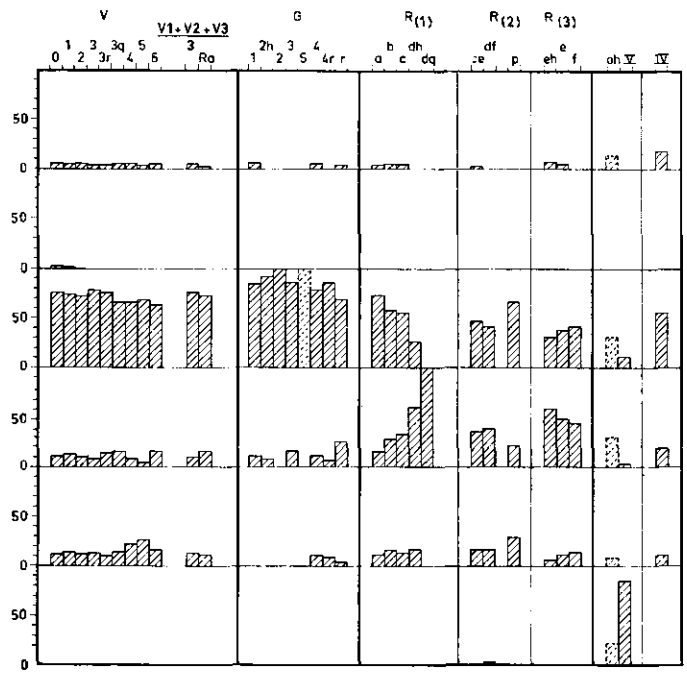
De gestippelde kolommen hebben betrekking op gegevens, die gebaseerd zijn op één enkele opname resp. op één enkele soort.

The dotted columns refer to data, based on one single observation resp. one single species.

Voor de lettersymbolen van de plantengemeenschappen zie de legenda van de vegetatiekaart.

For the letter-symbols of the communities see legend of vegetation map.

Levensvormen volgens Raunkiaer
Lifeforms according to Raunkiaer



Hydrotypen naar Iversen 1936
Hydrotypes according to Iversen

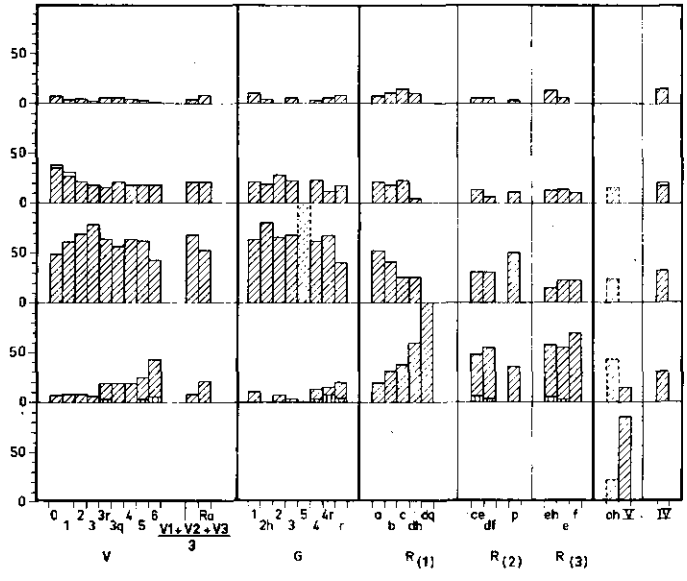


FIG. 140.

Het verband tussen de skleromorfie der vegetatie en de hoeveelheid daarin voorkomende Telmatofyten in procenten, uitgedrukt op basis van presentie.

The relation between the scleromorphy of the vegetation and the quantity occuring Telmatofytes in it, in percentage on base of presence.

1 = griendondergroei (beschut);
willow coppice undergrowth (sheltered);

2 = idem, boven M. H. W. (kans op enige verdroging);
ditto, above M. H. W. (chance of some desiccation);

3 = oeverwalruigte en biezengors (matig tot sterk geëxponeerd);
natural levee rough herbage and rush-marsh (moderately to strongly exposed);

4 = komruigte en biezengors (beschut);
back swamp rough herbage and rush-marsh (sheltered);

5 = kleine kreekoever (beschut);
small creek bank (sheltered);

6 = rietgorsondergroei (overwegend voorkomend als kom);
reed-marsh undergrowth (predominantly occuring as back swamp);

7 = rietgorsondergroei (overwegend voorkomend als oeverwal);
reed-marsh undergrowth (predominantly occuring as natural levee);

8 = lijn 1, waaronder uitsluitend beschutte vegetaties voorkomen.
upper-limit of the sheltered vegetations.

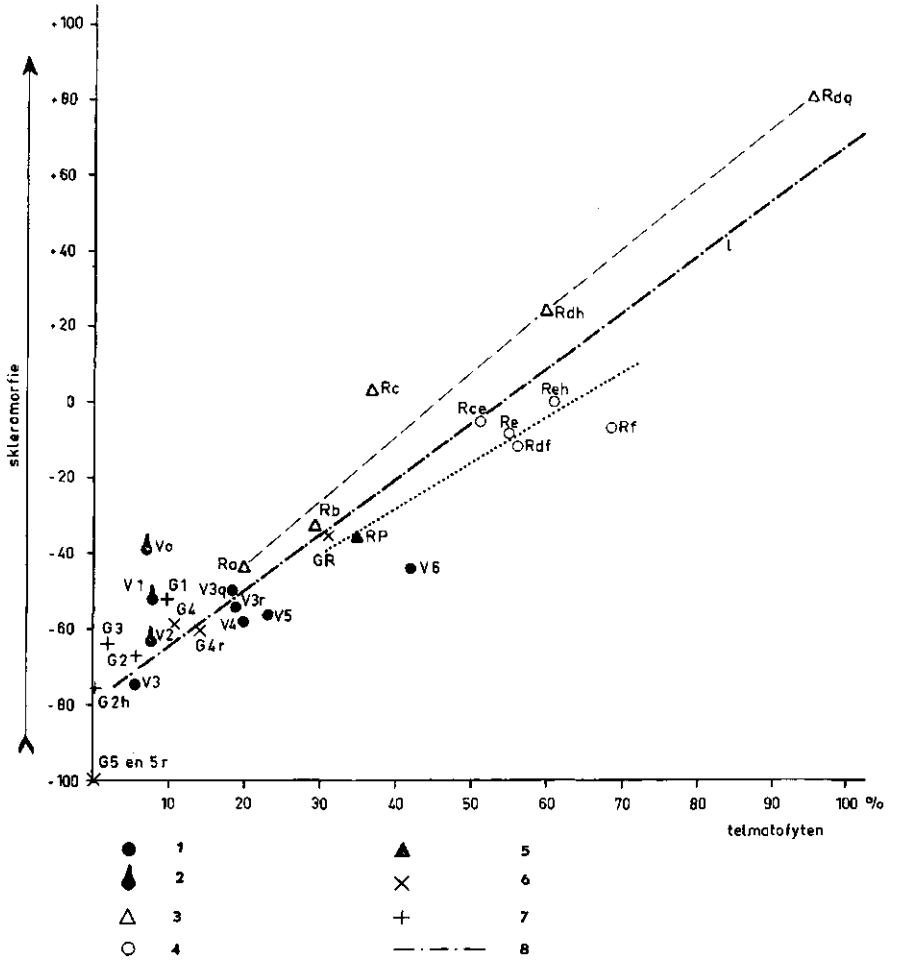

skleromorfie
+100
+80
+60
+40
+20
0
-20
-40
-60
-80
-100
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 %
telmatofyten
ΔRdq
ΔRdh
ΔRc
Rce
Reh
Re
ORdf
ORf
Rb
RP
GR
Ro
Vo
V1
G1
G4
V3q
V3r
V4
V5
V6
G3
G2
V2
G4r
V3
G2h
G5 en 5r
1
2
3
4
5
6
7
8

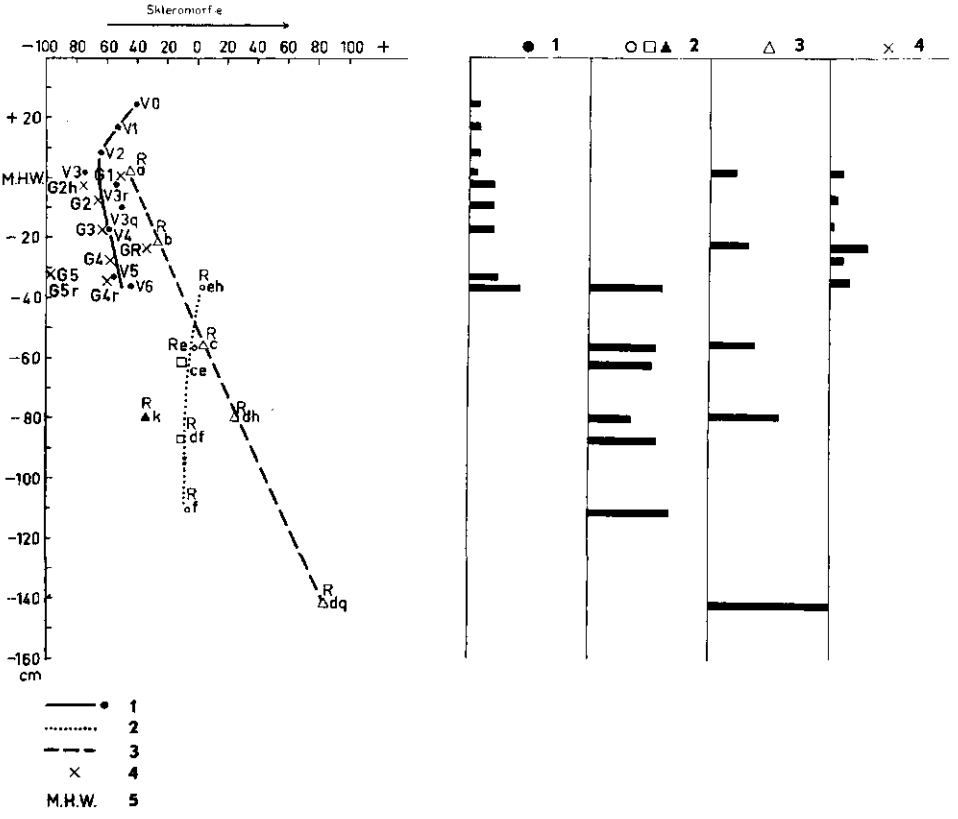
FIG. 141.

Links: Het verband tussen de hoogte van het maaiveld en de skleromorfie van de vegetatie.

Rechts: Het verband tussen de hoogte van het maaiveld en de hoeveelheid voorkomende Telmatofyten, in procenten op basis van presentie.

Left: The relation between the elevation of the soil surface and the scleromorphy of the vegetation.

Right: The relation between the elevation of the soil surface and the quantity of the occuring Telmatofytes in percentages on base of presence.



1 = griend- en vloedbosondergroei
undergrowth of willow coppice and tidal fore.

2 = komruigte en -biezengors
back swamp herbage and marsh of rushes

3 = oeverwalruigte en -biezengors
natural levee herbage and marsh of rushes

4 = rietgorsondergroei
reed-marsh undergrowth

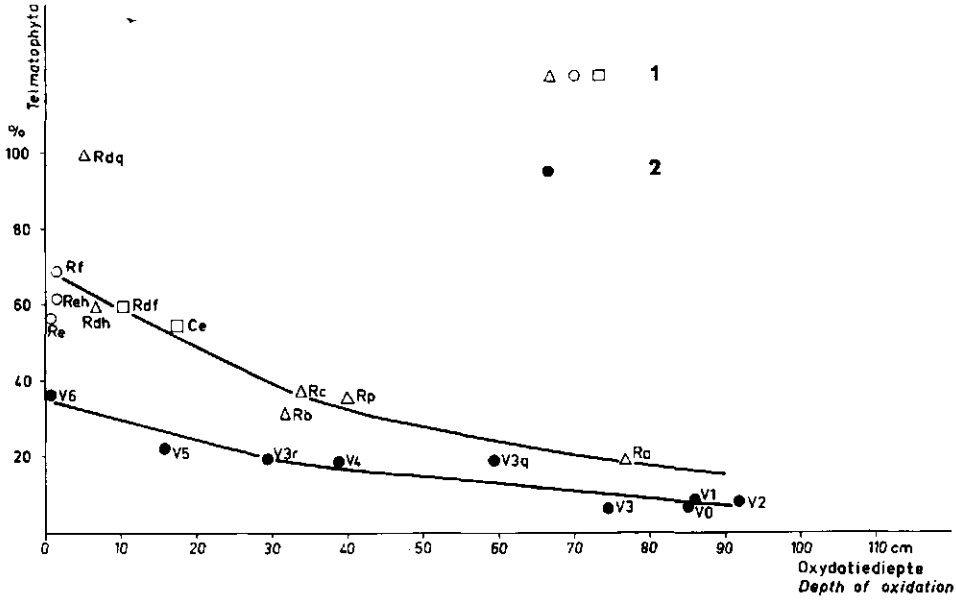
5 = gemiddeld hoogwater
mean high tide

In plaats van Rk, lees Rp
Instead of Rk read Rp

FIG. 142.

Verband tussen de oxydatiediepte en het voorkomen van Telmatofyten.

Relation between the depth of oxidation and the occurrence of Telmatofytes.



1 = Biezen en ruigtevegetatie (*Scirpetum triquetri et maritimi* en *Scirpeto-Phragmitetum calthetosum* met uitzondering van de *Phragmites*-facies).

Rushes and rough herbage vegetation (Scirpetum triquetri et maritimi and Scirpeto-Phragmitetum calthetosum, except the Phragmites-facies)

2 = Ondergroei van griend en vloedbos

Undergrowth of willow coppice and tidal forest

Het percentage Telmatofyten is berekend op basis van presentie.

The percentage Telmatofytes computed on base of presence.

Voor de lettersymbolen zie de legenda van de vegetatiekaart.

For the letter-symbols see legend of vegetation map.

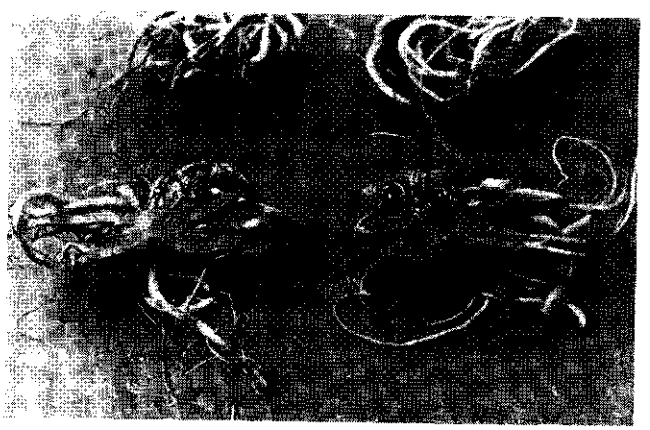
FIG. 143.

Losdrijvende bewortelde spruiten van *Caltha palustris* (Dotterbloem):
A. in doorsnede,
B. van onderen.

Duidelijk is het litteken te zien, waar de spruit heeft vastgezeten aan een moederplant.

Loose floating rooted shoots of Caltha palustris:
A. transection,
B. from below.

The scar marks the former connection of shoot and mother plant.



A

B

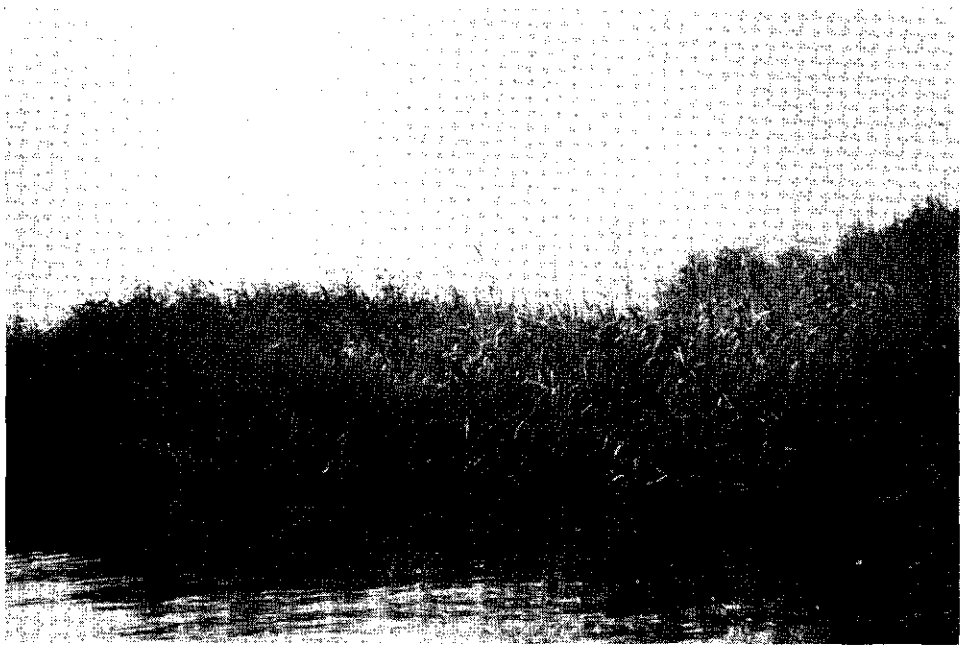


FIG. 146.

Waar het gors niet gesneden wordt, blijft het riet het volgende jaar in groei achter.
Duidelijk zijn de lange halmen met pluimen van het vorige jaar te zien. Op deze plaatsen is het gewas ruim een meter korter dan op plaatsen, waar het oude riet niet is blijven staan.

Where the plants not have been cut, the reed stays back next year.
The long reed stems survived from last year. At these places (in centre) the new shoots are about one meter shorter.

XII. VEGETATION MAPPING

Vegetation mapping enhance to a high extend the value of the results of investigation of vegetation, moreover, the geographical pattern of the vegetation is a help in adapting the results to practical ends. Only the area outside the dikes was mapped, since there was not sufficient time available for the study of the vegetation of the land inside the dikes (appendix 2).

The vegetation types were determined on the basis of vegetation records, which were arranged in table form. Only a few restricted areas were studied by means of Royal Netherlands Air Force air photos which were taken on a date and at an hour which we ourselves decided. These photos were ideally suited to the mapping of rough herbage and reed vegetations. In mapping where, above all, the combination of species and not the dominants used as a basis, a great deal of field work must, however, still be done. The base map (river map of the Rijkswaterstaat) which was excellent, even though in this quickly changing area, a little old, and which had been photopgrametrically compiled, made the use of air photos for the determination of exact location not strictly necessary.

The vegetation map is an instantaneous record: the succession carries on, and interference by man (diking, digging of ditches, etc.) can, in a short space of time, bring about alterations. The map pattern gives, in general terms, also geomorphological structure of the sedimentation features.

Along the creeks, one find vegetations which are more characteristic of more elevated and better aerated areas (natural levees), than of the central areas of the areas of sedimentation (back swamp).

The influence of the embankments is striking. A distinction is made between embankments which are intact and those which no longer, or only partly, function. The vegetation type on the crown of the embankment gives an idea of the elevation, but in particular, it points to the age. Thus, the embankments of the "Grienden van De Dood", which in part no longer function, carry the community V0, which indicates a ripe (i.e. old) soil. Younger embankments bear community V2 and V1. The type G5r is not homogeneous. It is more widespread one year than the other, as a result of the difference in speed of the growth of the reed, which in turn is dependent on the spring temperature.

One finds the community V0 principally on relatively high embanked willow coppices (formerly small pasture polders).

The types V7 are characterized by the absence of any undergrowth. In the first case, one is usually dealing with willow coppice, whose embankments have burst, and where the undergrowth, through the greater liability to submergence, has been destroyed. The still vigorous leaf-growth of the willows, which have not yet adapted themselves to the new conditions, hinders the growth of the light-loving vegetation which belongs to the lower types (V0 and V5; see also chapter XI).

With G6 one is usually dealing with a vigorous reed marsh, growing at a relative low elevation (occasionally at a higher elevation), in which the dense growth of the reed in combination with hydrological and edaphic influences hinders the growth of all other plants.

The soil and vegetation maps (appendices 1 and 2) in many cases give no visible correlation, since, as has already been pointed out (Chapter VII), the mapping criteria of the soil do not all reflect the present-day milieu. The best correlation is to be found on the youngest stage of ripening, where the texture is closely related to the aeration and the elevation of the soil. As can be seen from the rustelevation diagrams (fig. 137), a very strong correlation was to be found on maps (which have not been published) on which the reduction depth and the consistency were mapped.

XIII. COMPARISON OF THE VEGETATION OF THE BIESBOSCH WITH THAT OF OTHER AREAS, AND JUSTIFICATION OF THE SYNSYSTEMATIC CLASSIFICATION

In this chapter, remarks are made concerning the changes which the vegetations described here undergo in the transitions to the vegetations which are already known in the brackish and non-tidal river areas.

The first indicators of salt influence on the higher places towards the west are *Althaea officinalis*, *Oenanthe lachenallii*, and a little more to the seaside in the willow coppice, *Cochlearia officinalis* also appears.

At an early stage, *Scirpus tabernaemontani* GMEL. (equivalent to *Scirpus lacustris ssp. glaucus* (SM.) HARTM.) begins more and more to become dominant at lower levels. Among the species which penetrate farthest into the salt area, the following can be mentioned: *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Rumex crispus*, *Scirpus tabernaemontani*. *Scirpus maritimus* appears in the brackish area, principally in the *f. compactus* (fig. 144 and 145).

Comparison with the area of the upper river is less easy because of the scarcity of natural vegetation. Comparative studies of areas with different ratios between the duration, height and frequency of flooding, will give a better idea of the influence of the flooding factor. (In ZONNEVELD, 1955a and 1957a and b, the changes which probably will occur in the Biesbosch when the tidal influence is greatly reduced, are described).

In a half dammed-off tidal gully (Sneepkil) which experiences a tidal range of only about 1 metre, *Nymphaea alba*, *Salix cinerea* and spontaneously growing *Alnus glutinosa* which are absent in the Brabant Biesbosch, are found.

Exhaustive comparisons with the data from the inventories of old abandoned river channels (see BOTERENBROOD c.s., 1956 and VAN DONSELAAR and MÖRZER BRUYNS, 1956) cannot yet be carried out. From one or two excursions, it appears that higher up the rivers, the "sinker effect" becomes progressively less well developed as the tidal influence decreases. One characteristic difference is that in the Biesbosch, the *Agropyro-Rumicion* (NORDHAGEN, 1940) occurs seldom in natural locations, while along the rivers, this alliance is very common.

In the classification of the vegetation into units, the principle that a vegetation unit should be differentiated both on symmorphological (that is mainly floristic) and ecological grounds, is abandoned. The differentiation of the vegetation units is made rather on pure symmorphological characteristics, that is on characteristics which can be seen exclusively in the vegetation itself. The bringing in of other (ecological) characteristics endangers the use of vegetation as an independant indicator of the milieu. Mesological synecology data can be used as a guide for classification, but never as "characteristics" of the vegetation units.

In vegetation classification, one ought first to adapt the classification to the purpose which one has in mind. Later, one can fit into a wider system the units which have been described. The names, composed to the French-Swiss method, which are added to the names, which we gave to the associations differentiated, follow this principle. The making of such systems is not a purpose, but a means to an end. Better ones may therefore quite possibly exist. We felt no need to add new fundamental units (associations) to the existing system. This has been done in only one association, where it was necessary to avoid confusion *(Scirpetum triqueter et maritimi)*.

Scirpus tabernaemontani (GMEL.) *f. major* (CUSTOR) BAKKER and *Scirpus triqueter* can

be taken as selective characteristic species. *Scirpus maritimus f. typicus* can be considered as a preferential characteristic species with a definite optimum in this association.

The remaining communities are all arranged in the system as sub-associations, variants and sub-variants (see the schemes of the tables S, T and U).

It seems that various species which grow in close relation to communities belonging to the same associations outside the tidal area, do not occur in the land lying outside the dikes in the Biesbosch. This can either be a question of accessibility, or it can be caused by the fact that they are not proof against the specific tidal influence.

Below a list is given – presumably far from complete – of water- and marsh plants, which occur in the polders in the area, but which do not occur in the land outside the polders. These plants are:

Ranunculus lingua
Oenanthe aquatica
Equisetum fluviatile
Stratiotes aloides
Cicuta virosa
Hottonia palustris
Ranunculus flammula
Carex pseudocyperus
Utricularia vulgaris
Salix aurita
Lotus uliginosus
Orchis majalis
Glyceria fluitans
Comarum palustre
Nymphoides orbiculata
Hippurus vulgaris
Lysimachia thyrsiflora
Stellaria palustris
Valeriana dioica
Hydrocharis morsus-ranae
Eriophorum angustifolium
Lemna species
Myriophyllum spicatum
Nymphaea alba
Salix cinerea

Accessibility is thus not the reason here for the absence. In the case of *Acorus calamus*, which does occur in tidal water (Rode Vaart near Moerdijk, and the Elbe delta) but which is absent in the Biesbosch, inside and outside the dikes, the opposite is true.

In this case, the species is in fact able to withstand the tidal milieu, but up till now, it has not reached the stage of spreading its diaspores into the Biesbosch. The "acclimatization" of *Angelica archangelica* is interesting; as in other west European rivers, it migrates to the lower parts of the rivers. During the investigation, we saw this plant establish itself, in the space of a few years, in the Biesbosch communities, and particularly in the communities Rb and Ra and V4, V3, V2 and V1.

In Dutch text 3.2.3. a suggestion is made for a division of the *Scirpeto-Phragmitetum* (table V). The floristic difference which depends on the difference in composition of the water and the character of its movement, is taken as the guiding principle for the distinction at sub-association level. The difference which depends on the height of the water or of the flooding, is taken as the criterion at variant level. In doing this, use is made of the tables of BOER (1942), and TÜXEN and PREISING (1942) and BOTERENBROOD c.s. (1956). One community described, in our view incorrectly, as an association by TÜXEN (1953), – ass. of *Sagittaria* and *Sparganium simplex*, is included in this provisional system as a variant. The species *Typha angustifolia* and *Ranunculus lingua*, which were named by TÜXEN and PREISING as typifying differential species for the "Teichröhricht" cannot be upheld as such, not even outside the tidal area, probably. We have, however, adopted the sub-associations made by the same authors, although under different names (table V).

The sub-association of the tidal area is named after *Caltha*, the plant which shows the "sinker effect" (see Chapter XI) so strongly, and which almost everywhere determines the aspect of this community in the spring.

It seems that the *Scirpetum triquetri et maritimi* forms the pioneer bank and levee vegetations (Rdq, Rd and Rc) and that the back swamp is the specific domain of the *Scirpeto-Phragmitetum* (Rdf, Rf, Rce and Re and Reh).

The community of *Veronica anagallis-aquatica* and *Polygonum hydropiper* (Rp) is related to various *Bidention tripartiti* associations (NORDHAGEN, 1940). The relationship with *Glycerieto-Sparganietum* (KOCH, 1926) is actually so great that we consider them to the same alliance *(Glycerieto-Sparganion:* BRAUN-BLANQUET and SISSINGH, 1942). The occurrence of these associations in the Biesbosch, indicate the relationship with the "rivulet or brook milieu" which is separated from the Biesbosch by many kilometers of river. The influence of *Glycerieto-Sparganion* (BRAUN-BLANQUET and SISSINGH, 1942) can also be seen in other communities in the tidal area, as can that of the *Bidention*-element.

The fairly important community of *Phalaris arundinacea* and *Epilobium hirsutum* (Rb) was not assigned to any particular association, but described as a typical transition community between the *Phragmitetalia* (KOCH, 1926) and the *Molinietalia* (KOCH, 1926), which still lies closest to the *Phragmitetalia.*

The community of *Heracleum sphondylium* and *Valeriana officinales* (Ra) is related to *Filipenduleto-Geranietum*, described by KOCH (1926), and to *Filipenduletc-Thalictretum*, of which a small table was published by PASSCHIER and WESTHOFF in 1942, and to *Valerianeto-Filipenduletum* (which is identical with the immediately previous association) about which WESTHOFF published a table in 1949. (See also SISSINGH in WESTHOFF c.s., 1946). The associations just named are so closely related that we would prefer to consider them as one association with different geographic forms. Preference is given to the name *Valerianeto-Filipenduletum*, since *Geranium pratense* has only a limited distribution area in central Europe.

The community of *Heracleum* and *Valeriana* (Ra) is moreover, related to the "Gezelschap van *Sonchus paluster*" – see VLIEGER and VAN ZINDEREN-BAKKER (1942) and also with the association *Stachys palustris* and *Angelica archangelica* (TÜXEN, 1949).

On fairly elevated, seldom submerged places, a community occurs which can be assigned to *Tanaceto-Artemisietum* (BRAUN-BLANQUET, 1931, 1949; see also SISSINGH, 1950) (Chapter X).

A few adventivious species, *Solidago lasiocarpa* and *Aster salicifolius* and *Aster salignis*, can occur in these communities alongside *Artemissia vulgaris*, *Tanacetum vulgaris* and many other tall species.

As a result of the absolute dominance of the *Phragmites* over large areas, and the consequent absence of the plants of the *Phragmition* associations which have been described as typical, the true reed-marsh communities could not be fitted into the French-Swiss system. For the description, the Scandinavian nomenclature, which is intended for dominant communities, is used (DU RIETZ, 1932). The ecological boundaries between the differentiated communities (sociations) sometimes coincide and sometimes fail to coincide with the boundaries of the rough herbage and rush communities. In appendix 7 and fig. 137C, D, E and F both cases can clearly be seen.

In general in woods associated with the rivers, a willow belt can be distinguished, which occupies the stretch immediately along the river, and which regularly is directly influenced by flooding.

Behind, another belt can often be found, in which other woody species (Ash, Elm, Oak) are present in the wood. The substratum of this last belt can either be the natural levee or it can be the transition from the channel to the higher lying land. In broader channels, the alder belt is found behind the levee, in back swamp basins.

OBERDORFER (1953) has given a fine general idea of the synsystematic classification of the woods associated with the rivers (Auenwälder). He groups these woods in central and western Europe together in the alliance *Alno-Ulmion*.

In the schemes of table U, the position of the tidal forests is given, both in the system of OBERDORFER and in the older system (see TÜXEN, 1937; WESTHOFF c.s., 1946).

With the exception of the tidal forests-community with *Carex remota* and *Circaea lutetania* (V0), all the other wood communities described belong to the willow belt, and in fact, to the alliance *Salicion* (see OBERDORFER, 1953) and to the association of this grouping *Salicetum albae* (ISSLER, 1922). This last association is identical with the *Saliceto-Populetum* (MEIJER DREES, 1936), which is not a *Populetum*, but a *Salicetum*.

The following species, which normally occur as important species in the tidal forests we have described, are scarcely if at all mentioned in the literature on woodland of the willow belt: *Salix dasyclados* (brought in from the Scheldt estuary), *Cardamine amara*, *Anthriscus silvestris*, *Heracleum sphondylium* and *Rumex obtusifolius (ssp. silvester)*. The *Salicetum albae* "Auenwälder" along the Donau in Austria, which have been fairly well described ecologically by WENDELBERGER-ZELINKA (1952), are closely related to the tidal forests. The community with *Salicetum purpureae*, described by the same author, differs very strongly from the community with *Salix purpurea* which we have described. The dominating occurrence of the ubiquitous willow which gives its name to the community, is the only thing these communities have in common.

One normally finds in the willow forests various species, which also occur outside the woodland, in all sorts of rough herbage (Hochstauden) vegetations, and which are even sometimes described as characteristic species for the woodland. The orthodox French-Swiss system is thus found to be more or less inadequate. TÜXEN (see i.a. 1950 pp. 161, 163 and 164) calls these rough herbage plants "contaminators". This seems to us incorrect; in both the natural willow forest and in the much more common cultivated forms such as osier marsh, such "weeds" constitute an integral part of the willow woodland. The distinction between characteristic species within and outside the woodland formation can clarify this position.

The distinguishing of "Schleiergesellschaften" (see TÜXEN, 1950 i.a. p. 163) is also too subjective, particularly in the willow woodland community. The species composing this further sub-division form a too integral part of the willow woodland itself (i.a. *Calystegia sepium*).

The willow coppice community of *Carex remota* and *Circaea lutetiana* (V0) is closely related to the *Cariceto remotae-Fraxinetum* (KOCH, 1926). The woody storey is usually replaced by willow, but oak and ash seedlings were, however, found. One distinction is, among others, the occurrence of *Anthriscus silvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Rumex obtusifolius ssp. silvester*, *Carex riparia* and *Ranunculus auricomus*. So, too, is the absence of *Lamium galeobdolen*, *Lysimachia memorum*, *Primula elatior* and *Oxalis acetosella*, which are elsewhere fairly common. The *Chrysosplenium*-species, which are dependant on a constant spring water temperature (see i.e. F. M. MAAS), are also absent: the only regularly occuring characteristic species is *Carex remota*.

It is characteristic that in the Biesbosch, the community can occur over wide areas. Elsewhere, it is present only as extremely narrow belts along streams and small rivers ("Bach-Eschenwald"). The occurrence of some of the species enumerated above, can perhaps be related to this fact. "Vicinism" (contiguity or proximity) in the connotation of NORDHAGEN can easily lead to the penetration of species from the surrounding areas into narrow zones of this vegetation.

The occurrence of this community is, like that of the *Glycerieto-Sparganion* vegetations, an indication of the relationship between the rivulet milieu and the tidal area.

A relationship also exists with the *Poa palustris*-variant of the *Alnetum incanae*, which was described by WENDELBERGER-ZELINKA. According to OBERDORFER's system (1953), this last association belongs to the same sub-division as the *Cariceto remotae-Fraxinetum* namely the *Alnion (glutinosae) incanae.*

It is interesting that WENDELBERGER-ZELINKA considers the difference between the *Alnetum incanae* and the *Salicetum albae* which can occur under similar conditions of flooding, as an autogenic rather than an allogenic succession.

"Bodenreifung", which is not further discussed could be the cause of this fact. This entirely agrees with the conclusion which we ourselves have come to, that the difference between the community V0 and the other tidal forests communities is a result more of physical ripening (soil formation process under the influence, too, of vegetation – autogenic succession) rather than of higher elevation because of sedimentation (allogenic succession). See also ZONNEVELD (1958).

FIG. 144.

Rand van een vegetatie van een brak milieu bestaande uit *Scirpus maritimus f. compactus* (Heen), *Atriplex hastata* (Spiesbladige Melde), *Aster tripolium* (Zeeaster) (bij Bath, Zeeland).

Outside edge of a vegetation of a brackish milieu, existing of Scirpus maritimus f. compactus Atriplex hastata and Aster tripolium (near Bath, Zeeland).

Cliché: Natuur en Landschap

FIG. 145.

Vegetatie uit een brak milieu van *Typha angustifolia* (Kleine Lisdodde) en *Aster tripolium* (Zeeaster). (Eendenplaat, bij de dam in het Hellegat, ten westen van Willemstad).

Vegetation from a brackish milieu of Typha angustifolia and Aster tripolium. (Eendenplaat, near the dam in the Hellegat, west of Willemstad).

TABEL V. Suggestie tot een indeling van het *Scirpeto-Phragmitetum* KOCH (1926).
TABLE V. *Proposal to a division of the Scirpeto-Phragmitetum* KOCH *(1926).*

Milieu *Milieu*	Mesotroof à eutroof stilstaand water *Mesotrophic to eutrophic dead water*	Eutroof al of niet stromend water *Eutrophic water yes or not running*	Eutroof water met getijdebeweging (amplitude > 1½ m) *Eutrophic water with tides over 1½ meter*
Subassociatie met: *Subassociation with:*	(typische subassociatie) [1] *(typical subassociation)* [1]	*Oenanthe aquatica* [2]	*Caltha palustris*
Hoog resp. ondiep *High resp. bar*			
variant met *variant with*	*Stachys palustris*	*Stachys palustris*	*Stachys palustris* (Reh + Re × b)
			typische variant (Re + Rce) *typical variant* (Re + Rce)
variant met *variant with*	*Sagittaria Sagittifolia* voorn. / *predom.* f. *sagittifolia*	*Sagittaria Sagittifolia* voorn. / *predom.* *f. sagittifolia*	*Sagittaria sagittifolia* (Rf + Rdf) uitsluitend f. *sagittifolia* *exclusively* f. *sagittifolia*
variant met *variant with*	Limnofyten *(Sagittaria* voorn. / *predom.* f. *Vallisneri-ifolia)*	Limnofyten *(Sagittaria* voorn. / *predom.* f. *Vallisneri-ifolia)*	Komt niet voor; in plaats hiervan *Scirpetum triquetri et maritimi typicum en Potamion.* *Does not occur; instead of it Scirpetum triquetri et maritimi typicum and Potamion*
Laag resp. diep *Low resp. deep*			
Differentiërende soorten voor de subassociaties *Differentiating species for the subassociations*			
Comarum palustre	(+)	—	—
Ranunculus linqua	+	+	—
Equisetum fluviatile	+	+	—
Oenanthe aquatica	—	+	—
Phalaris arundinacea	—	+	+
Caltha palustris	—	—	+
Vaucheria div. sp.	—	—	+

[1] ± „Teichröhricht" = *Sc.-Phr. typhetosum angustifoliae* Tx. *and* Pr. (1942).
[2] ± „Fluszröhricht" = *Sc.-Phr. phalaridetosum* Tx. *and* Pr. (1942).

PART IV

APPLICATION OF THE RESULTS OF SOIL AND VEGETATION STUDY

XIV. CULTIVATION IN THE BIESBOSCH AND THE POSSIBILITIES OF APPLYING TO THE RESULTS OF THE SOIL AND VEGETATION INVESTIGATIONS

The autecology of various types of rushes can be gleaned from the description of the vegetation units and their ecology.

As a result of regular cutting in the growing season, "weeds" are kept down. Cutting more than once every two years is, however, detrimental to the rushes as well.

Reed cultivation

It is clear from the facts given in chapter III, V, X and XI that the growth of the reeds is encouraged by the digging of ditches and that yearly cutting in the winter season fosters a good crop of reeds.

The net yields can be very considerable (see fig. 147 and table P) and bear comparison with arable crops. The total production is very great (table P). Matting reed is the main product. The extremely stiff hard stems are very well suited to this material.

The growth locations of the reed communities G6, G5q, G5 and G3 are usually favourable to the growth of good crops of reeds as can be seen from the heights of the plants. Tennants, owners and reed cutters could confirm this for us in the field. G5r can also be favourable, but indicates an insufficiently aerated sub-stratum. G3 is still good, but indicates that the optimum height and the related flooding influence will quickly be exceeded (see fig. 135E). In G6 very low, too less aerated marshes can locally occur. The surface area of these is rather small. G4 indicates that the stand of reeds is too sparse. This is caused by a disease of the reed, without anything being lacking in the ditching or the elevation.

It can also indicate the beginnings of neglect – cessation of reed cutting for economic reasons, or damage by starlings. R types in the reed marsh indicate neglect (see also type Gr which was not used in the mapping since the most closely related rough herbage type was given). The types G2 and G2h and G1 are too high for a good growth of reeds. In G1 the reed is even so low and thin that various plants which flower in summer can establish themselves, while in G2h and G2, spring plants are still the only ones which appear.

Combatting weeds by chemical means is only worth while when even on the highest types, a reasonable crop of thatching (small size) reeds is desired. In all other cases, it is not the weeds which causes the poor growth of the reeds. But the poor growth of the reeds as a result of deficiencies in the edaphic and hydrological factors is the cause of the appearance of weeds. Good normal cultivation techniques are the best means of combatting the weeds.

Several races of reed varying in size exist. The races were not investigated in detail. The principe form is *Phragmites communis f. latifolia.*

The cultivation of willows and various other sorts of wood

The willow coppices of the Biesbosch have for centuries formed the cradle of the Dutch "rijswerkers" – men who made the renowned willow mats which are used in land reclamation (fig. 148) – who worked here in the winter and who carried out water and land reclamation works during the summer season in all parts of the world.

The principe product which the tidal willow coppices have always produced is "hoephout", that is the wood which was used to make the hoops for the barrel industry. For a

long time barrels with hoops of *Salix alba* from the Biesbosch served as a trade mark for Dutch herring.

At the present-day, the hoop industry is of much little more significance because of the rise of iron hoops.

The cultivation of willow, therefore, gives nowadays only more or less a bare living. Spade handles, bean poles, "rijshout", thin and crooked willow wood (formerly principally by-products) along with a little "hoephout" are now the chief products. A shortage of good workers (the true "rijswerkers" are now employed on the coastal works nearly the whole year round) is also significant.

From the general experience of these familiar with the willow coppice, and from the appearance of the woodland, it seems that types V3q, V3r, V3, V2 and V1 can produce good wood. The willows can also achieve a fairly good growth in V4, V5 is definitely too wet, and V0 is no longer optimal for willow. Type V3r indicates that the drainage and therefore the aeration of the soil is not entirely in order. Since an ecological hiatus exists between the optimal growth of reed and of willow (see Chapter X and XI) this is overcome by embanking high reed-marsh and converting it into willlow coppice. A too limited discharge of the drainage culverts can also lead to the development of type V3r.

Type 4 and 5 were once used as "bittergrienden" *(Salix purpurea)*. This cultivation has been almost abandoned. Locally willow marsh with *Salix dasyclados* occurs, specially for the cultivation of "band" (binding twigs). Type V6 should not be included in the cultivated area; it is the extreme form of neglect and only *Salix purpurea* and *Salix dasyclados* manage to survive there (back swamp tidal forest).

From the experimental plot on the Beversluisplaat (see table W and fig. 150 and 151) and from the widespread planting of poplars as trees and shelter belts, it appears that a good growth of poplar is obtained in types V2, V1 and V0 – i.a. *Populus serotina erecta, Populus gelrica, Populus robusta, Populus serotina* and *Populus marylandica* (table W). In V2, however, the physical ripening is not yet far enough advanced; the soil is still relatively weak and the trees soon fall over (fig. 149). Type V0 is suited to the cultivation of poplars. In this type, the cultivation of poplar should be strongly recommended rather than the cultivation of willow. The cultivation of ash is to be recommended in these locations.

Arable and grassland cultivation

On the well developed polders, yields are obtained which are comparable with those obtained in the better marine clay areas (table X). The crop rotation is similar to that of the marine clay.

Beets constitute one of the principle products. Far too much beet used to be grown, and a good deal of the land has therefore become unsuitable for beet cultivation. The low content of potassium which was described in chapter VI is the reason that more potatoes are not grown.

The height of the dikes of the good arable polders is about 330 to 360 cm above N.A.P. There does exist the risk of breaching of the dikes during very high storm floods (fig. 154). The drainage is natural by means of sluices, but sometimes, during a very wet period, a small pumping unit is made use of.

In various polders, the water regime is not in good conditions, usually because the sluices are not low enough. Sometimes the drainage channel outside the dike has become too shallow, and sometimes the drainage ditches leading to the sluice are no longer wide enough. This neglect is usually caused by the uncertainty about the future in connection

with the "inpoldering" or diking of the whole area, which has already been mooted for a great many years. The Delta Plan (the scheme for diking off the sea arms in the south-west Netherlands) has again had a great influence on these proposals. Though previously there was talk of one huge polder with natural drainage, pumping would now be necessary, since after the carrying out of the Delta Plan, there will no longer be periods of low water to allow natural drainage.

If the polders are ever combined into one or into a number of large polders with a common pumping system, the soil conditions will have to be very much taken into account. A drainage level which is favourable for the thick clay topsoils (G-types) is dangerous for the thin clay topsoils (P-types).

The significance of the thickness of the clay topsoil is discussed in Chapter VII. Under present circumstances, drought occurs only in the elevated type P1. The remaining types never become dry as a result of the fluctuating water table (Chapter III).

It is suggested that, where thick and thin clay topsoils occur side by side, a fluctuating water table is more favourable than a constant level which gives conditions which, for the thin type, is still a little too dry, and for the thick type, too wet.

Mixing the thin clay topsoil with the sand subsoil is to be considered, in order to increase the thickness of the silt-containing layer. Where the topsoil is ploughed through, however, the farmers say that no intimate mixing occurs, because the clay is too heavy and the sand too coarse.

Other possible techniques for land improvement are a system of irrigation and partial pumping. Sprinkler irrigation is also another ultimate solution, but it is one which requires lengthy and costly capital investment.

The land improvement engineers and the agricultural economists will have to work out together which methods are to be applied. Experimental investigations into yields would, in this connection, be of great importance.

In table Y, the ideal groundwater table levels are given for each soil type, according to the generally accepted ideas at the present-day for comparable soils elsewhere.

In appendix 3, a map is given on which the elevation of the sand subsoil in the P-types is given in relation to N.A.P. Assuming that the whole area would be diked into a single polder, the danger of one drainage level can be seen at a glance.

It is clear from chapter V that the drainage depth of the land which will eventually be diked, determines the shrinkage (see fig. 57). With fairly deep drainage, most of the willow coppice will yield land comparable to the land which predominates in the present-day polders. The high sand flat soil (P) complexes outside the dikes can also be grouped in this category. Longer sedimentation will be able to give these areas only a very slightly thicker clay layer. All the reed-marshes will yield rather low ground (see table I) which, if lying between higher soils, will serve principally as pasture land. Eventually, however, with deeper drainage, it will be able to be converted into arable land. Rush-marshes, silt banks and some sand banks will only be able to be put under grass, which in the youngest stages will be of only moderate quality. What is open water at low tide (see the soil and the vegetation map, appendix 1 and 2) will remain open water, but will depending on the water level to a great or less extent become filled in with rush and reed growth.

The question of whether to dike in the whole area or not is not one which depends only on the suitability of the soil. Hydrological factors, general agricultural factors, and the steadily increasing importance of the claims of nature conservancy and recreation, all have an important role to play, especially in the Biesbosch.

In ZONNEVELD (1951*b*, 1952*a*, 1955*a* and 1957*a* and *b*) the problems of nature conservancy before and after completion of the Delta Scheme is discussed.

Particularly in ZONNEVELD (1955*a* and 1957*a*) a discussion is given on the future significance of the land outside the dikes with regard to the various cultivations after completion of the Delta Scheme, as a result of which tidal fluctuations will be considerably reduced.

Attention has to be paid to the fact, that the prognosis given in the mentioned papers are based on estimations of the hydrology after execution of the Delta Scheme, the actual data being still unknown.

However if in the future mean high and low water levels will deviate, e.g. rise several dms, this will cause radical changes in the reed and willow cultivation. Continuation of the willow coppice management will be impossible in many places if the average water level will rise several dms higher than proposed in the publications mentioned.

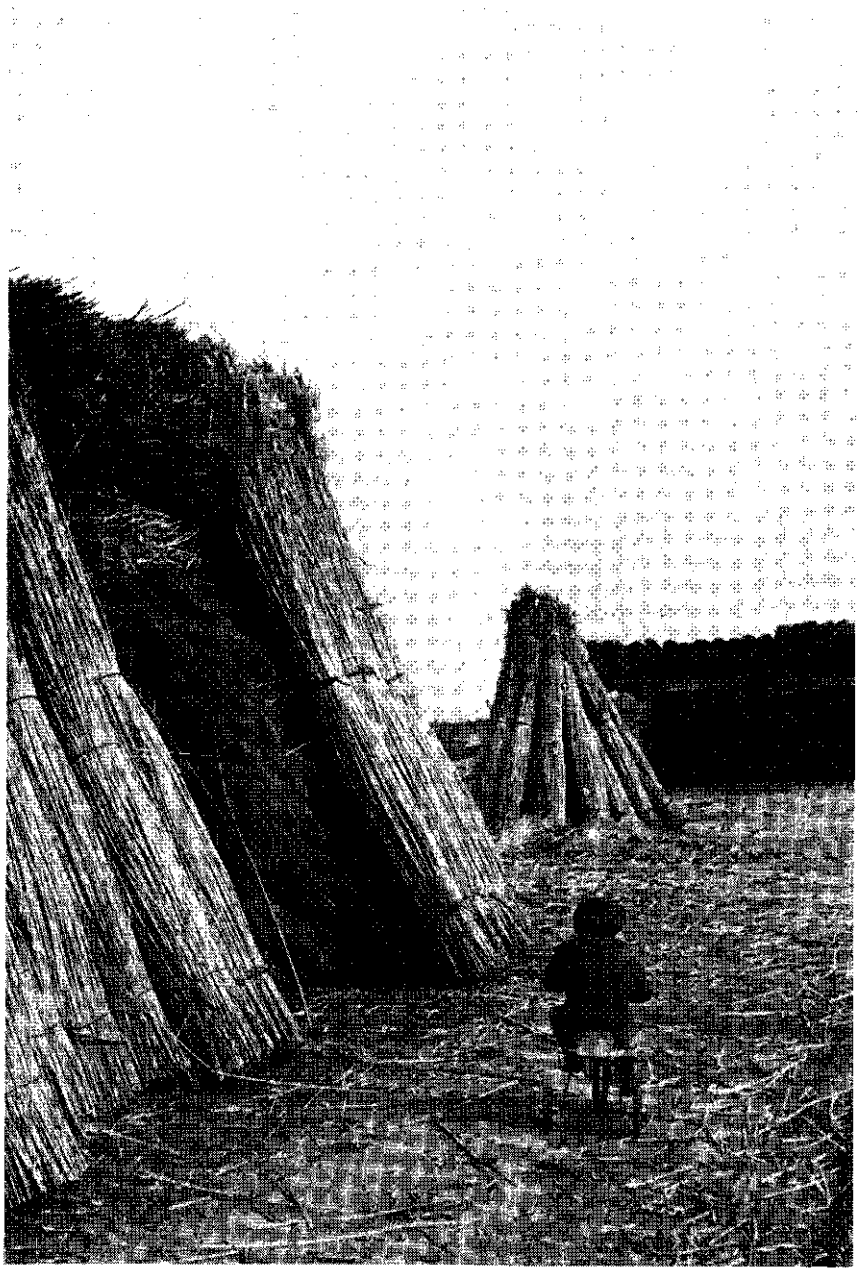


FIG. 147.
Een rietlengte van 3½ à 4 meter is normaal.
A reed lenght of 10 to 13 feet is quite normal.

FIG. 148.

Griendbedrijf. De ark is het griendwerkersverblijf. (Buitenkooigat).

Willow coppice business. The ark is the sojourn of the willow coppice worker. (Buitenkooigat).

FIG. 149.

Aanplant van populieren (*Populus gelrica*) in type V2. De groei is goed, maar door de slappe bodem bestaat kans op omvallen.
Verder kunnen worden herkend: *Urtica dioica* (Brandnetel), *Ranunculus repens* (Kruipende Boterbloem), *Rumex obtusifolius ssp. silvester* (Bosridderzuring).
(Proefveld Beversluisplaat; november, 1954).

Stand of cotton-wood (Populus gelrica) in the community V2.
The growth is excellent, but in consequence of the muddy soil the chance of fall is high.
Further recognizable are: Urtica dioica, Ranunculus repens, Rumex obtusifolius ssp. silvester.
(Experimental field Beversluisplaat; November 1954).

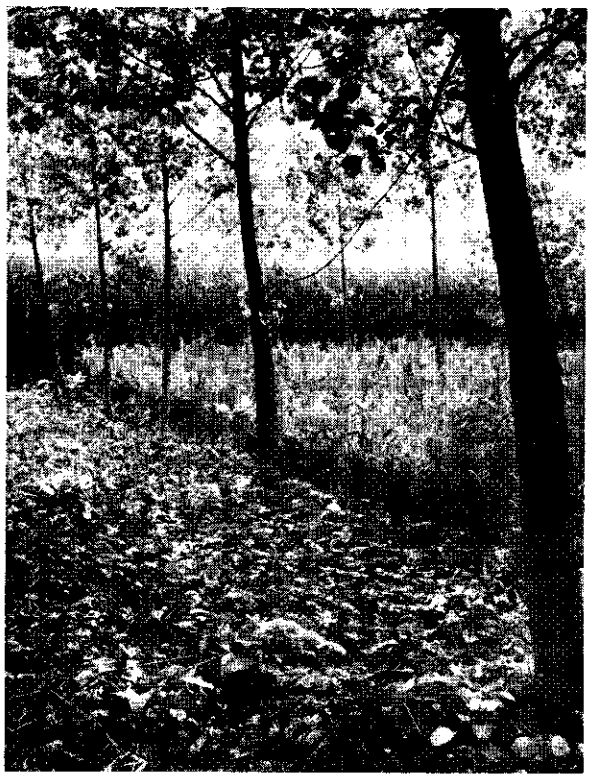


FIG. 150.

Populierenproefveld, Beversluisplaat.
Duidelijk kan er een afname in vitaliteit worden geconstateerd, gaande van oeverwal (voor) naar kom (achter).
Anthriscus sylvestris (Fluitekruid), die kenmerkend is voor de oeverwal, kan duidelijk tussen de twee voorste bomen worden herkend. Voorts veel *Ranunculus repens* (Kruipende Boterbloem), *Rumex obtusifolius ssp. silvester* (Bosridderzuring) en *Poa trivialis* (Beemdgras).

Cotton-wood experimental field, Beversluisplaat.
From foreground (creek levee) down to background (back swamp) vitality decreases sharply.
Characteristic for the levee is Anthriscus silvestris (between the first two trees).
Further recognizable are: Ranunculus repens, Rumex obtusifolius ssp. silvester and Poa trivialis.

Foto: Directie Akker- en Weidebouw Ministerie van Landbouw en Visserij

FIG. 151.

Vegetatiekaart van het populierenproefveld op de Beversluisplaat. De figuur geeft tevens de dikte van de bomen, gemeten op borsthoogte. (Oktober 1953).

Vegetation map of the cotton-wood experimental field on the Beversluisplaat. The map shows also the girth of the trees, measured at breastheight. (October 1953).

1 = Type V2 Gemeenschap van *Salix alba* (Wilg) en *Heracleum sphondylium* (Bereklauw).
Community of Salix alba and Heracleum sphondylium.

2 = Type V3 Gemeenschap van *Salix alba* (Wilg), *Cardamine amara* (Bittere Veldkers) en *Anthriscus sylvestris* (Fluitekruid).
Community of Salix alba, Cardamine amara and Anthriscus sylvestris.

3 = Type V3q Gemeenschap van *Salix alba* (Wilg), *Cardamine amara* (Bittere Veldkers) en *Vaucheria sp.* (Nopjeswier).
Community of Salix alba, Cardamine and Vaucheria sp.

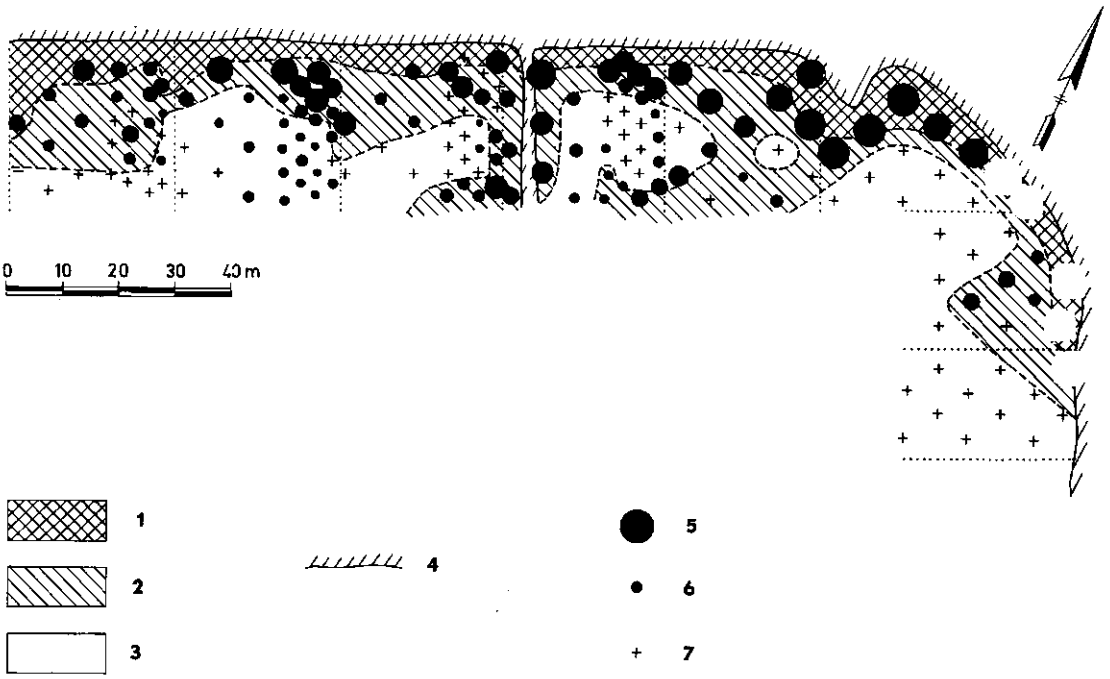
4 = steile oever.
steep bank.

5 = stamomtrek op borsthoogte: 50 cm.
girth at breastheight: 50 cm.

6 = stamomtrek op borsthoogte: 12 cm.
girth at breastheight: 12 cm.

7 = dode of niet aangeslagen exemplaren.
died or not struck specimen.

De volgorde van de vakken is van links naar rechts:
The sequence of the different sectors is from left to right:
P. serotina, P. serotina erecta, P. robusta, P. gelrica, P. serotina erecta, P. serotina, P. gelrica, P. robusta.


0 10 20 30 40 m
1
2
3
4
5
6
7

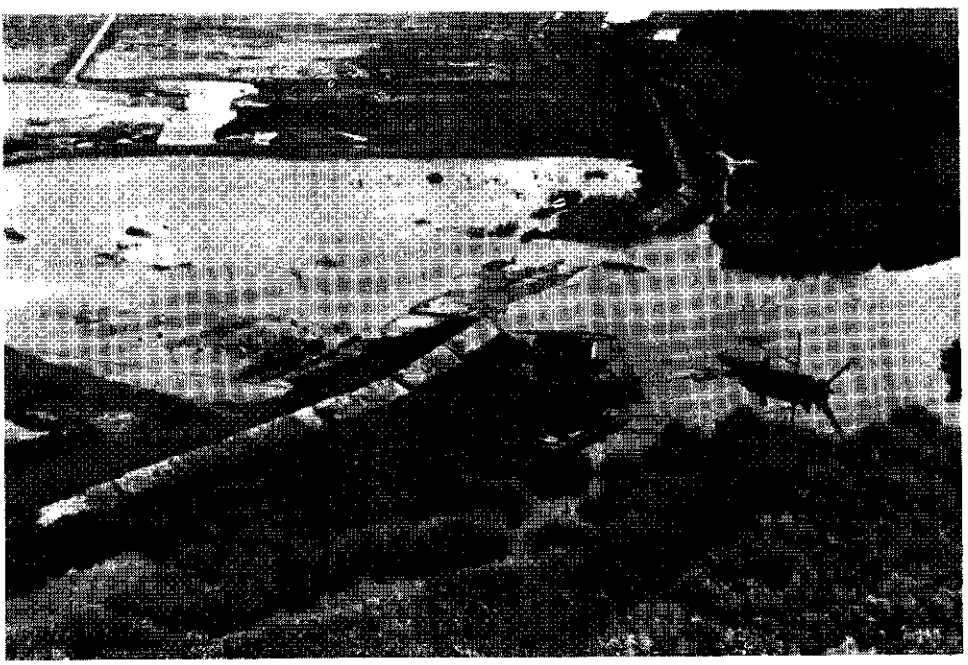


FIG. 154.

Augustus 1955. Dijkdoorbraak, gefotografeerd uit mast nr. 34. Hoogwater. De ringkade keert het water. Het nieuwgespoten dijklichaam komt reeds boven.

August 1955. *Dike-burst, recorded out of electricity pylon nr. 34. High tide. The provisional "ringdike" stems the water. The new dike, in construction, rises already above water surface.*

TABEL W. Populierenproefveld Beversluisplaat.

TABLE W. *Cotton-wood experimental field Beversluisplaat.*

A. Gemiddelde stamomvang van de populieren (poten en heesters), waarvan de gehele stam in leven is gebleven. Per vegetatietype berekend (okt. 1953).
Mean girth of cotton wood trees (cuttings and shrubs), of which the total trunk is still alive. Calculated per vegetation type (Oct. 1953).

Boomsoort *Tree species*	*Populus serotina*	*Populus serotina erecta*	*Populus gelrica*	*Populus robusta*
Vegetatietype *Vegetation type*				
V 2	32,2 (10)	33,5 (2)	42,0 (3)	33,0 (2)
V 3	22,0 (10)	27,5 (17)	24,7 (12)	25,7 (12)
V 3q	13,0 (2)	16,2 (18)	15,0 (13)	10,3 (3)

B. In leven gebleven exemplaren (inclusief overlevende door opslag) in procenten van het totaal aangeplante poten en heesters (okt. 1953).
Survived specimen (inclusive survivors by shoots), in percentage of the total number of planted cuttings and shrubs (Oct. 1953).

Boomsoort *Tree species*	*Populus serotina*	*Populus serotina erecta*	*Populus gelrica*	*Populus robusta*
Vegetatietype *Vegetation type*				
V 2	100 (10)	100 (2)	100 (3)	67 (3)
V 3	85 (13)	100 (20)	100 (13)	88 (17)
V 3q	28 (18)	96 (23)	56 (25)	35 (23)

C. Omvang van enkele bomen, gemeten in okt. 1953 en okt. 1954.
Girth of some trees, measured in Oct. 1953 and Oct. 1954.

Boomsoort en nummer *Tree species and number*	Vegetatietype *Vegetation type*	Meting *Measuring October 1953*	Meting *Measuring October 1954*
Populus serotina 4	V 3	34	43
Populus serotina 2	V 2	43	52
Populus serotina 1	V 2	34	46
Populus gelrica 6	V 2	48	59
Populus gelrica 1	V 2	41	50
Populus robusta 10	V 3	32	42

Alle waarden gelden op borsthoogte (130 cm). De tussen haakjes geplaatste cijfers geven het aantal bomen aan, waarover het gemiddelde berekend is. Een indruk van de spreiding der dikte krijgt men uit de vegetatiekaart van het proefveld (fig. 151).

All values apply to breast height (130 cm). Numbers in parentheses suggest the number of trees, of which the mean has been calculated. One gets an impression of the deviation of the girths from the vegetation map of the experimental field (fig. 151).

TABEL X. Enkele gegevens over bebouwde oppervlakte en produktie in de Biesbosch.

	Bebouwde oppervlakte in % *Cultivated surface in %*		Globale gemiddelde opbrengsten in kg/ha in 1955 *Roughly averaged yields in kg/ha in 1955*	
	1952	1956		
Granen (tarwe, gerst en haver) *Cereals (wheat, barley and oats)*	41,2	45	wintertarwe *winter wheat*	4 500
			zomertarwe *summer wheat*	4 000
			zomergerst *summer barley*	4 100
			haver — *oats*	4 000
Suikerbieten — *Sugar beets*	20,4	16,8		±50 000
Vlas — *Flax*	15,6	10,8		7 000
Peulvruchten — *Pulses*	6,1	6,9	erwten — *peas*	3 000
Aardappelen — *Potatoes*	6,6	5,2		30 000
Graszaad — *Grass-seed*	5,1	5,4		—
Koolzaad — *Colza*	1,1	3,5		3 000
Overige — *Other crops*	3,9	6,4		—
	100 %	100 %		

TABLE X. *Some data of cultivated surface and yields in the Biesbosch.*

TABEL IJ. Gewenste grondwaterstanden in cm beneden maaiveld, na nivellering van de schommelingen; bij een veronderstelde goede waterbeheersing en een gebruik als bouwland (naar algemeen geldende normen).

De cijfers gelden voor bodemprofielen met een gemiddelde laagdikte en werden opgesteld in overleg met de hydrologische commissie van de Stichting voor Bodemkartering.

TABLE IJ. *Ideal groundwater tables in cm below surface, after levelling of the groundwater fluctuations. Drainage control and arable land use are supposed to be good (according to the generally accepted opinion).*

The numbers refer to soil profiles with a mean thickness of the layers. They have been determined in consultation with the hydrological committee of the Soil Survey Institute.

Bodemtype *Soil unit*	Zomerpeil *Summer level*	Winterpeil [1] *Winter level*
P1b — e (en P2b)	45	> 80
P2c—e (en P3b)	65 (75)[2]	> 90 (100)[2]
P3c—f	90 (100)	> 100 (110)
PLa	(30)	(> 50)
PL1c	45	> 80
PL1d	50	> 90
PL2c—d	75	> 90
PL3c—d2	100	> 110
G1, G1c—d, G2b, G3b	120 (160)	> 130 (140)
G2c—e	120	> 120
G3c—f	120	> 120
GO2c—d en GO2b (d)	65	> 90
GO2c (d)	90	> 110
GO3c—d	90	> 110
G4c—f	> 120	> 120
Ga	60	> 90
G4b	70	> 90
Gronden met k en kk *Soils with k and kk*	—	zo diep en zo vroeg mogelijk *as deep and early as possible*

[1] Peilen, die bereikt moeten kunnen worden na een flinke periode van droogte in de winter.
Levels to be reached after a considerably dry period in winter time.

[2] De tussen haakjes geplaatste cijfers hebben betrekking op de gronden, die aan de randen van het „zandplaatgrondengebied" zijn gelegen.
The numbers between brackets refer to soils situated on the fringe of the sand-flat soil area.

XV. THE SIGNIFICANCE OF THE RESULTS OF THE INVESTIGATIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF THE NATURAL LANDSCAPES IN THE NETHERLANDS AND THEIR SOIL FORMING PROCESSES

Despite the strong influence of man on the vegetation and soil development, there are still in the Biesbosch, many elements of a natural freshwater coastal lowland. As a study area, where all types of process can be studied, this area is of great importance to the natural field sciences (geology, pedology, biology, ecology). The study of the extreme tidal influence in its present form is very interesting. After the completion of the Delta Plan, the landscape corresponding to much of the coastal lowland of Holland before diking, will be able to be reconstructed. Then, as a result of the absence of dikes, strong ebb and flood tides of the order of those at present found in the Biesbosch, were found over only small areas, close by the coast.

The elements of the tidal rivers, such as were described by EDELMAN (1950), are well seen in the Biesbosch.

BENNEMA (1953) gives a description of a pre-historic inhabited tidal landscape near Hekelingen (Putten). In this description, many similarities with the present-day Biesbosch environment can be discovered.

Parts of the topsoil of the Westland, as described by VAN LIERE (1948) and EDELMAN (1953) must have been laid down in a freshwater tidal milieu. The high content of organic matter in reed-marsh soils in the Biesbosch indicates that even at a short distance from the main river current in a tidal milieu, considerable quantities of organic matter can be formed. At a somewhat greater distance – a situation which does not at the present-day exist in the Biesbosch – this process could lead to peat formation.

In its present state, the soil of the reed-marsh is termed a „modderklei" (very plastic, very humose clay). With a rising sea level, this clay will continue to build up and will remain plastic. In the vicinity of the rivers, "modderklei" is encountered in the subsoil over great areas of the West Netherlands.

The lime content of soils is described in Chapter VI. Investigations in this seminatural freshwater area have strenghtened us in the opinion that most of the low soils which are poor in calcium, of which the extreme forms are "knipklei" and "laklagen", owe their lack of calcium to processes during sedimentation as well as to decalcification in reducing conditions ("gley" phenomenon), rich in decomposing organic matter. "Knipklei" and "laklagen" can become decalcified to such an extent because, as can be seen from their high content of particles smaller than 2 mu and from their location in very sheltered conditions, they were laid down very gradually over a long period, allowing large quantities of organic matter to be formed. "Knipklei" soils can very early deprived of the protecting Ca-ions, under the influence of certain ion concentrations in the soil water and in the flood water, obtain their infavourable Mg-content, that according to SCHUYLENBORGH and VEENENBOS (1951) should be the cause of the bad soil structure.

"Laklagen", which were formed entirely under freshwater conditions, obtained their unfavourable characteristics in analogous way, and influenced by the climate.

Further study of geological, pedological, ecological and general biological projects has been benefitted by the setting up of a few strictly-maintained not to small reservations which have free contact with an active river. Side by side with the reservations, a cultivated landscape outside the dikes (reed, willow, woodland) will be able to continue to function as a recreation area, next to a prosperous arable land inside the dikes.

LITERATURE

T.K.N.A.G = Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap

ACARLA, A. H. en G. G. L. STEUR 1952 De bodemkartering van enkele polders nabij Willemstad. *Boor en Spade* **5**, 93–102.

ADRIANI, M. J. 1945 Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau de halophytes de la région néerlandaise méridionale, ainsi que de la Méditerranée française. Diss. Amsterdam. Groningen.

ALLORGE, P. 1922 Les associations végétales du Vexin français. Thèses à la faculté des Sciences de Paris.

ANDEL, TJ. H. VAN, and H. POSTMA 1955 Recent sediments of the Gulf of Paria. Reports of the Orinoco shelf expedition. *Verh. Kon. Akad. Wet. Afd. Natuurkunde. Eerste reeks* **20** (5).

BAKKER, D. 1954 Miscellaneous notes on Scirpus lacustris L. sensu lat. in the Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* **3**, 425–445.

—— en A. C. BOER 1954 Mattenbiezen. *De Levende Natuur* **57**, 30–35.

BAKKER, G. DE 1950 De bodemgesteldheid van enkele Zuidbevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 6. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56**. 14. 's-Gravenhage.

BARKMAN, J. J. 1953 Over de mosvegetatie van onze getijdengrienden. *Buxbaumia* 7, 42–49.

BEEK, G. A. A. VAN 1952 Over cultuur van biezen, griend en riet in de Biesbosch. In: Een bos van biezen, 13–16. Dordrecht.

BEEKMAN, A. A. 1932 Geschiedkundige atlas van Nederland. Tekst bij kaart IV. De gewesten van Noord- en Zuid-Nederland in 1300. Den Haag.

BENDEGOM, L. VAN 1950 Enkele beschouwingen over de vorming en vervorming van wadden. *T.K.N.A.G.* **67**, 66–73.

BENNEMA, J. 1949 Het oppervlakteveen in West-Nederland. *Boor en Spade* **3**, 139–149.

—— 1953*a* De ontkalking tijdens de opslibbing bij Nederlandse alluviale gronden. *Boor en Spade* **6**, 40–51.

—— 1953*b* De bodemkundige onderzoekingen in de Vrieslandpolder bij Hekelingen, naar aanleiding van een oudheidkundige opgraving aldaar. *Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz.* **4** (2), 10–19.

—— 1954*a* Holocene movements of land and sea-level in the coastal area of the Netherlands. *Geol. en Mijnb.* **16**, 254–264.

—— 1954*b* Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied. Diss. Wageningen. *Boor en Spade* **7**, 1–93.

——, E. C. W. A. GEUZE, H. SMITS en A. J. WIGGERS 1954*a* Inklinkingsdag van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging. *Landbouwk. Tijdschr.* **66**, 459–467.

——, ——, —— en —— 1954*b* Soil compaction in relation to quaternary movements of the the sea-level and subsidence of the land, especially in the Netherlands. *Geol. en Mijnb.* **16**, 173–178.

—— en K. VAN DER MEER 1952 De bodemkartering van Walcheren. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 12. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **58**. 4. 's-Gravenhage.

—— en L. J. PONS 1952 Donken, Fluviatiel Laagterras en Eemzee-afzettingen in het westelijk gebied van de grote rivieren. *Boor en Spade* **5**, 126–138.

BITTMANN, E. 1953 Das Schilf (Phragmites communis Trin.) und seine Verwendung im Wasserbau. *Angewandte Pflanzensoziologie* **7**, Stolzenau/Weser.

BIJHOUWER, J. T. P. 1950 Landschap en recreatie. *Wetenschap en Samenleving* **4**, 115–116 en 126–128.

BLOOMFIELD, C.	1950	Some observations on gleying. *Journ. of Soil Sci.* **1**, 196–211.
——	1951	Experiments on the mechanism of gley formation. *Journ. of Soil Sci.* **2**, 196–211.
——	1952	The distribution of iron and alluminium oxides in gley soils. *Journ. of Soil Sci.* **3**, 167–171.
BOER, A. C.	1942	Plantensociologische beschrijving van de orde der Phragmitetalia. *Meded. no.* **44** *Zuiderzeecommissie.*
——	1945	Riet- en biescultuur. Stencil. Plantkundig Laboratorium, Dir. Wieringermeer (N.O.P.-werken). Kampen.
BOTERENBROOD, A. J., P. J. SCHROEVERS, E. E. VAN DER VOO en M. F. MÖRZER BRUYNS	1956	Vergelijkend botanisch onderzoek van een aantal oude rivierlopen in Nederland. Utrecht.
BRAUN-BLANQUET, J.	1939	Lineares oder vieldimensionales System in der Pflanzensoziologie. *Chronica Botanica* **5**, 391–395.
——	1942	Sur l'importance pratique d'une carte détaillée des Associations végétales de la France. *Communication no.* **86** *de Montpellier.*
——, G. D. FULLER and H. S. CONARD	1932	Plant sociology. New York/Londen.
—— J. PAVILLARD en W. C. DE LEEUW	1930	Vocabulaire der Plantensociologie. *Versl. en Meded. Inst. Vegetatie-onderzoek Nederland*, 1.
BRUIN, P.	1938	De aanwezigheid van calcium-magnesium-carbonaat naast calciumcarbonaat in kleigronden en de ontleding dezer carbonaten onder invloed van zoutzuur, azijnzuur en de bodemzuren. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **44** (15)A. 's-Gravenhage.
CAJANDER, A. K.	1926	The theory of forest types. *Acta Forestalia Fennica* **29**, 1–108.
CONTACTCOMMISSIE VOOR NATUUR- EN LANDSCHAPSBESCHERMING	1950	Memorandum betreffende de plannen tot inpoldering van de Brabantse Biesbosch. Amsterdam.
DALEN, J. L. VAN (pseud. JAN VAN DE MAAS)	1925	De St. Elizabethsvloed (18 November 1421) na vijf eeuwen herdacht. 3e dr. (Overdruk uit: Dordrechtse Courant van 12–14 november 1921).
DELTA-COMMISSIE	1954	Afdamming zeearmen. Derde interim-advies uitgebracht aan de Minister van Verkeer en Waterstaat. 's-Gravenhage.
DENDERMONDE, M., en H. A. M. C. DIBBITS	1954	De Dijken. Amsterdam.
DIEPEN, D. VAN	1952	De bodemgesteldheid van de Maaskant. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 13. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **58**. 9. 's-Gravenhage.
DOEGLAS, D. J.	1952	Afzettingsgesteenten. Den Haag.
DOING KRAFT, H.	1955	Over de systematiek van plantengemeenschappen en de herziening van het systeem der Nederlandse bosassociaties. Ingenieursscriptie plantengeografie. Landbouwhogeschool, Wageningen.
——, J. BARKMAN, I. S. ZONNEVELD, R. W. BECKING, F. M. MAAS, W. G. B. BEEFTINK, V. WESTHOFF en C. DEN HARTOG	1955	De tegenwoordige opvatting omtrent het associatiebegrip en de systematiek van plantengemeenschappen volgens de methode Braun-Blanquet. Rondschrijven, inleiding en discussie op de 36e dag voor biosociologie en palaeobotanie van de Kon. Ned. Bot. Ver. op 22 december 1955.
DOMINGO, W. R.	1951	De physische rijping van de jongere Zuiderzeeafzettingen in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* **2**. Zwolle.
DONSELAAR, J. VAN en M. F. MÖRZER BRUYNS	1956	Het vegetatiekundig onderzoek van oude rivierlopen. *Natuur en Landschap* **10**, 203–212.
DROST, P. J.	1934	Een en ander betreffende de griendcultuur in ons land. *Ned. Boschbouw Tijdschr.* **7**, 338, 378, 420 en 470.
——	1948	Gaat de griendcultuur in ons land verdwijnen? *Tijdschr. Ned. Heidemaatschappij* **59**, 464–468.

DULK, A. DEN	1951	Zeldzame ostracoden in de Biesbosch. *De Levende Natuur* **54**, 176–178.
DU RIETZ, G. E.	1932	Vegetationsforschung mit soziationsanalytischen Grundlage. *Abderhaldens Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden* **11** (5), 293–480.
EDELMAN, C. H.	1945	Overslaggronden. Gedenkboek Dr. Ir. P. Tesch. *Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Ned. en Kol., Geol. Ser.* **14**, 167–173.
——	1946	Over knipgronden en bodemkartering. Frysk Lânboublêd no. 34, 12 april. Herdrukt in: *Boor en Spade* **1** (1948), 176–182.
——	1950	Soils of the Nederlands. Amsterdam.
——	1953	De sub-atlantische transgressie langs de Nederlandse kust. *Geol. en Mijnbouw* **15**, 351–364.
——, L. ERINGA, K. J. HOEKSEMA, J. J. JANTZEN en P. J. R. MODDERMAN	1950	Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 7. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56**. 18. 's-Gravenhage.
—— en W. J. VAN LIERE	1951	Over de woudgronden op de zeeklei van westelijk en noordelijk Nederland. *Boor en Spade* **4**, 14–21.
—— en L. A. H. DE SMET	1951	Over de ontkalking van de Dollardklei. *Boor en Spade* **4**, 104–114.
EGBERTS, H.	1950	De bodemgesteldheid van de Betuwe. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 8. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56**. 19. 's-Gravenhage.
ELLENBERG, H.	1939	Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion Bodenfeuchter Eichen- und Buchenwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitt. Florist.-soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen* **5**, 135.
ETTER, H.	1949	De l'analyse statistique des tableaux de végétation. *Vegetatio* **1**, 147–154.
FEEKES, W.	1936	De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder, de eerste groote droogmakerij van de Zuiderzee. Diss. Wageningen.
—— en D. BAKKER	1954	De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* **6**. Zwolle.
FEEN, P. J. VAN DER en G. KORTENBOUT VAN DER SLUIS	1952	Skeletresten uit de opgraving te Hekelingen. *Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz.* **4** (2), 24–26.
FELBER, TH.	1910	Natur und Kunst im Walde. Frauenfeld.
FLORSCHÜTZ, F.	1953	Palaeobotanisch onderzoek in verband met de opgravingen in de polder Vriesland bij Hekelingen. *Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz.* **4** (2), 19–24.
FOCKEMA ANDREAE, S. J.	1950	Studiën over Waterschapsgeschiedenis. III. De Grote of Zuidhollandse Waard. Leiden.
FUNKE, G. L.	1951	Waterplanten. Noorduijn's wetenschappelijke reeks 32. Gorinchem.
GASTKEMPER F. J.	1943	De Brabantse Biesbosch. *De Levende Natuur* **47**, 145–150 en 165–169.
GLÜCK, H.	1936	Pascher's Die Süsswasserflora Mitteleuropas. Heft 15.
GOEDEWAAGEN, M. A. J., C. VAN DEN BERG, D. VAN DEN BOSCH, J. BUTIJN, J. J. JONKER, D. VAN DER SCHAAF, J. J. SCHUURMAN	1955	Wortelgroei in gronden, bestaande uit een bovengrond van klei en een ondergrond van zand. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **61**. 7. 's-Gravenhage.
HEUKELS, H.	1909–1911	De flora van Nederland. Dl. 1, 2 en 3. Leiden/Groningen.
—— en W. H. WACHTER	1942	Geïllustreerde schoolflora voor Nederland. 12e dr. Groningen.
——, —— en S. J. VAN OOSTSTROOM	1952	Beknopte schoolflora voor Nederland. 8e dr. Groningen.
HEYBROEK, H. H.	1954	Standplaatseisen en beïnvloeding van planten. Lezing 33e Sociologendag, georganiseerd door de Kon. Ned. Bot. Ver.

HEYLIGERS, P. C.	1954	Insecten en plantengemeenschappen. *Kruipnieuws* **16**, 5–9.
——	1955	Onderzoek naar de levensgemeenschappen van de grienden in de Brabantse Biesbosch. Practische werk van het doctoraalexamen plantengeografie en oecologie. Rijksuniversiteit, Utrecht. Stencil R.I.V.O.N.
HINGMAN, J. H.	1885	De Maas en de dijken van den Zuid-Hollandschen Waard in 1421. 's-Gravenhage.
HISSINK, D. J.	1926	Rivierkleigronden. *Versl. Landbouwk. Onderz. Rijkslandbouwproefstat.* **31**. 's-Gravenhage.
——	1935	De bodemkundige gesteldheid van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders. Bijdrage tot de kennis van het verouderingsproces van de zware zeekleigronden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **41** (B), 47–172. 's-Gravenhage.
——	1952	Het gehalte aan koolzure kalk van het Dollardslib vanaf 1545 tot heden en de ontkalkingssnelheid van achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders. *Landbouwk. Tijdschr.* **64**, 365–371.
HOEBEE, P.	1952	Watersport in de „Brabantse Biesbosch". In: Een bos van biezen, 17–19. Dordrecht.
HOEKSEMA, K. J.	1953	De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. *Boor en Spade* **6**, 24–30.
——		De verspreiding van roest in bodemprofielen in verband met de biologische homogenisatie (nog niet gepubliceerd).
HOFSTEE, W., en A. W. VLAM	1952	Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. *Boor en Spade* **5**, 195–235.
HUIZINGA, I. T. K.	1940	De bodemdaling van Nederland, bezien van grondmechanisch standpunt. *Geol. en Mijnbouw* **2**, 94–106.
ISSLER, E.	1926	Associations végétales des Vosges méridionales et de la Plaine Rhénane avoisinante. I. Fin.-Colmar.
IVERSEN, J.	1936	Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. Diss. Köbenhavn. *Meddelelser fra Skalling-Laboratoriet.* **4**. Köbenhavn.
KAMER VAN KOOPHANDEL EN FABRIEKEN VOOR NOORD-BRABANT	1950	Memorandum inzake waterstaatkundige toestand in noordelijk Noord-Brabant. Tilburg.
KAMPS, L. F.	1950	Enige gegevens over de sedimentatie in het Waddengebied ten noorden van de provincie Groningen. *T.K.N.A.G.* **67** (Waddensymposium-nummer), 369–373.
KAMPS, L. F.	1956	Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk waddengebied. Baflo.
——, W. KOOPER, B. VERHOEVEN, A. J. WIGGERS en A. J. ZUUR	1952	Verslag van een studiereis naar de landaanwinningswerken langs de westkust van Sleeswijk-Holstein en Jutland. Baflo/Kampen.
KIMSTRA, K.	1952	Basydiomyceten. Med. Comm. Natuurwetenschap. onderzoek in de Biesbosch. Dordrecht.
KIPPERS, M. en L. VELLEKOOP	1953	De vegetatiekartering van de rietgorzen in de Brabantse Biesbosch. Ingenieursscriptie Plantengeografie. Landbouwhogeschool, Wageningen.
KLAPP, E.	1950	Taschenbuch der Gräser. Berlin.
KLINKENBERG, W.	1943	Het Filipenduletum. *Kruipnieuws* **5**, 2–3 en 7–15.
KOCH, W.	1926	Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Systematisch-kritische Studie. Diss. Zürich. *Jahrb. d. St. Gall. naturwiss. Ges.* **61**. II.
KOORNNEEF, H.	1945	De bodemgesteldheid van Niervaart, Zwaluwen en omstreken. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **51** (11) A. 's-Gravenhage.
KRUSEMAN, G. en J. VLIEGER	1941	Plantensociologische notities in de omstreken van Gouda. *Ned. Kruidk. Archief* **51**, 43–46.
KUBIËNA, W.	1953	Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.

KUIPER, K. en TJ. P. WIJNGAARDEN	1954	Verslag van het onderzoek van de kalifixatie in Biesboschgronden. Ingenieursscriptie Landbouwscheikunde. Landbouwhogeschool, Wageningen.
KUIPERS, S. F.	1946	Tholen en Schouwen. Legenda oude polders. Intern rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
——	1948	De verschillen in „rijpheid" ten tijde van de bedijking van de Nieuwlandpolders op Schouwen-Duiveland en Tholen. Lezing gehouden voor Commissie Landaanwinning T.N.O. Intern rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
LANDMETER, F.	1929	Physisch-geografische verschijnselen in den Biesbosch. *Hand. 22e Natuur- en Geneesk. Congres*, 259 e.v.
——	1929	Uit het gebied van den voormaligen en tegenwoordigen Biesbosch. *T. Econ. Geogr.* 729.20, 225–269.
——	1938	De Brabantse Biesbosch en de afsluitingsplannen. *T.K.N.A.G.* **55**, 354–396.
LEBRET, T. en C. J. VERHEY	1954	De avifauna van de Biesbosch. *Wetenschapp. Meded. Kon. Ned. Natuurhist. Ver.* **12**.
LEEPER, G. W.	1947	The forms and reactions of manganese in the soil. *Soil Science* **63**, 79–94.
LEEUW, G. DE	1946	Sleeuwijk (en omgeving) van 1594 tot 1654. Hoofdzakelijk naar aantekeningen van Sleeuwijks eerste predikant Ds. Johannes Cuperus. Sleeuwijk.
LEIBUNDGUT, H.	1948	Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. Bern.
LELY, C.	1887	Nota over de uitkomsten der waarnemingen van het slibgehalte der Nederlandsche rivieren. 's-Gravenhage.
LIERE, W. J. VAN	1948	De bodemgesteldheid van het Westland. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 2. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **54**. 6. 's-Gravenhage.
——	1951	Upper holocene transgressions in the neighbourhood of the mouth of the Meuse. *Boor en Spade* **4**, 238–243.
LINDE, J. VAN DER	1953	Bodemkundige verkenning van het Eiland van Dordrecht. Intern rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
LOHMEYER, W.	1953	Beitrag zur Kenntnis der Pflanzengesellschaften in der Umgebung von Höxter a.d. Weser. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem., N.F.* **4**, 59–76.
MAAS, F. M.	1953	De vegetatie van de grienden in de Brabantse Biesbosch. Ingenieursscriptie Plantengeografie. Landbouwhogeschool, Wageningen.
MASCHHAUPT, J. G.	1947	Opmerkingen over de ontkalkingssnelheid van Nederlandse zeekleigronden. *Landbouwk. Tijdschr.* **64**, 372–377.
——	1948	Bodemkundige onderzoekingen in het Dollardgebied. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **54**. 4. 's-Gravenhage.
——	1950	Het koolzure-kalkgehalte der Dollardgronden. *T.K.N.A.G.* **67** (Waddensymposium-nummer), 374–381.
—— en D. J. HISSINK	1924	Onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den Zuid-Hollandschen Biesbosch. *Versl. Landbouwk. Onderz. Rijkslandbouwproefstat.* **29**. 's-Gravenhage.
MASSART, J.	1908	Essai de géographie botanique des Districts littoraux et alluviaux de la Belgique. *Rec. Inst. Botanique Leo Errera* 7, 167–584.
MEER, K. VAN DER	1952	De Bloembollenstreek. Resultaten van een veldbodemkundig onderzoek in het bloembollengebied tussen Leiden en het Noordzeekanaal. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland. dl. 11. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **58**. 2. 's-Gravenhage.
MELTZER, J. en V. WESTHOFF	1942	Inleiding tot de plantensociologie. Uitgave Bibl. Nederlandse Natuurhistorische Vereniging no. 6. 's-Graveland.

MEIJER DREES, E.	1936	De bosvegetatie van de Achterhoek en enkele aangrenzende gebieden. Diss. Wageningen. Wageningen.
——	1951	Verklarende lijst van termen uit de plantensociologie en synoecologie. Rapport Bosbouwproefstation (Bogor) no. 48. Serie Vegetatie-onderzoek **2**.
MODDERMAN, P. J. R.	1953	Een Neolithische woonplaats in de polder Vriesland onder Hekelingen (eiland Putten) (Zuid-Holland). *Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz.* **4** (2), 1–19.
MOLENDIJK, L.	1947	Landaanwinningswerken in het Hollandsch Diep. *Polytechnisch Tijdschr.* (B), 226–256.
MÜLLER-STOLL, R. W.	1936	Über die Legehalme des Schilfrohres Phragmites communis Trin. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt.* **55**, Abteilung A, 61–74.
NEUMANN, A.	1952	Vorläufiger Bestimmungsschlüssel für Carex-Arten Nordwestdeutschlands in blütenlosen Zustande. *Mitt. Florist. Soziol. Arbeitsgem.* N. F. **3**, 44–78.
NORDHAGEN, R.	1936	Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. Bergens Museum Arbok, **7**, 1–88.
OBERDORFER, E.	1953	Der europäische Auenwald. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **12** (1).
OVERWATER, A. J.	1922	Gorzen en aanwassen van den landen van Essche. Strijensas.
PALLIS, M.	1915–1917	The structure and history of Plav. *Journ. Linnean Soc. Botany* **43**.
PALLMAN, H.	1933	Die Bodentypen der Schweiz. *Mitt. a.d. Gebiete der Lebensmittel und Hygiene* 24.1.2.
PASSARGÉ, H.	1956	Die Wälder des Oberspreewaldes. *Archiv für Forstwesen* **5** (1/2).
PASSCHIER, H. en V. WESTHOFF	1942	De plantengroei in en bij het dal van de Beerze. *Natura*, **41**, 91–94.
PAVILLARD, J.	1935	Eléments de sociologie végétale (phytosociologie) I. Paris.
PEARSALL, W. H.	1952	The pH of natural soils and its ecological significance. *The Journ. of Soil Sci.* **3**, 41–51.
PIERCE, R. S.	1953	Oxidation-reduction potential and specific conductance of ground water: their influence on natural forest distribution. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.* **17**, 61–65.
PONS, L. J.	1957	De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. Diss. Wageningen. Serie: Bodemkundige Studies 3. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **63**. 11. 's-Gravenhage.
—— en I. OVAA	1950	De bodemkartering van de Kraayertpolders. Intern rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
RAMAER, J. C.	1899	Geographische geschiedenis van Holland bezuiden de Lek en Nieuwe Maas in de Middeleeuwen. *Verh. Kon. Akad. Wet.*, Afd. Letterkunde, N.R. **2** (3). Amsterdam.
RAUNKIAER, C.	1934	The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford.
RIJKSLANDBOUWCONSULENTSCHAP VOOR DE GRIEND- EN RIETTEELT TE UTRECHT	1953	Meer riet, beter en minder kosten.
RIJKSLANDBOUWCONSULENTSCHAP ZEVENBERGEN	z.j.	Archief van grondmonsteranalysen.
RIJKSWATERSTAAT, ALGEMENE DIENST VAN DEN	1937	Beschrijving van de Provincie Zuidholland behoorende bij de Waterstaatskaart. 's-Gravenhage.
—	1946	Beschrijving van de Provincie Noordbrabant behoorende bij de Waterstaatskaart. 's-Gravenhage.
RIJKSWATERSTAAT, DIRECTIE BENEDENRIVIEREN	1944	Tienjarig overzicht der waterhoogten, 1930–1939. 's-Gravenhage.
——	1955	Afvoermetingen in de Benedenrivieren 1955. 's-Gravenhage.

ROEBROEK, A. 1950 Enige gegevens ter nadere oriëntering omtrent de indijking van de Brabantse Biesbosch. *Maandblad Landbouwvoorlichtingsd.* 7, 548–553.

SALISCH, I. VON 1902 Forstästhetik. Berlin.

SANDERS, P. en B. VERHOEVEN 1956 Verslag over een reis ter bestudering van de landaanwinning in West-Duitsland en Jutland. Baflo/Kampen.

SANTEMA, P. 1953 Enkele beschouwingen over het slibtransport van de Rijn. *De Ingenieur* **65** (7) B 37–B 41.

—— 1953 Coagulatie van rivierslib bij ontmoeting met zeewater. *De Ingenieur* **65** (16) B 70–B 72.

SCHEELE, J. 1946 Kalkafzettingen door Nederlandsche stroomen. Intern rapp. Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren. 's-Gravenhage.

SCHENK, E. 1950 Archangelica im Kreise Celle. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem.* N.F. **2**, 11.

SCHIJEN, J. M. 1948 De bodemkartering in het Land van Heusden en Altena. *Boor en Spade* **2**, 49–51.

SCHÖNHAGE, H. A. 1943 De Brabantse Biesbosch en zijn bewoners. Blz. 173. Diss. Amsterdam.

SCHOTSMAN, H. D. 1954 A taxonomic spectrum of the section eu-callitriche in the Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* **3**, 314–384.

SCHUFFELEN, A. C. en H. W. VAN DER MAREL 1955 Potassium fixation in soils. Kaliumsymposium 1955. 157–201. Bern.

SCHUILING, R. 1929 Het mooie Biesboschlandschap van heden. *Weekbl. voor Gymnasiaal en Middelb. Onderw.* October, no. 6.

SCHUURMAN, J. 1952 De invloed van kleilaagdikte, grondwaterstand en U-waarden van het zich beneden de kleilaag bevindende zand op groei en beworteling van tarweplanten. Intern rapport T.N.O.

SCHUYLENBORGH, J. VAN en J. S. VEENENBOS 1951 Over de invloed van magnesium op de structuur van sedimenten. *Landbouwk. Tijdschr.* **63**, 709–714.

SIEBEN, W. H. 1951 De ontwatering van de zavelgronden in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land*, **3**. Zwolle.

SISSINGH, G. 1950 Onkruid-associaties in Nederland; een sociologisch-systematische beschrijving van de klasse Rudereto Secalinetea Br.-Bl. Diss. Wageningen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56**. 15. 's-Gravenhage.

—— 1952 Ethologische synoecologie van enkele onkruidassociaties in Nederland. *Meded. Landbouwhogeschool* **52** (6).

SMET, L. A. H. DE 1954 Enkele opmerkingen over kalkarme zeekleiafzettingen. *Boor en Spade* 7, 169–173.

SMITH, G. M. 1938 Cryptogamic Botany U.I. *Algae and Fungi* **1** (6).

SMITS, H. 1953 Over de inklinking van oostelijk Flevoland. Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), Kampen.

SMITS, J. 1822 Verhandeling over de inbraak en overstroming van den Grooten Zuid-Hollandschen Waard op den 18en November 1421 (op 29 November 1821 in de Verg. v. Dordrechtsche Dep. Tot Nut van 't Algemeen). Dordrecht.

SOIL SURVEY MANUAL U.S. Dept. Agriculture Handbook 18. Washington, 1951.

SOMEREN, REYER HENDRIK VAN 1841 De St. Elizabeths Nacht Ao 1421. Dichtstuk in drie zangen. Bosch en zoon. Utrecht.

SONNEVELD, F. 1954 Enkele aantekeningen betreffende de opbouw van de bodem in het Land van Heusden en Altena. *Boor en Spade* 7, 137–150.

SPEK, J. VAN DER 1934 Bijdrage tot de kennis van zure gronden in het Nederlandsche alluvium. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **40**, 409–503.

—— 1948 Het ijzer in grond en bodem. *Chemisch Weekbl.* **44**, 493–498 en 505–511.

—— 1950 Katteklei. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **56**. 2. 's-Gravenhage.

—— 1952 Over het verdwijnen van koolzure kalk uit zeeklei-afzettingen tengevolge van de oxydatie van hierin aanwezige sulfiden. *Landbouwk. Tijdschr.* **64**, 473–478.

STEEN, J. C. VAN DER	1934	Over onze grienden. *De Levende Natuur* **38**, 122–126.
STRAATEN, L. M. J. U. VAN	1950	Environment of formation and facies of the Wadden sea sediments. *T.K.N.A.G.* **67**, 354–368.
——	1953	Megaripples in the Dutch Wadden sea and in the Basin of Arcachon (France). *Geol. en Mijnbouw* **15**, 1–12.
——	1954	Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands. *Leidse Geol. Meded.* **19**, 1–110.
TANSLEY, A. G.	1920	The classification of vegetation and the concept of development. *Journ. of Ecology* **8**, 118–148.
——	1946	Introduction to plant ecology. London.
TEMME, J. en H. W. VAN DER MAREL	1952	Kaliumfixatie en verstoorde kaliumhuishouding. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **58**. 6. 's-Gravenhage.
TUINSTRA, U.	1951	Bijdrage tot de kennis van holocene landschapsontwikkeling in het noordwesten van Noord-Brabant. Diss. Amsterdam. Groningen.
TUINZING, W. D. J.	1940	Verslag over het Rijksgriendproefveld te Langbroek en de andere griendproefvelden van 1931–1938.
——	1951	Bestrijding van de haagwinde in het riet. Brochure Min. Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. 's-Gravenhage.
TÜXEN, R.	1937	Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. in Niedersachsen* **3**.
——	1950	Grundriss einer Systematik der nitrophilen Unkraut-gesellschaften in der Eurosiberischen Region Europas. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem.*, N.F. **2**, 94–176.
——	1953	Sagittaria, sagittifolia-Sparganium simplex Ass. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem.*, N.F. **4**, 14.
—— und E. PREISING	1942	Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. *Deutsche Wasserwirtschaft* **37**, 10–17.
VEEN, J. VAN	1936	Onderzoekingen in de Hoofden, in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust. Diss. Delft. 's-Gravenhage.
——	1940	Is de heerschende windrichting te Amsterdam sedert 1700 gekrompen? *T.K.N.A.G.* **57**, 686–706.
——	1950	Eb- en vloedschaarsystemen in de Nederlandse getijwateren. *T.K.N.A.G.* **67** (Waddensymposium-nummer) 303–326.
VEENENBOS, J. S. en J. VAN SCHUYLENBORGH	1951	Het knip- of knikverschijnsel van kleigronden. *Boor en Spade* **4**, 24–39.
VERHEY, C. J.	1949	Het voorkomen van de Steur (Acipenser sturiol) in de Nieuwe Merwede tussen 1900 en 1931. *De Levende Natuur* **52** (8).
——	1950	De Biesbosch in gevaar. *De Levende Natuur* **53**, 181–188.
——	1953	Ontdekking in de Biesbosch: Een nieuwe plant op ons eiland (Cuscuta lupuliformis tr.). *Dordtse Courant*, 5 september 1953.
VERHOEVEN, A. G.	1929	Het ontstaan en de inpoldering van den Zuidhollandschen Biesbosch. *De Ingenieur*, **49**. Bouw en Waterbouw, 17.
VERHOEVEN, B.	1952	Embankment and cultivation of marine foreland. *Soil Science* **74**, 91–96.
——	1954	Enkele opmerkingen over de groei van de schorren in de Brakman. *Langs gewonnen velden* (facetten van Smeding's werk), 88–95. Wageningen.
VERHOOP, J. A. D.	1940	Chemische en microbiologische omzettingen van ijzersulfiden in de bodem. Diss. Leiden. Wageningen.
VIS, J. A.	1928	De inpoldering van den Zuid-Hollandschen Biesbosch.
——	1936	Het ontstaan van de polder „De Biesbosch". De inpoldering van den Zuid-Hollandschen Biesbosch. Dordrecht.
VISSCHER, J.	1949	Veenvorming. Noorduyn's Wetenschapp. Reeks 33. Gorinchem.
VINK, H.	1931	De Biesbosch. *De Wandelaar* **2**.
VLAM, A. W.	1947	Voorlopers van de bodemkartering. *T.K.N.A.G.* **64**, 773–778. Herdrukt in: *Boor en Spade* **2** (1948) 176–181.

WEEVERS, TH.	1940	De flora van Goeree en Overflakkee dynamisch beschouwd. *Ned. Kruidk. Archief.* **50**, 285–354.
WENDELBERGER-ZELINKA, E.	1952	Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee. Eine soziologische Studie aus dem Machland. Wels.
WERFF, A. VAN DER	1939	De betekenis van de lagere algen in de sociologie. *Ned. Kruidk. Archief* **49**, 238–242.
WESTENBERG, J.	1937	Some ecological observations on Caltha palustris L. *Ned. Kruidk. Archief* **47**, 155–169.
WESTHOFF, V.	1947	The vegetation of dunes and salt marshes on the Dutch islands of Terschelling, Vlieland, and Texel. Diss. Utrecht. 's-Gravenhage.
——	1949*a*	Fytocoenologie. *Eerste Ned. Syst. Ingerichte Encyclopaedie* 6, 143–149.
——	1949*b*	Landschap, flora en vegetatie van Botshol. Uitg. St. Commissie voor de Vecht en het oostelijk en westelijk Plassengebied. Baambrugge.
——	1950	An analysis of some concepts and terms in vegetation study or phytocenology. *Synthese* **8**, 194–205.
——	1954*a*	Die Vegetationskartierung in den Niederlanden. *Angewandte Pflanzensoziologie*, Festschrift Aichinger, **2**, 1223–1231. Wien.
——	1954*b*	Some remarks on synecology. *Vegetatio* **5–6**, 120–128.
—— J. W. DIJK, H. PASSCHIER en G. SISSINGH	1946	Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland. Amsterdam.
WISBOOM VAN GIESSENDAM, D. W. P.	1878	De teelt van griend en teenhout in Nederland en het naburige Vlaanderen. Schiedam.
ZONNEVELD, I. S.	1951*a*	De vegetatie van het buitendijkse gebied van de Brabantse Biesbosch: een zoetwatergetijdendelta. Scriptie Plantengeografie. Landbouwhogeschool, Wageningen.
——	1951*b*	De Brabantse Biesbosch een natuurgebied van internationale betekenis. *Toeristen Kampioen* **4**, 101–103.
——	1951*c*	Vloedbossen in Nederland. *Kruipnieuws* **13**, 5–7.
——	1952*a*	De Biesbosch, een zoetwatergetijdendelta. *Natuur en Landschap* **6**, 170–182 en 204–221.
——	1952*b*	„Bodem en Vegetatie" in de Biesbosch. In: Een bos van biezen, 2–8. Dordrecht.
——	1952*c*	Toelichting bij de voorlopige overzichtsbodemkaart van het bedijkte gedeelte van de Brabantse Biesbosch. Intern rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
——	1954*a*	De Biesbosch, *Erts* **6**, 122–127.
——	1954*b*	Skleromorphie als criterium bij levensvormen. Voordracht. K.N.B.V.
——	1954*c*	Quelques remarques sur la synecologie du delta à marées d'eau douce. *Rapports du 8ième Congrès Botanique à Paris.*
——	1955*a*	Natuurreservaten in de Biesbosch en het Deltaplan. *Natuur en Landschap* **9**, 113–128.
——	1955*b*	De geschiedenis van het ontstaan van de Brabantse Biesbosch in verband met de waterstaatkundige, bodemkundige en landbouwkundige toestand. Lezing voor de Commissie Landaanwinning T.N.O.
——	1056*a*	Physical ripening of fresh-water-tidal sediments (in the Biesbosch). *VIe Congrès International de la Science du Sol.* Paris. *Rapports Vol. B.*, 281–290.
——	1956*b*	Connections between soil survey and vegetation survey. *VIe Congrès International de la Science du Sol.* Paris. *Rapports Vol.* E, 337–342.
——	1957*a*	Het deltaplan en de gevolgen voor de Biesbosch. Verandering van levensmilieu. *Land en Water* 1957, no. **3** 184–191.

ZONNEVELD, I. S. 1957*b* De betekenis van de Biesbosch voor de natuurwetenschap in het bijzonder de biologie. Akademiedagen X, 93–113.

—— 1957*c* Der Biesbosch in der Provinz Nord-Brabant (Niederlande). Die Landschaftsentwicklung und die Planungsaufgaben in einem Süszwassergezeitendelta. *Erdkunde XI*, 3, 223–232.

—— 1958 Bodenbildung und Vegetation im Alluvialen Gebiet. Symposion für Pflanzensoziologie und Bodenkunde. *Angewandte Pflanzensoziologie* **15**. Stolzenau/Weser.

ZONNEVELD, J. I. S. 1944 Een voormalige Rijnloop bij Alphen a/d Rijn. Gedenkboek Dr. Ir. P. Tesch. *Verh. Geol.-Mijnbouwk. Gen. Ned. Kol., Geol. serie* **14**, 557–566.

—— 1947 Het kwartair van het Peelgebied en de naaste omgeving (een sediment-petrologische studie). Diss. Leiden. Maastricht. *Med. Geol. Stichting, Serie C-VI*, 3.

ZUUR, A. J. 1932 Over de ontzilting van den bodem in den Andijker Proefpolder. *Meded. 2 Comm. v. Advies omtrent landbouw-techn. aangelegenheden betr. Proefpolder nabij Andijk*, 185–275.

—— 1939 Bodemvorming in Nederland uit jonge zeeafzettingen. *T.K.N.A.G.* **56**, 62–80.

—— 1951 Ontstaan en aard van de bodem van de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* **1**. Zwolle.

—— 1954 Bodemkunde der Nederlandse Bedijkingen en Droogmakerijen. Deel A (in voorbereiding) en Deel B: De hoofdsamenstelling en enkele andere z.g. chemische bestanddelen van de op het water gewonnen gronden. Kampen.

—— e.a. 1948 Over de eisen, welke de landbouw stelt aan de samenstelling van aan te winnen grond met name aan het kleigehalte en aan de dikte van de kleihoudende laag. Rapport Werkgroep uit de Commissie Onderzoek Landaanwinning. Kampen.

—— G. BAKKER en H. R. LUBBERS 1955 Over de betekenis van de fractie 0–2 en 0–16 mu voor de indeling der zwaardere gronden in de Noordoostpolder. *Langs gewonnen velden (facetten van Smeding's werk)*, 131–142. Wageningen.

SUPPLEMENTED LITERATURE

DOPPERT, J. W. CHR. en J. I. S. ZONNEVELD 1955 Over de stratigrafie van het Fluviatiele Pleistoceen in W. Nederland en Noord-Brabant (voorlopige mededeling). *Meded. van de Geologische Stichting.* N.S. No. **8**: 13–30.

GROOT, A. J. DE 1956 Influence of age and organic matter on the availability of manganese in marine and estuary soils. *VIe Congrès Int. de la Sci. du Sol. Paris. Rapports vol.* **B**, 531–541.

NORDHAGEN, R. 1940 Studien über die maritime Vegetation Norwegens. I. Die Pflanzengesellschaften der Tangwälle. *Bergens Museum Arbok 1939/40, Naturvidenskapelig Rekke*, **1** (2) 1–123.

STICHTING VOOR BODEMKARTERING / WAGENINGEN

DE BRABANTSE BIESBOSCH

EEN STUDIE VAN BODEM EN VEGETATIE VAN EEN ZOETWATERGETIJDENDELTA BESTAANDE UIT DE DRIE GEDEELTEN A, B en C

A STUDY OF SOIL AND VEGETATION OF A FRESH WATER TIDAL DELTA CONSISTING OF THREE VOLUMES A, B AND C

A. ENGELSE SAMENVATTING MET TEKSTFIGUREN EN TABELLEN
SUMMARY WITH TEXT FIGURES AND TABLES

B. NEDERLANDSE TEKST
DUTCH TEXT

C. BIJLAGEN
APPENDICES

Dr I. S. ZONNEVELD, l.i.

INLEIDING

Bij het ter lezing aanbieden van een dik boek met een brede inhoud, in een tijd, waarin academici, zelfs de vrij sterk gespecialiseerden, niet meer in staat zijn de stortvloed van eigen vakliteratuur ook maar enigszins volledig bij te houden, past het, om zoal niet een verontschuldiging, dan toch een verklaring te geven betreffende de omvang van de publikatie.

De in Juli 1951 door de Centrale Cultuurtechnische Commissie aan ons verstrekte opdracht tot kartering van de bodem, hebben wij vanaf het begin opgevat als een opdracht tot het maken van een analyse van het landschap in al zijn onderdelen en wel in het bijzonder van de twee belangrijke elementen van dat landschap: de bodem en wat daarop groeit: de vegetatie.

Deze studie beoogt tevens het geven van een documentatie van een landschap, dat in de vorm, waarin het thans voorkomt, verdwijnen zal.

V66r 1951 hadden wij reeds op eigen initiatief een onderzoek naar de vegetatie als onderdeel van het landschap ingesteld.

Bij het vorderen van onze studies bleek het mogelijk hier en daar via de methoden der bodem-, respectievelijk der vegetatiekunde, wat dieper op de aard en de oorzaken van de bodem- en vegetatieontwikkeling in te gaan. Helaas bleek de tijd te kort om ook een onderzoek in te stellen naar de onkruidvegetatie van de akkers en naar de graslandvegetatie in de bedijkte polders.

Bij het uitbreiden van het feitenmateriaal en de wetenschappelijke verwerking ervan deed zich de vraag voor of het niet beter zou zijn, de bodem en de vegetatie in afzonderlijke publikaties te beschrijven.

Het belangrijkste argument daarvoor wordt gegeven door de specialisatie van de wetenschap in onze tijd. Het is de vraag of het zin heeft, bodemkundigen lastig te vallen met een gespecialiseerd betoog over vegetatieproblemen en omgekeerd, vegetatiekundigen te vermoeien met sedimentologisch en bodemkundig detailonderzoek. Daarenboven zou de omvang van het werk de gangbare maat gaan overtreffen.

Dat wij uiteindelijk toch besloten tot een gecombineerde publikatie van beide onderzoekingen vloeit voort uit de overweging, dat het onderzoek naar de bodem en de vegetatie in de Biesbosch in feite niet kan worden gescheiden, maar op alle niveaus van het onderzoek in elkaar grijpt; bovendien omdat de beschrijving van het landschap in zijn structuur en wording bij ons een centrale plaats inneemt; bovenal omdat wij ons willen verzetten tegen een al te ver doorgevoerde specialisatie. In dit werk bestaat de mogelijkheid, dat zowel bodemkundigen als vegetatiekundigen bij elkaar "in de keuken" kunnen kijken.

Daar uiteraard niet alle onderdelen van het bodemkundig onderzoek de moeite waard zijn om door iedere vegetatiekundige te wor-

den gelezen en aangezien omgekeerd delen van het vegetatie-onderzoek voor de bodemkundige minder interessant zijn, hebben wij getracht de indeling zo overzichtelijk mogelijk te houden. Zo wordt in deel I de algemene beschrijving van het landschap in al zijn aspecten gegeven. Voorts worden daar de milieufactoren behandeld, die bij de bespreking van bodem en vegetatie van belang zijn.

In deel II wordt de aard van de bodem en de genese min of meer in detail beschreven.

Hetzelfde geldt voor de vegetatie in deel III.

In deel IV wordt het gebruik, dat praktijk en wetenschap in en buiten de Biesbosch van de resultaten van ons onderzoek zouden kunnen maken, uiteengezet.

Als gevolg van financiële moeilijkheden was het niet mogelijk dit boek uit te geven in de oorspronkelijk bedoelde vorm. Na jaren uitstel is ten slotte besloten tot deze uitgave, waarbij slechts de Engelse samenvatting en enig tekstmateriaal (A) normaal konden worden gedrukt. De uitvoerige Nederlandse tekst (B) is hieraan als supplement in rotaprint zonder figuren en tabellen toegevoegd. Uit het ontbreken van deze laatste volgt, dat het gerotaprinte supplement geen zelfstandig bestaan kan leiden. Een aantal niet beslist onmisbare illustraties moest hierdoor vervallen. Om technische redenen bleek het niet mogelijk de nummering aanzienlijk te wijzigen, zodat hierin enkele hiaten (resp. onregelmatigheden) zijn ontstaan. Daardoor ontbreekt een groot aantal figuurnummers.

Het manuscript werd in 1955 afgesloten. Nadien zijn geen essentiële wijzigingen meer in de tekst aangebracht. Ook de literatuur, die ons na die tijd bereikte, kon niet meer worden verwerkt.

Wij kunnen slechts hopen, dat de lezer niet bij voorbaat door de lijvigheid en de wat vreemde constructie zal worden afgeschrikt en dat men zich, eenmaal begonnen, zal laten leiden door de spreuk waarmede deel A opent. Een spreuk die voor ons, naarmate de werkzaamheden van onderzoek en publikatie vorderden, steeds meer is gaan leven.

Zo het ons al mocht gelukken U een redelijk inzicht te geven in de hoofdlijnen van de samenstelling en de ontwikkeling van het landschap en de daaraan ten grondslag liggende bodem en vegetatie, begrip voor het landschap kan niet uitsluitend met woorden worden gekweekt. Daarvoor is nodig, dat men het langdurig in alle jaargetijden bezoekt en "ervaart". Men zal dan echter bemerken, althans zo is het ons gegaan, dat dit veel van de onderzoeker eisende landschap, de mens die het tracht te begrijpen, zeer veel vreugde teruggeeft.

Ongetwijfeld zullen er zijn, die ondanks de omvang van het boek, toch datgene missen, dat zij nu juist zo belangrijk achten. Zo zijn bepaalde facetten van de bodemkunde en de toepassingen daarvan, niet of minder intensief behandeld. Zo zal de aut-ecoloog en zeker de florist vermoedelijk van oordeel zijn, dat op deze takken van onderzoek te weinig werd ingegaan. Wij troosten ons, wat

dit betreft met de gedachte, dat men nu eenmaal, zelfs bij een zo dik boek als het onderhavige, nimmer de volledigheid kan benaderen. Daartegenover staat echter, dat op enkele onderwerpen die in soortgelijke studies dikwijls stiefmoederlijk worden behandeld, dieper kon worden ingegaan.

Wij stellen het voorts op prijs, hen te noemen, die op enigerlei wijze hun bijdrage hebben geleverd bij het tot stand komen van dit werk, dat voor de naaste medewerkers mede hun werk genoemd moet worden.

Zo danken wij:

Prof. Dr.ir. C.H.Edelman, Prof. Dr. H.J.Venema, Prof. Dr. ir. A.J.Zuur, Dr. V. Westhoff, Dr. F. W. G. Pijls, de vroegere Adjunct-Directeur Z. van Doorn, de staf, de medewerkers en gastmedewerkers van de Stichting voor Bodemkartering voor hun adviezen, inlichtingen en aanmoedigingen. Wij danken de Directie en de leermeesters bovendien voor de bijzondere mate van vrijheid en zelfstandigheid, die wij van de aanvang af mochten genieten. De bezwaren daarvan vallen verre in het niet bij het grote voordeel aan het zelf-overwinnen van moeilijkheden verbonden.

Het bestuur van de instelling Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek voor toekenning van een belangrijke bijdrage in de publikatiekosten.

Drs. P.C.Heyligers, ir. F.M.Maas, ir. M.Kippers, ir.L.J.Vellekoop, H.van Donkelaar voor hun onmisbaar veldwerk bij het onderzoek en de kartering van de vegetatie.

De assistenten van de Stichting voor Bodemkartering C.de Visser, W.H.Hendriks en H.van Donkelaar voor het geleverde veldwerk en de bodemkartering.

De arbeider J.van Bracht voor zijn veldwerk en de inlichtingen, die hij over de streek wist te verschaffen.

Dr.Jos.Th.Koster, Drs.A.van der Werff en Am.Tyge Christense voor determinatie van Algae.

Dr.D.Bakker en Dr.S.J.van Oostroom voor de determinatie van enkele hogere planten.

Prof.Dr. F.Florschütz en Dr.F.R. van Veen voor de pollenanalyses van veenmonsters.

Dr.J.H. van Voorthuysen voor het uitvoeren van een faciesanalyse van enkele sedimentmonsters.

Dr. C.H. Wagner voor de determinatie van ostracoden.

Prof.Dr.J.I.S.Zonneveld voor een analyse van zware mineralen in zandmonsters.

Mevr.Dr. A.W.Edelman-Vlam voor het verzamelen van oude kaarten.

Ir. W.D.J.Tuinzing voor zijn adviezen betreffende de riet- en griendcultuur.

Ir. K.Kimstra voor het meten van enkele getijcurven.

Drs. A.L.de Groot voor zijn adviezen over chemische vraagstukken en voor de bepalingen van kalifixatie, redox-potentiaal, kalk-

gehalte, C/N-verhouding e.a.

Prof. Dr.A.C.Schuffelen en Prof. Dr.D.J.Doeglas voor het critisch doorlezen van delen van het manuscript.

De Directeur van de "Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren" voor de inlichtingen betreffende de waterbeweging en zoutgehalten.

De Directeur van de Gemeentelijke Waterleidingen van Amsterdam voor de gegevens betreffende de analyses van het water van de rivier de Lek.

Ir. L.J.Kupers o.a. voor het beschikbaar stellen van zijn grondmonsterarchief.

W. van het Sant, J.H. den Hollander en J. van Exel voor hun belangrijke mededelingen op grond van hun praktische landbouwkundige ervaringen in de streek.

J.F.Bannink voor zijn assistentie bij het maken van de vegetatietabellen.

C.H.Revelman, D. de Graaf en F.Hakkers voor de verleende gastvrijheid in de griendketen en voor de nadere informaties.

De Familie C.Kooyck op Maltha voor hun gastvrijheid voor onze persoon en de "vloot".

Mevr. M.L.Zonneveld-Kooyck voor haar hulp in het algemeen.

De Beurzencommissie van de Tijdelijke Academie, later bestuur van De Beurzenstichting 1945 voor de bijdrage in ons levensonderhoud gedurende onze studie aan de Tijdelijke Academie en aan de Landbouwhogeschool.

De redacteur-kaarten J.J.Jantzen, het hoofd van de tekenkamer J.P.Heerema, de tekenaars L.P.Krooneman, C.P.van der Spek, H.C.Bos, B. van den Oosterkamp, L.J.W.van Weegel, P.Dusault, J.van der Ven, Th.C.Vos, W.Bos, Th.van Betuw, J.Bouman en J.M.Schrijver voor hun uitstekend werk, zoals dit moge blijken uit de tekstfiguren, de kaarten en tabellen in deel C.

De redacteuren en hun assistenten Dr.W.N.Myers, Dr. C.van Rijsinge, Th.J.M.Bekking en vooral M.J.M.Osse van de Stichting voor Bodemkartering en ir.D.J.Maltha, ir. L.de Rijke en C.Visser van de Hoofdafdeling Documentatie en Publikatie van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening voor het persklaar maken van het manuscript.

Mr. John Stewart Fraser voor zijn uitstekende vertaling.

J.Ph.van Driest en mejuffrouw A.C.Remijnse voor het uitzoeken van de literatuurlijst en het corrigeren van de drukproeven.

Mejuffrouw M.H. ter Weel voor het typen van de vele grote vegetatietabellen.

De dames Th.F.C.M.Simonis, M.H. ter Weel, M.M. van der Ven, H.G.Roelofs en L.H.Verwey voor het typen en hertypen van het wel zeer moeilijke manuscript. Mevrouw L. Angenent-Lincklaen Arriëns voor het minutieuze type- en uitvulwerk voor deel B; M.C.Nater en M.A.Claes voor de fotografische verkleiningen.

Bovenal danken wij hier al de inwoners van de streek: rentmeesters, boeren, biezen- en rietsnijders, griendwerkers, vissers, polderjongens,

rijswerkers, onderduikers en partisanen, jagers en stropers voor hun vriendschap, gastvrijheid, hulpvaardigheid en onmisbare inlichtingen, hetgeen alles van zo'n grote betekenis was voor de totstandkoming van dit werk.

Een enkel woord zij voorts nog gewijd aan de nagedachtenis van de "SMIENT", de korjaal, die ons en onze medewerkers vooral in de eerste tijd van het onderzoek geduldig heeft gedragen, nu eens over de ruige golven van de wateren benedenuit, dan weer met de romp schurend over zandige ondiepten of de modderige bodem van half dichtgegroeide geultjes.

Zijn resten zijn opgegaan in de substantie, die voortgaat dit wondere getijdeland te vormen. Het land, waarin het ons een voorrecht was Hollander te zijn te midden van de elementen: water, slijk en leven, waaruit Holland geboren werd.

DEEL I

I. BODEM- EN VEGETATIEKUNDE EN HUN PRAKTISCHE TOEPASSING

1. ALGEMEEN

De in deze studie behandelde stof en de gebruikte methoden van onderzoek behoren in hoofdzaak tot het domein van twee zelfstandige wetenschappen, te weten:

Bodemkunde en Vegetatiekunde.

Beide wetenschappen hebben echter gebieden, waar ze elkaar raken. Dit geldt zowel voor de onderdelen, liggend op het terrein van de zuivere wetenschap alsook op het gebied van de praktische toepassing.

Dit "raken" dient men zo te verstaan, dat niet alleen een deel van het onderzoekingsmateriaal hetzelfde is, maar dat bovendien in sommige opzichten beide wetenschappen elkaar aanvullen; zo, dat ze in feite bijvoorbeeld zich niet ten volle in al haar facetten kan ontplooien zonder gebruik te maken van de resultaten en arbeidsmethoden van de vegetatiekunde en omgekeerd, met andere woorden: beide behoren tot elkaars basiswetenschappen.

Anderzijds lopen de gebieden, die beide wetenschappen bestrijken, zo zeer uiteen, dat ze gerekend moeten worden tot verschillende groepen, waarin de exacte wetenschappen worden verdeeld.

Zo rekent men gewoonlijk de bodemkunde, ondanks het onmiskenbare biologische element, nog tot de fysische wetenschappen, terwijl de vegetatiekunde geheel behoort tot het domein van de biologie.

Bezien we nu eerst de beide wetenschappen afzonderlijk. De taak van de bodemkundige kan, in het kader van deze beschouwing, als volgt globaal worden omschreven: "Het onderzoeken van dat deel van de aardkorst (lithosfeer), dat in nauwe, onderlinge afhankelijkheid verkeert met biosfeer, hydrosfeer en atmosfeer".

De bodemkundige maakt bij zijn onderzoek gebruik van resultaten en methoden van vele takken van wetenschap. Dominerend hierbij zijn wel fysica, chemie, geologie, klimatologie en biologie, waaronder: vegetatiekunde.

De vegetatiekunde kan men formuleren als de wetenschap, die zich bezig houdt met de studie van het plantendek der aarde, zoals dit bestaat in onderlinge afhankelijkheid van zijn eigen, elkaar wederzijds beïnvloedende samenstellende delen, de lithosfeer, de hydrosfeer en de atmosfeer en de overige elementen van de biosfeer.

Ook de vegetatiekunde maakt, in verband met haar complexe aard, gebruik van vele andere wetenschappen. Dominerend zijn hier: de botanische wetenschappen en de (aut)ecologie, die zelf een complexe wetenschap is, waaraan weer in hoofdzaak plantenfysiologie, bodemkunde en klimatologie ten grondslag liggen.

Een eerste belangrijke overeenkomst tussen beide wetenschappen is de uiterst complexe aard van hun onderwerp van studie. Daardoor is een

breed fundament van basiswetenschappen vereist om tot een zinvolle analyse en synthese te komen.

Het belangrijkste gemeenschappelijke punt is echter, dat beide wetenschappen het bovenste deel van de lithosfeer zien als het milieu van de plantenwortels. Dit punt van overeenkomst, dat voortvloeit uit het concrete contact tussen biosfeer en lithosfeer, vormt de basis van de wederzijdse beinvloeding van beide wetenschappen alsook van de nauwe verwantschap van beider praktische toepassingen. Even innig als de plantenwortels (biosfeer) verweven en verbonden zijn met de deeltjes (lithosfeer), even sterk grijpen de biologische wetenschap (vegetatiekunde) en de fysische wetenschap (bodemkunde) in elkaar.

Terwijl de verhouding tussen de genoemde wetenschappen betrekkelijk duidelijk is, blijkt de zeer nauwe verwantschap van beider toepassingsmogelijkheden tot verwarring aanleiding te kunnen geven.

De mogelijkheid van praktische toepassing van beide wetenschappen, in dit geval via de toegepaste wetenschap, de landbouwkunde, ligt in de zo juist genoemde omstandigheid, dat beide onder meer de betrekkingen tussen plantengroei en bodemgesteldheid tot studie-object hebben, ongeacht of dit een spontane, dan wel een door de mens beinvloede plantengroei is. Dit houdt dus direct de verbinding met de landbouwkunde en de praktische landbouw in. Ieder van de twee wetenschappen biedt onder meer de mogelijkheid met behulp van enkele visueel waarneembare kenmerken aan het object van onderzoek een zekere milieutoestand te karakteriseren, zodanig, dat men in staat is de geschiktheid ervan voor verschillende cultuurgewassen te bepalen en te classificeren.

Een belangrijke methode van onderzoek, die tegelijkertijd direct praktisch nut kan opleveren, is het vastleggen van deze kenmerken in hun onderling verband op een kaart. Daar bodemkartering en vegetatiekartering het onderwerp van deze studie vormen, zullen wij op deze plaats onder ogen zien wat beide methoden gemeen hebben en waarin er een onderscheid bestaat.

2. OVEREENKOMST

Bezien we eerst het gemeenschappelijke in de methoden van onderzoek.

a. Zoals reeds gezegd bieden zowel bodemkartering als vegetatiekartering de mogelijkheid, zij het ieder op eigen wijze, milieus die van belang zijn voor de spontane en antropogene plantengroei meer of minder te karakteriseren en op kaart vast te leggen.
b. Beide methoden komen daarin overeen, dat zij een ingewikkeld complex van elkaar wederzijds beinvloedende eigenschappen en factoren zo volledig mogelijk trachten te karakteriseren door middel van een zo klein mogelijk aantal visueel waarneembare kenmerken. Ieder heeft dus te maken met het probleem: uit een veelheid van kenmerken die te kiezen, die een zo volledig mogelijk beeld van het complex geven en tevens praktisch bruikbare karteringskenmerken zijn.
c. Overeenkomst bestaat verder daarin, dat de factoren, die de com-

plexen beheersen en die het onderwerp van studie voor bodemkunde en vegetatiekunde vormen, voor een belangrijk deel dezelfde zijn.

d. Vegetatie- en bodemkartering zijn voorts belangrijke methoden van zuiver wetenschappelijk onderzoek, die tegelijkertijd een direct sociaal doel kunnen dienen. Deze gelukkige omstandigheid levert voordelen op, zowel voor de toegepaste als voor de zuivere wetenschap.

e. Een ander punt van overeenkomst is, dat beide methoden in de praktijk bewezen hebben, nuttig en bruikbaar te zijn.

3. ONDERSCHEID

Het onderscheid tussen beide methoden vloeit in principe voort uit het verschil in uitgangspunt, van waaruit het doel wordt benaderd.

Bestudeert de bodemkunde in hoofdzaak, als het gaat om de wijze, waarop de plant afhankelijk is van de aard van de bodem, deze bodem als wortelmilieu, de vegetatiekunde bestudeert het vegetatiekleed als organisch geheel, in afhankelijkheid van het totale milieu. Zij betrekt hierin dus niet alleen de factor bodem, met inbegrip van de zich daarin afspelende biologische, chemische, fysische en hydrologische processen, maar ook klimatologische en bovengronds-biotische factoren, die tezamen met de bodemkundige, het milieu voor de vegetatie (de natuurlijke zowel als de antropogene) beinvloeden.

Nu zij opgemerkt, dat in het complexe lichaam, dat men bodem noemt, ook deze andere milieufactoren min of meer een afspiegeling vinden, waardoor dus, ook wanneer men zich strikt tot de bodem bepaalt, vanzelf de invloed van klimaten tot uitdrukking komt in de onderscheiden eenheden.

Voor het doel echter, waarom het bij de landbouwkundige toepassing gaat, heeft het vertegenwoordigd zijn van de andere milieufactoren minder betekenis. De invloed van deze factoren immers, wordt pas merkbaar na zeer langdurige inwerking en wordt dus vaak nog mede bepaald door vroegere, thans niet meer bestaande toestanden.

De vegetatie daarentegen reageert vrijwel onmiddellijk op elke wijziging in het milieu en geeft hiervan op elk willekeurig tijdstip een afspiegeling, in die mate, als de fysiologische eigenschappen van de haar samenstellende planten het toelaten.

Deze verschillende eindresultaten der gezamenlijke werking van in wezen dezelfde factoren, vloeien dus voort uit een verschuiving in werkzaamheid van die factoren en wel in hoofdzaak van de factor tijd. Anders gezegd, de reactiesnelheid bij evenwichtsverschuivingen is binnen de vegetatie veel groter dan binnen de bodem.

Voor de praktische toepassing komt het er op neer dat, als het om landbouwkundige doeleinden gaat, binnen een niet al te groot gebied de bodemkaart slechts het wortelmilieu karakteriseert; de vegetatiekaart daarentegen een beeld geeft van het resultaat van het gehele complex van milieufactoren. Het verschil in s n e l h e i d van reactie op de wijzigingen in milieufactoren geeft dus een verschil in w i j z e en

aard van reactie van de beide, zelf weer complexe, onderdelen van het grotere complex van de elkaar wederzijds beinvloedende factoren: bodem en vegetatie.

Het is duidelijk dat dit verschil in aard van de reactie op het milieu invloed heeft op de landbouwkundige toepassingsmogelijkheid van beide karteringen.

Een belangrijk voordeel van de vegetatiekaart is, dat onder meer de werking van het klimaat in de onderscheiden eenheden sterk is vertegenwoordigd, hetgeen op de bodemkaart in veel mindere mate en vaak in het geheel niet het geval is. Dit is een onmiskenbaar voordeel van de vegetatiekartering, daar immers het klimaat een belangrijke invloed heeft op de groei van het gewas, waardoor verschillen in productiemogelijkheid in verschillende klimaatsgebieden vergeleken kunnen worden.

Ook het indiceren van allerlei andere factoren buiten de bodem kan voordeel opleveren. Zo is het direct vervolgen van veranderingen van buiten de bodem werkende milieufactoren niet aan de bodem, maar wel aan de hand van de vegetatie mogelijk. Dezelfde omstandigheid houdt echter ook nadelen in. Zo beperkt het instabiele karakter van vele van deze factoren de toepassingsmogelijkheid van de vegetatiekartering, indien het er om gaat, de potentiële mogelijkheden van bepaalde milieus voor landbouwkundige doeleinden weer te geven. Voor dergelijke doeleinden geeft de bodemkartering, dank zij het meer statische karakter van de bodem, althans van die eigenschappen, die men bij voorkeur gebruikt bij het karakteriseren van bodemeenheden, vaak betere mogelijkheden.

Nu biedt de vegetatiekunde zeker belangrijke mogelijkheden om de waarneming van het actuele vegetatiedek te herleiden tot meer constante grootheden, waardoor ook de mogelijkheid tot potentiële waardering open staat (rietsociaties en ruigte-associaties; hst.X). Dit moet echter vaak via redenering en dus op meer indirecte wijze geschieden dan bij de bodemkunde, zodat bij de vegetatiekunde in bepaalde gevallen een groter speculatief element aanwezig kan zijn.

Naarmate de invloed van andere dan zuiver bodemkundige factoren van minder gewicht wordt, zullen de resultaten van bodem- en vegetatiekartering meer met elkaar kunnen overeenstemmen. Ten slotte zal, aannemende dat de orde van grootte, waarbinnen beide methoden van milieu-onderzoek hun onderscheidingen kunnen maken, gelijk is, het kaartbeeld identiek kunnen worden. Het verschil tussen de methoden ligt dan nog in drie belangrijke punten:

a. De beoordeling van het milieu via de vegetatiekartering is een biologische methode, vergelijkbaar met de bepaling van eenheden bij groeistoffen, vitaminen e.d. Daarbij komt dat de vegetatie vaak behalve de indicerende, ook de producerende grootheid is. Met andere woorden: de patiënt zelf zegt hoe hij zich voelt, zoals dit bijvoorbeeld bij de rietgorsgezelschappen ten dele het geval is.
   Bij de bodemkartering moet de bodemkundige de waargenomen verschijnselen interpreteren naar hun betekenis voor het wortelmilieu.

Hij doet dit op grond van zijn ervaring. Hier is dus juist bij de bodemkartering soms een meer speculatief element aanwezig.

b. Bij de bodemkartering heeft men de keuze tussen de methoden van de zogenaamde "single value"-kartering tot de kartering van bodemtypen, waartussen alle overgangen denkbaar zijn.
De "single value"-kartering stelt de bodemkundige in staat, aan bepaalde enkelvoudige eigenschappen van de gronden bij het karteren speciale aandacht te schenken; tenminste wanneer deze in niet te intensieve onderlinge wisselwerking staan met andere eigenschappen. Deze "single values" kunnen voor de plantengroei direct van betekenis zijn; zij kunnen echter ook slechts van belang zijn voor de aan te planten gewassen, zonder dat de huidige vegetatie erop reageert of deze indiceert.
Een belangrijke toepassing vinden de meer op het "single value"-*principe ingestelde karteringen als basis voor cultuurtechnische werken*; voor het vaststellen van bepaalde polderpeilen; voor het geven van drainage-adviezen e.d. Met name de bodemkaart, die in deze studie wordt beschreven, is aan zulk een "single value"-kartering verwant.
Het is duidelijk, dat wanneer het om dergelijke in fysische begrippen uit te drukken waarden gaat, de vegetatiekartering weinig heeft te bieden.
Anders is het bij het nagaan van de noodzaak van genoemde cultuurtechnische werken en bij het onderzoek naar de resultaten ervan.
Daarbij kan de vegetatiekartering, bijvoorbeeld voor en na de uitvoering van die werken, belangrijke diensten bewijzen, die in dit geval in de plaats komen van, of als basis kunnen dienen voor het altijd zo moeizame, over grote oppervlakten praktisch niet uit te voeren opbrengstonderzoek.
Bodemkartering volgens de methode van de bodemtypen is het nauwst verwant met de vegetatiekartering. Theoretisch moeten een vegetatiekaart en een volgens dit principe vervaardigde bodemkaart met elkaar in overeenstemming kunnen worden gebracht. Geheel samenvallen van grenzen van onafhankelijk van elkaar uitgevoerde karteringen zou natuurlijk zeer toevallig zijn. Praktisch echter is de bodemtypenkartering nimmer geheel vrij van "single value"-principes. Daarnaast is de kans groot, dat het menselijk waarnemingsvermogen onderdoet voor dat van de vegetatie.
Eventuele verschillen tussen beide karteringen kunnen de aandacht richten op bepaalde onopgemerkte eigenschappen van de bodem of van de vegetatie, die blijkbaar toch van betekenis zijn. Praktische overeenstemming kan men dan ook alleen bereiken door een nauw samengaan van bodemkundige en vegetatiekundige studies, waarbij de beide verschillende methoden elkaar opheffen tot een hogere orde van nauwkeurigheid.
Bij de nogal eens opgeworpen strijdvraag over de noodzakelijkheid van correlatie van bodem- en vegetatiekaart moet men zich bewust zijn van wat de bodemkaart geeft en in elk speciaal geval geven wil.

Het kernpunt van het meningsverschil is vaak de definitie van het begrip "gelijkheid van bodem". Het begrip "analoge Böden" van PALLMAN (1949) voor gronden die in bepaalde eigenschappen verschillen, maar op de vegetatie eenzelfde invloed uitoefenen, kan hier verhelderend werken.
Bij de vegetatiekartering treft men eenzelfde verschil aan als tussen bodemtypenkartering en "single value"-kartering. In het geval van de vegetatie gaat het om het indiceren van een milieutoestand aan de hand van een enkele soort, dan wel met behulp van een plantengemeenschap, welke laatste gekenmerkt kan zijn door structuur, door soortencombinatie, door dominantie, trouw of massaverhoudingen van soorten, enz. Bij de vegetatiekartering is echter het gebruik van "single values" nog gevaarlijker dan bij de bodemkunde, daar één soort in een vegetatie, ten gevolge van de wederzijdse beinvloeding in gezelschap van verschillende planten ook verschillend reageert. De potentiële amplitude van soort verschilt van de actuele (WESTHOFF in Heybroek, 1954). Maar zelfs bij het gebruik van een enkele soort geldt nog, dat deze soort reageert op een complex van factoren in de bodem, op een aantal elkaar al of niet beinvloedende "single values" dus. Een enkelvoudige eigenschap van de vegetatie is dus reeds een reactie op een aantal eigenschappen van de grond.

c. Een derde punt van verschil dat van belang is bij de techniek van het onderzoek is, dat men de vegetatie direct als een oppervlaktebedekkend kleed kan waarnemen.
De eigenschappen van de grond kunnen daarentegen slechts uit praktische overwegingen incidenteel door middel van kuilen en boringen worden bekeken; overgangen van de ene naar de andere geanalyseerde plaats moeten worden geinterpoleerd, waarbij hoogstens secundaire, aan de oppervlakte aanwezige, kenmerken behulpzaam kunnen zijn. Dit verschil is in het bijzonder van belang wanneer het er om gaat, de eigenschappen, die men bestudeert, in kaart te brengen.
De keuze tussen vegetatie- en bodemkartering hangt in belangrijke mate af van de hoedanigheid van de beide objecten van onderzoek: de bodem en de vegetatie. Is de vegetatie om welke reden dan ook, uiterst arm of zelfs afwezig, dan is het gebruik ervan niet mogelijk en zal men slechts bodemkartering kunnen toepassen. Vertoont daarentegen de vegetatie duidelijk waarneembare verschillen, die verband houden met de produktie of andere landbouwkundige grootheden, terwijl daarbij in de bodem het onderscheid niet of met moeite kan worden gekarakteriseerd, dan heeft de vegetatiekartering de voorkeur.

4. BESLUIT

Zelfs als het om het karakteriseren van de actuele toestand gaat, zal men steeds voorzichtig moeten zijn met de onzes inziens in zijn algemeenheid onjuiste, door vegetatiekundigen gedane uitspraak: "als het plantengezelschap bepaalde verschillen in de bodem niet indiceert, zijn ze landbouwkundig niet van belang" (TÜXEN, 1952).

Evenzeer echter getuigt het van overschatting van het menselijk waarnemingsvermogen en de stand van de wetenschap, wanneer men meent, dat de bodem ons alles over het landbouwkundig milieu zonder hulp van vegetatiekunde zou kunnen zeggen.

Ten slotte is het erg belangrijk, dat geheel verschillend georiënteerde onderzoekers, ieder van hun eigen uitgangspunt uit, hetzelfde onderwerp (milieu) benaderen. Ook als het voor het directe doel, bijvoorbeeld landbouwkundige milieukartering, om het even zou zijn, welke methode gebruikt wordt, komen toch, al naar de toegepaste methode (vegetatie- of bodemkartering), geheel verschillende gezichtspunten naar voren, die voortvloeien uit kennis en aard der verschillende onderzoekers en het eigen karakter van hun methode.

Wij hopen met deze beschouwing duidelijk te hebben gemaakt, dat:
bodemkartering en vegetatiekartering in principe verschillende zaken zijn;
beide voor verschillende doeleinden verschillende waarden bezitten en het slechts afhangt van doel en omstandigheden, welke methode het meeste nut zal hebben, bovenal ook, dat een combinatie van beide, waardevolle gegevens kan opleveren.

II. LANDSCHAP EN WIJZE VAN GEBRUIK DER NATUURLIJKE HULPBRONNEN

1. LANDSCHAP EN OMGRENZING VAN HET GEBIED

1.1 Omgrenzing en algemene karakteristiek

Hoewel het eigenlijke Biesboschlandschap zich verder uitstrekt, bepalen wij ons in deze studie in hoofdzaak tot het gebied van de Brabantse Biesbosch.

In het oosten wordt het gebied begrensd door de grotendeels in de 17e eeuw aangelegde westelijke dijk van het Land van Heusden en Altena. Beginnend bij het vroegere Keizersveer loopt de grens van ons gebied eerst een eindweegs over de Keizer Napoleonweg totdat deze de Dussense Buitendijk snijdt. Hierna loopt de grens langs deze dijk via de dorpen Hank, Nieuwendijk, Kille, waarbij deze dijk verschillende malen van naam verandert. Bij het fort Bakkerskil gaat de grens via de Schenkeldijk over naar de in 1461 aangelegde Werkense dijk en via deze naar Werkendam (bijl.4).

In het noorden en westen wordt de door ons bestudeerde Brabantse Biesbosch begrensd door de bijna een halve kilometer brede Nieuwe Merwede en in het zuiden door de Amer.

Aldus omsloten door brede rivieren wordt het gebied doorsneden door een groot aantal stromen; getijdengeulen die in afmetingen variëren van de orde van grootte van een grote rivier tot het allerkleinste afwateringsgeultje (fig.1).

Al deze waterlopen omspoelen kleinere en grotere eilanden, begroeid met biezen, riet en wilgenhout. Voor het merendeel echter zijn deze eilanden door dijken omgeven en als bouwland in gebruik.

Dit landbouwgebied vormt ongeveer tweederde van het gebied en beslaat in het noorden en oosten, waar nog slechts enkele met rietgors en griend omzoomde killen het doorsnijden, vrijwel de gehele oppervlakte. Daar zijn vele kleine polders tot grotere complexen aaneengegroeid, waarbij de tussenliggende dijken dikwijls nog niet zijn opgeruimd.

Hoewel het merendeel der boerderijen aan redelijke wegen ligt, zijn er nog enkele poldercomplexen, die geen vaste verbinding in de vorm van bruggen of dammen met de vaste wal hebben.

In het zuidwesten neemt het water nog een veel belangrijker plaats in. Daar liggen nog enkele grote griend- en rietgorscomplexen, hoewel een belangrijke oppervlakte ook hier door verschillende, deels door dammen met elkaar verbonden, deels afzonderlijk liggende polders, wordt ingenomen. De bewoners van deze polders zijn steeds op vervoer te water aangewezen.

Waterstaatkundig nemen de Biesboschpolders een bijzondere positie in. Formeel worden ze gerekend tot het buitendijkse land, dat slechts door kaden tegen hoge vloeden beschermd wordt. De kadehoogte is bij de wet geregeld en aan een bepaalde hoogtelimiet gebonden. De Minister van Waterstaat heeft echter gedurende de laatste eeuw zoveel malen

dispensatie verleend, dat het grootste deel van de polders beveiligd is tegen normale stormvloeden.

De schade toegebracht bij hogere stormvloeden, zoals die van februari 1953 en december 1954, is echter, zoals dat in de Nederlandse waterstaatkundige geschiedenis bij dijkverhoging steeds weer blijkt, des te groter.

Wat de cultuurtoestand van de polders betreft, kan men dan ook niet meer van "buitenland" spreken. Slechts bij extreem hoge waterstanden blijkt, dat men nog niet te maken heeft met echt bedijkt land.

Merkwaardig en typisch voor dit waterstaatkundig intermediaire gebied is, dat reeds op vele plaatsen huizen, boerenschuren en andere gebouwen voorkomen, die niet op verhogingen zijn gebouwd. Zelfs een belangrijk deel van de kom van de gemeente Werkendam (fig.2) is in een dergelijke, niet geheel afdoend beschermde Biesboschpolder gebouwd (Vervoornepolder, Burgpolder). Hetzelfde geldt voor kleinere gedeelten van de gemeenten Nieuwendijk en Hank.

1.2 Landschap van het buitendijks gebied

De bouwpolders die in afmetingen wisselen van ongeveer 20 tot 400 ha, zijn meestal omgeven door een smalle zoom riet, wilgenhout of beide, zodat hun aanwezigheid van buitenaf weinig opvalt. Het landschap heeft daarom vanaf het water gezien, een natuurlijk aspect (fig.3). In werkelijkheid echter is het buitendijks land van de Biesbosch, evenals dat van de bedijkte polders, een cultuurlandschap. Het meest onbeïnvloed zijn nog de onbegroeide zand- en slikplaten en de biezengorzen. De rietcultuur echter beïnvloedt de natuurlijke orde reeds sterker dan de biezenoogst (fig.4). Zo brengt ook de teelt van wilgenhakhout een sterk antropogeen element in het buitendijkse gebied van de Biesbosch (fig.5).

De op vloedrijke heuvels in het gebied verspreid liggende "griendketen", meestal met riet gedekte forse stenen huizen, die als arbeidersverblijf dienen, zijn een wezenlijk bestanddeel van het Biesboschlandschap.

Zelfs de stromingsverschijnselen in het water en de daarmee in nauwe wisselwerking verkerende vorm der platen en eilanden zijn door de eeuwen heen in hoge mate door de mens beïnvloed. Door het leggen van verbindingsdammen, oeververdedigingen, strekdammen, aanplant van biezen, riet en hout en tenslotte door de aanleg van waterkerende kaden is men al heel vroeg de vrije ontwikkeling van het landschap tegengegaan en heeft het gedwongen naar die vorm, die men wenste.

Dat nochtans voor de natuurliefhebber van het buitendijkse land van de Biesbosch eenzelfde bekoring uitgaat als van een natuurlandschap, is te danken, behalve aan het betrekkelijk natuurlijke aspect van de buitendijkse culturen, aan het alles beheersende landschapselement: het in getijdenbeweging verkerende water. Het is deze ritmische beweging van het water, die het landschapsaspect van uur tot uur doet wisselen. Bij lage standen vallen overal in de grote stroomgaten roestachtig gele zandbanken droog, enkele uren later is de stuivende zandwoestijn

herschapen in een wijde watervlakte, weer even later zijn alle biezen- en rietgorzen en vele grienden overstroomd, om vervolgens opnieuw uit het water op te rijzen. Tweemaal per etmaal stuwt de vloedstroom naar binnen, even zoveel malen vloeit het water naar zee weg. Deze waterbeweging veroorzaakt steeds een ruisen, een geluid dat mede de typische sfeer van het landschap bepaalt; bij hoogwater wordt het onder meer verwekt door het storten van het water over de lage kaden, die vele grienden omgeven (fig.6); bij vallend tij door het water, dat door de duikers die in de griendkaden zijn aangebracht, weer naar buiten stroomt (fig.7).

Dan is er de sterke wisseling in de seizoenaspecten. In de zomer: de machtige tot meer dan vier meter hoge rietzoom langs de kronkelende kreken; de grienden, vele met een uitbundige bloemenpracht, andere vervuld van een geheimzinnige schemer, omzomen het nu eens rustige, dan weer onstuimige water.

In het najaar verkleurt het riet naar een warmgele tint, het ontbladerde wilgenhout heeft een roodbruine kleur. Grote vluchten trekkend waterwild, die hier hun winterkwartier zoeken, gaan nu de lage platen en stromen bevolken. Jagers worden actief, maar ook begint nu de bedrijvigheid op de rietgorzen en in de grienden.

Gedurende het winterseizoen wordt alle riet gesneden en wordt ruim een vierde deel van de grienden gehakt. Over de kale gorzen en stobbenvelden reikt de blik veel verder dan 's zomers het geval kan zijn. Nu valt vanaf het water sterker op, dat het grootste deel van de Biesbosch reeds boerenland is, want overal ziet men achter de smalle rietgorszomen de polderdijken oprijzen.

In koude winters wordt soms het buitendijkse landschapsbeeld beheerst door de meest bizarre ijsformaties, gevormd uit de op de platen kruiende ijsschotsen (fig.8). En elke winter kan men overal tussen de hoog- en laagwaterlijn de meest wonderlijke, fragiele bouwsels van ijskristallen waarnemen, die hun ontstaan danken aan het steeds wisselen van de waterstand waardoor de vorst geen kans heeft, de vloeibare watermassa tussen de reeds gevormde kristallen te verstijven. Het broze gerinkel van de bij het minste gerucht ineenstortende ijsstructuren draagt bij tot het geheel eigen karakter van het winterse Biesboschlandschap.

Einde maart doet het voorjaar zijn intrede. De grauwe riet- en biezengorzen worden op vele plaatsen omgetoverd in een botergele zee van reusachtige dotterbloemen, nadat reeds in het vroege voorjaar enkele wilgensoorten in katjestooi gestoken werden. Half mei staat het riet al weer manshoog op de gorzen, ontluikt de bloemenpracht van grienden en ruigten en luidt het gezang van de talrijke broedvogels het nieuwe zomerseizoen in.

Dit dynamische in de dagelijkse en jaarlijkse wisseling van uiterlijk bepaalt het wezen van het buitendijkse Biesboschlandschap.

1.3 Landschap van de polders

In fel contrast met dit zo natuurlijk aandoende ruige buitendijkse

gebied staat het landschap van de polders, waar met moderne middelen het landbouwbedrijf wordt uitgeoefend. De verkaveling is daar dan ook, met uitzondering van enkele kleine stukjes in het noordoosten, "rationeel" en overwegend rechthoekig (fig.9). De strakheid van de kavels wordt hier en daar gebroken door het kronkelend verloop van oude, bij de inpoldering nog niet dichtgeslibde kreken en de bochtige, door natuurlijke factoren bepaalde aanleg van sommige dijkgedeelten. Meer en meer worden echter de niet al te brede kreekrelicten dichtgemaakt en de soms nog aan de bodemgesteldheid aangepaste oudere verkavelingstypen vervangen door systemen, die voor mechanische bewerking beter geschikt zijn.

Slechts de bij de boerenhoeven aanwezige boomgroepen vormen tezamen met het soms boven de dijk uitstekende oudere griendhout en de masten der sinds de oorlog aangelegde, minder fraaie hoogspanningsleiding, een verticaal element in het landschap.Een enkele maal breekt een struweel of lage houtrand in een oude kreekbedding of een rij knotwilgen langs een oude dijk de strakke horizont. In de laatste decennia is veel hoogopgaand hout in de vorm van lanen of alleenstaande bomen, deels uit een oogpunt van rationalisatie, verdwenen.

De boerderijen liggen meestal tegen de dijken op aangebrachte heuvels (fig.10) en (met het oog op vervoer per schip) daar, waar de dijken aan bevaarbaar water grenzen. In de laatste tijd heeft men in polders, waar men de dijken voldoende vertrouwde, ook wel boerenhuizen en arbeiderswoningen op maaiveldshoogte gebouwd. In overeenstemming met het karakter van kolonisatiegebied is in deze streek van een bepaalde bouwstijl geen sprake.

2. WIJZE VAN GEBRUIK VAN DE NATUURLIJKE HULPBRONNEN

Het gebruik dat de mens maakt van de mogelijkheden, die het Biesboschlandschap hem biedt, kan naar de aard worden onderscheiden in:

1. Economisch gebruik
2. Recreatie
3. Natuurwetenschappelijk onderzoek.

2.1 Economisch gebruik

Hier zien we de tendens, dat het gebruik intensiever wordt naarmate het betreffende landschapsonderdeel een verdere staat van ontwikkeling vertoont.

Deze landschapsonderdelen zijn:

a. Open water met onbegroeide zand- en slikplaten
b. Biezengorzen en ruigten
c. Rietgorzen
d. Grienden
e. Weipolders
f. Bouwpolders.

Het open water biedt mogelijkheden voor de scheepvaart, die voornamelijk in verband staat met de afvoer van de geteelde produkten en voor een minder belangrijk deel de niet aan het gebied gebonden bin-

nenscheepvaart. Voor deze laatste kan het gunstig zijn de Biesbosch te kruisen en gebruik te maken van bepaalde getijstromingen. Daar echter de vaargeulen weinig of niet zijn betond, kunnen slechts schippers, die plaatselijk goed bekend zijn, zonder al te veel risico zich op de kronkelende gaten, geulen en killen wagen.

Het open water, met inbegrip van platen, biezen en lage ruigten, wordt benut door de beroepsvissers (fig.11).

Ten gevolge van de inkrimping van het gunstige areaal en door het uitsterven van bepaalde vissoorten (*fint, elft, zalm*), maar in het bijzonder door de lage prijzen die voor de overige zoetwatervis, met uitzondering van de paling en aal, in de laatste tijd worden betaald, is de visserij thans slechts nog een fractie van wat het in vorige eeuwen is geweest (fig.12).

Nauw verwant aan de visserij is het kooibedrijf, dat nog in een tweetal eendenkooien wordt uitgeoefend. Deels wordt trekwild gevangen, deels ook zorgt men voor het in stand houden van een goede eendenstand, hoewel hiervoor het gebied, dat juist in de broedtijd veel hoogwater kent, waardoor veel broedsels teniet gaan, minder geschikt is.

Uit oude kaarten en geschriften blijkt dat er vroeger zeer veel kooien in de Biesbosch zijn geweest. Ook op luchtfoto's vindt men vaak in thans reeds bedijkte polders op vele plaatsen sporen van oude kooien (fig.13).

Jacht met het geweer uit zuiver economische overwegingen wordt in de Biesbosch weinig of niet meer uitgeoefend.

De meer directe exploitatie van plantaardige voortbrengselen van de bodem is geheel afhankelijk van het stadium van ontwikkeling, waarin de landgroei zich bevindt.

Zo treft men op de lage, met biezen begroeide platen de vrij extensief bedreven biezencultuur (fig.14), terwijl men op de hoger gelegen gorzen reeds in de rietcultuur een bedrijf aantreft, dat behalve voor de oogst, ook intensieve aandacht vraagt voor verzorging van bodem en gewas. Weer een stap verder in de ontwikkeling tot watervrij land is de griendcultuur, waarbij soms zelfs al sprake is van ingrijpen in de waterhuishouding, door middel van het aanleggen van lage kaden. Ten slotte zien we de eindfase, waarbij het land definitief wordt bedijkt; soms eerst nog met niet-stormvloedvrije kaden, waarbij het land als weide- of hooiland wordt geëxploiteerd, tegenwoordig echter meestal direct tot polders waar bouw- of soms gemengd bedrijf wordt uitgeoefend door ter plaatse wonende boeren. Op al deze wijzen van bodemgebruik zal in hoofdstuk XII nader worden ingegaan.

2.2 Recreatie

Recreatie is een wijze van gebruik van het landschap, die deels ook economisch kan worden opgevat. Zo zijn de inkomsten uit verhuur van roeiboten, rondvaarten en de daarbij verbruikte consumpties aanzienlijk, in het bijzonder in de dorpen Drimmelen en Lage Zwaluwe, maar ook in Dordrecht, Werkendam, Geertruidenberg en andere omliggende plaatsen. Het economisch belang, hoe groot dit ook mag zijn, blijft

echter ten achter bij de wezenlijke, ethische waarden van de recreatie.

Was voor de oorlog de Biesbosch als watersportgebied slechts plaatselijk bekend, de laatste tien jaren is de belangstelling hand over hand toegenomen (fig.15). De grote aantrekkingskracht van de Biesbosch ligt in het geheel eigen karakter als zoetwatergetijdengebied. Hier is het mogelijk om met kleine scheepjes, zonder bijzonder gevaar, een aan getij onderhevig water te bevaren.

Het landschap leent zich uitermate voor de sportieve jacht op groot waterwild, hoewel het voor echte "tableau-schieters" wat te ruig is. De rijke visstand lokt jaarlijks zeer vele hengelaars uit de omliggende industriecentra, alsook uit België.

De amateurbiologen en natuurliefhebbers vinden er een ideaal excursie- en studiegebied, rijk aan landschappelijk en biologisch unieke elementen.

Afgezien van het geheel eigen, in het vorige onderdeel beschreven karakter als waterlandschap, is de aantrekkingskracht van het Biesboschlandschap op de natuurliefhebber (jager, visser, amateurbioloog, kunstenaar, enz.) ook uit het volgende te verklaren.

Zoekt men namelijk naar de landschapstypen, die grote belangstelling trekken, dan blijkt dat combinaties van waterpartijen en bos een grote populariteit bezitten. Ook in de oude literatuur, in sagen en sprookjes vindt men het samentreffen van water en bos dikwijls terug als omlijsting voor overwegend romantisch getinte taferelen (VON SALISCH, 1902; FELBER, 1910). Aan deze vereniging van bos (griend) en water is nu in de Biesbosch ruimschoots en op bijzondere wijze voldaan.

Ook heeft het gebied een grote opnamecapaciteit, zoals BIJHOUWER (1950) dit noemt, daar de kronkelende vorm der stroomgaten en geulen met vaak steile, met hoog gewas begroeide oevers de medebezoeker snel uit het oog doet verliezen. De forse vegetatie en het water, dat steeds weer allerlei menselijke sporen wegvoert en uitwist, maakt het landschap weinig kwetsbaar. Ten slotte zorgt het specifieke karakter van het Biesboschlandschap voor een selectie onder de bezoekers, namelijk in die zin, dat slechts zij, die een zekere mate van sportiviteit bezitten, zich op het altijd in beweging zijnde water wagen. Dit voorkomt grotendeels de aanwezigheid van storende elementen voor hen, die rust en vrijheid zoeken in de vrije natuur.

Eén van de cultureel hoogst staande wijzen van gebruik van een landschap is het natuurwetenschappelijk onderzoek.

De onbekendheid en deels moeilijke toegankelijkheid van het gebied heeft veroorzaakt, dat aan dit bijzondere landschap op natuurwetenschappelijk gebied niet die aandacht is besteed, die het waard is. Slechts de laatste tijd is hier verandering in gekomen en deze studie is dan ook een eerste poging om het landschap op wetenschappelijke wijze te analyseren.

III. MILIEUFACTOREN

1. ALGEMEEN

In de volgende hoofdstukken zal herhaaldelijk sprake zijn van de milieufactoren, die leiden tot de vorming van de specifieke eigenschappen van de bodem en vegetatie in de Biesbosch. Het is daarom goed, vooraf een overzicht te geven van deze factoren en hun belangrijkste werking.

Noemen wij de Biesbosch een: " Zoetwatergetijdendelta liggende in het Noordwesteuropese gematigde zeeklimaat", dan hebben wij daarmee het milieu van ons gebied vrij volledig gekarakteriseerd.

Hieronder worden nu de hoofdfactoren die bodem en vegetatie bepalen opgesomd, waarna elke factor nader beschouwd zal worden.

	Bodem	Vegetatie
a	Moedergesteente	Groep van soorten in het betreffende geografische gebied aanwezig, bepaald door historisch-geografische factoren.
b	Klimaat	Klimaat
c	Hydrologische factoren	Hydrologische factoren
d	Vegetatie en	Bodem
e	Andere biotische factoren: fauna en mens.	Biotische factoren: concurrentie en andere al of niet wederzijdse beinvloeding tussen planten onderling, dieren en mens.
f	Reliëf	(Reliëf)
g	Tijd	Tijd

a. Het moedergesteente is over het gehele onderzochte gebied van alluviale oorsprong,de verschillen binnen de Biesbosch worden bepaald door hydrologische en biologische factoren (vooral vegetatie en mens). De historisch-geografische factoren zijn van groot belang voor de samenstelling van de vegetatie in de Biesbosch. Voor verschillen binnen het gebied van onderzoek hebben ze nauwelijks betekenis, daar aangenomen mag worden, dat op een enkele uitzondering na (hst.XI), de meeste soorten uit het noordwestelijk atlantische gebied dit gebied kunnen bereiken.

b. De eigenschappen van bodem en vegetatie staan onder invloed van het klimaat. In het macroklimaat zijn echter geen aanzienlijke verschillen aanwezig, waarvan verwacht mag worden, dat ze een weerslag zullen vinden in bodemgesteldheid en vegetatie. Verschillen in microklimaat zijn ongetwijfeld wel aanwezig; beinvloeding van de vegetatie hierdoor werd in bepaalde gevallen vastgesteld (hst.XI). Het microklimaat wordt geheel bepaald door hydrologische factoren, vegetatie en reliëf en uiteraard door het macroklimaat. Directe metingen via fysische methoden werden niet uitgevoerd.

c. De hydrologische factoren zijn in dit getijdengebied van uitzonderlijke betekenis. Vaak verdeelt men de eigenschappen van het milieu, die met water te maken hebben, over de hoofdfactoren: bodem, reliëf en klimaat. In het geval van de zoetwatergetijdendelta zijn de getijdenbeweging en de hieraan gekoppelde grondwaterschommeling, tezamen met de chemische samenstelling van het water, de voornaamste milieufactoren, die het karakter van het landschap, zowel wat bodem, vegetatie als bodemgebruik betreft, bepalen. In het volgende onderdeel (III.2) zullen de hydrologische factoren dan ook vrij uitvoerig worden besproken.

d., e. De bodem en de vegetatie vormen de hoofdonderwerpen van deze studie, zodat er op deze plaats niet nader op behoeft te worden ingegaan.

Van de overige biotische factoren, de werking van de mens en de fauna, is de eerste zeer ingrijpend. In bijna alle volgende hoofdstukken zullen we zien, hoe de hand van de mens in vrijwel alle processen, die de vorming van de bodem en het voortbestaan van vegetatie bepalen, merkbaar is. Op verschillende plaatsen in deze studie zal de antropogene beinvloeding nog ter sprake komen. Van de invloed op bodem en vegetatie door de aanvoer van mest door de grotere dieren (voornamelijk vogels). Ook de vernietigende werking van de excrementen van visetende vogels (aalscholvers, reigerachtigen) kan aanzienlijke gevolgen hebben. De vreterij van ganzen en eenden op de jonge platen is voorts van enige betekenis. Talrijk zijn de kleinere organismen zoals mollusken en insecten, die in de biocoenose (levensgemeenschap) een constructieve of ook een meer destructieve rol vervullen. Over de bodemkundige betekenis van de bodemorganismen wordt in hst.IV meer medegedeeld. De onderzoekingen van DEN DULK (1951), LEBRET en VERHEY (1954) en vooral van HEYLIGERS (1955) en JAGER (in HEYLIGERS, 1955) vormen de eerste belangrijke schreden op het nog vrijwel braak liggend terrein van het onderzoek naar de rol, die de fauna speelt in levensgemeenschappen en bodemopbouw in het zoetwatergetijdengebied.

f. De betekenis van het reliëf voor de bodemgesteldheid komt in de hoofdstukken IV, V en XI uitvoerig ter sprake. De vegetatie reageert in het algemeen voornamelijk op het reliëf via de bodemgesteldheid, de hydrologie en het microklimaat, zodat het reliëf voor de vegetatie nauwelijks als een zelfstandige hoofdfactor moet worden beschouwd. Via de beinvloeding van het moedergesteente heeft de vegetatie grote in-

vloed op de vorming van het reliëf.

g. De tijd ten slotte speelt bij alle ontwikkelingen van bodem en vegetatie een rol. Bij de migratie van soorten, bij de opslibbing, de fysische rijping, de allogene en autogene successie der vegetatie komt deze factor het duidelijkst tot uiting.

2. HYDROLOGISCHE FACTOREN

2.1 Algemene karakteristiek

De hydrologische factoren zijn bepalend voor het specifieke Biesboschmilieu. Ze zijn te onderscheiden in samenstelling en aard van de beweging van het water.

Het water is afkomstig van rivieren, die worden gevoed uit een achterland, dat betrekkelijk basenrijke gesteenten bevat, terwijl bovendien veel afval uit wooncentra en industrieën in deze rivieren wordt geloosd. De gemiddelde samenstelling van Rijn- en Maaswater is in fig.29 aangegeven. In fig.16 is de 300-mg Cl-grens per liter aangegeven, waaruit blijkt, dat het zoutgehalte van het zeewater nog geen invloed heeft in de Biesbosch. We kunnen dus spreken van zeer voedselrijk "zoet" water. Uit fig.29 blijkt voorts, dat het gehalte aan slib eveneens aanzienlijk is. Rijkdom aan mineralen en aan slib is echter een normale eigenschap van vele rivieren; het specifieke van de Biesbosch is dan ook gelegen in de combinatie van deze eigenschappen met een dagelijkse schommeling in de waterstand met een amplitude van ca. 2 meter. Deze schommeling is een gevolg van de nabijheid van de aan getijdenbeweging onderhevige Noordzee, waarmee de Biesbosch in open verbinding staat. Met het mineraalrijk, zoet slibhoudend water, in combinatie met deze wisseling in niveau, staat of valt het Biesboschmilieu. Nu is het zo, dat elke rivier, die in een aan getijdeninvloed onderhevige zee uitmondt, in principe dicht bij de mond een traject heeft, waar het zoete water het zeewater kan terugdringen, maar waarin de getijdengolf toch doorloopt. Al naar de vorm en de grootte van het verval van het estuarium, zal dit zoetwatergetijdengebied groter of kleiner zijn. We vinden dan ook langs alle rivieren, die in de Noordzee uitmonden, gedeelten dicht bij de mond gelegen, waar soortgelijke vegetatie- en bodemontwikkelingen als in de Biesbosch optreden.

Het blijkt nu echter, dat het juist het zoetwatergetijdengebied der rivieren was, waaraan de grote havensteden zijn ontstaan. Blijkbaar gaf het zoetwatergetijdenmilieu gunstige voorwaarden voor het ontstaan van deze scheepvaartcentra. Naast de beinvloeding van de oevers in de directe omgeving van deze steden, werden ook in de verdere omgeving van deze wooncentra vele kunstwerken uitgevoerd, zoals: regulatie van vaargeulen voor de scheepvaart; oeververdedigingen; beveiligingen tegen stormvloeden voor het omliggende land; aanleg van scheepswerven, dokken en andere industrieën. Ook heeft men hier dikwijls in tegenstelling tot de bedijking van de bovenrivieren, ten dele omdat men zo dicht bij zee geen uiterwaard als waterberging nodig heeft, de dijken dicht langs de stroom gelegd (RAMAER, 1899). In het

bijzonder echter is dit het geval, omdat het natuurlijk fundament van de dijken, de kleiige stroomruggen, hier smal is en op korte afstand van de rivier reeds overgaat in veen, waarop dijkaanleg moeilijker is. Dit alles was oorzaak, dat in dit gedeelte van de rivier de natuurlijke voortgang van bodemkundige, hydrologische en biologische processen sterk werd geremd. Daarbij komt nog, dat bij vele rivieren (o.a. Schelde en Elbe) het zoetwatergetijdenalluvium zeer dicht tegen het Pleistoceen grenst en grotendeels met nauwe tongen in dit laatste doordringt, zodat van nature reeds weinig oppervlakte aanwezig is.

De Biesbosch daarentegen dankt zijn relatief grote oppervlakte aan de wijze van ontstaan, d.w.z. aan de transgressie van de zee in een onder menselijke invloed iets geklonken alluviaal, grotendeels uit veen bestaand gebied. Aan de omstandigheid, dat de verbinding met de zee in verhouding tot de grootte van de aldus ontstane vloedkom betrekkelijk nauw is, gepaard aan de overvloedige aanvoer van zoet rivierwater en een bepaalde afstand tot de zee, dankt de Biesbosch zijn zoet karakter. Het uitmonden van een grote, veel sedimenten transporterende, rivier in de binnenzee, is ten slotte de oorzaak van de deltavormige opbouw. In fig.17 is de ligging van de Biesbosch en het overige deel van het zoetwatergetijdengebied aangegeven.

2.2 Schets van de getijdenbeweging in de Biesbosch en de veranderingen daarin onder antropogene invloed

Zoals bekend heeft de getijdenbeweging een verticale en horizontale richting. Zij vindt haar oorsprong in astronomische krachten en de invloed van de verdeling van land en water, zoals die op aarde bestaat, waardoor opstuwing mogelijk is. Zowel op zee als in de estuaria is de getijdenbeweging, ook afgezien van de invloed van opwaaiing, dus een combinatie van golfbeweging en opstuwing. Domineert op de open zee het golfkarakter van de getijdenbeweging en is het element van opstuwing daaraan ondergeschikt, in de riviermonden neemt naarmate men verder van de kust verwijderd is, het golfkarakter van de getijdenbeweging steeds af. Ten slotte is het eb- en vloedverschijnsel nog slechts merkbaar aan een periodieke opstuwing van het water, waarbij een landwaarts gerichte "vloedstroom" niet meer optreedt, welke laatste immers kenmerkend is voor de golfbeweging. Ten slotte neemt bij steeds verdere verwijdering van de kust ook de intensiteit van de opstuwing af, totdat deze en daarmee de getijdenbeweging geheel verdwenen is. De aanleiding tot deze veranderingen in de aard van de getijdenbeweging is gelegen in het verhang en de waterafvoer der betreffende rivier. Dringt immers de vloedgolf het estuarium binnen, dan wordt dit afgesloten en wordt het rivierwater de vrije doorgang naar zee versperd. De enige reactie hierop kan slechts zijn, dat het rivierwater wordt opgestuwd. Naarmate nu het estuarium smaller, de waterafvoer op de rivier groter en het verhang steiler is, zal de vloedgolf, alsook de opstuwing, minder ver stroomopwaarts merkbaar zijn.

Hoewel dus het golfkarakter van de getijdenbeweging minder wordt,

is een zeker golfelement op niet te grote afstand van de kust nog aanwezig. Dit blijkt uit het oplopen van de vloedgolf tegen het verhang, hetgeen in fig.18a is geïllustreerd. Zowel de gemiddelde laagwaterlijn als de hoogwatercurve vertoont een zeker verhang. Het is duidelijk dat dit een gevolg is van de interactie tussen rivierafvoer, aanvoer door de voor de vloedgolf uitstromende watermassa's en de golfbeweging zelve. Zou men de afvoer van de rivier uitschakelen, dan is het duidelijk, dat de vloedgolf minder reden heeft, landinwaarts omhoog te lopen. Alleen een vernauwing van het rivierbed in stroomopwaartse richting zou hem hiertoe kunnen dwingen. Is in plaats van deze vernauwing een verruiming van de stroomdoorsnede aanwezig, dan zal men zelfs een verlaging van de vloedgolf kunnen verwachten. Dit laatste noemt men het "vloedkuileffect" (VAN VEEN, 1950; fig.18b en 20).

Bezien we nu in verband met deze beschouwing de figuren 19a en 19b. In fig.19a is de toestand geschetst, zoals deze was vóór de aanleg van de bandijk (I.6) en het graven van de Bergse Maas. Hier kunnen de omstandigheden geheel worden vergeleken met de in fig.18 geschetste toestand. Immers het rivierwater komt in het noordoosten binnen, verdeelt zich over een groot aantal estuariumgeulen en stroomt, in een door het getij bepaalde ritmische beweging, door deze geulen in de richting van de zee. De ebstroom overheerst hierbij sterk en wordt slechts relatief kort door een tegengestelde vloedstroom onderbroken. In fig.19b daarentegen is de toestand geheel anders. Nu loopt het rivierwater via geheel gereguleerde brede stromen (Oude en Nieuwe Merwede en Amer) naar zee. Het water loopt dus niet meer door de Biesbosch, maar er langs heen. Het verschijnsel van fig.18 speelt zich dus nu nog wel in versterkte mate op de beide Merwede's en in mindere mate op de Amer en de Bergse Maas af, in de Biesbosch evenwel bestaat hiertoe niet langer aanleiding. Hier is immers tot stand gekomen hetgeen wij zoeven schetsten, namelijk:

a. de rivierafvoer is uitgeschakeld;
b. de Biesbosch fungeert min of meer als vloedkuil. In de grotere Biesboschgeulen zien wij dan ook de gemiddelde hoogwaterlijn minder steil tot horizontaal verlopen, ja zelfs lager worden in landinwaartse richting (fig.20).

Dat de rivieren Oude en Nieuwe Merwede, Amer en Bergse Maas wel degelijk ook de invloed van de nabijheid van deze vloedkuil (waarvan ze in wezen natuurlijk ook deel uitmaken) ondergaan, is duidelijk. Dit blijkt goed uit fig.20 waarin de gemiddelde hoogwaterlijn van 1930-1939 vanaf de Moerdijkbrug tot voorbij de Biesbosch een benedenwaarts gerichte afwijking van de verhanglijn vertoont. Duidelijk blijkt, dat in de minder water afvoerende, van stuwen voorziene Maas het effect groter is. Overige verschillen tussen de lijnen moeten worden verklaard uit plaatselijke verschillen in de vorm der watervoerende geulen. De consequenties van deze wijziging in het waterregiem binnen de Brabantse Biesbosch, de opheffing van het natuurlijke verhang dus, zijn de volgende:

a. Bij de aanvoer en afzetting van sedimenten is de toestand aan-

zienlijk gewijzigd. Was er vroeger uitsluitend aanvoer uit het noorden en noordoosten, nu komt deze uitsluitend uit het zuiden en zuidwesten. Vroeger geschiedde de aanvoer in de ebstroom, thans via de vloedstroom; vroeger bestond een vermoedelijk sterk overheersende eb, terwijl nu een vrijwel onafhankelijk van de oppervlakte,regelmatige vloed, die evenveel water moet aanvoeren als de eb doet, domineert. Daar voorts op het Hollandsch Diep door samenwerking van alle, het getij aldaar beinvloedende krachten, een vijfurige vloed tegen een ruim zevenurige eb loopt, is dit in de Biesbosch ook het geval. Daarbij neemt de duur van de vloed tegen het uiterste noordoosten af. Als resultaat van deze wijzigingen kan men theoretisch het volgende verwachten:
De vloeden komen in het noordoosten niet meer zo hoog (fig.20), waardoor dus de opslibbing niet meer tot die hoogte zal kunnen plaatsvinden als vroeger het geval was. In de afzettingen van na 1900 zal men dus niet meer het verhang kunnen verwachten, dat men in de afzettingen van voor die tijd duidelijk ziet. Nu de grote massa der sedimenten uit het zuidwesten komt, in mindere mate ook van de Maas uit het zuiden, moet de aanslibbing in het zuidwesten in verhouding tot vroeger, relatief sterker zijn geworden. In hoofdstuk IX zullen wij nader bezien in hoeverre deze theoretische beschouwingen juist zijn.

b. Op waterstaatkundig gebied profiteren o.a. de polders in het noorden van de genoemde wijziging in waterregiem, omdat hun natuurlijke afwatering dank zij de lage waterstanden vergemakkelijkt is. In het zuidoosten is echter het tegengestelde gebeurd; de afstand tot de oorsprong van de rivier is daar verkort door het graven van de Bergse Maas, waardoor het punt van de verhanglijn, dat voor dit gebied geldt, op een hoger niveau is gekomen. Door het graven van de Bergse Maas is de waterhuishouding van de polder in het zuidoosten dus sterk verslechterd. Hetzelfde geldt voor het gebied van het Oude Maasje aan de overkant van de Bergse Maas.

2.3 De factor overspoeling

In het voorgaande hebben we de getijdenbeweging allereerst beschouwd als geografisch verschijnsel en de oorzaken en de factoren, die haar beinvloeden, nagegaan.

Hieronder zal de getijdenbeweging nog nader als milieufactor worden geanalyseerd. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen horizontale en verticale beweging. Bij de verticale beweging kunnen drie belangrijke elementen worden onderscheiden, die elk bodem en vegetatie op eigen wijze beinvloeden. Deze elementen zijn: frequentie, duur en hoogte van overspoeling.

2.3.1 Frequentie van overspoeling

Een andere belangrijke grootheid van de getijdenbeweging, die van invloed is op de aard van bodem en vegetatie, is de frequentie van overspoeling. Hieronder verstaan we het aantal malen dat de waterstand in procenten van het totaal aantal vloeden, een bepaalde hoogte overtreft. De hoogte van de vloedtop wisselt zoals bekend met de stand van zon

en maan ten opzichte van elkaar en de aarde. Daarnaast heeft de richting en sterkte van de wind belangrijke invloed op de hoogte van de vloeden. In het estuarium speelt de afvoer van de rivier landinwaarts een steeds grotere rol. De ritmische afwisseling in spring- en doodtij is een gevolg van astronomische invloed; de wind oefent een meer onregelmatige invloed uit, die echter toch ten gevolge van het verschil van de windkracht en -richting in de verschillende jaargetijden aan bepaalde wetmatigheden is gebonden. Het blijkt, dat het astronomisch bepaalde ritme, het dagelijkse, zowel als het wekelijkse, zelden door de invloed van wind- of waterafvoer geheel wordt overstemd. In fig.21 is nu over het jaar 1949 voor Moerdijk een frequentiecurve opgesteld. Daarin is op de y-as aangegeven het aantal malen, dat een bepaalde hoogte door de vloed werd bereikt of werd overschreden, uitgedrukt in procenten van het totaal aantal vloeden per seizoen. Op de x-as zijn de hoogten ten opzichte van de gemiddelde hoogwaterstand (MHW) afgezet. De frequentiecurven gelden voor het zomer- en winterseizoen afzonderlijk. Het blijkt duidelijk, dat het winterhalfjaar veel rijker is aan extreme hoog- en laagwaterstanden dan de zomer, waarin de dichter bij het gemiddelde liggende waarden sterk overheersen. De oorzaak van dit verschil is, dat de winden in het winterhalfjaar krachtiger zijn dan in de zomer. Dit geldt zowel voor de oostenwind, die het water van onze kust wegjaagt, als voor de westen- en noordenwinden, die de vloeden in het Noordzeebekken hoog kunnen opstuwen. De hoge stormvloeden in het winterhalfjaar zijn algemeen bekend, bij strenge vorst komt het daarentegen regelmatig voor, dat betrekkelijk lage platen (ca. 49 cm -MHW) dagen-, soms wekenlang niet worden overspoeld. Voor de vegetatie is het verloop van de frequentiecurve gedurende het vegetatieseizoen het belangrijkst. Voor de bodem is de kromme voor het gehele jaar het best te gebruiken als maat voor het verklaren van door de getijdenbeweging beinvloede verschijnselen. De verschillen zijn echter niet groot. Wij kunnen verder aannemen, dat de curve voor het jaar 1949 (fig.21) niet veel zal afwijken van die van andere jaren, terwijl ook de bij Moerdijk gemeten waarden weinig zullen afwijken van de omstandigheden in de Biesbosch. Deze laatste hangen immers voor een belangrijk deel af van de getijdenbeweging in het Hollandsch Diep, zoals we reeds eerder behandeld hebben.

2.3.2 Duur van overspoeling

Men krijgt de eenvoudigste indruk van de overspoelingsduur, wanneer men een getijkromme construeert. In fig.22 (links) is de gemiddelde getijkromme voor het onderzoekingsterrein gegeven. Deze werd geconstrueerd door op een paar plaatsen (Gat van de Noorderklip en Gat van de Slek) gedurende een normaal tij, met korte tussenpozen de hoogte van het water ten opzichte van een vast punt te meten. Het gemiddelde verloop van deze krommen werd geinterpoleerd tussen de waarden van hoog- en laagwater. Het eerste cijfer was bekend uit de door de Rijkswaterstaat Directie Beneden - rivieren verschafte gegevens van Spieringsluis (binnen) en de Reugt, waar de gemiddelde hoogwaterstand

resp.126 cm +NAP (over 1946-1950) en 127 cm +NAP (over 1940-1944) was. Afgezien van plaatselijke komeffecten (2.5.2) zal een gemiddelde hoogwaterstand (MHW) van 126 à 127 cm +NAP voor het gehele westelijk en zuidelijk deel van de Biesbosch (het voornaamste onderzoekingsterrein, dat een aan getij onderhevig gebied betreft) wel een aannemelijke waarde vertegenwoordigen. De gemiddelde laagwaterstand in de grote geulen werd geïnterpoleerd uit de waarden bij de Reugt (58 cm -NAP) en bij Lage Zwaluwe (72 cm -NAP).

Later werd door HEYLIGERS (1955) een gemiddelde curve opgesteld uit het gemiddelde van een groot aantal tijcurven uit Moerdijk en Werkendam (binnen). Voor ons doel belangrijke afwijkingen met de besproken curve treden niet op. In fig.22 (links) kan nu voor een niveau N de gemiddelde overspoelingsduur zonder meer worden afgelezen. Dit is namelijk de afstand tussen de punten, waar de horizontale lijn de getijkromme snijdt. Daar de berekende kromme de gemiddelde waarde geeft van alle getijkrommen, is de aldus bepaalde duur de gemiddelde. In fig.22 (rechts) is de aldus gemiddelde overspoelingsduur tegen de hoogte ten opzichte van gemiddeld hoogwater (MHW) afgezet. In 2.3.4 zien we echter, dat de hoger gelegen plaatsen geen overspoelingsfrequentie van 100% hebben. Er zijn dus perioden, waarin geen overspoeling optreedt. In de zoëven besproken gemiddelde kromme zijn deze lage hoogwaters eigenlijk als negatieve overspoelingen berekend. Als ecologische factor bestaat er echter geen negatieve overspoelingsduur. Bovendien is de duur als gemiddelde waarde minder belangrijk dan de duur per keer. Het concrete aantal minuten, dat een mens per onderdompeling onder water kan blijven is bepalend voor zijn leven. Wil men gemakkelijk hanteerbare cijfers verkrijgen, dan zal men toch met gemiddelde waarden moeten werken. Een meer reële indruk van de overspoelingsduur geeft nu fig.23a, waarin de gemiddelde duur per overspoeling is weergegeven. Deze kromme werd berekend uit de meetresultaten van Werkendam (binnen) door P.C.Heyligers (HEYLIGERS, 1955). Op de niveaus waar de frequentie 100% is, maakt het weinig verschil, omdat daar bij elk tij een reële overspoeling optreedt. Daarboven zien we echter, dat de overspoelingscurve, vooral tussen 10 à 20 cm MHW geleidelijk steiler wordt om ten slotte bij een gemiddelde overspoelingsduur van ca. twee uur constant te blijven. Per overspoeling is het hoogteverschil bij de grotere hoogten dus niet meer van veel belang. De berekening van de laatstgenoemde overspoelingsduurgrafiek kan alleen geschieden als een groot aantal getijkrommen, bijvoorbeeld gemeten met een zelfregistrerende peilschaal, bekend zijn. De curve die de absolute duur aangeeft, kan vrij snel voor een onbekend gebied worden vastgesteld en vereist alleen de bepaling van de algemene vorm van de getijcurve en de kennis van gemiddeld hoog- en laagwater. In fig.23b is ten slotte nog de werkelijke totale overspoelingsduur in procenten van de tijd weergegeven. Deze curve werd berekend met dezelfde gegevens als die, welke gebruikt werden voor de berekening van de gemiddelde overspoelingsduur per overspoeling. De beide krommen verschillen voornamelijk daar, waar de frequentie kleiner wordt dan 100%. Dit komt om-

dat bij de gemiddelde overspoelingsduur per keer de frequentie geen, bij de totale overspoelingsduur als percentage van de tijd de frequentie wel invloed heeft op het resultaat.

In de verschillende diagrammen is ter karakterisering van de overspoelingsinvloed naast de frequentie een overspoelingsduur gegeven.

2.3.3 Hoogte van overspoeling

De hoogte van overspoeling kan gemakkelijk van de getijkromme (fig.22) worden afgelezen. Hier geldt net als bij de overspoelingsduur, dat boven MHW een overspoeling wel degelijk een zekere hoogte heeft. Op dezelfde wijze als voor de overspoelingsduur is gedaan, kan nu het gemiddelde van de hoogte van overspoeling per keer berekend worden. Aan HEYLIGERS (1955) ontlenen we fig.24. Het blijkt, dat de gemiddelde overspoelingshoogte per keer zich gelijk gedraagt als de duur; boven ca. 10 à 20 cm -MHW blijft de gemiddelde hoogte van overspoeling constant (iets minder dan 20 cm). De overspoelingshoogte, bepaald uit de gemiddelde getijkromme, is identiek met de hoogte ten opzichte van MHW. Voorts is gemakkelijk in te zien, dat bij gelijke duur en frequentie van overspoeling, de overspoelingshoogte kan variëren al naar de grootte van de getij-amplitude. Voor een karakterisering van de getijdeninvloed is de overspoelingshoogte dus van het grootste belang.

2.3.4 *Belangrijke punten aan de getijcurve*

Aan de beide overspoelingscurven kunnen nu enkele belangrijke punten worden afgelezen. Een markant punt is MHW. Hieronder verstaat men het gemiddelde van de hoogwaterstanden op een bepaald punt. De gemiddelde overspoelingsduur heeft hier het punt nul. Zoals reeds is opgemerkt is een gemiddelde overspoelingsduur van nul een slechts rekenkundige waarde, want in werkelijkheid zijn er wel overspoelingen met een zekere duur. Daar MHW gemakkelijk kan worden bepaald, is deze waarde als vergelijkingsbasis aangenomen. Het blijkt ook, dat er op of dicht bij dit niveau een aantal grenzen loopt van het ecologisch areaal van verschillende planten en plantengezelschappen. Dicht bij MHW ligt ook het punt, waar de overspoelingsfrequentie 50% bedraagt, waar de bodem dus even vaak wel, als niet wordt overstroomd. Dit laatste heeft een meer reële betekenis dan het nulpunt van de overspoelingsduurkromme. Dat beide punten niet geheel samenvallen is het gevolg van de asymmetrische vorm van de frequentiecurve. Het verschil is echter slechts enkele cm's en overtreft nauwelijks de meetfout bij de toegepaste meting van de vloedtophoogte (fig.24). We stellen het daarom gelijk met MHW. Uit de frequentiecurve blijkt, dat deze bij ca. 30 à 40 cm MHW en bij ca. 35 à 40 cm MHW vrij plotseling steil gaat verlopen, hetgeen beduidt, dat overspoelingen bij het hoogstgenoemde niveau zeldzaam worden en dat bij het laagste slechts bij uitzondering de standplaats niet door de vloed wordt overspoeld. Omstreeks dit laatste vlak ligt dan ook een aantal belangrijke vegetatiegrenzen. Het eerstgenoemde vlak geeft de hoogtelimiet aan tot waar de opslibbing theoretisch zou kunnen voortschrijden. Grenzen tussen vegetatie-een-

heden hebben wij op dit niveau niet bestudeerd, daar afgezien van dijken, keet- en rietheuvels geen terreinen boven deze hoogte voorkomen. Dat extreme vloeden nog hoog boven dit punt kunnen komen, wordt gedemonstreerd aan de hoogte van de 1 februarivloed van 1953, die bij benadering een niveau van ca.230 cm boven genoemde limiet bereikte.

De overspoelingsduurcurve, die de rekenkundig absoluut gemiddelde waarden weergeeft (fig.22), krijgt beneden het punt waar de frequentie de 100% gaat naderen, meer en meer een reële waarde, omdat het aantal overspoelingen er dan niet meer toe doet. De duur wint bij het wegvallen van verschillen in frequentie belangrijk aan gewicht. Uit het vegetatie-onderzoek is gebleken, dat bij een grotere overspoelingsduur dan ca. 50% een groot aantal planten (*Caltha - Polygonum* reeks) nog niet optreedt. Dit punt valt iets onder het gemiddelde tussen MHW en het hierna te bespreken MLW (gemiddeld laagwater), omdat de overspoelingscurve niet symmetrisch is.

In 2.3.2 bespraken we reeds het verloop van de krommen die de gemiddelde overspoelingsduur en -hoogte per keer weergeven. Het knikpunt bij ca. 15 cm -MHW is vermoedelijk van aanzienlijk ecologische betekenis. Daarboven wordt verschil in overspoelingsinvloed voornamelijk nog door de frequentie bepaald. Het is wellicht niet toevallig, dat de grens tussen het *Salicetum albae cardaminetosum* en het *Salicetum albae alismetosum*, alsook de grens tussen de twee belangrijke groepen van rietgorstypen met deze hoogte samenvalt.

MLW geeft de gemiddelde waarde van de laagwaterstanden aan. Dikwijls komt het voor, dat bij lage waterstanden de verbinding met de zee door drempels op de bodem verbroken is; de gemiddelde laagwaterstand is dan hoger dan in niet door drempels afgesloten geulen. In de grote geulen in de Biesbosch ligt MLW op ca. 180-190 cm beneden MLW, volgens metingen aan de peilschaal bij de Reugt door de Rijkswaterstaat verricht. Naar het westen toe loopt het gemiddelde tijverschil op, totdat het in het Hollandsch Diep ca. 2 meter bedraagt. In smalle geulen is het tijverschil veel kleiner, dikwijls doordat het laagwaterniveau stijgt ten opzichte van dat in grotere geulen. Men kan voor de laagwaterstanden ook frequentiecurven opstellen. Deze worden echter sterk beinvloed door de storende drempels, die van plaats tot plaats verschillen. Een algemeen geldende kromme kan daarvoor dus niet worden afgeleid. Voor de vegetatie vormt MLW een zeer belangrijke grens. We hebben gezien dat alle elementen van de overspoelingsinvloed correleren met de hoogte ten opzichte van MHW. Voor een gebied, waarbinnen de getijcurve gelijk van vorm blijft, kunnen we deze hoogte dus gebruiken als maat voor de gehele overspoelingsinvloed. Bij vergelijking van gebieden met verschillen in amplitude of golflengte der waterbeweging moeten echter alle elementen der overspoeling in beschouwing worden genomen.

2.3.5 Stroomsterkte bij overspoeling

Samen met de hierboven geschetste elementen der verticale beweging is de horizontale beweging een belangrijk overspoelingselement.

De sterkte van deze beweging is bepalend voor de aard en de hoeveelheid van het sediment, dat kan worden afgezet (hst.IV). Ook de aard van de vegetatie wordt langs mechanische weg sterk beinvloed door de intensiteit van de stroom (hst.XI).

Het is bekend dat de sterkte van de stroom afneemt in de richting van de bodem en de oevers van de geulen, als gevolg van de wrijvingsweerstand (DOEGLAS, 1952). De stroomsterkte zal dus voor een niveau dat bijvoorbeeld een bepaalde afstand tot MHW heeft, groter zijn naarmate de hoogte van het overspoelde land lager is. Met andere woorden, de stroomsterkte is recht evenredig met de hoogte van overspoeling. Ook deze factor is dus bij een gelijkblijvende gemiddelde tijcurve, evenals de frequentie en de duur, uit te drukken in de gemiddelde overspoelingshoogte. De invloed van de naar boven toe afnemende stroomintensiteit wordt versterkt, doordat op grotere hoogte de totale duur van blootstelling aan stroom geringer is dan op de lagere plaatsen. Het toenemen van de zwaarte van het sediment en het afnemen van de skleromorfie der vegetatie naarmate de hoogte toeneemt, houdt met dit belangrijke verschijnsel nauw verband (hstn.IV en XI).

Bij het strijken van de stroom over een opwas zullen de stroomsterkten in de op de oever plotseling dunner wordende waterkolom, na een aanvankelijke vergroting door de plotselinge vernauwing, geleidelijk verminderen (fig.25). In de richting van de stroom treedt voorts een afname op in snelheid ten gevolge van de wrijving. Een eventueel aanwezige vegetatie zal dit verschijnsel in hoge mate versterken. Neemt de dikte van de waterkolom verder op de opwas weer toe (kom), dan zal de stroomsnelheid daardoor niet groter worden omdat het debiet aan de aanvoerbasis (oever) uiteraard mede bepalend is voor de kracht van de stroom stroomafwaarts. De vorming van zandige, hoger liggende oeverwallen en kleirijke kommen en het afnemen van de sklerornorfie van de vegetatie in de richting van de kom, is van deze verschijnselen het directe gevolg.

In een vloedkomgebied als de Biesbosch, dat door de vloedstroom wordt gevuld en bij eb weer leegloopt, is de stroom omstreeks de kenteringsvlakken bij hoog en laag water gedurende enige ogenblikken nihil.*) Dit zijn dus de punten waar de getijcurve nagenoeg horizontaal loopt. De stroom is sterker naarmate de getijcurve een steiler verloop heeft. Bij vloed is de stroomsnelheid dus groter dan bij eb (fig.22). Uit wat behandeld is aangaande de correlatie tussen overspoelingshoogte en stroomsterkte blijkt, dat de stroomsnelheid afneemt naarmate het water minder

*) Wanneer de ebstroom overheerst, zoals bij gebrek aan voldoende *mogelijkheid tot zijdelingse afvloeiing van het vloedwater, kan ook* bij hoog water nog een belangrijke ebstroom lopen. Dit is o.a. boven Gorinchem op de Merwede en de Waal en bij Vreeswijk op de Lek het geval. Bij veel bovenwater komt dit zelfs ook voor op de Nieuwe Merwede.

hoog is. Dit verschijnsel werkt een nauw verband met de helling van de tijkromme tegen. Bij gelijke helling zal de stroom op een lager niveau zwakker zijn dan wanneer het overstromingswater een hoger niveau heeft bereikt. Waar een dichte vegetatie de stroom verzwakt, hetgeen juist op grotere hoogte vaak het geval is, wordt dit laatste verschijnsel weer tegengewerkt.

Naarmate de hoogwaterstanden hoger zijn, wordt de getijcurve steiler; daaruit volgt dat de stroom sterker wordt. Bij hoge vloeden wordt op alle niveaus in de getijcurve de stroomsterkte dus vergroot. Bij de sedimentatie blijkt dit uit het geringere kleigehalte van stormvloedafzettingen. De sterke erosie langs de kreekoevers na hevige stormvloeden (o.a.februari 1953) is een gevolg van hetzelfde verschijnsel. Zeer hoge opwassen worden voornamelijk slechts door stormvloeden bereikt; de schaarse overspoeling geschiedt daar dus gemiddeld in een onrustiger milieu dan op plaatsen die ook door lagere vloeden regelmatig worden overspoeld. Bovendien draagt de golfslag tijdens hoge waterstanden, die veelal ontstaan door krachtige winden, bij tot de woeligheid van het milieu. Het lichter worden van het sediment op de allerhoogste niveaus zou hiervan het gevolg kunnen zijn.

Daar hoge vloeden een lage frequentie hebben en de stormvloeden bovendien zeer zelden in het vegetatieseizoen voorkomen, is een belangrijke, directe invloed op de vegetatie niet te verwachten. Bij de vegetatie zijn bovendien sporadisch uitgeoefende invloeden van veel minder betekenis dan bij de sedimentatie, waarbij het resultaat van elke overspoeling, hoe ver die ook in tijd uit elkaar mogen liggen, wordt gesommeerd (afzetting van sliblaagjes).

Golfslag ten slotte, versterkt de mechanische invloed van de stroom. Evenals bij de stroom zelf, is de werking het hevigst als de diepte van de waterkolom in de richting van de golfslag afneemt (branding). De grootste golven neemt men waar bij hoge waterstanden. Grote waterdiepte is namelijk gunstig voor de vorming van hoge lange golven. Bovendien is de wateroppervlakte dan het grootst omdat lage opwassen dan onder water zijn bedolven. Dit laatste bevordert ook de vorming van grote golven, omdat de golfgrootte toeneemt naarmate de weg, die de wind over het water moet afleggen, langer is (in de richting van de lagerwal neemt de golfhoogte toe).

De ervaring leert ten slotte, dat de hevigste golfslag optreedt, wanneer de stroomrichting van water en wind tegengesteld zijn. Daar westelijke winden overwegen, treedt dus gedurende de eb gemiddeld genomen, de meest intensieve golfbeweging op. Binnen een dichte vegetatie wordt de golfbeweging evenwel sterk gedempt.

Samenvattend kan worden vastgesteld, dat in het algemeen de hevigheid van de inwerking van alle elementen van overspoeling tezamen afneemt bij toenemende hoogte. Factoren die deze tendens tegenwerken, worden in het algemeen overstemd. Bij de allerhoogste vloeden neemt de hevigheid van actie vermoedelijk weer toe. Metingen zouden de bovenstaande op ervaring en beredenering berustende beschouwingen moeten bevestigen. Wij hebben daartoe nog geen gelegenheid

gehad. De resultaten van het sedimentologisch en synecologisch onderzoek zijn echter volkomen in overeenstemming met de hier gegeven beschouwingen.

2.4 Methode van hoogtemeting

We hebben gezien, dat de overspoelingsinvloed correleert met de hoogte ten opzichte van het gemiddeld hoogwater. Het is dus zaak deze hoogte te kunnen meten.

Daar het onderzoek in de aanvang zonder hulp van anderen werd uitgevoerd, was het nodig een methode van hoogtemeting te ontwerpen, die geheel door één persoon kon worden uitgevoerd. Daarbij moest de methode bruikbaar zijn in een ruig, onoverzichtelijk, moeilijk begaanbaar terrein. Deze voorwaarden sloten direct al het gebruik van landmeetkundige instrumenten uit. Bovendien is het minder belangrijk, de absolute hoogte te meten dan wel de hoogte ten opzichte van MHW ter plaatse, hetgeen uit het zojuist behandelde duidelijk is. Een methode die aan de gestelde eisen voldeed, was de volgende:

Op de plaatsen waar men de invloed van de getijdenbeweging wil weten, plaatst men voor hoogwater een lat, die voorzien is van kleine bakjes (fig.26). Nadat het water de hoogste stand heeft bereikt, kan men aan het hoogste bakje dat nog water bevat, de werkelijke hoogte aflezen, die de top van de vloedcurve op die plaats bij die bepaalde vloed heeft gehad. Op een vast punt wordt de hoogte van elke vloedtop, die voor metingen wordt gebruikt, op dezelfde wijze ten opzichte van één bepaald vaststaand niveau gemeten. Alle bepalingen op elke willekeurige plaats gedaan, kunnen nu, mits op de contrôleplaats na dezelfde vloed ook de hoogte is afgelezen, op het vast niveau worden betrokken, waardoor onderlinge vergelijkbaarheid is verkregen. Ten slotte kan uit een groot aantal metingen een gemiddelde van de hoogwaterstanden, dat is dus MHW, ten opzichte van het vast niveau worden berekend. Met behulp van deze laatste waarden zijn de overige verkregen cijfers te herleiden tot hoogten ten opzichte van MHW. In fig.27 is een en ander nader toegelicht. In de Biesbosch werd de onderkant van een deel van een dwarsbalk van het betonnen fundament van hoogspanningsmast no.29 als herleidingsniveau genomen. Dit punt was mede daarom gekozen, omdat het ruim boven de gemiddelde hoogwaterstand ligt; het werken met + en - wordt daardoor bij het herleiden van de gegevens vermeden (fig.11). Uit ca. 150 waarnemingen, gedaan in het zomerseizoen in de jaren 1949 tot 1953, is de gemiddelde hoogwaterstand berekend. Deze bleek ca. 96 cm onder het vaste punt te liggen. Als men de bakjeslatten of vloedtopmeters enkele vloeden laat overstaan, meet men steeds de hoogste vloed, zodat men kan aannemen, dat de berekende gemiddelde waarde iets te hoog zal zijn. De afstand van het vaste niveau tot MHW is daarom tevens uit praktische overwegingen op 100 cm afgerond. De latten zijn van verschillende lengten, variërend van ca.0,5 tot 2,5 m. De afstand van de bakjes is 2 cm. De theoretische meetfout is dus kleiner dan 2 cm. Daarbij komt echter nog een fout veroorzaakt door golfslag, het inplanten van de latten in de bodem,

onnauwkeurigheden bij regen en wind e.d. Bij een aantal metingen op dezelfde plaats maten we echter zelden afwijkingen groter dan 4 cm. Door bij regenweer en harde wind niet te meten of de latten zorgvuldig op te stellen met de bakjes aan de lijzijde, kunnen ernstige fouten worden vermeden. De ontwikkeling van deze methode, die gebruik maakt van de beschreven zelfregistrerende vloedtopmeters ("bakjeslatten"), heeft het mogelijk gemaakt dat het onderzoek, wat betreft ecologie, met een redelijke kans op succes kon worden uitgevoerd. Hoewel in principe eenvoudig, was de praktische uitvoering, waarbij men vaak met een groot aantal bakjeslatten door wilde ruigten moest worstelen, waar men tot of over de knieën in de slappe bodem kon wegzakken, vaak niet van ongemak ontbloot. Een lichtere uitvoering van lat en bakjes zou hierin reeds veel verbetering brengen. Voor plaatsen die bij de beschouwde vloed niet onderkomen, is de methode minder geschikt. Meestal echter bevindt zich dicht bij de te meten plaats wel een laagte, waar men de lat kan plaatsen om via een rechte lat en een waterpasniveau de hoogte op de gewenste plaats te bepalen. De kans op onnauwkeurigheden is dan natuurlijk groter.
Voor bekade gronden is de methode niet bruikbaar (2.5).

2.5 Invloed van bekading op de overspoeling

2.5.1 Algemeen

Zoals op schier alle bepalende milieufactoren in de Biesbosch, heeft de mens ook op de overspoeling invloed uitgeoefend. In het voorgaande werd reeds het ingrijpen in het waterregiem genoemd, met name het graven van Nieuwe Merwede en Bergse Maas en het afdammen van de grote geulen in het noorden door de Bandijk.

De meest ingrijpende wijziging in de overspoelingsinvloeden vormt wel de bekading. Hoge kaden en dijken houden alle vloeden buiten, er is dan geen sprake meer van overspoeling. Lagere kaden worden echter bij bepaalde standen overstroomd (fig.6). Naarmate de kaden lager ger dan die, welke geldt voor hetzelfde land, wanneer de kaden niet aanwezig zouden zijn. Het doel van de bekading is dan ook het verlagen van de overspoelingsfrequentie. Men bereikt hiermee, dat men reeds op een laag niveau met een bepaalde cultuur, waarvoor de bodem nog niet hoog genoeg is opgeslibd, kan beginnen (X.6 en XIV.4). Is de hoogte van de kade in hoge mate bepalend voor de frequentie van overspoeling bij een gegeven tijcurve, de duur van overspoeling wordt mede bepaald door de snelheid waarmee het water weer wordt weggevoerd. Dit laatste is afhankelijk van de capaciteit van de duikers en de toestand van greppels en leigreppels. Daarbij speelt natuurlijk de oppervlakte van de bekade complexen ten opzichte van de lengte van de kaden of eventueel van de plasbermen alsook ten opzichte van de capaciteit van de duikers een rol. Deze laatste verhoudingen zijn in het bijzonder van groot belang voor de overspoelingshoogten. Wanneer een bepaalde vloed een niveau bereikt, dat hoger is dan de laagste plekken in de kade, dan begint deze over te lopen. Dit overlopen gaat net zolang door tot het

water buiten de kaden zoveel is gevallen, dat het lager staat dan de laagste delen van de kade.

Duurt het overlopen van de kade lang en gaat het volstromen met grote snelheid, wat dus bij hoge vloeden het geval is, dan kan de griend of wat het bekade land ook mag zijn, geheel "vollopen" totdat zelfs de kaden geheel onder water staan. Is de vloed echter minder hoog, dan kan het water buiten alweer onder de kadehoogten vallen vóór de bekade kom is volgelopen; in dat geval komen alleen de laagste delen onder water en de hoogste blijven bij de bepaalde vloed droog. Ook binnen de bekade complexen bestaat er dus op verschillende een onderscheid naar frequentie en hoogte van overspoeling. Daar de hogere delen bij het vollopen later onder water komen en bij het lossen van de duikers eerder droog vallen, is er ook een verschil in overspoelingsduur. Binnen de kaden is er dus ook van een getijkromme sprake. Uit waarnemingen op vegetatie- en bodemkundig gebied is verder gebleken, dat er geen principiële verschillen bestaan tussen bekade en onbekade grienden. De werking van de overspoeling wordt alleen gradueel beinvloed. In hoofdzaak komt de werking van de bekading op hetzelfde neer als een verhoging van de bodem ten opzichte van de getijkromme. Wel wordt de vorm van de tijcurve daarbij iets gewijzigd. Vaak worden de verschillen tussen bekaad en onbekaad land nog vervaagd, omdat de duikers evenals de kaden nogal eens lekken.

Behalve binnen de kaden heeft de bekading ook invloed op de onbekade omgeving. Dit wordt duidelijk wanneer men bedenkt dat gedurende de tijd dat een kade overloopt, het water in de naaste omgeving niet kan stijgen, voordat het bekade land "vol" is. In III.1 werd reeds de invloed van dit zogenaamde "vloedkomeffect" voor het gehele bestel van de benedenrivieren behandeld. Het vloedkomeffect of vloedkuileffect van de Biesbosch en omgeving wordt bij hoge waterstand dank zij het vollopen van de bekade grienden en eventueel lage polders cumulatief vergroot, omdat naarmate het water hoger komt, er meer kaden gaan overlopen. Dit algemene komeffect is dus een sommering van alle plaatselijke komeffecten. Plaatselijk verschil in komeffect kan vloedhoogteverschillen bewerken binnen de Biesbosch. Voor het juiste interpreteren van de gemeten overspoelingswaarden was het nu nodig een inzicht te hebben in de sterkte van de plaatselijke komeffecten. In het bijzonder was dit het geval voor de verwaarloosde griendcomplexen van De Dood, waar een aantal zeer nauwkeurige profielen is opgenomen.

2.5.2 Meting vloedkomeffect in de grienden van De Dood

In de grienden van De Dood werd overgegaan tot het bepalen der plaatselijke komeffecten met behulp van de bakjeslattenmethode. Daartoe werden metingen verricht in:

a. open of onbekade grienden,
b. bekade grienden,
c. grienden met verwaarloosde, dus vermoedelijk niet meer functionerende kaden.

In het bijzonder bij deze laatste was het nodig te weten in hoeverre

de invloed van de kade nog merkbaar was, hetgeen al of niet uit het optreden van komeffecten moest blijken. De metingen en de bewerking van de gegevens werden door P.C.Heyligers uitgevoerd. Het onderzoek bestond daaruit, dat op 32 punten bij zoveel mogelijk verschillende vloedtophoogten aflezingen aan bakjeslatten werden gedaan. Deze werden alle vergeleken met het vaste punt bij de polder Maltha, waar dank zij de ligging aan een ruim, groot water (Gat van de Noorderklip) van een plaatselijk komeffect geen sprake kon zijn. De gemeten waarden werden voor elk punt uitgezet tegen de gelijktijdig bij Maltha gemeten waarden. Wanneer er geen komeffecten optreden, zullen alle gemeten vloedtopwaarden, omdat er geen lineair verband bestaat, op een rechte lijn komen te liggen. Kromme 1 in de linkerhelft van fig.28 stelt zo'n lijn voor, waarbij de gemeten waarden ter plaatse, ten opzichte van een willekeurig punt op de ordinaat, zijn afgezet. De abscis geeft de gemeten waarde bij Maltha weer. Op beide assen is een gelijke schaal gebruikt, zodat de lijn een hoek van 45° maakt met abscis en ordinaat. Kromme 3 geeft het verloop van de vloedtopcurve in een bekade griend (Tweede Weer). Het blijkt, dat vanaf ca. 12 cm -MHW de kade begint over te lopen. Beneden deze hoogte treedt geen overspoeling op. Bij ca. 30 cm +MHW gaat de kromme in de rechte lijn met 45° helling over. Kennelijk is bij vloeden vanaf die hoogte voor deze bepaalde griend het komeffect opgeheven. Alles is dan vol met water en de kaden oefenen dus geen invloed meer uit. Curve 2 geeft het beeld van een smalle toevoergeul dicht langs de griend. Hier treedt duidelijk vanaf de hoogte dat de griend vol kan gaan lopen, een deuk op in de aanvankelijk rechte lijn. De lijn neemt weer de rechte vorm aan als de griend geheel vol is. Dit is bij deze griend het geval bij een vloedtophoogte van ruim 30 cm +MHW of hoger. De ligging van dit punt wordt bepaald door de snelheid van vollopen. Dit laatste hangt samen met de oppervlakte van het bekade gebied en de totale lengte van de kaden, respectievelijk het gebied van de overstromingsplaatsen of plasbermen. Voor alle punten in de verwaarloosde grienden van De Dood bleek nu, dat de punten op rechte lijnen kwamen te liggen, waardoor dus niet meer van komeffect kan worden gesproken. De kaden functioneren tengevolge van het grote aantal gaten en duikers dus niet meer. De waarnemingen en grafieken worden hier niet weergegeven, maar zijn gedeponeerd op het Botanisch en Zoölogisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht (HEYLIGERS, 1955). Ook in de betrekkelijk smalle, uit verschillende kreeksystemen ontsprongen geulen, aan weerszijden van de dam in het Binnenkooigat, bleek geen komeffect aanwezig te zijn. Dit duidt erop, dat aangenomen mag worden dat in de gehele zuidelijke Biesbosch de vloedhoogten in de geulen nagenoeg eenzelfde niveau bereikt hebben. Uit het voorgaande bleek, dat dicht bij de kaden of in zeer nauwe toevoerwegen tussen goed bekade grienden plaatselijk komeffect kan optreden. Wanneer men daarop let, is het dus mogelijk om ernstige fouten ten gevolge van een komeffect te voorkomen. Zeer grote plaatselijke komeffecten, die zonder meting direct kunnen worden vastgesteld, treden op in de buurt met grote dijkbreuken in polderkaden. Daar deze

reeds bij geringe waterhoogten beginnen te werken, zijn de tijkrommen daar zeer afwijkend. De vloedtop kan daarbij meer dan een halve meter worden gedrukt. In de rechterhelft van fig.28 is voor de drie reeds behandelde punten de vloedcurve weergegeven op 28 augustus 1953. De vloedtop bereikt een niveau van 20 cm +MHW en valt dus binnen het hoogtetraject, waarin bij deze griend vloedkomeffect voorkomt. Kromme 1 stelt een normale tijcurve voor met een steil oplopende vloedlijn en een minder steil aflopende eblijn (zijgat van het Binnenkooigat). Bij kromme 2 (zijgat van het Gat van de Turfzak) is duidelijk te zien dat de vloedlijn wordt afgevlakt ten gevolge van de wateronttrekking door de nabij liggende griend. Daar de vloed voorbij is vóór de griend vol is, ligt de vloedtop lager. Kromme 3 (Tweede Weer, in de grienden van De Dood) vertoont daarentegen juist een steile vloedkromme, omdat het water op een gegeven moment over de kade komt en in korte tijd het water snel doet oplopen. De hoogte die wordt bereikt, is nagenoeg gelijk aan die bij het meetpunt buiten de kade. Ten gevolge van de vertraagde afvoer door de duikers is de kromme binnen de griend vlakker dan die in de grote geulen. De top binnen de griend wordt later bereikt dan op de plaatsen erbuiten, waar geen komeffect heerst. Dit is duidelijk, omdat het volstromen van de griend nog voortgaat, terwijl de vloed al voorbij is en het water nog niet beneden de kadekruin is gevallen. De vloed komt bij kromme 1 iets later op dan bij de andere krommen ten gevolge van het verschil in ligging van de meetplaatsen; dit is de voornaamste reden voor het elkaar snijden van curve 1 en 2. De vertraging van het tijdstip van culminatie is dus nog groter dan uit de figuur blijkt. Het totale beeld doet zien, dat bij deze vloedhoogte (20 cm +MHW) de gemeten tijkromme binnen en buiten de bekade griend niet zo bijster veel verschilt van de normale. De overspoelingshoogte is ca. 10 cm minder. De duur is voor gelijke niveaus in de drie gevallen echter niet veel anders. Het grote verschil dat door de bekading wordt verkregen is echter, dat de lagere vloeden in het geheel geen overspoeling teweegbrengen. Daardoor wordt de frequentie en daarmee de gemiddelde waarden van duur en hoogte van overspoeling wel aanzienlijk gewijzigd. Vlak buiten de kade waar het komeffect nog invloed heeft, wordt voornamelijk de overspoelingshoogte verlaagd. Slechts bij de niveaus die hoger liggen dan het laagste punt in de kade, worden de frequentie en duur van overspoeling beinvloed. De vloedtophoogte is dus in beide gevallen geen bruikbare maat meer voor een vergelijking met andere plaatsen zonder komeffect. In en vlak bij bekade grienden en andere plaatsen waar plaatselijk vloedkomeffect heerst is dus de bakjeslattenmethode niet bruikbaar. Ten slotte volgt uit een en ander nog, hoe belangrijk het voor een goede waterhuishouding in de griend is, dat de duikers voldoende capaciteit hebben. De helling van de ebkromme, die zo steil mogelijk moet zijn, hangt daarvan volledig af. Is de afvoer te gering, dan kan door de verhoogde overspoelingsduur, afgezien van de directe invloed daarvan op het gewas, de bodemaëratie worden geremd. In bekade grienden kan de doorluchting toch al minder zijn dan in open grienden met eenzelfde overspoelingsfrequentie, omdat de ligging in

absolute zin lager is en de grondwaterstand in verband daarmee relatief hoog kan zijn.

2.6 Het grondwater

De grondwaterstand is van groot belang voor het wortelmilieu der planten. De doorluchting en dus ook de fysische rijping van de grond wordt daardoor bepaald. Verwacht mag worden dat de getijdenbeweging de grondwaterstand beinvloedt, in het bijzonder bij buitendijkse, regelmatig overspoelde gronden. De waarneming in boorgaten of grondwaterstandbuizen levert daar echter moeilijkheden op. Slechts wanneer geen overspoeling optreedt zullen de gemeten waarden enige indruk kunnen geven van de werkelijke spanningsverschillen die in de grond optreden. Bij overspoeling echter lopen de buizen van bovenaf vol. Zou door een bijzondere inrichting dit laatste verhinderd worden, dan nog is het waarschijnlijk, dat ten gevolge van drukverschijnselen, veroorzaakt door het overstromingswater en het tussen dit laatste en het grondwater opgesloten luchtkussen, het waterniveau in de buizen weinig correlatie zal hebben met de werkelijke waterstand in de grond.

Ten einde de invloed van de dagelijkse getijschommeling na te gaan op de grondwaterstand, werd door de Heer Heyligers, mede ten behoeve van zijn eigen onderzoek naar de bodemfauna, een aantal waterstanden in boorgaten gemeten. Dit geschiedde gedurende vier dagen (18 t/m 21 mei 1955) aan de voet en op de helling van de heuvel van de benedenkeet van de Noorderplaat gelegen waarnemingsplaatsen A tot en met E (fig.29). De afstand tot de oever varieerde van enkele, tot enkele tientallen meters.

Ten einde verschil in waterstand ten gevolge van eventueel onderscheid in doorlatendheid van bodemlagen te voorkomen, werden op iedere plaats drie gaten kort naast elkaar geboord tot een diepte van respectievelijk 150, 100 en 50 cm. Tussen de aflezingen van de drie bij elkaar behorende buizen bestond echter nergens enig verschil van betekenis. In fig.29 zijn de resultaten van de metingen vergeleken met de getijkrommen, de hoogte van het maaiveld en de roestige zone van de bodem op de waarnemingsplaatsen, grafisch weergegeven.

De eerste vloed was bijzonder hoog (ruim 100 cm +MHW) zodat zelfs boorgat E van boven volliep.

We zien dat vooraleer de gaten bij overspoeling vollopen, de grondwaterstand begint te stijgen. Op de niet te lage plaatsen zal na het overstromen de lucht door het stijgende grondwater niet verder verdreven kunnen worden. Het grondwater zal dus nagenoeg constant moeten blijven om na het droogvallen weer te dalen. Uit de figuur kan dit uiteraard niet worden afgelezen, omdat bij overspoeling de gaten van bovenaf vollopen. Dat de vorming van een luchtkussen inderdaad optreedt, is echter zonder meer duidelijk door het voorkomen van organismen in de bodem die zonder lucht beslist niet kunnen leven.

Treedt geen overspoeling op zoals op 19 mei bij D en E, dan zien we dat de grondwaterstand stijgt tot even na hoogwater om daarna weer te dalen. Het freatisch niveau volgt dus, iets vertraagd, de getijdenbewe-

ging. De amplitude is echter sterk verzwakt.

Duidelijk blijkt dat de absolute hoogte van de vloedtop invloed heeft op de hoogte van de grondwaterstand. Bij hogere plaatsen is het verschil in waterstand dat hierdoor ontstaat zelfs groter dan dat, dat samenhangt met de dagelijkse getijdenbeweging. Bij de lagere standplaatsen, die bovendien dichter bij de oever zijn gelegen, blijkt dat bij laagwater iedere dag het freatisch vlak weer tot eenzelfde minimumhoogte terugvalt. Dit niveau blijkt samen te vallen met de onderkant van de roest in het bodemprofiel. Op plaatsen waar zich geen roest in het bodemprofiel bevindt, blijkt het boorgat na het uittrekken van de boor, ook bij laagwater in de geulen, steeds geheel of tot dicht onder de rand vol te lopen. Daar is dus geen sprake van een schommelende grondwaterstand. Ook wanneer deze enkele cm tot enkele tientallen cm onder maaiveld blijft staan, zal de volcapillaire zone zich zeker tot aan het maaiveld uitstrekken. Slechts verschil in waterspanning, niet in actuele doorluchting van het substraat zal daar optreden.

Het volgen van de vloedtophoogte door het grondwater blijkt ook duidelijk uit fig.30. Op dezelfde wijze als boven is behandeld, zijn door de Heer Heyligers waterstandsmetingen verricht in de Driessen Hennip, een deel van de grienden van De Dood, in vegetatietype V0-V1. De metingen werden hier met grotere tussenpozen gedaan en gedurende ongeveer anderhalve maand voortgezet. Er blijkt een duidelijk verband met het springtij-doodtijritme van de getijdenbeweging. Kleine afwijkingen in het verloop van de curve kunnen het gevolg zijn van de boven beschreven dagelijkse getijschommeling. De zone met roestconcreties valt hier vrij nauw samen met de fluctuatiezone. De gehomogeniseerde sterk humeuze laag ligt hierboven. Het blijkt, dat daar ook de bodemorganismen tot de grootste ontwikkeling komen. De permanent geduceerde horizont begint onder de benedenste limiet van de waterschommeling. In de hoofdstukken IV en VI wordt dit verschijnsel verder behandeld.

Uit enkele, door de ramp van februari 1953 te vroeg afgebroken oriënterende metingen op polders zou kunnen blijken, dat daar ook een dergelijke, iets achter de springtij-doodtijschommeling aanlopende, grondwaterbeweging van enkele dm aanwezig is. Eventuele remming van afvoer door de duikers en het lekken daarvan bij hoge waterstanden speelt daarbij ook een rol. Ook de regenval heeft een veel grotere invloed dan op het regelmatig overspoelde land kan worden verwacht. Bij de bekade grienden zal de toestand meer verwant zijn aan die op de polders.

Bij normale, niet door de wind versterkte springtijen is de laagwaterstand lager dan bij doodtij; remming van lozing is bij gewone springtijen dus niet van veel betekenis.

De schommeling van de grondwaterstand veroorzaakt een regelmatige luchtverversing in de grond. Dit is een factor die van grote betekenis is in het buitendijkse gebied, waar, voor de fysische rijpingsprocessen en de intensieve plantengroei, veel zuurstof beschikbaar moet zijn.

DEEL II

HET BODEMKUNDIG EN GEOLOGISCH ONDERZOEK

Het tweede gedeelte van deze studie is gewijd aan de beschrijving van de bodemgesteldheid, zoals die is en worden zal en de processen, die tot het ontstaan van deze bodem leiden of hebben geleid.

De gevolgde methode sluit, wat de bedijkte gronden betreft, geheel aan bij de wijze van regionaal bodemonderzoek zoals die door EDELMAN en medewerkers sinds de oorlogsjaren 1940/1945 is ontwikkeld (hstn. VII en VIII). De geologie, vooral wat betreft de bovenste lagen, is bij deze methode een van de belangrijkste hulpmiddelen om tot een goed begrip van de bodem te komen. In het bijzonder is dit het geval bij, geologisch gezien, jonge gronden zoals die in de Biesbosch voorkomen. Bij onze studie is daarom aan de geologie de nodige aandacht besteed (hst. IX). Daarbij is ook de geologie van de wat diepere lagen summier behandeld. Dit laatste in het bijzonder in verband met de inklinkingsverschijnselen (hst.IX). Daar sedimentatie een van de belangrijkste geologische processen is, wordt hieraan een apart hoofdstuk gewijd.

Bij de beschrijving van de genese zijn ook historisch-geografische, inclusief de toponymische gegevens gebruikt (hst.IX).

Bij de buitendijkse gronden valt de nadruk op het verschijnsel van de zogenaamde fysische rijping. Dat is het proces, waardoor vers gesedimenteerd slib direct overgaat in de vaste geaëreerde kleigronden, zoals we die kennen van het oudere bedijkte land. De verschijnselen die hierbij optreden, zijn in het bijzonder van belang voor de toekomstige hoogteligging en de diepte van de slibhoudende laag van de gronden na inpoldering en ook voor het sedimentatieproces. Op de fysische rijping wordt in hoofdstuk V dan ook uitvoerig ingegaan. Ook het gehalte aan de belangrijke elementen: ijzer, mangaan, calcium, fosfor, stikstof en zwavel wordt door de rijpingsprocessen beïnvloed. Hieraan is ten dele summier, ten dele uitvoerig (calcium)aandacht besteed (hst.IV).

IV. SEDIMENTATIE EN TEXTUUR DER SEDIMENTEN

1. INLEIDING

In dit hoofdstuk zal worden nagegaan, hoe en in welke vorm het door de rivier, respectievelijk de zee aangevoerde materiaal in het zoetwatergetijdengebied tot afzetting komt. De grootte der deeltjes, waaruit de sedimenten zijn opgebouwd, is voor deze beschouwing het belangrijkst. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen de "zwaarte" en de relatieve korrelgrootteverdeling.

De "zwaarte" heeft betrekking op het gehalte aan slib (< 16μ) of aan lutum (< 2μ). In alle kleigebieden van Nederland wisselt deze "zwaarte" van plaats tot plaats. In de relatieve korrelgrootteverdeling echter tekent zich het algemene milieu van de sedimentatie af. Zo kan men spreken van de relatieve korrelgrootteverdeling van het rivierengebied, van het zoetwatergetijdengebied, van het mariene gebied enz. De landbouwkundige betekenis van de "zwaarte" is groot en algemeen bekend; die van de relatieve korrelgrootteverdeling is minder bekend, maar kan ook aanzienlijk zijn.

De sedimentatie van de Biesbosch vindt voornamelijk onder invloed van het water plaats, alhoewel de wind ook een zekere rol speelt. Bij droog weer en harde wind ziet men op de platen het zand stuiven en zich ophopen in biezenpollen. Slechts zeer slibarme zanden kunnen in de korte tijd van droogvallen zodanig uitdrogen, dat ze kunnen stuiven. Het door de wind getransporteerde materiaal kan dan ook slechts weinig fijne fracties bevatten. Verwacht mag worden, dat op de hoge zandplaatcomplexen tijdens de in hoofdstuk IX besproken regressieperiode tussen 1600 en 1800 periodiek aanzienlijke verstuivingen zullen zijn voorgekomen.

De uiterst slibarme, matig fijnzandige laagjes die men vaak in de profielen op en nabij de grote zandplaatcomplexen aantreft, zullen voor een deel door middel van eolisch transport zijn ontstaan.

De zandmassa's in de Biesbosch zijn in hoofdzaak in recente tijd door de Merwede aangevoerd. Echter moet enig zand zijn ontleend aan de door de getijgeulen aangesneden bedding van de Oude Maas en haar zijrivieren, evenals aan de pleistocene ondergrond. Ook het slib is uit het achterland via de rivier aangevoerd. Over een eventuele aanvoer via het brakke getijdengebied wordt nog besproken in IV.2.2.

2. DE RELATIEVE KORRELGROOTTEVERDELING

2.1 Wijze van voorstelling

In dit onderdeel wordt gebruik gemaakt van twee soorten grafieken, de sorteergrafiek van DOEGLAS en de driehoeksgrafiek. De sorteergrafiek (fig. 31) stelt ons in staat de uitgebreide slibanalyses van een groot aantal gronden grafisch voor te stellen. Op de horizontale as zijn de verschillende fracties gesommeerd opgetekend. Elke fractiegrens heeft een bepaald symbool. De breedte van de figuur komt overeen met de som van de diverse fractiepercentages en stelt dus honderd voor. De

verschillende analyses zijn zo gerangschikt dat het 50µ-punt op de diagonaal ligt. Het materiaal is dus "gesorteerd" op 50µ.

De indeling van de driehoeksgrafiek stemt overeen met de thans in bespreking zijnde voorstellen tot normalisatie van de indeling der sedimenten naar de korrelgrootte.

2.2 Vergelijking van zee- en rivierafzettingen

Gelijk reeds werd opgemerkt, bestaat in Nederland een systematisch verschil in de relatieve korrelgrootteverdeling in rivier- en zeeklei. De rivierafzettingen hebben bij gelijk lutum-respectievelijk slibgehalte een hoger gehalte aan grove fractie. In fig.31 komt bij de allerlichtste zeekleigronden nauwelijks zand >200 µ voor. Daartegenover hebben ook de zwaardere rivierkleigronden steeds een betrekkelijk groot gehalte aan grof zand. Dit laatste geldt ook voor de uiterwaardgronden van Noord-Limburg.

Er bestaan twee oorzaken voor dit verschijnsel. Allereerst is de kans groot, dat naarmate men dichter bij de monding komt, het gemakkelijk sedimenterende grovere zand steeds schaarser wordt omdat het reeds eerder is afgezet; de voorraad raakt uitgeput. Voorts heeft de getijdenbeweging invloed. De afzetting in het getijdengebied vindt vooral plaats gedurende de kentering bij hoogwater. Onder deze rustige omstandigheden kan grof zand niet gemakkelijk uit de geulen worden opgeworpen om op de gorzen en platen te worden afgezet. Deze moeilijkheid geldt niet voor fijn zand van omstreeks 50µ. In het rivierkleigebied treden echter de grootste stroomsnelheden juist bij hoge waterstand op. Daardoor kan grof zand ook op hoog niveau in de stroomruggronden kenmerkende percentages vormen. Bij de vergelijking van de korrelgrootteverdeling in diverse sedimentgebieden is het gewenst, uit te gaan van afzettingen van gelijke ouderdom. Immers, dr.ir.L.J.Pons (mond.meded.) heeft aannemelijk gemaakt, dat in de Vijfheerenlanden de samenstelling van de rivierafzettingen in de loop der tijden sterk beinvloed is door de ontbossingen in het achterland van de rivieren en de daarmede samenhangende bodemerosie. De hoeveelheid sediment nam toe en de zwaarte verminderde. Voorts nam het gehalte aan de fractie 2 - 50µ toe.

Het in het bovenstaande beschreven verschil tussen zee- en rivierklei wordt teruggevonden bij vergelijking van de oude zeeklei van de Haarlemmermeer en de rivierklei uit Maas en Waal, beide afgezet vóór de grote ontbossingen in Duitsland, maar ook bij vergelijking van jonge schorgrond in Zeeland en de uiterwaardklei in Noord-Limburg.

Een tweede verschil tussen rivierklei en zeeklei ligt in de lutum-slibverhouding. Bij zeeklei ligt deze verhouding tussen 65 - 70%, een enkele maal nog hoger. Bij rivierklei vindt men gewoonlijk 60 - 65%, bij de komgrond echter ook wel hoger. Op de verklaring van dit verschijnsel wordt nog teruggekomen.

2.3 De relatieve korrelgrootteverdeling in het zoetwatergetijdengebied

We zullen thans de sedimenten van de Biesbosch met die van het zeeklei- en het rivierkleigebied vergelijken. Het materiaal bestaat uit:

a. buitendijkse gronden, afkomstig uit het gebied met gelaagde klei- en zavelgronden (hstn.VII en IX),
b. poldergronden, afkomstig uit het zandplaten- en waardengebied,
c. monsters uit het sinds 1641 bedijkte deel van het Land van Heusden en Altena, beschikbaar gesteld door dr.ir.F.Sonneveld.

In fig.31 zijn de analyses van al deze gronden voorgesteld in vergelijking met grafieken van andere Nederlandse sedimenten. De drie groepen monsters uit het zoetwatergetijdengebied vertonen onderling aanzienlijke verschillen. Zij stemmen echter overeen in de lutum-slibverhouding, die lager is dan 60%. Dit is lager dan bij de rivierkleigronden, echter niet zo laag als bij de sloefgronden van de Zuiderzee waar de verhouding < 40% is. De drie groepen uit de Biesbosch zijn echter nog onderling verschillend. De verhouding ligt in groep b meestal tussen 55 en 60%, in groep a en c echter lager, herhaaldelijk zelfs onder 50%, zo o.a. bij monsters van recent slib, gesedimenteerd op een richel van een in 1944 (dat is 7 jaar vóór het monster genomen werd) gezonken schuit.

Voorts vertoont groep b meer grovere dan fijnere zandfracties. Deze gronden verschillen van normale stroomruggronden slechts door het iets te hoge gehalte aan delen 2 - 16μ. De grafiek van groep a vertoont meer overeenkomst met zeeklei. Het gehalte aan grof zand is gering en het verschil ligt juist meer in de fracties links van de diagonaal. Men kan het verschil beschrijven als een tekort aan de fractie < 2μ. Voor groep c geldt hetzelfde als voor groep a, met dien verstande, dat de zeer fijnzandige fracties belangrijker zijn.

In de driehoeksgrafieken (fig.32) komen de verschillen op andere wijze tot uitdrukking. Groep b verschilt nu weinig van de rivierklei. Volgens de voorlopige classificatie van de normalisatiecommissie 38a vallen deze gronden in de II-kleien, tezamen met de meeste ongemengde Nederlandse sedimenten. De andere groepen a en c vallen echter in de III-kleien, de sloefige gronden.

Het is van belang even stil te staan bij de indeling naar zwaarte. Het maakt bij deze gronden verschil of men de zwaarte betrekt op 2μ dan wel op 16μ. In de driehoeksgrafiek komt dit verschil niet tot uitdrukking. In tabel A (zie Engelse samenvatting) zijn daarom voor enkele lutum-slibverhoudingen de overeenkomstige slibcijfers vermeld.

Uit deze cijfers blijkt, dat bij zeeklei met een lutum-slibverhouding van 70% de grens tussen matig lichte en matig zware klei reeds bij 50% slib is gelegen. Bij sloefige gronden ligt deze grens bij 65 à 70%. Boeren in de Biesbosch, vooral zij die uit Zeeland komen, ondervinden dan ook dat de gebruikelijke slibanalyses, die slechts < 16μ aangeven, de Biesboschgronden te "zwaar" doen schijnen. Het mechanische begrip "zwaarte" komt dan ook beter overeen met het lutumgehalte dan met het slibgehalte. Voor de Biesboschgronden zou een grenswaarde tussen 2 en 16μ waarschijnlijk nog beter voldoen. Door ZUUR en medewerkers (1955) is aangetoond, dat de 2μ-fractie bij de Zuiderzeegronden het best correleert met allerlei andere landbouwkundig belangrijke eigenschappen van de grond.

2.4 Oorzaken van de lage lutum-slibverhouding

Men kan de oorzaken van de lage lutum-slibverhouding in verschillende richtingen zoeken. Voor de hand ligt, te denken dat de fractie 2 - 16μ extra veel door de rivieren wordt aangevoerd. Dit zou in overeenstemming zijn met de bodemerosie in de loessgebieden van het achterland. In de loessgebieden is weliswaar de fractie 2 - 50μ sterk vertegenwoordigd, maar de lutum-slibverhouding is niet bijzonder klein. Men vindt dan ook geen bijzondere lutum-slibverhouding op de uiterwaarden in Noord-Limburg. Het lijkt dan ook niet waarschijnlijk, dat de afzetting van geërodeerde loess de sloefigheid van de afzettingen van het zoetwatergetijdengebied kan verklaren.

ZUUR (1951) heeft het geringe lutumgehalte van een deel der Zuiderzeegronden verklaard met behulp van de chemische samenstelling van het water. Zowel in rivierwater als in zeewater is de fijnste zwevende fractie gecoaguleerd en gedraagt zich als een grove fractie. In beide milieus is de kationenbezetting van de deeltjes in evenwicht met het fysisch-chemische milieu van het water. De betreffende bezetting is echter verschillend. Het grotere zoutgehalte is de oorzaak, dat mariene slib intensiever gecoaguleerd is dan zoet sediment. De iets hogere lutum-slibverhouding van de eerste kan daarmee worden verklaard. In het gebied, waar het zoute en het zoete water elkaar ontmoeten is de kationenbezetting van de deeltjes niet in evenwicht met het milieu. "Zoet"slib zal in het zoute milieu veel natrium opnemen. In zoutwater blijft deze suspensie gevlokt. Komt een dergelijke vlok eventueel na sedimentatie opnieuw met zoetwater in contact, dan kan peptisatie optreden. Dientengevolge komt in de brakke zone minder lutum tot afzetting dan in de zoete of zoute zone. Naar onze mening is dit verschijnsel gebonden aan de getijdenbeweging, welke dagelijks zout en zoet water met elkaar in contact brengt. Erosie van in zout water gesedimenteerd slib door zoet ebwater is van groot belang. De Biesbosch heeft vroeger tot het zwak brakke gebied behoort en ligt er nu vlak naast. Het nauwe contact met het brakke gebied is de hoofzaak van het sloefig karakter van de sedimenten.

Naast deze fysisch-chemische oorzaak zouden nog andere invloeden van belang kunnen zijn. Op luwe plaatsen waar het vloedwater zonder storing van de golfslag opkomt, ziet men het laatst afgezette slib, zelfs vrij grof zand, op het water drijven en met de stroom wegtrekken (fig.33). Dit kan ook zwevend geschieden. Een en ander hangt waarschijnlijk samen met het zeer losse karakter van het slib, ten gevolge van het hoge gehalte aan organische stof en de niet zeer sterke coagulatie. In het zoute gebied voelt het slib veel vetter en compacter aan. Het verschijnsel van het rijzen van het laatste fijnste slib leidt vanzelf tot een vermindering van het lutumgehalte.

DOEGLAS (mond.meded.)is thans van mening, dat de oorzaak van de lagere lutum-slibverhouding gezocht moet worden in mechanische werking van golfslag,getijdenstromen en de zoutwaterwig in de riviermonden.

VAN ANDEL (VAN ANDEL en POSTMA,1955) heeft het verloop van

de lutum-slibverhouding onderzocht in het mondingsgebied van rivieren in de Pariabaai (Zuid-Amerika). Deze auteur zoekt de verklaring voor dit verschijnsel in soortgelijke richting als DOEGLAS, dus niet in de fysisch-chemische, maar in mechanische richting.

Onder Nederlandse omstandigheden moet naar onze mening, de betekenis van de fysisch-chemische verschijnselen (coagulatie en peptisatie) echter niet onderschat worden.

2.5 Oorzaak van de verschillen in het zoetwater-getijdengebied

Uit het voorgaande is gebleken dat een deel van de sedimenten van de Biesbosch verwantschap met de zeeklei, een ander gedeelte meer met de rivierklei heeft. Het ligt voor de hand dit verschil in verband te brengen met de veranderende invloed van de zee en de getijdenbeweging. In IX.4.2.3 zal blijken, dat zulks geheel in overeenstemming is met de reconstructie van de genese van de Biesbosch. Zo zijn de gronden van het westelijk deel van Heusden en Altena gevormd tijdens een transgressiefase, die omstreeks 1600 eindigde. De invloed van de zee was toen groter dan later. Het waarden- en zandplaatgrondengebied is afgezet toen de zeestand iets lager was en de invloed van de getijden geringer. Daar overheerst de invloed van de rivier. De jongste gronden zijn de buitendijkse. Alle dateren van na 1800. Ze zijn ontstaan in de jongste transgressiefase met een toegenomen getijdenamplitude. Ze hebben weer meer een zeekleikarakter.

Ook de mate van sloefigheid is in overeenstemming met deze regressie- en transgressiefasen. Tijdens de transgressiefasen wordt de invloed van de zee verder landinwaarts merkbaar. Dit verklaart de lage lutum-slibverhouding van westelijk Heusden en Altena en van de recente slibafzettingen van de Biesbosch. Tijdens een regressie vindt het omgekeerde plaats, hetgeen de hogere lutum-slibverhouding van de oudere opwassen verklaart.

Van een aantal ten behoeve van het rijpingsonderzoek genomen monsters werden de lutum- en slibgehalten bepaald, zonder uitgebreide slibanalyse. Op deze wijze zijn nog gegevens verkregen, die het bovenstaande aanvullen. In de buitendijkse profielen neemt de lutum-slibverhouding naar boven af (toenemende transgressie). In de rijpe gronden van het waarden- en zandplatengebied is dit verschijnsel niet gevonden (rust tijdens regressie). Een monsterserie van de oudste aanwas tegen de dijk van 1461 (Hooge Laar, bedijkt in 1641) vertoont midden in het profiel een omkering in de lutum-slibcijfers (toe-, daarna afnemende transgressie). Een enkele uitzondering geeft een onregelmatig profiel te zien.

Uit het bovenstaande mag men afleiden, dat de korrelgroottecijfers een hulpmiddel kunnen zijn bij de reconstructie van het verloop der schommelingen in de waterstanden.

3. ZWAARTE EN GELAAGDHEID

3.1 Oorzaak van de gelaagdheid

Meer dan de relatieve korrelgrootte is de zwaarte van een sediment

afhankelijk van lokale omstandigheden. Hoe rustiger het water, des te fijner het materiaal dat kan bezinken; hoe sterker golfslag of stroom, des te meer grof materiaal de overhand krijgt.

Voor het weder opwervelen van reeds gesedimenteerd materiaal geldt hetzelfde, met uitzondering van de fijnste afzettingen. Zeer fijne deeltjes bieden door hun cohesie weerstand tegen de opwerveling. Volgens proeven van HJULSTROM (citaat in DOEGLAS, 1952) ligt de grens van de invloed van de cohesie bij 0,1 mm. Organismen kunnen de cohesie bevorderen. Dank zij deze cohesie kan grover materiaal op fijn materiaal worden afgezet en kunnen gelaagde afzettingen ontstaan.

Gelaagde afzettingen zijn langs de rivieren en de kust zeer verspreid. De gelaagdheid kan variëren van een nauwelijks zichtbare differentiatie in fijnere en iets grovere filmpjes tot een duidelijke afwisseling van grof zand en zware klei (fig.34a en b). Wij spreken van homogene afzettingen, indien met het blote oog geen gelaagdheid kan worden waargenomen.

3.2 Homogenisatie

De gelaagdheid kan verloren gaan door de mengende invloed van de bodemfauna (zeepier, regenwormen, mol, etc.). Ook plantenwortels kunnen de gelaagdheid verstoren, maar veroorzaken geen volledige menging. VAN STRAATEN (1950 en 1954) heeft de homogenisatie van wad- en kweldersedimenten beschreven. HOEKSEMA (1953) beschreef vooral de oudere, oorspronkelijk gelaagde, rivierafzettingen.

In tegenstelling tot het zoute gebied is in de Biesbosch gedurende de eerste stadia van aanslibbing weinig dierenleven aanwezig. De zeepier ontbreekt. Een intensieve menging van de verschillende lagen vindt dan ook niet plaats. Niettemin verdient een nadere studie van de aanwezige organismen (Tubifex-soorten) en hun invloed op de microgelaagdheid aanbeveling.

Dank zij een onderzoek van P.C. Heyligers is het mogelijk iets te zeggen over de homogenisatie in de diverse griendstadia. In griendtype V1 blijkt de overgrote meerderheid van de dieren zich in de bovenste decimeter te bevinden. Enkele soorten komen tot 40 cm diepte voor. De regenwormen (Lumbricideae) leven dicht aan de oppervlakte (fig.30). Het periodiek hoge grondwater moet hiervoor verantwoordelijk zijn. Van homogenisatie over grotere diepte is dus geen sprake (fig.35). Wel is er een sterke homogenisatie tijdens de opslibbing. Elk nieuw sliblaagje wordt intensief omgewoeld met het substraat. In de hogere grienden is de opslibbing echter weinig intensief. In de middelhoge grienden wordt Eisenietta tetraedia aangetroffen, echter in geringe aantallen. De lagere griendtypen bevatten geen regenwormen. De aldaar aanwezige organismen veroorzaken volgens HEYLIGERS weinig homogenisatie.

Het gevolg van dit alles is, dat men in de rijpste griendstadia zelden een homogene bruine bovenlaag zonder roestconcreties van meer dan 50 cm dikte vindt. Houdt men nog rekening met de klink na de inpolderring, dan kunnen dikke homogene lagen in het cultuurland niet door homogenisatie tijdens de afzetting worden verklaard.

3.3 Algemeen verloop van de zwaarte binnen het profiel

In het getijdengebied hebben de met duur, hoogte en frequentie van overspoeling gecorreleerde stroomsnelheden invloed op de zwaarte van het sediment. Met afnemende hoogte en duur van overspoeling is het water rustiger ten gevolge van de kentering. In het algemeen neemt dus de zwaarte toe met afnemende hoogte en duur van overspoeling.

In hoofdstuk III werd uiteengezet, hoe bij afnemende frequentie van overspoeling de stroomsnelheden kunnen toenemen. Hoe hogere vloeden, des te meer waterbeweging, dus ook kans op grovere sedimenten.

Daar beneden laagwater vrijwel steeds aanzienlijke waterbeweging optreedt, wordt aldaar zand afgezet. In luwe hoeken ligt de grens van de slibafzetting iets dieper, op geëxponeerde plaatsen, zoals langs eb-en vloedscharen, kunnen zandruggen worden gevormd, die zelfs op aanzienlijke hoogte boven gemiddeld laagwater geen slib ontvangen. Waar de ondergrond aan inklinking onderhevig is, kan de grens zand-klei lager komen te liggen dan uit het bovenstaande blijkt.

De theoretische bovengrens van de opslibbing ligt waar de overspoelingsfrequentie het nulpunt nadert. De maximale dikte die het kleidek kan bereiken, is dus afhankelijk van de amplitude van de tijcurve. Grote amplituden maken dikke kleidekken mogelijk. Wel bevat in dit geval het sediment minder fijne fractie dan bij een geringere tij-amplitude. Kleine amplituden veroorzaken dus grof zand op betrekkelijk hoog en zware klei op betrekkelijk laag niveau.

Het bovenstaande geldt voor stabiele hydrologische omstandigheden. Daalt bijvoorbeeld de zeespiegelstand in een regressieperiode, dan moet een abrupte verzwaring van het sediment optreden. Bij stijging van het gemiddeld waterniveau wordt omgekeerd een lichter sediment gevormd.

4. INVLOED VAN DE VEGETATIE OP DE SEDIMENTATIE

De invloed van de vegetatie op de sedimentatie is groot. Zo beinvloeden de bovengrondse plantendelen de stroomsterkte van het water. De stroomsnelheid wordt vertraagd binnen een dichte begroeiing en aan de lijzijde ervan, waardoor in vele gevallen slib tot bezinking komt, dat binnen zekere grenzen zwaarder is naarmate de stroom sterker wordt geremd (fig.36). Omgekeerd wordt de stroom versneld aan de loefzijde en aan de flanken van vegetatiehaarden. Zijn de stroomsnelheden evenwel gering en wordt weinig sediment aangevoerd, dan doet de begroeiing de aanslibbing verminderen. Dit wordt geïllustreerd in fig.37, waar de hoeveelheid slib is weergegeven, die per dag per m^2 in de verschillende vegetatietypen bezinkt.

Op de lage beschutte slikplaat (PK3) evenals op de lage, dicht met heen begroeide oeverwal (PK2), blijkt de sedimentatie het sterkst, wanneer de beschuttende werking van de vegetatie het grootst is. Op de middelhoge oeverwal en in de kommen, waar de stroomsterkte over het algemeen geringer is dan op de eerstgenoemde plaatsen (III.2.3.5) treedt het omgekeerde op. In de middelhoge kom blijkt bovendien dat het lutum-

gehalte tijdens het vegetatieseizoen lager is dan in het winterseizoen. Dit wijst er op dat in het vegetatieseizoen slechts bij de intensievere stromingen, dus bij spring- en stormtij, enigermate belangrijke hoeveelheden sediment in de kommen kunnen doordringen.

De gegevens van het winterseizoen (januari tot en met april) zijn sterk beinvloed door de extreme stormvloed in februari 1953, waardoor zelfs een deel van de monsterplanken werd weggespoeld.

De grafieken werden samengesteld aan de hand van de resultaten verkregen uit metingen aan op de bodem bevestigde planken waarvan het daarop vastgezette slib op bepaalde tijden werd geoogst. Een meer uitvoerige publikatie over dit onderzoek volgt nog (ZONNEVELD, 1957).

Van de gunstige invloed van de vegetatie op de sedimentatie maakt men in Nederland sinds eeuwen gebruik bij landaanwinningswerken. Soorten, die een dichte groei vertonen en reeds op laag niveau kunnen groeien, bv. de heen (Scirpus maritimus), ook wel "zeebies" of "driekant" genoemd, bevorderen de aanslibbing sterk. Deze plant verdraagt ook sterke golfslag. Men maakt gaarne gebruik van soorten, die ook economische waarde hebben, zoals riet, mattenbies en steenbies (resp. Phragmites communis, Scirpus lacustris en Scirpus tabernaemontani). Planten, die 's winters nog lang hun bovengrondse delen in stand houden en dus ook in de winter met woelig en slibrijk water de stroom kunnen afremmen, zijn gunstig voor een snelle landgroei. Riet is zulk een plant. De meeste andere planten, zoals biezen, lisdodden etc. legeren 's winters spoedig bij sterke storm. Binnen grote, natuurlijke rietcomplexen of binnen door rietzomen omringde, met andere planten begroeide kommen, hetgeen in natuurlijke omstandigheden een normaal patroon is (X.3.3.3.2), moet de sedimentatie dan ook slibrijker zijn dan er buiten. De antropogene invloed op de rietgorzen, zoals het snijden, werkt de afzetting van het zware sediment echter tegen.

Planten met een sterk ontwikkeld wortelstelsel bevorderen de weerstand van de afzetting tegen erosie. Riet is op dit punt zeer werkzaam. Ook mattenbies en steenbies en in mindere mate ook heen, kunnen de bodem met vrij sterke wortels doorweven. De driekantige bies (Scirpus triqueter) is echter ook wat de wortels betreft van minder betekenis.

Het wier Vaucheria vormt in de lente en de voorzomer dichte wiertapijten op het slik, dat tussen de wierdraden wordt vastgehouden. Dit wier bevordert stellig de aanslibbing. Op minder spectaculaire wijze dragen ook andere organismen, bijvoorbeeld diatomeeën, bij tot de bevestiging van het eenmaal afgezette slib. Ook de in hoofdstuk VI beschreven gomvorming ten gevolge van gisting kan hier van betekenis zijn.

Gelijk reeds werd opgemerkt, treedt aan de loefzijde van vegetatiecomplexen stroomversnelling op. Fig.38 toont duidelijk, hoe de bodem voor eenzame biezenpollen op een zandplaat aan de loefzijde een diepe uitkolking vertoont. Hetzelfde verschijnsel is ook oorzaak,

dat binnen vegetaties, die uit verspreid staande enkele planten (bijvoorbeeld *Salicornia*) bestaan, meer erosie dan aanslibbing voorkomt KAMPS c.s.,1952).

Ook de ontworteling van heenspruiten op lage zandplaten wordt erdoor bevorderd. Leidt een begroeiingsrand dus tot versnelling van de stroom en daardoor tot erosie, anderzijds biedt de bewortelingvan diezelfde vegetatie weerstand tegen afbraak. Het gevolg is de vorming van steile randen. We kunnen dus zeggen, dat de vegetatie behalve de aanslibbing, ook de versterking van het reliëf bevordert. Een typisch kenmerk van het begroeide platenlandschap (het gorzengebied) is dan ook de vorming van steile oevers.

De vegetatie bevordert niet alleen de sedimentatie, zij levert ook haar bijdrage door de productie van organisch materiaal. Zelfs in rietgorzen, waar de bovengrondse plantendelen worden weggehaald, bestaat de bovengrond in nat volume berekend, voor de helft uit organische stof. Zou de vegetatie niet weggehaald worden, dan wordt dit gehalte nog veel groter en zou zelfs veenvorming kunnen optreden.

Het verse Biesboschslib is veel rijker aan organische stof dan dat van mariene gebieden. Deze organische stof zal deels afkomstig zijn van micro-organismen, wieren etc., deels komt ze voort uit de uitwisseling van rivierslib met materiaal uit de zoetwatergetijdendelta, dat reeds begroeid is geweest.

Voor de invloed van de vegetatie op het kalkgehalte en op de verdere chemische eigenschappen van het slib wordt verwezen naar hoofdstuk VI.

5. HET NATUURLIJKE VERLOOP VAN DE OPSLIBBING

5.1 Eb- en vloedscharen

Gedurende het eerste begin van de afzetting binnen het getijdengebied zijn de zandmassa's onderhevig aan de tegenstrijdige werking van eb- en vloedstromen. Daardoor ontstaan patronen in de hoogteligging van het zand, die men eb- en vloedscharen noemt. Dit verschijnsel is door VAN VEEN (1950)uitvoerigbeschreven.VAN STRAATEN (1953) behandelt deze vormen als een bijzonder soort zandribbels.

De eb- en vloedstromen treden tijdens de kentering gedurende enige tijd gelijktijdig op, hetgeen leidt tot afzonderlijke geulen voor stromingen in beide richtingen. Overal waar deze geulen "langs elkaar heen scharen" bezinken in het grensgebied grote hoeveelheden zand (fig.39).

Op de bodemkaart (bijlage 1) zijn de nog "levende" schaarsystemen weergegeven. In de polders in het gebied met gelaagde gronden vindt men er weinig van terug, aangezien zij te diep onder de oppervlakte liggen om het eb- en vloedschaarreliëf te kunnen waarnemen. De strijd der delta (VAN VEEN, 1950) speelde zich voornamelijk af op het niveau van de diepere ondergronden. Slechts de hoogste ruggen verschijnen als kleine vlakken zandplaatgronden

op de kaart.

De hoogste zandruggen van de scharen worden tot aanzienlijke hoogte boven gemiddeld laagwater opgeworpen. Treedt eenmaal vegetatie op, dan kan een dergelijke hoge plaat zonder overgang door klei worden afgedekt. Vele zandplaatgronden in het gebied met gelaagde klei- en zavelgronden zijn op deze wijze ontstaan (VII.5.2). In dit geval behoeft de scherpe overgang van grof zand naar klei niet te wijzen op een verandering in de zeespiegel. De zandplaatgronden, die tijdens de regressiefase ontstaan zijn, lagen te hoog om typische schaarbeelden te geven.

Op plaatsen, waar de platen lager ten opzichte van het waterregiem lagen (de overgang van het zandplatengebied naar dat van de gelaagde gronden) en waar zeer hevige stroomsnelheden optraden, zijn de schaarsystemen wel duidelijk op de kaart gekomen, met name in de omgeving van de Turfzak, de Moordplaat, de Lepelaar en Middelland.

5.2 Verticale opslibbing

Gewoonlijk moet een zandplaat, alvorens hogere platen kunnen ontstaan, eerst enigszins slibhoudend worden. Het slibarme zand is zo onophoudelijk in beweging ten gevolge van water en wind, dat planten zich niet blijvend kunnen handhaven. Zodra zich tijdens een rustige periode enig slib heeft afgezet, ligt het zand vaster en kunnen verschillende biezen zich uitbreiden. De nabijheid van uitgestrekte velden van deze biezen heeft hierop duidelijk invloed (rhizoomvicinisme; XI.5.1.2).

Tussen de nog weinig dichte begroeiing ziet men dan, hoe het sediment zich ophoopt. In de "stroomschaduw" aan de lijzijde van de ebstroom neemt men soms ook een vergrote afzetting van het slib waar (fig.36). Het permanente kwadraat 3 op de Boerenplaat vertoont bijvoorbeeld een dergelijke verhoging van de bodem, vooral in de mattenbiespollen. Waarnemingen op planken, die op het slib bevestigd waren, wijzen erop, dat dicht langs de bodem een verplaatsing van het slib optreedt. De slibmassa's schuiven over de bodem en zijn dientengevolge nog weinig gelaagd (zie o.a. transect F bijlage 6). De ophoging binnen de pollen berust hier voornamelijk op het vastlopen van de schuivende slibmassa's tussen de stengels en vermoedelijk niet zo zeer op een bezinken uit hogere waterlagen.

Spoedig treedt in de opwas een differentiatie op van oeverwal en kom. De oeverwal ontstaat door de ligging nabij de aanvoerbron (de geul). De dichtheid van de vegetatie neemt aanvankelijk met de hoogte toe, om later weinig meer te veranderen. In het vorige onderdeel zagen we reeds, hoe het slibgehalte met de hoogte toeneemt. In de opwas snijden zich in de kom min of meer ontwaterde geulen in, die bij het toenemen van de hoogte steeds dieper en steiler worden (fig.40).

Zolang de stroomsterkte van het water nog vrij groot is, worden duidelijk gelaagde afzettingen gevormd. Op enige afstand van de oeverwallen geschiedt dit ook nog wanneer de begroeiing nog slechts

ijl is. Met het dichter worden van de vegetatie gaan aldaar slibrijke lagen overheersen. Bij 100 cm onder hoogwater (iets boven NAP) is de vegetatie nagenoeg steeds dicht en wordt sterk kleiig materiaal afgezet, waarin zandbandjes nauwelijks meer opvallen (fig.35 en 48a). De ondergrens van het homogene kleidek vindt men dan ook veelvuldig omstreeks dit niveau of ten gevolge van de klink, iets daaronder. Langs de oeverwallen gaat de afzetting van duidelijk gelaagde, overwegend zandige pakketten tot grotere hoogte, soms tot gemiddeld hoogwater, door.

5.3 Vlaaivorming

Wordt de stroom ten gevolge van menselijke of natuurlijke invloed sterk verzwakt, dan kunnen de oevers van steile geulen zich niet handhaven. Ten gevolge van nieuwe aanslibbing, ook enigszins door afglijding, worden beide oevers van zo'n kreek glooiend (fig.48 b en c en fig.41). In het bed treedt ook beneden laagwater reeds sedimentatie van fijne fractie op. Deze toestand is algemeen in doodlopende kreken en in typische wantijen. De plaatselijke naam voor dergelijke dichtslibbende geulen is "Vlaai" of "Vlaaike" in het Brabantse en "Vlei" (of "Vlij") in het Hollandse gebied. Dit woord houdt vermoedelijk verband met vallei en komt men ook in de toponymie van de landgebieden tegen (Kruidvlaai) alsook van geulen.*) Het vlaaikarakter kan dan weer zijn verdwenen (Aakvlaai) door verandering in het stroomregiem. Ook lage plekken van het bouwland worden wel als vlaai aangeduid. Volgens een mondelinge mededeling van J.Piaget is in Zuid-Afrika het woord met een nauwverwante betekenis in gebruik. Aldaar worden er langgerekte, vaak vochtige laagten mee aangeduid. Vermoedelijk is het woord inderdaad vanuit deze streken in Zuid-Afrika ingevoerd.

Langs de glooiende oevers van de vlaaien ziet men riet en andere planten vanuit hoger op de oever liggende haarden tot zeer dicht bij het laagwaterniveau afdalen (rhizoom-vicinisme; XI.5.1.2, fig.41). Op deze wijze wordt de aanslibbing met kleirijk sediment nog meer bevorderd.

*) Na de afsluiting van het manuscript bereikte ons de publikatie van SCHÖNFELD (1955): Nederlandse waternamen; waarin de schrijver veronderstelt (p.218), dat "vlij" iets te maken zou kunnen hebben met vlijen, d.i. langzaam stromen. Dit zou goed in overeenstemming zijn met het door ons geschetste typische karakter van het soort geul, dat er in het gebied van de Biesbosch tot op de huidige dag mee wordt aangeduid.
Een in het gebied geboren en getogen arbeider die het woord vlaaike gebruikte voor dichtslibbende geulen e.d. veronderstelde dat het een "frans" woord was en samenhing met "vallei".

5.4 Laterale opslibbing

Behalve de verticale opslibbing treedt ook laterale landgroei op. Hebben zich op enige afstand van de oever rondom biezenpollen kleine opwassen gevormd, dan kan men de scheidende geul via een vlaaistadium geheel verlanden, waardoor de opwas in een aanwas verandert (fig.18 Op de Boerenplaat is dit laterale verlandingsproces duidelijk waar te nemen. Platen als de Dolfijn en het Nerzienplaatje zijn reeds in een verdere staat van ontwikkeling, maar vertonen op de bodem- en vooral ook op de vegetatiekaart gelijksoortige beelden.

Op deze wijze kunnen ook wandelende platen ontstaan, die aan de loefzijde wegslaan maar aan de lijzijde lateraal aangroeien.

5.5 Erosie

Behalve de sedimentatie behoort ook de erosie tot een opslibbend landschap. Op de rol van de erosie bij kreekvorming en de invloed van de vegetatie is reeds gewezen. Een bijzonder soort erosie treedt op aan sterk geëxponeerde oevers, bijvoorbeeld oevers, die langs breed water op het noordwesten liggen. Hier vormen zich glooiende stranden, die uit slibarm zand bestaan, waaruit de fijne fractie door de hevige waterbeweging is uitgewassen (fig.42). Aan de bovenzijde van het strand vindt men vaak de steilrand van de begroeide oever. Staat de golfslag meer schuin op de oever, dan ontstaan tussenvormen en wordt het zand niet zo hoog tegen de oever opgestuwd.

Zeer sterke erosie in buitenbochten van kreken kan de oevers ondermijnen, vooral dank zij het zandige karakter van de ondergrond (fig.43). Zand schuurt gemakkelijker uit dan klei. Geërodeerde wanden vertonen de gelaagde opbouw duidelijk, aangezien de kleirijkere lagen door het water worden uitgeprepareerd (fig.34).

6. DE ANTROPOGENE INVLOED OP DE SEDIMENTATIE

De mens kan invloed uitoefenen op schier alle factoren, die de sedimentatie beinvloeden. De aanleg van leidammen, kribben en andere waterwerken beinvloedt de stroom. Door bekadingen en wijzigingen in de verhouding tussen het profiel van de aanvoerwegen en de inhoud van de vloedkommen kunnen veranderingen in vorm en aard van de afmetingen van de getijcurve ontstaan. Voorts kan de ingreep zoals oogsten, planten, zeer aanzienlijke wijzigingen in de aard van de sedimentatie veroorzaken.

6.1 Begreppeling

De begreppeling grijpt rechtstreeks in het bodemprofiel in. Bij het graven van de greppels wordt de ondergrond over het maaiveld uitgespreid, waardoor in het algemeen een lichtere laag aan de oppervlakte komt. Indirecte invloeden zijn: een betere doorluchting met als gevolg klink, voorts snellere aan- en afvoer van sedimenten. De aanslibbing in de greppels behoort bij een lager niveau dan het maai-

veld en is dus lichter en sneller dan op het maaiveld. Bij een regelmatig onderhoud wordt de snelheid van de aanslibbing dus vergroot. De inklinking ten gevolge van de begreppeling maakt, dat er meer sediment kan worden afgezet. Na de inpoldering betekent dat minder klink.

6.2 Bekading

De aanleg van kaden vertraagt in het algemeen de sedimentatie en kan deze zelfs geheel verhinderen. Binnen de kaden is de stroomsnelheid gering hetgeen de afzetting van fijne deeltjes in de hand werkt. Bij doorbraken ontstaan diepe kolken, waardoor zand over het land wordt uitgespreid (fig.44). Het ontstaan van dergelijke overslagen is uit de rivier- en zeekleigebieden genoegzaam bekend (EDELMAN, 1945).

Na de aanleg van vloedvrije kaden ligt het patroon van de bodemprofielen vast. Slechts de rijping kan nog bepaalde veranderingen veroorzaken. Buiten de kaden gaat de sedimentatie echter door. Wordt later land aangedijkt, dan blijft ook later een door de eerste dijk gemarkeerd verschil bestaan tussen het eerste en het later bedijkte gedeelte. Toch is dit verschijnsel in de Biesbosch minder belangrijk dan men bij een zo groot aantal dijken en kaden zou verwachten. Men vindt inderdaad hier en daar verschillen in kleidikte die door bekading zijn veroorzaakt, zoals bijvoorbeeld bij de in 1552 bedijkte laag liggende Vervoornepolder. Deze polder heeft een dun kleidek ten opzichte van de zeer laat bedijkte, deels na 1900, dikke hoog liggende Weren over de Bakkerskil, Welgelegen etc. Andere voorbeelden zijn de Prikpolder, de Karnemelkpolder en de Kikvors in de zuidelijke helft van de Jannezand. Schijnbaar zijn er aan het kaartbeeld nog vele dergelijke voorbeelden te vinden. Er is echter vaak bekaad langs natuurlijke grenzen. Zo vindt men de dijken vaak op de grens van dun bedekte zandplaatgronden en dikke kleidekken. Men zou, wanneer men alleen denkt aan de invloed van de bekading op de sedimentatie, verwachten dat in zo'n geval de dikke kleidekken hoger liggen dan de dunne, maar het omgekeerde is waar. De oorzaak van het verschijnsel ligt niet in een primair verschil in tijdsduur van sedimentatie, maar in een primair hoger niveau van de zandondergrond in de oudere polder (fig.45). Het is niet toevallig, dat men op dergelijke scheidingslijnen van zandplaat (P) en gelaagde gronden (G) dijken heeft aangelegd. De zandplaten waren de eerste terreinen, die de limiet van de asymptotische opslibbing benaderden. De randen van dergelijke platen lagen vaak als oeverwal iets hoger en waren ook daardoor extra geschikt voor het projecteren van dijktracés. Kleine afwijkingen van deze regel kunnen op de bodemkaart niet worden weergegeven in verband met de breedte van dijklichaam met bermen en de vaak buitendijks voorkomende vergraven gronden.

Ook juridische grenzen zijn vaak voor de bekading gevolgd. Dit zijn overwegend gemeentegrenzen. Aangezien deze soms op kerk-

torens zijn geraaid, zijn er ook sedimentatiegrenzen met een dergelijke oriëntering; vrijwel nimmer werden de gemeentegrenzen door bekadingen gekruist voordat er eerst een bekading evenwijdig aan de grens aanwezig was. Dikwijls loopt de grens, ook thans nog, door een smalle strook buitenland, waarlangs aan weerszijden de polderkaden liggen (fign.46 en 47 en bijlagen 1, 2 en 4).

Interessant is de gemeentegrens van Made en Drimmelen met Dussen en Werkendam. HINGMAN (1885; zie ook VLAM, 1948) deelt mede, dat deze grens tot stand kwam na een scheiding van de gebieden van de graven van Nassau en die van het graafschap Holland. Dit onderzoek vond plaats op last van stadhouder Willem I door waterscheiders en bestond uit het opsporen van het oude bed van Maas en Donge van vóór de St.Elizabethsvloed. De opnieuw gevormde grens werd afgebakend met bolbakens, met molenstenen aan de bases. Namen als Steen van Kloosteroord en het Gat van het Derde Bolbaken wijzen nog op deze in 1560 aangebrachte merktekens. Zo werd een natuurlijke grens via een juridische tussenfase weer een scheiding in landschappelijke en bodemkundige zin. In 1756, twee eeuwen na het leggen, konden alle stenen nog worden teruggevonden. Na die tijd zijn ze bedolven onder het zand, zoals in IX.4.2.2 en IX.4.2.3.6.1 beschreven is. De molenstenen die men thans vindt, zijn alle van latere datum en gelegd door Waterstaat en landmeters. Mededelingen van oude inwoners, dat op zekere diepte in de omgeving van de gemeentegrens (Moordplaat, Ganzewei) molenstenen werden aangetroffen, wijzen vermoedelijk toch wel op de aanwezigheid van deze oude landmerken. De voortgaande groei van de delta heeft ze nu echter voorgoed bedolven.

7. SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE LANDGROEI

In fig.48 is het belangrijkste deel van het proces van landgroei op schematische wijze samengevat. Onderaan is het begin aangegeven (I), waar de ruimte slechts wordt ingenomen door open water, zandbanken en -platen.

In horizontale richting is een scheiding gemaakt naar verschillende principes van sedimentatie.

Tussen a en f is de vorming voorgesteld van een hoge zandbank, bijvoorbeeld een vloedschaarrug of een zandplaat in regressietijd, die na het optreden van een begroeiing plotseling met klei wordt bedekt (IV en V).

Van f - k is de normale opslibbing in transgressietijd voorgesteld. Naarmate de zandplaat verder boven water komt, wordt het zand slibrijker en ontstaat een gelaagde laag waarboven zich een homogeen kleidek gaat vormen, langs de oeverwallen worden ook op hoog niveau nog gelaagde afzettingen gevormd (f, i en k).

In het linkergedeelte van de figuur van a - h is de toestand voorgesteld zoals die is onder antropogene invloed.We zien na het biezenstadium het rietgors tot ontwikkeling komen, dat weer wordt vervangen door griend. Bij c, d IV is dit een open griend, bij f, g en h

is het een bekade griend.

Na de griend komt bij f, g en h de weipolder en daarna de bouwpolder, waarmee de ontwikkeling is afgelopen. Met de inklinking, die behandeld wordt in hoofdstuk V (2), is bij het tekenen der verschillende stadia rekening gehouden.

Voorts is het principe van laterale landgroei geschetst bij a, waar vanaf IV een rug tot ontwikkeling komt, die via een "vlaai"-stadium (VI) met de grote plaat verheelt.

Ook de grote geul in het midden (e) verlandt en wordt als rietgors ingepolderd. Een lage ligging na algehele inpoldering (VIII) is daarvan het gevolg.

In het rechterdeel van de figuur (h - l) is de toestand geschetst wanneer de mens de natuurlijke processen niet leidt of beinvloedt. We zien de natuurlijke ontwikkeling van de verschillende biezen- en ruigtengemeenschappen naar het vloedbos. In de, uitgestrekt gedachte, kommen komt reeds een elzenbroekbos tot ontwikkeling. In het centrum houden hieraan voorafgaande zeggevegetaties op het aldaar zich vormende veen het lang uit (tussen j en k). Geheel rechts (l) is de aanvoer van sediment in het daar aanwezige water zo gering, dat zich daar veen vormt, dat zich van eutroof rietveen op wat bezinksel van fijne klei en organische stof (gyttja) via mesotroof zeggeveen ontwikkelt tot oligotroof mosveen. In VIII is ook dit natuurlijke landschap ontgonnen, ontwaterd en geklonken. Allerlei details kunnen nog worden afgelezen. In verschillende hoofdstukken wordt naar deze figuur nog verwezen.

8. NABESCHOUWING

De invloeden, die het sedimentatiebeeld beheersen, zijn zoals uit het voorgaande blijkt, vele en velerlei.

Het is vrijwel ondoenlijk om voor elk willekeurig profiel uit te maken welke de oorzaken geweest kunnen zijn, die bepaalde afwisselingen en zwaarte binnen het profiel hebben teweeggebracht.

In grote lijnen zal de vegetatie een zeer belangrijke invloed hebben gehad bij het versterken van zowel het horizontale als het verticale verloop in de zwaarte. De kaart toont duidelijk, dat langs nog bestaande en voormalige waterlopen, stroken betrekkelijk lichte grond aanwezig zijn, die echter reeds op vrij korte afstand van de geulen overgaan in zwaardere sedimenten. Deze laatste blijven dan verdergaande min of meer constant in granulaire samenstelling.

Bij de omstreeks 1800 gevormde afzettingen vindt men dat de overgang van de zavelige, gelaagde afzetting naar het erop gelegen zwaardere kleidek, veelvuldig omstreeks NAP ligt. Dit is de hoogte, waarop de vegetatie vrijwel steeds een gesloten dek begint te vormen. Bij afzettingen, waar tot die hoogte slibarm zand voorkomt, is dit vrijwel steeds abrupt afgedekt met vrij zware, met het blote oog gezien, ongelaagde klei. Het is een algemeen verschijnsel bij binnendijkse en sommige nog in opslibbing verkerende gronden, dat de bovengronden wat lichter zijn dan de eronder liggende laag. Daar-

voor kunnen verschillende oorzaken worden aangevoerd. Voor zowel het buitendijkse als het binnendijkse land kan de begreppeling, zoals reeds is uiteengezet, de oorzaak zijn. Ook echter kan de grotere woeligheid van het water bij de lagere overspoelingsfrequentie, die in 3.3 werd behandeld, van betekenis zijn geweest. Ten slotte is het zeer waarschijnlijk, dat de weer inzettende transgressie van na 1800 invloed heeft gehad, terwijl ook aan de voortgaande bedijking en dus verkleining van de vloedkom kan worden gedacht. Zeker is, dat na de rigoureuze veranderingen in het waterregiem bij het graven van de Nieuwe Merwede en de Bergse Maas wijzigingen in de sedimentatie moeten zijn opgetreden.

Bij de binnendijkse gronden komt daar nog bij: de onmiskenbare invloed van dijkdoorbraken met de daarmee samengaande overslagen, waarbij het zand in dunne vlagen ver over het land uitgespreid werd en zo met de bouwvoor vermengd kon raken.

Uit deze overvloed van mogelijkheden valt niet gemakkelijk te kiezen. Vermoedelijk zal van elk ervan wel in zekere mate invloed uitgaan.

Slechts bij zeer duidelijke verschijnselen als de uiterst zware, kalkarme, plaatselijk zeer humeuze, lagen in het "Waardengebied" (IX.4.2.3.5) kunnen scherpe conclusies worden getrokken.

Op de duidelijke invloed van de zeespiegelschommeling op de regionale verspreiding van de korrelgrootteverdeling wordt in hoofdstuk IX uitvoerig ingegaan. Een zeer nauwkeurig onderzoek van enkele uitgezochte profielen, waarbij onder meer de microgelaagdheid zou worden bestudeerd, zoals VAN STRAATEN (1954) dit voor mariene afzettingen in het waddengebied heeft gedaan, zou hier mogelijkheden bieden voor een diepere studie van deze materie.

V. INITIALE BODEMVORMING EN INKLINKING

Bij de initiale bodemvorming in alluviale gronden, ook wel aangeduid met "rijping", kan men onderscheid maken tussen een "fysische" en een "chemische" rijping. Dit houdt niet in dat deze processen gescheiden zouden optreden. In de concrete situatie staan zij in een zeer nauwe, onscheidbare wisselwerking.

De eerste omvat die processen, die de fysische eigenschappen van de grond zoals watergehalte, consistentie, volume en structuur, voornamelijk beinvloeden. Tot chemische rijping rekenen we de veranderingen van meer chemische of fysisch-chemische aard, die het vers afgezette moedermateriaal ondergaat tijdens de rijping tot bodem. In dit hoofdstuk zal de fysische rijping worden beschreven tezamen met de daar nauw mee verbonden inklinkingsverschijnselen, die voor een goed begrip van de sedimentatie, maar vooral ook voor de praktijk van de inpoldering, van groot belang zullen blijken te zijn. Bij de fysische rijping wordt ook de organische stof die er nauw bij betrokken blijkt, behandeld. In hoofdstuk VI komen enkele andere veranderingen van meer chemische aard aan de orde.

1. FYSISCHE RIJPING

1.1 Inleiding

Een algemene eigenschap van alle buitendijkse gronden is hun, in vergelijking met de meeste bedijkte gronden, weke consistentie. Deze weekheid kan een opvallend karakter hebben, zoals bij de weke modderbrij, die geen enkele steun biedt aan de voet; ze kan ook slechts tot uiting komen in het gemak, waarmee men een steekboor of sondeerstang in de grond kan duwen. Daarbij kan de bodem vast lijken en niet de minste uiterlijke sporen van modderigheid vertonen. Dit is o.a. bij de meeste gronden het geval.

Deze weekheid is het gevolg van de grote hoeveelheid water, die door de bodemdeeltjes wordt vastgehouden. Dit wordt vooral veroorzaakt door de fijnste fracties, met name door de fracties $< 2\mu$ en door de humus. In de echte modderkommen is ook nog water aanwezig, dat niet of weinig aan bodemdeeltjes is gebonden.

De door water omgeven, deels in colloidale toestand verkerende klei- en humusdeeltjes glijden gemakkelijk langs elkaar heen; dit verklaart de weekheid van de grond. Het water wordt in en aan de bodemdeeltjes gebonden tijdens de periode, waarin het slib in het water zweeft, voordat het tot afzetting komt. Door hun colloidale toestand nemen de humus- en kleideeltjes een veel grotere ruimte in dan bij afwezigheid van hydratatiewater het geval zou zijn. Bij het uitblijven van bevochtiging en bij voldoende gelegenheid tot verdampen verliest de bodem langzamerhand dit water, een proces, dat niet omkeerbaar is (ZUUR, 1932 en DOMINGO, 1951), althans nagenoeg niet. Geheel irreversibel kan het niet zijn, omdat men moet aannemen, dat na erosie het opnieuw in water gesuspenseerde slib weer in dezelfde hydratatietoestand kan komen als waarin het bij de

sedimentatie verkeerde. Voor de humus geldt vermoedelijk hetzelfde als voor het veen, waarvan bekend is, dat het na een irreversibele verdroging op de lange duur toch wel weer water kan gaan opnemen (HOOGHOUDT, BENNEMA en VAN DER WOERDT, i.v.).

Bij de dehydratatie worden de gezwollen bodemeenheden kleiner en komen de meniscussen in de ruimten tussen de deeltjes holler te staan. Er treden daardoor grote spanningen op, met als gevolg een sterkere contractie. Hierdoor neemt het totale volume van de bodem af.

Door ZUUR (1932) is dit proces beschreven voor de droogvallende Zuiderzeegronden in de proefpolder Andijk. Dit indrogen gaat in zulke gronden, die plotseling uit het water aan de lucht komen, gepaard met aanvankelijk polygonale, spectaculaire scheurvorming, vooral wanneer zij rijk aan colloidale delen zijn. De scheuring trekt van boven naar beneden. De zo gevormde prisma's gaan (van bovenaf te beginnen) in allerlei richtingen verbrokkelen. Uiteindelijk ontstaat dan een uit kleine bodemaggregaten opgebouwde grond, waar in het ideale geval geen compacte massa's of zeer grote open ruimten meer in voorkomen. Uiteraard draagt de scheurvorming weer bij tot een sterkere uitdroging van de diepere lagen.

De verticale scheuren worden veroorzaakt door de horizontale component van de volumevermindering. Na het dichtvallen der grotere scheuren uit zich de volumevermindering in een dikteverminderingvan de inklinkende laag en een verlaging van de maaiveldhoogte.

Doordat slechts de fijne fracties en de humus het water binden, is het verschijnsel van klink sterker, naarmate de gronden rijker aan deze bestanddelen zijn. Zuivere zandgronden vertonen nagenoeg geen klink na waterverlies. Men zou hier slechts een correctie in de korrelstapeling verwachten. Toch is hiervan niet veel te bemerken (zie hieronder en DOMINGO, 1951).

Bij sedimenten die geheel onder water gevormd zijn en die plotseling aan de lucht worden gebracht (zoals bij de Zuiderzeepolders het geval was), wordt het proces der fysische rijping op een zeer bepaald ogenblik, n.l. het tijdstip van droogvallen, in werking gezet. Bij afzettingen die in een aan getijden onderhevig water gevormd worden, zien we echter een geleidelijke opslibbing, waarbij de bodem successievelijk alle stadia doorloopt van nooit droogvallend via afwisselende dagelijkse overspoeling en droogvalling tot incidentele bevochtiging bij extreem hoge vloeden.

In verband met de onomkeerbaarheid van het rijpingsproces is het mogelijk, dat vanaf het tijdstip waarop de gronden tijdelijk beginnen droog te vallen, verlies aan hydratatiewater kan optreden. In hoeverre dat zal geschieden hangt af van:

1. de duur van het droog liggen en
2. de mogelijkheid van waterafvoer uit de bodem.

Het eerste is, bij een gegeven getijdenbeweging, uiteraard afhankelijk van de hoogteligging. Het tweede hangt in het bijzonder af van de geomorfologie van het sediment. Komvormige gedeelten raken

moeilijker water kwijt dan oeverstroken en wallen, die langs een geul liggen. Grofzandige lagen werken drainerend op de erboven gelegen afzettingen.

Bij het rijpingsproces in de getijdengebieden, dat reeds tijdens de opslibbing begint, ontbreekt een intensieve scheurvorming. In de eerste plaats omdat alles langzamer gaat en de scheuren, zo ze al zouden ontstaan, dicht vallen voor ze kans krijgen een enigszins belangrijke afmeting te bereiken. In de tweede plaats wordt er steeds nieuw sediment aangevoerd. Bij extreem langdurige laagwaterstanden ziet men 's zomers op onbegroeide slikplaten wel zeshoekige scheurfiguren optreden, die slechts enkele uren blijven bestaan, n.l. totdat ze weer worden overspoeld. In brakke, hoge schorren nabij Ossendrecht namen we, op schaars begroeide plaatsen, intensieve polygonale scheurvorming waar (fig.49).

Ten slotte is het van belang, dat een groot deel van de sedimentatie onder een dicht plantendek plaatsvindt. In het zoute gebied geldt dit slechts voor de sedimentatie onmiddellijk onder de hoogwaterlijn en daarboven. In het zoete water kan de vegetatie reeds even boven de laagwaterlijn aanvangen en is zij vanaf het halvetijniveau steeds rijkelijk en fors ontwikkeld. Men mag verwachten, dat de wortels van de planten hier intensief aan de wateronttrekking meewerken. De invloed van deze dichte begroeiing uit zich op twee wijzen. Ten eerste brengen de wortels het uitdrogend oppervlak zeer dispers in de grond en gaan hierdoor (evenals zuiver mechanisch door hun aanwezigheid) de vorming van grote scheuren tegen. Ten tweede belemmert het dichte bovengrondse deel van de vegetatiemassa een sterke verdamping aan de oppervlakte.

Het verschijnsel van de fysische rijping is van groot praktisch belang. In de eerste plaats omdat dit proces leidt tot het tot stand komen van een toestand van het substraat, die voor de groei van de meeste landbouwgewassen de meest gunstige is. Maar in het bijzonder ook, omdat het een belangrijke invloed heeft op de dikte van de kleilaag (op zand) en de hoogteligging van het maaiveld.

De aard van dit proces veroorzaakt een wisseling in de dikte van de kleilaag en daarmee van de hoogte van het toekomstige maaiveld, in verband met het rijpingsstadium waarin de bedijking plaatsvindt. Van gronden, die even hoog liggen en die een even diep liggende zandige ondergrond hebben, zal de grond die het verst uitgerijpt was op het tijdstip van bedijking, na inklinking, een dikker kleidek en een hogere ligging hebben dan de in een minder rijp stadium ingepolderde grond.

Behalve het stadium van fysische rijping is ook de hoogte waartoe het sediment is opgeslibd, van belang voor de dikte van het kleipakket en de hoogte van het maaiveld na de inpoldering. Deze laatste wordt bovendien beïnvloed door de gesteldheid van de ondergrond (zie ook 2.3).

1.2 Methode van onderzoek

Ten einde een inzicht te verkrijgen in het proces van de fysische rijping, zoals dat in de Biesbosch verloopt, werd een onderzoek ingesteld volgens de door HISSINK (1935) ontworpen methode. Deze gaat uit van het gehalte aan water, berekend op 100 gram droge stof (bij 105° C.)(het A-cijfer) en van het gewicht aan droge grond, uitgedrukt in grammen, dat voorkomt in 1 cc. grond in natuurlijke ligging (het volumegewicht, V.G.). Met deze betrekkelijk eenvoudig te meten grootheden kan men het stadium van fysische rijping van een grond karakteriseren. Tevens kan men hiermee voor ieder rijpingsstadium de volumevermindering voorspellen, die bij het overgaan in een ander rijpingsstadium zal optreden, indien althans ook van dit laatste A-cijfer en V.G. bekend zijn. Zo kan men dus een voorspelling doen over de inklinking, die een bodem na inpoldering zal ondergaan, voor elk willekeurig rijpingsstadium van deze grond.

In de praktijk handelt men als volgt: Men brengt in een profielkuil, op verschillende hoogten ringen van bekende inhoud in de grond. Na uitgraving van de ringen wordt de uitstekende grond zorgvuldig afgesneden. De aldus verkregen monsters ongeroerde grond worden in gesloten potten naar het laboratorium vervoerd. Daar wordt de grond zowel vóór als na het drogen (bij 105° C.) gewogen. Het gewichtsverschil levert de basis voor de berekening van het A-cijfer; uit het drooggewicht en het volume van de monsterringen kan het V.G.-cijfer gevonden worden.

Om de invloed van onregelmatigheden in de bodem zoveel mogelijk te nivelleren, werden bij ons onderzoek uit elke laag twee ringmonsters genomen uit tegenover elkaar liggende wanden van de profielkuil. In totaal werden dus vier ringmonsters (van ca. 0,33 l inhoud) van elke laag gestoken. De monsters uit dezelfde wand werden gemengd, zodat dus voor elke laag twee groepen analysecijfers verkregen werden. Vergelijking van deze cijfers geeft een maatstaf voor de homogeniteit van de eigenschappen der lagen.

Bij een beperkt aantal monsters werd een andere werkwijze gevolgd. Ze werden in het veld gewogen en daarna werd een kleine hoeveelheid naar het laboratorium gezonden voor bepaling van het watergehalte (A-cijfer). Met dit A-cijfer werd dan het in het veld gewogen natte gewicht omgerekend op drooggewicht, waaruit dan weer, in verband met het ringvolume, het V.G. te berekenen was. De methode is onnauwkeuriger en in het veld omslachtiger; bovendien eist ze meer rekenwerk. De voordelen zijn: gemakkelijker transport en meer plaats in de droogstoof.

Van de vier ringmonsters per laag werden vervolgens in een mengmonster het gehalte aan lutum, afslibbare delen, koolzure kalk en humus bepaald.

Er werd naar gestreefd de monsters willekeurig over de te bemonsteren laag te verdelen, zodat onregelmatigheden, zoals wortels, scheuren, holten e.d., zowel in als buiten de ringen gelijkelijk verbreid zijn. Alleen op deze wijze kan men de analysegegevens doen

gelden voor het gehele bodemprofiel. De keus der bemonsterde lagen werd bepaald door de eigenschappen van het profiel, zoals kleigehalte, slapheid, beworteling, reductie-oxydatieverschijnselen, etc. Er werd gestreefd naar afstanden van omstreeks 20 cm (verticaal) tussen de bemonsteringen. Het profiel werd op algemene kenmerken beschreven: textuur en scheurvorming; ook beworteling, reductie-oxydatieverschijnselen, kleur (aan de hand van de Munsell Color Chart) en dergelijke meer.

Getracht werd met zo weinig mogelijk kuilen een zo groot mogelijk resultaat te krijgen. De bemonstering werd gevarieerd naar zwaarte, humusgehalte, rijpingsstadium en bodemgebruik (1.3.1). Daar de kleidikte het belangrijkst is voor die gronden, waar het zand ondiep aanwezig is en het rijpingsonderzoek juist van groot praktisch belang is bij de bepaling van deze kleidikte, werden de meeste kuilen gegraven op plaatsen, waar het zand in de profielkuil bereikbaar was.

In totaal zijn 26 profielen ten behoeve van het rijpingsonderzoek bemonsterd. Daarvan zijn er 7 gelegen in polders van verschillende leeftijden, 1 in een weipolder, 8 in grienden in verschillende vegetatietypen, 6 in gorzen met verschillende vegetatietypen, 4 in ruigten; op 4 plaatsen werden (groepen) oppervlaktemonsters genomen in ruigten en biezengorzen en 1 groep van monsters uit een komvloedbos.

1.3 Het water- en humusgehalte in het zoetwatergetijdengebied

1.3.1 Inleiding

Het essentiële proces bij de fysische rijping is het verlies van gebonden water. Dit water kan gebonden zijn aan de minerale delen of aan de humus. Het verlies kan bij de minerale delen slechts optreden ten gevolge van uitdroging; bij de organische stof kan bovendien het verdwijnen van het waterbindende materiaal zelf oorzaak zijn van de verlaging van het watergehalte van de grond. Deze drie onderdelen van het proces, dat verlaging van het A-cijfer bewerkt (dehydratatie van de minerale delen, dehydratatie van de organische stof en afbraak van de organische stof) kunnen een verschillende snelheid hebben. Het verdwijnen van de organische stof, wat blijkens het navolgende, een wezenlijk onderdeel van het rijpingsproces in de zoetwatergetijdendelta is, kan gecompenseerd worden door aanvulling uit de vegetatie.

In de Biesbosch kan men de volgende stadia van landgroei onderscheiden: ruigten (inclusief biezengorzen, enz.),
rietgorzen (inclusief hoge oeverwalruigten),
grienden: Salicetum (vegetatiegemeenschap V5 tot V1 en V7; zie hst.X),
Fraxinetum (vegetatiegemeenschap V0; zie hst.X),
polders.

Men mag verwachten dat deze volgorde tevens de opeenvolgende

stadia van fysische rijping aangeeft.

Deze onderscheiding naar vegetatie valt ook met een indeling naar bodemgebruik en -beinvloeding samen.

Uit de grafieken voorstellende de grootheden volume van minerale delen, gehalte aan organische stof en watergehalte, alle afgezet tegen het gehalte aan afslibbare delen, blijkt, dat er een redelijk verband tussen de eerstgenoemde grootheden en de afslibbare delen bestaat (fig.50 en 51).

Voordat we het verloop van het watergehalte kunnen bespreken, moet het gedrag van de organische stof nader bezien worden.

1.3.2 Humusgehalte

De spreiding van de punten in fig.50c t/m h is het kleinst bij de jongste en de oudste stadia (de ruigten en de polders). Bij de eerste kan de afwijking van enkele punten verklaard worden uit hun ligging op een plaats, die op het ogenblik van bemonstering reeds ongeveer een jaar bedijkt was. De afwijkingen bij de polders betreffen een punt, dat de graszode van een weipolder voorstelt (laag 1, kuil 29) en twee monsters uit een humeuze, kalkarme laag van kuil 22. Deze afwijkingen kunnen dus in het kader van het rijpingsonderzoek buiten beschouwing blijven.

Bij de poldergronden doet zich enigermate het verschijnsel voor, dat het humusgehalte van de bovengronden (berekend per eenheid afslibbaar) iets groter is dan dat van de ondergronden. Veel verschil in verband met de ouderdom is niet op te merken. Vergelijking met de cijfers van HISSINK (1935) laat zien, dat de gehalten geheel overeenkomen met die, welke gevonden zijn in de Groningse zeeklei (Finsterwolderpolder en Reiderwolderpolder).

Bij de tussengelegen ontwikkelingsstadia (gorzen en grienden) zijn vooral bij de grienden, de hogere lagen steeds rijker aan organische stof dan de diepere. Opvallend is nog, dat bij de grienden een grote overeenkomst bestaat tussen de verschillende typen van het Salicetum.

Twee profielkuilen wijken sterk af van de overige. De eerste is kuil 15, liggende in het Fraxinetum (type V0) waar het humusgehalte veel lager is dan in de overige griendgronden, hoewel het relatief verschil tussen humusgehalte van de opeenvolgende lagen in gelijke zin verloopt. Zeer afwijkend naar de andere kant is de grond in kuil 23, die gelegen is in een dichtgeslibde bedding in een extreem laag gelegen griend van het type Salicetum albae alismetosum (V5 à 6; zie transect, bijl.6). De ondergrond bestaat uit een vrijwel ongerijpte, weke modder met een uitzonderlijk hoog gehalte aan organische stof. De humusgehalten in de lagen verlopen hier juist tegengesteld aan de normale. Dat de modder van het bemonsterde komvloedbos (V6, monster K) in dezelfde richting afwijkt, is duidelijk. De oppervlakte, die door komvloedbos en zeer laag gelegen en met griendvegetatie begroeide geulbedding beslagen wordt, is zeer gering. Laten we deze buiten beschouwing, dan kunnen we

bij de grienden twee stadia onderscheiden, die in vele opzichten van elkaar verschillen (X.6; XI.7; XIII.3.3.6). Deze stadia noemen we, naar de kenmerkende vegetatie, de Salicetum-griend en de Fraxinetum-griend; laatstgenoemde vertegenwoordigt een verder gevorderd rijpingsstadium.

In fig.51 zijn nu voor de besproken rijpingsstadia de gemiddelde verhoudingen van de gehalten aan organische stof en afslibbare delen uitgezet. Daarbij is het gemiddelde genomen van alle lagen. Ter vergelijking is, naar gegevens van HISSINK (1935), hetzelfde voor een Groninger kwelder (een profielkuil) en twee polders (Reiderwolder- en Finsterwolderpolder, twee profielkuilen) gedaan. Het verloop van de gehalten aan organische stof over de rijpingsstadia laat zien, dat er een continu verlopende sterke afname optreedt. Kennelijk is deze afbraak van organische stof een begeleidend verschijnsel van het rijpingsstadium.

Bij vergelijking met het verloop van het organische stofgehalte in zoute gebieden blijkt, dat daar in het beginstadium veel minder organische stof aanwezig is. Het eindstadium is geheel vergelijkbaar met dat in de Biesbosch, waaruit blijkt, dat het verschijnsel van humusafbraak in de zoute gebieden veel minder belangrijk is dan in de zoete. We zullen later zien dat deze hoge gehalten aan organische stof in de zoetwatergetijdendelta een belangrijke invloed hebben op het karakter van de initiale bodemvorming (en vooral de fysische rijping) in dat gebied.

Het afbraakproces berust vermoedelijk voor het grootste deel op oxydatie ten gevolge van toetreding van zuurstof. Het is echter niet onwaarschijnlijk, dat het bij voldoende tijd ook onder anaerobe condities kan verlopen. ZUUR (1932) wijst in dit verband op de sulfaatreductie, waarbij door micro-organismen o.a. energie wordt verkregen uit afbraak van organische stof. We zullen nog zien, dat gisting van organische stof een belangrijke rol speelt bij de primaire ontkalking in de Biesboschgronden.

De oorzaak van het hoge gehalte aan organische stof moet gezocht worden in het zoete milieu, waarin, alles bijeen genomen, een grotere produktie van organische stof optreedt. Vooral de macroflora is op de platen vele malen krachtiger ontwikkeld dan in de zoute gebieden. Het vers gesedimenteerde slib draagt hiervan ook de sporen. De gehalten aan organische stof in het permanent kwadraat 3, waar vrijwel onbegroeid slik is bemonsterd en in monster 2, dat het humusgehalte van onbegroeid slib in een periode van 7 jaar afgezet, aangeeft, tonen dit met respectievelijk 1,00 en 0,40 g per gram lutum duidelijk aan, als men deze gegevens vergelijkt met slib uit Zuiderzee en IJsselmeer, waarvoor respectievelijk 0,10 en 0,15 wordt aangegeven.

Men moet het gehalte aan organische stof steeds opvatten als het resultaat van opbouw, aanvoer, en afbraak. Bij voortgaande rijping domineert het laatste proces, wat echter niet wil zeggen dat de aanvoer en opbouw van organische stof zou verminderen. Men kan zelfs

aannemen dat, waar het nieuwvorming betreft, eerder het tegendeel het geval is.

Bij het verdwijnen van organische stof ten gevolge van rijping is de absolute afbraak dus van veel groter orde dan de grafieken en navolgende cijfers tonen.

1.3.3 Het watergehalte (A-cijfer)

Ook bij het A-cijfer zien we een duidelijk verband met het afslibbaarcijfer. In sommige gevallen (bijvoorbeeld bij gorzen) is de spreiding van de puntenzwermen minder groot dan bij de organische stof het geval is. Ook hier is dus het trekken van gemiddelde curven die voor elk stadium het verband tussen afslibbaar en A-cijfer voorstellen, niet moeilijk. We zien dat de lijnen, nadat ze bij lage afslibbaarwaarden iets minder gaan hellen, de ordinaat snijden op een punt, dat overeenkomt met een A-cijfer van 20 à 25. Dat betekent dat slibarm zand dus 20 à 25 g water per 100 gram droog zand bevat.

We kunnen aannemen dat alle zandmonsters, ook die uit de polders, vrijwel geheel met water verzadigd waren, daar ze vrijwel steeds uit de diepste delen van de profielen werden gestoken. Het poriënvolume van 100 g zand kan dus gelijkgesteld worden met het A-cijfer en bedraagt dus 20 à 25 cc. Het minerale volume van 100 g zand is $\frac{100}{2,65}$ = 37,5 cc.

Het poriënvolume bedraagt dus 35 à 40% van het totale volume. De wijdste bolstapeling geeft een poriënvolume van ca.48%, de nauwste pakking van ca.26%. Het lijkt er dus op, dat het zand in betrekkelijk ruime ligging is gesedimenteerd en dat het - daar oude en jonge afzettingen in dit opzicht geen verschil tonen - ook in deze toestand blijft verkeren. Dit zal zijn oorzaak wel vinden in het feit, dat zandkorrels niet bolvormig en betrekkelijk ruw van oppervlak zijn (zie ook DOMINGO, 1951).

Het in de poriën aanwezige water is niet aan het sediment gebonden en kan, dank zij de grofheid van het zand, als het grondwater daalt, weglopen. Naarmate het slibgehalte toeneemt worden de poriën gevuld met fijnere, deels colloidale delen. Het 'vrije' water neemt dan steeds meer af en het is te verwachten, dat bij een enigszins aanzienlijk slibgehalte al het water in de fijne capillairen van het colloidale klei-humus-systeem min of meer gebonden is.

Naarmate het gehalte aan afslibbare delen (en daarmee ook de humus) afneemt, wordt het vrije water steeds meer van belang. Deze omstandigheid is de oorzaak van de geringere helling van de A-cijferlijn bij benadering van het punt, waar het gehalte afslibbaar 0 is. Het verloop van de A-cijfer-afslibbaarlijn is ook in de zoute gebieden hetzelfde. Ook daar gaat de lijn met een iets geringere helling bij ca.20 door de ordinaat.

Vergelijken we de watergehaltecurven met de humuslijnen,dan zien we (afgezien van het gedrag bij de lagere afslibbaarwaarden) een

zeer frappante overeenkomst. De lijnen voor de verschillende rijpingsstadia vallen bijna geheel samen, wanneer de ordinaten van de grafieken de juiste verhouding hebben. Ook het verschil tussen de lagen binnen een profiel is gelijk gericht, zij het minder uitgesproken. De punten, die buiten de zwerm vallen, hebben betrekking op dezelfde monsters als de punten die zich bij de humusprofielen afwijkend gedragen.

De grote overeenkomst blijkt ook duidelijk, als we de gehaltecijfers bij benadering uitdrukken per gram afslibbaar of lutum, waartoe we de gegevens aan beide grafieken ontlenen. Wij nemen daarbij aan dat alle lijnen geheel recht zijn en door het nulpunt gaan, hoewel dit (in het bijzonder voor de lagere afslibbaarwaarden) wat betreft het A-cijfer niet geheel nauwkeurig is en we bij de hogere afslibbaarwaarden een kleine fout maken ten aanzien van het humusgehalte. Ten einde de vergelijkingen zo betrouwbaar mogelijk te doen zijn, zijn alle herleidingen bij eenzelfde afslibbaarwaarde (50%) uitgevoerd.

Wanneer men zou kunnen aannemen dat het slib zelf geen water bindt en dat de humus in alle stadia even veel water geabsorbeerd houdt, dan zou deze hoeveelheid water ca.10 g per gram droge organische stof bedragen en dat zou dan gelden voor ieder rijpingsstadium. Het is echter algemeen bekend, dat slib wel degelijk water bindt; daar dus de eerste aanname onjuist is, moet dit ook gelden voor de tweede; het watergehalte van de humus is dus in de verschillende rijpingsstadia niet gelijk. De overeenkomst tussen de lijnen van humus- en watergehalte is dus slechts schijn en wordt veroorzaakt door het elkaar tegenwerken van twee verschijnselen, nl. waterverlies uit zowel humus als slib en afname van de verhouding humus-afslibbaar, ten gevolge van de afbraak van humus. De verlaging van het A-cijfer geschiedt dus bij colloidrijke gronden op twee manieren, nl. door dehydratatie van humus en klei en afbraak van waterbindende humus. Het water, dat bij de dehydratatie verloren gaat, kan zowel direct als via de vegetatie verdampen en ook wegzakken in de ondergrond.

We zullen nu trachten na te gaan op welke wijze het watergehalte van de humus en het slib in de diverse rijpingsstadia verschilt. Het is daartoe nodig aan te nemen, dat de verhouding in absorberend vermogen tussen slib (lutum) en organische stof bij elke verzadigingsgraad gelijk is. De aanwezigheid en het waterbindend vermogen van calciumcarbonaat verwaarlozen we. De verhouding tussen watergehalte, organische stof, lutum- en zandgehalte is dan uit te drukken in de volgende formule:

$$A = 0{,}2\ Z + n(L + b\ H) \quad \ldots\ldots (1)$$

Hierin is A het watergehalte van 100 gram droge grond, L het lutum-, Z het zandgehalte en H het gehalte aan organische stof, n is het watergehalte van 1 gram lutum in het betreffende rijpingsstadium, b is de verhouding tussen het waterbindend vermogen van lutum en organische stof. De factor 0,2 duidt op het waterbindend vermogen van 1 gram zand zoals dat hierboven bleek. De factor n is uitsluitend af-

hankelijk van het rijpingsstadium en bijgevolg een goede karakteristiek daarvoor, die men kan berekenen als de overige grootheden in de formule bekend zijn. Men kan ook, zoals SMITS (1951) en ZUUR (1958), een nauwverwante n-waarde berekenen uit de algebraische vergelijking van de lijnen in fig.51: deze is

$$A = 20 + n(L + b\ H) \quad \ldots\ldots (2)$$

De berekeningen zijn hier iets gemakkelijker daar men de term 0,2Z niet behoeft te verwerken. De waarde van n is hier iets kleiner dan het watergehalte van 1 gram lutum. Ten einde vergelijking met gegevens van de bovengenoemde auteurs gemakkelijk te maken is met de formule (2) gewerkt. In de tabellen is echter ter wille van een meer aansprekende concrete omschrijving, n beschreven als het watergehalte van 1 gram lutum zoals bij formule (1). In werkelijkheid is dit bij relatief hoge humusgehalten t.o.v. het lutumgehalte, ca. 0,1, bij lage humusgehalten 0,2 gram hoger dan de in de tabellen gegeven waarden van n, die men overigens, gezien de betrekkelijke grofheid van de bepalingsmethode, ook als benaderingen moet beschouwen. De waarden voor A, L, H en Z zijn via eenvoudige laboratoriumanalyse te verkrijgen. De waarde voor b kan volgen uit de volgende grafische bewerking: formule (1) laat zich namelijk ook als volgt schrijven:

$$\frac{A-20}{L} = n + nb\,\frac{H}{L} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

Hierin vervullen n en nb de rol van constanten. Wanneer men nu beschikt over materiaal waarin n en b inderdaad constante grootheden zijn, kan men deze vergelijking grafisch weergeven door $\frac{A-20}{L}$ op de ordinaat en $\frac{H}{L}$ op de abcis uit te zetten. Het bleek echter moeilijk, voldoende homogeen materiaal uit onze cijfers te verkrijgen. Slechts binnen de niet te natte Salicetumgrienden is de spreiding van de watergehalten van het lutum zo klein en de variatie in $\frac{H}{L}$ waarde voldoend groot dat een enigermate betrouwbare lijn valt te trekken, zie fig.51a. Bij de jongere stadia is deze spreiding veel groter en zijn ook nogal wat monsters met te lage lutumgehalten aanwezig. Bij de polders zijn de humusgehalten overwegend te laag en te nauw met het lutumgehalte gecorreleerd, om betrouwbare en voldoend gespreide $\frac{H}{L}$ waarden te kunnen opleveren.

Uit fig.51a blijkt nu dat b ca. 4 bedraagt. Bij het Bodemkundig Laboratorium van de Zuiderzeewerken neemt men een waarde van 3 aan voor deze constante. Een verschil in aard van de organische stof in zoete en zoute gronden kan van dit onderscheid de oorzaak zijn. Inderdaad zou het hogere gehalte aan slechts ten dele verteerde vegetatieve organische stof (celstructuren etc.) een groter waterbergend vermogen van zoete gronden kunnen verklaren. Het is echter duidelijk dat een kleine verschuiving in de lijn van fig.51a reeds een aanzienlijke verandering van n en daarmee ook b kan veroorzaken. Zeer betrouwbaar is onze bepaling van het b-cijfer dan ook niet.

In verband met het bovenstaande zijn nu de navolgende cijfers berekend zowel met een waarde b = 3 als b = 4 voor zover het de

niet rijpe zoete gronden betreft. Voor de polders en de kwelders is 3 aangehouden. Hier maakt het overigens weinig uit, daar de organische stofgehalten er relatief gering zijn.

In tabel C (zie Engelse samenvatting) zijn de watergehalten in grammen per grom lutum en organische stof in de verschillende rijpingsstadia gegeven.

Uit deze cijfers zien we, dat naast de afname van het humusgehalte, de uitdroging van humus en klei bij het rijpingsproces in de Biesbosch een belangrijke rol speelt.

1.3.4 Het verloop der veranderingen in het bodemprofiel tijdens het rijpingsproces

In het voorgaande is er reeds op gewezen, dat de diverse bodemlagen verschillen in humus- en watergehalte. De sterkste verschillen treden op in het S a l i c e t u m -griendstadium. Wij kiezen daarom het bodemprofiel van de griend, ten einde het verloop van het rijpingsproces binnen het profiel te volgen. In fig.19e is het A-cijfer, in fig.19g het humusgehalte per laag voor een S a l i c e t u m griend uitgezet.

Op overeenkomstige wijze als voor de gemiddelde waarden der verschillende rijpingsstadia is gedaan, kan nu ook voor de verschillende lagen van het griendprofiel het watergehalte van humus en slib worden berekend; de resultaten vindt men in tabel D (zie Engelse samenvatting. Uit de cijfers blijkt dat het watergehalte van de fractie beneden 16µ en dat van de humus voor de verschillende lagen weinig uiteenloopt. Het grote verschil in A-cijfer vindt zijn oorzaak in het verschil in humusgehalte. De bovenste laag heeft een humusgehalte dat weinig afwijkt van het gehalte van de gorzen en ruigten; dat van de onderste lagen wijkt weinig af van wat voor de polders werd gevonden. Er blijkt echter tussen de lagen slechts een uiterst gering verschil in rijpingsstadium te bestaan (zie kolom 3 en 4).

Het iets kleinere watergehalte van slib en humus van de onderste lagen zou kunnen samenhangen met de ontwikkeling van de hogere stadia uit de lagere stadia van landgroei. In de onderste delen van het profiel is het rijpingsproces reeds (zij het zwak) tijdens de ruigte- en gorstoestand begonnen. In het griendstadium bestaat echter voor de bovenste lagen volop gelegenheid de achterstand in te halen, dank zij de intensieve drainage, door begreppeling of ligging als oeverwal, die het griendstadium kenmerkt. Hierdoor kunnen de verschillen aanmerkelijk genivelleerd worden.

Het verloop van het humusgehalte (dat het A-cijfer zo sterk beinvloedt) moet als volgt verklaard worden. Zoals reeds in het voorgaande is aangetoond, is de afbraak van de humus een essentieel onderdeel van het rijpingsproces. Wij kunnen verwachten dat, overeenkomstig de conclusies op grond van de gegevens van tabel D, over de gehele diepte van het profiel de afbraak een gelijke snelheid zal hebben, waarbij het middelste deel (gezien het iets minder rijpe stadium waarin het verkeert) wellicht enigszins achter zou kun-

nen blijven. In de bovenste delen van het profiel treedt echter een voortdurende verrijking met organische stof op, zowel door aanvoer van vers slib, als (vooral) door het afsterven van wortels en toevoer van strooisel. Deze toevoer van verse organische stof houdt in de bovenste delen gelijke tred met de afbraak ten gevolge van de rijping. Bij toenemende diepte kan hij steeds minder het verlies compenseren, totdat in de onderste laag van de verrijking met humus niets meer valt waar te nemen.

Het resultaat is dus een geleidelijk naar beneden toe aflopend humusgehalte, anders gezegd, de vorming van een A1-horizont.

Opmerkelijk is hierbij dat het gehalte aan organische stof in de laag van 60 - 100 cm vrijwel overeenkomt met dat, wat wij in het polderstadium vinden. De watergehalten van slib en humus zijn echter nog veel hoger dan in de poldertoestand gewoon is. Het blijkt dus, dat het evenwicht tussen de vorming en de afbraak van de humus is bereikt, voordat de waterafgifte van het colloidale deel van de bodem ten einde is gekomen.

De kennis van de periode waarin het teruglopen van het humusgehalte plaatsvindt, is ook van belang, wanneer men wil te weten komen welk deel van het waterverlies uitsluitend veroorzaakt wordt door het verdwijnen van de humus. Hiervoor is het nodig, dat men het watergehalte kent van de humus op het ogenblik dat ze wordt afgebroken. Deze mogelijkheid geven de cijfers van tabel E (zie Engelse samenvatting). Hierin zijn de hoeveelheden water weergegeven die, bij overgang naar het polderstadium (inpoldering), uit de verschillende lagen zullen verdwijnen, verdeeld naar het aandeel, dat humusafbraak en uitdroging eraan hebben.

In deze tabel is de verhouding van de cijfers uit kolom 3 met die van de kolommen 3 en 4 uit tabel D in overeenstemming gebracht. De absolute waarde voor de onderste twee lagen is bekend, omdat alle waterverlies daar door dehydratatie wordt veroorzaakt. Daar uit tabel D de verhouding bekend is, kunnen de dehydratatiewaarden voor de bovenste lagen worden berekend. Wij vinden dan voor het watergehalte van de in afbraak zijnde organische stof voor de bovenste drie lagen respectievelijk: 5,1; 4,7; 5,7 (zie kolom 5). Deze cijfers zijn verkregen door deling van de cijfers uit kolom 4 door die uit kolom 1. Vergelijken we deze waarden met die uit de laatste kolom van tabel D, dan zien we, dat de cijfers vrijwel overeenkomen. De conclusie kan daarom zijn, dat er bij inpoldering vanuit het griendstadium slechts humus wordt afgebroken met een watergehalte, zoals dat in het *Salicetum*-griendstadium in de verschillende lagen voorkomt. Humus, die verder gedehydrateerd is dan in het griendstadium voorkomende, zou dus weinig of niet afgebroken worden.

Uit de cijfers van tabel E blijkt verder, dat in de bovenste laag de humusafbraak het belangrijkste proces is, dat het A-cijfer verlaagt; in de tweede laag is het half om half uitdroging en humusverlies; in de daaronder liggende lagen overheerst de dehydratatie

van klei en humus.

1.3.5 De aandelen van humusafbraak en verdamping (dehydratatie) in het waterverlies.

Ook voor het gehele proces van de fysische rijping binnen het zoetwatergetijdengebied kunnen we nu, op soortgelijke wijze trachten na te gaan welk deel van het waterverlies op dehydratatie van humus en slib berust en welk deel op afbraak van humus. We volgen daartoe het verloop van de verandering van het totale watergehalte, van het watergehalte van het slib en van de humus, benevens de humusafbraak; alles berekend per gram afslibbaar.

Uit tabel B (en fig.51) is het humusverlies af te lezen, d.w.z. het verschil tussen humusvorming en afbraak bij overgang van het ene naar het opvolgende stadium. We stellen nu eenvoudigheidshalve het watergehalte bij overgang van ruigte naar gors op het gemiddelde van de watergehalten van de humus zoals die in beide voorkomen. Hetzelfde doen we voor de overgang van gors naar griend. Voor de overgang van griend naar polder nemen we, in overeenstemming met het in 1.3.4 gevondene, het gemiddelde cijfer dat voor het Salicetumgriend geldt. De aldus verkregen waarden zijn in tabel F (zie Engelse samenvatting) verenigd.

Uit de hierin vermelde cijfers blijkt dat, gerekend over het gehele rijpingsproces, de helft van het totale verlies aan water bij het rijpende sediment (de verlaging van het A-cijfer) het gevolg is van humusafbraak en dat dus slechts de helft op rekening komt van de dehydratatie van humus en slib.

1.3.6 Vergelijking met kwelders

Ter vergelijking zijn in alle tabellen ook gegevens opgenomen, die betrekking hebben op een kwelder; zij zijn ontleend aan HISSINK (1935) en betreffen een profielkuil gelegen voor de Reiderwolderpolder. Alleen de monsters uit de bovenste meter zijn voor de vergelijking gebruikt. Ook van de in ouderdom met de gemiddelde Biesboschpolders overeenkomende Finsterwolder- en Reiderwolderpolder zijn gegevens vergeleken met die uit de Biesbosch. Deze waarden zijn niet in de tabellen opgenomen, omdat ze in niets belangrijk van de Biesboschpolders afweken.

Uit alle tabellen blijkt dat het kwelderstadium, wat dehydratatietoestand van humus en slib betreft, sterk overeenkomt met het gemiddelde griendstadium. Uit de beschrijving van HISSINK (1935) kan men opmaken, dat zijn gegevens betrekking hebben op een beweide en begreppelde overgang van het Puccinellietum naar het Armerieto-Festucetum. Het eerste komt, wat overspoelingsomstandigheden betreft, vermoedelijk ongeveer overeen met de Salicetumgrienden. Het Armerieto - Festucetum zal in rijpingsstadium vermoedelijk overeenkomen met de hogere Salicetumgrienden en deels ook met het Fraxinetum.

Verreweg de meeste polders in het zoete gebied zijn uit griend,

in het zoute gebied uit kwelder (schor) bedijkt. Vergelijking van griend- en kwelderstadium laat zien, hoe groot het verschil in totaal waterverlies tussen deze (toch fysisch nagenoeg even ver gerijpte) ontwikkelingsstadia is. Het dehydratatiewater dat in beide stadia voor het bereiken van de poldertoestand moet worden afgegeven, is ongeveer gelijk. Bij het griendstadium moet bovendien nog ruim 100% door humusafbraak worden afgestaan, waartegenover bij de kwelder nog geen 20% staat.

Het proces van de humusafbraak moet dus bij de fysische rijping in het zoetwatergetijdengebied inderdaad als een zeer wezenlijk onderdeel worden beschouwd. De praktische consequenties die deze humusafbraak meebrengt, zullen in V.2 nader worden beschreven.

1.3.7 Oorzaken van het verschil in het verloop der fysische rijping

In het volgende zullen wij nu achteraf het verschil in rijpingstoestand tussen de verschillende stadia bezien en nagaan wat de oorzaken zijn die dit bepalen.

In de eerste plaats neemt de intensiteit van de overspoeling af van het ruigte- (biezengorzen-) stadium, via de rietgorzen, de Salicetum- en de Fraxinetumgriend, tot de polder waar ze vrijwel niet meer optreedt.

In de tweede plaats is de waterafvoer van belang. Zo liggen verschillende typen van ruigten even hoog of hoger dan de gemiddelde rietgorzen. Afgezien van de kleine oppervlakte oeverwalruigten (die tot hetzelfde rijpingsstadium als de rietgorzen behoren) betreft het hier typische komvegetaties, die door de gebrekkige waterafvoer onrijp blijven ondanks de hoge ligging.

Begreppeling, waardoor de waterafvoer vergroot wordt, doet de komruigten overgaan in het rietgorsstadium. Deze begreppeling wordt uitgevoerd ten behoeve van de rietcultuur. De onderlinge afstand van de greppels bedraagt ongeveer 5 m, hun diepte en breedte slechts enkele dm, uitgezonderd enkele hoofdgreppels die groter zijn.

Gronden, welker ligging reeds het peil van MHW nadert, kunnen nog in het rijpingsstadium van ruigte of gors verkeren, terwijl op gelijke hoogte reeds grienden aanwezig zijn. Dit geldt o.a. voor het kombos (komvariant van het Salicetum albae alismaetosum). De grote oppervlakte aan griend buiten de smalle oeverwallen dankt zijn ontstaan, behalve aan de bekading tot enkele dm boven MHW, aan een zeer intensieve begreppeling, waarbij greppels op ca. 2.40 m afstand worden aangelegd met een diepte en breedte van 50 - 100 cm.

Het verschil tussen de Salicetum- en de Fraxinetumgrienden staat vrijwel steeds in verband met een geringere overspoeling van de laatstgenoemde. Toch kunnen op de hoogte van het Fraxinetum nog Salicetumvegetaties voorkomen en omgekeerd. Hier is vermoedelijk, binnen zekere hoogtegrenzen, de rijpingstoestand de belangrijkste factor, ongeacht het feit of hij door bekading, door extra hoge ligging of door extra goede ontwatering (diepe greppels, smalle akkers, enz.) werd bereikt. Meestal is het eerste het geval.

Hoe minder belangrijk de overspoeling is, des te minder intensief behoeft ook de begreppeling te zijn om een gelijk rijpingsstadium te bereiken. De nog betrekkelijk laag bekade weipolders vertonen een soortgelijk rijpingsstadium als de Fraxinetumgrienden. Ten slotte is in de stormvloedvrij bedijkte polder, waar een normale landbouwdrainage wordt toegepast, een hoog rijpingsstadium gewaarborgd.

De factor tijd speelt, naast de algemene vorm en hoogteligging der sedimenten, voor het bereiken van een bepaald rijpingsstadium een belangrijke rol, zoals bij de hierna volgende beschouwing over inklinking nog nader aangetoond zal worden.

2. DE INKLINKING

2.1 Inleiding

Het proces van de fysische rijping gaat dus gepaard met een volumevermindering der rijpende lagen, waardoor deze lagen een geringere dikte krijgen en het maaiveld lager komt te liggen.

Eerder is uiteengezet, dat de dikte van het slibhoudend pakket op een zandige ondergrond van belang is voor de groei van de landbouwgewassen. Daarom is de dikte van dit pakket een belangrijk criterium bij de bodemkartering in de Biesbosch. Het is nu duidelijk dat het van belang is, te kunnen voorspellen hoe dik een buitendijks slibhoudend dek na inpoldering en volledige rijping van de bodem zal zijn. Eveneens is van belang de mogelijkheid, de toekomstige maaiveldhoogte te kunnen schatten. Van deze hoogte zal immers de diepte, waartoe ontwaterd moet worden, afhangen.

De hoogte van het maaiveld is niet alleen afhankelijk van de volumevermindering der rijpende lagen. De verhoogde spanning tussen de korrels, als gevolg van de sterkere kromming der meniscussen, zet zich voort in de diepere lagen waar geen lucht toetreedt (HUIZINGA, 1940). De grondmassa boven het grondwater gaat een grotere druk uitoefenen op de ondergrond. Wanneer deze samendrukbaar is zoals dat bij colloidrijke gronden het geval is, wordt het volume van de onderste lagen verminderd onder uitdrijving van water.

Hoe groter het gehalte aan humus en fijne minerale delen is, des te groter zal deze samendrukking zijn. Natuurlijk is deze samenpersing, die op zichzelf ook verlaging van het maaiveld ten gevolge heeft, afhankelijk van de diepte waarop ontwaterd wordt.

De diktevermindering van het aan doorluchting blootgestelde bovenste bodempakket is, in tegenstelling tot die van de diepere lagen, vrij goed bestudeerd. De gegevens voor dit onderzoek werden verkregen met de methode HISSINK (1935)(zie 1.2).

2.2 De inklinking van de bovengrond

2.2.1 Het volume van de bodemcomponenten

2.2.1.1 Inleiding

In het voorgaande is reeds besproken op welke wijze men door bemonstering en berekening komt tot het A-cijfer (watergehalte per

drooggewicht) en het V.G. (volumegewicht). Met behulp van deze cijfers kan men het volume en de vaste delen van het water in procenten aangeven, wanneer het soortelijk gewicht bekend is. Daar van alle monsters het humusgehalte en het gehalte aan koolzure kalk bekend is, kan men ook voor deze bodembestanddelen een volumepercentage opgeven. Het getal 100, verminderd met de som van alle berekende volumepercentages, geeft de hoeveelheid lucht aan, die in de grond aanwezig is. Voor de minerale delen is een s.g. van 2.65, voor koolzure kalk van 2.93 en voor humus van 1.40 aangenomen.

In verhouding tot het volume van water en minerale delen zijn de b e r e k e n d e volumes van droge humus en kalk gering. In w e r k e l i j k h e i d is het volume van de humus ten gevolge van een meer of minder aanzienlijk watergehalte, veel groter; het kan bijvoorbeeld bij de rietgorzen zesmaal zo groot zijn als het berekende volume voor de droge, niet poreuze toestand (zie tabel F).

Het berekende luchtvolume is niet erg betrouwbaar. Het is een restwaarde, waarin alle fouten (zoals monsterfouten, analysefouten en verkeerde aanname van constanten) die eerder gemaakt werden, geaccumuleerd worden.

In het bijzonder komt het bij rietgorzen voor, dat dode wortelstokken gevuld zijn met water, dat na het afsnijden van de inhoud van de monstercylinder, wegloopt. Levende wortelstokken zijn van nature gevuld met lucht. Deze lucht komt nu als poriënvolume uit het rekenresultaat te voorschijn, wat natuurlijk niet juist is. Het betreft hier echter wel reële holten in de bodem die, als het gaat om bepaling van klink, het beste bij het luchtvolume gerekend kunnen worden.

Van drie rijpingsstadia is een profiel weergegeven (rietgors, griend en polder), waarin de verschillende bestanddelen van de bodem in volumepercenten zijn aangeduid (fig.52). Tevens is het gehalte aan afslibbaar, lutum, humus en koolzure kalk in gewichtspercenten vermeld en de kleur volgens de Munsell Color Chart aangegeven. In deze profielen (kuilen 5, 28 en 7) is de textuur ongeveer gelijk.

2.2.1.2 Het luchtvolume

De poldermonsters zijn in het voorjaar (maart) genomen, wat het lage luchtgehalte verklaart. Overigens komt goed tot uitdrukking, dat de bovenste laag een groter poriënvolume bezit dan de onderste. Bij het griendprofiel ziet men een toename van het luchtgehalte bij afname van de diepte. Deze tendens is ook bij de andere profielkuilen, zowel in polders als grienden, aanwezig. Het berekende luchtgehalte voor het gorsprofiel is, vergeleken met dat van de vorige profielen, hoog; het vertoont geen verband met de diepteligging. Dit berekende luchtvolume moet dan ook afkomstig zijn uit de levende wortelstokken en stengeldelen en de bij het afsnijden van de monsters leeglopende, dode wortel- en stengelresten.

Voor een aantal profielen (kuil 9, 11 en 12) is het berekende luchtgehalte nog groter. Het betreft plaatsen waar het gors reeds

enige tijd bedijkt was of waar, door vloedkomeffect van een ingebroken polder gedurende enige maanden geen hoogwater meer was geweest. Hier is waarschijnlijk wèl lucht in het bodemprofiel buiten wortels e.d. aanwezig. De cijfers wijzen er nu op, dat uit het bovenste deel van het profiel reeds vrij veel water is verdampt of uitgezakt. Het volume is echter weinig of niets veranderd, hetgeen blijkt uit de grote overeenkomst, die het volume minerale delen (zie fig. 50i) van deze gorzen met dat van de andere gorzen vertoont. Bovendien was er in het veld niets dat erop duidde, dat klink was opgetreden en viel van scheurvorming weinig of niets te bespeuren. Bij kuil 10 trad in de bovenste 30 cm een zeer intensieve roestvorming op langs fijne scheurtjes, in kuil 11 en 12 was van een extra roest- of scheurvorming weinig of niets te zien.

Het gemiddelde A-cijfer per eenheid afslibbaar, zoals dit in tabel B voorkomt, is ten gevolge van het bovengenoemde waterverlies door deze bijzondere omstandigheden vermoedelijk dus iets te laag. De grote lijn wordt hierdoor echter niet gewijzigd.

2.2.1.3 Het volume van het water en de vaste delen in natte toestand

Het volume van het water in de verschillende rijpingsstadia neemt duidelijk af van rietgors via griend naar polder. Dit water is voor het grootste deel geadsorbeerd aan de fijne minerale fracties en de humus en slechts voor een gering deel in min of meer vrije toestand aanwezig. Nemen we ook nu weer aan, dat alle water in een vaste verhouding aan humus en slib is gebonden, dan geeft een berekening de hoeveelheid die aan elk gebonden is, aan. Wanneer men bij deze waarden de volumes droge minerale delen en organische stof optelt, krijgt men het totaal volume der natte bodemcomponenten. In de figuren is het watervolume verdeeld in twee delen die ieder het percentage aangeven dat aan humus, respectievelijk aan minerale delen is gebonden. In tabel G (zie Engelse samenvatting) zijn voor de bovenste lagen van de drie profielen de volumepercenten natte humus aangegeven (zie ook fig.52).

Uit deze cijfers blijkt, dat de bodem van het rietgors nauwelijks voor de helft uit natte minerale delen bestaat en voor de rest uit natte organische stof. Bij de griend is de minerale bodemcomponent reeds duidelijk de belangrijkste, terwijl in de polder de humus als bodemopbouwend bestanddeel, wat massa betreft, van weinig belang meer is.

2.2.1.4 Het volume der vaste bodembestanddelen in droge toestand

Uit de figuren 50i, j en k blijkt, dat het volume van de minerale delen toeneemt van rietgors naar polder. Anders dan bij water en humus gaat er tijdens het rijpingsproces vrijwel niets van de minerale delen verloren. Verandering van het volumepercentage van de minerale delen kan dan ook alleen het gevolg zijn van een wijziging in het totale volume van de ongeroerde grond. Het droge volumepercentage van de minerale delen is dus een maat voor de volume-

verandering tijdens de rijping. Vergelijking van de volumepercentages aan droge minerale delen in de verschillende stadia stelt ons in staat langs empirische weg de volumeverandering te voorspellen, die bij de overgang van twee rijpingsstadia optreedt. De verticale component van de volumeverandering, de klink, is vrijwel recht evenredig met de volumeverandering der minerale delen (zie fig.53).

Naast de silicaatbestanddelen spelen droge humus en kalk een rol. Daar het echter weinig uitmaakt of men deze kleine volumepercentages meerekent en de hoeveelheid tijdens de rijping (in tegenstelling tot die van de zand- en kleidelen) niet constant is, wordt eenvoudigheidshalve slechts het volume van de minerale delen bij de klinkberekening gebruikt en wordt het droge kalkvolume verwaarloosd.

Men kan met dezelfde gegevens het klinkpercentage ook voorstellen als de verhouding tussen het 'specifiek volume' voor en na de rijping. Het 'specifiek volume' is dan het volume van 1 gram droge grond in natuurlijke ligging uitgedrukt in cc. Ook hier is een benadering nodig, doordat het drooggewicht van de grond tijdens de rijping verandert ten gevolge van de afname van humus- en kalkgehalte.

Met opzet wordt hier de meer concrete wijze van voorstellen gebruikt met behulp van het volume der minerale (silicaat) bestanddelen, omdat deze meer spreekt tot hen, die niet ingewijd zijn in de materie der fysische rijping.

Reeds eerder is uiteengezet, dat het totale volume en dus ook het daarvan afhankelijke volumepercentage der minerale delen afhankelijk is van het watergehalte. Dit watergehalte is behalve van het rijpingsstadium, ook afhankelijk van het gehalte aan humus en fijne minerale delen. Derhalve is het volume van de minerale delen en daarmede de grootte van de klink ook afhankelijk van het gehalte aan afslibbare delen en humus. Daar nu het humusgehalte in een bepaald verband staat tot het gehalte afslibbaar, kunnen we de bepaling van de klink vastkoppelen aan de twee grootheden: rijpingsstadium en gehalte afslibbaar.

In het veld is het rijpingsstadium kenbaar aan de vegetatie of het bodemgebruik. Het gehalte aan afslibbare delen is te schatten. Hierdoor is het mogelijk voor een geheel gebied een schatting van de te verwachten klink voor elk bodemprofiel te maken.

Aan de hand van de uit de profielkuilen verkregen gegevens is nu voor elk rijpingsstadium een grafiek (fig.50i, j, k) getekend, waarin het volume van de minerale delen is uitgezet tegen de hoeveelheid afslibbaar materiaal. Zoals te verwachten is vertonen de aldus verkregen puntenzwermen een duidelijke overeenkomst met die van de A-cijfers en het humusgehalte in verband met de afslibbare delen. De rietgorzen geven weinig spreiding; alleen vertonen de enigszins doorluchte monsters soms een neiging tot een vergroting van het volumepercentage aan minerale delen. Bij de grienden is weer duidelijk het verschil in diepte beneden maaiveld waar te nemen, terwijl de Fraxinetumgriend hiervan weer sterk afwijkt. De polders vertonen een grotere spreiding dan bij de A-cijfers en humuscijfers

per hoeveelheid afslibbaar (lutum) berekend werd.

Hoewel dus de spreiding soms vrij groot kan zijn, kunnen de lijnen in het kader van het onderzoek o.i. voldoende betrouwbaar geacht worden, omdat ze elkaar steunen.

Met behulp van de aldus verkregen curven kan men nu voor elke waarde van het gehalte afslibbaar de klink berekenen, die bij overgang van het ene rijpingsstadium in het andere te verwachten is.

2.2.2 De klink in de bovengrond in verband met de factor tijd

Voor het berekenen van de te verwachten klink is het nodig te weten, welke plaats de factor tijd bij het proces inneemt.

In de jonge stadia is deze factor min of meer ondergeschikt aan overspoelingsinvloeden, vegetatie, afwatering e.d. De invloed binnen elk stadium is moeilijk na te gaan en ook het verloop in de tijd bij overgang van het ene in het andere jonge aanslibbingsstadium kan niet uit de analysecijfers gevonden worden, daar over de tijdstippen, waarop ruigte overging in rietgors of rietgors in griend, niets bekend is. Daarentegen zijn de monsterplekken in de polders zodanig gekozen, dat er een reeks van toenemende ouderdom kon worden opgesteld. De leeftijden van de polders werden ontleend aan SCHÖNHAGE (1940). Nu is het aangeven van de leeftijd van een polder geen eenvoudige zaak. Zo is het vrijwel niet na te gaan, hoe lang de betreffende plek deel heeft uitgemaakt van een laagbekade weidepolder.

Ten einde het verloop in de tijd te kunnen volgen, is het nodig slechts die polders te vergelijken, die een gelijke ontwatering hebben. Hierover kan men, voor wat de huidige toestand betreft, wel waarnemingen doen, maar over het verleden weet men niets in een gevarieerd landschap als de Biesbosch.

Men kan aannemen, dat de meeste polders eerst betrekkelijk laag bekaad zijn geweest en 's winters nog regelmatig onderliepen. Deze tijdelijke overspoeling, die hoogstens enkele uren tot een dag duurde, zal van minder invloed zijn geweest op de rijping, dan de drainage, waarover niet veel bekend is. Bovendien heeft men nooit volkomen zekerheid over het stadium, waarin de gekozen monsterplaats verkeerde toen zij tot poldergrond werd gemaakt. Verreweg het grootste deel van de oppervlakte moet echter bij de inpoldering wel Salicetumgriend geweest zijn. Binnen het griendstadium kan de factor tijd, al of niet gepaard gaande met geleidelijke vermindering van de overspoelingsintensiteit, echter reeds een Fraxinetumstadium bewerkstelligd hebben.

In een geval, waarin een 10-jarige polder werd bemonsterd, bleek achteraf, dat de griend die 10 jaar geleden bedijkt werd, omstreeks 70 jaar geleden van polder tot griend gemaakt werd. Vermoedelijk heeft deze griend wel in het Fraxinetumstadium verkeerd, zodat ook daardoor reeds het vergevorderde rijpingsstadium, dat uit de analyses bleek, niet verbazingwekkend is (Bloedakker, kuil nr.30).

Aan de resultaten van de te maken vergelijking mag, gezien de onzekerheid bij het bepalen van de grondslagen, niet al te veel waar-

de worden gehecht. Wel kan het gevondene als illustratie van de vermoedelijke gang van zaken dienen.

In figuur 54 zijn voor enkele afslibbaarwaarden de dikten weergegeven, die een kleilaag achtereenvolgens vertoont bij inpoldering in het Salicetum-griendstadium. De verschillende waarden zijn verkregen uit de lijnen van fig.50l.

Uit de verkregen figuur kan blijken dat, indien de griend bij de inpoldering in het Salicetumstadium verkeerde en de ontwatering vanaf het begin redelijk geweest is, het belangrijkste deel van de inklinking in de eerste 100 jaar na de inpoldering plaatsvindt. De 40 jaar oude polder, die het verloop van het traject 0-100 beheerst, is betrekkelijk slecht ontwaterd (Slek of Keizersdijk, kuil nr. 17 en 19). De bovenste lagen, die goed ontwaterd zijn, hebben echter ook een betrekkelijk laag V.G., zodat toch wel aangenomen mag worden, dat de klink gedurende de eerste 80 à 100 jaar betrekkelijk geleidelijk verloopt. Er treedt dus vermoedelijk niet direct na de inpoldering een plotselinge sterke klink op, die na korte tijd (enkele jaren bijvoorbeeld) reeds veel minder intensief is, maar het lijkt erop, dat het inklinkingsproces na inpoldering en ontwatering begint en, zonder dat de intensiteit in belangrijke mate afneemt, doorgaat gedurende een periode van 80 tot 100 jaar. Het inklinkingsproces wordt daarna in zeer vertraagd tempo voortgezet.

Over het tempo bij inpoldering vanuit het gorsstadium zijn geen bepalingen gedaan. Op grond van visuele waarneming kan echter als waarschijnlijk worden aangenomen dat de rijping gedurende de eerste jaren in de bewortelde zone zeer snel voortschrijdt. De intensieve verdamping door het riet, dat zich de eerste paar jaren nog kan handhaven, is hieraan mede debet. Het eindpunt zal daar bij vergelijkbare ontwatering slechts weinig later dan bij de griendgronden worden bereikt.

2.2.3 Het hoogteverlies van het maaiveld door egalisatie

In het voorgaande is steeds gesproken over inklinking ten gevolge van fysische rijping. Er is echter nog een factor, die de dikte van de bovenste lagen van het profiel en de toekomstige hoogteligging van het maaiveld bepaalt.

Zoals reeds werd opgemerkt, zijn rietgorzen en grienden steeds begreppeld. Na eventuele inpoldering zullen deze greppels worden geegaliseerd, hetgeen uiteraard geschiedt ten koste van de hoogteligging der tussen de greppels aanwezige akkers.

In figuur 55 is een tweetal formules gegeven, waarmee de maaivelddaling ten gevolge van de egalisatie berekend kan worden wanneer de diepte van de greppels en de breedte van de akkers en greppels bekend is. Het spreekt vanzelf, dat dit verlies door egalisatie berekend moet worden, voordat klinkberekening wordt toegepast. De daarna verkregen waarden kunnen verder in de klinkformule (2.2.4) worden verwerkt. Daar juist de bovengronden relatief sterk klinken blijkt het effect van de egalisatie op het eindresultaat betrekkelijk

gering. Voor de rietgorzen kan de factor egalisatie geheel worden verwaarloosd, omdat de greppels daar zeer smal en ondiep en de akkers vaak relatief breed zijn, terwijl de klink zeer sterk is. Het hoogteverlies door egalisatie valt daar in de orde van enkele cm en is dus niet van betekenis. In de grienden moet wel rekening gehouden worden met de egalisatie. Gesteld dat de akker (a) 3 meter, de greppels (c) 1 meter breed zijn en de laatste een diepte hebben van (b) 1 meter (maten, die in relatief sterk begreppelde grienden voor kunnen komen), dan geeft de formule van figuur 55a een hoogteverlies van $x = \frac{1 \times 1}{3+1} = 0.25$ meter. Daar de bovengrond van de griend nog ruim 50% moet klinken, draagt de egalisatie hier dus met ruim 1 dm bij tot de verlaging van het maaiveld.

Bij de kartering werd nu met behulp van de formule de te verwachten waarde van de egalisatiefactor per griend geschat. In de meeste gevallen beliep het berekende effect van egalisatie op het hoogteverlies van ½ tot 1 dm en zelden 1½ dm of meer; waarden dus, die omstreeks of iets boven de foutgrens van de klinkberekening schommelen. Het verlies door egalisatie, door grotere geulen veroorzaakt, werd buiten beschouwing gelaten.

2.2.4 De berekening van de toekomstige bodemprofielen

Bij het bepalen van de te verwachten klink moet men in de eerste plaats weten over welke periode de berekening gemaakt moet worden. Nu wordt de termijn van afschrijving van cultuurtechnische en waterstaatkundige werken meestal op 80 tot 100 jaar gesteld. Bij de Zuiderzeepolders wordt de klinkvoorspelling dan ook steeds op deze termijn gebaseerd. Het ligt voor de hand, dit ook bij de Biesboschgronden te doen, te meer daar juist binnen deze periode vermoedelijk het belangrijkste deel van de klink is afgelopen.

Door vergelijking van de verschillende grafieken, die het verband aangeven tussen het volume minerale delen en afslibbaar van de jongere rijpingsstadia met die van de 100-jarige polder, is nu voor elk stadium het klinkpercentage in 100 jaar te berekenen. In figuur 56 is dit grafisch weergegeven. Voor de verschillende stadia is nog onderscheid gemaakt tussen geheel gereduceerde bodem en enigszins geoxydeerde bodem.

In het Cariceto remotae-Fraxinetum (V0) is slechts één profielkuil aanwezig in een zeer oude griend. Vermoedelijk is dit een betrekkelijk extreem geval. Het gemiddelde Fraxinetum zal waarschijnlijk meer overeenkomen met de jonge polder.

Bij het toepassen van de gevonden waarden is geen rekening gehouden met de verschillen binnen de hoofdstadia. Voor elk daarvan is de gemiddelde waarde aangehouden. Dit is, gezien de aard van de berekeningen, een verantwoorde vereenvoudiging.

Ten einde de veldgegevens op een gemakkelijke wijze te kunnen omrekenen, werden met behulp van de klinkgrafieken, tabellen samengesteld (tabel H; zie Engelse samenvatting). Daarin kan voor elk rijpingsstadium per zwaarteklasse direct de toekomstige dikte der ver-

schillende lagen van het bodemprofiel worden afgelezen, wanneer de huidige dikten en het eventuele dikteverlies door egalisatie bekend zijn. Deze tabellen zijn bruikbaar voor gronden, die opgebouwd zijn uit een homogeen kleidek, naar beneden toe, al of niet via een gelaagd deel, overgaand in zand. De zwaarte van de overgangslaag is aangenomen op een waarde, die berust op het slibgehalte, dat in deze laag overheerst. Ook het homogene kleidek wordt geacht over de gehele diepte een gelijk gehalte afslibbaar te hebben. De zwaarteklassen, waarin de tabellen verdeeld zijn, vallen natuurlijk samen met die welke bij de kartering in het veld werden gebruikt (VII.3.3). Per tabel zijn de klinkwaarden berekend voor de gemiddelde afslibbaarwaarden van de zwaarteklassen.

Afwijkende profielen moeten afzonderlijk met behulp van de in tabel H gegeven omrekenfactoren en laagsgewijs worden bepaald. De berekeningen zijn opgesteld voor een ontwateringsdiepte die toelaat, dat uiteindelijk een profiel ontstaat, waarvan de bovenste 80 tot 100 cm geheel uitgerijpt zijn. De betekenis hiervan is verderop uiteengezet (2:2.5).

Hoe minder diep de ontwatering is, des te geringer zal de inklinking zijn. Nu zijn er twee omstandigheden, die de invloed van de diepte van de ontwatering op de dikte van het kleidek verzwakken. In de eerste plaats kan onder de grondwaterspiegel toch nog klink optreden ten gevolge van de samendrukking door de bovenste rijpende lagen. Deze samendrukking is wel niet zo groot, maar compenseert toch een deel van de vermindering van klink ten gevolge van een minder diepe ontwatering. Ten tweede is het onderste deel van de profielen in de meeste gevallen relatief arm aan colloidale delen, zodat de bijdrage die deze onderste lagen aan de inklinking van het gehele profiel leveren, betrekkelijk gering geacht moet worden. Toch zal men bij de interpretatie van de kaarten terdege rekening moeten houden met de ontwateringsgraad.

Dat het door middel van deze berekeningen verkregen kaartbeeld van het buitendijkse gebied (en in het bijzonder van de grienden) redelijk aansluit bij dat van het bedijkte, is een aanwijzing dat de orde van grootte der berekeningen juist moet zijn. In een zo heterogeen gebied, waar menselijk ingrijpen de natuurlijke ontwikkeling in allerlei opzichten zo intensief doorkruist, is het zeer de vraag of een meer exacte methode een betrouwbaarder resultaat zou hebben geleverd.

Bijlage 5 figuur K geeft ten slotte een duidelijke illustratie van de wijze, waarop kleidikte en reliëf beinvloed kunnen worden door de verschijnselen van de klink. De bijzonder sterke klink van het rietgors in vergelijking met die van de griend valt sterk op.

2.2.5 De toekomstige hoogteligging van het maaiveld

De inklinking heeft dus een verlaging van het maaiveld tot gevolg. Ten einde een indruk te krijgen van de orde van grootte is al in tabel I (zie Engelse samenvatting) de daling voor de belang-

rijkste bodemtypen aangegeven. Daarbij zijn twee cijfers gegeven, t.w. een gemiddelde waarde en de spreiding, berekend uit de diktekklasse van het homogene kleidek, waarin de typen liggen. Verder is er een onderscheid gemaakt naar het rijpingsstadium: de Salicetum griend en de gorzen. Evenals bij de berekening van de dikte van het slibhoudende dek, gelden de verkregen cijfers voor de omstandigheid, dat er na de inklinking nog een doorluchte laag van ca. 80 cm aanwezig is. Voor het ene profiel is daartoe een diepere ontwatering nodig dan voor het andere.

Blijkens het vegetatie-onderzoek liggen de meeste rietgorzen van 80 tot 30 cm onder MHW, d.i. op ca. 50 tot 100 cm + NAP. De cijfers uit de tabel laten nu zien, dat een groot deel van de rietgorzen, zoals de typen G1d en G2d (VII.4) na inklinking ongeveer op NAP zullen komen te liggen. Voor zware gronden in dikke lagen kan men in bijzondere gevallen zelfs wel tot een waarde van 100 cm -NAP komen. Hiertoe zou echter een ontwateringsdiepte nodig zijn van minstens 180 cm -NAP. Het is niet te verwachten, dat men tot een dergelijke diepe ontwatering zou overgaan. Daarom zal een zodanige klink dan ook niet kunnen optreden. Hieruit volgt echter ook dat het grootste deel, wellicht zelfs alle als G3d gekarteerde gronden, voor zover het gorzen betreft, nimmer een G3-profiel maar steeds een G4-profiel zullen dragen, dat echter nooit diep ontwaterd zal kunnen zijn. De grootte van het door dit type onder gors beslagen oppervlakte is overigens gering en het is slechts ontstaan, waar in diepe geulen reeds ver beneden laagwater een slibrijke afzetting kon worden gevormd. In figuur 57 is schematisch weergegeven hoe de ontwateringsdiepte de inklinking beinvloedt.

De grens van 55 cm dikte kan nog net worden bereikt bij een ontwateringsdiepte van omstreeks 100 cm -NAP. Naarmate de grondwaterstand na inpoldering hoger boven dit niveau zal komen te liggen, zal het type G3 meer en meer de plaats gaan innemen van de gronden, die nu op de kaart als G2 zijn aangeduid.

De P-profielen in de gorzen zullen over het algemeen, wat het maaiveld betreft, een iets minder laag niveau bereiken dan de G-profielen met een overeenkomstig dik homogeen kleidek, doordat de gelaagde ondergrond, die ook nog een bijdrage tot de klink levert, daar ontbreekt. Vooral de dunnere zullen na verloop van tijd vermoedelijk vrij hoog boven de omgeving gaan uitsteken. Dit zal eveneens het geval zijn bij enkele PL-profielen, al zullen deze laatste echter waar het grote complexen betreft, zelden boven of althans ver boven NAP uitkomen. Vele liggen nu immers al als lage gronden (biezengorzen en kale onbegroeide slikken) in het terrein.

Bij de grienden is de verlaging van het maaiveld geringer; bovendien ligt dit laatste in rijpe toestand ook hoger. Voor de bekade griend kan men deze hoogte aannemen op omstreeks 80 tot 120 cm +NAP. De onbekade liggen overwegend omstreeks 130 cm +NAP (gemiddeld hoogwater). De tabel leert ons nu, dat in de meest voorkomende gevallen na de klink een hoogteligging van ca.20 tot 80 cm

+NAP zal optreden; deze waarden stemmen goed overeen met de hoogteligging van het maaiveld van de thans aanwezige polders, waar het inklinkingsproces zich geheel of goeddeels heeft voltrokken.

Bij de als G4-typen aangegeven grienden zou nog een iets lagere ligging kunnen voorkomen; hier zal echter reeds spoedig de grondwaterstand een verdere verlaging van het maaiveld gaan tegenwerken.

De grienden in het Fraxinetumstadium zullen nog slechts een geringe verlaging ondergaan. Het grootste oppervlak van deze typen ligt echter binnen (weipolder) kaden, die de voor dit type vereiste mate van overspoelingsinvloed bepalen. Het maaiveld ligt er, ten gevolge van klink, in absolute zin reeds betrekkelijk laag.

Ten slotte zal het maaiveld van verschillende polders ook nog iets kunnen dalen. Dit kan veroorzaakt worden door het rijpen van diepere lagen, die bij het huidige ontwateringspeil nog niet voldoende doorlucht worden. Ook kan het rijpingsproces aldaar, ondanks een redelijke doorluchting, nog niet ver genoeg voortgeschreden zijn, ten gevolge van de jeugd der polders waardoor de factor tijd zijn invloed niet volledig heeft kunnen doen gelden. Het gaat hierbij echter voornamelijk om de diepere, betrekkelijk humusarme en meestal ook lichtere lagen van het profiel, waar de klink slechts van geringe betekenis is. Belangrijk zal deze verlaging dan ook meestal niet zijn.

2.3 De inklinking van de ondergrond

Voor de inklinking van de geheel met water verzadigde ondergrond kan men niet dezelfde methode van berekening toepassen als voor de klink van de bovengrond, doordat het vrijwel onmogelijk is, vergelijkingsobjecten te vinden op welker bekende inklinking men zich bij de berekeningen zou kunnen baseren. Bovendien zijn de verschillen in volumegewicht veel geringer, waardoor men veel minder nauwkeurig kan werken. Voor een voorspelling van de zetting van de ondergrond moet men zich dan ook bedienen van de methoden der grondmechanica. Het hiertoe strekkende onderzoek moet dan ook overgelaten worden aan de deskundigen op dit gebied, die over apparatuur, kennis en ervaring beschikken. Tot nog toe is een poging tot een dergelijk onderzoek in de Biesbosch niet ondernomen.

Het blijkt dat, hoewel op theoretisch gebied in de laatste jaren grote vorderingen zijn gemaakt, verschillende nog niet overwonnen moeilijkheden een betrouwbare praktische bepaling in de weg staan (BENNEMA, GEUZE, SMITS en WIGGERS, 1954a en b). Vooral de bepalingen van de samendrukkingsconstanten der lagen en van de snelheid, waarmee het water uit de aan druk onderworpen lagen kan weglopen, leveren nog moeilijkheden. En juist deze bepalingen zijn voor de voorspelling van de snelheid van inklinking van groot belang.

We moeten ons hier dus beperken tot enkele zaken, die van betekenis zijn voor een globale verwachting betreffende de inklinking van de diepere Biesboschondergrond.

Bij de behandeling van de zettingsverschijnselen gaat de grond-

mechanica uit van de grondspanning (Sg), de waterspanning (Sw) en de korrelspanning (Sk), waarbij de formule geldt:

$$Sg = Sw + Sk.$$

De waterspanning is de druk in het tussen de bodemdeeltjes aanwezige water in een bepaald vlak. De grondspanning is de totale druk binnen het geheel van water en vaste delen op een bepaald niveau. De korrelspanning is de druk tussen de bodemdeeltjes onderling in een bepaald niveau. Deze waarden worden uiteraard naar de diepte toe groter.

Het toenemen van de korrelspanning heeft inklinking onder uitpersing van water tot gevolg; het afnemen van de korrelspanning het omgekeerde: uitzetting onder opneming van water.

Daalt het grondwater onder het maaiveld of daalt het dieper onder de oppervlakte dan het eerst stond, dan neemt de korrelspanning toe, ten eerste doordat de opwaartse druk die de bodemdeeltjes aanvankelijk ondervonden,in de droogvallende zone verdwijnt;ten tweede doordat capillaire krachten gaan werken of in intensiteit toenemen, die bij gelijkblijvende grondspanning de waterspanning doen dalen, zodat de korrelspanning volgens de bovengenoemde vergelijking toeneemt. Deze stijging van de korrelspanning zet zich gelijkmatig voort tot op grotere diepte (HUIZINGA, 1940). De elementaire empirische formule voor de zetting is nu:

$$Z = \frac{h}{C} \log \frac{p - dp}{dp},$$

waarin zijn:

Z = de inklinking of zetting
h = de dikte van de laag
C = de samendrukkingsconstante
p = de korrelspanning vóór de verandering (grondwaterverlaging)
dp = de verandering die in de spanning optreedt.

Uit deze formule blijkt, dat de inklinking omgekeerd evenredig is met de samendrukkingsconstante, evenredig met de laagdikte en afhankelijk van de bestaande korrelspanning en de verandering daarin. Ook blijkt, dat als de korrelspanning groot is, een bepaalde verhoging minder invloed op de klink heeft dan zij bij een lagere aanvangswaarde van de korrelspanning zou hebben.

Reeds eerder werd opgemerkt, dat de korrelspanning naar beneden regelmatig toeneemt. De invloed van verhoogde spanning op de inklinking wordt dus naar de diepte toe steeds kleiner.

Uit de tot dusver gedane onderzoekingen valt af te leiden dat de orde van grootte der inklinking van de grond onder het grondwater veel kleiner is dan die van de geaereerde lagen (SMITS, 1953).

De studie van de geologische bouw van de Biesbosch leert, dat de holocene veen- en kleilagen (die het meest voor inklinking in aanmerking komen) in het noorden het dikst zijn en naar het zuiden toe uitwiggen tegen het in die richting oplopende pleistoceen. Eventuele inklinking van die lagen zal dus in het noorden sterker zijn dan in het zuiden. Het maaiveld ligt thans in het noorden hoger dan

in het zuiden; inklinking van de ondergrond zal, zo er enige invloed zal zijn, dus een nivellering van de hoogteverschillen tot gevolg hebben. Het spreekt vanzelf, dat de stroomruggen van de rivieren en die gebieden, waar het oude land gedeeltelijk of geheel tot op het pleistoceen door zand is vervangen (zie fig.78), minder zullen inklinken dan de venige kommen.

Er zijn nu echter enkele factoren die een sterke inklinking tegenwerken:

1. Wat hierboven gezegd is aangaande de hoogteligging van het maaiveld, geldt voor de bedijkte polders. In de meeste zal (ten dele tot schade van de produktie) na een eventuele inpoldering slechts de kwel worden opgeheven. De korrelspanningsverhoging die daardoor optreedt, zal slechts van geringe betekenis zijn.
   De grootste oppervlakte onbedijkt gebied waar waterstandsverlaging een grotere invloed zal hebben, ligt in het zuiden. De holocene klei- en veenlagen zijn hier het dunst, waardoor de inklinking dus niet groot kan zijn.
2. Hierboven is uiteengezet, dat de inklinking bij toenemende diepte afneemt. Nu wil het geval, dat juist de bovenste meters van de ondergrond veelal uit zand bestaan, dat naar men weet, weinig of niet inklinkt. De veen- en kleilagen die zich eronder bevinden en die wel zouden kunnen inklinken, ondervinden veel minder invloed van de eventueel verhoogde spanning.
3. De klink van het onderste deel van het Elizabethsdek, dat niet wordt geëereerd, zal slechts klein zijn, doordat het meestal uit zand bestaat of uit zavelig, humusarm materiaal. Slechts hier en daar zal een (te verwaarlozen) smalle geul, met slap materiaal gevuld, aanwezig zijn.
4. Bij de beschouwingen over de geologie van het gebied is uiteengezet, hoe er reeds een aanzienlijke inklinking van de veenlagen heeft plaatsgevonden tijdens het ontstaan van deze lagen en daarna. Uit de profielen blijkt, dat ook na de Elizabethsvloed een aanzienlijke klink moet hebben plaatsgehad. De volumegewichten van een tweetal veen- en kleimonsters, genomen uit de werkput van de Spieringsluis, wijzen in gelijke richting (zie tabel J in de Engelse samenvatting).
   Vergelijking met soortgelijke gegevens uit andere gebieden laat zien, dat reeds een aanzienlijke uitpersing van water en klink is opgetreden.
5. Een geringe invloed van een verticaal omhooggerichte waterstroom vanuit het pleistoceen zou de waterspanning kunnen doen toenemen, waardoor de verhoging van de korrelspanning, die als gevolg van de grondwaterstandsverlaging behoorde op te treden, verminderd of zelfs overgecompenseerd zou kunnen worden.
   In de boorbuizen van pulsboringen, die tot in de pleistocene afzettingen reiken, neemt men nl. waterstanden waar, die tot enige dm boven het huidige grondwaterpeil van bijvoorbeeld de polders uitrijzen. Inklinking van die onderste holocene lagen wordt door

een dergelijke kwel tegengewerkt.

6. De geleidelijke groei en het amfibisch karakter der opwassen in dit getijdengebied doet het verschil in belasting ten gevolge van verlaagde (d.w.z.constant laag gehouden) waterstanden veel geringer zijn dan bij de Zuiderzeebodemgronden, die plotseling worden drooggelegd.

Samenvattend kan het vermoeden worden uitgesproken dat, in vergelijking met de inklinking van de bovengrond, de zetting van de ondergrond ten gevolge van diepere ontwatering betrekkelijk gering zal zijn en dat, zo er enige inklinking zal optreden, het thans van noord naar zuid hellende maaiveld een geringe neiging zal vertonen tot het aannemen van een meer horizontale ligging. Daarbij zullen erosiegeulen en oude stroomruggen deze tendens doorbreken, als gevolg van hun geringere klink.

Een en ander zal echter door een grondmechanisch onderzoek bevestigd moeten worden.

3. PROFIELBESCHRIJVINGEN VAN DE MONSTERPLAATSEN TEN BEHOEVE VAN HET RIJPINGSONDERZOEK IN DE BIESBOSCH

(Alle plaatsen met uitzondering van kuil 24 liggen in de Brabantse Biesbosch).

Kuil 4a. Houtganzewei
Datum: 19/2/'54
Oeverwalhoogte: 16-
Vegetatie: Rietgorstype V2
Profielbeschrijving:
Humeuze lichte klei met zandige en zavelige bandjes, ter dikte van 95 cm op matig grof zand. Bovenste 30 cm rijk aan scherpzandige bandjes. Geen scheuren. Bovenste 80 cm roestig. Op grens zand-klei ijzeroerverkitting in het zand. Gehele profiel met veel rietwortels. Water tijdens bemaling op ca. 100 cm.
Kleur: 0-30 cm, 5Y 3/2
30-80 cm, 5Y 3/2 (iets donkerder) zandbandjes,sterk roestig
80-90 cm, 5Y 3-4/1 langs rietwortels zwarte kleuren
90-93 cm, 2.5YR 4/6 tot 4/8 (ijzeroer).
Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 45-53, 65-73, 85-93

Kuil 5. Houtganzewei
Datum: 4/3/'53
Komhoogte: 38-
Vegetatie: Rietgorstype G5

Profielbeschrijving:
Sterk humeuze klei ter dikte van 60 cm op 10 cm dikke overgangslaag op matig grof zand. Klei van 40 tot 60 cm zeer slap. Op 13 cm zandbandje.
0-25 cm, regelmatige roest op horizontaal liggende vegetatieresten. Gehele profiel sterk doorworteld, in het bijzonder in de onderste 20 cm direct op het zand veel "wortelstokken". Veel water in de kuil tijdens het bemonsteren.
Kleur: In de klei veel zwarte reductiekleuren, naast 5Y 3-4/1 plaatselijk 5Y 3-2/1.
Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 45-53, 63-70

Kuil 6. Houtganzewei
Datum: 5/3/'53
Vaste kom: oeverwal
Vegetatie: Rietgorstype G5q
Profielbeschrijving:
Humeuze, lichte, gelaagde zavel en klei, matig fijn zand op 100 cm. Bovenste 20 cm en onderste 30 cm duidelijk lichter en zandig gelaagd; 40-70 cm slap en zwaarder. Geen scheuren. Tot 30 cm veel roest op horizontale vegetatieresten. Gehele profiel sterk doorworteld met rietwortels. Weinig water in de kuil tijdens het bemonsteren.
Kleur: 0 - 30 cm, 5Y 3/2
30-100 cm, 5Y 3/1-2
Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 50-58, 74-82

Kuil 7. Vogelenzang
Datum: 14/3/'53 (bijlage 17)
"Zandplaatgrond"
in polder ca. 80 jaar bedijkt
Vegetatie: Bouwland. (Tijdens ramp 1 februari 1953 slechts 3 dagen geinundeerd geweest).
Profielbeschrijving:
Vrij stugge klei ter dikte van 40 cm op abrupt matig fijn zand.
0 - 3 cm, kruimelig
3 -10 cm, brokkelig
10-40 cm, stug, met scheuren in allerlei richtingen en diverse grootten.
Fijnverdeelde roest in de klei. Zand tot 65 cm, grijs gebleekt met roestvlekken, zonder roest. Grondwater op 85 cm.
Kleur: 0 -25 cm, 10YR 3/3

25-40 cm, 10YR 4/3
40-65 cm, 2½Y 4-5/2

Bemonsterde lagen:
10-18 en 32-40. Niet in Kampen geanalyseerd.

Kuil 8. Spieringpolder
Datum: 16/3/'53
Vegetatie: Sinds een jaar bedijkte ruigte met Typha en Glyceria, welke achteruit gaat in vitaliteit.
Profielbeschrijving:
80 cm klei op matig fijn tot grof zand. Op 70 cm gelaagde overgang. Klei vet, niet slap. Op 40-50 cm enkele fijne verticale scheurtjes. Tot 25 cm sterk verdeelde roest, van 25 tot ca. 41 cm meer roest, vlekkerig en roest langs wortelgangen. Beworteld tot ca. 40 cm. Tijdens monstername water op 72 cm.
Kleur: 0 -35 cm, 2½-5Y 3/2
35-68 cm, 2-3/0
68-80 cm, 5Y 4-5/1
Bemonsterde lagen:
8-16, 30-38, 50-58, 70-78

Kuil 9. Spieringpolder
Datum: 16/3/'53
Vegetatie: Sinds een jaar uit rietgors ontgonnen weiland.
Profielbeschrijving:
90 cm klei met veel rietwortels, abrupt op matig fijn zand. Tot 3 cm fijn brokkelig tot kruimelig.
3-35 cm, scheurtjes in alle richtingen, daaronder enkele verticale scheurtjes. Roest tot 50 cm, vooral op dode plantenresten. Grondwater op 75 cm.
Kleur: tot ca. 20 cm, 2.5Y 3/2
tot 35 cm, 2.5-5Y 3/2
tot 50 cm, 10YR 3/2
tot ca. 60 cm, 2-3 (donkergrijze reductievlekken) afgewisseld met iets bruinere tinten.
60-90 cm, 2.5-5Y 5/1 (compactere wrs. oudere reeds meer uitgerijpte laag).
Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 45-53, 60-68

Kuil 10. Karnemelkspolder
Datum: 13/4/'53 $44\frac{121.68}{420.82}$ (zie ook bijlage 17).
Ca. 225 jaar oude polder
Vegetatie: Bouwland
Profielbeschrijving:
0 -30 cm, klei
30-50 cm, afwisselend gelaagde zandige en kleiige

bandjes, daaronder matig fijn tot matig grof zand met op 60 cm een dun slibhoudend bandje. Schelpfragmenten door geheel profiel. Bouwvoor (0-20 cm) kluiterig. Van 20-ca. 60 cm, roestvlekjes aanwezig, daaronder enkele roestvlekjes, verder grijsblond. Er werden juist aardappels gepoot.

Kleur: 0 -20 cm, 10YR 4/3-2
20-30 cm, 10YR 4-5/2
30-50 cm, (kleibandjes idem, zand grijsblond).

Bemonsterde lagen:
5-13, 20-28, 35-43, 55-63

Kuil 11. Rietgors langs Gat van de Hardenhoek
Datum: 24/4/'53 $44\frac{112.57}{421.74}$

Vegetatie: Pas bedijkt gors (ca. 2 weken) type G5
Profielbeschrijving:
0 -50 cm, homogene humeuze klei met rietwortels
50-80 cm, idem met enkele fijne zandige bandjes
85 cm tot dieper, afwisselende zand- en kleibandjes

0 -0.5 cm, ingedroogd strooisel
Roest tot 25 cm, op horizontale plantenresten "Wortelstokken"-zone tussen 65 en 85 cm. Waterspiegel dieper dan 1 meter tijdens monstername. Ook voor de bedijking werd het profiel sinds 1 februari weinig meer overspoeld, ten gevolge van vloed kominwerking van de nabij gelegen ingebroken polder. Sindsdien ook weinig regen. Afstand tot greppel 50-100 cm.

Kleur: 0 -15 cm, 5Y 3/2
15-35 cm, 5Y 3/1-2
35-55 cm, 5Y 3/1 en 2/0 langs plantenresten
55-65 cm, 3-4/1 + 5Y 3/1-2
65-80 cm, 5Y 4/1-2
dieper dan 80 cm, 5Y 4/1

Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 50-58, 70-78, 90-98, 110-118

Kuil 12. Rietgors langs Gat van de Hardenhoek
Datum: 25/4/'53 $44\frac{112.60}{421.76}$
Vegetatie: Type 52
Profielbeschrijving: zie ook gegevens kuil 11.
0 -80 cm, homogene humeuze slappe rietgorsklei met rietwortels
80 cm - dieper, afwisselend gelaagde fijnzandige en

kleiige bandjes.
Op
105-110 cm, venige laag.
Geen ingedroogde strooisellaag; na 45 cm klei duidelijk slapper.
0 - 5 cm, roestig
5 -20 cm, zeer sporadisch iets roest langs rietwortels
Na 90 cm diepte weinig wortels meer. De slakken op de oppervlakte van het gors uitsluitend in de greppels teruggetrokken, voornamelijk Lymnea en Succinea.

Kleur:
0 -10 cm, 5Y 3/2
10-20 cm, 5Y 3/1-2
25-30 cm, 2/0 en 5Y 2/1
30-55 cm, 5Y 3/1
55-65 cm, 2.5-5Y 3/2 + zwarte vlekken (1/0)
65 cm - dieper, 5Y 3-4/1
105-110 cm, (venige laag) 2.5-5Y 3/2

Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 45-53, 65-73, 85-93, 105-113, 125-133. Slechts één wand bemonsterd.

Kuil 14. Grienden van Lijnoorden
Datum: 3/8/'53
Vegetatie: griendtype V4
Profielbeschrijving:
0 -58 cm, klei met tussen 30 en 40 cm een zandband van wisselende dikte.
58 cm en dieper, matig fijn slibarm zand. Enkele horizontale scheurtjes in de bovenste cm. Roest tot 40 cm, in enkele wortelgangen tot 46 cm. Beworteling tot 38 cm, plaatselijk tot 46 cm. Griend 3-jarig, akkerbreedte 4 m. Hout matig (Salix alba).
Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 45-53, 60-68

Kuil 15. Grienden van Lijnoorden
Datum: 3/8/'53
Vegetatie: Griendtype V0 (Fraxinetum griend).
Profielbeschrijving:
0 -80 cm, stugge klei
80-95 cm, zand met enige slibbandjes
dieper dan 95 cm, slibarm matig fijn zand
0 -15 cm, humeus, veel horizontale scheurtjes
15-80 cm, matig veel horizontale scheurtjes
Roest:
0 -60 cm, enkele zwarte vlekjes
60-80 cm, veel roest
Tot 27 cm grote wortels; 27-80 cm, fijne wortels.

Akkerbreedte 2.5 m. Goed hout (Salix alba en Salix viminalis).

Kleur: 0 -15 cm, 10YR 3/1
15-80 cm, 10YR 4/3
80 cm tot dieper, 2.5Y 5/1

Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 55-63, 75-83

Kuil 16. Het Bunder, Grienden van de Dood (Ribschenhoek)

Datum: 4/8/'53

Vegetatie: Griendtype V2

Profielbeschrijving:
0 -80 cm, lichte klei met plaatselijk fijne zandbanden (o.a. op 20, 40, 47, 50 cm).
Dieper dan 80 cm, matig fijn zand
Tot 80 cm, veel horizontale scheurtjes
0 - 8 cm, humusrijk
Roest:
50-65 cm, enige roestvlekjes
65-80 cm, veel roestvlekjes

Kleur: 0 - 8 cm, 5Y 3/1-2
8 -50 cm, 2.5Y 4/2
50-80 cm, 5Y 4/3
Zandbanen, 5Y 5/4 zand,
dieper dan 80 cm, 2.5Y 5/4

Kuil 17. Polder de Slek (Keizersdijk)

Datum: 4/8/'53
Polder van ca. 30 jaar oud

Vegetatie: Sinds de inundatie van februari ijlgroeiend onkruid
Sedert ruim een maand is de dijk weer hersteld. Onkruiden: Polygonum persicaria, Symphytum officinale, Plantago major, Veronica beccabunga, Equisetum palustre, Trifolium repens, Agrostis stolonifera, Tussilago farfara, Poa trivialis, Ranunculus sceleratus, Sonchus arvensis, Polygonum aviculare.

Profielbeschrijving:
0 -25 cm, homogene klei
25-50 cm, afwisselend gele klei- en zandlaagjes
50 cm en dieper, matig fijn tot matig grof zand
Enkele kleine en grotere horizontale scheuren in de bovenste 50 cm
Roest:
0 -25 cm, enkele roestvlekjes
25-49 cm, veel roestvlekjes, meestal langs wortelgangen

49-51 cm, ijzeroerlaag
51-60 cm, enige roest

Kleur: 0 -25 cm, 10YR 4/2
25-49 cm, 2.5Y 5/2
zandbanen 2.5Y 6/2
zand dieper dan 51 cm, 2.5Y 5/4
ijzeroerlaag 5YR 4/4

Kuil 18. Grienden van de Dood (Oude Keizersdijk)

Datum: 5/8/'53

Vegetatie: Griend (verwaarloosd) type ± V5
Vegetatie-arm: Cardamine amara, Solanum dulcamara, Lycopus europaeus, Polygonum hydropiper, Vaucheria div. species

Profielbeschrijving:
Meer dan 120 cm, homogene klei
De oppervlakte is zeer blubberig
0 - 8 cm, veel roestvlekken
8 -20 cm, enkele roestvlekjes
Van 20 cm tot dieper, door gehele profiel veel zwarte vlekken

Kleur: 0 - 8 cm, 5Y 2/2
8 -120cm, 5Y 2/1, zwarte vlekken 2/0
tot 80 cm, fijne wortels aanwezig
tussen 70 en 80 cm, veel schelpresten

Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 50-58, 70-78, 90-98

Kuil 20. Nerzienplaat

Datum: 6/8/'53

Vegetatie: Griendtype V3r

Profielbeschrijving:
0 -40 cm, klei à zavel
40-68 cm, afwisselend gelaagd, kleiige en zandige lagen
70 cm tot dieper, matig grof zand
van 0 -15 cm, horizontale scheurtjes
van 0 -15 cm, weinig roest
15-40 cm, matig veel roest
41-42 cm, zeer veel roest
42-66 cm, veel roest, totaal gereduceerd op 85 cm.

Kleur: 0 -15 cm, 5Y 2/2
15-40 cm, 2.5Y 4/2
40-66 cm, 2.5Y 5/2
66-85 cm, zand 2.5Y 5/4

Bemonsterde lagen:
5-13, 25-35, 45-55, 70-78

Kuil 21. Houtganzewei
Datum: 7/8/'53
Vegetatie: Griendtype V3
Profielbeschrijving:
Iets fijnzandig gelaagde klei ter dikte van 72 cm op een gelaagde, kleiige, matig fijnzavelige afzetting, welke tot ca. 170 cm doorgaat. Tot 40 cm enige horizontale scheurtjes.
0 -71 cm, weinig roest
71-89 cm, vrij veel roest
0 -25 cm, veel grote wortels. Tot 71 cm veel fijne wortels
Kleur: 0 -18 cm, 5Y 2/2
18-71 cm, 2.5Y 4/2 (klei) en 2.5Y 3/2 (zandbanden)
71-170cm, 5Y 4/2
Bemonsterde lagen:
5-13, 30-38, 50-58, 75-83

Kuil 22. Keizersguldenwaard
Datum: 7/8/'53
Vegetatie: Bouwland: erwtenstoppel
Profielbeschrijving:
0 -70 cm, klei met tussen 25 en 40 cm enkele zandlagen
70-115cm, zeer zware, kalkarme, humeuze klei (70-80 cm overgang)
115 cm tot dieper, matig fijn zand met grovere korrels
0 -20 cm, kruimelige tot brokkelige bouwvoor
20-30 cm, betrekkelijk compact met enkele verticale scheuren
30-70 cm, iets prismatisch (± 10 cm) tot afgerond brokkelige structuur
70-80 cm, compact, iets plastisch, verticale scheuren uit bovenliggende laag lopen erin door
80-115cm, plastisch, scheuren uit bovenliggende lagen lopen er halverwege in dood
Roest:
0 -29 cm, geen roest
29-63 cm, veel kleine roestvlekjes
63-80 cm, zeer veel roest, iets in banden
80-95 cm, weinig roest
95-115cm, matig veel roestvlekken
Beworteling (erwten, wortels) tot 80 cm, onderste deel van beworteling voornamelijk in scheuren. Vooral de laag van 30-70 cm sterk beworteld. Van 20 - 70 cm veel schelpresten. 80-115 cm, veel rietresten en hout, blad, wortels en stengels.

Kleur: 0 -30 cm, 10YR 4/2-3
30-70 cm, 10YR 5/3-4 (zandbanden: 2.5Y 7/2)
70-80 cm, 2.5Y 4/2 tot 10YR à 2.5Y 5/2
80-115cm, 10YR 3-5/2
115 cm tot dieper, 2.5Y 6/2
Bemonsterde lagen:
15-23, 35-43, 55-63, 70-78, 90-98, 115-123

Kuil 23. Grienden van de Dood. Lange Weer
Datum: 10/8/'53
Vegetatie: Griend (bekaad),zeer laag type V5 à V6.Hout slecht.
Profielbeschrijving:
Dichtgeslibde geul. Meer dan 120 cm zeer slappe klei,bovenin iets vaster met op 14 à 16 cm een matig fijnzandige laag. Roestvlekjes tot 14 cm. Enkele wortels gaan tot 55 cm,de meeste echter dicht onder de oppervlakte; beneden 55 cm veel riet- en houtresten.
Kleur: 0 -14 cm, 10YR 2/2 (?)
14-55 cm, 5Y 2/2 (klei- en zandbaan)
55 cm tot dieper, 2/0
Bemonsterde lagen:
5-13, 20-28, 40-48, 60-68, 80-88

Kuil 24. Hogelaar (Dussen)
Datum: 17/8/'53
Vegetatie: Bouwland.Onkruiden: Mentha arvensis L, Sonchus oleraceus, Agropyron repens, Polygonum aviculare, Convolvulus arvensis, Equisetum palustre, Myosotis cf.collina r, Stellaria media r, Trifolium species r.
Profielbeschrijving:
0 -30 cm, klei, brokkige structuur. Verticale en horizontale scheuren, geen roest.
Kleur: 10YR - 2.5Y 3/2, kalkhoudend.
30-68 cm, fijnzandige klei,brokkig tot iets afgerond blokkig, geen grote scheuren, relatief compact, iets "coatrug" op structuurelementen, roest- en mangaanvlekjes aanwezig,ook enige schelpjes. Kleur: 10YR 4/2. Roest: 5YR 4/6. Kalkhoudend tot -arm.
115-dieper dan 125 cm, zware klei, klef compact, vrijwel zonder scheuren, slechts enkele zeer fijne aanwezig, iets roest op fijne scheurwandjes en langs wortelgangen. Kleur: 2.5Y 4/2 tot 5Y 5.5/2. Vrijwel kalkloos. Resten van Scirpus maritimus (?) aanwezig.

125-160 cm, lichtere klei, kalkhoudend
160-170 cm, kalkrijk, permanent gereduceerd (10YR 4/2)
170-185 cm, idem (5Y 4/1)
185-195 cm, iets gelaagde zavel met vegetatieresten
195-220 cm, iets meer zand in duidelijke lagen
220- enz. matig fijn-matig grof zand met slibbandjes.
Grondwater tijdens monstername op ca. 135 cm. Beworteling tot ca. 115 cm.
Ca. 1 m Elizabethsklei op stroomgrond.

Bemonsterde lagen:
5-15, 20-28, 35-43, 55-63, 75-83, 95-103, 115-123

Kuil 25. Boerenplaat
Datum: 18/8/'53
Aan westzijde permanent kwadraat nr 4
Vegetatie: Ruigte, type Rb met Phalaris arundinacea, Epilobium hirsutum, Lycopus europaeus, Mentha aquatica, Calystegia sepium, Senecio paludosus.
Profielbeschrijving:
0 -40 cm, zavel met zandbandjes, roest op horizontale laagjes. Kleur: 2.5YR 3/2. Kleur roest: 7.5YR 5/5-4/4
40-50 cm, donker, iets humeus, iets slibhoudend roestig zand. Kleur: 2.5Y 4/2
50-78 cm, zeer roestig zand. Kleur: 2.5Y 5/2. Kleur roest: 7.5YR 5/6
78-87 cm, zeer slibhoudend zand. Kleur: 2.5Y 4.5/2
87 cm-dieper, sterk slibhoudend zand, permanent gereduceerd. Kleur: 5Y 2/1
Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 50-58, 90-98

Kuil 26. Boerenplaat
Datum: 19/8/'53
Aan oostzijde permanent kwadraat 8
Vegetatie: Type Rc met Scirpus maritimus, Senecio paludosus, Phalaris arundinacea, e.a.
Profielbeschrijving:
0 -37 cm, afwisselend kleiige en zandige lagen
37-73 cm, zand met enige sliblaagjes
73 cm - dieper, slibarm zand, matig fijn tot matig grof zand. Roest tot 53 cm, enige vlekjes.
Beworteling (zand tot 37 cm 10YR 4/3
tot 37 cm (37-73 cm 10YR 5/4

Beworteling (73 cm - dieper 5Y 2/2
tot 37 cm (roest 5YR 5/8
Kleur: klei tot 37 cm 5Y 3/2
Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 45-53. Permanent gereduceerd op 73

Kuil 27. Boerenplaat
Datum: 19/8/'53
Aan zuidzijde van permanent kwadraat 2
Vegetatie: Ruigte, type Rd. Uitsluitend Scirpus maritimus.
Profielbeschrijving:
0 -35 cm, afwisselend zand- en kleiige lagen
34-78 cm, slibhoudend matig fijn zand
78 cm - dieper, slibarm zand, matig fijn tot matig grof zand. Enige roestvlekjes tot 11 cm. Beworteling tot 35 cm.
Kleur: 0 -11 cm, klei, 2.5Y 3/2, zand 5Y 3/1
11-35 cm, klei, 5Y 2/1, zand 5Y 3/1
34-77 cm, 5Y 3/1
77 cm - dieper, 5Y 4/1-2
Bemonsterde lagen:
3-11, 20-28, 40-48

Kuil 28. Middelland
Datum: 20/8/'53
Vegetatie: Griendtype V3. Onbekade griend (akkers 2.5 m breed)
Profielbeschrijving:
0 -30 cm, klei
30-45 cm, klei met zeer dunne fijnzandige lagen
45-120cm, klei
120 cm - dieper, matig fijn zand
Tot 30 cm enige roestvlekjes
30-45 cm, vrij veel roest in wortelgang tot 50 cm, van 50-80 cm, permanent gereduceerd
Vanaf 80-120 cm, veel roest, ook zwarte vlekken
Beworteling tot 60 cm
Kleur: 0 -30 cm, 2.5Y 3/2
30-45 cm, 10YR 2/2
45-58 cm, 5Y 3/1-2
50-120cm, 5Y 4/1
Roest in klei:
80-120 cm, 10YR 4/3
120 cm - dieper, 5Y 4-5/1
Bemonsterde lagen:
10-18, 30-38, 50-58, 70-78, 90-98

Kuil 29. Middelland
Datum: 20/8/'53

Vegetatie: Weipolder (niet stormvloedvrij bekaad)
Profielbeschrijving:
0 -45 cm, klei
45-58 cm, afwisselende lagen klei en zand
58 cm - dieper, matig fijn zand
Verticale scheuren tot 38 cm
Van 0 -30 cm,zo goed als geen roestvlekjes
30-43 cm, veel roestvlekjes
43-58 cm, zeer veel roestvlekjes, na 58 cm geen roest meer, permanent gereduceerd
Beworteling voornamelijk in de zode tot 15 cm, plaatselijk langs scheuren tot 38 cm
Kleur: 0 -15 cm, 10YR 4/2
15-43 cm, 10YR 4/3
43-58 cm, 10YR 5/2
58 cm- dieper, 2.5Y 5/2
Roest: 2.5YR 4/6-4/8
Bemonsterde lagen:
5-13, 25-33, 45-53, 60-68

Kuil 30. Middelwaard
Datum: 21/8/'53
Polder bouwland (vlasstoppel)
Perceel: Bloedakker 10 jaar geleden bedijkt uit griend 70 jaar geleden reeds bedijkt geweest maar weer in griend gelegd.
Vegetatie: Lolium perenne, Stellaria media, Polygonum convolvulus, Cirsium arvense, Daucus carota, Sonchus species
Profielbeschrijving:
0 -25 cm, klei met enige schelpjes, afgerond blokkige tot kruimelige zachte structuur Kalkrijk. Kleur: 10YR 4/2.5
25-65 cm, naar onder toe roestig wordende klei met fijnblokkige tot kruimelige structuur. Kalkrijk. Kleur: 10YR 4/2, plaatselijk 10YR 4/3
65-100cm, zware klei met roestvlekken, o.a. langs wortelgangen, met op 100 cm houtresten, iets hoekig-blokkige zachte structuur, weinig plastisch, grote scheuren tot dieper dan 1 m. Kleur: 10YR 4/2, kleur roest: 2.5YR 3/4
100-120cm, klei als boven. Roest langs fijne wortelgangen. Kleur: 10YR 4.5/2; roest: 2.5Y 3/4-3/6
120-170cm,roestige klei 10YR 2.5Y 4/2
170-190cm,matig fijn zand met iets roest bovenin,

verder *permanent* gereduceerd
190-290cm, afwisselend kleiige en zandige lagen, naar beneden toenemend in zwaarte, 5Y 4/1 (vanaf 120 cm met boor beoordeeld). Tot ca. 100 cm intensief doorworteld, vele wortels nog dieper.

Bemonsterde lagen:
5-13, 35-43, 65-73, 95-103, 110-118

PK5. Boerenplaat (PK = permanent kwadraat)
Ruigte Rf ca. 90 cm gem. hoogwater.
IJle begroeiing van Scirpus lacustris.
Zeer weke, zandige modder, volkomen gereduceerd, op ca. 30 cm vaster wordend.
Bemonsterd op 0 - 15 cm.

PK6. Boerenplaat
Ruigte Rce ca. 70 cm gem. hoogwater.
Dichte begroeiing. Typha latifolia en Typha angustifolia, e.a.; matig slappe modder, plaatselijk enige roest in de bovenste cm.
Bemonsterd 0 - 15 cm.

PK7. Zuider Jonge Deen
± mei 1953
Ruigte Rc (+)
Dichte begroeiing met Typha latifolia en Sparganium polyedrum, e.a. Slappe, geheel gereduceerde modder.
Bemonsterd 2- 10 cm.
Monster: 7/1 onder Typha, monster 7/2 onder Sparganium en Okalavis ca. 150 m ten westen van PK7.

PK9. Zuider Jonge Deen
± mei 1953
Komvloedbos (type V6)
Slappe, geheel gereduceerde modder
Onder Salix purpurea bodem vrijwel onbegroeid (enige wieren).
Monsters uit laag 2 - 10 cm.

PK3. Boerenplaat
± mei 1953
Ruigte Rdq
Slappe, zeer zandige modder, plaatselijk in de biezenpollen wat vaster.
Slik ca. 130 cm gem. hoogwater, gelegen met versprei-

de pollen. Scirpus lacustris en Scirpus tabernaemontani en overgangen tussen beide. Ertussen ijle Scirpus triqueter en enige Scirpus maritimus.
Bemonsterd van 2 - 10 cm.
Monsters 50 à 59 in pol Scirpus lacustris.
Monsters 60 in open slik aan de zuidkant.
Monsters 61 tussen Scirpus triqueter.

VI. HET GEDRAG VAN ENKELE BELANGRIJKE ELEMENTEN TIJDENS DE INITIALE BODEMVORMING (CHEMISCHE RIJPING)

1. INLEIDING

Naast de fysische veranderingen die in het bodemprofiel optreden, wanneer het de verschillende rijpingsstadia doorloopt, treden er processen op, die voor elk rijpingsstadium karakteristieke verschillen in de scheikundige samenstelling van de grond teweegbrengen.

Het meest opvallende hierbij is het gedrag van de ijzerverbindingen. Veel minder spectaculair is het gedrag van het calcium. De betekenis van dit laatste is echter zowel voor de chemische als fysische geaardheid van de rijpe bodem zeer groot.

In verband hiermede zullen wij op het gedrag van kalk en ijzer in verschillende rijpingsstadia nader ingaan. Vervolgens zal het verloop van de gehalten aan de voor de landbouw van belang zijnde elementen: kali, fosfor en stikstof in verschillende rijpingsstadia aan de hand van enkele analyses worden nagegaan.

2. HET IJZER

2.1 Inleiding

De vorm, waarin het ijzer in de bodem voorkomt, uit zich o.a. in de kleur. Naast humus bepaalt het ijzer in de Biesboschgronden, zoals trouwens in het algemeen in de meeste gronden, de kleur van de bodem.

De ferri-oxyden, die meestal in hydraatvorm voorkomen, geven roodachtige tot gele kleuren, de echte roestkleuren dus. IJzer in ferrovorm is meer kleurloos of geeft groenige tinten. Een belangrijke ijzerverbinding voor de kleur van de grond is het diepzwarte zwavelijzer (FeS), dat in geringe hoeveelheden reeds intensieve kleuring kan veroorzaken. Pyriet, dat vooral in het zoute gebied veel in slib wordt aangetroffen, heeft veel minder invloed op de kleur.

De kleuren die men aan de jonge en oudere gronden in de Biesbosch waarneemt, weerspiegelen de vorm waarin het ijzer zich in de grond bevindt. Daar deze vorm, zoals uit het bovenstaande blijkt, afhankelijk is van de oxydatietoestand van de bodem, is omgekeerd de kleur van de bodem tevens een maat voor dit ecologisch zo belangrijke gegeven.

2.2 Het verloop van de kleur van de grond bij rijping en de oorzaken daarvan

In het algemeen vindt men het volgende kleurenverloop, uitgedrukt in de code van de Munsell Color Chart:

De uitgesproken komruigten en rietgorzen, vloedbossen etc. die geheel zijn gereduceerd, bevatten het ijzer in ferrovorm en voor een deel als FeS, dat de bodem een diepzwarte kleur geeft. De

kleuren liggen, voor zover ze niet geheel neutraal zwart zijn, in de "hue" (kleurtoon) 5Y. Meestal komen de "chroma"(verzadigings)waarden 1 en 2 voor en de "value" (helderheid) 3 en 4. Wanneer de "value" 4 aangeeft, is het "chroma" meestal 1; er is dan relatief weinig organische stof. De iets gelige tint, die blijkt uit de "hue" 5Y wordt bij deze volkomen gereduceerde gronden vermoedelijk veroorzaakt door de basiskleur van de klei en de humus, terwijl de overige ferroverbindingen vermoedelijk voor een deel gelige of groenachtige tinten veroorzaken. Sterk zandige gereduceerde gronden neigen soms iets naar de "hue" 2.5Y.

Gronden, die een stap verder gevorderd zijn op de weg van de rijping, die dus reeds enige oxydatie kennen welke verder gaat dan enkele roestvlekjes, vallen meestal in de "hue" 2.5Y. Bij de meeste griendbovengronden is dit, voor zover ze geoxydeerd zijn, zo. Deze kleur geldt dus voor de matrix, de grond tussen de roestvlekjes in. Het is aannemelijk, dat voornamelijk de omzetting van zwarte FeS in roestkleurige fijn verdeelde $Fe_2O_3.nH_2O$-deeltjes, aan de grond deze kleur verleent.

Daarnaast hebben ongetwijfeld de aard en hoeveelheid van de organische stof invloed. Vooral in de iets geoxydeerde gorzen komen nog donkergrijze en zwarte vlekken voor.*

Naast deze fijnverdeelde roest ontstaan er ook roestvlekken. In figuur 30 is een aantal waarnemingen weergegeven van de grondwaterstand in een griend (type V1), in vergelijking met verschillende eigenschappen van het bodemprofiel en de hoogwatercurve. Hoewel het aantal waarnemingen niet groot is, lijkt ons de conclusie gerechtvaardigd, dat de onderste grens van de roest samenvalt met de onderste limiet van de grondwaterstand. In dit geval is dus de vlekkerige horizont inderdaad de fluctuatiezone van het grondwater, welke schommeling hier een afspiegeling geeft van de halfmaandelijkse

* De zwarte reductievlekken worden in het algemeen aangeduid met de kleur blauw. In de termen als de "blauwe" en "oude blauwe zeeklei" komt dit duidelijk tot uitdrukking. In de Biesbosch bleek bij gebruik van de Munsell-kleurenschaal, dat deze kleuren, die men als blauw pleegt aan te duiden, in werkelijkheid neutraal zwart of grijs zijn. Dit feit kan op eenvoudige wijze verklaard worden. In de grond is geel een algemeen voorkomende kleur, waarvan de complementaire kleur blauw is. Zien we nu naast gelige kleuren een neutrale tint, dan induceert het geel van de omgeving een blauwe kleur in de neutrale tint. Een eenvoudige proef met gekleurd papier bevestigt dit. Dit wil niet zeggen, dat er geen echte blauwe tinten in de grond kunnen voorkomen. In de Biesbosch en omgeving echter hebben wij ze nog nimmer waargenomen. Eenzelfde verschijnsel kan naast vrij rode tinten, groenige kleuren induceren.

periodiciteit in de getijbeweging (zie ook III.2). De eerste vorming van roestvlekjes, die men in de jonge gronden waarneemt komt, in overeenstemming met de vermoedelijke grondwaterbeweging aldaar, voor in de bovenste centimeters van het profiel van ruigten en rietgorzen. De roest blijkt hier steeds als dunne filmpjes op de horizontale bladresten te worden afgezet. Wortelroest, zoals onder de grienden wordt aangetroffen, vindt men in de gorzen en ruigten niet duidelijk. In de zone waar de van roest voorziene bladresten voorkomen, bevindt zich ook het merendeel van de wortels; dit geldt ook voor de massa der fijnere rietwortels. Kennelijk kan in deze zone reeds voldoende lucht toetreden ten behoeve van de worteladembaling. De stolonen, die voornamelijk als verspreidingsorganen dienst doen, zitten veel dieper, tot op een meter onder het maaiveld, in volkomen anaeroob milieu. De grondmassa tussen de roestdeeltjes kan nog donkere 5Y of vrijwel zwarte kleuren dragen, maar zweemt ook reeds vaak naar de kleuren uit de 2.5"hue"-klasse. De meest optredende "value" bij deze iets gerijpte profielen is weer 4; ook 3 komt nog regelmatig voor. Als chroma treedt meestal weer 1 of 2 op.

Wanneer het proces van fysische rijping zeer ver is gevorderd en het eindstadium nadert, zoals bij het vegetatietype V0 (Cariceto remotae-Fraxinetum) het geval is, neemt men kleuren waar die in de "hue"10YR vallen. Ook de goed doorluchte poldergronden kunnen in deze kleurengroep komen en zelfs, zij het zelden, een hue van de 7.5YR-groep hebben. Vooral bij zavelige profielen treft men nog wel de 2.5Y hue aan. Overwegend is de value 4, terwijl het chroma nu eens 2, maar in vele gevallen, in de laag direct onder de bouwvoren gelegen, 3 aangeeft. In de V0-grienden en weidepolders kan de bovengrond ook wel het chroma 1 vertonen, hetgeen dan vooral het gevolg is van de grote hoeveelheid organische stof. Ook de bouwvoor in de polders is vaak wat grijzer of donkerder. Het is van belang op te merken, dat deze kleuren betrekking hebben op de grondkleur tussen de roestvlekken, op de matrix dus. De aanwezige roestvlekken hebben in vele gevallen de vorm van wortelkanalen. Soms zijn de roestkorreltjes onregelmatiger van vorm. In oudere polders kunnen de wortelpijpjes betrekkelijk hard zijn.

Ir.K.J.Hoeksema (mond. meded.) verklaart de bruine kleur van rivierkleigronden tegenover de bekende grijze kleur van de zeekleien uit de omstandigheid, dat deze laatste in de meeste gevallen geen intensieve bosvegetatie hebben gedragen. Er is daarom geen wortelroest gevormd. Op de stroomruggen in het rivierkleigebied heeft in vele gevallen wel bos gestaan. Daar is wel wortelroest gevormd, welke door omwerking van de bodem, via allerlei bodemorganismen (HOEKSEMA, 1953) later homogeen door de bodem is gewerkt. De bruine kleur zou afkomstig zijn van deze door homogenisatie fijn door de bodem verdeelde roest. In zeeklei, waar lang bos heeft gestaan, zouden volgens HOEKSEMA ook bruine kleuren voorkomen. In rivierklei die nooit bos heeft gedragen, zouden ook op de oeverwallen grijze tinten worden aangetroffen.

Indien nu deze menging van wortelroest met de min of meer grijze grondkleur van de bodem de enige reden was tot bruinkleuring, dan zou tussen de roestige wortelsporen in de weinig of niet gehomogeniseerde profielen onder het V0-type en in de polders, die grauwe kleur vallend in de hue 5Y of hoogstens 2.5Y hue, moeten voorkomen. We meten er echter kleuren uit de 10YR-groep in.

Een uitvoerig vergelijkend onderzoek met behulp van de Munsell Color Chart zal echter moeten geschieden, alvorens hier nader op kan worden ingegaan. De oxydatie van FeS en andere zeer fijn in de bodem of de kleideeltjes gebonden ferroverbindingen (BLOOMFIELD, 1952) zal bij een intensieve oxydatie de kleur van de grondmassa van de bodem, ook tussen de wortelroest, kunnen beinvloeden.

In een jonger stadium van rijping zal minder van dit eventueel door complexe verbinding met humaten gebufferde tweewaardig ijzer kunnen worden geoxydeerd. De kleur zal in dat stadium minder sterk worden beinvloed. Dergelijke gronden vallen dan in de 2.5Y hue. Daarnaast kan ook de hoeveelheid en aard van de organische stof en de aanwezigheid van nog iets FeS van invloed zijn op de kleur van deze jongere gronden. Door BLOOMFIELD (1952) is de aanwezigheid van meer en minder resistent ferrohumaat dat dus in disperse toestand kan worden geoxydeerd, inderdaad aangetoond. In rivierafzettingen nu bestaat veel meer gelegenheid tot vorming van dergelijke humaten dan in zeeklei, waar in de jonge sedimenten veel minder organische stof aanwezig is en waar de C/N-verhouding bovendien veel lager ligt (zie ook 2.4 en 3). Ook het verschil in S-huishouding tussen het zoete en het zo sulfaatrijke mariene milieu zou in dit verband een rol kunnen spelen, daar in dit laatste juist bij oxydatie, althans tijdelijk, veel zwavelzuur ontstaat dat oplossend kan werken op fijnverdeeld Fe e.d. Ongetwijfeld heeft daarnaast na homogenisatie de innige menging met grote hoeveelheden wortelroest een belangrijke invloed op de kleur. In de buitendijkse Biesbosch is de homogenisatie zelfs in het V0-stadium op enige dm diepte echter nauwelijks aan de gang.

2.3 Hernieuwde reductie

Het komt voor, dat gronden geruime tijd relatief goed doorlucht zijn geweest, maar later weer geheel van de lucht worden afgesloten. Dit geschiedt bijvoorbeeld bij lage grienden waarvan de kaden verwaarloosd werden en de overspoelingsinvloed toeneemt. Ook op de bodem van gegraven gaten (dijkputten) kan de bovenste laag van de put gedurende de periode dat de bodem droogviel bij laagwater, geoxydeerd en min of meer fysisch zijn gerijpt. Later, bij hernieuwde opslibbing werd de bodem opnieuw gereduceerd. Hetzelfde verschijnsel treedt op bij dunne lagen vers gesedimenteerd slib, dat bij laagwater geruime tijd droogvalt. Gedurende die tijd kan de lucht op het laagje inwerken. Bij de volgende overspoeling wordt de laag weer bedolven onder een nieuwe afzetting en raakt zo voorlopig weer afgesloten van de lucht.

In al deze gevallen zien we het optreden van beige-achtige kleuren, die in de meest uitgesproken gevallen met de kleur 5Y 5/1 overeenkomen. Deze kleur komt voor bij volkomen anaerobe toestand, het organische stofgehalte is meestal laag. Het is daarom waarschijnlijk dat dit de basiskleur is van het slib, hoogstens beinvloed door nauw met het slib verbonden organische stof en de zwak gekleurde ferroverbindingen waarvan men moet aannemen dat ze nog in belangrijke mate in de bodem aanwezig zijn.

Het opvallende verschil met gereduceerde, maar nog nimmer geoxydeerd geweest zijnde gronden is de hoge valuewaarde. Dit verschil wordt kennelijk veroorzaakt door het ontbreken van FeS en organische stof. Vooral het FeS zal hier van betekenis zijn. Ook looistoffen die diepzwarte kleuren kunnen geven aan de bodem (inkt), kunnen het valueverschil veroorzaken.

Bij oxydatie verdwijnt de zwarte kleur van het verse slik en de nog nooit geoxydeerde afzetting vrij snel. Een proef in het veld toont dat dit door middel van H_2O_2 in enkele seconden kan geschieden. Het is bekend dat FeS in korte tijd aan de lucht kan oxyderen met behulp van de bekende ijzerbacteriën. Ook looizure ijzerverbindingen die eveneens een donkere kleur hebben, kunnen vrij snel worden geoxydeerd met een oxydatiemiddel.

Het blijkt nu, dat de gronden die steeds nog wel enkele procenten organische stof bevatten, als ze weer worden gereduceerd, vaak niet meer in staat zijn de zwarte kleurstof te vormen. Op deze wijze zijn gronden, die eenmaal geoxydeerd zijn geweest, vaak te onderscheiden van gronden die dit nooit waren. Deze laatste zijn nl. zwart. Bij een herhaald snelle afwisseling van kleiige en zandige bandjes ziet men soms, dat de dikkere kleibandjes half zwart zijn gekleurd. De oxydatie tijdens de tijd van droog liggen duurde blijkbaar niet lang genoeg om het gehele bandje te ontkleuren. Dunnere bandjes zijn meestal geheel beige. Het zand is iets grijzer van tint, hoewel dit met de kleurenkaart niet duidelijk kan worden gemeten. In een verwaarloosde griend namen we op de grens van het gereduceerde gebied, dat zich kennelijk ten koste van het geoxydeerde deel uitbreidde, het volgende waar: Wanneer men de roestconcreties vervolgde van het nog in geoxydeerde toestand verkerende deel van het profiel naar het gereduceerde deel, dan bleek, dat er groenachtige kleuren optraden op plaatsen, waar de concreties in contact kwamen met het reductiemilieu; ook over het gehele profiel buiten de concreties kan men soms een groenig waas waarnemen. Vermoedelijk gaat het hier om ferroverbindingen van groene kleur, die tijdelijk ontstaan tijdens de reductie van de oxyden, als overgang naar de grijze verbindingen.

Het verdwijnen van de roest levert een bewijs, dat er nog voldoende reductiemiddel aanwezig is om deze roest om te zetten.

Wanneer de opnieuw gereduceerde laag buiten het bereik van de vegetatie blijft, bestaat er echter blijkbaar dikwijls niet de mogelijkheid om weer zwarte kleuren te vormen. Langs verse organische

resten, als ondergebracht blad e.d. en langs wortels, treft men wel zwarte verkleuringen aan, die met waterstofperoxyde onmiddellijk naar bruin verkleuren. Of deze zwarte kleur door FeS veroorzaakt wordt, of door looizure ijzerverbindingen is niet altijd met zekerheid te zeggen. Men moet aannemen, dat er steeds voldoende Fe aanwezig is. De afwezigheid van een FeS-kleur is eventueel aan het ontbreken van één of meer van de drie volgende factoren te wijten:

a. onvoldoende zwavel,
b. onvoldoende reductiemiddel,
c. afwezigheid van organismen (bacteriën) of andere organische katalysatoren,
d. onaantastbaarheid van het ijzer, dat bijvoorbeeld als humaat optreedt (BLOOMFIELD, 1951).

Vers organisch materiaal (zoals bijvoorbeeld wortels) levert in ieder geval voldoende zwavel en reductiemiddel. Over de aanwezigheid van organismen en katalysatoren is zonder onderzoek niets te zeggen; mogelijk spelen deze op grotere diepte een rol. Door VERHOOP (1940) is aangetoond, dat de sulfaatreductie wel wordt gestimuleerd door micro-organismen, maar dat deze organismen hierbij niet onmisbaar zijn. Daar bij toevoer van verse organische stof steeds zwartkleuring optreedt, kan de onder c. genoemde factor niet van betekenis zijn.

2.4 Verplaatsing van ijzerverbindingen in de grond

Het is bekend, dat ijzerhumaten en allerlei ferroverbindingen oplosbaar zijn en dus in staat om zich binnen het bodemprofiel te verplaatsen. In de Biesbosch is nu op sommige plaatsen een dergelijk transport waar te nemen. In de eerste plaats is de vorming van roestconcreties langs wortelgangen e.d. reeds een bewijs voor een verplaatsing van het ijzer. Men kan deze verplaatsing direct waarnemen. Op tal van plaatsen treedt uit wortelgangen in afgestoken profielwanden water naar buiten, dat aan de lucht onmiddellijk een bruine kleur krijgt, die blijkt te berusten op de precipitatie van ijzerroest. Blijkbaar bevat het water gemakkelijk oxydeerbare ferroverbindingen (fig.58).

Op plaatsen waar op een niet al te kleine afstand boven gemiddeld laagwater een grofzandige laag, die in een kreekwand dagzoomt, aanwezig is, kan men soortgelijke verschijnselen waarnemen. Het uitstromen van ijzerhoudend water treedt alleen op, wanneer zich achter de oeverwal een voldoende sterk gereduceerde kom bevindt, waaruit het water ijzer kan opnemen. Op plaatsen, waar de grofzandige lagen aan de lucht komen, vindt men tot op enige afstand van de buitenkant het zand door ijzeroxyde verkit. Dat verkitte zand kan een aanzienlijke hardheid bereiken. Dit uitstromingsverschijnsel bewijst, dat er in de gronden van het zoetwatergetijdengebied een waterbeweging in de bodem bestaat, die van de kommen onder de oeverwal door, naar de kreken gericht is (fig.58 en 59).

In 4.2 zal deze beweging, waarvan men verwachten kan dat ze

intensiever zal zijn, naarmate de bodem grofzandiger en het verhang ten opzichte van het laagwaterpeil groter is, nog nader ter sprake komen.

Het is in verband met het mobiel worden van elementen als Fe (en ook Mn en Ca), mede onder invloed van gistingsprocessen in de bodem, van belang te wijzen op het verschijnsel van de vorming van putjes in het slik.

Deze putjes ontstaan doordat gas (CO_2, CH_4 e.d.) in de meer of minder weke bodem tot de oppervlakte stijgt. Aldaar wordt het tegengehouden door een gomachtig vliesje, waardoor in weke modder gasbellen ontstaan (fig.60a); in meer vast substraat blijft de gasbel onder tegen de oppervlakte hangen (fig.60b). Het huidje aan de oppervlakte bestaat waarschijnlijk uit gomachtige stoffen, die worden afgescheiden door wieren en uit de door BLOOMFIELD (1952) beschreven gomachtige stof, die zich vormt wanneer in humeuze kalkrijke modder gisting optreedt. Deze putjes hebben dus een geheel andere oorsprong dan die welke men alom in mariene gebieden aantreft, waar mollusken (o.a. *Cardium edule*) aan debet zijn. In het zoete gebied is het een begeleidend verschijnsel van de voor dit gebied zo kenmerkende anaerobe afbraak van organische stof.

Niet altijd is het verschijnsel van uitstroming van het ijzer even sterk. Op sommige dagen kan men op de jonge platen overal uit de oevers kleine door iriserende ijzeroxydhuidjes gemarkeerde, ijzerhoudende stroompjes uit de wanden zien vloeien. In de kleine kreekjes met een zandige bedding, die door de kommen lopen, is het water dan gelig troebel gekleurd door de grote massa's ijzer, die er via het zand van de bedding in opwellen. Het zand zelf is merkwaardig donkerbruin gekleurd (5 tot 6YR 2-3/2); vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de geregelde toevoer van ijzerhumaten, die aan de oppervlakte gedeeltelijk oxyderen, gedeeltelijk worden opgehoopt, zodat het zand steeds rijker aan ijzer en organische stof wordt.

In de periode dat men overal het ijzer uit de platen ziet wegsijpelen, krijgt men de indruk dat ook de vorming van putjes in het slik (fig.60) intensiever optreedt. Er kunnen dan plaatselijk vele tientallen van dergelijke putjes per vierkante meter worden waargenomen. De gisting met de eraan gekoppelde verplaatsing van ijzer, mangaan, kalk etc., gasvorming en gomafscheiding is dan blijkbaar extra sterk in die perioden. De weke modder kan dan min of meer poreus zijn ten gevolge van de grote hoeveelheden gas, die er in worden ontwikkeld.

Waar een ijzertransport optreedt, bestaat ook de mogelijkheid van een verarming aan dit mineraal. We beschikken helaas niet over voldoende analysemateriaal om hierover gegronde conclusies te kunnen trekken. Een twaalftal analyses van allerlei rijpingsstadia, van een vers slib, een ruigte, een *Salicetum griend*, een kombos, een *Fraxinetum griend*, een ontkalkte griendgreppelinhoud en een poldergrond, aangevende het totale gehalte aan ijzer (als Fe_2O_3 berekend), doen vermoeden dat niet van een intensieve ontijzering

sprake is.

In figuur 61 is het ijzergehalte uitgezet tegen het lutumgehalte. Er blijkt een duidelijke correlatie van het ijzer met het gehalte aan fijne fractie te bestaan. Opmerkelijk is vooral, dat het monster, genomen uit een kom waar ijzerverplaatsing via het bovengeschetste verschijnsel werd waargenomen, een opvallend hoog cijfer te zien geeft. Het ijzergehalte van een jonge sliblaag, waar nog slechts kort het kommilieu op inwerkte, is vermoedelijk reeds iets gedaald, ten gevolge van het anaerobe milieu. De griendgreppelinhoud, waar de ontkalking zo ver was voortgeschreden dat kattekleivorming in beginsel aanwezig was (4.2.5), heeft een ijzergehalte dat slechts weinig lager ligt dan het gemiddelde. Helaas ontbreken gehalten aan vers slib, bepaald bij hogere lutumpercentages. Wellicht zou blijken, dat de lijn bij het verse slib veel steiler zou lopen dan de gemiddelde. Het feit blijft echter, dat de kromme uit figuur 61 aantoont dat sterk gereduceerde gronden, waar zoals bekend het ijzer gemakkelijk in oplossing gaat, weinig minder ijzer bevatten dan gronden, die tijdens hun ontstaan steeds redelijk goed geaereerd geweest zijn zoals het profiel van het V0-griendtype.

In het volgende onderdeel zetten wij uiteen, dat de gereduceerde toestand de ontkalking bevordert. Kennelijk is de verplaatsing van ijzer veel geringer dan die van kalk, hoewel het verschijnsel veel meer spectaculair is. Blijkbaar zijn kalkverbindingen gemakkelijker oplosbaar dan die van ijzer.

2.5 Gebruik van ijzerverbindingen als indicatie van de oxydatietoestand van de grond

Uit het voorgaande blijkt, dat aangaande de ijzerbeweging in de grond nog allerlei vragen openstaan. Zeker is slechts, dat de aanwezigheid van ijzer als roest op aerobe toestanden wijst; grauwe kleuren duiden in de Biesbosch op ferroverbindingen, die een anaeroob milieu indiceren.

Van deze eigenschap is gebruik gemaakt bij het vegetatie-onderzoek. Hoe meer de roestkleur overwoog, des te intensiever was de bodem geaereerd; hoe minder roest, des te lager was de oxydatietoestand. Er moest echter een met eenvoudige middelen exact meetbare grootheid gevonden worden, die in één enkel cijfer uit te drukken was. Daarom is niet een schattingscijfer naar de mate van roestkleur gekozen, maar een in cm uitdrukbaar cijfer, nl. de diepte tot waar duidelijk roest in het profiel zichtbaar is. Deze waarde geeft blijkens het voorgaande tevens de onderste limiet van de grondwaterschommeling, welke grootheid samenvalt met de intensiteit van de aeratie. Enkele prikken met een steekboor zijn voldoende om deze roestdiepte te kunnen vaststellen.

In hoofdstuk XI zijn de resultaten vermeld. Voor de weinig geaereerde gronden, die niet dieper dan 70 cm doorlucht zijn, was deze diepte goed bruikbaar als maat voor de intensiteit van doorluchting. Op de sterker geoxydeerde gronden, zoals in de rijpere

grienden van de "hoogste" typen, bleek echter de intensiteit van de roest niet meer geheel parallel te lopen met de diepte. Immers, het bovenste deel van een profiel, dat op bijvoorbeeld 80 cm reeds is gereduceerd, kan bij een intensieve ontwatering toch reeds intensief zijn doorlucht (XI.4.1.2). In tabel K (zie Engelse samenvatting) is voor enkele rijpingsstadia een aantal bepalingen weergegeven van de redox-potentiaal.

Deze met de oxydatie-reductietoestand samenhangende grootheid blijkt duidelijk verband te houden met de verschillende rijpingsstadia. Op de oorzaak van verschillende afwijkingen in deze tabel kan thans niet nader worden ingegaan.

3. MANGAAN

Bij het onderzoek van DE GROOT (1956) naar het verband tussen mangaangebrek bij cultuurgewassen en het mangaangehalte van de bodem bleek, dat in de Biesbosch en in de Noordoostpolder mangaangebrek optrad. Dit bleek echter het geval te zijn bij mangaangehalten, die hoger waren dan in de meeste zeekleigronden waar mangaangebrek optrad. Mede op ons advies werd dit verschijnsel in verband gebracht met het rijpingsstadium van de grond. Het door DE GROOT in deze richting uitgevoerd onderzoek gaf een duidelijk inzicht in de mangaanhuishouding van de grond gedurende de rijping (DE GROOT, 1956).

LEEPER (1947)(zie ook DE GROOT, 1956) formuleert de Mn-toestand van de grond als een dynamisch oxydatie-reductiesysteem, waarin de volgende vormen van mangaan in evenwicht verkeren:

MnO_2(grovere partikels)	Mn^{++}	MnO_2(colloidale afmetingen)
vrijwel inert	uitwisselbaar	gemakkelijk reduceerbaar

In vers slib blijkt nu het grootste deel van het totaal aanwezige mangaan als inert MnO_2 aanwezig te zijn, daarnaast is enig uitwisselbaar en nagenoeg geen reduceerbaar Mn aanwezig. De Mn^{++}-ionen worden volgens DE GROOT direct uit het inerte MnO_2 door reductie afgescheiden. Deze mangaanionen kunnen geoxydeerd worden tot reduceerbaar MnO_2, dat op den duur weer in inert MnO_2, dat een ander kristalrooster heeft, kan overgaan.

Gedurende het voortschrijden van de rijping gaat nu het gehalte aan reduceerbaar MnO_2 zeer sterk toenemen (tabel L, zie Engelse samenvatting), het uitwisselbaar Mn^{++} neemt in diezelfde richting sterk af. Daaruit kan men concluderen dat het Mn^{++} oxydeert tot het reduceerbaar MnO_2.

De bodem in het zoete getijdengebied heeft over het algemeen een veel sterker reducerend karakter dan die in vergelijkbare rijpingsstadia in het mariene gebied. Op verschillende plaatsen in dit en andere hoofdstukken komt dit ter sprake. Ook de C/N-verhouding van de humus is hoger, hetgeen zoals hieronder wordt vermeld, mobilisatie van Mn in de hand werkt. Het ligt dus voor de hand, dat in het mariene gebied de mobilisatie van het inert MnO_2 veel

minder intensief geschiedt. Dit geeft een bijdrage tot de verklaring van de verschillen wat de Mn-huishouding betreft, tussen het zoete en het mariene gebied. De analogie met het gedrag van Fe is duidelijk.

De afname van het reduceerbaar MnO_2 in het polderstadium zou verklaard kunnen worden door overgang naar het inert MnO_2.

Ook de verandering aan totaal mangaan kan hierbij een rol spelen. Het blijkt, dat die lagen in het polderstadium, die lange tijd gereduceerd zijn geweest (kalkarme laag en daaronder liggende lagen; IX en VI.4), zeer duidelijk een lager totaal Mn-gehalte hebben dan de bovenliggende laag, die minder lang in min of meer gereduceerde omstandigheden heeft verkeerd.

In het begin van dit onderdeel vermeldden we reeds het voorkomen van mangaangebreksverschijnselen in de Biesbosch. Het bleek nu dat, wanneer het mangaangehalte minder dan 60 d.p.m. bedroeg, mangaangebrek optrad. Dit bleek ook het geval te zijn wanneer het Mn-gehalte hoger was maar de C/N-verhouding boven 11 was gelegen. In VI.7 wordt uiteengezet, dat dit slechts op de allerjongste polders, die nog niet geheel fysisch zijn gerijpt, het geval is. Ook op gescheurd grasland kan de C/N-verhouding boven de 11 liggen. DE GROOT (1956) veronderstelt, dat bij de afbraakprocessen, die hier optreden, organische verbindingen ontstaan, die gemakkelijk Mn binden en zo de beschikbaarheid voor de plant verminderen.

Dat in de Noordoostpolder deze grens niet bij 11 maar hoger ligt (DE GROOT, 1956) hangt mogelijk samen met verschil in aard van de organische stof. Mogelijk heeft daar relatief inert veendetritus met een hoog C/N-cijfer een aandeel in het organische stofgehalte van de bouwvoor.

4. KALK

Het actuele kalkgehalte van de bodem, gevormd in mariene en fluviale sedimenten, wordt bepaald door het kalkgehalte van het verse sediment tijdens de afzetting en de daarna in deze sedimenten optredende fysische en chemische omzettingen, die in ons land steeds resulteren in ontkalking.

4.1 Kalkgehalte van vers slib

4.1.1 Kalkgehalte van vers slib buiten de Biesbosch

Over de processen die het kalkgehalte van vers slib bepalen is weinig bekend (MASCHHAUPT, 1948). Kalkbepalingen door verschillende onderzoekers aan vers rivierslib gedaan, hebben tot tegenstrijdige resultaten geleid. Zo vond LELY (1887) in het Rijnslib tussen Lobith en Schoonhoven kalkgehalten variërend tussen ca. 16 en ca. 30%, gemiddeld ca. 20%. EDELMAN (1946) vermeldt het voorkomen van nagenoeg kalkloos slib (in 1940), dat door affiltreren van rivierwater werd gewonnen en oppert daarbij de stelling, dat vrij zwevend slib kalkarm is en pas bij het sedimenteren onder biochemische invloed kalkrijk wordt. SCHEELE (1946) vond bij Huissen en Malburgen

kalkgehalten in het Rijnslib van gemiddeld 3%.

De Gemeente-Waterleidingen te Amsterdam (schrift.meded.) vonden over 1954 $CaCO_3$-cijfers, die variëren van 5.5 tot 22.5% met een gemiddelde van ca. 16% (bepaald als Ca^{++} en omgerekend op $CaCO_3$); dit geeft voor vers gesedimenteerd Rijnslib 15% en voor soortgelijk slib uit de Maas 6%. Zelf verzamelden wij slib in december 1954 uit de Rijn bij Brakel en uit de Maas bij Drongelen tijdens hoog opperwater, waarvan het kalkgehalte door het Bodemkundig Laboratorium te Kampen werd bepaald op resp.11.7 en 3.1%.

SANTEMA (1953) concludeert uit het grote verschil tussen de cijfers van LELY (1887) en SCHEELE (1946) tot een sterke afname van het kalktransport van de Rijn en ziet hierin belangrijke consequenties voor de landaanwinning. Een dergelijke conclusie lijkt ons echter niet geoorloofd. Het grote verschil tussen de analyseresultaten, ook in de recente tijd, wijst veeleer op een verschil in analyse- en monstermethode. Zo liet LELY het slib rustig bezinken in open schalen, de monsters van de Amsterdamse drinkwaterleiding werden afgezogen op asbest. Zoals we hieronder nader zullen zien, hangt het kalkgehalte van vers slib nauw samen met de koolzuurspanning in het water. De wijze van nemen en bewaren van de monsters kan grote invloed hebben op deze niet stabiele factor.

In figuur 62 is het verband weergegeven tussen het kalkgehalte van vers slib, de chemische samenstelling van het water en de jaargetijden. De cijfers werden ons verstrekt door de Amsterdamse Gemeente-Waterleidingen en hebben betrekking op het Rijnwater bij Vreeswijk over het jaar 1954. Duidelijk blijkt, dat in de zomer en de nazomer een optimum optreedt in het kalkgehalte van vers slib. Hiermee gaat een minimum aan in het water opgeloste Ca^{++}ionen gepaard. De HCO_3^- en de SO_4^{--}curve lopen geheel parallel met die van de opgeloste Ca^{++}. Ook de lijn, die de opgeloste O_2 aangeeft heeft een soortgelijk verloop. Het is duidelijk, dat de oplosbaarheid van de Ca^{++} voor een belangrijk deel wordt bepaald door de concentratie van de HCO_3^-ionen; kennelijk spelen de SO_4^{--}ionen, die zeer nauw met de Ca^{++}ionen op en neer gaan ook een rol in het evenwicht. Het verschil in de concentratie van de HCO_3^- en de SO_4^{--}ionenconcentratie in de verschillende jaargetijden is vermoedelijk deels van biologische, deels van fysisch-chemische aard. De lagere concentratie van bicarbonaat in het warme jaargetijde kan het gevolg zijn van de verminderde koolzuurspanning, uitsluitend ten gevolge van de hoge temperatuur. De sterke assimilatie van planktonorganismen gedurende de zomer zal echter wel de belangrijkste factor zijn. In de zomer zal meer van de zwavel en vooral van de eveneens in de figuur weergegeven fosfor door organismen gebonden zijn dan in de winter. Hierdoor kan het minimum aan deze elementen in de zomer worden verklaard. Het gedrag van zuurstof kan vermoedelijk voornamelijk aan de temperatuur worden toegeschreven, waardoor 's zomers de oplosbaarheid van dit gas wordt verlaagd. Op de oorzaak van de fluctuaties in het Cl(NaCl)-gehalte gaan we niet in,

evenmin als op de elkaar onderling beinvloedende ionenconcentraties. Voldoende is, dat uit het bovenstaande blijkt, dat het aan vers slib gemeten kalkgehalte sterk afhankelijk is van de biochemische en fysisch-chemische toestand van het milieu. Het is daarnaast niet onwaarschijnlijk, dat bij extreem hoge slibgehalten, het kalkgehalte van het slib per eenheid daalt. In de meeste gevallen is echter ten opzichte van de grote hoeveelheid Ca zo weinig slib aanwezig, dat normale fluctuaties er weinig toe doen. Het is denkbaar, dat bij een iets lager kalkgehalte van het water of bij een verschuiving van het koolzuurevenwicht bij een hogere zuurgraad het kalkgehalte geringer zal zijn dan de laagste cijfers in de figuur. Sterke verdunning met oligotroof water zou zo tot kalkarme afzetting van klei kunnen leiden. Inderdaad is op deze wijze kalkarme afzetting mogelijk, zoals in het volgende onderdeel wordt uiteengezet.

4.1.2 Kalkarme afzetting in zuur water

Volgens L.J.Pons (mond.meded.) is het lagere kalkgehalte van de Maassedimenten een gevolg van de sterke verzuring van het oorspronkelijk zeker niet zure Maaswater, door de uit het pleistocene landschap stromende riviertjes en beken. K.J.Hoeksema (schrift.meded.) verklaart de armoede van de uiterwaardklei, o.a. bij Middachten, door de ter plaatse optredende menging met zuur water uit de IJssel. DE SMET zoekt de verklaring voor de kalkarme slikken en kweldergronden langs de noordwestkust van Sleeswijk-Holstein ook in deze richting, namelijk door verdunning van het zeewater met oligotroof water uit het zandige achterland (EDELMAN en DE SMET, 1951).

Zelf namen wij uitgestrekte kalkarme afzettingen waar langs de Elbe boven Hamburg. De pH van het Elbe-water ligt daar beneden 7. Zeewaarts van Hamburg worden de sedimenten kalkrijker als gevolg van het hoger worden der pH, kennelijk onder invloed van de zee en de riolen van Hamburg.

Bij Raamsdonk troffen wij op de grens van de gronden, afgezet na de St.Elizabethsvloed en het pleistocene landschap, een smalle, enkele tientallen meters brede zone kalkarme klei aan. De kaarten van KOORNNEEF (1945) tonen kalkarme zones, waar de jongere afzettingen aan het pleistocene landschap grenzen. De kalkarmoede van deze kleien kan voor een belangrijk deel op dezelfde wijze, via verdunning met oligotroof water, worden verklaard, eventueel in combinatie met de later te bespreken ontkalking. De verschillen in kalkgehalte in het overige deel van de jonge afzettingen in het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard moeten echter op een andere wijze verklaard worden.

4.1.3 Kalkgehalte van vers gesedimenteerd slib in de Biesbosch

Ten einde na te gaan of er invloed uitgaat van de vegetatie via het sedimentatiemilieu op het kalkgehalte werd de volgende proef opgesteld.

In de verschillende permanente kwadraten op de Boerenplaat en

Zuider Jonge Deen werden planken uitgelegd van 1½ m lang en 20 cm breed. Het oppervlak van de plank werd gelijk gelegd met de bodemoppervlakte. Voorts werden ze stevig vastgeklemd. Gedurende het najaar van 1952 en de winter, het voorjaar en de zomer van 1953 werd het slib, dat gedurende een jaargetijde was gesedimenteerd, verzameld. Ten gevolge van allerlei moeilijkheden, o.a. de stormramp van 1953 en vandalisme, gingen veel planken verloren. Evenmin kon de oogst van het slib regelmatig geschieden. Er bleef echter nog een redelijk aantal monsters over voor het doel van onderzoek (fig.63).

Een duidelijk verschil in kalkgehalte onder vegetaties van verschillende samenstelling en dichtheid werd niet gevonden. Wel bleek een zeer duidelijke correlatie te bestaan met het jaargetijde. Zo bleek in de zomer en nazomer het slib een maximum aan kalk te bevatten; in de herfst een minimum. Dit blijkt fraai in overeenstemming te zijn met de gegevens van de Amsterdamse drinkwaterleidingen een jaar later (1954)(fig.62), die we tegelijk met de oorzaken van de optredende verschillen reeds uitvoerig bespraken. Er bestaat dus een grote analogie tussen het proces in de vrije natuur en dat bij het bemonsterde slib in Vreeswijk.

De afhankelijkheid van het kalkgehalte van de temperatuur, mede via biologische activiteit in het water, zou ook een belangrijke oorzaak kunnen zijn van het door Dr.B.Verhoeven (mond. meded.; zie ook KAMPS c.s., 1952 en SANDERS en VERHOEVEN, 1957) vastgesteld verloop in kalkgehalte langs de Noordwesteuropese kust. Het kalkgehalte van vers, niet te lutumarm slib blijkt namelijk van ca. 30% bij Duinkerken, ca. 15% bij Vlissingen en ca. 11% in Groningen, tot vrijwel 0 te dalen voor de Deense kust. Een verklaring van dit verschijnsel alleen via de verdunning van zeewater met zuur diluviaal water (DE SMET, 1954 en VI.4.1.2) is niet afdoende en stuit op allerlei bezwaren. Slechts plaatselijke verschillen kunnen ermee worden verklaard. Een onderzoek naar het kalkgehalte van het Noordzeeslib in samenhang met de breedtegraad en warme golfstroom en de daarmee samenhangende verschillen in temperatuur en biologisch leven zou licht op dit probleem kunnen werpen. De omstandigheden, dat tropische zeeën rijk zijn aan (organische) kalkafzettingen (koralen) en in noordelijke wateren veel kalkarme sedimenten voorkomen, wijzen ook in deze richting.

Een tweede verschijnsel is, dat er een duidelijke correlatie blijkt te bestaan met het gehalte aan afslibbaar. Zo neemt het kalkgehalte van zeer lichte gronden zeer snel toe van 0 tot ca.30% afslibbaar. Bij vers Dollardslib wordt hetzelfde verschijnsel waargenomen (ZUUR, 1954; fig.64). Het geringe kalkgehalte van het lutumarme sediment moet vermoedelijk worden toegeschreven aan het gebrek aan inwendige oppervlakte van het sediment. Op de fijne fractie zal bij het bezinken relatief veel precipiterende kalk kunnen neerslaan. In het Biesboschsediment neemt het kalkgehalte bij hogere afslibbare waarden af; bij het Dollardslib blijft de gehaltekromme echter horizon-

taal lopen. Later zullen we hier nader op ingaan (4.2.4). Afwijkend zijn ook de enkele gegevens van slibplanken, gelegd in de grienden van De Dood. Het betreft echter alleen herfstmonsters, helaas zijn de overige planken in de andere jaargetijden alle verloren gegaan. De kalkgehalten zijn er extra laag in vergelijking met de andere, zonder dat redelijkerwijs de vegetatie hiervoor verantwoordelijk gesteld kan worden.*)

4.1.4 Besluit

Uit het bovenstaande kunnen we ten slotte nog besluiten, dat er geen reden is om aan te nemen, dat het kalkgehalte van onder overigens gelijke omstandigheden gesedimenteerd slib de laatste jaren lager zal zijn geweest dan vroeger. Afgezien van de smalle kalkarme stroken langs het pleistocene landschap is het logisch, de oorzaak van het verschil in kalkgehalte tussen de verschillende gronden grotendeels te zoeken in de ontkalking. In het volgende onderdeel zal blijken, dat hiermee veel verschillen redelijk verklaard kunnen worden. Zie echter ook 4.2.4.

4.2 Ontkalking

4.2.1 Inleiding

Men kan ontkalking voorstellen als het resultaat van de samenwerking der volgende factoren:
1. kalkoplossend agens,
2. doorlatendheid van de bodem,
3. tijd.

In de literatuur van de tijd voor de laatste wereldoorlog wordt de ontkalking voornamelijk toegeschreven aan uitspoeling via het regenwater gedurende de cultuur van landbouwgewassen. Ontwatering zou ontkalking bevorderen (MASCHHAUPT, 1947, 1948, 1950; MASCHHAUPT en HISSINK, 1924). BENNEMA (1953) geeft hiervan een overzicht. EDELMAN en zijn medewerkers brachten de mogelijkheid van primaire ontkalking of zelfs kalkarme afzetting naar voren; voor een overzicht van deze literatuur zij ook verwezen naar BENNEMA (1953).

Tegen de genoemde opvatting van voor de oorlog pleit, dat juist in de laag liggende zware kleigebieden de meest kalkarme gronden voorkomen. De oude boerenwijsheid zegt dan ook, dat "natte gronden verzuren".

4.2.2 Ontkalking als gleyverschijnsel

Inderdaad is op theoretische gronden aan te tonen, dat een anaeroob milieu tot oplossing van de kalk kan leiden. Afbraak van orga-

*) Zie noot achter 4.2.4.

nische stof immers, levert steeds als één van de eindproducten CO_2, of dit nu anaeroob of onder invloed van overmaat aan zuurstof geschiedt. Bovendien kunnen onder anaerobe condities ook andere organische zuren ontstaan, die calcium binden. In een natte grond zal alle CO_2 oplossen in water. Hierdoor zal koolzuur kunnen ontstaan, waardoor de kalk tot bicarbonaat kan worden opgelost. Overmaat aan organische stof en daardoor hoge productie van CO_2 zal het proces versnellen. De pH behoeft bij dit alles slechts weinig beneden 7 te dalen.*) Is de grond tevens doorlatend, dan zal de ontkalking snel geschieden, zo niet, dan vraagt het proces meer tijd. De CO_2 die in een goed doorluchte bodem ontstaat, kan vrij snel wegdiffunderen en heeft dus weinig invloed op het oplossen van de kalk. In zware, laag liggende kleilagen werkt alles mee om tot een sterke reductie te komen (komgebieden); de fijne fractie bindt veel water en bovendien is het gehalte aan organische stof oorspronkelijk hoog (V.1.3). De oplossing van de kalk is dus gewaarborgd. Slechts de afvoer zou te wensen over kunnen laten, maar de factor tijd zal in vele eeuwenoude gronden (komklei- en rivierkleigebieden, knipgebieden etc.) deze hindernis voor de ontkalking wel overbrugd kunnen hebben.

De resultaten van ons onderzoek in de Biesbosch steunen de bovengenoemde veronderstelling. We bezien daartoe de resultaten der analyses, verricht aan de ten behoeve van het rijpingsonderzoek genomen monsters, aangevuld met enkele praktijkanalyses uit de polders.

In de figuren 65, 66 en 67 zijn kalkcijfers per rijpingsstadium van gors, griend en polders uitgezet tegen het afslibbaar. Het duidelijkste verband blijkt te bestaan bij de poldermonsters. Evenals bij de in 4.3.1 behandelde monsters vers slib, loopt het kalkgehalte sterk op vanaf de oorsprong tot aan een afslibbaar gehalte van ca. 25 à 30%. Bij het toenemen van de zwaarte blijkt het gehalte aan $CaCO_3$ echter sterk te dalen, totdat omstreeks 90% afslibbaar geen gehalte boven 1% meer voorkomt. Boven werd reeds uiteengezet, dat een hoog slibgehalte reductie in de hand werkt. Bovendien zijn zware kleigronden meestal langzaam opgeslibd, zodat ontkalking tijdens de opslibbing daar veel minder wordt gecompenseerd door aanvoer van vers sediment, dan bij snel groeiende, lichtere sedimenten. Dat de ontkalking tijdens de opslibbing van groot belang is, zal hieronder blijken.

Een vergelijking van de figuren 65, 66 en 67 doet ons voorts zien, dat er geen geleidelijke daling van het kalkgehalte gedurende de rijping geconstateerd kan worden. Zelfs binnen de rijpingsstadia af-

*) Ook VAN DER SPEK (1950) en VERHOOP (1940) veronderstellen het optreden van ontkalking in nat milieu op boven aangeduide wijze. Bij de eerste vormt dit zelfs een essentieel onderdeel van zijn theorie omtrent de vorming van katteklei.

zonderlijk lijkt op het eerste gezicht weinig verband aanwezig. Wanneer wij echter de monsters groeperen naar dicht bijeen liggende monsterplaatsen, blijkt het mogelijk, soortgelijke lijnen te construeren zoals voor de polders is gedaan in figuur 67. De vorm van de lijnen is in grote trekken gelijk, slechts de afmetingen variëren voor de verschillende groepen aanzienlijk.

Bij de ruigten zien we ook, dat naburige monsterplaatsen in de grafiek dicht bij elkaar komen. Het aantal punten is echter te gering om daar met enige betrouwbaarheid lijnen te kunnen tekenen.

Wanneer de in het voorgaande geopperde stelling, dat anaerobie van de grond het voornaamste ontkalkende agens is, ontkalking dus tot de normale gleyverschijnselen behoort, dan zal dit uit de gegevens van de fysisch onrijpe gronden moeten blijken.

Dit is dan ook inderdaad het geval. Zo zien we bij groep I van de rietgorzen (Houtganzewei), dat de roestbevattende monsters relatief hoger liggen dan de volkomen gereduceerde. Een iets geringere reductie gaat dus samen met een iets geringere ontkalking, die overigens op dit gors zeer hevig is; op dit laatste wordt hieronder nog nader ingegaan.

Bij de andere twee groepen zien we een soortgelijk verschijnsel, hoewel het daar minder duidelijk is. Bij de grienden zien we, dat de monsters uit Lijnoorden een relatief veel hoger kalkgehalte hebben dan die van de Nerzienplaat. Nu is de ondergrond van het griendtype V0 in Lijnoorden binnen 1 m vrij grofzandig en is de bodem hoog gelegen. Voor de ondergrond op het Nerzienplaatje geldt hetzelfde, in beide typen is dus een goede doorlatendheid gewaarborgd. Voorts zijn beide gebieden ongeveer even oud. De griend van Lijnoorden is mogelijk wat ouder. De kalkrijke bodem behorende tot type V4 bij Lijnoorden laten we buiten beschouwing. Deze is gelegen in een jongere geul en heeft een minder doorlatende grond.

Het grote verschil tussen het type V0 (Fraxinetumgriend) en de griend op het Nerzienplaatje, type V3r (Salicetumgriend), is dat de bodem in de eerste zeer sterk is doorlucht (V.1.3.4 en XI.7.1) en in de tweede, wat de bovenste lagen betreft, gereduceerd is (X.6.3.6 en XI.7.1.2). Het verschil in kalkgehalte kan hiermee worden verklaard. De overige grienden, die bemonsterd werden, behoren alle tot de Salicetumgrienden met een niet bijzonder sterk doorlatende ondergrond. De grond is er overwegend jonger dan in de reeds behandelde grienden. In vergelijking met de gorzen blijkt het kalkgehalte over het algemeen lager te liggen.

Binnen de gorzen is het verschil tussen de groepen weer op een soortgelijke manier te verklaren. Zo is de ouderdom van het gors van de Hardenhoek (groep 3) ongeveer gelijk aan dat van de Houtganzewei, namelijk niet ouder dan honderd jaar. Bij de laatste is echter binnen 1 m een grofzandige ondergrond aanwezig. In de kuilen waaruit de monsters van groep 1 en 2 stammen, is de bodem tot op grote diepte slibhoudend en dus weinig doorlatend. In de onderste laag van kuil 6 werkt alles samen tot een snelle ontkalking; een

hoog organische-stofgehalte zorgt tezamen met de volkomen anaerobe gorstoestand voor een zeer intensieve reductie. Dat er een neerwaartse waterstroom optreedt in de gorzen met grofzandige ondergrond is bewezen in onderdeel 1 (fig.57). Bij het onderhavige gors treedt het op deze stroom wijzend verschijnsel van vorming van roest in zandlaagjes langs de oever zeer duidelijk op.

De pH gemeten aan eerst gedroogde grond blijkt in de kalkarme laag van kuil 6 iets beneden 7 te liggen.

Beredeneren wij met de voorgaande gegevens voor ogen, wat er theoretisch zal gebeuren met het kalkgehalte van de opwassen tijdens de groei en de fysische rijping ervan, dan komen we tot het volgende. Kort na de sedimentatie is het kalkgehalte van het verse slib relatief hoog. Gedurende de eerste stadia van de landgroei is de bodem, behoudens enkele smalle stroken langs de oevers, vrijwel geheel gereduceerd, terwijl een overmaat aan organische stof aanwezig is. Er heerst dus een gunstig milieu voor ontkalking. Gedurende de gorsstadia zal de ontkalking per tijdseenheid dus het meest intensief zijn. Wordt de bodem later meer doorlucht, zoals in het griendstadium het geval is, dan zal de ontkalking worden tegengewerkt. Gedurende het stadium van de S a l i c e t u m griend is de oxydatietoestand van de grond nog niet optimaal, er zal dus nog wel enige ontkalking kunnen optreden. Vermoedelijk zal dit zoveel zijn, dat eventueel vers aangevoerd kalkrijk slib nog ontkalking ondergaat. Na intreding van de poldertoestand zal, wanneer de grond geheel fysisch is gerijpt, de ontkalking als gleyverschijnsel zijn uitgeschakeld. Slechts kan kalkverlies optreden via de seculaire ontkalking, die echter vermoedelijk niet meer zal bedragen dan 1% per eeuw (EDELMAN en DE SMET, 1951).

In overeenstemming met het bovenstaande is, dat volgens de cijfers het kalkniveau van de griend gemiddeld lager ligt dan dat van de gorzen.

Men zou nu verwachten, dat de polders een kalkniveau zouden hebben, dat niet boven dat van de grienden zou liggen. Uit de cijfers blijkt echter, dat de kalkgehalten van de polders gemiddeld boven die van de grienden en zelfs boven die van vele gorzen liggen. Men zou dit ten dele kunnen verklaren uit de omstandigheid, dat de opslibbing in de laatste fase in een vrij goed geoxydeerd milieu plaatsvindt. Daartegenover staat echter, dat in die laatste fase de opslibbing betrekkelijk langzaam geschiedt en de kans op uitspoeling dus ook groter wordt. Bovendien is de relatieve kalkrijkdom van de ondergronden bij een groot deel van de poldergronden dan nog niet verklaard. Nu zijn de meeste poldermonsters afkomstig van polders, die na ca. 1600 en vóór ca. 1850 waren bedijkt. In IX.4.2.3.5 wordt uiteengezet, dat deze tijd werd gekenmerkt door een regressiefase; een periode van vertraagde of zelfs stilstaande stijging van de zeespiegel. Gedurende een dergelijke periode volgen de verschillende stadia van landgroei elkaar sneller op, omdat men eerder tot griendcultuur en de daarop volgende stadia kan overgaan dan tijdens de

periode, waarin de stijging van de zeespiegel snel geschiedt. Hierin kan de verklaring gezocht worden voor het hogere kalkgehalte van de meeste polders.

4.2.3 De kalkarme laag in het "Waardengebied"

In het noordoosten van de Biesbosch komt op verschillende plaatsen op zekere diepte in het profiel een kalkarme laag voor ("Waardengebied"; IX.4.2.3.5). Deze laag vormt steeds het onderste gedeelte van de aan de oppervlakte liggende homogene kleilaag (VII.3). In hoofdstuk IX wordt aangetoond, dat deze laag ontstaan is kort na het invallen van de regressiefase, omstreeks 1600. De abrupte overgang van de lichte ondergrond naar de zware, kalkarme laag duidt op een plotselinge verandering in het sedimentatiemilieu. Het hoge gehalte aan organische stof en water wijst erop, dat deze laag nimmer sterk geaereerd is geweest. Kennelijk was er ten tijde van de ontwikkeling van deze gronden kort na 1600 geen griendcultuur van betekenis. De afgelegen ligging als eilanden zal hiervan wel de reden zijn geweest. De platen zullen begroeid zijn geweest met de ruigtevegetatie, zoals die in X.3 zijn beschreven (bijvoorbeeld Reh) al of niet afgewisseld met wilgenstruweel.

Op de aanwassen, die in diezelfde periode ontstonden, maar die via land bereikbaar waren, vindt men geen kalkarme lagen. Daar werd het land direct op de een of andere wijze in cultuur genomen, zodat daar het kalkgehalte veel minder daalde (Land van Heusden en Altena en Eiland van Dordt).

Later deed echter ook de griendcultuur in het gebied met kalkarme lagen zijn intrede. De sindsdien afgezette klei is weer kalkhoudend tot kalkrijk. De sporen van griendcultuur vindt men terug in de greppels, die de kalkarme laag op de meeste plaatsen doorsnijden en later bij inpoldering zijn opgevuld met kalkrijke bovengrond (IX.4.2.3.5). Het blijkt dus, dat ook in de regressietijd sterke ontkalking kan optreden. De voor een regressieperiode zo kenmerkende langzame opslibbing werkt dit, wanneer het milieu reeds sterk anaeroob is, in de hand. Hier zien we dus, dat ook bij de ontkalking het regressiemilieu aanleiding geeft tot grote verschillen, het transgressiemilieu tot het tegendeel. In IV.2.3 en IX.4.2 is aangetoond, dat dit ook in andere opzichten geldt.

4.2.4 Het verschil in kalkgehalte bij vers gelijktijdig gesedimenteerd slib in de Biesbosch

In 4.1.3 constateerden wij, dat het kalkgehalte van het vers gesedimenteerde slib na een zeker optimum, naarmate het sediment zwaarder wordt, weer afneemt (fig.63). Aan ontkalking na de afzetting valt hier niet te denken. De periode, waarin dit zou moeten gebeuren bedraagt slechts enkele maanden; bovendien is het slib op een ondoorlatende plank bezonken. Zou men in dit geval aan ontkalking willen denken, dan zou dit alleen door diffusie tijdens hoogwater kunnen zijn verdwenen. Het alternatief is, dat het lutumrijke

slib kalkarmer was op het moment dat het bezonk. De oorzaak hiervan kan liggen in het sedimentatiemilieu. Een hoger gehalte aan fijnere fractie duidt er immers op, dat het sedimentatiemilieu rustiger is dan op de plaatsen waar slechts grover materiaal bezinkt. De oorzaak van dit rustiger milieu kan een dichtere vegetatie zijn of een grotere afstand, die de stroom door de vegetatie heeft moeten afleggen. Het is mogelijk, dat tijdens het rustige staan van het water omstreeks hoogwater ver van de oever tussen een dichte vegetatie meer koolzuur (dat kalkafzetting belemmert) in het water kan voorkomen dan tijdens het snelle stromen over de lage platen en langs de oeverwallen. De aard van de vegetatie, die op de oeverwallen weinig minder dicht is dan in de kommen, is daarbij niet van veel belang.*)

Duidelijk kan ook waargenomen worden, dat een deel van het verse sediment dicht in de nabijheid van de monsterplaatsen werd opgewoeld. De mogelijkheid bestaat dus, dat het slib na opwoeling, voordat meer kalk uit het water erop kon neerslaan, weer werd gesedimenteerd. De lagere kalkgehalten in het lutumrijke slib kunnen dus mede een gevolg zijn van opwoeling van colloidrijk materiaal, dat op een vroegere ligplaats volgens reeds behandelde principes kalk had verloren.

Het lage kalkgehalte van het vers gesedimenteerde slib in de uitgestrekte griendencomplexen van De Dood, die door slechts kleine geulen worden doorsneden, zou op beide manieren verklaard kunnen worden. De invloed van het Maaswater (zie 4.1.1 en 4.1.2) kan hier echter ook een belangrijke, zo niet overwegende rol hebben gespeeld.**)(zie noot op volgende blz.)

4.2.5 Sulfaatreductie en oxydatie van sulfiden

Een bijzonder proces, dat van betekenis is bij de ontkalking van kleien, is de oxydatie van sulfiden na voorafgaande sulfaatreductie. Over het proces, dat zich hierbij afspeelt, zij verwezen naar VAN DER SPEK (1934, 1950, 1952).

De tijdens oxydatie ontstane zuren kunnen oplossend werken op

*) Na afsluiting van het manuscript bereikte ons het proefschrift van PONS(1957) waarin de auteur de kalkarmoede van komkleien geheel aan dit verschijnsel toeschrijft. Inderdaad zal deze oorzaak een belangrijke bijdrage aan de kalkarmoede van zware kleien kunnen leveren. Onze waarnemingen bevestigen (zie helling van de kromme in fig.63) de algemene tendens van de veronderstellingen van PONS. Wij handhaven echter onze stelling op grond van boven vermelde waarnemingen en beschouwingen dat kalkarmoede van kleigronden ook het gevolg van langdurige natte, gereduceerde omstandigheden: een gleyverschijnsel dus, kan zijn.

eventueel aanwezige kalk. Dit kan inderdaad een aanzienlijke reden van ontkalking zijn, vooral als het pyriet in het slib is aangevoerd. Moet deze echter in de bodem worden gevormd, dan wordt ontkalking in zekere mate gecompenseerd omdat voor de vorming van de later te oxyderen sulfiden, sulfaatreductie moet optreden. Bij dit laatste proces nu wordt juist $CaCO_3$ neergeslagen (VAN DER SPEK, 1950). Later, bij oxydatie, wordt de zo ontstane achterstand in ontkalking ten opzichte van sulfaatarme gronden weer ingehaald door de vorming van zwavelzuur. Zo wordt in mindere mate de intensiteit van ontkalking, alsmede de periode van ontkalking door de zwavelhuis-

**)Na het beëindigen van het manuscript bleek bij het Mn-onderzoek van Drs.A.J.de Groot, dat er een aanzienlijk verschil bestond tussen de Mn-gehalten van vers slib in het uiterste zuidoosten van de Biesbosch en het westen (in het laatste gebied lager). Bij een op ons advies uitgevoerd onderzoek om na te gaan in hoeverre het $CaCO_3$-gehalte eenzelfde tendens vertoonde ten einde een eventueel verschil tussen Maas- en Rijnsediment (4.1.1) te kunnen vaststellen, bleek inderdaad een groot verschil te bestaan. Slib, gesedimenteerd langs het Spijkerboor, bleek een kalkgehalte te bezitten van minder dan ca. 6%, terwijl in het westen cijfers werden gevonden van de orde van grootte zoals we in 4.1.3 hebben vermeld, dus boven 10%. Deze orde van grootte stemt geheel overeen met de in 4.1.1 gegeven cijfers voor Maas- en Rijnslib. Op het wantij in het Steurgat tussen Pauluszand en de Moordplaat bleek een scherpe overgang in $CaCO_3$-gehalte op te treden. Kennelijk is de Maasinvloed in het zuidoosten aanzienlijk. Het is in dit verband waarschijnlijk, dat het betrekkelijk lage kalkgehalte, dat wij vonden in vers gesedimenteerd slib in de grienden van De Dood, voor een belangrijk deel samenhangt met een tot daar toe doordringende Maasinvloed; de monsterplaats ligt nl. aan de Maaszijde van het wantij.
Uiteraard kon het Maaswater eerst na 1904 in belangrijke mate in het zuidoosten (na het graven van de Bergse Maas) van invloed worden. Voor die tijd werd het via de Poederooiense Maas langs Loevestijn aangevoerd en zo sterk vermengd met de veel grotere massa's Rijn (Waal)-water, dat van de zure invloed niets meer te merken zal zijn geweest. Daar de meeste monsters waarop we onze conclusies baseerden, zoveel mogelijk buiten een eventuele Maasinvloedssfeer werden genomen en bovendien gebiedsgewijs werden beschouwd, worden deze laatste niet beinvloed door dit verschijnsel. Slechts bij de lage kalkgehalten op het Nerzienplaatje (4.2.2) zou dit verschijnsel mogelijk mede van invloed geweest kunnen zijn.

houding bepaald. Voor zover geen oxydeerbaar pyriet in het slib aanwezig was, is de eigenlijke universele oorzaak van ontkalking van betrekkelijk jonge sedimenten het anaerobe organische stofrijke milieu. Is vooral door deze factor het kalkgehalte sterk gedaald, terwijl ook nog pyriet aanwezig is of is gevormd, dan kan na oxydatie een tekort blijken aan carbonaat, zodat onder invloed van een voldoend lage pH basisch ferrisulfaat kan worden gevormd, de zogenaamde gele uitslag van de "katteklei" (VAN DER SPEK, 1950). Volgens de literatuur (VAN DER SPEK, 1950, 1952; ZUUR, 1954) is voornamelijk het pyriet FeS_2 van betekenis, FeS komt in te geringe hoeveelheid voor om voldoende SO_4^{--}ionen te kunnen leveren.

In ons gebied troffen wij op enkele plaatsen een verschijnsel aan, dat te maken heeft met de kattekleivorming. In de Kloppenwaard bij Werkendam namen we gele vlekken waar in een oude laag, die geheel in overeenstemming was met de beschrijving, die VAN DER SPEK (1950) geeft voor "neutraal katteklei". De vlekken kwamen voor in de bodem van oude griendgreppels, die later weer zijn opgevuld met meer dan een meter kalkrijk jong materiaal. Nu zijn griendgreppels meestal ten dele gevuld met organisch materiaal, o.a.veel bladresten. Gepaard aan het natte milieu is de intensieve ontkalking via gleyverschijnselen dus gewaarborgd. Uit tabel P (zie Engelse samenvatting) blijkt, dat wilgenstrooisel een relatief hoog gehalte aan zwavel heeft. De ophoping van vrij veel sulfiden kan daarmee dus ook verklaard worden. Aanvoer van sulfaatrijk zeewater is juist op dit punt, waar de Merwede het Biesboschgebied binnenkomt, zeer onwaarschijnlijk. In tabel M (zie Engelse samenvatting) zijn de polysulfidengehalten van enkele monsters weergegeven. De geringe gehalten duiden er ten overvloede op, dat de sulfiden bij de eigenlijke ontkalking nauwelijks enige invloed gehad kunnen hebben.

4.3 Besluit

In het voorgaande is gebleken, dat de verschillen in kalkgehalten van de verschillende afzettingen van na de St.Elizabethsvloed verklaard kunnen worden via een verschil in snelheid van ontkalking tijdens en na de periode van opslibbing. Daarnaast, meestal in combinatie hiermee, kan de kalkarme afzetting in met zuur water verdund of met CO_2 verrijkt rivierwater de oorzaak zijn. De ontkalking moet in de Biesboschgronden opgevat worden als een gleyverschijnsel, dat wordt beinvloed door de mate van reductie, de mate van doorlatendheid van de ondergrond en de tijd (o.a. in verband met de mate van nieuwe aanvoer).

De oxydatie van sulfiden die in de bodem ontstonden na sulfaatreductie, beinvloedt voornamelijk slechts het tijdstip en de periode van ontkalking, maar heeft weinig invloed op het uiteindelijk kalkgehalte.

Tijdens een regressiefase wordt op de geoxydeerde plaatsen de ontkalking geremd, op sterk gereduceerde plaatsen wordt echter juist het ontstaan van een laag kalkgehalte in de hand gewerkt.

Door de nadruk te leggen op de ontkalking als resultaat van Redoxprocessen in de grond, ook buiten de Biesbosch als (anaeroob) gleyverschijnsel dus, kunnen de meeste in de natuur waargenomen ontkalkingsverschijnselen worden verklaard. De nadruk zij er op gevestigd, dat dus niet de levende plant verantwoordelijk is voor de sterke ontkalking in gereduceerd milieu, hoewel deze natuurlijk in de seculaire ontkalking een belangrijke rol speelt. De sterke ontkalking in komachtige en laag liggende gebieden geschiedt echter onder invloed van rottende vegetatieresten.

In figuur 68 is schematisch het verloop van de ontkalking onder verschillende omstandigheden voorgesteld.

Nam men voor de oorlog aan, dat de ontkalking na het in cultuur nemen van de grond begon, met zij het aanzienlijke overdrijving, kan men thans stellen, dat na het bedijken, ontwateren en in cultuur nemen van de grond, de ontkalking ophoudt. De oude boeren hebben gelijk gekregen in hun kennis dat "natte grond verzuurt".

Het is in verband met dit alles niet meer nodig om nog de veronderstelling van MASCHHAUPT en HISSINK (1924) te bestrijden, dat het hoge kalkgehalte van de Biesboschgronden ten opzichte van de even oude Dollardgronden ten dele toegeschreven zou kunnen worden aan de slechte ontwatering van de Biesboschpolders.

5. KALIUM

5.1 Het kaligehalte

Het is een bekende eigenschap van rivierkleien dat ze in vergelijking met de mariene sedimenten betrekkelijk kali-arm zijn en dat dikwijls kalifixatie optreedt.

Ook de in zoetwater afgezette Biesboschgronden blijken na inpoldering lage kalicijfers te vertonen. Het in 10% HCl oplosbare kali correleert in mariene gronden nauw met het lutumpercentage (ZUUR, 1954).

In tabel N (zie Engelse samenvatting) zijn daarom de gedurende het onderzoek bekend geworden cijfers, berekend per eenheid lutum, weergegeven. In tabel O (zie Engelse samenvatting), kolom 16, vindt men nog een aantal gegevens welke minder exact zijn, omdat de lutumwaarde niet bepaald werd in hetzelfde (meng)monster, waarin de kali werd geanalyseerd. Ze wijzen echter geheel in dezelfde richting. Voorts blijkt er een duidelijke correlatie te bestaan met het rijpingsstadium. De afname van kali moet ten dele worden verklaard door de kali-onttrekking door de vegetatie, ten dele ook door de afname van het humusgehalte gedurende de rijping.

Een verandering in de aard van de kleimineralen gedurende de rijping kan ook een rol spelen; in 5.2 zal hierop nader worden ingegaan. Sprekende cijfers betreffende de kali-onttrekking worden geleverd door de resultaten van de monsters 3 en 2 van bijlage 17. Beide monsters werden genomen van de aanslibbing op een zeven jaar geleden nabij Maltha gezonken schuit.

Monster 3 is afkomstig van de docht van de schuit, welke een

dichte begroeiing met ruigteplanten vertoonde, monster 2 is afkomstig van een smalle lijst, waar slechts wat wier het slik hier en daar bedekte. De afslibbaarwaarden blijken identiek, het organische stofgehalte is, zoals te verwachten, bij het begroeide slik iets hoger en het $CaCO_3$-gehalte juist wat lager. Deze overeenkomsten duiden op een geheel gelijke aard van het slib tijdens de afzetting. Des te opmerkelijker is het enorme verschil in het K/HCl-getal, dat bij het begroeide slik precies de helft bedraagt van de bij het onbegroeide, waargenomen waarde. De onttrekking van kali moet in de zeven jaar dat de schuit gezonken is, zijn geschied.

Ook de monsters uit het rietgorsprofiel op de Boerenplaat wijzen op onttrekking van kali via de planten. Daar blijkt juist de bovenste horizont, waar zich de haarwortels van het riet bevinden, veel armer te zijn dan de onderste lagen van het profiel, ondanks de door sedimentatie vermoedelijk steeds optredende aanvoer van vers materiaal. De cijfers uit tabel P geven een beeld van de mate waarin de verschillende buitendijkse planten kali kunnen opnemen. Hierbij is van belang, in hoeverre het gewas wordt afgevoerd, zoals bij cultuurgewassen als riet en wilgen het geval is. Echter ook bij planten, waarvan het strooisel weer op de bodem terugkomt, kan het in omloop brengen van de kali uit meer resistente verbinding toch eventuele uitspoeling bevorderen.

Is de onttrekking van kali door de vegetatie als verklaring voor het afnemen van kalicijfers in de opeenvolgende rijpingsstadia plausibel, het lage kaligehalte van de in zoetwater afgezette gronden ten opzichte van de mariene, kan er niet geheel mee worden verklaard.

Uit de cijfers over het verloop van het kaligehalte in de Wieringermeer (tabel N; zie Engelse samenvatting), blijkt dat het aanvangscijfer rond tweemaal zo groot is als in de Biesbosch. Het hogere gehalte van vers mariene slib kan veroorzaakt worden door het hogere kaligehalte van zeewater. De algemeen geconstateerde plotselinge toename van het kaligehalte in met zeewater geinundeerde gronden wijst duidelijk in deze richting. Het hogere eindgehalte is echter minder gemakkelijk te verklaren. Het is niet onmogelijk, dat de intensieve vegetatie in het zoetwatergetijdengebied en ook in het fluviatiele gebied voor de zeer lage kalicijfers aldaar, mede verantwoordelijk is. In het volgende onderdeel zullen we nog een andere oorzaak van dit verschijnsel behandelen.

Voor de praktijk blijkt uit deze gegevens, dat bij inpoldering van het Salicetumgriendstadium reeds betrekkelijk weinig beschikbaar kalium kan worden verwacht en dat bij inpoldering vanuit het Fraxinetumstadium in bepaalde gevallen nagenoeg geen beschikbare kali aanwezig behoeft te zijn. Er is hier dus een belangrijke tegenstelling ten opzichte van het verloop van het kaligehalte bij inpoldering van kwelders en schorren.

5.2 Kalifixatie

De Rijkslandbouwconsulent voor west-Brabant heeft een onderzoek

naar het voorkomen van kalifixatie in de Biesbosch georganiseerd. Het onderzoek werd in 1954 op het laboratorium voor Landbouwscheikunde der Landbouwhogeschool te Wageningen uitgevoerd door de studenten K.Kuiper en Tj.P.Wijngaarden. De monsterplaatsen werden aan de hand van onze bodemkaart uitgezocht. Uit de resultaten bleek, dat er in de Biesbosch op grote schaal kalifixatie optreedt. Deze is groter, naarmate de bodem ouder en zwaarder is. Maar zelfs in een jong rietgors bleek de grond reeds vrij wat kali te fixeren (KUIPER en WIJNGAARDEN, 1954). De factor ouderdom van de bodem en gehalte aan fijne fracties bleken in de reeks monsters te sterk gekoppeld te zijn om te kunnen nagaan, welke factor werkzaam is.

Tijdens het onderzoek naar het gedrag van het mangaan, dat Drs.de Groot (VI.3) in nauwe samenwerking met ons uitvoerde, bestond de gelegenheid kalifixatiebepalingen te doen in een vrij groot aantal monsters, afkomstig zowel uit de Biesbosch als uit de naaste omgeving.

Er werd naar gestreefd, gronden te bemonsteren die afgezet zijn gedurende verschillende aanslibbingsperioden, zoals die zijn beschreven in hoofdstuk IX. We konden aan de hand van de bodemkaart van het Land van Heusden en Altena (SONNEVELD, 1958) zowel zware als lichte monsters uit het met estuariumafzettingen verjongde gedeelte van het Land van Heusden en Altena verzamelen. In de Biesbosch werden de verschillende rijpingsstadia bemonsterd; SONNEVELD bemonsterde nog enkele rivierkleien uit het oostelijk (oude) deel van het Land van Heusden en Altena. Drs.de Groot was zo vriendelijk de kalifixatiebepaling voor ons uit te voeren op het voormalig Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen en wel volgens de natte methode. De gevolgde methode, die tot wat lagere waarden aanleiding geeft dan de tot nu gebruikelijke (zie de cijfers van KUIPER en WIJNGAARDEN, 1954), is hieronder beschreven.

Bepaling van het K-fixerend vermogen volgens de natte methode:

a. Het fixerend kalium
   2.5 gram grond wordt gebracht in een bekerglaasje van 100 cc. Hieraan wordt toegevoegd 10 ml van een KCl-oplossing, bevattende 2.5 mg K_2O (overeenkomende met 100 mg K_2O per 100 gram grond).
   Na een nacht staan wordt over een kroesje Jena 1 G3 gepercoleerd met 0.1 n HCl. Er wordt gepercoleerd tot een hoeveelheid van 50 ml vloeistof, waarin het gehalte aan K_2O wordt bepaald.
b. Het uitwisselbare kalium
   Daar behalve de onder a toegevoegde gemakkelijk oplosbare kali tevens uitwisselbaar K_2O aanwezig is, moet dit laatste in een apart monster worden bepaald. De afwerking hiervan geschiedt geheel volgens de onder a beschreven methode, met dien verstande, dat nu in plaats van 10 ml KCl-oplossing, 10 ml

water wordt toegevoegd.

c. Berekening der fixatie
Het aantal mg uitwisselbare K_2O per 100 gram grond, vermeerderd met de onder a toegevoegde 100 mg K_2O en deze verminderd met de onder a gevonden hoeveelheid K_2O, geeft de gefixeerde K_2O in procenten van de toegevoegde hoeveelheid.

Deze resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 69. Er blijkt uit, dat de fixatie inderdaad gecorreleerd is met het gehalte aan fijne fractie. Dit is niet verwonderlijk, daar bekend is, dat de kalifixatie berust op fixatie binnen de kristalroosters van kleimineralen (zie de samenvatting van de bestaande literatuur door SCHUFFELEN en VAN DER MAREL, 1956).

Duidelijk blijkt echter dat de fixatie intensiever wordt wanneer de ouderdom van de bodem toeneemt. Tijdens de onbedijkte toestand is de toename niet zo duidelijk. De bodem van de vrij oude Fraxinetumgriend V0, die bemonsterd werd, fixeert echter reeds tamelijk sterk. De grootste toename van de fixatie zien we tijdens de poldertoestand. Bij de polders die bedijkt zijn v66r 1800 bestaat weinig correlatie met de ouderdom van de gronden. Uit de cijfers blijkt duidelijk, dat de kalifixatie een verouderingsverschijnsel is van de klei; na 150 à 200 jaar neemt de fixatie niet veel meer toe. De oorzaak van de toename van de fixatie kan men zoeken op mineralogisch gebied. Volgens TEMME en VAN DER MAREL (1952) is de verwering van illiet tot het kalifixerende ammersoiet de oorzaak van kalifixatie.

Volgens een mondelinge suggestie van Prof.Dr.ir.C.H.Edelman en Prof.Dr.A.C.Schuffelen bestaat de mogelijkheid dat in de moerassige gors- en griendgronden de kleimineralen ammoniumionen opnemen, die immers kristal-chemisch de positie van kalium in illiet kunnen innemen. Deze NH_4-ionen kunnen in overvloed worden geleverd door het moerassige milieu. De van nature kali-arme kristalroosters van rivierslib zullen het gretig kunnen opnemen. Aan een sterke onttrekking van kali uit de roosters door de buitendijkse gewassen behoeft dan ook niet te worden gedacht. Het is nl. niet waarschijnlijk dat bij een zo groot surplus aan gemakkelijk opneembare kali die vrij komt bij de afbraak van de organische stof, dit element uit de kristalroosters zou worden onttrokken. Na aeratie bijvoorbeeld bij inpoldering of hoge ligging (V0) zou dit ammoniumgehalte moeten verdwijnen, ten gevolge waarvan de kalifixatie sterk zou moeten toenemen. Is deze veronderstelling juist, dan is de kalifixatie nauw verbonden met de rijping van de oorspronkelijke, moerassige grond met zware begroeiing. Deze overwegingen verdienen een nader onderzoek. Onze cijfers, die aanwijzen dat de kalifixatie eerst in de intensief geoxydeerde rijpingsstadia aanzienlijk gaat worden (Fraxinetumgriend; polderstadium), steunen deze theorie.

Een andere oorzaak van kali-armoede en -fixatie kan de volgende zijn. In het gebied van de Biesbosch en omgeving is vanouds veel hooibouw en overmatige suikerbietenteelt bedreven. Een intensieve

kali-onttrekking zonder veel andere compensatie dan zelden wat overstromingsslib, heeft eeuwenlang plaatsgehad. Daar dit laatste niet in zo extreme mate geldt voor het gehele rivierkleigebied waar toch sterke kalifixatie optreedt, kan deze onttrekking slechts ten dele verantwoordelijk gesteld worden voor de kalifixatie. Wanneer slechts verwering van illiet de oorzaak van de kalifixatie zou zijn, is de kalkarmoede die in het vorige onderdeel werd besproken, voor een belangrijk deel te wijten aan de kalifixatie. Veel van de min of meer beschikbare kali in de grond zal dan immers worden gefixeerd. Voor zover sterke kali-onttrekking door de vegetatie bij de kalifixatie een rol speelt (bieten?), zijn kali-armoede en -fixatie een gevolg van dezelfde oorzaak. Wanneer oorspronkelijk kali-armoede van het rivierslib de oorzaak van kalifixatie en kalkarmoede is, blijft de vraag, hoe verschillen in fixatie bij gerijpte gronden in het rivierkleigebied ontstaan. Het verschil in dit opzicht tussen onrijpe en rijpe bodem wordt met bovengestelde hypothese via het gedrag van NH_4 verklaard. Nader kunnen we niet op deze interessante materie ingaan. De geboden gegevens kunnen echter van betekenis zijn voor nader onderzoek.

6. FOSFOR

In tegenstelling tot de tot dusver behandelde mineralen blijkt, dat er geen verband bestaat tussen het afslibbaar (of lutumgehalte) en het gehalte aan fosfor. Met de humus daarentegen blijkt het P-citroengetal en het gehalte aan totaal P_2O_5 in zekere mate te correleren (fig.70a en b, samengesteld met gegevens uit bijlage 17 en enkele niet nader gepubliceerde analyses). Globaal gezien wordt het verschil in fosfaatgehalte dus in de eerste plaats veroorzaakt door een verschil in humusgehalte. Dit laatste wordt beinvloed door het rijpingsproces.

In tabel Q en tabel O (zie voor beide de Engelse samenvatting) kolom 17 en 18, zijn de gehalten aan totaal P_2O_5 en het P-citroengetal per gram humus weergegeven. In tabel O, kolom 8 en 9, vindt men ook de totale waarden per gram grond. Er blijken aanzienlijke verschillen op te treden binnen dezelfde stadia. Opvallend is dat de komvegetatie per humuseenheid betrekkelijk weinig fosfaat blijkt te bevatten. Dit geldt zowel voor de P-citroencijfers als voor de gehalten aan P_2O_5. Vermoedelijk speelt het relatief hoge gehalte aan organische stof ten opzichte van de minerale delen hierbij een rol. Hetzelfde verschijnsel leidt bij de onderste lagen van de Fraxinetum griend tot het omgekeerde. Daar is het humusgehalte relatief laag ten opzichte van de andere lagen in het profiel; het fosforgehalte van de minerale delen draagt daar relatief meer bij aan het berekende fosforcijfer dan in gronden, die rijker zijn aan organische stof. Naar boven toe wordt het berekende cijfer dan ook kleiner, naarmate het humusgehalte toeneemt.

In grote lijnen kan men toch wel besluiten tot een geleidelijke afname van het P-citroencijfer gedurende de rijping. Het totaal be-

schikbare fosforgehalte van de grond daalt dus zowel door afname van het gehalte aan organische stof als wel door een verarming aan beschikbaar fosfaat in de organische stof. In het Fraxinetum griend-stadium blijkt het in citroenzuur oplosbare fosfor zeer schaars te kunnen zijn. De polders waarop landbouw wordt bedreven, vertonen per gram humus meestal een hoger gehalte dan het voor het voorbeeld van de Fraxinetum griend berekende.

In kolom 10 van tabel O is het quotient van P-citroen en "P-totaal" weergegeven. Deze verhouding is een maat voor de oplosbaarheid van het fosfor. Duidelijk blijkt nu dat deze oplosbaarheid afneemt tijdens het rijpingsproces. De oorzaak hiervan is vermoedelijk dat eerst het gemakkelijkst oplosbare fosfaat wordt opgenomen, het minder gemakkelijk opneembare fosfor neemt daardoor relatief toe.

De afname van het P-citroencijfer per gram humus tijdens het rijpingsproces hangt hiermee samen. De cijfers welke HISSINK (1935) voor het Dollardgebied geeft, tonen een soortgelijke afname van de oplosbaarheid bij toename van het rijpingsstadium.

De jongste begroeiingsstadia en de kommodder, welke zo rijk zijn aan verse organische stof en waar een sterke reductie heerst, tonen een hoge oplosbaarheid van het fosfaat.

Uit de cijfers van de tabel blijkt, dat het aanvangscijfer per eenheid humus van vers slib in het mariene gebied veel hoger ligt dan in het zoete milieu. Hetzelfde geldt voor de cijfers in het polderstadium. Uit de analyseresultaten van vele hier niet gepubliceerde praktijkmonsters blijkt dit nog duidelijk. Het absolute P-citroen en P_2O_5-gehalte is in de jongste stadia, dank zij het hoge gehalte aan organische stof, in de Biesbosch zeker niet lager dan in het mariene gebied (zie tabel O, kolom 8 en 9). Er is hier dus een soortgelijk bedrag als bij het kalium het geval is (5.1). De oorzaak van het relatief hoge gehalte aan fosfaat per eenheid humus van vers zeeslib is vermoedelijk te danken aan het intensievere plantaardige leven ten opzichte van het dierlijke, dat een hoger fosfaatgehalte in de organische stof tot stand brengt.

Het lage eindcijfer houdt hiermede mogelijk ook nog verband.*) Fosfaatfixatie ten gevolge van het hoge gehalte aan kalk en vooral

*) In dit verband is opmerkelijk het relatief hoge gehalte aan fosfaat per eenheid lutum en humus, dat ir.W.G.Beeftink aantreft in het brakke gebied van de Westerschelde (mond. meded.). Wij menen dat dit hoge gehalte, hetgeen de waarden in het zoute deel van deze zee-arm overtreft, mogelijk ontstaat ten gevolge van de grote sterfte die optreedt, vooral onder de zoöplankton-organismen, ten gevolge van het samenkomen van zout en zoet water.

mobiel ijzer gedurende de sterk gereduceerde rijpingsfasen speelt hier vermoedelijk een belangrijke rol. In mariene gebieden zal het ijzer, zoals in 2.2 wordt uiteengezet, minder bewegelijk zijn en dus minder kans hebben fosfor vast te leggen.

7. ZWAVEL

Het verloop van het zwavelgehalte in jonge gronden is o.a. van betekenis voor het kalkgehalte in de toekomst. Van een aantal rijpingsstadia zijn zwavelanalyses uitgevoerd, welke in tabel M (zie Engelse samenvatting) zijn verenigd. Bepaald is alleen het totaal aan zwavel, zodat niet bekend is in welke vorm de zwavel voorkomt.*) Het blijkt dat bij hoge humusgehalten, het zwavelcijfer meestal ook hoog is. Dit is ten dele een gevolg van de in de organische stof aanwezige zwavel.

De reducerende (zwavelbindende) werking van de organische stof is daarbij echter vermoedelijk ook van belang. De Fraxinetum-griend die een aanzienlijk percentage aan organische stof heeft, welke echter relatief goed is doorlucht, vertoont een laag zwavelgehalte. De zwart gekleurde laag van 90-100 cm van de geanalyseerde rietgorsoeverwal vertoont een hoog zwavelgehalte zonder veel humus. Hier is de zwavel dus voornamelijk afkomstig van sulfide. De hoogste zwavelgehalten komen voor in de sterk gereduceerde, organische-stofrijke kombosmonsters. Uit tabel P (zie Engelse samenvatting) blijkt dat wilgenstrooisel zeer rijk is aan zwavel ten opzichte van andere organische stof. De relatieve rijkdom aan zwavel in de kombosbodem is daar waarschijnlijk ook voor een deel aan te danken.

Gaande van de onrijpste stadia naar de rijpe polder ziet men een duidelijke afname van de zwavel. Deze afname hangt ten dele samen met de afname van de organische stof. Maar duidelijk blijkt uit de cijfers dat dit slechts een deel van de afname verklaart. De overige, niet aan humus gebonden zwavel wordt vermoedelijk ten dele door de planten opgenomen, ten dele geoxydeerd en als gips uitgespoeld. Bij de gipsvorming gaat enige kalk verloren. Uit de CaO-cijfers

*) De bepaling van de zwavel geschiedde volgens de volgende werkwijze: Een zekere hoeveelheid grond wordt met een overmaat aan koningswater overgoten en vervolgens voorzichtig verhit op een kokend waterbad of op een vrije vlam tot er geen schuimvorming meer optreedt. Vervolgens wordt de verhitting nog enige tijd aan een terugvloeikoeler voortgezet. Hierna koelt men de suspensie af, vult met gedestilleerd water aan tot een bepaald volume en filtreert. In het filtraat wordt langs gravimetrische weg het gehalte aan sulfaat bepaald.

blijkt dat bij de zwavelrijkste gronden, zelfs indien alle zwavel zich met kalk verbond, de daarvoor benodigde hoeveelheid kalk verwaarloosbaar klein is. Van een zwaveloverschot dat de grond zou kunnen verzuren, kan dan ook bij geen enkel rijpingsstadium sprake zijn. Slechts indien zo goed als alle kalk verdwenen is, kan de geringe hoeveelheid zwavel aanleiding geven tot een eerste aanwijzing van katteklei. In de "fossiele" griendgreppelinhoud (bijlage 17, monster 99 is dit het geval. In 4.2.5 van dit hoofdstuk is dit nader beschreven. Ook op plaatsen waar thans reeds alle kalk is verdwenen kan dit verschijnsel na droogleggen optreden. Dit betreft in de Biesbosch geen oppervlakte van enige betekenis.

8. STIKSTOF

Stikstof is een element dat geheel aan de humus is gebonden. In tabel O is in kolom 4 het stikstofgehalte van de humus in de vorm van het C/N-quotiënt weergegeven. Duidelijk blijkt dat naarmate het rijpingsproces vordert, het gehalte van de humus toeneemt. De relatieve toename van stikstof is te danken aan de afname van koolstof welke voornamelijk als CO_2 ontwijkt. Hierdoor wordt het verlies aan stikstof door humusafbraak voor een belangrijk deel gecompenseerd. Het eindstadium waarbij de C/N beneden 10 kan dalen, is nagenoeg gelijk aan dat in het mariene gebied. Volgens ZUUR (1954) is de beginverhouding op de kwelder ca.11½, hetgeen overeenkomt met de Fraxinetumgriend. Het verse slib heeft daar echter een veel lager C/N-quotiënt dan in de Biesbosch, nl. ca. 11.

Het relatief veel hogere gehalte aan dierlijke afbraakprodukten, welke zoveel rijker aan stikstof zijn, in het zoute slib, zal hier wel de voornaamste oorzaak zijn.

Naar de aard van de vrijkomende stikstofverbindingen is geen nader onderzoek gedaan. Het is echter waarschijnlijk dat er in de vorm, waarin de stikstof beschikbaar is, wel aanzienlijke verschillen optreden. Onder anaerobe omstandigheden zal vermoedelijk de stikstof uitsluitend via ammoniak beschikbaar zijn omdat de nitrificerende bacteriën dan nog niet werkzaam kunnen zijn. Naarmate de oxydatie toeneemt, zal er meer nitraat worden gevormd. Het is niet onmogelijk, zelfs waarschijnlijk, dat voor een deel van de planten naast de worteladembaling juist de vorm, waarin de stikstof beschikbaar is, een meer of minder belangrijk punt vormt bij de voorkeur voor een aeroob milieu.

De grote overmaat aan NH_4-ionen in het gereduceerde milieu van kommen en lage stadia zal wellicht een invloed op de kalihuishouding uitoefenen, die via verdringing van kali in de kristalroosters van belang zou kunnen zijn bij de fixatie (5.2).

De uitzonderlijk weelderige groei van de meeste buitendijks groeiende planten duidt op een ruime voorziening van stikstof. Blijkbaar blijft er voldoende over voor de hogere planten en wordt de stikstof niet geheel door micro-organismen, die bij de koolstofoxydatie werkzaam zijn, verbruikt. Men kan echter niet van een te geile groei

spreken, als gevolg van een grote hoeveelheid stikstof en een tekort aan andere mineralen. Ook deze laatste zijn, zoals uit het voorgaande reeds is gebleken, kennelijk in voldoende mate aanwezig.

VII. DE BODEMKARTERING

1. INLEIDING

In hoofdstuk I is er reeds op gewezen dat men de bodem op verschillende manieren kan karteren. Enerzijds is er de methode van de zogenaamde "single value"-kartering waarbij bepaalde eigenschappen afzonderlijk in kaart worden gebracht, anderzijds de kartering van bodemtypen. Beide karteringsmethoden kunnen op allerlei wijzen in elkaar overgaan. Welke methode de voorkeur verdient hangt af van het doel waarvoor men karteert. Voor cultuurtechnische en civieltechnische werken, waarbij het er om gaat gegevens te verkrijgen die in cijfers uitdrukbaar zijn, kunnen methoden die meer met de "single value" verwant zijn, de voorkeur verdienen. Voor de planologische doeleinden en in het algemeen bij minder gedetailleerde karteringen beantwoordt de kartering van bodemtypen beter aan het doel. Hoe meer men in details karteert, des te meer vloeien de beide methoden in elkaar.

Bij de kartering in de Biesbosch hebben we een middenweg gevolgd. Er is enerzijds getracht bodemtypen te onderscheiden, die door een complex van onderling gecorreleerde, deels elkaar beinvloedende eigenschappen zijn gekenmerkt en waarin de genese van de bodem tot uitdrukking komt. Daarbij bleek dat echter juist enkele van de belangrijkste karteringskenmerken, zoals zwaarte en dikte van het kleidek, bij gedetailleerd werken weinig correlatie vertoonden. Bij nauwkeurige beschouwing van de bodemkaart zal men dan ook zien, dat uit deze kaart zonder moeite een aantal "single value"-kaarten in engere zin afgeleid zou kunnen worden, bijvoorbeeld voor zwaarte, diepte zandondergrond, zwaarte bouwvoor e.d.

2. DE BETEKENIS VAN DE WATERHUISHOUDING ALS KARTERINGSKENMERK EN ALS LEIDRAAD VOOR DE INDELING DER GRONDEN

2.1 Algemene opmerkingen

Een bodemkaart, die moet dienen als grondslag voor landbouwkundig gebruik in een land met een zo hoog ontwikkelde landbouw als de Nederlandse, moet bij voorkeur slechts die eigenschappen van de bodem weergeven, die betrekkelijk constant zijn en dus niet gemakkelijk door landbouwkundige maatregelen kunnen worden gewijzigd.

Bij vele door de Stichting voor Bodemkartering uitgevoerde karteringen wordt de waterhuishouding, in het bijzonder wat betreft het grondwater, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de chemische, door meststoffen te corrigeren toestand van de bodem, als zo'n constante factor beschouwd.

In vele gevallen, vooral daar waar het grondwater gedurende lange tijd op de bodem heeft ingewerkt en deze daardoor bepaalde eigenschappen heeft verkregen, zoals bijvoorbeeld heischenen in het West-

land (VAN LIERE, 1948), lage zandgronden etc., kan dit juist zijn. Waar de grondwaterhuishouding echter sterk onderhevig is aan menselijke beinvloeding, zullen grondwatereigenschappen die in de bodemtypen worden verwerkt, de bodemkaart een meer tijdelijk karakter geven.

In de Biesbosch vormt elke bouwpolder een waterstaatkundige eenheid, met een eigen ontwatering via duikers, soms ondersteund door kleine bemalingsinstallaties. Omdat de ontwateringscapaciteit, de toestand van de dijken, de mate van kwel en het beheer van polder tot polder sterk kunnen verschillen, zal ook de waterhuishouding van polder tot polder anders zijn.

Uit deze omstandigheid volgt reeds dat de grondwaterhuishouding niet opgenomen kan worden in de definitie van de bodemtypen.

Het is te verwachten dat het kaartbeeld van de eigenschappen van het grondwater (bijvoorbeeld gekarteerd aan de hand van de oxydatie- en reductietoestand van het ijzer in de grond) slechts weinig genetische samenhang zal vertonen.

Uit de vergelijking van de figuratie van het reductiedieptekaartje van figuur 71 met die van dezelfde plaats (Maltha) op de bodemkaart van bijlage 1, blijkt hoe sterk beide soorten bodemkaarten van elkaar kunnen afwijken. Zeer lokale verschillen in intensiteit van kwel en waterafvoer moeten hiervan als voornaamste oorzaak worden beschouwd.

De actuele grondwaterstand is echter van grote, ja doorslaggevende betekenis voor de landbouwkundige waarde van de bodem. De profiebouw speelt hierbij een belangrijke rol. Gronden met een droogtegevoelige profielopbouw kunnen bij niet optimale grondwaterstand zowel te droog als te nat worden. Bij minder droogtegevoeligheid kunnen slechts te hoge grondwaterstanden schade veroorzaken.

Het primaire doel van de bodemkartering in de Biesbosch was een grondslag te geven voor cultuurtechnische werken, waarbij in het bijzonder de waterhuishouding de te wijzigen factor is. Er moest dus een kaart samengesteld worden die de potentiële eigenschappen van de gronden bij bepaalde, kunstmatig in te stellen grondwaterstanden aangeeft. Als karteringskenmerk is de actuele toestand van het grondwater daarbij dus niet van betekenis.

De waterhuishouding in de bodem is echter juist wel een van de belangrijkste "criteria" (leidraden) waaraan de karteringskenmerken worden "getoetst". Bij de kartering van de Biesboschgronden is nu, in verband met het bovenstaande, met het grondwater en de daardoor bepaalde eigenschappen van de grond geen rekening gehouden. Het onderscheid tussen o.a. buitendijkse en binnendijkse gronden, die sterk in waterhuishouding verschillen, komt echter wel tot uitdrukking op de kaart omdat met verschillen in rijping wel rekening is gehouden. Het streven om voornamelijk potentiële eigenschappen van de bodem aan te geven is niet zo ver doorgevoerd, dat ook de rijping buiten de kaartlegenda zou blijven.

Een gevolg van het niet beschouwen van de actuele grondwater-

stand is, dat men niet verwachten mag een duidelijke correlatie te vinden tussen de tegenwoordige groei van de gewassen en de onderscheiden bodemeenheden. Slechts bij extreme bodemtypen blijkt in de Biesbosch een dergelijke correlatie te bestaan, zoals bij de relatief zeer laag gelegen kreekbeddinggronden en de ten opzichte van de omgeving zeer hoog gelegen dun bedekte zandplaatgronden. Ook de onderscheiden rijpingsstadia vertonen een duidelijke correlatie met de plantengroei.

De moeilijkheid bij het uitvoeren van een dergelijke kartering is, dat men bij het vaststellen van de kenmerken en grenzen van de reactie der landbouwgewassen (en eventueel van de hen begeleidende onkruidflora) om wier milieu het toch eigenlijk gaat (zie ook hoofdstuk I) niet af kan gaan op directe waarneming in het veld.

De indeling van de Biesboschgronden berust dan ook geheel op de ervaring in andere gebieden opgedaan.

2.2 De betekenis van de dikte van het slibhoudend dek

Wanneer men de watervoorziening van de plant als leidraad voor de bodemindeling neemt, is het vochthoudend vermogen van de bodem de belangrijkste eigenschap van het bodemprofiel. De algemene ervaring is, dat profielen die tot minder dan 80 cm beneden maaiveld door een zeker slib- of humusgehalte een waterbindend vermogen hebben, afhankelijk zijn van het grondwater wat betreft de watervoorziening van de gewassen. Uit een enquête in 1948 (ZUUR, 1948) onder de verschillende landbouwkundige instituten en instanties is dit gebleken. Nieuwere onderzoekingen, samengebundeld in GOEDEWAAGEN c.s. (1955), wijzen ook in die richting. Een markante illustratie van dit verschijnsel kan in de Biesbosch worden opgemerkt.

Op hoog gelegen gronden, bijvoorbeeld in de polder Vogelenzang met een zeer dun kleidek op slibarm zand, bleken in het gewas (tarwe, haver en erwten) op korte afstand aanzienlijke lengteverschillen voor te komen.

Hierbij tekende zich in het gewas het greppelpatroon van een voormalige griend scherp af; het grondwater had hier geen contact meer met het slibhoudende dek.

Op de voormalige griendakkertjes van ca. 2½ m breedte stond slechts een half gewas, terwijl in de met de bovengrond dichtgegooide greppels de planten veel beter groeiden en als smalle hoge banen de ligging van de greppels aangaven. Smalle greppels van wisselende diepte tussen de akkers, brede leigreppels en duikerputten werden door het gewas feilloos gemarkeerd. Binnen de dieper slibhoudende profielen bleek nog een in lengte uitdrukbaar verschil in groei op te treden (fig.72). Figuur 73 geeft een beeld van een gewas haver in 1952.

3. DE INDELING VAN DE BIESBOSCHGRONDEN

3.1 Algemene opmerkingen

Het meest opvallende verschil bij de Biesboschgronden wordt gevormd door enerzijds de fysisch onrijpe buitendijkse gronden en anderzijds de gerijpte, relatief droge gronden binnen de dijken.

In hoofdstuk V is uiteengezet, welke de verschillen zijn en hoe ze door wijziging in de waterhuishouding kunnen worden opgeheven. In het vorige onderdeel is verder betoogd, dat het er om ging een kaart te vervaardigen, die ten behoeve van cultuurtechnische werken een beeld geeft van de potentiële eigenschappen van de gronden. De gegevens, verkregen bij de kartering van de buitendijkse gronden, zijn daarom op de in V.2.2.4 beschreven wijze omgerekend, zodat het kaartbeeld de toestand weergeeft alsof de gronden het rijpingsproces reeds hebben doorlopen. Daarmee is bereikt, dat de kaart in genetisch opzicht een geheel van buitendijkse en binnendijkse gronden te zien geeft. In VII.5 wordt daarop nog ingegaan.

Bij bedijkte en onbedijkte gronden zijn dus dezelfde onderscheidingen gemaakt. Aangezien er echter zeer aanzienlijke verschillen tussen deze gronden bestaan, is in symbool en kleur aangegeven, of het kaartbeeld de werkelijke toestand dan wel de omgerekende waarde aangeeft van een eventuele, toekomstige situatie. De vegetatie was een belangrijke hulp bij de kartering van het rijpingsstadium waarin de gronden verkeren (hst.V en XI.3 en 7). Op de bodemkaart zijn nu vier rijpingsstadia onderscheiden, te weten: (1) fysisch-onrijpe gronden van de gorzen, (2) iets meer gerijpte maar eveneens nog niet rijpe gronden van de Salicetumgrienden, (3) fysisch bijna rijpe gronden van Fraxinetumgrienden incl. fysisch niet geheel rijpe polders en (4) fysisch rijpe polders. In deze laatste komen plaatselijk ook nog wel binnen 80 cm niet geheel gerijpte lagen voor, alsook kleinere oppervlakten die strikt genomen tot het een na laatste rijpingsstadium behoren. De rijping kon echter niet zo gedetailleerd aangegeven worden als de overige karteringskenmerken.

Ook een andere omstandigheid maakt het noodzakelijk een scheiding te maken tussen het buitendijkse en binnendijkse gebied. Er is nl. een kleine disharmonie ontstaan tussen de zwaarteklassen van de buitendijkse en binnendijkse gronden. De zwaarteschattingen konden helaas eerst na het beeindigen van het grootste deel der buitendijkse kartering worden getoetst aan de toen eerst gereed gekomen analyses. Daarbij bleek dat de grenzen van de opgestelde klassen ten gevolge van de aard van het materiaal buitendijks anders waren komen te liggen dan binnendijks. Van veel betekenis is dit weliswaar niet, maar het kaartbeeld is er minder fraai door geworden. Ten slotte is het opnemen buitendijks in verband met terreinmoeilijkheden, plaatselijk (o.a. bij het griendencomplex van De Dood) minder gedetailleerd geschied dan binnendijks.

Als karteringskenmerken zijn naast de fysische rijping de volgende eigenschappen van de bodem gekozen:

Profielopbouw
Dikte der lagen
Korrelgrootteverdeling
Kalkhoudendheid der lagen
Ligging in het terrein.

3.2 Profielopbouw en dikte der lagen

In principe zijn de gronden opgebouwd uit een zandige ondergrond en een homogene, kleiige bovengrond, zonder macroscopisch zichtbare gelaagdheid. Daartussen ligt een meer of minder dikke overgangslaag, bestaande uit een afwisseling van dunne zandige en kleiige laagjes. De dikte van ieder der verschillende lagen kan variëren van niets tot de diepte van het gehele profiel en meer (fig.7/10, 7/8, 7/6, 5/23A).

De Biesboschgronden zijn in verband hiermee ingedeeld in twee hoofdgroepen, aangeduid met de letters P en G:

P = gronden, waarbij de bovengrens van het slibarme zand ondieper ligt dan 80 cm onder maaiveld;
G = gronden, waarbij de bovengrens van het slibarme zand dieper ligt dan 80 cm onder maaiveld.

Het slibhoudende dek kan bestaan uit uitsluitend homogene klei, uitsluitend gelaagde afzettingen of een homogeen kleidek op gelaagde sedimenten. Het blijkt nu, dat gronden uit de P-groep meestal zijn opgebouwd uit een homogeen kleidek dat betrekkelijk abrupt in zand overgaat. Op de overgangen naar de G-typen kan tussen het zand en de klei een gelaagde overgangslaag aanwezig zijn, deze is echter nimmer dikker dan 25 cm en meestal overwegend zandig. Bij enkele zeer jonge (geogenetisch)"onrijpe" aanslibbingsstadia kan het zand ondieper dan 80 cm worden aangetroffen, terwijl toch het slibhoudend dek voor een belangrijk deel gelaagd is. Zij komen behalve in kreekbeddingen, uitsluitend buitendijks voor en zijn gewoonlijk laag gelegen (type PL). In verband met de geogenetische verwantschap zijn tot deze zelfde groep ook alle slikken en levende zandplaten gerekend, hoewel bij deze vaak (nog) niet van duidelijke gelaagdheid sprake is. Enkele hoog liggende zandruggen en -koppen behoren genetisch meer tot de "ongelaagde" zandplaatgronden (P). In deze zin kon echter geen onderscheid meer worden gemaakt.

De gronden van de P-groep zijn naar dikte van het kleidek in drie klassen ingedeeld. De grenzen van deze klassen zijn aangenomen bij resp.35 en 55 cm.

De gronden van de G-groep verschillen, wat profielopbouw betreft, in de dikte van de homogene kleilaag die op de gelaagde ondergrond ligt. Deze verschillen zijn in kaart gebracht, omdat de gelaagde zavelige afzetting t.a.v. de waterhuishouding andere eigenschappen vertoont dan de homogene lagen. Het hangt daarbij van de algemene waterstaatkundige toestand af, welke lagen de gunstige eigenschappen zullen hebben.

Deze onderscheiding zal van belang kunnen zijn bij drainage-

adviezen e.d. Daarnaast levert de kartering van deze profielopbouw belangrijke gegevens op voor de genese van het gebied. Er is daarom een verdeling gemaakt naar de dikte van het op de gelaagde afzetting gelegen homogene kleidek. De grenzen zijn dezelfde als die voor het kleidek van de gronden van de P-groep. De dikte van de homogene kleidekken blijkt betrekkelijk onafhankelijk te zijn van de ondergrond.

Op een kleine oppervlakte komen nog gronden voor met een slibarme zandlaag tussen kleidek en gelaagde sedimenten. Deze gronden zijn in een aparte groep ondergebracht.

3.3 Zwaarte

Een derde criterium van indeling, dat zowel genetisch als landbouwkundig van belang is, is de zwaarte van de bouwvoor.

De zwaarte is ingedeeld in de klassen A, B, C, D, E en F. Vanaf C betreft dit kleien, A en B zijn zavels, die overigens zelden en slechts in kleine oppervlakten voorkomen. De letters C en hoger komen, wat de binnendijkse gronden betreft, nagenoeg overeen met de later landelijk vastgestelde indeling van fluviatiele en mariene gronden naar korrelgroottesamenstelling. In IV.2 en 3 is deze indeling behandeld. Daar werd gewezen op het verschil dat optreedt bij de beoordeling van de gronden naar afslibbaar en naar lutum.

Ook bij het zand is een onderverdeling gemaakt naar de korrelgrootte en wel in twee groepen: matig fijn en matig grof zand. Meestal is de homogene kleilaag op enkele cm diepte onder maaiveld iets zwaarder dan de bouwvoor zelf (voor de verklaring zie IV.3, 6 en 8 en IX.4.2.3.9). Verder naar beneden neemt de zwaarte weer geleidelijk af.

Slechts wanneer de bovengrond duidelijk minstens een klasse lichter is dan de eronder liggende lagen is dit op de bodemkaart aangegeven met een symbool in de vorm $\frac{n}{m}$. Het betreft hier overslagen, die al of niet met de direct eronder liggende laag gemengd en daardoor slibhoudend kunnen zijn, of verjongingen van andere soort met jongere, lichtere afzettingen.

3.4 Kalkarme lagen

Een ander onderscheid is gemaakt naar het kalkgehalte. Vrijwel alle afzettingen in de Biesbosch zijn kalkrijk of op zijn minst kalkhoudend. Slechts plaatselijk komen kalkarme kleilagen voor.De grootste verbreiding vinden deze kalkarme kleilagen in het zogenaamde waardengebied (IX.4.2.3.5). Deze kalkarme lagen zijn, mede door hun zwaarte en humusgehalte, meestal zeer compact en zouden een ongunstige invloed kunnen hebben op de drainage (fig.74). Meestal echter is de kalkloze laag tijdens het griendstadium door de begreppeling doorbroken. In VI.4.2.3 is er op gewezen, dat deze begreppeling ook de vorming van de kalkarme lagen heeft doen ophouden. Op enkele plaatsen was te zien, dat boven de plaats waar de griendgreppels zich hadden bevonden en die nu zijn dichtgegooid met kalk-

rijke bovengrond, het gewas (vlas) een snellere groei vertoonde.

In het algemeen is te verwachten, dat de kalkarme laag, mits hij niet tot aan de bouwvoor reikt, dank zij de intensieve doorbreking via de griendgreppels, weinig ernstige schade zal berokkenen aan het gewas. Daar de laag echter zeker van landbouwkundige betekenis, en bovendien voor de genese van het gebied van veel belang is (IX. 4.2.3.5), is het voorkomen ervan op de kaart aangegeven.

3.5 Ligging in het veld

Een laatste onderscheid is verder gemaakt voor die gronden, die zeer laag ten opzichte van hun directe omgeving liggen. Hierbij is geen verdere onderverdeling gemaakt naar het bodemprofiel. Het betreft hoofdzakelijk kreekbeddinggronden.

3.6 Namen der bodemeenheden

Naar analogie met soortgelijke gronden in andere gebieden (hoofdstuk VIII) zijn de gronden van de P-groep "zandplaatgronden" genoemd. De term gorsgrond in bodemkundige zin, die naar analogie met andere gebieden aan de gronden van de G-groep gegeven zou moeten worden, achten wij verwarrend in ons gebied, waar een als biezen- of rietgors ingepolderde grond net zo goed een lage zandplaatgrond als een vrij laag liggend type uit de G-groep kan zijn. In het algemeen wekt de tegenstelling "zandplaat" / "gors" de indruk, alsof de "zandplaatgrond" minder lang in gorstoestand zou hebben verkeerd dan de gorsgrond. De invloed van de gorstoestand op beide gronden is echter even groot. Wij willen de naam gorsgrond dan ook slechts als equivalent gebruiken voor een deel van de brakken zoetwaterestuariumgronden. In deze studie echter is de naam gorsgrond ook in deze betekenis zoveel mogelijk vermeden, omdat er verwarring zou kunnen ontstaan bij de aanduiding van de onrijpe actuele bodemtoestand onder de nog aanwezige levende gorzen. De gronden van de G-groep worden nu, voor zover het homogene kleidek niet dikker is dan 80 cm, aangeduid met "gelaagde gronden". Is het homogene kleidek wel dikker dan 80 cm, dan wordt gesproken van "diepgaand ongelaagde gronden".

4. BESCHRIJVING VAN DE BODEMKAART

4.1 Inleiding

Op de bijgevoegde bodemkaart (bijlage 1) is het buitendijkse land aangegeven, alsof het proces van inklinking zich reeds had voltrokken. Dit heeft het voordeel dat het binnen- en het buitendijkse gebied nu genetisch één geheel vormen, terwijl ook de beoordeling van de geschiktheid der buitendijkse gronden voor inpoldering gemakkelijk kan worden vastgesteld.

In grote trekken kunnen we op de bodemkaart een aantal gebieden onderscheiden, waarin een enkel bodemtype of één of meer groepen van bodemtypen overheersen. In figuur 78N is deze indeling weergegeven. Daarin werd tevens het verband met het omliggende

gebied voorgesteld; wij komen hier bij de bespreking van de genese op terug. De onderscheiden gebieden zijn:

a. gebied met kalkarme laag (waardengebied)
b. gebied der ongelaagde kleigronden (G4-gebied)
c. oostelijk zandplatengebied
d. westelijk zandplatengebied
e. zandplatengebied met grof zand
f. gebied der gelaagde gronden (G2-3 gebied)
g. gebied met fijnzandige, zwak gelaagde gronden.

Enkele opvallende figuraties van het kaartbeeld, zoals schaarsystemen, vormen van zandplaatgronden, overslagen e.d., worden in IX. 4.2.3.6, 4.2.3.11 en 4.2.3.12 uitvoerig behandeld en kunnen hier daarom onbesproken blijven. Ter vergemakkelijking van een ruimtelijk inzicht in de opbouw van de bodem is in bijlage 5 een aantal naar de natuur opgenomen profielen gegeven, die ieder voor zichzelf spreken en in het bijzonder ook de verschillende vormen van reliëf duidelijk weergeven.

4.2 Beschrijving van de "bodemgebieden"

In het noorden en noordoosten vinden we het "gebied met kalkarme laag", waar de profielen die een kalkarme laag vertonen een aanzienlijke oppervlakte beslaan. Het gebied wordt tevens gekenmerkt door het overheersen van dikke kleiprofielen en een relatief hoog slibgehalte van de bouwvoor, welke overwegend boven 65% afslibbaar (35% lutum) ligt. In het oostelijk deel van dit gebied ligt zelfs een gedeelte waar gronden voorkomen, zwaarder dan 80% afslibbaar (45% lutum); in dit gebied komen langs de voornaamste kreken ook merkwaardige, deels zeer lichte verjongingen voor, welke juist tot de lichtste gronden uit de Biesbosch behoren. Ten westen van het waardengebied treft men ook nog op grote schaal diepkleiige gronden van het G4-type aan, welke echter grotendeels buiten ons karteringsgebied vallen. Ook in het zuidoosten komen dergelijke gronden voor. In het zuidwesten, oosten en noordoosten wordt het "kalkarme lagengebied" begrensd door een zone met overwegend zandplaatgronden. In het oosten en noordoosten zijn het overwegend laag gelegen zandplaatgronden, in het westen gronden waar de grens zand/klei betrekkelijk hoog is gelegen (bijlage 3), hoewel deze naar het westen en zuiden toe afneemt.

Het oostelijk zandplatengebied ligt voor het belangrijkste deel buiten de Biesbosch in het Land van Heusden en Altena. De Vervoornepolder behoort er geheel toe; het wordt gekenmerkt door een lage ligging; het maaiveld ligt plaatselijk onder NAP. Over grote oppervlakten komt een zeer lichte afzetting over de zwaardere lagen voor.

Het westelijk zandplatengebied vormt het hart van de Brabantse Biesbosch. Binnen het westelijk zandplatengebied kan nog een zone worden onderscheiden, waarin de grofzandige plaatgronden vallen. Deze zone blijkt min of meer als een drempel voor het gebied te liggen met kalkloze lagen.

De vorm van het westelijk platengebied is driehoekig. In het westen vertoont het enkele uitlopers. Ze liggen ongeveer evenwijdig langs de Amer. Enkele grotere en kleinere platen zijn duidelijk in reeksen gerangschikt. In het centrum van de grote zandplatendriehoek vindt men de grootste oppervlakte van het Pl-type, waar het kleidek dus dunner is dan 35 cm. Op deze gronden komt onder de huidige omstandigheden, wanneer althans de waterhuishouding van de polders in orde is, reeds verdroging voor. Waar deze dunne zandplaatgronden binnen het zandplatengebied met grof zand vallen, hebben ze meestal ook grof zand in de ondergrond en zijn ze nog extra hoog gelegen.

Het is waarschijnlijk van betekenis, dat juist door het gehele zandplatengebied een aantal brede, diepe geulen stroomt (Steurgat, Gat van de Loopgauw, Spijkerboor, Gat van de Noorderklip, Reugt, Gat van Lijnoorden, Boomgat) omdat deze geulen mede van belang zouden kunnen zijn voor de kwel, die deze gronden landbouwkundig in een goede staat houdt. Vooral na een inpoldering zouden deze forse geulen vermoedelijk van groot belang kunnen blijven voor de watervoorziening.

Langs de randen van het zandplatengebied komen twijfelgevallen tussen P- en G-gronden voor, omdat het zand daar soms aanzienlijk slibhoudende lagen vertoont. Het was niet wenselijk hiervoor een aparte onderscheiding in de legenda te maken. Vooral op Joachimsveld en omgeving is de begrenzing tussen de zandplaatgronden en de gelaagde gronden plaatselijk wat vaag ten gevolge van dit verschijnsel.

In het gebied der gelaagde gronden komen nog wel regelmatig plaatgronden voor, maar deze beslaan over het algemeen kleine oppervlakten. De grootste complexen vinden we in de omgeving van de Deen. In het westen en zuiden vinden we buitendijks wel vrij aanzienlijke oppervlakten "gelaagde zandplaatgronden" (PL). Hiertoe worden ook de (een vrij grote oppervlakte beslaande) slikvelden en levende zandplaten gerekend. Ze behoren tot de, uit een oogpunt van opslibbing gezien, geogenetisch onrijpe gronden, die zich nog tot de G2- en G3-typen die in dit gebied overheersen, zullen ontwikkelen. Evenmin tot het G2-3-type ontwikkeld zijn de Gcl- en Gdl-gronden, welke ook voornamelijk in het buitendijkse gebied liggen. Het zijn overwegend gorzen, waar de opslibbing nog niet zo ver is gevorderd. Het is van belang op te merken, dat een belangrijk deel van deze gronden zeker niet lager ligt en een even dik kleidek heeft als vele grienden en polders, die dikker op de kaart staan aangegeven. In tegenstelling tot deze laatste is er nog weinig klink opgetreden, zodat ze na klinkberekening dunner uitvallen (bijlage 5, J en K). In griend leggen van deze gorzen zonder bekading bespoedigt de opslibbing omdat de klink dan wordt versneld (V.2 en XIV. 5.5).

Bij de gelaagde gronden, die in het platengebied doordringen, is over het algemeen de gelaagdheid meer uitgesproken. De zandlagen

zijn er meestal slibarmer en dikwijls grover. In het gebied van de gelaagde gronden is het zand fijner en slibhoudender. Meer naar het westen neemt dit karakter toe, totdat men in het brakke gebied, ver van de zandplaatgronden verwijderd (Hoeksewaard, Eiland van Dordt), fijnzandige, geleidelijk aflopende, zachte, meestal sloefige zavelgronden aantreft. Hetzelfde ziet men ook in het oosten, waar het westelijke (verjongde) deel van het Land van Altena en het gebied van het Oude Maasje voornamelijk uit dergelijke sloefige zavels zijn opgebouwd. In IX.4.2 werd uiteengezet, dat deze gronden zijn gevormd gedurende een transgressiefase vóór 1600.

De profielen in het gebied met gelaagde gronden komen in zoverre met laatstgenoemde overeen, dat de bouwvoor aanzienlijk sloefig is. Slechts in het uiterste oosten van de Brabantse Biesbosch komen ook sterk sloefige ondergronden voor waarin de gelaagdheid, althans bovenin, vervaagt. In de aan het Land van Altena grenzende Karnemelkspolder is dit het geval. Ook in het zuidwesten kan men iets dergelijks, zij het zeer plaatselijk en in zwakkere mate, waarnemen (o.a.op de Visplaat). In verband met de geleidelijke overgangen en het relatief kleine oppervlak zijn deze profielen niet apart op de kaart aangegeven, maar tot de gelaagde gronden gerekend. SONNEVELD (1958) heeft aangetoond, dat de in de ondergrond sterk sloefige gronden in het Land van Altena soortgelijke nadelen hebben als bij de Zuiderzeegronden het geval is (SIEBEN, 1951). De sloefige lagen scheuren slecht en zijn daarbij sterk opdrachtig. Dit schept bepaalde problemen bij het nastreven van een goede waterhuishouding.

In het gebied met zandplaatgronden en dat met kalkloze lagen is de bouwvoor bij een gelijk gehalte aan fijne fractie, grofzandiger, minder sloefig en in verband daarmee wat stugger. In het algemeen zijn de gronden daar ook zwaarder.

4.3 Verjongingen

Op verschillende plaatsen zijn lichtere op zwaardere kleidekken aangegeven. De oorzaak van dit verschijnsel kan verschillend zijn. In IX.4.2.3.9, 4.2.3.10 en 4.2.3.11 wordt dit nader uiteengezet. In de Vervoornepolder zijn grote oppervlakten egaal bedekt met lichtere afzettingen, die naar het zuiden toe wat zwaarder worden.

In het waardengebied liggen de verjongingen meer als smalle banen langs de oevers, grenzend aan en overgaand in vrijwel uit puur zand bestaande, hoog liggende oeverstroken.

Slechts de duidelijk waarneembare verjongingen zijn gekarteerd. In feite is de oppervlakte dus groter dan op de kaartjes is aangegeven. Er treedt, van de kreken af, steeds een geleidelijk uitwiggen en vooral een zwaarder worden van het lichtere dek op, zodat het dek op den duur niet meer van de ondergrond kan worden onderscheiden.

De "overslagen" vertegenwoordigen nog een andere vorm van verjongingen. Het ontstaan ervan werd in IV.6 en IV.8 beschreven. Ze zijn te onderscheiden van de meer natuurlijk gevormde lichtere dek-

ken, door de waaiervormige figuren en de ligging rond wielen. De overslag bestaat steeds uit zand dat hoogstens bovenin iets slibhoudend kan zijn. Dunne overslagen zijn vaak zo doorgeploegd, dat ze slechts als een iets lichtere verjonging op de kaart voorkomen (meestal zwaarte C). In februari 1953 en december 1954 zijn vele nieuwe overslagen ontstaan. Deze zijn niet meer op de kaart ingetekend.

Op de polder Maltha is juist op de oeverwal van een kleine kreek een hoge rug overslagzand neergelegd. De met zand volgelopen kreek op Jaantjesplaat*) is vermoedelijk een gevolg van een dijkdoorbraak op de plaats waar deze oude kreek uitmondde. Het uit het wiel opgewoelde zand zal ten dele spontaan, ten dele later door de mensen in de kreekbedding zijn gedeponeerd.

Op vele plaatsen treft men op de kaart kolken aan langs de dijken, soms zijn dit wielen van oude doorbraken waarvan echter de overslag is weggereden, zodat er geen spoor meer van is terug te vinden. Dikwijls ook zijn deze gaten oude duikerputten, welke in het landschap na de bedijking zijn blijven liggen. Al deze putten hebben waarde als boezem. Dikwijls worden ze langzamerhand dichtgeploegd. Waar ze dichtgroeien met krabbescheer zijn het de broedplaatsen van de blauwe stern, die buitendijks geen broedplaats vinden kan. Tijdens overstromingen worden de krabbescheermassa's opgelicht en door de stroom weggevoerd, waarna de verlanding opnieuw kan beginnen.

4.4 De verwerkte gronden

Op de bodemkaart komt ten slotte nog een oppervlakte aan verwerkte gronden voor. Dit zijn gronden, die door een meer rigoureuze ingreep dan alleen greppelen en andere gewone cultuurmaatregelen zijn veranderd. Het betreft: uitgegraven gronden (dijkputten), omgewerkte gronden (vaak bouwterreinen e.d.), opgebrachte gronden en combinaties daarvan. De voorkomende combinaties zijn nooit als zodanig aangegeven, maar gekarteerd als het overheersende type.

Uitgegraven gronden vindt men overal in de buurt van grote dijken. Zo is een deel van de klei, benodigd voor de Bandijk langs de Merwede, gegraven uit verschillende "buitenpoldertjes" langs deze rivier, zoals bijvoorbeeld de Achterste Kievitswaard, deels ook aan de zuidzijde van deze dijk (Ganzewaard). In de Karnemelkspolder treft men langs de dijk, waarop het dorp Nieuwendijk is gebouwd, een vrij brede dijkput aan, waaruit kennelijk het materiaal van genoemde dijk afkomstig is. Thans zijn in deze lage zone de moestuintjes en schuren, behorende bij de huizen op de dijk gelegen.

*) De schrijfwijze "Jantjes"-plaat van de jongste Topografische Kaarten is onjuist.

Bebouwde kommen treft men langs de dijken op verschillende plaatsen aan. Dikwijls is deze bebouwing voorafgegaan door "opbrengen" van grond. In de meeste gevallen zijn de tuintjes, behorend bij de huizen, tot de bebouwde grond gerekend. In de naaste omgeving van de huizen is de grond meestal sterk gehomogeniseerd, zowel door vergraven als door biologische activiteiten. Hierdoor zijn bijvoorbeeld G1-profielen veranderd in G4b-profielen (Vervoornepolder). Afzonderlijk liggende complexen kleine gebouwen, zoals boerenhoeven met erven en schuren, zijn meestal niet als verwerkte grond op de kaart aangegeven. Uit aanzienlijke oppervlakten bebouwde grond blijkt, dat er in dit waterstaatkundig zo dubieuze gebied vrij veel mensen wonen.

Rond de nieuwe kunstwerken, zoals de beide nieuwe sluizen in de Merwede en de nieuwe Biesboschhaven bij het Steurgat, treft men een aanzienlijke oppervlakte verwerkte gronden aan. Voor een deel betreft het hier terreinen waarop uitgegraven klei-, zand- en veenmassa's zijn uitgestort. Zo ligt op het (vroeger zeer goede) rietgors in de mond van het Steurgat ten noorden van de Bandijk een dikke laag veen en klei, afkomstig uit de tegenwoordige haven. Het gors is daardoor voor rietgroei ongeschikt geworden, voornamelijk wegens de geringe overspoeling. Het is mede daarom als verwerkte grond op de kaart gezet. Ook buitendijks komen plaatselijk uitgegraven gronden voor. Deze zijn echter niet als zodanig op de kaart aangegeven. Het zijn vaak smalle stroken die na klinkberekening nog maar weinig opvallen.

4.5 Reliëf

Ter verduidelijking en tot het verkrijgen van beter inzicht in de gegevens, die de bodemkaart biedt, is een aantal dwarsdoorsneden toegevoegd (fig.75A t/m I). Op bijlage 4 is de ligging van deze doorsneden gegeven. Deze doorsneden spreken overigens voor zichzelf. Allerlei verschijnselen betreffende klink en sedimentatie, die in deze studie zijn beschreven, zijn er duidelijk op te zien. In de dwarsdoorsneden door het griendencomplex van De Dood (bijlage 5) is het verschil in hoogteligging na inklinking tussen de oorspronkelijk even hoog gelegen griend- en rietgorsbodem duidelijk gedemonstreerd. Opmerkelijk is het verschil tussen het vrijwel volkomen vlakke oost-west verlopende profiel op Vogelenzang (fig.41 E en F) en het vrij sterke reliëf van het met kreken doorsneden Maltha (fig. 41H en I) en Keizersguldenwaard (fig.41). Deze vlakke ligging van Vogelenzang is van groot belang voor de landbouwkundige waarde van deze dunne zandplaatgronden (Pl), welke onder de huidige omstandigheden vrijwel steeds tot droogte aanleiding geven. Het reliëf op de polders Maltha en Keizersguldenwaard is niet schadelijk, Daar de gronden hier overwegend diep kleiig en deels laag gelegen zijn. Waar op de kaart een ongestoorde grote oppervlakte van één bodemtype werd aangegeven, is vrijwel steeds van een vlakke ligging sprake. Een druk beeld daarentegen gaat steeds gepaard met enig

reliëf.

Kreekvormige figuren hebben vrijwel steeds in het midden een verlaging ("vlaai"), die net nog te herkennen is en op luchtfoto's meestal als een donkere band zichtbaar is. In de meeste polders zijn deze lagere banen omzoomd met hogere ruggen. In het zandplatengebied liggen daarom de zandplaten wel eens komvormig omdat ze omgeven zijn door de "oeverwallen" van de kreken; de hoogteverschillen zijn echter gering, slechts enkele dm. In de geul is in die gevallen meestal een dikker kleiprofiel aanwezig, dat echter te gering van oppervlakte is om weer te geven. Geulen, welke nog levend waren tijdens de bedijking èn de nog buitendijks aanwezige, zijn vrijwel steeds omzoomd met G1-gronden. Bij dergelijk "levend" ingepolderde kreken is steeds een, ten opzichte van het omliggende land, duidelijk lager liggende zandige bedding achtergebleven. Deze zijn als kreekbeddinggrond (b) op de kaart aangegeven. Soms, als de bedding niet zeer duidelijk was, hetgeen als oorzaak kan hebben dat de bedding is opgevuld met thans geklonken rietgorzen, is de bedding aangegeven met de erin voorkomende typen, welke vaak gelijk zijn aan die van de oeverwal. Treft men dergelijke brede G1- en Gc-typen aan in kreekvormige banen, dan is het centrum van deze banen meestal lager gelegen dan de randen, die als oeverwal liggen. Dikwijls zijn nog restanten van de oude geulen met open water aanwezig. In de meeste gevallen zijn deze laatste stroomdraden uitgediept en vervullen thans een belangrijke functie in de waterhuishouding van de polder als boezem en waterafvoer.

In sommige polders ziet men, dat de boeren langzamerhand dergelijke kreken dichtploegen met kostbare bovengrond. In het zandplatengebied kan een dergelijke egalisatie schadelijk zijn indien men deze toepast bij de hogere koppen, waar het zand ondiep zit ten gevolge van een verminderende dikte van het kleidek. Een niet onbelangrijke oppervlakte van de gronden van het Pl-type heeft zelfs haar ontstaan te danken aan het steeds afploegen van de hoog gelegen koppen naar de lagere delen, waar van nature reeds een dik kleidek aanwezig was. De lichte stroken en "verjongingen", die men langs de Nieuwe Merwede en de boveneinden van Bakkerskil, Bruine Kil en Steurgat aantreft, liggen steeds zeer hoog in het landschap.

VIII. VERGELIJKING VAN DE BODEMGESTELDHEID MET DIE VAN ANDERE GEBIEDEN VIA EEN BESCHOUWING OVER DE SYSTEMATISCHE INDELING

1. BUITENLAND

Hoewel in het buitenland weinig of geen vergelijkbare karteringen zijn verricht, willen wij toch beginnen met enkele opmerkingen te maken over de positie van de Biesboschgronden in internationaal verband.

In internationaal pedogenetische zin rekent men (KUBIENA, 1950; het Amerikaanse systeem) soortgelijke gronden als in de Biesbosch tot de onrijpe gronden (Alluvial Soil, Regosol, Mineral Böden e.d.), omdat nog geen noemenswaardige bodemvorming heeft plaatsgehad. Men kan er over twisten of de fysische en chemische rijpingsprocessen, die wij vrij uitvoerig hebben behandeld(hstn.V en VI) tot de pedogenese, de bodemvorming moeten worden gerekend. Wij menen dit zeker te moeten doen, want er is minstens een groot verschil tussen het werkelijke, uit niet-pedogenetisch beinvloede slibdeeltjes opgebouwde, verse, structuurloze sediment enerzijds en bijvoorbeeld de bodem van het Cariceto-remotae Fraxinetum (griendtype V0) en de polders anderzijds, als tussen deze laatste en bijvoorbeeld een "Gray Brown Podsolic" (vandaar onze aanduiding van deze processen met de term: "initiale bodemvorming in alluviale gronden").

Het begrip bodemvorming dat in de internationale literatuur ingang heeft gevonden, is echter niet in de jonge, alluviale gebieden ontstaan maar op het oudere continent. Met voorbijzien van het fysische en chemische proces van initiale bodemvorming vat men daarom de meeste initiaal gerijpte gronden, waarin geen belangrijke verplaatsing van klei en humus, ten gevolge van klimaat- of andere invloeden heeft plaatsgehad, samen met fysisch onrijpe gronden tot de groep van de "regosols" of "Rohböden" etc. In deze groep werd in de buitenlandse literatuur, met uitzondering van België, over het algemeen slechts weinig onderscheid gemaakt. In de Amerikaanse literatuur worden alle "alluvial soils" tot één enkele "Great-Soil Group" gerekend.

2. NEDERLAND

2.1 Inleiding

Tot nog toe was het systeem van bodemindeling in Nederland voornamelijk op landschappelijke leest geschoeid (EDELMAN, 1950). In de tot dusver verschenen publikaties van de Stichting voor Bodemkartering en de daarop gebaseerde geschriften, kan deze indeling in landschappen, sublandschappen en reeksen worden teruggevonden.

Thans is echter een ontwikkeling gaande, waarbij het landschapsidee en de daarbij behorende namen grotendeels worden verlaten.

in dit nieuwe systeem worden de meer zuiver pedogenetische eigenschappen van de profielen centraal gesteld bij de indeling.

In verband hiermee is aan een indeling van de Biesboschgronden in landschappelijke eenheden niet veel aandacht besteed. De legenda is ook zuiver morfometrisch gehouden, zowel in de keuze der primaire eenheden en hun symbolen als wat de vorming der groepen betreft.

In het volgende wordt echter ten behoeve van een gemakkelijke vergelijking, van de Biesbosch met de overige Nederlandse gronden, zoals deze zijn beschreven in vroegere publikaties, gesproken in termen van het oude landschappelijke systeem. Voor een vergelijking van de ontstaanswijze biedt dit ook bepaalde voordelen. Ook een inpassing van de in de Biesbosch onderscheiden eenheden in een landschappelijk opgezet systeem komt daarbij ter sprake. Een geheel verwaarlozen van de landschappelijke principes achten wij ongewenst. Naast een diepere studie van de pedogenese is de landschappelijke beschouwing van de bodem zeer waardevol en voor een goede bodemkartering ook onontbeerlijk. De dimensies van een bodemtype in het platte vlak zijn even belangrijk als die aan een verticale profielwand.

2.2 Estuariumlandschap

De Biesbosch vormt een overgang tussen het rivierkleilandschap (R) en het zeekleilandschap (M) (EDELMAN, 1950). In het overgangsgebied tussen deze beide landschappen werd door VAN LIERE (1948) en EDELMAN (1950) een "estuariumlandschap" onderscheiden. Dit omvat niet het gehele estuarium van onze rivieren, maar slechts dat deel van de gronden dat in brak of zoet water is afgezet. Het gemeenschappelijk karakter van de afzetting is dan, dat ze heeft plaatsgevonden in brede rivierarmen in aan getijden onderhevig water. In dit deel van de rivieren is o.a. de sloefigheid een algemeen verschijnsel. Sloefigheid kan daarom als een kenmerk van het estuariumlandschap tegenover het rivier- en zeekleilandschap worden beschouwd. De Biesbosch kan tot het aldus omschreven estuariumlandschap worden gerekend.

Een kenmerk dat het estuariumlandschap gemeen heeft met het zeekleilandschap is, dat de afzettingen er sterk zijn beinvloed door de schommelingen in de zeestand, door een afwisseling dus van trans- en regressiefasen. Er zijn dus afzettingen van verschillende ouderdom die ten dele in verticale, ten dele in horizontale rangschikking onderscheiden kunnen worden. In de grensgebieden met andere landschappen, zoals dat van het zand en van de rivierklei, liggen veelal uitwiggende dekken over deze gronden uitgestrekt.

De geomorfologie van een afzetting wordt voornamelijk bepaald door de aard van de beweging van het water. Daar deze laatste in het zoute (zeekleilandschap) en het brakke en zoete (estuariumlandschap) deel van een estuarium gelijk is, namelijk heen en weer stromende getijdenbeweging in brede rivierarmen, is de geomorfologie van beide landschappen in vele opzichten analoog. De onderscheiding van

beide landschappen tegen het rivierkleilandschap dat door brede rivierstroomruggen en uitgestrekte kleiige of deels venige kommen wordt gekenmerkt, is meestal vrij scherp; dit is vooral gevolg van het "transgressiekarakter" van de eerstgenoemde van deze landschappen.

Bij catastrofen ontstaan nu eenmaal scherpere grenzen dan bij geleidelijke groei. De Biesbosch heeft geomorfologisch meer verwantschap met de zeeklei- en estuariumlandschappen dan met de rivierklei.

Ook de relatieve korrelgrootteverdeling (sloefigheid, grof zandgehalte; IV.2) is voor een belangrijk deel gekoppeld met de getijdenbeweging. Ten dele omdat ze van deze laatste direct afhankelijk is, voornamelijk echter omdat ze wordt bepaald door dezelfde factoren als de getijdenbeweging, namelijk de afstand tot de zee, verhanglijn van de rivieren en positie van de erosiebasis. We hebben in IV.2 gezien dat er echter, wat deze korrelgrootteverdeling betreft, duidelijke overgangen tussen de genoemde landschappen en het rivierkleigebied bestaan. De Biesbosch vormt, wat relatieve korrelgrootteverdeling betreft, een dergelijk overgangsgebied, dat tussen de rivier en de getijdenafzettingen in staat.

Ook wat betreft de chemische eigenschappen van de bodem, die voornamelijk worden bepaald door het zoutgehalte van het water en mede door de hierdoor beinvloede verschillen in vegetatie en dierenwereld, bestaat er een geleidelijke overgang. In chemisch opzicht zijn de Biesboschgronden echter reeds meer verwant met de rivierklei dan met de gronden van de getijdenlandschappen. Van belang is op te merken dat er, wat chemische en granulaire eigenschappen betreft, in tegenstelling tot de geomorfologie dus wel een geleidelijke overgang kan worden waargenomen. Dit komt doordat de grondslag van deze laatste catastrofaal wordt gelegd, terwijl de andere eerstgenoemde eigenschappen, na hersteld nieuw evenwicht, in verband met het achterland (de rivier) groeien. In de bodemkunde, zoals die zich in de laatste jaren onder leiding van EDELMAN in Nederland heeft ontwikkeld, worden de fysische eigenschappen op de voorgrond gesteld, omdat deze het moeilijkst door landbouwkundig ingrijpen te veranderen zijn. In overeenstemming daarmee hebben wij bij de indeling van de Biesbosch in het systeem van de bestaande bodemkundige landschappen, de geomorfologie als belangrijkste leidraad genomen en rekenen ons gebied dan ook tot het estuariumlandschap.

2.3 Zuidwestelijk zeekleigebied

Vergelijking binnen het zuidwestelijk zeekleigebied doet zien, dat er binnen de twee daarin voorkomende, onder invloed van zee en rivieren, regressie- en transgressiefasen gegroeide landschappen, vele analogieën zijn op te merken. Binnen de beide landschappen kunnen op grond van gelijke criteria, onderverdelingen worden gemaakt. Slechts de onderscheidingen, die in de Biesbosch kunnen worden gemaakt, zullen hier worden behandeld.

De indeling naar diepte van het slibarme zand onder maaiveld

welke in de Biesbosch als belangrijkste onderscheiding optreedt, is ook elders in het mariene landschap doorgevoerd. KUIPERS (1946) onderscheidt in het mariene gebied plaatgronden en schorgronden. De eerste zijn vergelijkbaar met onze zandplaatgronden, de tweede met G-typen of gelaagde gronden. Door BENNEMA en VAN DER MEER (1952), PONS en OVAA (1950), STEUR (z.j.) e.a. zijn grote oppervlakten aan dergelijke plaatgronden gekarteerd in Zeeland. Het verschil met de plaatgronden uit de Biesbosch is in het algemeen, dat de overgangen naar de ondergrond in Zeeland vaak minder abrupt, de slibhoudende dekken vaak minder zwaar zijn en het zand overwegend minder fijn is dan in de Biesbosch. Wij zien de eerste twee verschijnselen duidelijk als een onderscheid, dat door verschil in vegetatie wordt veroorzaakt. In het zoutere gebied kan het sedimentatiemilieu zich niet, zoals in het zoete gebied, door de snelle ontwikkeling der vegetatie plotseling wijzigen op de in IV.4 en 8 beschreven wijze. Het fijner worden van het zand in het mariene gebied berust op verminderde invloed van de rivieren ten gevolge van de dichtere nabijheid van de zee. VAN DER MEER (1952, stelling) is van mening, dat bij het ontstaan van de grote oppervlakte aan plaatgronden een regressie-invloed heeft meegespeeld. Wij zijn dezelfde mening toegedaan (IX.4.2.3.6) en achten het zelfs mogelijk, dat een aantal van de grote zandplaatcomplexen in Zeeland, bijvoorbeeld de Kraaiertpolders, onder soortgelijke omstandigheden als de Biesbosch, dus als rivierdelta tijdens een regressiefase zijn ontstaan. Het verschil is dat dan de inbraakboezem, waarin de delta werd gevormd, dichter bij de zee lag, dus zouter was en dat de rivier die tot de deltavorming aanleiding gaf, uit het zuidoosten kwam en Schelde heette en dat de zandplaten tijdens een eerdere regressiefase (ca. 1100-1350) werden gevormd. Volgens Dr.ir.L.J.Pons en ir.G.G.L.Steur (mond.meded.) is het verloop van de hoogteligging van de platen in de Kraaiertpolders hiermee in overeenstemming. Nader onderzoek zal dit vermoeden echter nog moeten bevestigen. Hierbij is van belang, dat voor dicht bij de zee gelegen gebieden, eventuele sloefigheid, die in de Biesbosch op nadering van de zee duidt (IV.2.4), aan de zeezijde van de sloefigheidszone juist toenemende rivierinvloed kan aanduiden.

In de "zandplaatgronden" onderscheidt men nog hoge plaatgronden en lage plaat- of slikgronden. De eerste worden beschouwd als opwassen, de tweede als te vroeg ingepolderde aan- en opwassen. Volgens KUIPERS (1946) zouden hoge plaatgronden gekenmerkt zijn door hoge en bultige ligging en diepere reductie, lage plaatgronden door lage en vlakke ligging en een ondiepe reductiehorizont. De scheiding is moeilijk te trekken, omdat het kenmerk van diepte van reductie, dat landbouwkundig het belangrijkst is, niet streng genetisch aan deze gronden is gebonden, maar volkomen afhankelijk is van de ontwateringstoestand die van plaats tot plaats kan verschillen. Theoretisch kunnen onze gelaagde zandplaatgronden (PL) tot de lage plaat- of slikgronden worden gerekend, ze "gaan", als ze in dit stadium in-

gepolderd worden, "te vroeg van de moeder". Op grond hiervan hebben we, zoals in VII.3 reeds werd opgemerkt, de thans nog als slik of levende zandplaat in het terrein liggende gronden tot de PL-groep gerekend, ook als de gelaagdheid (nog)niet erg duidelijk is. Voor de hoogste delen van de levende zandplaten is dit niet geheel juist, deze zullen zich ontwikkelen tot de "echte" (ongelaagde) zandplaatgronden van de P-groep. Het was echter niet mogelijk een onderscheid in deze zin te maken, het betreft hier voornamelijk smalle ruggen en koppen, die weinig oppervlakte beslaan. Bultige ligging komt voornamelijk voor bij de allerdunste zandplaatgronden in de Biesbosch en is vermoedelijk mede een gevolg van eolische activiteit op de lange tijd droogliggende nog kale platen, die in regressietijd ontstaan. In het zoute Zeeuwse gebied is de vegetatie minder intensief, daar staan de platen dus nog langer bloot aan invloed van wind en water, is bovendien de getijde-amplitude groter en kan het reliëf dus sterker zijn.

In IV.2.4 hebben wij reeds gewezen op het "zachter" worden en afnemen van de duidelijke gelaagdheid door het verminderen van het grof zandgehalte bij toenemende zee-invloed. Ir.van der Linde (mond. meded.) wijt het blanker en minder zwaar worden van de zavels naar het westen toe aan verminderde invloed van de vegetatie. Het verschil tussen onze "gelaagde gronden" met dikke homogene kleidekken en de schorgronden ligt voornamelijk in deze verschijnselen.

Een en ander wordt niet alleen veroorzaakt doordat de vegetatie reeds op lager niveau begint en dus fijne fractie "vangt", maar is ook een gevolg van de reeds tijdens de opslibbing optredende intensieve klink, waardoor de sedimentatie op een hoger niveau plaatsvindt dan waarop het sediment uiteindelijk zal komen te liggen.

De fijnzandigheid van de meer brakke tot mariene sedimenten is meer een gevolg van het verder verwijderd zijn van de rivieren, waardoor het grove zand er niet zo gemakkelijk kan komen. Een grotere getijde-amplitude kan ook de oorzaak van fijnzandiger sedimenten zijn. De stroomsnelheid kan dan nog te groot zijn voor de afzetting van fijne fractie, de hoogte boven de bodem van de kreek echter reeds te groot om grover zand daaruit op de platen te doen opwervelen. KUIPERS (1948) beschrijft een verschijnsel dat hij met "veroudering" van schorren aanduidt. Dit berust hierop, dat kreken worden uitgeschuurd en extra hoge oeverwallen ontstaan van licht materiaal. Dit verschijnsel dat wij liever "verjonging" noemen, is verwant aan de in de transgressiefase gevormde lichtere dekken in de Biesbosch (hst.IX).

KUIPERS (1946), BENNEMA en VAN DER MEER (1952) beschouwen nu alle gronden met een dikker slibhoudend dek als behorend tot één bodemreeks, namelijk de reeks der schorgronden. Alle gronden met minder dan 80 cm klei op slibarm zand worden gerekend tot twee reeksen: die der hoge en die der lage plaatgronden. Op de minder gelukkige keuze der namen hebben wij reeds gewezen. Deze drie reeksen vormen tezamen met enkele andere overslaggronden en

de kreekbeddinggronden het landschap van de Nieuwlandgronden. Deze zijn gekenmerkt door de omstandigheid dat ze na het begin van de elfde eeuw zijn ontstaan en geen invloed van het oude, eronder liggende landschap vertonen, kalkrijk zijn en een goede structuur hebben. Vrijwel de gehele Biesbosch moet volgens deze omschrijving tot de Nieuwlandgronden worden gerekend. Slechts een smalle strook in de Vervoornepolder, waar binnen boordiepte Oudland (nl. de stroomrug van de Werken) werd aangeboord, moet tot het Middelland worden gerekend. Daarbij achten wij als belangrijkste kenmerk van het Middelland de aanwezigheid van een oudere afzetting in de ondergrond, die het reliëf e.d. beinvloedt. Een absolute ouderdom komt daarbij niet ter sprake.

KUIPERS (1946) deelt de reeksen verder in naar zwaarte en dikte van de lagen (hoewel in detail afwijkend) op analoge wijze als hier is geschied.

Wij zouden liever niet zo ver gaan als KUIPERS bij het onderscheiden van subreeksen, omdat de verdere detaillering sterk door lokale omstandigheden wordt beinvloed. De genoemde reeksen kunnen echter ook in de Biesbosch worden onderscheiden. De gronden van de G4-groep zouden wij dan nog tot een aparte reeks kunnen brengen, die gekenmerkt wordt door het ontbreken van gelaagdheid binnen 80 cm; hiermee gaat samen, dat de profielen welke overwegend uit matig zware tot zware kleien bestaan, praktisch niet aflopen: de reeks der ongelaagde gronden. Kenmerkend voor deze reeks is, dat er naast zeer zware, ook wel lichtere gronden in kunnen voorkomen in de vorm van de lichtere verjongingen, zoals die eerder zijn beschreven. Deze lichtere verjongingen, waarvan het dek twee of meer zwaartetrappen lichter is dan van het verjongde dek, kunnen als een subreeks aan de reeks der ongelaagde gronden worden toegevoegd. Het type Ga vormt het extreem aan de lichte kant van deze reeks, een knooppunt als het ware met de andere reeksen, daar dit type even goed beschouwd kan worden als een zandplaatgrond (P) zonder kleidek of als een gelaagde grond (G) met extreem lichte klei- en zavellagen. De groep der ongelaagde gronden (G4) is het sterkst onder invloed van de rivier gevormd. De elementen van het rivierkleilandschap: zeer lichte stroomruggen en zeer zware, deels kalkarme sterk kalifixerende kommen, zijn er reeds in vertegenwoordigd. De in het gebied verspreid voorkomende G4-typen in oude beddingen e.d. behoren genetisch meer tot de gelaagde dan tot de ongelaagde gronden. In het kader van deze kartering werkt het echter niet verhelderend hier nog onderscheid te maken, te meer omdat er in het geheel geen scherpe grenzen te trekken zijn.

Gronden met kalkarme lagen zijn beperkt tot het gebied, waar de ongelaagde zware gronden overheersen; ze zijn echter niet geheel aan de ongelaagde gronden gebonden. We beschouwen deze gronden als bijzondere varianten (fasen) van de door de overige profielkenmerken bepaalde typen. In dezelfde zin handelen we met de grofzandige ondergrond, die eveneens als een bijzondere variant bij ver-

schillende typen kan worden opgevat.

2.4 Westlanddek en gorsgronden

VAN LIERE (1948) onderscheidt in het estuariumlandschap voor zover dit in het Westland voorkomt, een aantal bodemreeksen, te weten: de gorsgronden (Eg), de broekgronden (Eb), die tezamen het Westlanddek vormen, de kreekgronden (Ew), klei op duinzand (EDo) en "buitendijkse" kleigronden (EDj). Gors- en broekgronden zouden volgens hem op gelijke wijze zijn ontstaan als gors. Nochtans noemt hij slechts gorsgrond: de door ongelijke klink van het oude land hoog gelegen gronden. De overige delen van het Westlanddek worden als broekgrond betiteld en zouden ten gevolge van eeuwenlange natte ligging een slechte structuur hebben verkregen.

In vergelijking met de indeling van de mariene gronden kan dit uit gors- en broekgronden bestaande Westlanddek, gezien de structuur van de gorsgronden en de invloed van het eronder liggende zand, het best als Middelland worden opgevat. Qua absolute ouderdom en structuur van de broekgronden zou men het tot het Oudland kunnen rekenen. Op de overeenkomst in wording en ligging van het Westland en het "oostelijke aanwassengebied" van de Zuidhollandse Waard in het Land van Heusden en Altena is reeds gewezen. Dit moet voor een belangrijk deel zeker als Middelland worden opgevat, zoals SONNEVELD (1954) ook doet.

De reeksen EDo en EDj die door VAN LIERE (1948) blijkens de symbolen als sublandschap worden opgevat, moeten tot het eigenlijke Nieuwland worden gerekend. In grote lijnen omvat EDo de zandplaatgrondenreeks, EDj de reeks van gronden met dikker kleidek (gelaagde gronden, schorgronden etc.). De diktegrenzen liggen echter wel anders. Bovendien is bij de eerste een ondergrond van duinzand verondersteld, bij de tweede kan ook een ondergrond van ander zand voorkomen. De naam gorsgrond is later (EDELMAN, 1950; VAN LIERE, 1953; VAN DER LINDE, 1953) ook gebruikt voor alle zoete, zoute en brakke estuariumafzettingen, die een redelijk goede doorluchting hebben, dus ook voor de reeksen EDj en EDo.

In het estuariummiddelland ontstaan zodoende dezelfde namen als in het estuariumnieuwland. In het gewone gebruik heeft de naam gorsgrond dan ook meer en meer de betekenis gekregen van redelijk geaereerde estuariumgrond. Als reeksnaam binnen het Oud-, Middel- of Nieuwland, naar analogie van het zeekleilandschap, waar schor- en plaatgronden tegenover elkaar staan, is de naam dan ook niet te gebruiken tegenover bijvoorbeeld zandplaatgronden. Dit valt geenszins te betreuren daar aan de naam "gorsgrond" dezelfde bezwaren kleven als aan de naam "schorgrond". Als men zoete en zwak brakke gorzen (biezen- of rietgorzen) inpoldert, krijgt men dikwijls eerder lage zandplaatgronden dan goed doorluchte grond met een dik slibhoudend dek, welke laatste met uitsluiting van de eerste op de naam gorsgronden aanspraak zou maken. Ook de naam "plaat" zonder de toevoeging zand, zoals in de praktijk reeds veel wordt gebruikt,

werkt verwarrend, daar men onder plaat veelal een begroeide opwas verstaat, ongeacht of deze diepkleiig dan wel zandig is. In plaats van gorsgronden is het daarom beter te spreken bijvoorbeeld van diepslibhoudende gronden en zandplaatgronden*). Of, indien een correlatie met gelaagdheid aanwezig is, zoals in de Biesbosch, van gelaagde gronden.

2.5 Buitendijkse gronden

Het bestaande landschappelijke systeem is tot nog toe alleen toegepast op bedijkte gebieden**). De buitendijkse gronden tonen geogenetisch zeer veel verwantschap met het landschap waar ze bij horen en dat uit deze buitendijkse gronden zelfs gedeeltelijk is voortgekomen. Het lijkt ons daarom het best om de betreffende landschappen te verdelen in een buitendijks- en binnendijks sublandschap. Het buitendijkse sublandschap kan dan weer min of meer analoog worden onderverdeeld in reeksen e.d. als het binnendijkse. Daarbij zal men wel van de specifieke ecologische eigenschappen moeten uitgaan. Een "omrekening" van de bodem op potentiële toekomstige eigenschappen na eventuele inpoldering, zoals in deze studie voor praktische doeleinden is gedaan, lijkt ons voor een algemeen systeem, althans op hoog niveau, minder juist.

*) In gebieden, waar men "levende" zandplaten inpoldert en drooglegt, kan de naam "zandplaatgrond" zelfs verwarrend werken.

**)De reeks van "buitendijkse" kleigronden van VAN LIERE, (EDj) omvat binnendijkse gronden.

IX. GEOLOGIE EN GENESE

1. BRONNEN EN GEGEVENS

De geologische kaart; gegevens verkregen uit pulsboringen, die verricht zijn door de Rijkswaterstaat, het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening en door onszelf, stellen ons in staat een inzicht te verkrijgen in de geologische opbouw van het gebied (fig.79).

Behalve uit zuiver wetenschappelijk oogpunt is kennis van de diepere ondergrond van de Biesbosch van betekenis, in verband met inklinkingsverschijnselen (V.2).

In de figuren 75A t/m I zijn de boorgegevens, die door de Rijkswaterstaat welwillend werden afgestaan, bewerkt tot dwarsdoorsneden. Helaas zijn uit het centrum van de Biesbosch slechts Waterstaatsboringen bekend, die in de grote geulen zijn genomen.

In bijlage 4 is de ligging van de verschillende boorpunten weergegeven.

In de werkput van de in aanbouw zijnde Spieringsluis was gedurende 1953 tot op ca. 5 m-NAP een ontsluiting te zien. Tevens werden rondom de sluisput pulsboringen verricht ten behoeve van de bronbemaling. De gegevens uit deze boringen verkregen zijn gebruikt voor het samenstellen van de dwarsdoorsneden, die voor de bovenste vijf meter aangevuld konden worden met directe waarnemingen aan de profielwand.

Een doorsnede werd in figuur 76 gegeven. Een van de pulsboringen werd door ons geheel bemonsterd; van de lagen 1010 tot 1050 cm -NAP (klei) en 1050 tot 1125 cm-NAP (zand) werd een uitgebreide granulaire analyse verricht (monster 89 en 90, bijlage 17). De bronnen gebruikt voor de reconstructie van de jongste geologische geschiedenis zijn vermeld in IX.4.2.3.1.

2. STRATIGRAFIE

De dwarsdoorsneden (fig. 75 en 77) geven in het algemeen van boven naar beneden de volgende opbouw te zien:

Klei
Matig fijn zand
Afwisseling van lagen klei en veen
Matig fijn zand
Grof zand overwegend met iets fijn grind.

Boring 178 (voor ligging zie bijlage 4) van kaartblad 547 van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening/Geologische Dienst toont beneden ca. 30 m-NAP nog fijnzandige klei- en leemlagen.

De opvatting van de stratigrafie van dit profiel, dat dicht bij de bouwput van de Spieringsluis is gelegen, is volgens de legenda van de geologische kaart zoals die werd geinterpreteerd door Dr.J.I.S.Zonneveld:

tot 13.10 m-NAP, holocene zanden, kleien en veen;
tot 13.80 m-NAP, (fijn zand); Laagterras II 8 (?);

tot 26.50 m-NAP, (matig tot middel grof zand met weinig fijn grind); Hoogterras II 1;
tot 51 m-NAP, (afwisselende lagen zand, klei en leem met een enkel veenlaagje); Preglaciaal, ouder dan Hoogterras II 0.

3. HET PLEISTOCEEN

3.1 Preglaciaal ouder dan Hoogterras II 0

Deze afzetting komt enkele kilometers ten zuiden van het gebied aan de oppervlakte. In de Waterstaatsboringen 12 en 13 werden deze lagen bereikt op een diepte van 15 meter. Enkele kilometers meer noordelijk blijkt volgens de besproken pompboring 178, bij de Spieringhoeve (Spieringpolder), de laag reeds tot op 26 meter weggedoken te zijn.

Volgens de nieuwste opvattingen betreft het hier vermoedelijk een vorming uit het Günz en Günz-Mindel interglaciaal (serie van KEDICHEM, DOPPERT en J.I.S.ZONNEVELD, 1955).

Van enige betekenis voor de inklinking zal deze laag, dank zij de ouderdom en diepe ligging, niet zijn. Daar wij niet over verdere gegevens beschikken kunnen we deze oudste der, in het westen van Nederland aan de oppervlakte komende, gronden verder laten rusten.

3.2 Hoogterras II 1

Door de meeste boringen van de Rijkswaterstaat werd deze afzetting bereikt. Uit de dwarsprofielen blijkt, dat de grindhoudende afzettingen naar het noorden en westen hellen. Bij Geertruidenberg en Oosterhout komt het Hoogterras blijkens de geologische kaart aan de oppervlakte.

Enkele auteurs zijn geneigd, in tegenstelling tot de traditionele opvatting, het bovenste deel van de grofzandige grindhoudende lagen tot het Fluviatiel Laagterras te rekenen (J.I.S.ZONNEVELD, 1947; BENNEMA en PONS, 1952). Beide laatste onderzoekers beschreven de afzettingen en de loop van de "Würmrivier". Dit is een vlechtend rivierensysteem dat in het oosten van het Nederlandse rivierengebied aan de oppervlakte ligt (rivierleemlandschap) en naar het westen toe met een verval van ca. 23 cm per kilometer onder de jongere afzettingen wegduikt. Het systeem wordt o.a. gekenmerkt door rivierduinen die omstreeks het Preboreaal uit de dalen van de zich insnijdende rivieren werden opgewaaid.

Waar de rivierarmen onder holocene sedimenten zijn bedolven markeren de rivierduinen, die hier en daar nog aan of dicht onder de oppervlakte waarneembaar zijn, de loop van de oude rivier. In de Alblasserwaard, de Vijfheerenlanden en elders zijn deze rivierduinen als "donk" en "lo" of "berg" bekend.

De loop van deze rivier bevindt zich dus dicht bij ons gebied, ja, men krijgt de indruk dat een deel van de ondergrond van de Biesbosch nog behoort tot het domein van de vlechtende Würmrivier,

die zijn weg vermoedelijk naar het zuidwesten door het Nauw van Calais zocht.

Deze waarschijnlijkheid volgt ten eerste uit de ligging tegen de noordflank van het Brabantse II 0 plateau, waartegen de naar het zuidwesten strevende rivier zich vermoedelijk zal hebben aangedrukt.

In het Land van Heusden en Altena werden donkjes aangetroffen, die duidelijk gelijkenis vertonen met de rivierduinen ten noorden van de Merwede (mond.meded. van J.van Exsel en Dr.ir.F.Sonneveld). Kennelijk heeft dus ook hier in het gebied de Würmrivier invloed gehad.

Een monster grind uit de boring bij Spieringsluis bleek (schrift. meded. van Dr.G.C.Maarleveld) zeer veel overeenkomst te vertonen met materiaal uit de boring in de Bommelerwaard:"De Lucht I". Dit laatste is volgens ir.K.J.Hoeksema afkomstig van de Würmrivier. Dr.G.C.Maarleveld kon echter aan het grind niet uitmaken of het van Würm- dan wel van Risz-ouderdom was, hetgeen bij materiaal uit een zich insnijdende, dus veel materiaal uit de ondergrond opnemende, rivier niet te verwonderen valt.

Het is in verband met het bovenstaande waarschijnlijk, dat in ieder geval in het noorden de grindhoudende sedimenten met de erop liggende Pleistoceenlagen tot de afzettingen van de Würmrivier behoren. In het midden en zuiden van de Biesbosch ligt het Pleistoceen te hoog om nog door de vlechtende rivieren te kunnen zijn afgezet.

3.3 Laagterras II 8

De matig fijnzandige lagen, welke op de grindhoudende rusten, worden op de geologische kaart aangegeven als "postglaciale dalopvulling" of als laagterras der grote rivieren.

Elders is gebleken, dat zeer vele tot deze groep gerekende sedimenten als dekzanden beschouwd moeten worden. Het is waarschijnlijk dat in het zuiden van het gebied, tegen de helling van het Brabantse zandgebied, het Holoceen op een dekzandpakket rust. In het noorden moeten deze fijnere zanden echter evenals het eronder liggende iets grindhoudende materiaal dat we zoeven bespraken, waarschijnlijk tot de afzetting van de Würmrivier worden gerekend. Voor de fluviatiele afzetting pleit de granulaire analyse van een monster (nr.90 tabel P), afkomstig uit de betreffende laag, verkregen bij de pulsboring in de Spieringsluisput.

Vergelijking met de cijfers verkregen bij de analyse van het monster plaatzand nr.59 (tabel P) uit de polder Kijfhoek doet zien, dat de samenstelling in details nauwkeurig overeenstemt.

In figuur 78S is de diepte beneden NAP waarop de oppervlakte van het matig fijne zand zich bevindt, aan de hand van de in de aanhef van dit hoofdstuk vermelde gegevens globaal weergegeven. Het blijkt, dat in het noorden van het gebied de diepte ongeveer overeenkomt met die in de Alblasserwaard, volgens de boringen van

het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (BENNEMA en PONS; 1952).

Uit de figuren 75C en 75G en de gegevens uit de Spieringsluisput (fig.76) blijkt duidelijk, dat er op korte afstand grote verschillen in hoogteligging aanwezig zijn. Op minder dan een halve kilometer afstand blijkt in de omgeving van de Spieringsluis een hoogteverschil van meer dan 6 meter voor te komen in de zandondergrond. De sluisput ligt net op de helling, die naar het noordoosten is geëxponeerd. De grofzandige, grindhoudende lagen vertonen hetzelfde reliëf. Het heeft er alle schijn van dat hier juist een zijstroomdal van de Würmrivier is aangeboord, dat ongeveer in zuidoost-noordwestelijke richting onder de Biesbosch loopt (Oer-Donge?). Mogelijk ook betreft het hier tegelijkertijd een reliëf van vóór de Würmperiode. Iets zuidelijker (boring 12 en 13) werden namelijk onder de grofzandige lagen die daar duidelijk minder grindhoudend zijn, binnen de 15 m-NAP zware klei- en veenlagen aangeboord, die vermoedelijk stratigrafisch bij de gelijksoortige afzettingen uit de pompboring bij de Spieringhoeve behoren (zone van KEDICHEM). Daar vangen deze echter eerst op 28.50 m aan. Deze laatste boring ligt een halve kilometer ten noorden van de sluisput.

Het voorkomen van een leemlaag, die volgens BENNEMA en PONS (1952) de afzetting van de Würmrivier naar boven afsluit, is wel waarschijnlijk, maar met zekerheid niet uit de boringen op te maken. Op de meeste plaatsen in het noorden van het gebied bestaat het onderste deel van het Holoceen nl. uit klei. Een enkele maal wordt het "laagterras"-zand als slibhoudend beschreven. De aanwezigheid van kleiafzetting uit het Würmriviersysteem is dus niet onmogelijk. Het uiterlijk en de analyseresultaten van monster nr.89 (tabel P) afkomstig uit de Spieringsluisput uit de kleilaag, die direct op het zand rust, wijst niet op rivierleem maar heeft het karakter van een humeuze holocene klei. Waarschijnlijk is op de betrekkelijk steile helling van het bovengeschetste dal de top van de oudere afzettingen (zo deze aanwezig is geweest) later weer opgeruimd. In het volgende onderdeel komen we hier nader op terug.

4. HET HOLOCEEN

Het Holoceen is opgebouwd uit een ouder deel van voor de St. Elizabethsvloed, waarin venige kleiige lagen elkaar afwisselen en uit een jonger recent deel, dat in hoofdzaak bestaat uit zand dat meestal met een kleilaag van variërende dikte is afgedekt en soms hier en daar slibhoudende tot kleiige insluitsels bevat.

4.1 De afzettingen van vóór de St.Elizabethsvloed

4.1.1 Algemene opbouw

Uit de boorgegevens blijkt, dat dit oudere deel plaatselijk ontbreekt. Omgrenzen we de punten waar deze afzettingen van veen en klei niet zijn aangetroffen, dan verkrijgen we het beeld van figuur 78R. Zoals later beschreven zal worden is hier vanuit het tegen-

woordige Hollandsch Diep het oudere deel van het Holoceen geheel opgeruimd. Het beeld van de dwarsdoorsneden maakt het waarschijnlijk, dat op vele andere plaatsen dit onderste deel van het Holoceen ernstig is aangetast. Zoals straks bij de bespreking van de genese zal blijken, kan dit ook worden verwacht.

Uit de boorgegevens blijkt, dat in het noorden het bovenste deel van de oudere afzettingen overwegend uit veen bestaat. Naar onder toe gaat de klei meer overwegen. In het zuiden blijkt het veen meestal direct op het pleistocene zand te rusten. Overal waar het zand op geringere diepte dan ca. 7 m-NAP voorkomt, blijkt dit het geval te zijn.

De ondergrens van het overwegend venige pakket in het noorden ligt ook niet veel dieper dan ca. 7 m-NAP. Zoals we nader uiteen zullen zetten (4.1.3), is het niet geoorloofd op grond van deze op gelijke hoogte liggende ondergrens van het venige pakket, deze veenlagen tot een stratigrafische eenheid te rekenen.

4.1.2 Het pollendiagram van het profiel in de bouwput van de Spieringsluis

In de reeds genoemde sluisput werd juist de oppervlakte van het veen bereikt. De Heer F.R.van Veen, assistent van Prof. Florschütz, heeft op ons verzoek aldaar het klei-veenpakket van het oudere Holoceen bemonsterd en er de pollenanalyse van uitgevoerd.

De resultaten daarvan zijn in figuur 79 afgebeeld. Volgens VAN VEEN is het onderste deel van het diagram tot ca. 8.26 m -NAP van atlantische ouderdom. De zone tussen 8.26 tot ca. 7 m-NAP zou als overgang naar het Subboreaal beschouwd kunnen worden. De veenlagen daar boven zijn geheel in het Subboreaal afgezet. We zien dus dat de overgang van venige klei naar kleiig veen op deze plaats geschied is tijdens de overgang van het Atlanticum naar het Subboreaal. De vorming van het onderste deel van het holocene pakket is hier pas in het Atlanticum begonnen. De positie van de boring, juist op de helling van het eerder reeds genoemde dal, zal wel de oorzaak zijn van het ontbreken van oudere holocene afzettingen.

Beschouwen we nu de diepte waarop de voornamelijk uit klei bestaande afzettingen overgaan in meer venige. We hebben gezien, dat deze overgang ter plaatse ongeveer samenvalt met de grens tussen het Atlanticum en het Subboreaal. Dit stelt ons in staat, iets naders te weten te komen over de inklinking van de onderste kleilagen.

4.1.3 Geologische klinkverschijnselen

De pollendiagrammen die FLORSCHÜTZ (1952) heeft opgesteld ten behoeve van het archeologisch en bodemkundig onderzoek in Hekelingen wijzen uit, dat de grens Subboreaal-Atlanticum zich daar op ca. 2.5 m-NAP bevindt. Vooral diagram III (fig.80) van FLORSCHÜTZ toont, wat de overgang van Atlanticum naar Subboreaal betreft, een goede overeenkomst met dat uit de Spieringsluisput. Bij deze laatste echter ligt dezelfde grens op ca. 7.5 m -NAP.

Hieruit volgt dus dat sinds het begin van het Subboreaal de oppervlakte van het Atlanticum ten opzichte van een overeenkomstige, vlak bij het ca. 40 kilometer westelijk liggende Hekelingen, niet minder dan 5 meter is gedaald. De humeuze klei is dus minstens tot op de helft van zijn oorspronkelijke dikte ineengezakt. Gezien de dikke pakketten veen, die gedurende het Subboreaal zijn gevormd, is deze inklinking reeds tijdens het Subboreaal begonnen. Hieruit volgt dus dat de overgang tussen veen en klei, die thans ongeveer horizontaal verloopt zoals wij in 4.1.1 opmerkten, tijdens de vorming van deze pakketten niet horizontaal heeft gelegen. Terwijl dus in het noorden nog klei werd afgezet, trad meer naar het zuiden reeds veenvorming op. Helaas zijn uit het zuidelijke gedeelte van het Biesboschgebied geen palynologische gegevens beschikbaar.

Uit het bovenstaande mag dus besloten worden, dat tijdens de eerste periode van het Subboreaal de rivierinvloed voornamelijk uit het noorden kwam.*)

4.1.4 Het kleidek op het veen

Naarmate na het Subboreaal het hoogteverschil van het "haf"-gebied van West-Nederland met het pleistocene Brabantse landschap afnam, kon de rivierinvloed zich meer en meer zuidelijk verplaatsen. De Maas kon toen, terwijl ter plaatse van de huidige Spieringsluis veen werd gevormd, zuidelijker meer kleiige afzettingen vormen zo-

*) Na afsluiting van het manuscript is gebleken uit onderzoekingen van Dr.W.H.Zagwijn (schrift.meded.), dat volgens de nieuwste inzichten de grens Atlanticum-Subboreaal in het diagram van Hekelingen lager, en wel in de oude zeeklei moet worden aangenomen. Ouderdomsbepaling via de 14C-methode bevestigde dat het veenpakket aldaar, geheel na het Atlanticum moet zijn gevormd. Helaas is de oude zeeklei in Hekelingen nog niet nader onderzocht, zodat niet bekend is waar het niveau van de onderhavige grens werkelijk ligt. Zou dit nog enkele meters boven het synchrone niveau bij het diagram van de Spieringsluis liggen, dan doet dit niets af aan de getrokken conclusies. Mocht deze grens echter op gelijke hoogte liggen (wat onwaarschijnlijk lijkt), dan zal een en ander moeten worden herzien. De overeenkomst in vooral Quercetum-mixtum- en Alnuslijnen duidt waarschijnlijk op soortgelijke veranderingen in lokaal milieu (droger worden). VAN VEEN baseerde zijn datering mede op deze veranderingen. Blijkbaar zijn deze volgens Zagwijns datering echter niet synchroon in deze beide diagrammen. Dit is voor deze relatief dicht bij elkaar gelegen monsterplaatsen met intensief gekoppelde hydrologie wel merkwaardig. Een nader onderzoek zou wel gewenst zijn.

als zou kunnen blijken uit figuur 75D.

De afwisseling van meer kleiige met meer venige lagen is een gevolg van wijziging in de loop van de rivieren, zowel als in de stand van de zeespiegel ten opzichte van het land. Het al of niet uitbreiden van kleidekken door de rivieren over het veen hangt er van af of de snelheid van veengroei de som van klink en stijging van de zeespiegel kon opheffen.

Uit de profielen blijkt, dat ook in het noorden plaatselijk nog een kleidek op het veen aanwezig is. Gezien het voorkomen van soortgelijke dekken in de Alblasserwaard is dit wel te verwachten.

Historische gegevens duiden hier ook op; op oude kaarten en in oude berichten wordt het ten noorden van de Maas gelegen deel van de Grote Waard de "kleizijde" genoemd. Het zuidelijk deel wordt daarentegen als "veenzijde" betiteld. Kennelijk was daar het kleidek veel dunner of geheel afwezig. Dicht langs de Maas is natuurlijk ook een kleirijke afzetting ontstaan, zoals duidelijk blijkt uit het profiel van figuur 75D, dat voor een deel evenwijdig loopt aan de oude bedding van de Maas en deze ongeveer bij boring 45 waarschijnlijk schuin snijdt.

Uit de pollenanalyse blijkt niet duidelijk, dat het bovenste deel van het veen, dat ter plaatse niet (meer) met klei is bedekt, een eerste aanloop naar het Subatlanticum vertoont; het dalen van de Coryluscurve en het optreden van wat Fagus zijn niet voldoende voor een zekere conclusie. De grote overeenkomst met het diagram uit Hekelingen rechtvaardigt echter toch wel het vermoeden, dat op de monsterplaats juist de subatlantische afzettingen door erosie zijn verdwenen. De erosie betreft in het bijzonder een kleilaag met nog enig eronder liggend veen. Evenals op vele andere plaatsen in het zuidwesten van ons land zal omstreeks de overgang van het Subboreaal naar het Subatlanticum onder invloed van een versnelde zeespiegelrijzing een belangrijk deel van het veen overdekt zijn met klei. Directe overspoeling met zeewater zal hier zeker in het begin wel niet zijn opgetreden; opgestuwd rivierwater zal hier de klei hebben afgezet.

Meer naar het zuiden in de veenzijde van de later gevormde Zuidhollandse Waard zal het veen zo hoog hebben gelegen, dat er weinig of geen klei op het veen zal zijn afgezet. De hogere ligging daar is te verklaren uit de omstandigheid, dat de vaste diluviale ondergrond er op minder grote diepte ligt. Bij het evenwicht: opwaartse groei van het veen, neerwaarts gerichte klink, stijgend grond- en rivierwater, is de klink dank zij de geringere dikte der slappe, holocene lagen aldaar, veel geringer.

4.1.5 Het milieu van afzetting van veen en klei

De samenstelling van het veen en van de klei duidt op een vorming onder eutrofe omstandigheden door het gehele profiel. Hieruit blijkt, dat dit gebied steeds onder invloed van rivierwater heeft gestaan. Op allerlei diepten zijn houtresten gevonden, o.a. van els, es

en eik, waarbij de els over het algemeen sterk domineerde. Plaatselijk werden in het bosveen *Carex*overblijfselen aangetroffen. In het Atlanticum heeft hier veel *Salvinia natans* gegroeid. Van elders in het gebied zijn ons echter ook meer oligotrofe veensoorten bekend, nl. uit de nog regelmatig op de zandplaten aanspoelende veenbonken, die uit de ondergrond worden losgeschuurd. Meestal is dit bos-, riet- en zeggeveen, maar een enkele maal treft men ook duidelijke *Calluna*resten aan. Vermoedelijk zijn deze afkomstig uit de "veenzijde" van de Grote Waard, waarvan de waarschijnlijk hoge ligging gedurende het gehele proces van de veengroei reeds werd verklaard.

4.1.6 De loop der oude rivieren

Bij de bespreking van de lagen uit de tijd voor de St.Elizabethsvloed, hebben wij reeds gesproken over de loop van de rivieren door ons gebied. De loop is uit historische gegevens betrekkelijk goed bekend. HINGMAN (1885), ook VLAM (1948), beschrijft hoe na de St.Elizabethsvloed de oude loop van Donge en Maas weer werd opgespoord en deze thans nog voortleeft in de gemeentegrenzen tussen Werkendam, Dussen en Drimmelen (IV.6.2). De loop van de Werken en de Alm kan uit de topografische kaart en uit resultaten van de bodemkartering in het Land van Heusden en Altena worden gereconstrueerd.

De profielen van figuur 75C, D en H kunnen ons nader inlichten over de aard van de bedding van de Maas. Profiel D snijdt het oude Maasbed, kenbaar aan het zandige profiel en de zandinsluitsels met plaatselijk verspoeld veen, in schuine richting omstreeks boring 44 en 45. De Maasbedding rust hier zoals overal elders in het Pleistoceen.

Het profiel van figuur 75H geeft een dwarsdoorsnede loodrecht op de gemeentegrens. De grofzandige lagen in boring II duiden vermoedelijk op grofzandige banken in de oeverwallen van de Maas. Boring III bevindt zich in de kalkhoudende oeverwal. Bij boring IV is het Holoceen van voor de St.Elizabethsvloed geheel opgeruimd; de thans binnengedijkte geul in de polder Kroon en Zalm en de grofzandige lagen duiden aldaar op een intensieve en langdurige erosie.

In figuur 75C moet de loop van de Maas en de ervan aftakkende Dubbel gezocht worden ter hoogte van de punten 11 en 12. Het overheersen van kleilagen wijst wellicht in die richting. Boring 64 van het evenwijdig aan de zo juist genoemde raai lopende dwarsdoorsnede (fig.75G) bevindt zich waarschijnlijk in de tot op het Pleistoceen doorlopende bedding van de Maas.

De opvulling, die zich ongetwijfeld in de reeds lang voor de inbraak afgedamde Maas bevonden moet hebben, zou dan weggeërodeerd moeten zijn. Dit laatste is heel goed mogelijk, daar de erosie van de oppervlakte van het oude land overal en in het bijzonder in de geulen vrij aanzienlijk is geweest.

Raai G (fig.75) ligt geheel in een geul, waar nog vrij wat van het oude land is blijven zitten. De bedding van de Maas zal opge-

vuld geweest zijn met zand met daar bovenop slib en ander bezinksel van na de afdamming. Na de zeer rigoureuze inklinking van de omgeving, onder de last van de dikke lagen Elizabethsafzettingen, zal het bed niet veel dieper liggen dan de omgeving. Zandige insluitsels bij boring 65 duiden ook op de nabijheid van een rivier.

In de profielen is algemeen merkbaar, dat de rivier zich links over het veen heeft uitgebreid. Dit duidt op een voortgaande neiging naar het zuiden, de tendens welke in diezelfde periode leidde tot verzanding van de Oude Rijn.

4.2 Het na de St.Elizabethsvloed gevormde deel van het Holoceen

4.2.1 Inleiding

In het gehele gebied van de Brabantse Biesbosch is het zo juist beschreven oudere deel van het Holoceen bedekt met jongere afzettingen. Deze afzettingen dateren uit historische tijden, het begin ervan is zelfs op dag en uur bekend: de dag van de St.Elizabethsvloed van 18 November 1421.

Dank zij deze jeugd van de bovenste lagen is het mogelijk door een combinatie van historische en geografische, door de mens geschreven en meer geologische, door de natuur geschreven berichten, een in tijd en ruimte vrij gedetailleerde genese voor het jongste deel van het Holoceen te reconstrueren.

Voor een goed begrip moeten we behalve het door ons gekarteerde en onderzochte gebied, ook de naaste omgeving beschouwen. In het bijzonder geldt dit voor die streken, die vroeger deel uitmaakten van de Grote of Zuidhollandse Waard, het hart van het laatmiddeleeuwse Holland, dat in de jaren na de St.Elizabethsvloed langzamerhand vrijwel geheel verloren ging. De kaarten van VAN DER LINDE (o.a. 1953) werpen licht op de genese van Strijen en het Eiland van Dordt; landstreken, die geheel tot het westelijk gebied van de vroegere Grote Waard behoorden. In het oosten kan de opslibbingsgeschiedenis worden gereconstrueerd uit de bodemkartering van SCHIJEN (1948) en vooral van SONNEVELD (1954).

De geschreven geschiedenis is het best door FOCKEMA ANDREAE (1950) verzameld en weergegeven; hij rekent af met de vele legendarische verhalen, die meer dan vier eeuwen lang maar al te graag zijn geloofd, zoals dat nu eenmaal bij dergelijke, tot de verbeelding sprekende grote gebeurtenissen gaat. Een aantal oude kaarten spreekt ten slotte nog een eigen taal. Ten einde de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis te vergemakkelijken, verdelen wij het gebied van de voormalige Zuidhollandse Waard in een aantal delen, gekenmerkt door specifieke sedimentatiepatronen. In figuur 78A kunnen deze aan kreek- en geulpatronen worden herkend. In figuur 78B zijn de sedimentatiegebieden weergegeven. Het zijn:

a. het wantij- of westelijk aanwasgebied
b. het centrale geulengebied, ook wel als "opwasgebied" aangeduid
c. het oostelijk aanwasgebied

d. het zuidelijk aanwasgebied
e. het oude ongestoorde land.

Wij zullen ons meer gedetailleerd bezig houden met het onderwerp van deze studie: het centrale geulen- of opwasgebied.

4.2.2 Algemene beschrijving van het verloop van de transgressiefase waartoe de St.Elizabethsvloed behoort

Blijkens de datum waarop de transgressiefase begon, die het oude land bedolf onder een dik pak sedimenten, behoort deze inbraak van de zee op het land tot de transgressiefase tussen ca. 1350 en 1600 (BENNEMA, 1954).

Dat de zee niet eerder toegang kreeg tot deze gebieden is het gevolg van de menselijke activiteit omstreeks het begin van de 13e eeuw. Toen de zich in het veenland invretende uitlopers van de Zeeuwse stromen zoals de toenmalige Wyvekeen, Boterdiep en Rode Vaart het gebied begonnen te naderen, werd het zuidelijk deel van het Hollandse gebied tot de "Grote Waard" bedijkt. FOCKEMA ANDREAE (1950) ziet hierin een politieke handeling van de toenmalige Graaf van Holland. Het was van belang een sterke welvarende streek te bezitten in het grensgebied met de zuiderburen. Onder de persoonlijke leiding van de Graaf van Holland ontstond hier een grote, welvarende, goed georganiseerde polder, het grootste waterschap van Holland. In de Waard bloeiden twee belangrijke steden op; één, St. Geertruidenberg, veilig op een uitloper van het diluvium in het zuiden gelegen; de andere, Dordrecht, op een opwas in de Merwede. Het zijn de oudste steden in Holland. Zo ontstond hier langs de rand van het diluvium, juist in het door rivieren doorsneden westelijk veengebied, het centrum van het toenmalige graafschap Holland.

Vanaf zijn eerste begin is dit bolwerk van cultuur in de lage landen bedreigd door de opdringende zee. FOCKEMA ANDREAE noemt een groot aantal jaren, waaruit doorbraken van de dijken bekend zijn. Dank zij het goede bestuur, persoonlijk door de Graaf van Holland geleid, kon de mens de Waard behouden.

Het overwicht van de mens op de krachten van de natuur was echter nog niet groot. Zolang eensgezindheid en krachtige leiding heersten, behield de mens de overhand. Onderlinge twisten (o.a. de Hoekse en Kabeljauwse), gepaard met een toenemende bureaucratie in het bestuur van de Waard verzwakten in deze transgressietijd de zo nodige weerstand tegen het water. De moernering, die vlak voor de dijken werd uitgeoefend, droeg ook bij tot een verhoogd gevaar voor doorbraken. De o.a. in Werkendam nog levende uitdrukking "roken als een zoutkeet" herinnert nog aan dit oude bedrijf. Zo kon het water, nadat de Hoekse Dordtenaren een jaar te voren het Kabeljauwse Geertruidenberg met vermoedelijk alle archieven van de Waard binnen zijn muren, hadden platgebrand, in 1421 en de daarop volgende jaren de heerschappij over het land krijgen. Dit geschiedde eerst vanuit het zuidwesten, bij het toenmalige Broek, gelegen op een plek, die thans in het Hollandsch Diep ligt op een lijn tussen Zwaluwe en Wil-

lemsdorp (fig.78B); vermoedelijk ontstonden enige jaren later ook in het noordoosten op verschillende plaatsen dijkdoorbraken, o.a. bij Sleeuwijk en Werkendam. Zo verkreeg de Merwede, die zoals al onze rivieren nog steeds de neiging vertoonde om naar het zuidwesten te stromen, de kans in zuidwestelijke richting dwars door de oude Waard heen te breken en zich met het Boterdiep en het Wyvekeen te verenigen.

Sedert de inpoldering was de zee vermoedelijk gestegen; de landgroei door opslibbing of veenvorming had binnen de Waard stil gelegen; het inklinkingsproces (IV.2 en IX.4.1.3) was echter doorgegaan en dank zij de kunstmatig bevorderde ontwatering zelfs versneld. Ook was het bed van de tussen nauwe dijken opgesloten Merwede waarschijnlijk verhoogd.

Naast de politieke onrust waren dus ook de natuurlijke factoren het water gunstig gezind. Zelfs zonder uitschuring vormde het lage overstroomde land reeds een vloedkom, die grote massa's water aantrok uit zee (III.2). De capaciteit van de toevoergeulen uit het westen werd met deze waterverplaatsing in overeenstemming gebracht. Zo ontstonden het Hollandsch Diep en de Amer. De figuren 78R en 75 tonen niet alleen in de breedte maar ook in de diepte dat het profiel van deze geulen werd verruimd. Vanuit de omgeving van het doorbraakgebied bij het voormalige Broek werd het oudere deel van het Holoceen geheel en al opgeruimd. De zo gevormde zeeboezem kan worden opgevat als de meest oostwaarts voortgeschreden arm van de Zeeuwse stromen.

In de diepere geulen geschiedde dit plaatselijk ook verder naar binnen in het gebied van de Waard. Ook thans nog treedt in de diepere geulen deze erosie op (fig.81). Toen na de bedijking in het oosten omstreeks 1461 het rivierwater eerst voorbij Werkendam een weg naar het zuidwesten kon vinden, werd ook daar de erosie zo sterk, dat het oudere Holoceen werd weggevreten. Zo werd het verlies, dat het stroomprofiel in breedte ten gevolge van de bedijking ondervond, min of meer gecompenseerd in de diepte.

Op de meeste andere plaatsen, waar het water in minder geconcentreerde massa's over het land stroomde, werden ondiepere geulen uitgeschuurd, die slechts een gedeelte of haast niets van het oude land hebben aangetast.

Het resultaat was ten slotte na enkele tientallen jaren, nadat de laatste, meest halsstarrige bewoners waren weggetrokken, dat de Waard door een centraal, van het noordoosten naar het zuidwesten verlopend geulenstelsel in tweeën was verdeeld. Het westelijk deel kwam nauwelijks meer boven water en vertoonde blijkens de kaart van Pieter Sluyter uit 1554 (4.2.3 1.2c) noord-zuid verlopende geulen, die voor een deel wantijen vormden tussen het Hollandsch Diep en de Merwede. De aanslibbing shreed daar, dank zij het wantijkarakter en de beschutte ligging achter de hoogopgeslibde, spoedig zelfs bedijkte schorren van Strijen, snel voort.

In het door het natuurlijke verhang hoog liggende oostelijk deel

van de Waard wist men reeds gedurende de eerste jaren na de ramp, via de Mosterddijk een deel weer watervrij te krijgen. Spoedig ook (1461) werd de Kornsedijk gelegd, welke over Dussen en Almkerk, bij Werkendam de Merwede bereikt en van daar naar het oosten via Sleeuwijk en Woudrichem het tracé van de voormalige noordelijke dijk van de Grote Waard volgt. Achter deze dijk liggen, behoudens de vrij omvangrijke, zandige afzetting van de verwilderende Merwede, ten noorden van de stroomrug van de Vlijc of de Rijswijkse stroomrug (SONNEVELD, 1954), weinig jonge afzettingen.

Daarvoor vormde zich, op de plaats van de huidige Zuidhollandse en Ippelse polder, een rustig aanwasgebied met landinwaarts gerichte geulen.

Zo trad, dank zij de gulle aanvoer van slib door de uit de gebieden met intensieve bodemerosie komende rivieren, een sterke sedimentatie op die de overwinning van de zee langzamerhand weer teniet ging doen. Vanuit de aanslibbingshaarden uit het oosten zowel als uit het westen ging de landgroei voort. Ook in het zuiden trad aanslibbing op. De sedimentatie in het oostelijk en westelijk en ook in het zuidelijk deel van de Waard had meer het karakter van een aanwas aan bestaande kernen. De richting van nog bestaande of geheel verlande kreken is eenzijdig; de kreken lopen dood. In het centrale geulengebied echter heeft de opslibbing overwegend het karakter van opwassen tussen forse rivier- en vloedwater aanvoerende geulen. Het is het gebied van de Merwededelta die vanaf zijn top bij Werkendam voortschreed in een steeds breder front naar het zuidwesten, totdat op enkele geulen na de gehele Biesboschzee was opgevuld.

SCHÖNHAGE (1943) suggereert als oorzaak van de snelle aanslibbing, het contact van het zoete rivierwater met het zoute water dat uit zee komt. Coagulatie onder invloed van het zout zou een snelle bezinking bevorderen. Ook SANTEMA (1953) schrijft hieraan de snelle opslibbing toe die in het getijdengebied (havens) optreedt. Onzes inziens is echter de plotselinge vertraging van de rivierstromingen ten gevolge van de getijdenwerking de voornaamste oorzaak waardoor het water een groot deel van het meegevoerde slib niet meer in suspensie kan houden. Er zijn aanwijzingen dat het contact van zoet met zout water juist peptisatie bevordert van rivierslib, dat in onze mineraalrijke rivieren min of meer gecoaguleerd aanwezig is (IV.2.4). Tijdens de eerste periode na de St.Elizabethsvloed is bovendien de plotselinge verbreding van het bed de voornaamste oorzaak van een intensieve sedimentatie.

Overigens zijn slechts de bovenste lagen van de sedimenten, die de Biesboschzee hebben opgevuld, kleiig en domineert in het geheel genomen de afzetting van zand. Bij de laatste spelen de door SCHÖNHAGE vermelde fysisch-chemische processen in het geheel geen rol. Deze laatste zouden zelfs, zoals bij de bespreking van de oorzaak der sloefigheid in IV.2.4 bleek, ook in het Biesboschgebied eerder een zekere peptisatie kunnen bevorderen en daardoor een snelle opslib-

bing juist iets kunnen tegenwerken.

De herbedijking van het gebied volgde de landgroei, die door de mens op allerlei wijzen werd gestimuleerd, op de voet. De aanwas schreed ten gevolge van de wijzigingen in de zeespiegelstand in wisselend tempo voort vanuit het oosten en het westen naar het midden. In het centrale geulen- of opwasgebied werden ook langzamerhand van het oosten en noorden uit, opwassen bedijkt die echter veelal voorlopig als afzonderlijke eilanden bleven liggen. Voornamelijk in het noorden zijn sinds ca. 1880, dat is de tijd waarin de Nieuwe Merwede en de erlangs liggende bandijk werden aangelegd, verschillende van deze eilanden tot grotere complexen samengevoegd. In het zuidwestelijk deel van het geulengebied gaat de opslibbing nog steeds door. De aanleg van de bandijk verstoort nu echter de natuurlijke aanvoer van slib met het ebwater (III.2.2 en IX.4.2.3.11).

Zo bleef geografisch gezien het oude Land van Heusden en Altena als enig ongestoord deel van de voormalige Zuidhollandse Waard over. Tot op de huidige dag heeft het zich echter in sociaal opzicht niet hersteld van de grote ramp, die het hart van Holland verwoestte. Van de beide oudste steden van Holland kwam Geertruidenberg aan de zuidkant van het centrale geulenstelsel: de huidige Biesbosch of Bergseveld, te liggen en werd een dode plaats. Ook Dordrecht, dat zijn gehele achterland verloren zag gaan, moest zijn plaats als eerste stad van het land afstaan. Toch heeft het zich nog het best weten te herstellen en heeft bij de groei van het nieuwe land in de Biesboschzee, alsook nationaal, een belangrijke rol vervuld. Dat daarbij het eigenbelang, evenals vroeger tijdens de bloeiperiode van de Grote Waard, wel wat al te nadrukkelijk de voorrang had, is een algemeen menselijke eigenschap.

4.2.3 Meer gedetailleerde beschrijving van de genese der St.Elizabethsafzettingen

4.2.3.1 Bronnen en gegevens

4.2.3.1.1 Analyse van de huidige toestand

In VII.5.2 is een indeling gemaakt in gebieden naar overheersende bodemtypen. In figuur 78n wordt deze indeling gegeven. Figuur 82 stelt een globale overzichtskaart voor, samengesteld aan de hand van de Nebokaart van het gebied waar zich vroeger de Zuidhollandse Waard bevond.

Voor het vervolg is het nuttig een standaardprofiel (kuil 22) van de afzetting na 1421 te vermelden:

f. lichte, kalkrijke klei tot slibarm zand
e. kalkhoudende tot kalkrijke, zavelige klei
d. kalkarme tot kalkloze, humeuze, zeer zware klei
c. complex van zand- en kleilaagjes in veelvuldige afwisseling
b. zand, soms met kleiige insluitsels
a. horizont, plaatselijk met cardium edule (direct boven het veen van de oudere holocene afzettingen).

Dit complete profiel is niet steeds aanwezig. Bovendien zijn de onderscheiden eenheden niet over een gehele oppervlakte gelijktijdig gevormd.

Naar de ontwikkelingstoestand kan het Biesboschgebied als volgt ingedeeld worden:

a. vaste land, buiten de eigenlijke Biesbosch gelegen
b. noordelijk landbouwgebied
c. oostelijk landbouwgebied
d. gebied, waar buitendijkse cultures nog een aanzienlijke oppervlakte beslaan.

Ook naar de plaatsnamen kunnen enkele onderdelen worden onderscheiden:

a. gebied met p o l d e r namen (Vervoornepolder)
b. gebied met overwegend w a a r d namen (Muggenwaard)
c. gebied met f a n t a s i e namen en met namen die op -z a n d en -h o e k eindigen (Donderzand, Hardenhoek, Maltha)
d. gebied met -p l a a t namen (Visplaat).

Naar de waternamen kan de Biesbosch in drie delen worden gedeeld:

a. oostelijk k i l -gebied (Bakkerskil)
b. westelijk k i l -gebied met enkele d i e p -namen (Oostkil) en Moldiep)
c. g a t -gebied (Gat van de Visschen, Steurgat).

Ten oosten en ten zuiden kunnen nog twee gebieden met waternamen worden onderscheiden:

d. g a n t e l -gebied (Kornse Gantel)
e. v a a r t - en v l i e t -gebied (Rode Vaart en Meervliet).

De perceelsvormen geven aanleiding tot twee onderscheidingen:

a. gebied met "opstrekkende heerden"
b. gebied met moderne r a t i o n e l e v e r k a v e l i n g inclusief enige kleine complexen met b l o k - en s l a g e n -verkaveling.

Alle genoemde gegevens zijn in figuur 78L t/m M weergegeven.

4.2.3.1.2 Historische en recente topografische kaarten

Met behulp van de volgende kaarten is het verloop van de landgroei te volgen:

a. + 1537. Kaart van het westelijk deel van de Zuidhollandse Waard door Cornelis Schilder (kopie van 1591 door J.Jes). F.64 A.R.A.*), inventaris HINGMAN, nr.1890.
b. Vermoedelijk ± 1550. Kaart van de aanwassen in de Zuidhollandse Waard of Veenvloed gelegen voor de ambachten Dussen en Almkerk. F.81 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1407 CMS

*) Algemeen Rijksarchief

c. 1554. Kaart van de ambachten: Werken, Werkendam en Sleeuwijk door Piet Sluyter. F.57, inventaris HINGMAN, nr.1428. F.58 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1428.

d. 1612. Kaart van de aanwassen en opkomende gronden liggende voor de dijk van Werken, Almkerk en Dussen in het Land van Altena door Daniel Schellinga. F.59 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1397.

e. 1617. Kaart van opkomende gronden in de Zuidhollandse Waard onder de ambachten Werkendam, Houweningen en Korte en Lange Ambacht. Kopie naar een kaart van Daniel Schellinga. F.60 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1913.

f. 1620. Kaart van de heerlijkheid van Werkendam en aangrenzende gebieden, alsmede de grenzen tussen de heerlijkheid van Holland in de Zuidhollandse Waard door Jacob Jansen, gekarteerd in 1620. Kopie door Pieter Floris van der Sallem in 1650 naar de kopie van Jan Goers, 1648. F.40 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1915.

g. Ca.1640. Kaart van het noordelijk gedeelte van de Zuidhollandse Waard met de opkomende gronden langs de Merwede benevens het gescheid van het Land van Altena en Zuid-Holland door P.v.d.Hulst dd.4 Januari 1642 naar een kaart van Daniel van der Schelling. F.66 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1921

h. 1651. Kaart van de heerlijkheden Dussen-Munsterkerk en Dussen-Muilkerk door G.v.d.Hulst. F.31 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1410.

i. 1686. Kaart van de opkomende gronden in de Zuidhollandse Waard door Mattheus van Nispen, Abel de Vries en B.J.van den Heuvel. F.67 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1926.

j. 1700. Kaart van limieten van de landen en visscherijen van den Heer van Dussen en de Graaflijkheid door Mattheus van Nispen. F.34 A.R.A.*), inventaris HINGMAN, nr.1415 (M.S.).

k. 1711. Kaart van de nieuw bedijkte polder van Emmikhoven, de Doorn en Janissenland met de daarvoor gelegen waarden door Abel de Vries (kaartbeeld vermoedelijk ouder dan 1680). F.67 A.R.A., 1926 eF 34.

l. F.36 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1419 (M.S.).

m. 1723. Kaart van de bedijkte landen van Dussen-Munsterkerk en den Zuidhollandschen polder, door Abel de Vries. F.35 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1416 (M.S.).

n. 1730. De Biesbosch in 1730 uit:
Hedendaagsche Historie of Tegenwoordige Staat van alle Volkeren, deel XVII 1749.

*) Algemeen Rijksarchief

o. Ca.1800. Kaart van de opkomende gronden in de Zuidhollandse Waard met grensscheiding Altena en Zuid-Holland. Zonder vermelding van auteur of jaartal. F.69 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1939 (M.S.).

p. 1803: Kaart van de ambachtsheerlijkheid van Dussen-Munsterkerk en de Heer Aartswaarden door Willem van Eck en Simon Simonsz. Zijlmans. F.28 A.R.A., inventaris HINGMAN, nr.1417 (M.S.).

q. 18? Kaart van het Land van Altena met een deel van het Monnikenland en een gedeelte der landerijen tussen Bakkerskil en Bruinekil door J.Beltjes.

r. 1838. Topografische en Militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden (fotokopie in SCHÖNHAGE, 1943).

s. 1889. (ged.herzien in 1908). Idem.

t. 1935. Idem.

u. 1935. Rivierkaart Rijkswaterstaat, gedeeltelijk bijgewerkt (o.a. door onszelf) tot 1953.

v. Kaart, waarop het tijdstip is vermeld waarop elke polder voor het eerst als bedijkt op een kaart werd aangegeven (SCHÖNHAGE, 1943). Op de kaart van SCHÖNHAGE is kennelijk als tijdstip van bedijking aangenomen het moment, dat ten gevolge van vloed-, maar niet stormvloedvrije bekading, het weipolderstadium zijn intree deed. Een niet-gepubliceerde kaart, samengesteld door Dr.J.van Veen, waarin het tijdstip van herbedijking is gegeven voor de polders gelegen binnen het zuidwestelijk transgressiegebied.

4.2.3.1.3 Data van enkele belangrijke gebeurtenissen

Andere gedateerde gegevens dan de genoemde kartografische, welke voor de reconstructie van de genese van het gebied van belang zijn, zijn de volgende:

1421 (14 November). St.Elizabethsvloed, oorzaak tot het voortschrijden van de laatmiddeleeuwse transgressie over het gebied.

± 1461. Aanleg van de Werkense, Kornsedijk over Dussen, Almkerk, Werkendam, de Werken e.a., Sleeuwijk naar Woudrichem.

1864-1884. Aanleg Nieuwe Merwede (door uitbaggering van bestaande killen en weggraven van enkele bestaande platen en delen van op- en aanwassen) en aanleg van de bandijk langs de zuidoever ervan.

1886-1908. Maasmondverlegging (graven Bergse Maas) en bijkomende werkzaamheden.

In figuur 78C t/m J is de uit bovengenoemde kaarten verkregen stand van landgroei op een aantal tijdstippen weergegeven. Het blijkt, dat er tussen alle kaartbeelden in fig.78 een aantal analogieën bestaat. Dit wijst erop, dat er een verband bestaat tussen de (het betreffende kaartbeeld beheersende) factoren. Bij de beschrijving van de genese is van deze verschijnselen gebruik gemaakt.

4.2.3.2 De Cardiumlaag

In de sluisput van de Spieringsluis werd juist een in de bodem van de voormalige Waard uitgeschuurde geul uit de eerste tijd van de St.Elizabethsvloed blootgelegd. Het kleidek, dat in de kleizijde van de Grote Waard aanwezig was geweest, bleek weggeërodeerd. De bodem van de in het veen liggende geul was bedekt met een laagje op gyttja gelijkend materiaal; daarin bevonden zich niet veel meer dan 1 cm grote, dubbele Cardiumschelpen. Ook op andere plaatsen, vooral in het Land van Heusden en Altena, werden door ons en tijdens de kartering van SONNEVELD (1954) op het overstromingsvlak dergelijke kleine Cardiumschelpen gevonden. Dit duidt erop, dat er kort na de St.Elizabethsvloed tot ver in het oosten minstens brak water aanwezig is geweest. Lang kan dit voor Cardium betrekkelijk gunstige milieu niet bestaan hebben, daar slechts kleine, hoogstens enkele jaren oude exemplaren werden gevonden. SONNEVELD (1954) concludeert, dat het echter zeker langer dan enige maanden geduurd moet hebben voor de Merwede toegang kreeg tot de Waard; nadien zal immers het milieu te zoet zijn geworden voor Cardium. De opgave in de literatuur, dat de Merwededijk enige maanden na de inbraak in het zuiden bezweken zou zijn, berust slechts op speculatie op grond van het bekende gegeven, dat enige maanden later veel opperwater de rivier afkwam. FOCKEMA ANDREAE (1950) zegt, dat het niet bekend is wanneer dit geschiedde.

De ca. 1 à 2-jarige Cardiums wijzen erop, dat de inbraak van de rivier pas minstens 1 jaar later zal zijn geschied. Vóór die tijd zullen de laagste delen van de oude Waard constant met brak tot zout water zijn bedekt. Een andere mogelijkheid is, dat het rivierwater slechts bepaalde banen volgde en dat het tussenliggende gebied brakke poelen en plassen vertoonde als resten van de eerste inbraak uit het westen. Het is ook uit historische bronnen bekend (SMITS,1822), dat het water aanvankelijk zout is geweest en dat alle griendhout binnen de Waard ten gevolge van zoutschade dood was gegaan. De hogere oeverwallen zullen nog betrekkelijk droog zijn gebleven en bewoond. In het veen zullen zich vanuit het zuidwesten geulen in het kleiveenpakket zijn gaan uitschuren, zand en grind zal slechts daar op de bodem van de oude Waard zijn afgezet, waar de erosiegeulen het Pleistoceen konden aansnijden. Het grind in de geul van de Spieringsluis is uit een dergelijke insnijding afkomstig. Figuur 78R toont de plaatsen (voor zover uit boringen bekend) waar het Holoceen geheel is weggeslagen. Gedeeltelijke erosie is natuurlijk veel meer verbreid. Vermoedelijk zal in de Biesboschdelta, het centrale geulengebied dus, slechts op weinig plaatsen de oude landoppervlakte geheel onaangetast zijn gebleven.

4.2.3.3 Het zandpakket

Toen ten slotte het rivierwater toegang tot de Grote Waard kreeg, begon de afzetting van zand op grote schaal. De vorming van het

eerste zandpakket moet men zich als volgt voorstellen.

Toen de Merwede zich tussen Woudrichem en Werkendam, later ook meer westelijk via gaten in de langzamerhand afbrokkelende dijk van de Grote Waard, in de grote vloedkom stortte, werd het stroomprofiel zo sterk verbreed, dat de stroomsnelheid sterk moest afnemen. In het gebied van de verbreding kon het grofste sediment, het zand, niet sterk meer worden verplaatst en het kwam tot afzetting. Het water zocht via een groot aantal zich steeds weer verleggende geulen een weg door de afgezette zandmassa's naar zee. Zodoende zal een naar het zuidwesten flauw afhellende zanddelta zijn ontstaan. Op ons verzoek verrichtte Dr.J.I.S.Zonneveld een zware-mineralenanalyse van een aantal zandmonsters, verdeeld over de hele diepte van het zandpakket (tabel R, zie Engelse samenvatting). De mineralencombinatie blijkt geheel te wijzen op Rijnzand en is dus geheel van fluviatiele oorsprong.

De slappe ondergrond moet, naarmate er meer zand op werd afgezet, meer en meer zijn ingeklonken. Daardoor kon het tot meters-dikke zandafzettingen komen, zonder dat het zand ver boven water kwam.

In het noordoosten werd dit patroon dank zij een spoedige bedijking (1461) gefixeerd (SONNEVELD, 1954). De Vervoornepolder, die iets later werd bedijkt, behoort ook nog tot dit betrekkelijk lage, noordoostelijke platengebied. Meer naar het zuidwesten ontstond op deze zandplaten het straks te beschrijven "Waardengebied". Op de hoogste platen rust de, aan het waardengebied eigen, kalkarme kleilaag direct op het zand; op de lagere delen bevindt zich eerst nog een gelaagde afzetting tussen het zand en de klei.

Het is waarschijnlijk dat, wanneer een rivier zoveel zand kan aanvoeren, het milieu ook reeds betrekkelijk zoet zal zijn. Direct onder de kalkarme laag van het waardengebied blijkt dit, volgens een op ons verzoek door Dr.J.H.van Voorthuysen verrichte facie-analyse en een door Drs.A.van der Werff verricht onderzoek van de diatomeeën, ook het geval te zijn. De resultaten van beide onderzoekingen zijn gedeponeerd in het archief van de Stichting voor Bodemkartering te Bennekom. Het milieu blijkt weinig af te wijken van het huidige in de Biesbosch. Daar in de overgang tussen het mariene en het fluviatiele gebied de ostracoden een belangrijke aanwijzing over het milieu kunnen geven, was het van belang deze organismen in het onderzoek te betrekken. Op ons verzoek onderzocht Dr.C.W.Wagner een aantal monsters op het voorkomen van ostracoden. Helaas bleken deze monsters in het geheel geen ostracoden te bevatten.

Bij de afzetting van het zand moet men zich niet voorstellen, dat over een grote oppervlakte grote zandmassa's werden gesedimenteerd. Integendeel, slechts in de onmiddellijke nabijheid van het straks te bespreken "deltafront" werden belangrijke hoeveelheden zand afgezet. Vermoedelijk zal er nooit een zone van meer dan enkele honderden meters breedte met zandbanken voor de begroeide opwassen hebben gelegen.

4.2.3.4 De Vervoornepolder

Het oudste deel van de Brabantse Biesbosch is de Vervoornepolder. In het noorden langs de Werkense dijk ligt een strook humeuze klei, vermoedelijk een oud dichtgeslibd bed van de Werken, dat sindsdien sterk is vergraven. Binnen enkele honderden meters er omheen kan het "oude land" binnen boordiepte worden aangetroffen.

De bij het bed behorende stroomrug van de Werken vormde min of meer een barrière tegen de uit het oosten komende waterstromen. Bij de Tol nabij het huidige fort Altena werd de rug doorbroken o.a. door de bij Sleeuwijk uit de Merwede spruitende "Bijtelskil". In het noorden liep het water rond de natuurlijke verhoging door het oude bed van de Merwede. Aanvankelijk ontstonden er zandbanken vóór en evenwijdig aan de stroomrug. Het hiervoor benodigde zand werd aan weerszijden langs, deels ook over de barrière heen aangevoerd. Op dit zand kon zich na verloop van tijd vrij zware klei afzetten, vermoedelijk nadat zich een dichte vegetatie had gevormd.

Zo ontstond het eerste land van de Biesboschdelta, aansluitend aan de stroomrug van het riviertje de Werken.

In 1461 heeft men een groot deel van het Land van Heusden en Altena herbedijkt. Daar het dijktracé over de oude stroomrug van de Werken werd gelegd, vielen de besproken op- en aanwassen ten zuidwesten van deze rug, buitendijks.

De enorme vloedkom van de Biesboschzee werd door deze bedijking op eenmaal met enkele duizenden ha verkleind. De vloeden moesten dus wel aanzienlijk hoger oplopen (hst.III).Bovendien moest al het rivierwater nu langs Werkendam stromen alvorens het de Biesbosch binnen kon gaan. De hevige stromingen, die daardoor ontstonden, deden zich kennelijk ook gelden tot in het gebied van de huidige Vervoornepolder. De gevolgen van deze wijziging in het waterregiem bleven voor het onbedijkte land niet uit. De aanwassen vóór de nieuwe Werkense dijk werden "verjongd" met verscheidene dm dikke lagen vrij licht sediment (bodemkaart bijlage 1). Op een kaart van 1550 blijkt de Vervoornepolder bedijkt te zijn. Het sedimentatiebeeld van vóór die tijd werd zodoende gefixeerd.

Zo is de Vervoornepolder de enige in het noordoosten gelegen Biesboschpolder, die niet beinvloed is door de regressiefase, die we straks zullen behandelen (IX.4.2.3.4).

De polder is een goed voorbeeld van de invloed van vloedkomvernauwing op de sedimentatie.

4.2.3.5 Het waardengebied, de kalkloze laag en de regressie van 1600

Opvallend is de samenhang van het gebied met kalkloze lagen (fig.78N; fig.82) en het waardengebied (fig.68M). Hieruit valt op te maken, dat in de tijd waarin de kalkloze lagen ontstonden, het geven van de waardnaam in gebruik was. Na de inpoldering van deze waarden, die lang na de periode van het ontstaan van de kalkarme

afzettingen plaatshad, zijn die waardnamen gebleven; buiten het kalkloze namengebied, waar blijkens oude kaarten en geschriften het woord "waard" eveneens gebruikt werd, is de waardnaam vervallen.

Het beeld van de stadia waarin de landaanwas zich in 1550 en 1620 bevond, stelt ons voorts in staat het ontstaan van de kalkarme afzetting te dateren. Uit de stratigrafie weten we dat de kalkarme laag steeds het onderste deel van het homogene kleipakket vormt, terwijl in VI.4.2.2 en 4.2.3 is gebleken, dat ze ontstaan moet zijn onder een intensieve begroeiing. De platen, waarop de primair ontkalkte laag ontstond, zullen, dank zij dit laatste, op de oude kaarten zeker aangegeven staan.

Een kaart uit het begin van de vorming van deze laag zal dus een opwassencomplex moeten weergeven van gelijke grootte en ligging als die van de bodemtypen met kalkloze laag. Het blijkt, dat in 1550 het toen aanwezige complex van opwassen een iets geringere, in 1620 echter een iets grotere omvang had dan het gekarteerde gebied met kalkloze laag. Het begin van de vorming van de kalkloze afzetting mag dus op ca. 1600 worden geschat.

In VI.4.2.3 is reeds uiteengezet, dat de ontwikkeling van kalkarme, sterk humeuze, zeer zware kleilagen verklaard moet worden door het aannemen van een periode van slechte drainage, gepaard met gemiddelde lagere waterstanden en een dichte begroeiing. Het aanwezig zijn van de kalkloze laag in het waardengebied duidt dus op een verlaging of een tot stand komen van de stijging der gemiddelde waterstanden omstreeks het jaar 1600. De gemiddelde lage waterstanden kunnen zowel veroorzaakt worden door verminderde stormvloedfrequentie als door gemiddeld lagere zeestanden. Volgens BENNEMA (1954) blijken deze verschijnselen vaak samen te gaan. De getij-amplitude en de duurhoogte en frequentie van overspoeling worden in andere zin bij uitsluitend zeespiegelwijziging gewijzigd dan bij uitsluitend verandering in stormvloedfrequenties. Verlaging van waterstanden binnen een vloedkom kan bovendien worden veroorzaakt door verruiming van die kom of vernauwing van de toevoergeulen (III.2.2). De vloedkom van de Biesboschzee is omstreeks 1600 echter zeker niet verruimd, maar integendeel door aanslibbing aanzienlijk verkleind. Dit zou verhoging van de waterstand ten gevolge moeten hebben. We hebben echter zojuist vastgesteld, dat een stilstand in de stijging of zelfs een verlaging moet zijn opgetreden.

Een sterke vernauwing van de vloedkomhals, hetgeen vloedverlagend werkt, kan niet worden aangetoond. Nu zijn omstreeks 1600 wel bedijkingen uitgevoerd in de omgeving van de toevoerwegen van de vloedkom, maar dergelijke bedijkingen vonden steeds op vrij hoog liggend land plaats. Het stroomprofiel van de geulen is daardoor, afgezien van de toestand bij stormvloeden, nauwelijks gewijzigd. Uit de verhouding tussen vloedkom en toevoerwegen kan dus plotselinge verlaging van de waterstanden ten opzichte van de opwassen niet verklaard worden. Uit andere gebieden (BENNEMA, 1954) is echter gebleken, dat omstreeks 1600 een nieuwe regressiefase, althans een

periode van sterke vertraging of stilstand in de zeespiegelrijzing aanving. Men kan daarom het best de vastgestelde verlaging der waterstanden opvatten als een uiting van het plotselinge begin van deze algemene regressiefase.

Het ontstaan van de kalkloze laag in het waardengebied is dus het teken, dat de laatmiddeleeuwse transgressie, die na een paar eeuwen vergeefse pogingen tijdens een periode van bestuurszwakte de Grote Waard had verzwolgen, was geëindigd.

Het besproken waardengebied ligt duidelijk als een delta voor Werkendam, de plaats waar de Merwede in de Biesboschzee uitmondde. Vergelijking van figuur 82 met figuur 78D doet zien, dat juist langs de omstreeks 1600 bestaande grenzen tussen open water en aanwassen een bodemverschil (in deze overzichtskaart vooral blijkend uit de zwaarte) aanwezig is. In het oosten zien we, dat de tijdens de regressie gevormde afzettingen aan de toenmalige kust lichter zijn dan die van het erachter liggende land. Voor de oever zijn zwaardere en meer diepkleiige en minder sloefige afzettingen gevormd. In het noordwesten op het Eiland van Dordt zien we iets dergelijks. Ook daar worden na 1600 deze plotseling zwaardere en diepkleiige gronden afgezet. Later zijn daar weer iets lichtere gronden gevormd onder invloed van de dicht in de omgeving stromende belangrijke deltageulen. Thans is dus aan de hand van de genoemde verschillen, de verdeling tussen land en water omstreeks 1600 nog na te gaan. Een belangrijk kenmerk van het waardengebied: de hoge zandige oeverstroken langs de killen, in sterk contrast met de zeer zware kernen der opwassen, zullen in 4.2.3.11 besproken worden.

4.2.3.6 Het zandplatengebied en het gebied met gelaagde gronden

4.2.3.6.1 Beschrijving van het ontstaan

Het optreden van de regressieperiode omstreeks 1600 verlaagde de erosiebases van de rivier en de door het waardengebied stromende vertakkingen. Een intensiever zandtransport kon dus niet uitblijven. In de inmiddels dicht begroeide waardendelta speelde zich nu weer hetzelfde af als vroeger bij het door de gaten in de voormalige dijk van de Zuidhollandse Waard stromende rivierwater: het stroomprofiel werd plotseling verbreed en grote massa's zand werden afgezet. In het bijzonder werd recht voor de geulen het grofste zand geselecteerd en door de intensieve waterbeweging ook het hoogst opgestuwd.

Daarom vinden we thans het Pz- (matig grofzandige zandplaatgronden) gebied als het ware als een drempel vóór de waardendriehoek. Ook onder de kalkloze lagen die het meest zuidwestelijk afgezet zijn, ligt de zandondergrond reeds hoger dan in het noordoosten. Naar het zuidwesten toe neemt de delta in breedte toe. De zandmassa's moesten dus over een grotere oppervlakte worden uitgespreid. Het is daarom begrijpelijk, dat de hoogte van de zandplaten in zuidwestelijke richting weer afneemt. Dat de afzetting van belangrijke hoeveelheden zand slechts direct vóór de begroeide opwas-

sen geschiedde en niet over de gehele oppervlakte van de oude Biesboschzee, blijkt uit de gegevens van HINGMAN (1885). Deze deelt mede, dat in 1756 nog alle stenen van de in 1560 gelegde bolbakens konden worden teruggevonden. Ze waren dus nog niet bedolven onder het zand, terwijl het "deltafront" reeds dicht naderde (ook SMITS, 1822, vermeldt dat in zijn tijd sommige stenen werden aangetroffen). Ook de oude kaarten geven slechts zandbanken aan vlak voor de opwassen, hoewel dit natuurlijk niet wil zeggen, dat ze verderop ook niet gelegen zouden kunnen hebben.

De zo voor het front van een voortschrijdende delta gevormde, relatief hoog opgeworpen zandplaten konden mede door de nog steeds dalende, althans niet stijgende, zeespiegel vrij spoedig intensief begroeid raken. Het water was, zeker in het centrale geulengebied waarover we thans spreken, geheel verzoet (IX.4.2.3.3) en er moet dus een op de huidige begroeiing van de Biesbosch gelijkende vegetatie voorgekomen zijn. Op de meeste plaatsen kon daardoor direct een vrij zwaar sediment op de platen worden afgezet.

Aan de zuidwestrand van het zandplatengebied kwamen de zandplaten echter zo laag te liggen, dat een meer geleidelijke opslibbing plaats kon vinden; hierbij ontstond eerst een gelaagde afzetting, die geleidelijk overging in een zwaarder homogeen dek. Omstreeks 1800 moet dit stadium van geleidelijke opslibbing zijn bereikt (fig. 78F, G en N; fig.46). Zoals we straks zullen zien, moet bij deze overgang ook een hernieuwde transgressie-activiteit een belangrijke rol hebben gespeeld.

Uit figuur 78M blijkt, dat eerst de na 1800 gevormde opwassen op grotere schaal de naam "plaat" gaan dragen. In het gebied dat voor die tijd opgeworpen is, in het zandplatengebied dus, komt de naam "plaat" slechts sporadisch voor. Overwegend vindt men daar fantasienamen als Maltha, Vogelenzang, Kroon; op "hoek" eindigende namen als Kijfhoek en onder meer ook de bodemkundig zeer verantwoorde uitgang "zand", zoals Donderzand e.a. Het toponymische platengebied valt dus vrijwel geheel buiten het bodemkundig (zand-)platengebied. Dit is dan ook de reden, waarom wij in deze publikatie steeds uitdrukkelijk van zandplaatgronden spreken en niet van plaatgronden.

Daar de overgang in namen samenvalt zowel met verschillen in algemene bodemgesteldheid als met een ontstaan in verschillende perioden, is niet met zekerheid te zeggen welke van deze oorzaken de belangrijkste was.

De lagere ligging die de zandplaten naar het zuidwesten toe ten opzichte van de waterstanden vertonen, maakt het mogelijk, dat het spel van de elkaar tegenwerkende vloed- en ebstromen zijn sporen in hun oppervlakte kon ingriffen. Waar de platen kort na hun afzetting reeds hoog lagen, was dit minder gemakkelijk en kon het slechts daar geschieden, waar zeer intensieve stromen optraden.

In IV.5.1 en IX.4.2.3.12 wordt gewezen op de fraaie schaarvormen die optreden in het centrum van het zuidwestelijke front der zandplaatgronden ter hoogte van de polders Turfzak en Lepelaar. Meer

naar het westen liggen deze scharen zo diep, dat hun aanwezigheid bij de kartering niet meer kon worden opgespoord. Er is een dek van gelaagde afzettingen, al of niet afgesloten met een homogeen kleidek, opgeslibd tot een gezamenlijke dikte van meer dan 80 cm. De verspreide zandkopjes, die hier en daar in het gebied met gelaagde gronden tot dicht onder het maaiveld opduiken, kunnen als de hoogste ruggen van dergelijke scharen worden opgevat.

4.2.3.6.2 Invloed van oude stroomruggen op de vorming van hoge zandplaten

Een andere factor die van belang kan zijn bij de vorming van hoge zandplaten is het reeds aanwezig zijn van aanzienlijke hoeveelheden zand in de ondergrond, bijvoorbeeld bij stroomgronden in het oude land.

Uit de doorsneden van figuur 75 blijkt duidelijk, dat in het bed van de Oude Maas vrij veel zand aanwezig is. Of dit echter van betekenis is voor de vorm van het zandplatengebied valt te betwijfelen. De hoogste zandplaten liggen juist veel noordelijker en een transport naar het noordoosten door de vloedstroom is niet waarschijnlijk, omdat de schaarfiguren juist op een overheersen der ebstromen wijzen. De in het zuiden gelegen Onderplaat echter dankt zijn zandige fundament vermoedelijk aan de ondiepe ligging van het Pleistoceen ter plaatse, in combinatie met de ligging in het ontmoetingsgebied van de machtige vloedgeul van de Amer en de al weinig minder belangrijke, het Pleistoceen aansnijdende geulen uit het noorden (4.2.3.3 en 4.2.3.12).

Een belangrijke rol kunnen de resten van stroomruggen vervullen bij de inklinkingsverschijnselen van de ondergrond. De zandige of kleiige stroomgronden zullen minder inklinken dan de venige omgeving. Op de duur zouden, aangenomen dat de inklinkingsverschillen tijdens de zandafzetting van enige betekenis zijn, de zandplaten boven de stroomruggen hoger komen te liggen dan boven de slappere ondergrond ernaast.

In het begin van dit hoofdstuk wezen wij reeds op het sterke reliëf van de diluviale ondergrond en de invloed, die dit zou kunnen hebben op de klink. Nochtans worden de zandplaten juist naar het zuidwesten toe lager; zou de klink enige invloed hebben gehad, dan zouden ze juist in die richting hoger moeten worden. De hoogte van de zandplaat wordt dan ook waarschijnlijk niet bepaald door het al of niet optreden van klink, maar door de waterbeweging en de begroeiing. Daarbij wordt net zo lang zand afgezet tot de klink is uitgewerkt. Bij slappe ondergrond ontstaan zo dikke zandlagen, bij vaste ondergrond dunne (zie ook wat aan het eind van 4.2.3.8 wordt opgemerkt). De invloed van de stroomruggen op de vorming van plaatgronden is dus van weinig betekenis.

4.2.3.6.3 Bijzondere zandplaatgronden

Meestal is het zo, dat de zandplaatgronden ontstaan als eilanden,

waartussen later de geulen met de gelaagde afzettingen dichtslibben. Een enkele uitzondering op deze regel vinden we in het buitendijkse land tussen de Brabander en de Catharinapolder. Hier vinden we dat een geul opgevuld is met zand, waarop zich abrupt een kleidek heeft afgezet. Het is mogelijk, dat bij de aanleg van de bandijk en het graven van de Nieuwe Merwede hier tijdelijk een zo groot en intensief zandtransport heeft plaatsgehad, dat het tot deze vorming kon komen. Waarschijnlijker is echter, dat men bij het graven van de Merwede het opgezogen zand erin heeft gestort (SCHÖNHAGE, 1943). Ook op verschillende andere plaatsen langs de Merwede treft men dergelijke geheel met slibarm zand opgevulde kreken aan.

4.2.3.7 Het gebied met ongelaagde kleigronden

Voordat de delta zich kon uitbreiden over het westelijk deel van het huidige Land van Heusden en Altena en over het Eiland van Dordt, waren deze gebieden reeds opgeslibd met een voor aanwassen typisch fijnzandig, zavelig, naar boven geleidelijk zwaarder wordend sediment. Juist voordat de groeiende delta die gebieden naderde (vergelijk fig.78D met E), was de opslibbing daar voltooid en had de bedijking van 1641 plaatsgevonden. Slechts na die tijd gevormde sedimenten behoren bij de delta van de Merwede, die wij in zijn ontwikkeling aan het volgen zijn. Figuur 78N en ook figuur 82 tonen ons dat de flanken zowel in het noordwesten als in het zuidoosten van de zandige kern, rijk zijn aan diepe kleiprofielen (G4-gebied). In tegenstelling tot de meeste waardgronden, die ook diepkleiig kunnen zijn, zijn zij laag gelegen. Het zijn gronden die aan de laag gelegen flanken van de puinkegel in een rustig milieu zijn gegroeid. Het zuidoosten was in die tijd nog een dode hoek, het noordwesten een typisch wantijengebied. Een belangrijk deel van de afzetting die we behandelen, ligt hier langs een geul die nog steeds de naam Wantij draagt, hoewel door Waterstaatswerken het wantijkarakter thans geheel is opgeheven.

De lage ligging van het zand, als gevolg van de situatie ten opzichte van het centrum van de puinkegel, gepaard aan het rustige milieu, schiep de mogelijkheid tot het vormen van dikke kleipakketten.

Voor het front van de puinkegel, waar de golfslag en de elkaar tegenwerkende eb- en vloedstromen het milieu onrustig maakten, kwam het, zoals gezegd, tot de vorming van gelaagde afzettingen op het ook daar laag liggende zand.

4.2.3.8 De invloed van waterstaatkundige werken

Zo naderen we het midden van de negentiende eeuw, waarin volgens verschillende onderzoekingen (BENNEMA, 1954) het begin van een nieuwe transgressie-activiteit is vastgesteld. Omstreeks deze tijd spelen zich ook door menselijk ingrijpen, rigoureuze veranderingen in het waterregiem binnen het Biesboschgebied af. In de eerste plaats door het uitbaggeren en verbreden van een aantal bestaande killen,

waardoor de Nieuwe Merwede werd gevormd, zomede door het aanleggen van een bandijk langs de zuidoever hiervan (1860-1880). In III.2.2 is het gevolg geschetst van de "onthoofding" van de deltageulen. Ook in de bovenrivieren wordt in deze tijd zeer veel zand gebaggerd. De aanvoer van zand kan hierdoor aanzienlijk zijn beinvloed.

De "top" van de delta, die nu door vloedwater wordt gevoed, is verplaatst naar de periferie van de puinkegel. Het graven van de Bergse Maas enige tijd later (1880-1908) maakt, dat er geen sprake is van een top aan het eind van de bandijk, maar dat het water, langs de gehele zuidkant, vanuit de Amer de Biesbosch kan binnendringen. De merkwaardige omstandigheid doet zich dus voor, dat het natuurlijke waterregiem van een deltapuinkegel precies 180° is omgekeerd. Het gevolg is, dat zich in de nog bestaande geulen fragmentair een nieuwe puinkegel ontwikkelt met de top(pen) in het zuiden en zuidwesten. Daar het water in de afgedamde kreken doodloopt, is het karakter van de nieuwe kegel echter anders, namelijk meer dat van de opslibbing van aanwassen, die gevoed worden door langzaam smaller wordende en ten slotte in de aanwas doodlopende geulen. Daar er geen doorlopende afvoer is, maar er evenveel water met eb wordt afgevoerd als er bij vloed binnenkomt, mogen we eigenlijk niet van een deltavorming en een puinkegel spreken, daar deze begrippen behoren bij een in open water uitmondende rivier. Het verst van de top wordt nu vooral zwaar materiaal afgezet.

De vorming van deze nieuwe afzettingen in de oude deltageulen gaat nog steeds door. De in de brede monding van deze geulen groeiende jonge platen behoren tot het nieuwe systeem; de platen zijn aan het zuidwestelijke einde het hoogst, in tegenstelling tot de in het oude deltasysteem opgebouwde platen, die meestal aan de noordoostkant het hoogst zijn. De jongste van deze laatstgenoemde kunnen kenmerken van beide systemen vertonen.

De verschijnselen, die vermoedelijk een gevolg waren van de vernieuwde transgressie, zijn vervaagd, doordat zij tegelijk met de waterstaatkundige wijzigingen optraden. Er is reeds op gewezen, dat in vele (zo niet alle) profielen de top van het sediment een lichtere textuur vertoont. Het is echter niet uit te maken, of hierbij de invloed van de nadering van de nieuwe transgressiefase, de nawerking van de Maasmondverlegging en de vorming van de Nieuwe Merwede, de begreppelingsactiviteit of ten slotte de in IV.5.2 geschetste invloed van hoogte en overspoelingsfrequentie overweegt. Alle genoemde factoren kunnen aan het zandiger worden van de sedimenten hebben bijgedragen, slechts tegengewerkt door de machtige invloed van de vegetatie en het door STOKES geformuleerde principe der valsnelheden. Ook de invloed van de transgressie op de vorm van de delta is dus moeilijk te bestuderen, te meer omdat het brede front van de groeiende puinkegel juist omstreeks 1840 vrijwel de overzijde van de Biesboschzee had bereikt en deze dus toen, op een paar grote geulen na, was opgevuld. Hierbij valt echter nog te den-

ken aan de ligging van de grens van het zandplatengebied en het gebied met gelaagde gronden. Het is niet onmogelijk, dat de reeds geschetste invloed van de diepere ligging van het zand is geaccentueerd door het optreden van de transgressie, die dan omstreeks 1800 zou moeten zijn aangevangen (zie 4.2.3.9). Zonder deze transgressie zou het platengebied mogelijk nog verder westwaarts voortgezet kunnen zijn. Er is echter nog een antropogene invloed die in het spel kan zijn. Het is bekend (mond.meded. Dr.J.van Veen, via Prof. Dr.ir.C.H.Edelman) dat in het begin van de negentiende eeuw op grote schaal zand uit onze rivieren is gebaggerd. Dit zal ongetwijfeld ook van invloed op de zandaanvoer zijn geweest, ofschoon betwijfeld moet worden dat hierdoor de behandelde verschijnselen geheel zouden kunnen worden verklaard. In figuur 83 is bij benadering na te gaan over welke afstand het front van de delta zich in de verschillende perioden heeft verplaatst. We zien de aanwas steeds sneller voortschrijden, naarmate de zuidelijke oever naderbij komt. De oorzaak moet men zoeken in de geringere dikte van de slappe lagen in zuidelijke richting. Er is dus verticaal minder sediment nodig, de horizontale uitbreiding kan dus sneller gaan (zie ook 4.2.3.6.2). De invloed van transgressie- en regressiefasen op de snelheid van horizontale groei is aan deze factor ondergeschikt.

4.2.3.9 De invloed van de transgressiefase in de 19e eeuw

We willen nu nog de ligging van de zuidelijkste, duidelijk verjongde complexen (voornamelijk type G4c/d) bezien in verband met de transgressie-activiteit. De lichtere bovenlaag wijst hier op een verhoging van de gemiddelde hoogwaterstanden. Het blijkt, dat deze complexen gezamenlijk een zone vormen, die evenwijdig loopt met de grens tussen het zandplatengebied en het gebied met gelaagde gronden. Deze zone ligt ongeveer op de plaats tot waar het deltafront omstreeks 1830 moet zijn voortgeschreden. In die tijd waren de waterstaatkundige werken nog maar nauwelijks begonnen. Waarschijnlijk is de transgressiefase hier toch wel de belangrijkste oorzaak voor de vorming van het lichtere dek.

Nu vinden we de verjonging voornamelijk op profielen met dikkere kleilagen en een vrij diep liggende zandondergrond. Deze laatste lag dus reeds op lager niveau en derhalve moet de transgressie al bij de aanleg van deze opwassen, onafhankelijk van de verjonging, haar invloed hebben doen gelden in de vorm van een vermindering van het zandtransport. Dit moet men aannemen, indien men althans de verlaging van het zandniveau niet uitsluitend wil verklaren door een uitspreiding van een gelijke hoeveelheid zand over een groter oppervlak aan de voet van de deltapuinkegel en/of zandwinning bovenstrooms.

Uit bovenstaande volgt, dat er veel voor te zeggen is, een hernieuwde transgressie-activiteit als een van de voornaamste oorzaken voor het tot stilstand komen van de vorming van zandplaatgronden te beschouwen. Deze hernieuwde stijging van de zee zou dan kort

na 1800 begonnen zijn. Dat de bovengrens van het slibarme zand in de profielen in absolute zin naar het zuiden toe weer iets oploopt, hangt vermoedelijk met meerdere factoren samen. De voornaamste daarvan zijn:

a. Verhoging van de gemiddelde laagwaterstanden als gevolg van de nieuwe transgressiefase,
b. Het stoten van de uit de deltageulen komende ebstroom op de zuidelijke wal en op de vloedstromen in de steeds nauwer wordende zeeboezem,
c. De ondiepere ligging van het Pleistoceen, waardoor de eventuele invloed van de klink geringer wordt en door uitschuring van de geulen extra zand beschikbaar komt.

In een samenloop van vele omstandigheden eindigt dus de historie van de verlanding van het centraal geulengebied, dat de Grote Waard, het hart van het oude Holland, eenmaal in tweeën splitste.

4.2.3.10 De vorming van kalkrijke kleidekken op de kalkarme laag

Terwijl het front van de delta zich steeds verder naar het zuidwesten verplaatste, vond op de reeds begroeide opwassen voortdurend aanslibbing plaats. Na het begin van de periode van relatieve daling van de zeespiegel, die aanleiding gaf tot de vorming van zeer zware kalkarme klei op de bij het begin van de regressie aanwezige platen, is de relatieve "daling" in een minder snel tempo voortgegaan. Dit kan men afleiden uit de geringere zwaarte van de kleidekken, die op de verder naar het westen liggende eilanden van de delta werden afgezet. Deze vertraging van het dalingstempo kan zowel op algemene oorzaken worden teruggebracht als op een verkleining van de vloedkom ten gevolge van aanslibbing en inpoldering (bedijking van 1641), iets dat tegengesteld werkt aan een algemene daling of stilstand van de zeespiegel.

Op de meeste plaatsen heeft de overgang van kalkarme klei naar de daarop afgezette kalkrijkere, geleidelijk plaats. In de dicht bij een grote geul gelegen profielkuil 22 lag tussen de kalkarme laag en de daarop liggende iets kalkrijkere laag een onderbroken zandig laagje van hoogstens enkele mm dikte.

Behalve een minder snelle daling van het gemiddelde waterniveau kan ook de in gebruikneming van het land, zoals in IV.6 en VI.4.2.3 werd uiteengezet, een lichter en kalkrijker sediment doen ontstaan.

4.2.3.11 De lichte oeverstroken en de verjongingen in het Waardengebied

Niet alleen ten zuiden en westen van het waardengebied kwam het tot afzetting van grote hoeveelheden zand. Ook in de geulen en langs de aan de stroom geëxponeerde zijde van de "Waarden" werden aanzienlijke zandmassa's gesedimenteerd. Op de bodemkaart wijst het voorkomen van stroken (Ga), zandplaat (P) en onderbroken zandplaatgronden (GO), die naar de centra der opwassen geleidelijk overgaan in zwaarder afzettingen, op dit verschijnsel. Deze stroken vindt

men duidelijk langs het voormalige "Gat van de Groote Kil of Westkil" (de huidige bovenloop van de Nieuwe Merwede), op de Groeningswaard, Japewaard en de Noord, langs het Steurgat (vroeger ook Draapkil geheten), op de Noord en de Keizersguldenwaard, langs de Bakkerskil, op de Weren over en onder de Bakkerskil, langs de Bruinekil op de Middelwaard en waarschijnlijk hoort ook de verjonging op de Stromenhoek ertoe.

Meer ebstroomafwaarts treedt langs deze killen, in plaats van deze uiterst lichte gronden en verjongingen, slechts een duidelijk hoog liggende lichtere oeverstrook op, waarbij het karakter van "verjonging" geleidelijk minder duidelijk wordt.

In kuil 22 en de daarin geplaatste boring vindt men alle in 4.2.3.1.1 opgesomde lagen vanaf het oude veenlandschap tot en met de laatstgenoemde verjonging, die hier uit afwisselend slibarme, grofzandige lagen en kleilagen is opgebouwd.

Zeer sterk ontwikkeld zijn de beschreven hoge zandige oeverstroken op het buiten ons karteringsgebied gelegen complex van opwassen tussen Oude en Nieuwe Merwede (fig.84). Daar treedt in de zeer hoog opgeworpen zanden zelfs in bescheiden mate rivierduinvorming op, met de hierbij behorende interessante vegetatie. In figuur 85 is zeer schematisch de opbouw van deze hoog opgeworpen randen in dwarsprofiel verduidelijkt (zie ook fig.86). We vinden er zowel zeer hoge, zo goed als niet met slibrijk materiaal afgedekte zandmassa's (GO) als op zandplaatgronden gelijkende profieltypen (P), die al of niet op een kleiige ondergrond gelegen kunnen zijn. In de boveneinden van Steurgat en Bakkerskil vinden we nog onbedijkte, vrij hoge, typische zandplaatgronden.

De kleidekken op het zand worden landinwaarts zwaarder, tot ze niet meer zijn te onderscheiden van het eronder liggende materiaal.

Oude kaarten stellen ons nu weer in staat, de periode, waarin de zandafzetting voornamelijk heeft plaatsgevonden, met vrij grote mate van waarschijnlijkheid te dateren. Op kaart h uit 1686 is de noordoostelijke begrenzing van de Middelwaard langs de Bruinekil vrijwel identiek met het tracé van een op luchtfoto's en ook in het veld nog vrij duidelijk te onderscheiden oude kade. Deze kade ligt op dezelfde plaats als de grens tussen de zone met zandplaatgronden en lichte (Ga) profielen en de zwaardere, dikkere dekken ten zuiden en westen ervan. Een latere kaart vertoont de huidige toestand. Het is waarschijnlijk, dat ook de Ga-profielen toen reeds aanwezig waren. Genoemde kaart is niet gedateerd; volgens de ligging van het "deltafront" is de aanduiding van ca.1800 van HINGMAN (1885) en VLAM (1948) wel ongeveer juist. Figuur 83 zou pleiten voor een iets vroegere datum, welke echter ruim na 1760 moet vallen, omdat in 1756 de bolbakens, die het Maasbed aangaven, nog terug te vinden waren en dus niet bedolven geweest kunnen zijn. Ook de zandige kop van de Weren onder de Bakkerskil (thans gedeeltelijk vergraven voor de havenwerken) komt op de kaart van 1668 niet en op de kaart van ca.1800 wel voor. Evenzo de zandige punt van de "Kop

van de Oude Wiel", op de scheiding van de Oude Merwede en de Westkil (thans de Nieuwe Merwede). De gegevens van deze kaarten pleiten dus voor een ontstaan van de hoge zandige oeverstroken tussen omstreeks 1600 en 1800, de periode waarin wij in het voorgaande een regressiefase hebben aangenomen.

Bij het ontstaan van de grote plaatgrondcomplexen ten zuiden en westen van het waardengebied wezen we reeds op de betekenis van de regressie voor het toenemen van de rivierinvloed. In het zandplatengebied had daarnaast de verlaging van het waterniveau nog directe betekenis. Voor het thans behandelde verschijnsel is deze laatste werking van de regressie in het geheel niet meer van belang. De toenemende rivierinvloed, bestaande uit een intensief zandtransport vooral tijdens langdurige hoge waterstanden (veel opperwater), is nu de overheersende factor.

Interessant is, dat in 1668 nog niets van de thans zeer hoog liggende zandplaatgronden langs de Bruinekil en de Noordpunt van de Weren onder de Bakkerskil is aangegeven (zie fig.87A). Blijkbaar werd er voor die tijd alleen het kalkrijke, maar nog vrij zware dek op de kalkarme laag van het waardengebied gevormd. Eerst later werd in toenemende mate meer zandig sediment aangevoerd. De bodemkaart (bijlage 1) en figuur 85 tonen duidelijk, dat de lichtere zone zich bij het hoger opslibben uitbreidt naar het centrum van de waarden. Hierbij moet men niet zozeer denken aan het "over elkaar heen schuiven van lagen" van verschillende zwaarte, zoals de kaart en het profiel kunnen suggereren, maar veeleer aan een geleidelijk lichter worden van de profielen in bovenwaartse richting. De invloed van deze "rivieroeverwalvorming" (want dat is het eigenlijk) zet zich niet zo heel ver voort naar het midden der waarden.

De opwas in het splitsingsgebied van Steurgebied en Bruinekil, de Draaier, is op de kaart van 1668 nog niet aangegeven. In 1800 is dit eiland echter reeds in beginsel aanwezig. Deze opwas nu, vertoont weinig verwantschap met de zandige westelijke oever van de Bruinekil langs de Middelwaard. Veeleer doet dit eiland denken aan een opslibbing zonder ernstige rivierinvloed. De kaarten duiden er op, dat het pas na 1800 goed is opgeslibd. Blijkbaar is de grote zandaanvoer weer aanzienlijk verminderd ten gevolge van de hernieuwde transgressie-activiteit.

Na het aanleggen van de bandijk en het graven van de Nieuwe Merwede werd langs deze rivierarm de rivierinvloed veel verder naar beneden toe merkbaar. Dat was juist de bedoeling van deze waterstaatkundige ingreep. Het behoeft dan ook geen verwondering te wekken, dat aldaar de vorming van zandige oevers tot op de huidige dag (dus in een transgressiefase) voortgaat. De verzanding van de Sneepkil na 1800, de zandige stranden en de lichte oevers van jonge gorzen langs de Nieuwe Merwede duiden daarop. Ongetwijfeld is de enorme "verjonging" in het splitsingsgebied van de beide Merwedes mede het resultaat van deze voortgezette en versterkte invloed van het riviermilieu, ook tijdens de transgressie.

De Ga-, G..b- en P-profielen in de kreekeinden ten noorden van de bandijk, die we o.a. aan weerszijden van de Paulownapolder vinden, kunnen voor een deel op soortgelijke wijze ontstaan zijn. Zij kunnen echter ook hun oorsprong te danken hebben aan het uitbaggeren van de Werkendamse killen tot Nieuwe Merwede. Het is namelijk bekend, dat een deel van het daarbij vrijkomende materiaal in de uiteinden van de door de bandijk afgedamde geulen werd gedeponeerd (IX.4.2.3.6.3). Diepzandige profielen beneden de bandijk zullen voornamelijk zijn gevormd door het deponeren van overslagzand in oude kreken, zoals dit vermoedelijk o.a. op Jaantjesplaat, op de Zalm en recent ook elders is geschied (zie ook VII.5.3).

Op een interessante trek van het Biesboschlandschap in verband met de genese moeten we in dit verband nog nader ingaan.

Bij het bespreken van de naar boven lichter wordende gronden in het gebied met gelaagde gronden hebben we de hernieuwde transgressie-activiteit, respectievelijk waterstandsverhoging door vloedkomvernauwing, verantwoordelijk gesteld voor deze "verjonging". Daarnaast is voor het hoog opwerpen van zandige sedimenten juist het omgekeerde, een regressiefase, als verklaring geopperd. Dit schijnt met elkaar in lijnrechte tegenspraak. In werkelijkheid is hiervan echter geen sprake. Herhaalde malen legden wij er immers de nadruk op, dat niet alleen de verlaging van de waterstand, maar ook de uitbreiding van de invloedssfeer van de rivier naar het westen een gevolg is van het afnemen van de transgressie-activiteit.

Wat we zien gebeuren in het waardengebied is een zich ontwikkelen van de bodemgesteldheid in de richting van het rivierkleitype, dat gekenmerkt is door een sterke differentiatie tussen oeverwal en kom. De oeverwal, die in de transgressiefase slechts onbetekenend is, moet bij toenemende rivierinvloed hoger, lichter en breder worden. Dat is het wezenlijke, dat in de periode tussen 1600 en 1800 langs de oevers van het waardengebied geschiedt. Als resultaat zien we, dat in het noordoostelijk deel van de Biesbosch de zwaarste uit het gehele gebied bekende gronden (type GF) en de lichtste (Ga) op enkele honderden meters afstand van elkaar voorkomen. Dat is zo geworden onder de invloed van de rivier, die hier het contrastrijke continent vertegenwoordigt. In het zuidwesten, waar meer contact is met de vlakke, alle contrasten uitwissende zee, is de bodemgesteldheid over grote oppervlakten en ook binnen het bodemprofiel in verticale richting veel meer gelijkmatig. In het noordoosten heeft verandering in de zeespiegelstand weinig directe invloed op de sedimenten; alleen de vergrote rivierinvloed brengt daar de veranderingen teweeg. In het zuidwesten tekent een stijging van de waterstand zich direct af in een lichter worden van het sediment. In het gebied ertussen (zandplatengebied) is de directe invloed: abrupte afdekking met zware klei, versnelde fysische rijping bij zeespiegeldaling merkbaar; maar ook kan daar een indirecte invloed (dat is de uitbreiding van het riviermilieu) worden waargenomen, die zich o.a. in de relatieve korrelgrootteverdeling en in de aanvoer van enorme massa's

zand uit.

Op de Vervoornepolder bleek toename van de stroomsterkten door het naderbij komen van de rivier (toename rivierinvloed dus) samen te gaan met verhoging van de waterstand (door vernauwing van de vloedkom). Vandaar dat hier over grote oppervlakte een zeer lichte verjonging werd afgezet.

Zo is de Biesbosch ook in zijn geomorfologie een typisch overgangslandschap tussen de invloedssfeer van het continent en van de oceaan (vergelijk XII.6.2.1).

4.2.3.12 Schaarsystemen en stromingsbeelden

Het beeld in de grote geulen wordt beheerst door de figuratie der schaarsystemen, die getekend zijn aan de hand van luchtfoto's uit de jaren '44 en '45. De richting en loop van vloed- en ebstromen wordt er duidelijk mee geillustreerd (IV.5.1). Ook in de zandplaatpatronen op de opwassen zijn plaatselijk duidelijk schaarsystemen te zien. Het fraaist zijn ze ontwikkeld in de polders Turfzak, Lepelaar, Moordplaat en Middelland. Gaande vanuit het oosten (Middelland) naar het zuidwestelijk front van het zandplatengebied ziet men de invloed van de vloedstromen belangrijker worden. De invloed van de ebstroom blijft echter ook op de Turfzak domineren. De boogvormige figuren op de Turfzak met de in het verlengde ervan liggende reeksen zandplaatgronden van kleine oppervlakte, doen sterk denken aan een schaarbeeld, zoals men dat thans nog in wording aantreft in de mond van het Gat van de Vissen (inmiddels afgegraven ten behoeve van zandwinning en regulatie van de stroomdraden). Ook daar zou zeker, indien een nieuwe regressiefase zijn intree deed, een min of meer boogvormig gerangschikt complex van zandplaatgronden van betrekkelijk geringe omvang op de ruggen van het schaarsysteem kunnen ontstaan.

Bij een beschouwing van de vorm der zandplaatgrondcomplexen zien we, dat in het midden en noorden de onregelmatige, rondachtige vormen overheersen. De grootste aaneengesloten oppervlakken vindt men in het centrum. Naar het zuidoosten gaan de langgerekte spoelvormen overheersen (Jannezand). Ze duiden op boogvormige stromingen, die vanuit het noorden komend, in westelijke richting afbuigen. Waar deze stromingen de grens van het zandplatengebied in het zuidwesten naderen, treffen we de meest uitgesproken vloedschaarsystemen aan, van waaruit parelsnoerachtige reeksen zandplaatjes ver het gebied met gelaagde gronden binnendringen. Dit alles duidt erop, dat in het zuidoosten de stromingen het felst zijn geweest. Wij zouden hierin wellicht mede de invloed kunnen zien van de overheersende noordwestenwinden, die zowel de vloed- als de eb-(rivier-) stromingen naar de zuidoosthoek hebben gedrukt. VAN VEEN (1940) maakt aannemelijk dat de winden gedurende de laatste eeuwen ruim 10% per eeuw zijn gekrompen. Het overheersen van noordwestenwinden gedurende de eerste aanleg van de geulen is dus zeer wel moge-

lijk. Ook de ligging van de grootste erosiegeul, die het Holoceen geheel heeft opgeruimd, is daarmee in overeenstemming (fig.78R).

De figuratie in het gebied met gelaagde gronden sluit geheel aan bij het stromingsbeeld, dat de zandplaatgronden te zien gaven. Duidelijk zien we hier de lichtere zomen langs de nog levende kreken. In het zuiden vindt men eveneens de naar het westen ombuigende stromen, welk beeld men ook in de recente getijdengeulen kan waarnemen.

Uit de ligging van de verschillende bodemtypen kan ook een en ander worden geconcludeerd omtrent de meest heersende stroomrichtingen tijdens het ontstaan. Men vindt aan de zijde van opwassen, die aan de sterke stroom blootgesteld is, nogal eens zandplaatgronden.

Bij de Noorder- en Zuider Jonge Deen, ook bij het Nerzienplaatje vindt men dergelijke zandplaten, met een overwegend op vloedinvloed duidende schaarvorm, in het zuidwesten, dus bij de aan de vloed geëxponeerde zijde. Voornamelijk zijn dit echter gelaagde zandplaatgronden, die zich nog moeten ontwikkelen tot de gelaagde gronden. De schaarvormige ligging echter duidt erop, dat niet alleen de geringe hoogte van de opslibbing maar ook de relatief hoge ligging van de zandondergrond als ruggen van een schaarsysteem tot de ondiepte van het zand onder het maaiveld bijdraagt.

Het is van belang op te merken, dat genoemde platen meer westelijk liggen dan de besproken platen met schaarsystemen in de omgeving van de Turfzak en Lepelaar. Bovendien zijn ze ontstaan tijdens de transgressiefase van na 1800 (IX.4.2.3.8 en 4.2.3.9) en voor een deel ook na de afsluiting van de boveneinden der grote deltageulen door de bandijk. Dank zij de onrijpe toestand (wat aanslibbing betreft) kunnen we hier een blik krijgen op schaarsystemen in de ondergrond, die in de rijpere opwassen niet meer door de boor konden worden opgespoord. Het blijkt, dat de vloedinvloed hier plaatselijk heeft overheerst. Dat dit niet overal zo is, blijkt uit de grote schaarvormige figuur van de recente zandplaten tussen de beide Gaten van de Vissen en ten westen van de Boerenplaat, welke op overheersende ebstroom wijst. Bij deze laatste vorm speelt echter de beteugeling van de vloedstromen door de aanleg van strekdammen een grote rol.

Uit de vegetatiekaart (bijlage 2) blijkt bij enkele van genoemde platen, zoals bij het Nerzienplaatje, de Dolfijn, de Noorder Jonge Deen en de Boerenplaat, dat het systeem van groei onder overheersende vloedinvloed zich in dezelfde zin heeft voortgezet. De zuidwestkoppen van deze opwassen zijn het hoogst. De Zuider Jonge Deen daarentegen is na het ontstaan van de Boerenplaat in diens "vloedschaduw" komen te liggen. De aanvoer van sediment moest dus daarna door de ebstroom geschieden, zoals vroeger in de regressiefase het geval zal zijn geweest en zoals ook blijkt uit de algemene hoogteligging der oude opwassen. Daardoor is de zuidwestpunt achter gebleven in groei; vandaar de lage ligging van dat deel van de plaat.

Meer naar het oosten konden, dank zij de lage ligging van de zandondergrond en de hogere opslibbing, dikkere kleidekken ontstaan. Indien het voor de Boerenplaat gelegen zandruggensysteem niet zou zijn weggebaggerd, zou deze plaat eenzelfde lot ondergaan. Een en ander is een voorbeeld, hoe door het voor-elkaar-groeien van opwassen, allerlei complicaties kunnen ontstaan.

Er is reeds de aandacht op gevestigd, dat de kleine zandplaatjes, die overal in het gebied met gelaagde gronden liggen, beschouwd moeten worden als de hoge koppen van vloedscharen. De vorm is hiermee in detail niet steeds in overeenstemming. Dit is echter een gevolg van de karteringsmethode, waarbij het niet mogelijk is op meters nauwkeurig de bodemverschillen "uit te prikken". Voor het praktische en ook voor het wetenschappelijke doel zijn deze vloedschaarkoppen echter voldoende nauwkeurig aangegeven.

4.2.3.13 De bedijkingsgeschiedenis in verband met de regressie- en transgressiefasen

Er blijkt duidelijk een verschil te bestaan tussen het tijdstip van bedijken van het aanwas-(incl.wantij-)gebied en dat van het opwasgebied. Bij de eerste krijgt men de indruk dat er zo spoedig mogelijk tot bedijking is overgegaan. Vooral het als een eiland liggende Dordrecht had belang bij het zo spoedig mogelijk herkrijgen van een bewoonbaar achterland. Een regressiefase is, door de relatief lagere waterstanden, uiteraard gunstig voor het aanleggen van dijken. De eerste bedijking valt daar dan ook vrijwel samen met het begin van de regressiefase. In 1603 werd daar de "Oud Dubbeldamsche Polder" bedijkt.

De vorm van deze polder (fig.78D) wekt het vermoeden, dat de aanwas, die hier werd ingepolderd, zijn hoge ligging heeft verkregen doordat in de ondergrond de stroomrug van de Dubbel aanwezig was. Zoals de landgroei in het noordoosten van de Werken uitgaat, zo gaat ze in het noordwesten uit van een door bovengenoemde zijtak van de Maas opgeworpen stroomrug, ter plaatse waar deze in de Merwede uitmondt.

De Oud Dubbeldamsche Polder werd spoedig gevolgd door andere en voor het eind van de regressiefase was zo goed als het gehele aanwas- en wantijgebied definitief bedijkt. Ook in het zuiden en oosten van het Biesboschgebied (zuidelijk en oostelijk aanwasgebied) was dit het geval. Dank zij de hogere ligging ten gevolge van het natuurlijk verhang had daar reeds voor de regressiefase enige bedijking plaatsgehad, echter voornamelijk van oud land.

De niet direct voor bewoning in aanmerking komende, moeilijk bereikbare eilanden in het opwasgebied werden waarschijnlijk pas bedijkt, toen de cultures (wei- en hooiland) in gevaar kwamen door de hernieuwde transgressie-activiteit.

Met uitzondering van de oudste polders: Vervoornepolder, Karnemelkspolder en Prikpolder, die alle van voor 1700 dateren, zijn alle andere bedijkingen kortere of langere tijd na 1800 tot stand ge-

komen (SCHÖNHAGE, 1943). Het kaartbeeld van de oude kaarten wekt de indruk dat verschillende eilanden reeds een verkaveling kenden, nuttig voor hooibouw of ander grasland, zonder dat er kaden waren aangebracht. Het is niet uitgesloten, dat tegen het einde van de regressietijd zonder of met uiterst geringe bekading, hooibouw mogelijk is geweest.

Het vegetatie-onderzoek heeft uitgewezen, dat de hoogste ruigtetypen behoren tot het Molinion, het verbond van vochtige graslanden, waar de waardevolle voedergewassen Poa trivialis, Dactylis glomerata, Alopecuris geniculatus, Agrostis alba e.a. kunnen groeien (vergelijk de hoge ruigte- en rietgorstypen). In de tijd van dalende of althans niet stijgende waterstanden zullen grotere gebieden dan tegenwoordig een ligging hebben gehad boven gemiddeld hoogwater.

Toen nu de regressie een einde nam en de waterstanden omstreeks 1800 weer hoger werden, was het zaak, wilde men het in die tijd rendabele hooiland behouden, bekadingen aan te brengen. Het grote aantal bedijkte poldertjes dat kort na 1800 op de kaarten verschijnt, zou hierop kunnen duiden. Deze late bedijking is mede de oorzaak van het hoogteverschil tussen het aan- en opwasgebied. In deze laatste heeft immers veel langer opslibbing plaatsgehad.

4.2.4. Enkele nog niet behandelde gegevens over toponymie in verband met de genese

4.2.4.1 Namen eindigend op -polder

Uit figuur 78M blijkt, dat buiten het eigenlijke deltagebied, overal waar het dus om aan- en niet om opwassen gaat, de ingepolderde delen het achtervoegsel "polder" krijgen, in tegenstelling tot binnen het deltagebied (de eigenlijke Biesbosch) waar in vele gevallen de naam die de natuurlijke opwas reeds voor de bedijking had, gehandhaafd blijft. In hoeverre dit een kwestie is van tijd of van aard van de inpoldering, is de vraag. Mogelijk is ook het lange bestaan van de namen der delta-eilanden in hun jonge staat als riet- en griendland de oorzaak van het handhaven van de oude naam. Hoe het zij, de eerste drie bedijkte polders in de Biesbosch (Vervoornepolder, Prikpolder en Karnemelkspolder) dragen de poldernaam hoewel de beide laatste voor de inpoldering als waard op de kaart werden vermeld. Binnen de nieuwe polders in het Land van Heusden en Altena stammen bepaalde veldnamen nog uit de tijd van v66r de St.Elizabethsvloed. Zo hebben de "laar"namen ten westen van Dussen zich vermoedelijk kunnen handhaven, dank zij de relatief hoge ligging op een oude stroomrug. Toch bevindt zich het oude land daar blijkens kuil 24 op ca. 100 cm diepte. Een oude kaart echter geeft de Hoge Laar reeds zeer vroeg (± 1550) als aanwas aan. Toen bestond kennelijk nog de herinnering aan de oude veldnaam.

4.2.4.2 Waternamen

Figuur 78L toont dat in het centrum van het deltagebied de uitgang "-gat" domineert, zowel voor grotere als kleinere geulen. In het oosten en westen komen veel "-kil"namen voor. Na de bedijking van 1641 blijkt de naam van verschillende, kennelijk doodlopende "killen" in "-gantel" over te gaan. Dit is blijkbaar evenals in het Westland, de naam voor een dode getijgeul. Namen uitgaande op "-diep" worden in het westelijk killengebied, dat dus samenvalt met het wantijgebied ten westen van de Merwededelta, verschillende malen aangetroffen.

De naam "-gat" wordt vooral in het plaatselijke spraakgebruik ook aan kleinere geulen gegeven. Toch schijnt het dat deze naam, die in het bijzonder in het opwassengebied wordt gebruikt, erop wijst, dat er oorspronkelijk grote watervlakten (vergelijk "zeegaten") mee zijn bedoeld. Door opwassen zijn deze brede gaten later verdeeld in geulen van kleinere omvang. De naam "kil" komt daarentegen typisch voor in het aanwas- en wantijgebied. Hier is duidelijk sprake van een wateraanvoerende vloedgeul van geringere afmetingen, die in de aanwas doodloopt of een wantijkarakter heeft.

Het woord "kreek" wordt door de plaatselijke bevolking, voor zover uit de directe omgeving afkomstig, zelden gebruikt. De Zeeuwse en Zuidhollandse boeren, die in het gebied zijn komen wonen, spreken wel over kreken. Slechts van één onbetekenende geul ten oosten van de Dordtse Kil is ons bekend, dat zij bij de bevolking soms met een kreeknaam wordt aangeduid (de Talingkreek in de grienden van De Dood). De naam komt echter niet op een kaart voor, zodat zij waarschijnlijk nog jong is.

Binnengedijkte geulen worden door de Hollandse en Zeeuwse boeren meestal met kreek aangeduid; hetzelfde woord hoorden we, door van de Zuidhollandse eilanden afkomstige boeren, ook voor wielen gebruiken. Op geen enkele officiële kaart echter komt de naam kreek voor. De naam "vlei", "vlaai" of "vlaaike" voor bepaalde dichtgeslibde geulvormen werd reeds eerder genoemd (IV.5.3). De naam komt zowel in het "-gat" als "-kil"gebied voor.

De ten westen van de Biesbosch op oude kaarten voorkomende naam "kene" treft men bij geen enkele levende geul meer aan. De naam leeft in het gebied echter nog wel in de betekenis van kloof. De bekende Werkendamse "keenzalf", zonder welke geen enkele griendwerker van huis gaat, wijst hierop. Ook als scheldwoord komt men het tegen, in dit griendengebied met hinderlijke geulen en kloven, een toepasselijke naam.

4.2.4.3 Iets over enkele andere voor het gebied kenmerkende veldnamen

In het gebied van de Biesbosch treft men herhaaldelijk enkele veldnamen aan die wellicht kenmerkend zijn voor deze streek. De meest voorkomende daarvan zijn: Hennip, Gijster(Gester), Weren, Heenplaat.

De herkomst van de naam Heenplaat is duidelijk, deze berust uiteraard op het veelvuldig voorkomen van de heen (Scirpus maritimus). Hennip is een naam, die veelal is gegeven aan smalle, min of meer spoelvormige, vaak spitse opwassen. Op een kaart van omstreeks 1800 vonden we een aanduiding luidend: "hennip gelegen tussen Louw Simonswaard en Thomaswaard". Hieruit zou volgen dat het in dezelfde algemene zin gebruikt kan worden als waard, ruigteplaat, gors, enz., waarbij dan een bijzonder soort opwas, namelijk een langgerekte kleine, wordt bedoeld.*)

De naam Gijster is minder algemeen; men vindt hem alleen dicht langs de Amer, recht tegenover Drimmelen. De moeilijkheid is, dat zowel het land ("Rietgijster" of "Gijster") als een geul ("Diepe Gijster") deze naam kan dragen. De mogelijkheid bestaat, dat een naam als "Diepe Gijster" een verbastering is van bijvoorbeeld "Het diepe Gat van de Gijster" of "Het Gijsterdiep". Gijster zou dan een soortgelijke aanduiding kunnen zijn als "Hennip".

Weren is een naam, die duidelijk betrekking heeft op bepaalde perceelsvormen in griend, gras of ander land. Bij de "Weren onder en over Bakkerskil" zijn het kennelijk de opstrekkende heerden. In de grienden van De Dood komt bij een aantal voornamelijk rechthoekige percelen de aanduiding "Eerste, Tweede, Derde en Vierde Weer" en ook Lange Weer voor. Deze naam heeft dus niets te maken met weerd (waard). Verder komen in de Biesbosch nog tal van merkwaardige oude en nieuwere namen voor, die zeker nader bestudeerd moeten worden. Zo zijn er namen die nog duidelijk aan de oude visserij herinneren. De naam Honderd en Dertig voor een polder en een gat zou terug te voeren zijn op de honderd en dertig botsteken die daaromtrent vroeger gestaan zouden hebben (mond.meded. C.A.A.van Beek te Raamsdonkveer). Steken zijn inrichtingen voor de visserij, te omschrijven als vrij permanente, uit rijshout gebouwde schuttingen, welke de vis naar de fuiken en netten moesten leiden. Het "Gat van de Binnennieuwsteek" (ook wel Gat van de Visplaat genoemd) is blijkens oude kaarten een verbastering van "Gat van de benedenste Nieuwe (zalm-?) Steek".

*) Intussen is ons gebleken dat de aanduiding "hennip" nog springlevend is en o.a. door Werkendammers wordt gebruikt voor kleine, langgerekte opwassen in de Biesboschgeulen, geheel in overeenstemming met bovenstaande afleiding. Daar deze hennippen als eerste begroeiing steeds Scirpus maritimus dus "heen" dragen, is het wellicht niet geheel onwaarschijnlijk, dat de hennipnaam van oorsprong nog met de naam van deze biezensoort samenhangt.

De namen Moordplaat, Dood, Dooiemanswaard, duiden op een wel wat ruige historie. Boerenverdriet, Kwistgeld, Volharding, Jeneverplaat, Kijfhoek, Krakeelsplaat, Questieus (Kwets) hebben vermoedelijk wel iets te maken met waterstaatkundige moeilijkheden. Bij de laatste drie zal de oude, oerhollandse strijdvraag over op- of aanwas met de daaraan verbonden twisten over eigendomsrecht wel in het geding zijn geweest. Houwelingewater herinnert als enige toponiem aan een voormalige buurtschap: Houwelinge. Vele namen van bewoners, pachters en eigenaars zijn in de toponymie vereeuwigd, zoals Jaantje en Cathrina, Anna Jacomina, Aart Floyen, Louw Simons, Klaas Louwen, Thomas, Joachim, Hofman e.a. Ook de namen van apostelen zoals Petrus, Johannes, St.Jan, Paulus zijn vernoemd. Vele planten- en dierennamen zijn ook bij de naamgeving gebruikt zoals Vis, Zalm, Elft, Steur, Tong, Spiering; Gans, Zwaan, Deen (is wilde zwaan), Ruiter, Kraai, Taling, Kievit, Lepelaar, Ooievaar, Koekoek, Bever, Kikvors, Hond, Kat, Otter, Krab, Slak; Els, Plomp, Pereboom, Witboom (= Populier), Heen, Ruigte, Gors, Griend, Kruid. Een ware staalkaart van de bewoners, die in het gebied voorkomen of er vroeger eens aanwezig zijn geweest.*)

4.2.5 De verkavelingstypen

Vrijwel het gehele gebied heeft een zogenaamde rationele verkaveling (volgens de nomenclatuur van HOFSTEE en VLAM, 1952), die soms meer, soms minder aan de natuurlijke terreingesteldheid is aangepast. De laatste tijd worden er steeds grotere blokken gevormd, waarbij een enkele maal alle oude sloten en kreken werden dichtgegooid (Stenen muur). Een afwijkend beeld vertonen de Vervoornepolder en de Weren onder en over de Bakkerskil en omgeving. Op Borgharen is de oude verkaveling nog herkenbaar in het veld, hoewel reeds vroeg een rationele ervoor in de plaats kwam. Hier blijkt duidelijk uit, dat er van een verkaveling van het type van de "opstrekkende heerden" sprake is. Deze "strekken op" vanaf de Werkense dijk, die in 1461 op de vaste ondergrond van de oude stroomrug van de voormalige Werken aangelegd werd, naar het zuiden toe en kennelijk geraaid op de toren van Geertruidenberg.

Ook aan de noordzijde van de dijk treft men dit, overigens in het oude Land van Altena in de komgebieden algemeen voorkomende, verkavelingstype aan. In het zuidoostelijk aanwasgebied langs het "Oude Maasje", zijn grote oppervlakten op deze wijze verkaveld.

*) De naam Dolfijn is tijdens onze studies ontstaan en is gegeven aan een tot dusver naamloze opwas, die op de luchtfoto duidelijk de vorm van een Dolfijn heeft.

Het is opvallend, dat deze kavelgrenzen in het gebied van de Weren zich niets aantrekken van nu nog levende vloedkreken, maar deze dwars kruisen. Het is duidelijk, dat een dergelijke indeling, die in een aanwasgebied goed te gebruiken was, in een opwasgebied als de Biesboschdelta moeilijkheden gaf. Na het eerste experiment op de Weren over de Bakkerskil is het dan ook niet meer verder toegepast.

Deze verkavelingsmethode heeft kennelijk verband gehouden met een bepaald systeem van uitgifte van het land. Vermoedelijk hebben verschillende personen recht gekregen op het gebruik van een bepaalde "opstrekkende heerd". De eigendom op de aldus verkavelde gebieden is thans dan ook sterk versnipperd. De eigendommen zijn in het gunstigste geval niet smaller, maar zelden breder dan de smalle, langgerekte kavels. Deze versnippering van eigendom en pachtpercelen, die behalve met de verkaveling, natuurlijk tegelijkertijd het gevolg was van de ligging dicht bij de dorpskern, heeft tot op de huidige dag zijn stempel gedrukt op het genoemde gebied. De bedijking is in vele gevallen kavel voor kavel gegaan; tot ver in de twintigste eeuw was een groot deel van dit (als eerste ontstane) eiland van de Merwededelta nog steeds niet bedijkt.

Thans is het onderhoud van de gemeenschappelijke kaden nog steeds niet bevredigend geregeld.

De eilanden in het deltagebied, waar alles aankomt op een krachtige verdediging tegen het water, verdragen geen versnipperingen van eigendom en beheer. De Weren over de Bakkerskil lijden daarom onder de disharmonie tussen de natuurlijke ligging en de sociaal-geografische structuur.

DEEL III

HET VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK

1. METHODEN VAN ONDERZOEK

In de vegetatiekunde kan men verschillende richtingen onderscheiden (zie o.a. WESTHOFF, 1949). Zo kan een indeling worden gemaakt in de meer analytisch en de meer synthetisch gerichte scholen. Een voorbeeld van de eerste is de Zweedse school van DU RIETZ (DU RIETZ, 1932), een belangrijk voorbeeld van de tweede richting is die van BRAUN-BLANQUET, welke in Midden- en Zuid-Europa tot ontwikkeling is gekomen (BRAUN-BLANQUET, FULLER en CONARD, 1932; WESTHOFF, 1950).

DU RIETZ en medewerkers hebben een zeer uitgebreide analysemethode ontwikkeld, waarbij de statische wetenschappen een belangrijke bijdrage kunnen leveren tot het eindresultaat. Waar de analyse zo voorop staat is het niet verwonderlijk, dat het vegetatiebegrip door DU RIETZ zeer concreet wordt gezien, ook daar, waar het de classificatie betreft.

BRAUN-BLANQUET en zijn school hebben echter minder aandacht besteed aan de ontwikkeling van de analysemethoden; bij hen staat de synthese meer in het middelpunt. In deze school berust de classificatie van de vegetatie dan ook meer op abstracties van de werkelijkheid, hetgeen een logisch gevolg is van de synthetische instelling.

Het is niet toevallig, dat de analytisch en concreet ingestelde school in het koele, zakelijke Zweden ontstond. De aard van de vegetatie aldaar heeft waarschijnlijk ook geleid tot de verfijning van de analysemethoden, maar de algemene instelling van de bevolking moet men evenmin onderschatten.

Ook de keuze van belangrijke criteria hangt samen met het algemene karakter der scholen. Zo wordt in de Scandinavische school het begrip d o m i n a n t i e (dat is dus het overheersen van één of meer bepaalde planten) als belangrijkste criterium gebruikt. In de Middeneuropese school staat het begrip t r o u w (dat is het gebonden zijn aan een bepaalde soortencombinatie van een bepaalde plant of plantengroep) in het middelpunt. Het valt niet moeilijk in te zien, dat het begrip dominantie, het overheersen dus van een bepaalde plant, een concreter en tevens gemakkelijker meetbaar begrip is dan trouw. Dit laatste is immers als uitdrukking van een zekere gebondenheid aan een bepaald gezelschap, dat is de abstractie van in de natuur voorkomende combinaties van planten, een meer abstract begrip.

Niettemin echter hebben zowel de meer analytisch als de meer synthetisch ingestelde richtingen hun voor- en nadelen.

Zo krijgt men de indruk, dat door de grote nadruk op de analyse en het gebrek aan synthese, de Zweedse school in sommige gevallen de juiste aansluiting bij de praktijk (bosbouw, uit meer lagen bestaande vegetaties) mist. Dat is schadelijk voor de praktijk, maar ook

voor de wetenschap zelve, want juist de wetenschappen, die materieel en geestelijk door de praktijk worden bevrucht, kunnen tot grote bloei komen. Bovendien leent deze zeer intensieve methode zich minder voor een brede landschappelijke studie. Dit geldt zeker in een gevarieerd moeilijk begaanbaar landschap als dat van de buitendijkse Biesbosch.

Een even groot gevaar dreigt echter voor te veel synthetiserende scholen. Een te weinig op exacte feiten gegronde synthese kan gemakkelijk leiden tot speculatie en dogmatiek. Helaas is dit niet slechts theorie. Verschillende onderzoekers van de Frans-Zwitserse school hebben door het verkondigen van speculatieve en dogmatische theorieën in landbouwkundige kringen, in het bijzonder ook in ons land, ernstige wrevel tegen de vegetatiekunde opgewekt. Niet dat alles, wat indertijd door genoemde plantensociologen beweerd is, onjuist of waardeloos gebleken zou zijn, maar men krijgt de indruk, dat hun conclusies meer werden gebouwd op deductieve dan op inductieve wijze, waardoor ze vaak weinig met exacte biologische en landbouwkundige wetenschap te maken hadden ("Germaanse oerwoudmystiek", BYHOUWER, *mond.meded.*).

Wij zouden de vegetatiekunde tekort doen, als we de dogmatische en speculatieve instelling van sommige van haar beoefenaars of, zo men wil, van een tijdperk uit haar geschiedenis, als typisch voor haar wezen zouden opvatten. In alle wetenschappen zonder uitzondering heeft vroeg of laat de dogmatiek hoogtij gevierd.

Het is voldoende, indien men zich bewust is van het gevaar van speculatie en dogmatiek. Het kind zou echter met het badwater worden weggegooid, wanneer men uit angst voor speculatie en dogma de synthese, dat is het coördinerende, scheppende werk van de menselijke geest, zou verwaarlozen in onze rijke wetenschap met haar toepassingen.

2. TOEGEPASTE METHODE

Bij het door ons uitgevoerde vegetatie-onderzoek hebben wij de bij de Frans-Zwitserse school gebruikelijke methode toegepast (BRAUN-BLANQUET, FULLER en CONARD, 1932; MELTZER en WESTHOFF, 1942 en WESTHOFF, 1949a, 1950; BRAUN-BLANQUET, 1951).

Het verzamelen van gegevens geschiedt door het maken van zogenaamde opnamen. Hierbij gaat men als volgt te werk. Nadat men zich van een bepaalde vegetatie een beeld heeft gevormd, wordt een zo homogeen mogelijk kleine oppervlakte afgebakend, waarvan alle, daar voorkomende planten worden genoteerd. Behalve van de soorten wordt aantekening gehouden van de rangschikking in lagen, de vitaliteit, de fenologie etc. Met behulp van twee schalen worden voorts per soort de gecombineerde schatting, bedekking en abundantie enerzijds en de sociabiliteit anderzijds bepaald. Dit laatste geeft aan, in welke mate planten van een soort verspreid tussen de andere groeien, of meer of minder grote pollen vormen.

De betekenis der cijfers is als volgt:

Gecombineerde schatting:
r = slechts een enkel, meestal weinig vitaal exemplaar
+ = weinig voorkomend
1 = vrij veel voorkomend, bedekking gering
2 = zeer veel voorkomend, of ten minste 1/20 van de proefvlakte bedekkend
3 = 1/4 - 1/2 van de proefvlakte bedekkend
4 = 1/2 - 3/4 van de proefvlakte bedekkend
5 = meer dan 3/4 van de proefvlakte bedekkend
+ en 1 hebben dus voornamelijk betrekking op de abundantie
3 - 5 hebben betrekking op bedekking
2 kan zowel het een als het ander betreffen.

Sociabiliteit:
1 = alleenstaand
2 = in kleine groepjes of zoden
3 = grotere groepen, kussens of bulten
4 = zeer grote groepen of tapijten
5 = de gehele proefvlakte homogeen bedekkend.

Een algemene eis is, dat de proefvlakten homogeen zijn. In de Biesbosch bleek, dat 5 à 10 cm hoogteverschil reeds invloed op de vegetatie had. Het was dus zaak, de proefvlakten zo te zoeken, dat daar binnen geen groter verschil in hoogte voorkwam dan 10 cm. De oppervlakte was hierdoor beperkt. In het algemeen bleek, dat het minimum areaal (dat is de kleinste oppervlakte waarop de karakteristieke soortencombinatie van een bepaalde vegetatie voorkomt) wel kon worden bereikt, de eis van homogeniteit had echter steeds de voorrang. Voor het nagaan van de successie in de tijd, werden op een aantal plaatsen permanente proefplekken afgebakend. Uitvoerige gegevens van de plantengroei, de bodem en ook de aanslibbing werden daar verzameld. De gegevens berusten in het archief van de Afdeling voor Vegetatiekunde van de Stichting voor Bodemkartering.

De eerste opname geschiedde in 1953, zodat nog geen resultaten kunnen worden vermeld.

Bij het maken van de vegetatie-opnamen is er naar gestreefd, voor elke opname enkele karakteristieke elementen van de uitwendige standplaatsfactoren te registreren.

De hoogte werd gemeten met de in hoofdstuk III beschreven methoden. De geomorfologie (kom, oeverwal, oeverwalhelling, ongedifferentieerde plaat, etc.; IV.5) spreekt meestal voor zichzelf. Het verschil tussen vaste kom en weke kom werd bij de meeste opnamen door schatting van de weekheid bepaald. Bij vele rietgors- en griendopnamen zijn ook boringen verricht, ten einde de kenmerken van het bodemprofiel te kunnen vaststellen. Naast de gewone opnamen werden plaatselijk wel "fragment"-opnamen gemaakt, waarbij bepalingen werden gedaan van hoogte en bodemprofiel, terwijl de direct om de plaats van waarneming staande planten werden genoteerd. Deze fragmentopnamen geven dus zeer nauwkeurige gegevens omtrent de

standplaats van de soorten afzonderlijk, niet echter over de vegetaties als geheel, daar op een dergelijk klein oppervlak zelden de volledige soortencombinatie aanwezig is. De transecten die in bijlage 6 zijn afgebeeld, zijn samengesteld uit dergelijke fragmentopnamen, waarbij de vegetatie tussen de opnamen mede globaal werd opgenomen.

Zoals bij de Frans-Zwitserse school gebruikelijk is, werden de opnamen in tabellen verenigd, waardoor het mogelijk wordt, de soortencombinatie nader te bestuderen. De tabellen werden in beginsel opgesteld volgens ecologische gegevens. Zo werden bijvoorbeeld alle komvegetaties met vegetatie van ruigte of biezen in één tabel verenigd; alle ruigtevegetaties op de oeverwal werden bij elkaar genomen enz. Evenzo geschiedde voor grienden en rietgorzen. In elke tabel werden de opnamen gerangschikt naar de gemeten hoogte ten opzichte van gemiddeld hoogwater.

Het bleek, dat in de op deze wijze ecologisch gerangschikte tabellen floristisch en synmorfologisch (dat is in samenstelling en structuur van het plantendek) overeenkomstige opnamen bij elkaar kwamen. De tabellen konden dus zonder ingrijpende wijzigingen worden gebruikt voor de indeling in vegetatietypen op synmorfologische en floristische basis. Er werden daartoe nog opnamen, waarvan weinig of geen ecologische gegevens bekend waren, op basis van soortencombinatie tussen de overige gerangschikt.

Hierbij zij opgemerkt, dat nagenoeg alle opnamen, die door ons en onze medewerkers werden gemaakt, met uitzondering van de fragmentopnamen, in tabellen werden verwerkt. De meer of minder continue overgangen tussen de gemeenschappen komen daardoor duidelijk tot uiting in de tabel. Een selectie waarbij die opnamen, die niet in het opgestelde systeem passen, worden weggelaten (vaak overgangsgevallen) is dus niet toegepast. Slechts dan, wanneer uit ecologische gegevens bleek, dat een opname niet homogeen genoeg was of het minimumareaal niet bij benadering was bereikt, werd deze niet opgenomen. Ook werd dit gedaan, wanneer twijfel bestond aan de juiste determinatie van één of meer soorten.

Wij achten in het algemeen het selecteren van opnamen om andere redenen ongewenst. Een tabel is namelijk niet alleen een illustratie van de zienswijze van de auteur, maar tevens een basisdocument. De werkwijze van bijvoorbeeld een auteur, die vermeldt dat hij slechts 400 van de 750 opnamen in zijn tabellen kan gebruiken (SISSINGH, 1950), achten wij dan ook minder juist, om niet te spreken van de auteurs, die deze werkwijze zelfs onvermeld laten.

De op boven aangegeven wijze onderscheiden eenheden worden in het vervolg gemeenschappen genoemd, waarbij ter nadere aanduiding meestal twee plantennamen van deze gemeenschap worden genoemd. Dit zijn bij voorkeur de namen van een dominerende en een kenmerkende soort.

Onder een plantengemeenschap verstaan wij nu een abstractie van delen van het plantendek der aarde, die overeenkomen in synmor-

fologie, dat is in floristische samenstelling en structuur, terwijl de samenstellende delen, individuen van één of meer soorten, elkaar wederzijds in meerdere of mindere mate beinvloeden. De synmorfologie van een plantengemeenschap wordt bepaald door het milieu als geheel. Omgekeerd is de plantengemeenschap dus een weerspiegeling van het milieu (voor definities van plantengemeenschappen door verschillende auteurs gegeven, zie o.a. WESTHOFF, 1950).

De grenzen tussen de gemeenschappen werden zo gekozen, dat de tot een bepaalde gemeenschap behorende vegetatie in het veld gemakkelijk op exacte kenmerken kon worden onderscheiden.

Naast duidelijk in het oog vallende verschillen in structuur, zoals bos, ruigte, rietgors e.d., komt hiervoor in aanmerking het voorkomen of ontbreken van soorten of soortengroepen zoals uit de tabel duidelijk blijkt. Dergelijke soorten worden "differentiërend" genoemd van de ene ten opzichte van de andere gemeenschap of ook van de ene groep van verwante gemeenschappen ten opzichte van een andere groep van gemeenschappen.

Is een soort beperkt tot een bepaalde gemeenschap, wordt hij dus buiten de soortencombinatie van deze gemeenschap nooit of zeer sporadisch gevonden, dan wordt gesproken van een exclusieve soort. Dit begrip komt tot op zekere hoogte overeen met het in de Frans-Zwitserse school gebruikte begrip "exclusieve regionale kensoort" (zie ook XIII.3.3.7). De bij genoemde school gebruikte kensoorten met lagere trouwgraden (selectieve en preferente kensoorten) hebben wij bij de karakterisering van eenheden in de Biesbosch in hoofdstuk X niet onderscheiden. Dit is nagelaten, omdat dergelijke kensoorten, hoewel ze grote waarde hebben bij een statistische vergelijking van abstracte eenheden, bij de onderscheiding van concrete eenheden in het veld, voor welke taak men bij de vegetatiekartering staat, niet bruikbaar zijn.

Plantengemeenschappen kunnen op basis van verwantschap gerangschikt worden tot groepen. PAVILLARD en BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET, FULLER en CONARD, 1932) hebben terecht verdedigd, dat een dergelijke rangschikking alleen kan geschieden op die basis, waarop de gemeenschappen zijn onderscheiden: dat is dus de synmorfologische, dus vooral floristische basis (TANSLEY, 1920 en WESTHOFF, 1950).

Bij de bespreking van gemeenschappen hebben wij een indeling gemaakt naar in hoofdzaak structurele (bos-, rietgorzen-, ruigten-) en ecologische (oeverwal - kom; laag - hoog) criteria. Dit valt echter goeddeels samen met een duidelijk floristisch onderscheid. Bij de inpassing in het bestaande hiërarchische systeem van plantengemeenschappen zijn in hoofdzaak floristische kenmerken gebruikt. Hiervoor zij verwezen naar hoofdstuk XIII. Met opzet wordt deze laatste indeling secundair behandeld. Het gevaar is groot, dat men zich bij zijn onderzoek laat beinvloeden door een bestaand, in andere gebieden opgesteld systeem. Belangrijke eigenschappen van de te onderzoeken vegetatie zouden daarbij niet tot uiting kunnen komen. Wij

hebben er daarom, evenals bij de indeling van de bodem, de voorkeur aan gegeven de vegetatie van de Biesbosch, onafhankelijk van welk systeem ook, zo in te delen als de natuurlijke constellatie deze als het ware opdrong. Slechts op deze wijze is de grootst mogelijke objectiviteit verzekerd. Een algemeen geldend systeem bevat steeds een subjectief element, als gevolg van de synthese die er aan ten grondslag ligt. Bovendien kunnen plaatselijke details niet alle tot hun recht komen in een algemeen geldend systeem, terwijl ze toch voor de studie in een bepaald gebied van grote betekenis zijn.

Ten slotte is elk systeem een benadering en vatbaar voor wijziging. De beschreven gemeenschappen in de Biesbosch zijn natuurlijke, elementaire bouwstenen, die men op allerlei wijze natuurlijk of kunstmatig kan rangschikken. Over de plaats en de rangorde in de bepaalde systemen valt te twisten en ook met vrucht te discussiëren; als elementaire eenheden en basis voor algemeen vegetatiekundig onderzoek staan ze echter vast, zonder dat een door een bepaald systeem gekleurde naam hun bewerking kan beinvloeden.

Bij de beschrijving van de gemeenschappen in hoofdstuk X en in de tabellen wordt de "wetenschappelijke naam" vermeld, die behoort bij de indeling in het systeem van de Frans-Zwitserse school, of voor de rietgorzen in het systeem van de Scandinavische scholen. In hoofdstuk XIII wordt deze nomenclatuur geargumenteerd. In sommige gevallen wordt ook, vooral bij de beschrijving van de eigenschappen van groepen van verwante gemeenschappen, de "wetenschappelijke naam" gemakshalve gebruikt, hoewel dit in het algemeen buiten hoofdstuk XIII is vermeden.

Ten behoeve van de overzichtelijkheid is telkens, wanneer de naam van een gemeenschap genoemd werd, het symbool toegevoegd, zoals dit in de legenda van de vegetatiekaart en in de figuren werd gebruikt. In hoofdstuk XII bespreken wij de methode en de resultaten van de vegetatiekartering. In hoofdstuk XIII wordt de vegetatie van het door ons bestudeerde gebied vergeleken met andere delen van het plantenkleed der aarde, waarbij, zoals reeds werd opgemerkt, de synsystematiek ter sprake komt.

Bij de wetenschappelijke plantennamen is in het algemeen geen auteursnaam vermeld. In die gevallen is de nomenclatuur gebruikt, zoals die is vermeld in HEUKELS en WACHTER (1952): Beknopte schoolflora voor Nederland, 8ste druk. Wanneer namen uit de synsystematiek volgens de Frans-Zwitserse school zonder auteursnamen zijn gebruikt, is de nomenclatuur gevolgd van WESTHOFF, DIJK, PASSCHIER en SISSINGH (1946): Overzicht der Plantengemeenschappen in Nederland, 2e druk. De overige namen zijn door onszelf ingevoerd.

X. BESCHRIJVING DER PLANTENGEZELSCHAPPEN IN HET BUITENDIJKSE GEBIED VAN DE BIESBOSCH

1. INLEIDING

1.1 Indeling van de vegetatie

Er kunnen vijf hoofdgroepen in de buitendijkse Biesboschvegetatie worden onderscheiden.

I Vegetatie op steeds, ook bij laagwater, overspoelde plaatsen
II Ruigten- en biezengorzen
III Rietgorzen
IV Vloedbos en griend
V Drijftilvegetatie.

Het onderscheid tussen deze vijf hoofdgroepen dat in hoofdzaak op dominantie berust, valt samen met het verschil in floristische samenstelling (synmorfologie) en fysiognomie, terwijl ook het verschil in standplaats en deels ook het landbouwkundig gebruik van de vegetatie aan de hand van deze groepen kan worden gekarakteriseerd. Binnen de groepen II, III en IV kan een verdere onderverdeling worden gemaakt, corresponderend met het verschil in groeiplaats volgens de geomorfologie. Eenvoudigheidshalve worden deze verdere onderverdelingen genoemd niet naar de kenmerken, maar naar de leidraad van indeling, de geomorfologische gesteldheid, waardoor ze in hoofdzaak worden bepaald.

Onderscheiden kunnen worden:

A. Vegetatie van lage ongedifferentieerde platen en de buitenhellingen der oeverwallen (oevers)
B. Oeverwalvegetatie
C. Kleine kreekoevervegetatie
D. Komvegetatie.

In groep D kan nog een onderscheiding worden gemaakt tussen de vegetatie van de "vaste" kom en de "weke" kom. In hoofdstuk V wordt ingegaan op de verschillen in substraat, die tussen deze geomorfologische eenheden bestaan.

Ten slotte kan binnen deze eenheden nog een onderscheiding worden gemaakt, die wordt bepaald door de hoogten ten opzichte van gemiddeld hoogwater, waarmee de invloed van de frequentie, duur en hoogte van overspoeling samenhangt.

De aldus ontstane floristisch en synmorfologisch onderscheiden eenheden worden in de volgende onderdelen behandeld. Bij de behandeling van de onderscheiden vegetatietypen zullen wij nader kunnen ingaan op enkele bijzonderheden van de gevolgen van het menselijk ingrijpen.

1.2 Schematisch overzicht van de vegetatie-eenheden in verband met hun milieu

In bijlage 7 is een overzicht gegeven van alle, in deze studie beschreven vegetatie-eenheden. Er is naar gestreefd, zoveel mogelijk gegevens betreffende het milieu weer te geven. Daartoe werden de vegetaties verdeeld naar de drie, in hoofdzaak antropogeen bepaalde groepen: ruigten + biezengorzen, rietgorzen en grienden (incl. vloedbos). In elke groep zijn de vegetaties gerangschikt naar geomorfologische omstandigheden, die voor een belangrijk deel gecorreleerd zijn met de edafische factoren en tevens met de expositie ten opzichte van golfslag e.d.

De hydrologische factoren, die grafisch zijn weergegeven, bepalen in het overzicht plaats en vorm van de aan de verschillende gezelschappen in verticale richting toegedachte ruimte. Bij de samenstelling van deze grafiek zijn de gegevens gebruikt, verkregen uit de hoogte-roestdiagrammen (XI.4 en XI.7.1.1). Het is duidelijk, dat men bij het weergeven van een veeldimensionaal systeem in een plat vlak niet geheel consequent kan zijn. Dit overzicht is dan ook zuiver als illustratie bedoeld en kan als zodanig verhelderend werken. Ook op de vegetatiekaart is dit schema in de legenda opgenomen. Hierdoor is het mogelijk voor hen, die zich niet zo gemakkelijk een beeld van de botanische samenstelling der plantengemeenschappen kunnen vormen, een snel inzicht in de ecologie der gezelschappen te verkrijgen.

2. DE VEGETATIE VAN PERMANENT OVERSPOELDE PLAATSEN

2.1 Inleiding

Op permanent overspoelde plaatsen vindt men in de Biesbosch een vegetatietype, dat betrekkelijk soortenarm is en tot het Potamion eurosibiricum gerekend moet worden; de gemeenschap van Nuphar luteum en Potamogeton pectinatus, en een fragment van een vegetatie van Hydrocharis morsus-ranae en Spirodela polyrhiza. Edafisch zijn deze vegetatietypen van alle andere vegetaties in de Biesbosch te onderscheiden doordat ze ook bij laagwater vrijwel nimmer droogvallen. Daarbij mag de stroomsterkte niet te groot zijn en het water niet te diep. De soortensamenstelling en nadere gegevens blijken uit de tabel van bijlage 8.

2.2 Gemeenschap van Nuphar luteum, Potamogeton perfoliatus en Potamogeton pectinatus (V) fig. 89

2.2.1 Edafische en hydrologische factoren

De standplaats van dit gezelschap wordt gevormd door bij laagwater ca. 10 tot 100 cm diepe, doodlopende, niet te druk bevaren geulen en "vlaaien"(= vleien). Vooral die gedeelten die bij laagwater, ten gevolge van drempels op de bodem, niet meer met andere

stromen in verbinding staan, zijn als standplaats geschikt. In hoofdstuk III werd reeds gezegd dat de gemiddelde laagwaterstand afhangt van de drempelhoogte. Het is waarschijnlijk, dat de afstand van gemiddeld laag- tot gemiddeld hoogwater van belang is voor de samenstelling van de vegetatie. Uit de tabel (bijlage 8) blijkt dan ook duidelijk een rijker worden van de vegetatie, naarmate de afstand tussen hoog- en laagwater afneemt.

2.2.2 Floristische samenstelling

In de Biesbosch zijn de exclusieve soorten voor dit gezelschap:
Potamogeton pectinatus
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton densus
Sparganium simplex ssp. fluitans
Sagittaria sagittifolia fo. vallisnerifolia
Nuphar luteum
Potamogeton pusillus
Ceratophyllum demersum
Cladophora crispata
Cladophora fracta.

Buiten deze exclusieve soorten komt er, behalve een enkel zeer armoedig exemplaar van Lythrum salicaria, pijlvormige Sagittaria en Scirpus maritimus, geen enkele plant in deze vegetatie voor. De vegetatie van Nuphar en Potamogeton is dus wel zeer scherp gescheiden van de andere zoetwatervegetaties.

2.2.3 Ecologie en fysiognomie

De ecologie kan hier duidelijk worden afgelezen uit het levensvormenspectrum (fig.138). Het belangrijkste aandeel wordt gevormd door Hydrophyta radicantia, in de bodem wortelende soorten, waarvan de bladeren onder of aan de wateroppervlakte groeien.

Voor planten, die tot andere levensvormen behoren en die althans periodiek boven water uitsteken, is deze standplaats blijkbaar ongeschikt. Belangwekkend is het verschijnsel, dat de laagwaterlijn hier de grens vormt voor het optreden van de verschillende vormen van Sagittaria; slechts een enkele maal en dan steeds op een bij laagwater zeer ondiepe standplaats werd de pijlbladige vorm met overigens sterk gereduceerde vitaliteit aangetroffen.

Omgekeerd vonden wij fm. Vallisnerifolia nimmer boven genoemde lijn (hst.XI). Indien de theorie van FUNKE (1951) juist is, volgens welke het verschil in vorm der Sagittaria-bladen aan de lichtintensiteit moet worden toegeschreven, dan blijkt hier dus, dat periodieke vermindering van lichtintensiteit (tijdens vloed) geen enkel effect heeft en dat derhalve een constante verzwakking van het licht nodig is voor het optreden van de fm. Vallisnerifolia. Van Sparganium simplex namen wij nooit de boven water uitstekende vorm waar. Van geen van de in de tabel genoemde planten met uitzondering van Nuphar en Potamogeton perfoliatus (zel-

den), zijn ooit bloeiwijzen waargenomen. Blijkbaar werkt de steeds herhaalde overspoeling op mechanische wijze belemmerend op het in bloei komen; wellicht ook is er een fysiologische werking op het gebied van de ademhaling of de lichtintensiteit. Merkwaardig is het gedrag van Nuphar luteum, de gele plomp, die ondanks de omstandigheid dat zijn bladeren en bloemen slechts een deel van de dag bij laagwater aan de oppervlakte kunnen drijven, toch met vitale bloemen in beschut liggende, weinig bevaren vleien en geulen kan voorkomen. Dikwijls echter komt Nuphar niet verder dan het vormen, van niet-drijvende, slappe onderwaterbladen. Vermoedelijk is dit in het bijzonder op relatief diepe standplaatsen en in druk bevaren wateren het geval.

De meeste soorten kunnen het periodieke droogvallen niet doorstaan; Potamogeton perfoliatus evenwel ziet men bij extreem laagwater wel eens droog liggen, waarbij de bladen zelfs kunnen uitdrogen en verschrompelen. Na bevochtiging nemen deze bladen evenwel weer de oorspronkelijke vorm aan. Op een waterscheiding en in geulen met een wantij treft men soms vegetaties aan uitsluitend bestaande uit Potamogeton pectinatus, die bij de laagste springtij-ebstanden regelmatig droog kunnen vallen. De Nuphar Potamogeton-vegetatie is vaak betrekkelijk ijl, maar op beschutte plaatsen in doodlopende kreken kan de gehele waterruimte bij lage waterstanden doorweven zijn met Potamogetonloof, in het bijzonder van Potamogeton pectinatus, maar ook van Potamogeton perfoliatus. Bovendien zijn deze planten vaak nog bezet met dichte massa's Cladophora (groenwier). Het roeien of varen met aanhangmotor bij laagwater en stroomopwaarts kan hierdoor een ware marteling worden (Bakkerskil).

2.3 De vegetatie van Hydrocharis morsus-ranae

Deze vegetatie troffen we slechts een enkele maal aan. Zij wordt hier slechts behandeld ter illustratie van de invloed die frequentie en duur van overspoeling ook op onder water groeiende vegetaties uitoefent. De vegetatie wijkt in alles sterk af van de hierboven beschreven Nuphar-Potamogeton-gemeenschap. Edafisch komen beide vegetaties overeen door het nooit geheel droogvallen van het substraat. Floristisch is er echter een zeer groot verschil. Het ontbreken van alle soorten van de Nuphar-Potamogeton-gemeenschap is vermoedelijk niet aan de geringere hoogte van overspoeling te wijten, maar wellicht aan het sterk organische, gereduceerde wortelmilieu. De Potamogeton-vegetatie troffen wij namelijk steeds op vrij zandige, soms iets slibhoudende bodem aan. Wellicht ook is dit ontbreken in deze ene opname toevallig. Het optreden van de overige planten, die in de later te beschrijven ruigten hun optimum hebben, is mogelijk, dank zij de relatief geringe schommeling in de waterstand (III.2.3.4; op de 40cm-MHW-grens). Hierdoor vertoont dit milieu veel overeenkomst met dat van wateren met constante waterspiegel. Aldaar kunnen deze soorten ook, in tegenstelling tot hun ge-

drag in het getijdengebied, met hun voet constant onder water verblijven. De kenmerkende soorten: Hydrocharis morsus-ranae, Spirodela polyrhiza en Elodea canadensis zijn alle typische Hydrophytae natantiae, welke levensvormen elders in de Biesbosch nimmer of hoogstens sporadisch en verdwaald worden gevonden. Dit is ook begrijpelijk. In een gebied met steeds in beweging verkerend water is het niet mogelijk voor losdrijvende planten een vegetatie te vormen; elke enkeling die er zich waagt, gaat vroeg of laat te gronde, hetgeen o.a. ook blijkt uit het steeds weer verdwijnen van het kroos, dat door duikers uit de polders wordt geloosd. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat wij slechts enkele malen een dergelijk vegetatiefragment aantroffen.

3. DE GEMEENSCHAPPEN VAN RUIGTEN EN BIEZENGORZEN
(Tabel S; zie Engelse samenvatting)

3.1 Inleiding

De ruigten en biezengorzen kunnen edafisch worden onderscheiden in:

1. Ruigten en biezengorzen van oeverwal, oever en ongedifferentieerde lage platen
2. Komruigten (biezengorzen).

In bijlage 9 zijn alle opnamen gemaakt in vegetaties behorende tot de eerste groep, de zogenaamde "oeverwalreeks", verenigd en gerangschikt in de geomorfologische eenheden naar afnemende hoogte ten opzichte van MHW.

Het blijkt, dat de aldus ontstane groepen duidelijk floristisch zijn gekenmerkt. In verticale zin zijn de soorten zo gerangschikt, dat de overspoeling mijdende planten bovenaan, de overspoeling tolererende resp. indicerende planten onderaan zijn geplaatst, in een groepsgewijze rangschikking waarbij de gevoeligheid naar beneden toe afneemt.

Hetzelfde is gedaan in bijlage 10 voor de komruigte. Het is duidelijk dat groep 1 van bijlage 9 de sterk aan golfslag en stroom blootgestelde vegetaties omvat, groep 2 daarentegen de beschut liggende vegetaties, die ook op hoger niveau een sterk gereduceerd en vaak week substraat hebben.

In het volgende overzicht zijn de onderscheiden vegetatie-eenheden in hun onderling verband en synsystematische positie gegeven.

3.2 De oeverwalreeks

3.2.1 Gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq)
(Scirpetum triquetri en Maritimi typicum; fig.91)

De gemeenschap van driekantige bies en heen is een typische pioniervegetatie, die zijn grootste uitbreiding heeft op jonge zand- en slikplaten en langs de zwak glooiende oevers beneden ca. 100 cm - MHW. Alle belangrijke soorten behoren tot het geslacht Scirpus,

het zijn: Scirpus maritimus f. maritimus, Scirpus triqueter, Scirpus lacustris (L) Palla en Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla. Bij het onderzoek bleek, dat er allerlei overgangsvormen bestaan tussen Scirpus lacustris (L) Palla en Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla. Ook werden tussenvormen tussen Scirpus triqueter en de beide eerstgenoemde species aangetroffen.

Bij de opnamen, die in bijlage 9 werden weergegeven, zijn de voorkomende Scirpussoorten ondergebracht bij diegene van de bovengenoemde drie soorten, waar ze in vorm en uiterlijk het dichtst bij stonden.

Dr.D.Bakker heeft later mede op ons verzoek in de Biesbosch voorkomende biezen gedetermineerd. Dit onderzoek droeg aanzienlijk bij tot zijn zienswijze, dat Scirpus lacustris (L) Palla en Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla tot één commiscuum (sensu Danser) behoren en mede daarom als één soort (Scirpus lacustris) moeten worden beschouwd (BAKKER, 1954).

De zoete- of mattenbies (Scirpus lacustris (L) Palla) is te beschouwen als een subspecies (Scirpus lacustris ssp. lacustris L) die vooral in zoet water voorkomt en de zoute of ruwe bies (Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla) als een ondersoort, die voornamelijk aan zilter milieu is gebonden (Scirpus lacustris ssp. glaucus (Smith) Hartman). De door BAKKER (1954) onderscheiden Scirpus lacustris subspecies flevensis komt niet in de Biesbosch voor. Op de weinig geëxponeerde delen van de standplaatsen van de gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq) (beschut liggende slikvlakten) wordt Scirpus lacustris ssp. glaucus (Smith) Hartman, voornamelijk aangetroffen in de zeerforse vorm: Scirpus lacustris ssp. glaucus f. maior (Custor, Bakker). Deze, de zogenaamde "basterdbies", kan waarschijnlijk als een vrijwel exclusieve kensoort voor deze gemeenschap worden beschouwd. Ook neemt men hier wel tengere vormen waar, die echter op de meer geëxponeerde plaatsen met meer zandige bodem overheersen. Sommige van deze tengere blauwgroene biezen bleken volgens Dr.D.Bakker te behoren tot Scirpus cf. x scheuchzeri (Brügger), een kruising van Scirpus triqueter en Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla. Dergelijke planten zijn bij de opnamen, toen wij deze onderscheidingen nog niet onderkenden, ondergebracht bij Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla (Scirpus lacustris ssp. glaucus (Smith) Hartman). Ook deze tussenvorm is in zijn verspreiding vrijwel beperkt tot deze gemeenschap (langs de Hollandse IJssel is het naast Scirpus triqueter de meest voorkomende vertegenwoordiger van de Schoenoplectusgroep).

Scirpus lacustris (L) Palla (Scirpus lacustris ssp. lacustris) komt in de hier besproken gemeenschap ook vrij veel voor, voornamelijk als de variëteit Scirpus lacustris var. pendulus Bakker (1954).

Ook troffen wij Scirpus x carinatus Smith in de Biesbosch aan, echter op een hoger gelegen standplaats, in een tot de gemeenschap van heen en rietgras (Rdh) à gemeenschap van mattenbies en kattestaart (Rdf) behorende vegetatie. De kans is echter groot, dat dezelfde kruising ook in de driekantige bies-heen-gemeenschap (Rdq) zal optreden, waar de beide ouders Scirpus lacustris ssp. lacustris (L) en Scirpus triqueter vitaal voorkomen.

Hoewel Scirpus maritimus f. maritimus (fig.92), de heen of ook wel driekant genoemd (niet te verwarren met de driekantige bies, Scirpus triqueter), op deze lage plaatsen duidelijk reeds een gereduceerde vitaliteit vertoont en er zelden of nooit bloeit, is het toch de bies die men als opslag uit wortelknollen het diepst tot op de laagwaterlijn kan aantreffen. Vaak gaan deze zeer lang groeiende planten 's winters weer geheel te gronde, alleen reeds omdat de wortelknollen uit het zand worden losgewoeld. Van de mattenbies zagen we op zo'n grote diepte slechts een enkele maal een opgeslagen exemplaar, dat enkele dm groot was met min of meer lijnvormige bladeren. Deze bladeren vormen dus kennelijk een overgang naar de onderwaterbladen, bekend uit de stilstaande wateren. Langs oevers ziet men de mattenbies als vrij forse spruiten ten gevolge van het rhizoom-vicinisme (XI.5.1.2) de laagwaterlijn dicht naderen, waarbij de allerlaagste stengels echter niet meer tot bloei kunnen komen (fig.133).

Scirpus triqueter (fig.93) zagen we nooit dieper dan 150 cm -MHW, dat is ca.30 à 40 cm +MLW. Op deze plaats groeit de plant echter reeds direct vitaal en fructificeert tevens (bijlage 6). Deze lichtgroene, karakteristieke, zeldzame plant heeft haar optimum in dit gezelschap en kan er vegetatievormend optreden. Dit doet zij elders, waar zij sporadisch voorkomt, bijvoorbeeld in het brakke gebied van het Nederlandse estuarium, nergens. De driekantige bies is daardoor één van de meest kenmerkende soorten van het zoetwatergetijdengebied. In de Biesbosch is zij beneden de ca.60 cm -MHW-lijn niet erg kieskeurig, men kan haar aantreffen op weke plaatsen, maar ook op puur zand, in beschutte luwe hoeken, maar ook op aan felle storm en golfslag blootgestelde standplaatsen. Door haar kleine afmetingen van ca.1 meter wordt zij snel overgroeid door de andere biezen. Het gevolg is, dat men haar steeds, òf als pionier op de jongste aan- en opwassen aantreft, òf op die plaatsen waar andere biezen, ten gevolge van expositie of anderszins, het niet kunnen uithouden. Het gedrag van deze plant is een goed voorbeeld van het tolerantieprincipe bij pionierplanten en geeft bovendien een duidelijke illustratie van het verschil tussen de potentiële en actuele amplitudo. Als potentiele groeiplaats kan nl. wellicht de standplaats van de gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum (Rdf) worden genoemd. (In de vaste kom (Rdf) vonden wij in mengvegetaties met Scirpus lacustris wel driekantige biezen van 160 cm lengte, zie ook bijl.6). Meestal echter wordt zij daar door concurrentie verdreven en wordt dan op extreme standplaatsen, waar zij het nog juist uithoudt, de

kenmerkende plant. Een soort die niet in de tabellen voorkomt, is Eleocharis acicularis, een plantje dat door de zeer kleine afmetingen in de Biesbosch nogal uit de toon valt. Zelden treft men deze enkele cm hoge soort aan en dan nog steeds op matig vast slik in de beschutting van hoge biezenpollen in de hier besproken gemeenschap. Bloeiwijzen hiervan werden niet gevonden.

Het typisch aspect van de gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq) is een zandige of slikkige vlakte, waar overal verspreide pollen forse mattenbiezen (Scirpus lacustris f.m.pendulus) en pollen basterdbies (Scirpus lacustris ssp. glaucus (Smith) Hartman) f.maior (Custor, Bakker) oprijzen. Daartussen komen grotere of kleinere vrij ijle velden met driekantige bies (Scirpus triqueter) voor; ook treft men regelmatig heen (Scirpus maritimus) aan, die evenwel nimmer bloeit, noch de afmetingen bereikt die voorkomen in het hierna te bespreken gezelschap. Vooral in de pollen mattenbies is de bodem vaak reeds wat hoger ten gevolge van opslibbing. Hier vindt men in de beschutting van de forse stengels wel eens een enkele plant uit de Caltha - Polygonumgroep (zie tabellen in de Engelse samenvatting) die eerst boven 100 cm-MHW overwegend pleegt op te treden.

Langs glooiende oevers treft men vaak de gemeenschap aan in de vorm van vrij homogene stroken van Scirpus triqueter, naar boven toe overgaande in Scirpus maritimusvegetaties, die daarna al spoedig tot de gemeenschap van heen en Phalaris (Rdh) gaan behoren.

3.2.2 Gemeenschap van Scirpus maritimus en Phalaris arundinacea (Rdh) (Scirpetum triquetri et maritimi phalaridetosum; fig.94)

Floristisch is de gemeenschap van heen en rietgras te onderscheiden van het Scirpus maritimus en Phalaris arundinacea typicum door het optreden van een aantal soorten uit de Caltha Polygonumgroep (zie bijlage 9), de soorten dus die de 100 cm -MHW-grens van bovenaf indiceren. In het bijzonder zijn het Phalaris arundinacea, Caltha, Polygonum hydropiper en Lythrum, die men hier aantreft.

Uit de tabel komt zeer duidelijk naar voren, dat deze gemeenschap begint boven 100 cm - MHW, de gemiddelde waterstand. Hij reikt tot boven de 75 cm - MHWlijn en komt daar reeds in het gebied van de gemeenschap van Senecio paludosus en Scirpus maritimus (Rc). Alleen aan zeer sterk geëxponeerde oevers kan de gemeenschap zich op deze hoogte handhaven.

De gemeenschap van heen en rietgras is de optimale groeiplaats van de heen (Scirpus maritimus). In het bijzonder aan de oevers, die aan golfslag en stroom zijn blootgesteld, kan men van deze soort dichte vegetaties vinden. De heen is dan ook door zijn dichte groeiwijze en zijn stevige bouw met veel steunweefsels uitermate resistent tegen mechanische invloeden. Ook het diepe afdalen

in de zeer lage groeiplaatsen in de gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq) wordt door deze constitutie blijkbaar mogelijk gemaakt. Op relatief reeds hoog liggende, maar overwegend sterk geëxponeerde dus zandige, niet slikkige platen, waar geen komvorming optreedt, kan Scirpus maritimus grote oppervlakten bedekken. De in de toponymie van de Biesbosch verscheidene malen voorkomende naam Heenplaat wijst op dergelijke stadia in landopbouw. Binnen deze subassociatie konden wij bij de heenplanten niet zelden lengten van ca.180 cm meten (zie ook fig.92). Kenmerkend voor deze vegetatie is, dat men daarin vrijwel steeds verspreide pollen Phalaris vindt, terwijl midden in de zomer ook Polygonum hydropiper en andere soorten van de Polygonum-groep worden aangetroffen. In de lente kan men veel nopjeswier (Vaucheria compacta en Vaucheria sessilis e.a.) onder de biezen aantreffen. Komen een enkele maal, ten gevolge van zeer dicht groeiende heenplanten, volkomen zuivere vegetaties van heen zonder andere planten voor, dan is de vitaliteit van de plant een goed criterium om deze vegetaties tot de gemeenschap van heen en rietgras (dh) te rekenen (o.a.P.K.2).

Minder vaak is de mattenbies de dominant. Een enkele maal troffen we op een betrekkelijk beschutte plaats Heleocharis palustris ssp. uniglumis aan. Regelmatig vindt men ook verspreide populaties van Scirpus tabernaemontani (Gmel) Pallavormen, die minder fors zijn dan de basterdbies uit de vorige gemeenschap.

In de opnamen gemaakt in vegetatie-exemplaren van deze gemeenschap, gelegen boven de 75 cm -MHW-lijn, zien we reeds zeer sporadisch enkele soorten uit de Senecio groep optreden. Alleen ten gevolge van sterke golfslag komt het hier niet tot duidelijke vorming van de gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus maritimus (Rc). In dit geval bewerkt dus de factor golfslag, dat de grens tussen de gemeenschappen niet horizontaal, dwz. geheel volgens overspoelingsduur, hoogte en frequentie verloopt.

3.2.3. Gemeenschap van Senecio paludosus, Lythrum salicaria en Scirpus maritimus (Rc) (Scirpetum triqueetri et maritimi senecietosum paludosae; fig.96 en 97)

Deze gemeenschap beslaat het hoogtetraject op de oeverwallen van ca.75 cm tot 40 cm -MHW. De genoemde grenzen kunnen beide, al naar de mate van expositie, hoger of lager liggen.

Van de gemeenschap van heen en rietgras onderscheidt deze gemeenschap zich door het optreden van: Senecio paludosus, Mentha aquatica, Solanum dulcamara, Agrostis stolonifera, Calystegia sepium, Ranunculus repens, Cardamine amara.

Senecio paludosus en Lythrum salicaria bereiken hier een optimum. De combinatie van de meer dan twee meter hoge, rijk bloeiende, gele schermen van het kruiskruid met de violette pluimen van de kattestaart toont dan ook in het bloeiseizoen reeds van verre

de aanwezigheid van deze prachtige vegetatie. Fier steken de forse Senecio groepen kaarsrecht uit boven de andere, dikwijls meer neergebogen, biezen en rietgrasplanten.

Als dominant neemt de heen reeds ten gunste van Phalaris af. Het zou mogelijk zijn, zoals uit de tabel blijkt, om nog een Phalarisrijke variant te onderscheiden als overgang naar de gemeenschap van Phalaris en Epilobium hirsutum (Rb).

De oppervlakte van de gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus maritimus (Rc) is echter zo klein, dat voor de kartering dit onderscheid te gedetailleerd zou zijn en daarom niet is doorgevoerd.

3.2.4 Gemeenschap van Epilobium hirsitum en Phalaris arundinacea (Rb)(Phragmition eurosibiricum, KOCH (1926)), Molinietalia coeruleae, KOCH (1926)(fig.98)

Deze gemeenschap begint boven de belangrijke ca. 40 cm -MHW-grens en reikt tot ca. MHW. Zij beslaat dus op de oeverwal de zone, waar de frequentie van de overspoelingen beneden de 100% gaat dalen maar toch altijd boven de 50% blijft (III.2.3.4).

Floristisch onderscheidt deze vegetatie zich van de gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus maritimus (Rc) door het optreden van Epilobium hirsutum, Lycopus europaeus, Poa trivialis, Ficaria ranunculoides, Stachys palustris, Galium aparine en nog enkele minder algemene soorten. Dikwijls is Phalaris de dominerende soort en heeft de vegetatie het uiterlijk van een rietgrasweide, waaruit verspreide pollen Epilobium opschieten. Ook treft men Lycopus europaeus en Mentha aquatica als dominanten aan; vermoedelijk is het substraat dan minder goed geoxydeerd. Senecio en Lythrum zijn, in het bijzonder in de laagste delen, meestal nog wel aanwezig, zij het minder uitbundig groeiend dan in de vorige gemeenschap. Ten opzichte van de vegetaties van de hoge kom, de gemeenschap van Stachys palustris, Typha latifolia en Sparganium erectum (Reh), wordt de Epilobium-Phalarisgemeenschap gekenmerkt door het optreden van Poa trivialis, Ficaria ranunculoides, Cardamine amara, Ranunculus repens, Galium aparine e.a. en tevens door het ontbreken van kenmerkende soorten als Sparganium erectum ssp.polyedrum, Sium latifolium (sporadisch een enkele maal waargenomen), Typha latifolia e.a., terwijl o.a. Stachys palustris nooit die uitbreiding verkrijgt zoals dat in de komruigte het geval is. Daartegenover is Epilobium hirsutum nimmer vitaal in de komvegetatie aanwezig. Overgangen tussen de gemeenschap van Epilobium en Phalaris en de vegetaties van de hoge kom (Reh) komen weinig voor door de schaarste aan deze hoge plaatsen. Wij wezen daarop ook in 3.3.3.2; 3.3.4 en 5.5.4 van dit hoofdstuk.

In de Biesbosch is de Epilobium-Phalarisgemeenschap een scherp gekarakteriseerde vegetatie-eenheid, die een overgangspositie

inneemt tussen het Phragmition en het Molinion, hetgeen blijkt uit de verdeling van de in de tabel aangegeven kensoorten van deze verbonden. Wij rekenen de gemeenschap nog tot het Phragmition (XIII.3.2.2), *zonder haar tot een bepaalde associatie te* rekenen, omdat daartoe de soortensamenstelling zich niet leent.

De oppervlakte, die door de kruidenvegetaties van de gemeenschap van Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb) wordt ingenomen, is thans, in tegenstelling tot die bij een natuurlijk landschap, niet groot. De grootste uitbreiding vindt de gemeenschap wellicht op kribben en strekdammen langs de getijdenrivieren. Op de kribben langs de Merwede kan Angelica archangelica (aartsengelwortel) sinds het laatste tiental jaren in deze gemeenschap dominerend optreden.

De rietfacies van deze gemeenschap nemen een belangrijke plaats in op de rietgorzen. Deze facies zijn beschreven bij de rietgorsgemeenschappen (X.5).

3.2.5 Gemeenschap van Heracleum sphondylium en Valeriana officinalis (Valerianeto-Filipenduletum WESTHOFF(1949)); Filipenduleto-Geranietum KOCH, 1926.

Bij het overschrijden van de gemiddelde hoogwaterlijn treedt een belangrijke verandering op in de oeverwalvegetatie. Tal van rijk bloeiende forse kruiden doen hun intrede.

Daar op de hoogte waarop deze associatie voorkomt, reeds volop houtgroei mogelijk is, vinden we deze kruidengemeenschap slechts daar, waar opslag van Fanerofyten wordt verhinderd door bijvoorbeeld ijsgang e.d. Daarnaast echter vormen deze kruiden de kaalkapgemeenschap van het Salicetum albae cardaminetosum (V2 en V3) en het is dan ook niet verwonderlijk, dat deze vegetatie, gezien het vele licht dat door de wilgenkronen valt en de elke vier jaar terugkerende kap, nauw verwant is aan de vloedbosvegetaties. Meestal verkeert de bodem van de ruigten nog in een betrekkelijk jong stadium van initiale bodemvorming (rijping), hoewel bij de onderhavige ruigtegemeenschap de roestdiepte (diepte van doorluchting; hstn.VI en XI) reeds aanzienlijk kan zijn. Het is mogelijk, dat evenals bij de grienden (X.6) ook hier een verschil in rijpingsstadium van de bodem een belangrijke invloed op de vegetatie kan hebben. Dit is nog niet nader onderzocht.

In de ruigtevegetaties wordt de gemeenschap gekenmerkt door een groot aantal soorten waarvoor naar de tabel wordt verwezen. De belangrijkste zijn: Heracleum sphondylium, Valeriana officinalis, Angelica silvestris, Urtica dioica, Anthriscus silvestris, Symphytum officinale.
Minder regelmatig komen voor: Filipendula ulmaria, Dactylis glomerata, Taraxacum sp., Festuca arundinacea, Rumex conglomeratus.

Een enkele maal kan, zelfs dominerend, Senecio fluviatilis

voorkomen; ook treft men wel Angelica archangelica in deze vegetatie aan. Daarentegen ontbreken de volgende in de Phragmitiongemeenschappen regelmatig optredende soorten: Myosotis scorpioides, Apium eu-nodiflorum Thing, Typha latifolia, Callitriche stagnalis e.a. terwijl Caltha palustris, Senecio paludosus, Mentha aquatica, Polygonum hydropiper e.a. slechts sporadisch worden aangetroffen. Dominanten zijn er vele, zelden neemt een plant echter grote oppervlakten in. Meestal voert in de nazomer Epilobium hirsutum de boventoon, terwijl in de voorzomer valeriaan met een uitbundige bloemenweelde het aspect beheerst. Een enkele maal troffen we op een plaats waar de getijdenamplitudo reeds enigermate is verzwakt, op een zeer zandige, dus relatief snel rijpende bodem (Sneepkil) een vegetatie aan, waarin Thalictrum-flavum en Valeriana officinalis om de hegemonie stredsn en beide enorme afmetingen bereikten. Een constante soort, die ook aspectbepalend kan zijn, is Calystegia sepium, die de vegetatie tot een onontwarbare massa aaneen kan breien en alles met een dicht bladerdek tot verstikkens toe kan afsluiten. Ook kan Solanum dulcamara, hoewel zelden, tot een dergelijke ontwikkeling komen. De zeer dichte, hoge vegetatie eist van de deelnemers een grote concurrentiekracht, waardoor kleinere planten, die elders op gelijke hoogte voorkomen, ontbreken.

3.2.6 Gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper (Rp) (Glycerieto-Sparganion; fig.100)

De gemeenschap van watereereprijs en waterpeper treft men aan op de oevers van kleine afwateringsgeultjes in de kommen der lagere platen. Ook komt zij voor in aan- en opwassen, in langzaam stromende, goed beschutte geulen, kortom overal waar niet te krachtig stromend water, licht en geen sterke concurrentie van grote planten aanwezig is. De bodem heeft steeds het karakter van die van de vaste kom, niet al te week, maar ook niet zeer vast. Het is een typisch pioniergezelschap, opgebouwd uit betrekkelijk kleine planten, dat snel verdrongen kan worden als hoge forse kruiden het binnendringen. Langs de kleine geultjes in de kom ontvangt de bodem zijlicht en daar is dan het gezelschap in smalle stroken regelmatig aanwezig. De sterke overeenkomst van het substraat met die van de vaste kom is er de oorzaak van dat deze associatie overeenkomt met de vegetatie van de vaste lage kom (gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf)). Dit blijkt duidelijk uit de tabellen. Het belangrijkste ecologische verschil is, dat bij de hier besproken vegetatie, dank zij het ontbreken van veel grote planten (biezen etc.) meer licht voor de lage kruidlaag beschikbaar is. Bovendien zal een iets intensievere stroom nog enige invloed uitoefenen. Wij troffen deze vegetatie aan op hoogten variërend van ca. 100-40 cm - MHW.

De gemeenschap kent een groot aantal in de Biesbosch kenmer-

kende soorten en wel: Veronica anagallis-aquatica ssp. genuina, Nasturtium officinale*), Bidens cernuus, Rorippa amphibia**), Veronica beccabunga, Rorippa silvestris, Rorippa islandica, Matricaria inodora. Voor een groot deel zijn dit eenjarige planten, hetgeen op het pionierkarakter van de vegetatie wijst (XI.7.2).

Soorten, die constant in het gezelschap voorkomen en er hun optimum in de Biesbosch hebben, zijn: Polygonum hydropiper, Myosotis scorpioides, Alisma plantago-aquatica, Callitriche stagnalis.

Het voorkomen van Sagittaria onderstreept nog eens de nauwe verwantschap met de gemeenschap van mattenbies en kattestaart (Rdf).

Wanneer de bodem zelf niet geheel door hogere planten is bedekt, treedt een dicht wiervilt op van voornamelijk Vaucheria woroniniana (Heering) en Vaucheria compacta (Collins) Collins, dat als een van nopjes voorzien smaragdgroen tapijt over de bodem ligt uitgespreid. Het optreden van deze nopjeswierbegroeiing gaat blijkens de tabel meestal samen met het voorkomen van Nasturtium officinalis en Bidens frondosus.

Wanneer een sterke stroom optreedt, kan het voorkomen dat slechts een Vaucheria-tapijt aanwezig is, hoogstens door Callitriche vergezeld.

Het beeld van deze, uit overwegend relatief kleine kruiden bestaande, vegetatie contrasteert sterk met de overige vegetatietypen in de Biesbosch.

Het typische zomeraspect van de gemeenschap biedt een met diep smaragdgroen nopjeswier bedekte bodem, waarop het lichte groen van de fijne sterrekroosblaadjes helder uitkomt. Plaatselijk is dit wiervilt overdekt of verdrongen door dichte, vaak met kronkelende moerasschermstengels doorweven, pollen watereprijs, die vanwege de nogal wilde groei van de halfliggende stengels en de bijna slordig aandoende bloeiwijze het geheel een typisch cachet geeft. De fijne, jonge plantjes van het knoopbloemige moerasscherm***) contrasteren in tint prachtig met de eigenaardig geaderde bladeren van het

*) Tijdens het veldwerk was het onderscheid tussen de species Nasturtium officinale en Nasturtium microphyllum nog niet bekend. Bij incidentele contrôle bleek later steeds Nasturtium officinale voor te komen. Dit zou nog nader onderzocht moeten worden daar deze feiten niet met de verwachting in overeenstemming zijn (HEUKELS en WACHTER, 1952).

**)Ook nog wel eens buiten deze gemeenschap optredend.

moerasvergeetmijnietje en het donkere wier. Daartussen steken de donkergroene mattenbiezen omhoog en enkele paarse pluimen van de kattestaart. Steeds draagt de waterpeper, nu eens als verspreide planten, dan weer in grotere groepen, bij tot de opbouw van het vegetatiekleed en brengen de bloemen van de witte waterkers wat feller contrast in de prachtige tintencombinatie, die deze vegetatie tot een ware "symfonie in groen" kan maken.

Meestal heeft dit begroeiingstype een frisser uiterlijk dan de op gelijke hoogte liggende begroeiing van de kom, daar bij deze laatste, ten gevolge van de geringere stroomsterkte, een sterkere slibafzetting op de planten plaatsheeft, waardoor de vegetatie, tenzij het heeft geregend, een grauw uiterlijk vertoont. Ook de gemakkelijker "loswoelbaarheid" van het slechts schaars door wieren bedekte slib van de lage kombodem draagt daartoe bij (V.1.9).

Daar het belangrijkste criterium voor het optreden van deze vegetatie het ontbreken van grote, de bodem overschaduwende planten is, die de kleine voor deze gemeenschap kenmerkende planten verhinderen te groeien, is het niet verwonderlijk, dat men fragmenten van deze gemeenschap dáár vindt waar om de een of andere reden de bodem kaal is. Wanneer het substraat daar niet al te week is, ziet men onmiddellijk soorten als Polygonum hydropiper, Myosotis scorpioides, Rorippa silvestris en Apium eu-nodiflorum Thlng optreden. Op de relatief hoog gelegen plaatsen vindt men ook Veronica beccabunga, Matricaria inodora en Nasturtium officinale, die relatief hoge waarden van overspoelingsduur en -frequentie niet schijnen te kunnen verdragen. Zo zien we langs de steile oevers van rietgorzen vaak een dichte Vaucheriabegroeiing, waar Polygonum hydropiper en Myosotis, maar ook Veronica beccabunga en Veronica anagallis-aquatica kunnen voorkomen. Plaatsen, die lang in het voorjaar met "veek" bedekt zijn geweest en vrij laat plotseling aan het licht worden blootgesteld, kunnen soms op betrekkelijk grote oppervlakten fraaie voorbeelden geven van deze vegetatie, die overigens slechts als smalle, niet karteerbare randen voorkomt.

Uit deze voorbeelden blijkt wel, dat de potentie tot het ontstaan van de gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper op vele, niet al te sterk geëxponeerde plaatsen in het zoetwatergetijdengebied aanwezig is. De betekenis,

***) Aanvankelijk werd Apium eu-nodiflorum Thlng niet goed van de in jonge vegetatieve toestand veel erop gelijkende Sium erectum onderscheiden. Later bleek dat Sium erectum in deze gemeenschap op de lagere plaatsen vermoedelijk in het geheel niet, op hogere plaatsen alleen plaatselijk voorkomt.

die we hieraan voor het milieu van de zoetwatergetijdendelta moeten hechten, zal in hoofdstuk XIII worden behandeld.

Het karakter van pioniervegetatie uit zich onder meer in het voorkomen van soorten, die dank zij het ontbreken van intensieve concurrentie reeds buiten het areaal kunnen groeien, waartoe ze bij een sterkere beinvloeding door andere planten zijn beperkt. Zo gauw er evenwel dichtere sluiting gaat optreden, verdwijnen deze soorten onmiddellijk weer. Een voorbeeld is het optreden van Rumex obtusifolius op een in enkele jaren tijds opgeworpen oeverwal (opname 66), waar zich als eerste begroeiing een typische Veronica-Polygonum gemeenschap (Rp) heeft gevestigd, die zich ongetwijfeld binnen enkele jaren tot een gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus (Rc) of Epilobium of Phalaris (Rb) zal ontwikkelen.

3.2.7 Ruigten op kribben, strekdammen en andere kunstmatig opgeworpen plaatsen (I)
(Voornamelijk Tanaceto-Artemisietum TÜXEN (1937) SISSINGH (1950))

Behalve de hierboven behandelde gemeenschappen dienen nog een paar typische groeiplaatsen bij de reeks van de oeverwalvegetaties besproken te worden.

Bedoeld worden de kribben en strekdammen, rietheuvels en dergelijke kunstmatig aangelegde plaatsen en ook oevers van zeer hoge, zandige oeverwallen in het sterk door de riviereninvloed beheerste deel van het gebied (IX.4.2.3.11). Wij hebben hiervan, daar ze buiten de normale successie vallen, vrijwel geen opnamen gemaakt en zullen ons beperken tot een schetsmatige aanduiding van de aldaar optredende vegetaties.

Op de kribben vinden we fragmenten terug van de gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus maritimus (Rc): in het gehele zoetwatergetijdengebied van onze rivieren vinden we de kleurrijke combinatie van Senecio paludosus en Lythrum salicaria op de kribben als indicator voor het typische milieu. Op de wat hogere delen van de kribben vinden we fragmenten van de gemeenschap van Epilobium en Phalaris (Rh), waarin zowel Phalaris als Epilobium hirsutum op de voorgrond kan treden.
Langs de Merwedes treedt de laatste 10 jaren op deze hoogte Angelica archangelica (aartsengelwortel) massaal op. Deze fraaie reusachtige plant heeft zich recent naar het westen uitgebreid en blijkt zich in het getijdengebied bijzonder op haar gemak te voelen. Via het zuidwesten dringt zij thans de Biesbosch binnen, waar de tweejarige plant in de zomer van 1953, ten zuiden en westen van de lijn Brabander-Noorderplaat-Koekoekpolder in grienden en hoge ruigten reeds een gewone verschijning was geworden. In 1954 bleek de laatstgenoemde grens reeds overschreden te zijn en ook de sluis in het Steurgat te zijn gepasseerd. Augustus 1956 werd een exemplaar van deze soort fructificerend in de grienden van De Dood (Rib-

schenhoek) aangetroffen, waar zij het vorige jaar dus moet zijn opgeslagen. Het zal interessant zijn, de uitbreiding verder te vervolgen. Op voldoende hoge kribben langs de Boven-Merwede ontbreekt zij vrijwel nergens. Vindt men Angelica archangelica meer en meer in natuurlijk ontwikkelde ruigten en vooral in grienden, de fraaie, uit Amerika geinfiltreerde composiet Solidago lasiocarpa vonden wij slechts een enkele maal buiten de strekdammen en wel in de gemeenschap van bereklauw en valeriaan (Ra). Op de hoge dammen kan deze plant met zijn gouden bloempluimen het aspect geheel beheersen. Dit is bijvoorbeeld plaatselijk het geval op de dam naar de Jacominaplaat in het uiterste zuidwesten van het gebied. De vegetatie waarin dit geschiedt, komt later ter sprake.

Andere Amerikanen, die de Europese riviermonden zijn binnengedrongen, zijn Aster salicifolius en Aster salignis. Deze composieten troffen wij vooral langs de Boven-Merwede aan. Eveneens op standplaatsen omstreeks MHW en hoger gelegen. In de ruigten in de Biesbosch werd deze plant nooit waargenomen. Op de strekdammen treft men ze meestal aan boven 20 cm - MHW, welke hoogte in natuurlijke ruigten zelden voorkomt.

Een ander adventief daarentegen, Bidens frondosus, heeft zich gedurende de laatste decenniën in schier alle vegetaties binnengedrongen, hetgeen uit de beschrijving van de andere vegetaties en de tabellen duidelijk blijkt. Bij Solidago lasiocarpa werden nog verschillende vormen waargenomen.

Bij het hoofdstuk over de bodemontwikkeling schetsten wij reeds, dat het in de Biesbosch zelden komt tot een opslibbing ver boven MHW. De meeste plaatsen die hoger dan ca.30 cm boven MHW liggen, zijn met uitzondering van de hoge, zandige oeverwallen in het waardengebied kunstmatig opgeworpen. Vaak zijn het kaden en strekdammen, soms ook rietheuvels, waarop de riet- en houtschelven worden gebouwd. In het laatste geval zijn het steeds sterk stikstofrijke plaatsen ten gevolge van de vele riet- en houtafval. Bovendien zijn deze heuvels herhaaldelijk gestoord, zodat de vegetatie zich moeilijk kon ontwikkelen. Daar, waar deze heuvels gedurende enige tijd ongestoord blijven, zien we een enorme ontwikkeling van Urtica dioica, Calystegia sepium, Symphytum officinale, Arctium lappa; ook troffen we Festuca arundinacea en Arctium minus en Arctium pubens aan, terwijl Artemisia vulgaris en Tanacetum vulgare en Petasites hybridus niet zeldzaam zijn. Soms kan op de hoogste delen Rubus spec. (cf. fruticosus) een belangrijk aandeel in de vegetatie hebben. Een enkele keer vonden wij ook mierikswortel (Armoracia rusticana) op griendkaden; Leontodon autumnalis en Carex hirta zijn nogal eens aanwezig. Het is duidelijk, dat deze standplaatsen, die nog slechts zelden worden overspoeld, een ruderale stikstofminnende vegetatie dragen. Alle genoemde soorten kan men ook op minder extreem nitraatrijke groeiplaatsen vinden, mits deze op vergelijkbare hoogte liggen. Stikstofarme plaatsen komen ten ge-

volge van de periodieke overspoeling niet voor. De oppervlakte van deze vegetaties is betrekkelijk gering.

Uit het voorkomen van de genoemde soorten, waarvan een aanzienlijk aantal door SISSINGH (1950) als kensoort van het Tanaceto-Artemisietum wordt beschouwd, zou men kunnen opmaken, dat naast de gemeenschap van Heracleum en Valeriana op de fysisch gerijpte plaatsen (stenen kribben), die vaak iets hoger liggen, een met het Artemisietum vulgaris Tüxen (1937) en het Tanaceto-Artemisietum Sissingh (1950) verwante vegetatie het gezelschap van bereklauw en valeriaan vervangt. Voorts mag worden verwacht, dat het kaalkapgezelschap van het Caricето remota-Fraxinetum (V0) naar deze gemeenschap tendeert. In hoofdstuk XIII worden de verwantschap en systematische plaats van vegetaties op dergelijke groeiplaatsen nader besproken.

3.3 De komreeks

3.3.1 Inleiding

Het belangrijkste kenmerk van de groeiplaats der vegetaties uit de komreeks is de relatief beschutte ligging. Dank zij de beschutting door de vegetaties der oeverwallen wordt de stroom sterk verzwakt en is de eerste hevigheid van de golfslag gebroken.

Een direct hieraan gekoppelde factor, die deze vermindering van waterbeweging als oorzaak heeft, is het relatief grotere gehalte aan fijne fractie dat hier wordt gesedimenteerd (IV.4.3). De stagnatie van het water ten slotte geeft aanleiding tot het ophopen van veel organisch materiaal, dat minder snel verteert dan op de oeverwallen (V.1.3.2 en V.1.3.7). Dit alles tezamen maakt dat de bodem van de kom steeds een min of meer lage oxydatie-reductiepotentiaal zal hebben. Slechts op de overgangen naar de oeverwal en op korte afstand van kleine afwateringsgeultjes alsook op kleinere, toevallige verhevenheden kan iets meer lucht in de grond dringen, hetgeen aanleiding geeft tot verschil in vegetatie. De bodem is er niet zo week, vandaar dat we deze delen "vaste kom" noemen.

De in de komruigte gemaakte vegetatie-opnamen zijn nu in bijlage 10 evenals bij de oeverwalvegetaties het geval was, gerangschikt volgens het criterium, hoogte t.o.v. MHW. Daarnaast is nu ook een onderscheid in vaste of weke kom gemaakt.

De belangrijkste verschillen in vegetatie blijken met de hoogte te correleren. Het is duidelijk dat de vegetaties van de vaste kom meer gemeen zullen hebben met de oeverwalvegetaties van corresponderende hoogten dan met de begroeiingstypen uit de weke kom. Het onderscheid tussen vaste en weke kom neemt toe bij afnemende hoogte, met dien verstande, dat de vegetatie van de weke kom op grotere diepte floristisch sterk verarmt. Blijkbaar is de combinatie van een sterk gereduceerd wortelmilieu, gepaard aan langdurige overspoelingen, voor vele planten funest. De binnen de kom onderscheiden plantengezelschappen zijn in X.3.1 reeds genoemd.

3.3.2 De vegetatie van de lage kom (Rf en Rdf) (Sagittariarijke variant van het Scirpeto-Phragmitetum-calthetosum)

3.3.2.1 Inleiding

Beneden ca. 75 cm - MHW kunnen in de kom naar soortensamenstelling twee plantengemeenschappen worden onderscheiden, te weten: de gemeenschap van Scirpus lacustris en Sagittaria sagittifolia f. sagittifolia (Rf) en de gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf).

De eerste komt op de meest beschutte en vooral meest weke standplaatsen voor, de tweede vormt een overgang naar de gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq) en die van Scirpus maritimus en Phalaris (Rdh). Op betrekkelijk weke, maar niet erg beschut liggende plaatgedeelten komen de kenmerkende soorten van de komvegetaties niet voor en heerst de typische *pioniergemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus* (Rdq).

Floristisch worden beide komgemeenschappen gekenmerkt door de volgende soorten, die in het zoetwatergetijdengebied vrijwel niet in andere vegetaties voorkomen: Sagittaria sagittifolia f. sagittifolia en Butomus umbellatus. De eerste treft men wel eens aan in de overigens nauw verwante Veronica anagallis-aquatica, Polygonum hydropipergemeenschap (Rp).

In de komvegetaties is het voorkomen van Scirpus triqueter kenmerkend. Interessant is het optreden van Potamogeton natans, die hier haar toevlucht heeft gevonden. De korte stengels van deze plant verhinderen kennelijk het optreden in de Potamiongemeenschap, waar men de soort eerder zal verwachten. De bladeren liggen bij laag water op het slik en zijn bij hoog water ondergedompeld, slechts enkele ogenblikken per dag kunnen ze hun natuurlijke, drijvende positie innemen (XI.7.3). Ook deze soorten troffen we nimmer bloeiend aan. De belangrijkste dominant is Scirpus lacustris ssp. *lacustris, die in de niet al te laag gelegen exemplaren van* deze vegetatie steeds aanwezig is en voornamelijk als de variëteit Scirpus lacustris var. pendulus Bakker. Nooit zagen wij in de kom overgangsvormen naar Scirpus tabernaemontani (3.2.1). Deze laatste vorm is gebonden aan het Scirpetum triqueter et maritimi (Rdq en Rdh).

3.3.2.2 Gemeenschap van Scirpus lacustris en Sagittaria sagittifolia f. sagittifolia (Rf) (Typische subvariant van de Sagittaria sagittifolia f. sagittifoliarijke variant; fig. 104)

De optimaal ontwikkelde vegetaties van de gemeenschap van mattenbies en pijlkruid (Rf) geven een beeld te zien van een ijle begroeiing van niet erg florissant groeiende mattenbiezen, waar men in

tegenstelling tot de meeste andere vegetaties in de Biesbosch gemakkelijk tussendoor kan wandelen. De bodem is wel zeer week, maar op de platen treft men vaak reeds op ca.30 cm de vaste zandbodem aan, zodat men niet ongelimiteerd kan wegzakken. Tussen de vrijwel steeds dicht met ebbeslik bedekte biezen ziet men regelmatig pijlkruidplanten, terwijl men ook zo nu en dan een Caltha, een Butomus en soms een enkele "armetierige" Lythrum of Alisma aantreft. Vrijwel steeds zien alle planten grauw van het ebbeslik, tenzij de regen ze na het droogvallen heeft schoongewassen. Bloeiende planten treft men er vrijwel nooit aan, slechts Butomus en Sagittaria schijnen zich hier op deze standplaats, die het midden houdt tussen water en land, redelijk thuis te voelen. Ze brengen het er, in tegenstelling tot de andere, wel tot bloei.

Iets boven de omgeving uitstekende bulten, die vaak binnen mattenbiespollen als gevolg van snellere opslibbing aldaar ontstaan, vallen reeds van ver op door een rijkere vegetatie, die overeenkomt met de begroeiing van de vaste kom, de gemeenschap van mattenbies en kattestaart (Rdf). Een vergelijking met deze laatste doet zien, dat de op de bulten gemaakte opnamen iets hoger liggen ten opzichte van gemiddeld hoogwater. Dit is echter niet de voornaamste oorzaak van verschil in vegetatie. Op de hoogten boven ca.90 cm - MHW is de kans op een betere ontwatering echter hoger ten gevolge van het grotere hoogteverschil tussen deze hogere komgedeelten en de erosiebasis van de afwateringsgeultjes. Is de kom evenwel goed gesloten, dan kan ook op hoger niveau de typische subassociatie onvermengd aanwezig zijn (opname 29, PK5).

Op de allerlaagste standplaatsen, bijvoorbeeld in zeer beschut liggende, dichtslibbende, oude buitengedijkte wielen of buiten werking gestelde duikerputten, bestaat de vegetatie soms alleen uit een Sagittariabegroeiing, waarbij een enkel exemplaar van Scirpus triqueter of Scirpus lacustris aan de vegetatie deelneemt. Dergelijke fragmenten van de gemeenschap komen echter zelden en dan nog op zeer beperkte oppervlakte voor. Meestal treft men goed ontwikkelde vegetaties, behorende tot deze gemeenschap, aan tussen ca. 80 en 120 cm - MHW.

3.3.2.3 Gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf)
(Lythrumrijke subvariant van de Sagittaria sagittifolia f.sagittifoliarijke variant van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum; fig.105)

Zoals uit de tabel blijkt, is de gemeenschap van mattenbies en kattestaart (Rdf) een veel rijkere vegetatie, die zich van de vorige gemeenschap onderscheidt door het rijkelijk optreden van de soorten van de Polygonumgroep, zoals Polygonum hydropiper, Alisma plantago-aquatica, Caltha palustris, Phalaris arundinacea, Myosotis scorpioides, Apium eu-nodiflorum Thlng, Callitriche cf.stagnalis. Ook vindt men er

soorten, die in de vegetaties van de hoge kom hun optimum vinden, zoals Glyceria maxima, Apium eu-nodiflorum Thlng, Sparganium erectum, Typha latifolia. Dit zijn alle planten, die nog wel de intensievere overspoeling blijken te kunnen verdragen, mits het substraat maar enigszins geoxydeerd is (aeratie-effect XI.7.1.3). Lythrum salicaria en Callitriche stagnalis geven in de komvegetaties de voorkeur aan deze gemeenschap.

Uit de soortensamenstelling blijkt duidelijk de verwantschap met de Veronica-Polygonum gemeenschap (Rp). Dit is begrijpelijk, gezien de nauwe overeenkomst van de standplaats. De laatstgenoemde gemeenschap is immers voor een belangrijk deel gebonden aan de oevers van de kleine komafwateringsgeultjes, die het ontstaan van de vaste kom door middel van natuurlijke drainage bevorderen. De gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf) is vaak met de gemeenschap van Scirpus lacustris en Sagittaria (Rf) tot een mozaiekvegetatie verenigd. De kattestaart - mattenbiesgemeenschap ontstaat ten gevolge van versnelde opslibbing in de uit het pionierstadium daterende mattenbiespollen, die langzamerhand steeds dichter naar elkaar toegroeien. De tussenliggende ruimten waarin nog een weke modder aanwezig is, vormen de standplaats voor de typische subvariant (zie IV.5 en X.8). Zolang de pollen elkaar nog niet geheel raken, is het duidelijk dat relatief veel licht van opzij tot de bodem in de pollen doordringt, waardoor de groei van de talrijke kruiden sterk wordt bevorderd. Hierin ligt ook de oorzaak van overeenkomst met de gemeenschap van Veronica anagallis en Polygonum hydropiper (Rp).

Het typische beeld van de mattenbies-kattestaartgemeenschap (Rdf) is een vegetatie van forse, optimaal groeiende mattenbiezen (Scirpus lacustris ssp. lacustris (L)). Tussen het donkere groen van de biezen contrasteren de purperen kaarsen van de talrijke kattestaarten. Overal waar de hoge kruidenlaag, die tot drie meter hoogte kan reiken, enig licht tot de bodem doorlaat, verschijnen Caltha, Alisma, Sagittaria, Butomus, Apium eu-nodiflorum e.a., die hier alle rijkelijk kunnen bloeien. Soms treft men tussen de biezen een exemplaar van de grote watereppe aan (Sium latifolium) en niet zelden zijn kleine haarden lisdodde (Typha latifolia) aanwezig, terwijl ook de grote egelskop (Sparganium erectum ssp. polyedrum) op deze plaatsen reeds vitaal groeien kan. In het bijzonder op de overgangen naar de hoger gelegen vegetatietypen kunnen Phalaris, Scirpus maritimus, Glyceria maxima en Phragmites een aanzienlijke uitbreiding krijgen.

Wij hebben hier te maken met de meest optimale mattenbiesgroeiplaats. De biezencultuur doet hier dan ook invloed gelden. De vele kruiden, de ruigte of "Rugt", zijn de biezenbaas een doorn in het oog. Door vakkundig snijden kan men de kruiden echter uitputten zonder dat de biezen ervan lijden en dikwijls zelfs des te vitaler kunnen groeien. De oogst van de biezen valt midden in de zomer,

de kruiden worden dus midden in hun ontwikkeling gestoord. Tegen het einde van de zomer hebben de biezen zich weer geheel geregenereerd, maar zij komen datzelfde jaar niet meer voor een tweede maal tot bloei. De ervaring heeft geleerd, dat men niet meer dan om de twee jaar mag snijden. Oogst men vaker, dan gaat de bies in vitaliteit en kwaliteit meestal sterk achteruit.

De goed onderhouden biezengorzen zijn gekenmerkt door een bijna volkomen ontbreken van enige ondergroei. Slechts een enkele kattestaart en sporadisch wat Polygonum, vermogen zich nog te handhaven. Door goed te snijden kunnen dergelijke mattenbiesmonoculturen zich tot vrij hoog op de standplaatsen van de gemeenschap van Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Re) handhaven.

3.3.3 De gemeenschappen van de middelhoge kom (Rc en Rce) (Scirpeto-Phragmitetum calthetosum typicum) Gemeenschap van Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Re)(typische subvariant; fig.106, 107) en de gemeenschap van Typha latifolia en Typha angustifolia (subvariant van Typha angustifolia; fig. 109 en 110)

3.3.3.1 Beschrijving van de gemeenschappen

Wordt in de laagst gelegen komgemeenschappen de vegetatie meestal nog beheerst door één dominant: de mattenbies, de middelhoge kom is fysiognomisch zeer variabel. Nu eens domineert Typha latifolia, wat meestal op zeer weke bodem het geval is, terwijl ook Phragmites en Typha angustifolia grote oppervlakten humus bezetten; dan weer is Glyceria maxima de plant, die het aspect bepaalt, terwijl de mattenbies, zoals wij reeds eerder opmerkten (X.3.3.2) in de laagste delen van de groeiplaats als dominant kan optreden. Floristisch onderscheiden deze gemeenschappen zich van de lager en hoger gelegene (Rf, Rdf en Reh) door het ontbreken van de daar genoemde exclusieve en differentiërende soorten. Bovendien is de duidelijke verschuiving in dominantie kenmerkend, zoals hiervoor reeds werd aangeduid, alsook het voorkomen (zij het deels sporadisch) van de soorten uit de Seneciogroep: Calystegia sepium, Solanum dulcamara, Mentha aquatica en Senecio paludosus. Van de oeverwalvegetaties wordt deze gemeenschap onderscheiden door het voorkomen van de typische "komplanten": Sparganium erectum ssp.polyedrum en Sium latifolium en het ontbreken van de kenmerkende oeverwalplanten, vermeld bij de bespreking van die vegetaties. Bovendien is de dominantie der verschillende soorten daar geheel anders. Zo kan Typha latifolia op de oeverwal nimmer tot dominantie komen, Scirpus maritimus leidt daarentegen in de kom meestal een armzalig bestaan.

Hoewel het onderscheid tussen de vaste en de weke kom, dat bij

de Scirpus lacustris-Sagittariavegetaties betrekkelijk scherp was, bij de middelhoge kom scherper is, kunnen ook hier twee gemeenschappen worden onderscheiden en wel de gemeenschap van Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Re), die typisch is voor het extreme kommilieu en de gemeenschap van Typha latifolia en Typha angustifolia (Rce) op de overgangen naar de oeverwal. Typha latifolia schijnt aan de weekste delen de voorkeur te geven; Typha angustifolia ziet men het meest op de vaste delen, dus in de gemeenschap van grote en kleine lisdodde (Rce). Deze plant kan zelfs, hoewel dit in de tabel toevallig niet tot uiting komt, ook op de oeverwallen wel vitaal voorkomen. De potentiële, ecologische amplitudo van deze plant wijkt waarschijnlijk niet veel af van die van riet, dat eveneens in de vaste kom een optimum vindt; vermoedelijk is dit ook de reden van het minder veelvuldig voorkomen van Typha angustifolia. De grote, alles overwoekerende rivaal Phragmites steekt hem op de meest geschikte groeiplaatsen steeds de loef af. Typha latifolia verkiest daarentegen juist die standplaatsen, waar het riet zich minder goed thuisvoelt. Een ander kenmerk van de gemeenschap van Typha latifolia en Typha angustifolia (Rce) is, dat men er meer soorten aantreft die op de oeverwal hun optimum vinden dan in de gemeenschap van Typha en Sparganium (Re). Zo treft men er bijvoorbeeld meer Calystegia sepium, Senecio paludosus, Solanum dulcamara, Callitriche stagnalis, Apium eu-nodiflorum Thlng, Sium erectum aan. Van de typische komplanten vindt de soms ook wel eens op de oeverwal verschijnende Sium latifolium er een duidelijk optimum. Zoals gezegd, is de onderscheiding in tweegemeenschap niet erg scherp; één van de oorzaken hiervan is, dat faciesvorming, die niet direct afhankelijk is van het milieu, een algemeen verschijnsel is bij deze vegetaties. Het vormen van een facies waar een bepaalde plant absoluut domineert en daardoor het milieu sterk beinvloedt, kan vaak uitsluitend het gevolg zijn van toeval. Het "wie het eerst komt, het eerst maalt" viert hier hoogtij; is eenmaal een bepaalde haard gevestigd, dan kan de plant zich, dank zij het massa-effect en het rhizoom-vicinisme (het zijn alle steeds rhizoomgeofyten in de door ons aangeduide zin), sterk uitbreiden (XI.5.1 en XI.7). Daardoor wordt een aantal planten, die even goed of zelfs beter aan die bepaalde standplaats aangepast zijn, alle kans op vestiging ontnomen. Wanneer dergelijke facies een grote uitbreiding krijgen, moet men zoals in X.3.3.3.2 wordt uiteengezet hiermee rekening houden. Voor de Phragmitesfacies, die grote oppervlakten beslaan, is dit dan ook gedaan (X.5.2).

3.3.3.2 Riet

Het riet dat in de Biesbosch voornamelijk tot de variëteit Phragmites communis var.latifolia Horwood moet worden gerekend, kan op de vastere delen der kommen tot absolute dominantie

komen en niets ontziend de alleenheerschappij veroveren. Op zeer weke plaatsen echter vermindert de weergaloze concurrentiekracht van deze plant, die op gunstige plaatsen in de Biesbosch gewoonlijk drie en een half à vier en in bijzondere gevallen wel vijf meter lang kan worden (fig.147).

Onder natuurlijke omstandigheden, wanneer de afstervende bovengrondse delen niet worden afgevoerd, draagt de enorme produktie van organische stof bij, dat de bodem snel en op reeds betrekkelijk korte afstand van de geulen gaat verweken. Andere soorten krijgen dan de kans om zich tussen het riet te vestigen; in minder vitale toestand kan Phragmites zich echter ook nog lange tijd handhaven. Phragmites communis vertoont ook in hoge mate massaeffect en het rhizoom-vicinisme, beide belangrijke verschijnselen bij de faciesvorming (XI.5.1 en XI.7). Zo ziet men dit gewas op niet te sterk geëxponeerde plaatsen langs oevers vanuit grote haarden tot grote diepten, dat is tot enkele dm boven de gemiddelde laagwaterlijn, afdalen, zij het dat de spruiten op die diepte niet meer tot bloei komen. Evenzo ziet men, dat het riet zich uitbreidt vanuit zijn optimale groeiplaats, de overgangen tussen kom en oeverwal, dus de gemeenschap van grote en kleine lisdodde (Rce) en de overgangen tussen de gemeenschap van wilgeroosje en rietgras (Rb) en de moerasandoorn-, lisdodde- en egelskopgemeenschap (Reh) op ca.20-70 cm - MHW over de oeverwal tot in het weekste deel van de kom.

De belangrijkste eigenschap echter, die het riet in de zoetwatergetijdendelta tot de soort maakt waardoor het landschap beheerst wordt, is de bruikbaarheid van het gewas voor de mens. Sinds oude tijden heeft de mens het rietgewas geoogst. Het riet in de Biesbosch is van een bijzondere kwaliteit, hetgeen behalve aan het genotype mede aan het milieu toegeschreven moet worden (fig.111). Al spoedig na het ontstaan van de Biesbosch kwam daar de rietcultuur op.

Om zo snel mogelijk het areaal van dit cultuurgewas uit te breiden, worden zelfs in de Scirpus lacustris-Lythrum gemeenschap (Rdf) reeds rietpollen aangeplant, hoewel het riet daar meestal nog niet tot optimale ontwikkeling kan komen. Daar blijkt, dat het riet bij voorkeur de vastere delen van de kom kiest, is een van de meest essentiële voorwaarde voor een goede cultuur, dat de gorzen begreppeld worden. De invloed van deze begreppeling is reeds in V.1.3.7 besproken. Ook de oogst werkt de optimale groei van het gewas in de hand, omdat alle afstervende bovengrondse delen van de plant, op een gedeelte van het blad na, worden weggenomen, waardoor in samenwerking met de drainage via greppels, de fysische rijping wordt bevorderd. Bovendien worden de jonge spruiten (de zg. "bout") niet gehinderd door het door wind en ijs schots en scheef neergeslagen overjarig riet. Hoe belangrijk dit alles voor het rietgewas is, blijkt uit de onmiddellijke terugslag in vitaliteit, wanneer door omstandigheden de rietgorzen een of meer seizoenen niet worden geoogst.

In X.5 wordt de vegetatie in deze rietfacies behandeld. In bijlage 10 zijn daarom alleen opnamen verwerkt, waar riet niet abso-

luut domineert. De opnamen waarin dit wel het geval is, zijn in bijlage 12 verenigd, welke tabel in X.5 behandeld zal worden. Deze werkwijze is dus een gevolg van de omstandigheden, dat de methode van vegetatie-onderzoek volgens de Frans-Zwitserse school, voor dit soort gezelschappen waar faciesvorming door dominantie een zo belangrijke rol speelt, niet in alle opzichten even geschikt is. In bijlage 10 komt dus de dominerende plaats van Phragmites in de vaste kom slechts ten dele tot uiting. Hiermee moet bij de interpretatie van de gegevens wel rekening worden gehouden.

3.3.4 Gemeenschap van Stachys palustris, Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Reh) (Scirpeto-Phragmitetum calthetosum; Stachys-rijke variant; fig.112)

Boven de grens van 35 à 40 cm - MHW, de grens waar op de oeverwallen de Senecio-Lythrum-Scirpus maritimus gemeenschap (Rc) overgaat in de Epilobium-Phalaris gemeenschap, voltrekt zich in de kom ook een, zij het minder aanzienlijke, wijziging. Op een afstand gezien is aan het aspect vaak nog niet veel veranderd. Typha en Phragmites nemen nog een belangrijke plaats in. De differentiërende soorten ten opzichte van de lager gelegen komvegetaties (Stachys palustris en Lycopus europaeus) kunnen echter ook aanzienlijke oppervlakten bedekken; vaak onder een ijl dek van Typha, maar soms ook zonder begeleiding van grotere planten. Ook Phalaris kan hier soms, evenals in de gemeenschap van Epilobium en Phalaris, vegetatievormend optreden.

De exclusieve en preferente komplanten als Sparganium erectum ssp. polyedrum, Sium latifolium, Typha latifolium hebben hier duidelijk een optimum. Ook Stachys palustris, die ook in de Epilobium-Phalaris gemeenschap (Rb) wel voorkomt, is hier duidelijk in zijn element. Met het voorkomen van genoemde planten is de Stachys-Typha-Sparganium gemeenschap (Reh) tegenover de Epilobium-Phalaris gemeenschap (Rb) vrij scherp getypeerd.

Omgekeerd komt Epilobium niet in vitale vorm in de hoge komvegetaties voor. Hetzelfde geldt voor de echte oeverwalplanten Poa trivialis, Ficaria ranunculoides, Cardamine amara, Galium aparine, Symphytum officinale. Iris pseud-acorus schijnt zich in deze vegetatie wel thuis te voelen. Belangrijke soorten zijn Carex gracilis en Carex acutiformis, die men een enkele maal in deze subassociatie aantreft. Deze planten wijzen op de volgende schakel, die men in de successie zou kunnen verwachten, nl. een begroeiing uit het zogenaamde Magnocaricion elatae Koch (1926), een vegetatie waarin grote Carexsoorten kunnen domineren. Gemeenschappen uit dit verbond hebben steeds een belangrijk aandeel in de vegetatie, waaruit de grovere zeggevenen zijn opgebouwd.

Wij hebben in hoofdstuk V reeds vermeld, dat in de Biesbosch ten gevolge van het ingrijpen van de mens de hoogste vormen van de kommen, die omstreeks MHW gelegen zouden moeten hebben, nergens meer tot ontwikkeling kunnen komen. Slechts met moeite hebben wij de proefvlakten voor de in de tabel aanwezige opnamen kunnen vinden. De meeste lagen nog beneden ca. 30 cm- MHW.

Het voorkomen van enkele haarden Carex acuta en Carex acutiformis in deze hoogste delen van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum versterkt echter de mening, dat bij natuurlijke ontwikkeling op een hoogte van ca. MHW reeds een Magnocaricionvegetatie zou kunnen optreden, die in oppervlakte zal toenemen naarmate de afstand tot de waterafvoerende geulen groter wordt. Al naar de algemene waterstand langzamer of sneller stijgt, zal deze vegetatie vroeger of later het veld moeten ruimen voor de aan het Alnetum glutinosae verwante bosgezelschappen. Vooral op grotere afstand, bijvoorbeeld ca. enkele kilometers van de watervoerende geulen waar de minerale aanslibbing langzamer geschiedt, zouden deze Magnocaricionvegetaties echter het overwegende deel van het plantenkleed kunnen uitmaken. Verder van de rivieren en vloedkreken zal deze vegetatie op haar beurt weer overgaan in meer oligotrofe vegetaties (hst.XV). Waarschijnlijk zou de vorming van zeggevegetaties in de hoge kommen gepaard gaan met de opbouw van een bodem, zeer rijk aan organische stof, die op grotere afstand van de watervoerende geulen zich steeds veenachtiger zou ontwikkelen (hstn.V en XV).

Het zou de moeite waard zijn de vorming van deze voor de geschiedenis van de bodemontwikkeling van Nederland zo belangrijke, nog binnen de directe invloedssfeer van de rivieren liggende zegge- en bijbehorende bosvegetaties (X.6.4.5.3 en hst.XV) in een voldoend groot natuurreservaat te kunnen volgen. Zonder een dergelijk reservaat kunnen we slechts blijven gissen naar de aard van de vegetatie en het verloop van de door haar beinvloede bodemontwikkeling.

In de hoge komruigte hebben wij geen onderscheid kunnen maken tussen een gemeenschap van de vaste kom en een voor de meer weke bodem. Mogelijk ligt dit aan de weinige opnamen ten gevolge van het zeldzaam voorkomen der echte weke kommen op dit niveau. Vooral komt dit echter, omdat er op de wat vastere bodem op deze hoogte vrijwel geen vegetaties voorkomen, waar het riet niet domineert. Uit de figuren 135 en 137 (XI.6.5 en 7.1.2) blijkt, dat omstreeks 40 cm - MHW op de matig doorluchte bodem, waar dus iets vastere en geaëreerde delen van de hoge kom liggen, het riet zijn optimum vindt.

De pendant op geaëreerde bodem van de Stachys-Typha-Sparganiumgemeenschap moet men dus zoeken bij de in X.5.4 beschreven rietgemeenschappen, met name bij de gemeenschap van riet en dotterbloem (G5)(Phragmites-Calthasociaties; fig.117); waar het riet niet absoluut domineert, bijvoorbeeld zoals in de riet-ruigtevegetaties (Gr), blijkt duidelijk de verwantschap voor zover de op-

namen boven 40 cm - MHW zijn genomen.

De gemeenschap van Stachys palustris, Typha latifolia en Sparganium erectum (Reh) kan zich ontwikkelen tot een kombosvegetatie wanneer wilgen kans zien zich daar te vestigen, omgekeerd kan het ontstaan uit bos, wanneer laag gelegen grienden door verwaarlozing sterk verwilderen.

4. DRIJFTILVEGETATIE (fig.113)

De drijftilvegetatie is een merkwaardige vegetatie, die nogal eens voorkomt en waarschijnlijk niet onbelangrijk is in de biocoenose van de zoetwatergetijdendelta. Het is de enige vegetatie hier, die onafhankelijk is van de hoogte, doordat ze zich op en neer beweegt met het water.

Het substraat bestaat uit dode plantenresten, voornamelijk rietstengels en afval van de plaatsen, waar het riet wordt "schoongemaakt" en vaak ook wilgetakken, die op een luwe plaats bijeen zijn gedreven. De massa wordt door de plaatselijke bevolking "veek" of "deek", elders ook "daak" genoemd. Dit veek vormt een meer of minder dikke laag, die op en neer beweegt met het water. Is de bodem, waarboven de veeklaag drijft, diep, dan drijft de drijftil een groter deel van de dag dan wanneer de bodem hoger is.

De opnamen zijn in bijlage 11 gerangschikt naar toenemende hoogte van de eronder liggende bodem. Er is echter weinig lijn in de vegetatie te zien. De veekpakketten kunnen vooral in de holle rietstengels veel water vasthouden, zodat er voldoende vocht voor de vegetatie beschikbaar blijft waardoor de tijd van droogliggen, mits niet dagen lang, er waarschijnlijk niet zoveel toe doet. Dit komt bovendien, omdat de drijftillen meestal in stille hoeken liggen, waar de ondergrond meestal een komkarakter heeft, zodat de bodem zelf ook nog voldoende vocht kan leveren.

Op de veeklaag nu bestaat een ideale gelegenheid tot het kiemen van allerlei plantenzaden daar zij constant vochtig is, meestal luw is gelegen en nooit overspoeld wordt. Ook aangedreven plantendelen zoals wortelstokken (riet) en wortelknollen (heen) krijgen goede gelegenheid tot wortelschieten, doordat de wortels een houvast krijgen. De planten ontwikkelen zich dus als op een watercultuur, die rijk van stikstof en andere mineralen is voorzien.

Het veekpakket wordt nu doorweven door de wortels van de erop groeiende planten, die het daardoor bijeen houden. Vooral Solanum dulcamara kan belangrijk zijn doordat haar stengels zelfs in het water drijvend kunnen uitlopen en wortelen. Hoe ouder en dichter het veekpakket is, des te dichter de plantengroei. Er kunnen stukken drijftil losraken en wegdrijven, deze stukken kunnen ergens aanspoelen en daar kunnen dan de erop groeiende planten, die ter plaatse een geschikt milieu vinden, in de bodem wortelschieten en zich blijvend vestigen. Zo kan de drijftil een bijdrage leveren als "kweekbed" en transporteur bij de verspreiding der planten in de zoetwatergetijdendelta.

De soortenlijst van deze vegetatie is vrij uitgebreid, vele soorten met vrij sterk uiteenlopende ecologische eisen, blijken hier een gemeenschappelijke, voor ieder min of meer gunstige groeiplaats gevonden te hebben. De soorten die zich op de drijftil bijzonder in hun element blijken te voelen, zijn: Solanum dulcamara en de Amerikaanse immigrant Bidens frondosus. Deze twee bepalen ook het meest het aspect. De eerste is, zoals reeds werd uiteengezet, een zeer belangrijke soort voor de instandhouding van de drijftil. Vooral bij dicht langs een stroomdraad liggende exemplaren houdt het bitterzoet de veekmassa met zijn, van de oevers afdalende, taaie stengels aan de oever vast en bij elkaar. De eerste opname van de tabel (50 027) geeft hiervan een sprekend voorbeeld. Hier wordt de gehele vegetatie praktisch gevormd door het bitterzoet, waartussen wat veek is blijven hangen; bij laag water hangt de hele zaak als een met paarse bloemen bezette sluier langs de steile oevers naar beneden.

Drijftillen die lang intact blijven, waar dus de concurrentie tussen de planten voldoende lang duurt om tot selectie te leiden, worden steeds geheel overdekt met Bidens frondosus, welke plant er zeer forse afmetingen kan krijgen, die tot meer dan een meter hoog en breed reiken.

Andere constante soorten zijn: Calystegia sepium, Epilobium hirsutum, Myosotis scorpioides, Cardamine amara, Lycopus europaeus, Iris pseud-acorus, Phragmites communis, Scirpus maritimus. De laatste drie zijn echter nooit bloeiend op de drijftil waargenomen, waarschijnlijk omdat deze planten te zwaar of te lang worden, zodat ze zich niet staande kunnen houden op de betrekkelijk losse veeksubstantie. Een enkele maal komen ook voor: Rorippa islandica en Ranunculus sceleratus.

Bij het bestuderen van de tabel blijkt wel, dat we met een heterogene verzameling planten te doen hebben, al zijn het natuurlijk wel alle planten van uitgesproken nitraatrijke groeiplaatsen. Hierin verschilt de drijvende vegetatie wel zeer sterk van andere drijftilbegroeiingen die we kennen, nl. die van de veengebieden, welke laatste een minder extreem eutroof en geen uitgesproken nitrofiel karakter dragen. Soortgelijke drijftillen als in de Biesbosch voorkomen, treft men volgens BOER (1942) ook aan tussen de biezenvelden langs het IJsselmeer. Gezien het heterogene en efemere karakter van deze vegetatie is het niet mogelijk ze een plaats te geven in het systeem van plantengemeenschappen. Het is echter duidelijk, dat in het bijzonder de rijpere vegetatie-exemplaren naar het Bidention tripartiti Nordhagen (1940) tenderen, hetgeen gezien het stikstofrijke substraat en het pionierkarakter niet verwonderlijk is.

Wordt op een niet al te laag liggende plaats de drijftil ten gevolge van bijvoorbeeld een hoge vloed plotseling verwijderd, dan ontstaat op de volkomen kale plaats direct een vegetatie, die tot de gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper (Rp) behoort. Deze gaat dan op de duur weer over

in de een of andere bij de hoogte en substraat passende ruigtevegetatie.

5. DE RIETGORSGEMEENSCHAPPEN (tabel T, zie Engelse samenvatting)

5.1 Inleiding

De rietgorsvegetatie neemt een aparte plaats in onder de uit kruiden bestaande begroeiingen (fig.114). De edafische en hydrologische factoren waaraan de onderscheiden onderdelen van deze vegetatie zijn gebonden, komen overeen met die van verschillende der reeds beschreven ruigtegezelschappen.

Het onderscheid met deze wordt veroorzaakt door de eigenschappen van het belangrijkste gewas: het riet (*Phragmites communis var. latifolia*).

Deze plant heeft nl. een ingrijpende invloed op het milieu, dank zij de intensieve doorworteling van het substraat en een zeer dichte stand van de spruiten, waardoor als gevolg van lichtgebrek en wortelconcurrentie weinig andere planten gemengd met dit gewas kunnen groeien.

Dit laatste is in het bijzonder overal dáár het geval, waar het riet dicht bij of op de optimale groeiplaats voorkomt.

Een dergelijke "onverdraagzaamheid" is niet alleen eigen aan het rietgewas, ook andere forse, dichtgroeiende planten vertonen deze eigenschap. Zo kunnen bijvoorbeeld *Typha latifolia*, *Typha angustifolia* en *Scirpus lacustris* dichte begroeiingen vormen, waarin weinig of geen andere planten kunnen voorkomen. Voor *Phragmites* echter valt deze eigenschap bijzonder op, niet alleen omdat deze soort door zijn groeiwijze zo bijzonder geschikt is tot het vormen van deze monotone begroeiingen, maar omdat dit gewas zulke enorme oppervlakten beslaat. Dit laatste is, zoals wij reeds hebben vermeld, het gevolg van uitermate goede geschiktheid van de plant zich dank zij de in XI.5.1 geschetste verschijnselen: *massa-effect* en *rhizoom-vicinisme*, vanuit haarden naar alle zijden, ook naar minder optimale standplaatsen, onweerstaanbaar uit te breiden. Bovenal is het de hulp van de mens, die het riet de overheersende plaats onder de kruiden in het gehele zoetwatergetijdengebied heeft bezorgd.

Het zoetwatergetijdengebied blijkt nl. zeer goede groeiplaatsen voor het riet te bevatten, waar een gewas van zeer bijzondere kwaliteit wordt voortgebracht. Wij hebben reeds vermeld dat in de vastere delen van de middelhoge tot hoge kommen (*Scirpeto-Phragmitetum calthetosum typicum* (Rce)) en de *Stachys*rijke variant (Reh) en de overgang hiervan naar de *Epilobium-Phalaris*gemeenschap (Rb) de optimale groeiplaats voor het riet is gelegen. De mens heeft nu allerwegen de bodem via begreppeling zoveel mogelijk in de toestand gebracht dat de edafische voorwaarden gelijk werden aan die, welke voor de genoemde plantengemeenschappen gel-

den (hst.V). Verder is ook reeds vermeld dat het snijden van het riet een gunstige bodemtoestand voor lange tijd consolideert, terwijl de jonge spruiten bovendien niet gehinderd worden door het overjarige, dode materiaal, dat in natuurlijke toestand nog gedeeltelijk rechtop, gedeeltelijk geknakt of op de bodem neergeslagen achterblijft. Het zijn deze cultuurmaatregelen die, gevoegd bij de reeds van nature aanwezige "onverdraagzaamheid" en expansiekracht, aan de uitgestrekte, soortenarme rietvelden het aanzien hebben gegeven.

Bij een nadere beschouwing blijkt echter, dat er toch nog een aantal soorten is, dat zich in de concurrentiestrijd met deze geduchte tegenstander kan meten. Dit aantal is des te groter naarmate het riet in een minder goede conditie verkeert en de concurrentiekracht daardoor wordt verminderd. Dit laatste kan het gevolg zijn van bijvoorbeeld een te geringe overspoelingsduur en -frequentie, een te sterke reductie van het substraat; ook kan de oorzaak gelegen zijn in biotische factoren als insectenschade of anderszins. Het is nu gebleken dat de rietbegeleidende soorten anders zijn en hun gedrag anders is, naarmate de oorzaak van de relatieve zwakte van het riet door overspoelingsduur en -frequentie, reductie van de bodem, of door niet-edafische factoren wordt veroorzaakt.

Hieruit kan dus de gevolgtrekking worden gemaakt, dat het mogelijk moet zijn aan de hand van deze begeleiders de milieufactoren te bepalen en daarmee tevens uit te maken, welke de oorzaken zijn van het minder goed groeien van dit belangrijke cultuurgewas.

Gezien de overeenkomst in standplaats van de rietvegetaties met sommige ruigtevegetaties, kan worden verwacht, dat de begeleiders uit deze gezelschappen afkomstig zijn. Dit is dan ook het geval, maar het zijn voor een belangrijk deel juist soorten die in die gemeenschappen weinig of niet opvallen. De concurrentiefactor bewerkt een intensieve en specifieke selectie waarbij in het bijzonder de tijd, waarin de levenscyclus van de begeleidende planten zich afspeelt ten opzichte van het tijdstip, waarop het riet de gehele bodem bedekt, een belangrijke rol speelt. Naarmate de concurrentiekracht van het riet afneemt, wordt deze selectie minder intensief. Bij de bespreking van de onderscheiden rietgorsgemeenschappen zal dit nader worden behandeld.

5.2 Synsystematische indeling van de rietgorsvegetatie

In X.3.3.3.2 hebben wij reeds uiteengezet, dat het wenselijk is voor gezelschappen, die beheerst worden door de absolute dominantie van een enkele soort, een andere wijze van indeling te gebruiken dan de synsystematische methode en naamgeving die bij de Frans-Zwitserse school in gebruik is.

Het verschil tussen deze laatste en de hieronder te volgen methode komt in hoofdzaak hierop neer, dat bij de Frans-Zwitserse school de dominantie pas bij de kleinste eenheden (facies) in rekening wordt gebracht, terwijl bij deze vegetaties, waar dominantie wel haast de

belangrijkste factor is, het juist wenselijk is deze factor bij de indeling van de hogere eenheden te laten gelden. Dit laatste kan de "natuurlijkheid" van het systeem slechts ten goede komen.

Daar de Scandinavische scholen de dominantie juist als belangrijk criterium op hoog niveau gebruiken, zullen we voor de rietgorzen ons bedienen van de nomenclatuur van de school van DU RIETZ. In XIII.3.2.6 wordt dit nader geargumenteerd.

Wij vatten nu de rietvegetaties van het zoetwatergetijdengebied samen onder de naam: Phragmitesconsociatie. Hiertoe rekenen wij alle vegetaties, waar Phragmites in absolute zin domineert, dwz. meer dan ca. 75%, meestal 100% van de oppervlakte bedekt, gerekend bij de volledige ontplooiing van het blad (de rietgorsopnamen zijn gemaakt in het voorjaar, daardoor zijn de abundantiecijfers meest 2 = zeer veel voorkomend, maar weinig bedekkend).

Al naar de samenstelling en aard van de ondergroei wordt een aantal gemeenschappen (sociaties) onderscheiden, dat de dominerende Phragmitesétage (synusia) met elkaar gemeen heeft. Het onderscheid bestaat in de samenstelling en aard van de onder het rietdek voorkomende kruidlaag. De synsystematische indeling van de rietgemeenschappen wordt nader besproken in XIII.3.2.6.

5.3 De rietgorsgemeenschappen van de oeverwal (Phragmites-Poa+Ficariasociatiegroep; G1, G2, G2h en G3)

5.3.1 Inleiding

Op de oeverwallen van de rietgorzen treft men onder het riet meestal een kruidlaag aan, waarin Poa trivialis en Ficaria ranunculoides domineren. Daarnaast komen Cardamine amara en Caltha palustris constant voor. Men treft deze vegetaties uitsluitend aan waar de bodem een hoogte bereikt van meer dan 35 à 40 cm -MHW. Het bodemprofiel is in verband met de binding aan de oeverwallen over het algemeen betrekkelijk zandig en vertoont vrijwel steeds tot een diepte van meer dan 35 cm roest, als teken van een betrekkelijk hoge oxydatie-reductiepotentiaal in de grond (hst.XI). Beschouwen we de levenscycli van de vier genoemde planten, dan zien we dat drie ervan in de maand april, dus voor het riet tot sluiting komt, bloeien, nl.: Ficaria ranunculoides, Caltha palustris en Cardamine amara.

De bloeitijd van de eerste is ook buiten de rietgorzen zelfs geheel tot deze maand beperkt, bij de andere kan buiten de rietgorzen de bloei nog 1 à 1½ maand langer doorgaan. Door dit vroeg afsluiten van hun levenscyclus zijn deze planten in staat zich op deze door riet beheerste standplaatsen te handhaven. Uit onze gegevens blijkt, dat Poa trivialis daarentegen alleen in de maand juni bloeiend werd aangetroffen. Het voorkomen van deze plant op de rietgorzen is echter toch wel te verklaren. We zien namelijk, dat de stengels van dit gras met enkele bladeren en bloeiwijzen tussen de dan reeds

meer dan een meter hoge rietstengels omhoog reiken. Blijkbaar kan zo het nadeel van de sterke beschaduwing worden overwonnen. Daarnaast moeten we rekening houden met de mogelijkheid dat Poa trivialis, zoals zovele grassen, vitaal vermag te groeien in vegetatieve toestand zonder het ooit tot bloei te brengen. Het is ook van belang, dat verscheidene van de rietgorsbegeleiders duidelijk wat schaduwverdragende soorten zijn, zoals Poa trivialis, Cardamine amara, Anthriscus silvestris etc. Naast de genoemde vier soorten treffen we soms ook nog andere aan, terwijl nog een verschuiving in dominantie tussen de soorten mogelijk is. Deze verschillen in de vegetatie kunnen het gevolg zijn van edafische en hydrologische factoren en ook teweeggebracht zijn door afname van de vitaliteit van de grote dominant riet. De edafische en hydrologische verschillen berusten bij deze oeverwalbegroeiingen vrijwel steeds op een hogere of lagere ligging, waarmee in direct verband de eigenlijke agentia staan: overspoelingshoogte, -duur en -frequentie en de daaraan gekoppelde stroomsterkten. De vitaliteit van het riet is ook sterk afhankelijk van deze milieufactoren. Toch kan de invloed van beide factoren afzonderlijk, nl. die van concurrentiekracht van het riet en de edafische en hydrologische factoren, nog betrekkelijk duidelijk worden onderkend.

Is de vermindering in vitaliteit van het rietgewas de hoofdoorzaak, dan beginnen in het gehele ecologische areaal, waarin de gemeenschappen van de Phragmites-Poa+Ficaria groep voorkomen, de soorten van de aan dezelfde edafische en hydrologische factoren gebonden ruigtegemeenschappen de vegetatie meer en meer te beheersen. De bedekking met Ficaria ranunculoides en Poa trivialis gaat dan steeds snel achteruit. Deze ruigtevegetaties behoren tot de Epilobium-Phalarisgemeenschap van Heracleum en Valeriana.

5.3.2 Gemeenschap van Phragmites communis en Heracleum sphondylium (G1) (Phragmites-Heracleum-Poa+Ficaria sociaties)

Uit de gegevens van bijlage 12 blijkt deze sociatie edafisch en hydrologisch bepaald te zijn door de ligging op de oeverwallen boven MHW. De daarbij optredende roestdiepten bedragen meestal meer dan 60 cm. Deze sociatie kan, zoals uit de edafische en hydrologische omstandigheden blijkt, als de rietfacies van de Heracleum-Valeriaanassociatie worden beschouwd. Van de andere Poa+Ficaria sociaties wordt zij onderscheiden door het optreden van Heracleum sphondylium. Deze plant begint pas eind juli te bloeien, zodat deze zeker niet tot de echte, dat is door het riet beschermde en aan de beschaduwing van dit gewas aangepaste rietgorsplanten, moet worden gerekend. Het voorkomen van Heracleum wijst dan ook naast de hoge ligging op een duidelijk gereduceerde vitaliteit van het rietgewas, hetgeen te wijten is aan de geringe overspoelingsduur. Op deze hoogte is het riet reeds ver buiten zijn op-

timum gekomen. Heracleum blijkt tezamen met Anthriscus het eerst van alle andere typische planten uit de Heracleum-Valeriaangemeenschap de concurrentie met het riet aan te durven. Waaraan Heracleum dit vermogen dankt, is niet met zekerheid te zeggen. De bloeitijd van deze plant valt juist in de tijd dat het riet tot volle ontplooiing is gekomen, hetgeen dus zo ongunstig mogelijk is. Ook het schaduwverdragend vermogen van Heracleum is niet veel groter dan dat van de meeste andere ruigteplanten, die ook in de griend kunnen optreden. Zeker is dat de vitaliteit van het riet op deze standplaatsen reeds aanzienlijk is teruggelopen. Er blijkt in ieder geval uit, dat de bereklauw op geschikte standplaatsen een grote concurrentiekracht kan ontwikkelen, vermoedelijk mede omdat de vegetatieve ontwikkeling van Heracleum reeds vrij vroeg begint, wanneer het riet nog niet zo krachtig is. Voor Anthriscus is de vroege vegetatieve ontwikkeling en bloei naast het schaduwverdragend vermogen een gunstige factor voor het optreden in de Phragmitesdominantiegemeenschappen, waar deze plant, als de hoogte het toelaat, dan ook trouw aanwezig is. In deze sociatie ziet men vaak dat Ficaria ranunculoides in oppervlaktebedekking Poa trivialis overtreft.

Zuivere vegetaties van de Phragmites-Heracleum-Poa + Ficariasociatie komen weinig voor, omdat het riet op deze hoogte slechts zelden voldoende vitaliteit bezit om andere ruigteplanten te weren. Bovendien wordt het snijden op deze plaatsen nogal eens nagelaten, waardoor de "vervuiling" in de hand wordt gewerkt (XIV.3). In de meest zuivere sociaties vindt men ook vrij regelmatig Epilobium hirsutum, Phalaris arundinacea, Solanum dulcamara e.a. Varend door een verouderend rietgorzengebied, waarin dus als gevolg van opslibbing de bodem te hoog begint te worden voor rietcultuur, is het eerste wat opvalt de forse schermen van de Heracleum, die in de nazomer, en de rijke bloemenpracht van Anthriscus, die in de lente de oeverwallen sieren. De rietbaas echter zijn ze terecht een doorn in het oog.

5.3.3 Gemeenschap van Phragmites communis en Anthriscus silvestris (G2h) (Phragmites-Anthriscus-Poa+Ficariasociatie)

Deze sociatie verschilt van de vorige vrijwel uitsluitend door het ontbreken van Heracleum. De verhouding tussen Poa en Ficaria is gelijk aan die in het vorige gezelschap. Ecologisch is er echter een duidelijk onderscheid in hoogteligging. De oxydatie reikt dieper dan 40 cm. Men treft deze sociatie uitsluitend aan beneden MHW. Wij hebben zelden een rietgorsoeverwal aangetroffen, waar wel Anthriscus en geen Heracleum groeide die bij meting boven MHW bleek te liggen. Nooit ook troffen we een volwassen Heracleumplant beneden MHW hoewel bij deze laatste soort vele metingen zijn uitgevoerd. Ook elders (X.6.3.4) wordt op de grote betrouwbaarheid van Heracleum als indicator van het MHW-niveau gewezen.

Anthriscus is een voorbeeld van een plant die door het riet (en houtgewas) wordt beschermd en is dus een echte rietgors- (en griend-) plant. In de ruigtegezelschappen kan het fluitekruid ten gevolge van de concurrentie der andere kruiden zich slechts met moeite handhaven. In tegenstelling tot de ruigte-associaties zien we Anthriscus in de rietgorzen tot 10 à 15 cm beneden MHW, dus in het potentiële gebied van de Phalaris-Epilobiumgemeenschap, afdalen. De Phragmites - Anthriscus - Poa+Ficariasociatie beslaat daardoor het traject op de rietgorsoeverwallen van MHW tot 10 à 15 cm -MHW. Behalve de genoemde soorten treft men nogal eens Valeriana, Epilobium hirsutum en andere soorten aan die reeds op een verminderende vitaliteit van het riet wijzen. Ook wordt Angelica archangelica in de Anthriscussociatie (G2h) gevonden. Is dus de Phragmites-Heracleumsociatie (G1) de rietfacies van de Heracleum-Valerianagemeenschap (Ra), het Anthriscustype (G2h) duidt op het potentiële milieu van de overgang van deze associatie naar de gemeenschap van Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb).

5.3.4 Gemeenschap van Phragmites communis, Poa trivialis en Ficaria ranunculoides (G2)
(Phragmites-Poa+Ficariasociatie)

De Phragmites-Poa+Ficariasociatie is de meest typische van de rietgorsoeverwalsociaties. Zij komt voor van ca. MHW tot ca. 20 cm -MHW en beslaat dus de bovenste helft van het gebied van de Epilobium-Phalarisgemeenschap. Van deze laatste gemeenschap vertegenwoordigt ze in feite een rietfacies. In bijlage 12 komen enige opnamen voor, gemaakt boven 10 cm -MHW, waarin Anthriscus ontbreekt, hoewel het areaal van Anthriscussociatie bij genoemd niveau begint. Wat hoogteligging betreft, overlappen deze (G2) en de vorige gemeenschap (G2h) elkaar dus. Dit kan veroorzaakt zijn door sterke expositie tegen stroom, mogelijk ook een relatief minder sterke initiale aliuviale bodemvorming (fysische rijping) van het profiel, het kan echter ook in sommige gevallen een gevolg zijn van de te kleine omvang der opnamen. Tegenover de reeds behandelde oeverwaldominantiegemeenschappen wordt de gemeenschap van riet, beemdgras en speenkruid (G2) gekenmerkt door het ontbreken van Anthriscus en Heracleum. Bovendien, kan hier Poa in oppervlakte de bedekking van Ficaria ranunculoides overtreffen. Dit laatste is altijd daar het geval waar een sterke stroom zijn invloed kan doen gelden, dus bij voorkeur op die plaatsen waar bij uitschakeling van de nadelen van die milieufactor reeds Anthriscus of zelfs Heracleum zouden vestigen. Evenals bij de beide vorige sociaties wordt de bodem door de Poa+Ficariasynusiae voor ca. 75 - 100% bedekt.

5.3.5 Gemeenschap van Phragmites communis, Caltha palustris, Poa trivialis en Ficaria ranunculoides (G3)
(Phragmites-Caltha+Poa+Ficariasociatie)

Begroeiingen die hiertoe gerekend moeten worden vinden we blijkens bijlage 12 en de diagrammen van figuur 137 steeds beneden ca. 15 cm -MHW op de oeverwallen van de rietgorzen. In het bodemprofiel is er meestal tot meer dan 30 cm diepte roest aanwezig. We hebben hier dus te maken met de rietfacies van de laagste helft van de Epilobium-Phalarisgemeenschap. Van de vorige sociatie is de riet-, dotterbloem+beemdgras+speenkruidgemeenschap onderscheiden door de onderste kruidlaag (Poa+Ficariasynusiae). Meestal is de grauwe bodem voor meer dan de helft kaal. Poa trivialis vertoont hier vaak een grotere bedekking dan Ficaria ranunculoides hoewel op beschutte plaatsen deze laatste ook kan domineren. Dank zij de geringe concurrentiekracht van Poa en Ficaria kan de dotterbloem, hoewel deze hier zeker nog niet in haar optimumgebied verkeert, meer naar voren komen, zodat ze in tegenstelling tot de vorige sociaties reeds met bedekkingscijfers 1 en zelfs 2 in de tabel verschijnt.

De afname van de vitaliteit van Poa en Ficaria kan verschillende oorzaken hebben. De belangrijkste zijn wel de duur en frequentie van overspoeling. Daarnaast kan echter ook een hoge reductietoestand van het substraat, bij een relatief geringe overspoeling, aanleiding geven tot gereduceerde vitaliteit der beide dominanten. Ook kan een sterke blootstelling aan stroom de oorzaak zijn. Dit doet zich bijvoorbeeld voor op de laagste delen van een oeverwal, daar waar deze bij elke vloed het eerst overloopt.

Er zijn aanwijzingen dat de vegetatie, al naar de werking van een van de genoemde agentia overheerst, bepaalde verschillen vertoont. Zo is het waarschijnlijk dat bij een relatief hoge ligging, waar een Phragmites-Poa+Ficariasociatie (G2) mogelijk zou zijn, bij een hoge reductiegraad zich een vegetatie met een geringe bedekking gaat vormen, waarin Ficaria ranunculoides de leiding houdt boven Poa die meer schade van de reductie schijnt te ondervinden. Dit is bij hoge gorzen het geval op de overgangen van de oeverwal naar de komgedeelten.

Is de standplaats echter beneden ca.20 cm -MHW, maar het substraat redelijk diep geoxydeerd, dan schijnt Ficaria ranunculoides het eerder af te leggen dan Poa trivialis. Ook kan het vooral de sterke stroom zijn die het speenkruid meer kwaad doet dan het beemdgras. In de meeste gevallen is echter de lage ligging wel de belangrijkste oorzaak van het ontstaan van de Phragmites-Caltha+Poa+Ficariasociatie (G3). Op de vegetatiekaart is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende variaties in deze gemeenschap.

5.4 De rietgorsgemeenschappen van de kom

5.4.1 Inleiding

Het grootste deel van de oppervlakte van de rietgorzen bestaat uiteraard uit kommen. Dat zijn dus de vlakke delen, die min of meer ingesloten liggen tussen de meestal slechts enkele dm hogere oeverwalletjes. Op de, uit cultuuroogpunt gezien, goede rietgorzen zijn deze kommen uiterst arm aan begeleiders. Naast enkele, zeer sporadisch optredende, toevallige soorten is er maar één constante soort aanwezig, die wij echter een rietbegeleider bij uitnemendheid kunnen noemen, nl. Caltha palustris. Zoals reeds werd opgemerkt, is deze plant dank zij de vroege bloeiperiode in staat om, voordat het riet zich sluit, zijn gehele levenscyclus te volbrengen. Vermoedelijk ook werkt de omstandigheid dat deze plant zich goed vegetatief kan verspreiden via elders te beschrijven "wortelballen", nog mee aan het rijkelijk voorkomen van deze fraaie plant op de rietgorzen. Naast gorzen met dotterbloemen komen ook gorzen voor, waar vrijwel geen begeleiders worden aangetroffen, maar ook gorzen waar naast de dotters nog een aantal andere soorten wordt waargenomen. De meest constante daarvan zijn: Cardamine amara en Myosotis scorpioides. Deze laatste soorten rekenen we nog tot echte rietgorsplanten, hoewel bij het optreden van Myosotis reeds duidelijk sprake is van verminderende vitaliteit van het riet. In deze soortenarme vegetaties is het begrijpelijk, dat er niet steeds voor elk edafisch en hydrologisch onderscheid een of meer soorten door hun aanwezigheid of ontbreken indicerend kunnen optreden.

Op grond van de vitaliteit van sommige soorten valt echter reeds heel wat over het milieu te concluderen. Zo duidt het zeer vitale optreden van de dotterbloem op een relatief sterk gereduceerd substraat bij een niet al te lage ligging, waarmee tegelijk een minder goede groei van het riet gepaard gaat. Schaarse groei van Caltha op overigens vegetatie-arme rietgorzen duidt op een optimale groei van het riet. Wij moeten hier de nadruk op leggen, dat dit alles geldt voor, behoudens de dotterbloem, vegetatie-arme rietgorzen. Spelen nog andere planten een belangrijke rol op het gors, dan kunnen de concurrentieverhoudingen weer heel anders liggen en wordt het voorkomen van de dotterbloem, behalve door edafische en hydrologische factoren en de invloed van Phragmites, nog door andere invloeden geregeld. Het ecologische patroon wordt dan te gecompliceerd om uit het iets meer of minder vitaal zijn van een bepaalde soort belangrijke conclusies te trekken. Er zullen dan bovendien reeds allerlei karakteristieke soortencombinaties als onderscheidingskenmerken gebruikt kunnen worden.

5.4.2 Caltharijke gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5r) (Caltharijke Phragmites-Calthasociatie; fig.117)

Deze dotterbloemrijke gemeenschap van riet en dotterbloem (G5r) wordt gekenmerkt door een zeer uitbundige groei van Caltha palustris. De dotterbloem kan hier omstreeks half tot eind april vrijwel de gehele bodem bedekken. De dotterbloemplanten kunnen soms tot ca.100 cm hoog worden. Naast riet en dotterbloemen komt geen enkele andere soort voor. De standplaats is steeds sterk gereduceerd en het profiel wordt gekenmerkt door sterke reductiekleuren waarbij geen of hoogstens in de bovenste paar cm enkele roestvlekjes waarneembaar zijn. Waar deze vegetatie voorkomt in de centra van de kommen is de bodem meestal betrekkelijk week. Ook is deze sociatie dikwijls te vinden dicht tegen de oeverwallen, waar deze een scherpe bocht maken, hetgeen bijvoorbeeld bij het uitmonden van een kreek dikwijls het geval is (zie vegetatiekaart, bijlage 2). Op deze laatste plaatsen kan de bodem betrekkelijk vast aanvoelen, òf omdat het substraat betrekkelijk zandig is, òf ook omdat het een opnieuw gereduceerde, maar reeds eerder wat gedehydrateerde (hst.V) grond kan zijn. De hoogte kan blijkens de waarnemingen variëren van ca. 20 tot ca. 50 cm MHW. Het riet is nimmer van zeer goede kwaliteit op deze sterk gereduceerde gronden. Het naar voren komen van de dotters is dan ook een gevolg van de combinatie van iets gereduceerde vitaliteit van het riet en de voorliefde van de dotterbloem om in een week, gereduceerd substraat te groeien. Het riet ontwikkelt echter nog wel genoeg concurrentiekracht om andere planten dan de echte rietgorsbegeleider Caltha te weren. Wel is het zo, dat in de jaren dat de rietgroei laat begint of langzaam op gang komt, de dotterbloem een grotere vitaliteit verkrijgt. De concrete grenzen in het veld tussen deze en de volgende gemeenschap liggen dus niet elk jaar bij gelijke edafische en hydrologische omstandigheden precies op dezelfde plaats. Hetzelfde geldt voor de volgende beide gemeenschappen onderling (zie ook XII.4.2). Het abiotisch milieu van de Caltharijke Caltha-Phragmitessociatie (G5r) komt overeen met de typische (Re) en de Stachysrijke variant (Reh) van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum. De hier beschreven sociatie vertegenwoordigt van deze beide gemeenschappen van weke, anaerobe substraten de rietfacies.

5.4.3 Gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5) (Phragmites-Calthasociatie)

De gemeenschap van riet en dotterbloem (G5) vertegenwoordigt het vegetatietype dat op de vegetatiekaart de belangrijkste oppervlakte van de rietgorzen beslaat. Evenals in het vorige ontbreekt hier behoudens het riet en de dotterbloem, vrijwel alle hogere plantengroei. Caltha heeft hier echter een minder grote vitaliteit, maar beheerst

nog geheel het aspect, zonder evenwel het grootste deel van de bodem te bedekken. De bodem varieert van vrij vast tot vrij week. Tot een diepte van ca.15 à 30 cm is steeds wel enige roest te vinden. De hoogte varieert van ca.20 cm tot ca.50 cm -MHW. De hoogteamplitude komt dus wel ongeveer overeen met die van de dotterbloemrijke gemeenschappen riet-dotterbloem. Het belangrijkste verschil is gelegen in het wortelmilieu voor de planten. Het riet heeft hier steeds een grote vitaliteit en is ook in verband daarmee van goede kwaliteit. Een groot percentage van het Biesboschriet komt uit deze gemeenschap.

De Phragmites-Calthasociatie (G5) kan worden opgevat als de rietfacies van de varianten der vastere delen van de kom uit het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum Stachyosum (Reh) en typicum (Re) en overgangen van deze naar de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb).

5.4.4 Caltha-arme gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5q)
(Caltha-arme Phragmites-Calthasociatie)

Evenals de vorige sociatie is ook de dotterbloemarme gemeenschap van riet en dotterbloem (G5q) weer een begroeiing, uitsluitend samengesteld uit Phragmites en Caltha. De bedekking van Caltha is hier steeds gering, maar de soort komt nog regelmatig voor (abundantiebedekking meestal +maximaal 1). De planten blijven in vergelijking met verwante vegetatietypen betrekkelijk klein. De bodem kan van tamelijk vast tot vrij week variëren. De diepte van de roest is vergelijkbaar met die van het vorige type, nl. van ca. 10 - 30 cm (XI.7.1.2). Wij maten hoogten tussen ca.30 en 60 cm -MHW. Dit rietgorstype is echter veelal beneden de 40 à 50 cm -MHW gelegen. Waar men het hoger aantreft is dit meestal duidelijk kenbaar aan het, zij het sporadisch, optreden van Cardamine, Poa of zelfs Ficaria ranunculoides. Deze sociatie kan worden opgevat als de rietfacies van voornamelijk de Typha angustifoliarijke subvariant van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum (Rce) en het Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum (Rc). Daarnaast vertegenwoordigen enkele plaatsen ook rietfacies van de Stachysrijke variant van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum en overgangen daarvan naar de Epilobium-Phalarisgemeenschap, waar het riet een bijzonder grote concurrentiekracht kan ontwikkelen. Vrijwel steeds geeft deze sociatie de plaatsen aan, waar een actuele, optimale rietgroei heerst. Voor een belangrijk deel indiceert zij ook de potentiële, voor het riet optimale groeiplaats. Behalve in de kommen komt deze gemeenschap ook langs oevers en op lage oeverwallen voor.

5.5 Verwilderings(regressie)typen van het rietgors

5.5.1 Inleiding

Het kenmerk van de thans te bespreken sociaties is naast een grotere of geringere bedekking van Caltha, het voorkomen van Myosotis scorpioides en Cardamine amara, soms gepaard met het optreden van enkele andere ruigteplanten zoals Alisma plantago aquatica, Phalaris arundinacea en andere.

Myosotis kan wel eens een enkele keer ontbreken, maar dan is toch steeds Cardamine amara of Alisma plantago-aquatica of Phalaris arundinacea aanwezig. Het optreden van de ruigteplanten duidt op vermindering van concurrentiekracht van het riet, o.a. komt er blijkbaar meer licht op de grond. Myosotis bloeit reeds vrij vroeg (mei, juni) en het is dan ook niet verwonderlijk, dat deze als voorloper van de ruigteplanten, tezamen met de echte rietgorsbegeleider Cardamine amara, de meest constante soort van de in de eerste verwilderingsfase verkerende rietgorsvegetaties is. De verwantschap met de Veronica-Polygonumgemeenschap (Rp) is duidelijk.

5.5.2 Gemeenschap van Phragmites communis en Myosotis scorpioides (G4) (Phragmites-Myosotissociatie)

Aan deze gemeenschap nemen naast Myosotis nog weinig ruigteplanten deel. De grootste oppervlakte van deze gemeenschap komt voor op groeiplaatsen overeenkomend met die van de Phragmites - Calthasociatie (G5), voorzover die gelegen is boven ca. 40 cm - MHW.

Edafisch en hydrologisch is er geen enkel onderscheid met deze laatste vegetatie te bespeuren, dit blijkt ook duidelijk uit de roesthoogtediagrammen (fig.137). Vermoedelijk ligt de oorzaak van het verschil dan ook in andere dan abiotische factoren, zoals in ziekten van het riet en ernstige mechanische beschadiging, alsook in het nalaten van het snijden gedurende enkele jaren, waardoor een losse stand van het riet wordt bevorderd. Hoe het zij, wij moeten aannemen dat de concurrentiekracht van het riet minder sterk is, gezien het optreden van weinig schaduwverdragende, laatbloeiende ruigteplanten (XI.7.1). Uit de rietstoppel tijdens het seizoen van onderzoek (april) en uit de opbrengstgegevens (mond.meded.van rietsnijders) bleek dit in vele gevallen ook duidelijk. In XI.7.1 wordt nog nader op de zogenaamde ecologie van deze gemeenschap ingegaan. Er zou nog een onderscheid kunnen worden gemaakt tussen een hoge vorm van dit gezelschap, waarin Poa trivialis en Ficaria ranunculoides meer of minder ruim vertegenwoordigd zijn (Phragmites-Poa+Myosotissociatie) en een lagere vorm beneden 40 cm -MHW, waarin deze soorten niet aanwezig zijn.

De oppervlakte van deze lage vorm van deze gemeenschap is echter vermoedelijk klein. Bij de kartering werd geen onderscheid ge-

maakt tussen beide vormen van Phragmites-Myosotisgemeenschappen.

Deze sociatie kan weer worden beschouwd als een rietfacies van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum typicum (Rce, Re), de Stachysrijke variant van deze sociaties (Reh) en de overgang naar de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb).

5.5.3 De Caltharijke gemeenschap van Phragmites communis en Myosotis scorpioides (G4r)
(Phragmites-Caltha+Myosotissociatie)

De dotterbloemrijke riet-vergeetmenietgemeenschap (G4r) verhoudt zich tot de vorige als de Caltharijke Phragmites-Calthasociatie (G5r) zich verhoudt tot de gewone Phragmites-Calthasociatie (G5). Naast de normale soortensamenstelling van de Phragmites-Myosotissociatie heeft het hier beschreven rietgorstype een sterke dominantie van Caltha, welke soort hier bij volledige ontwikkeling ongeveer de helft of meer van de oppervlakte (ca. half tot eind april) bedekt. Soms is de Calthabedekking zo sterk, dat weinig andere planten zich kunnen ontwikkelen, de sociatie is dan vrijwel gelijk aan de Caltharijke Phragmites-Calthagemeenschap (G5r).

Het is duidelijk dat de edafische en hydrologische factoren weer geheel identiek zijn aan die van het laatstgenoemde dominantiegezelschap (fig.117). Evenals de andere Myosotissociatie (G4) moet ook deze weer als een eerste degeneratiestadium worden beschouwd dat de terugslag inleidt naar de gemengde ruigtevegetatie, in dit geval de Typha-Sparganiumgemeenschap (Re) en de gemeenschap van Stachys palustris, Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Reh).

5.5.4 Rietgors-ruigtegemeenschap (Gr)
(Sociaties van Phragmites en div. species)

Hieronder vatten we alle rietgorsvegetaties samen, waar tussen het riet, dat nog steeds bij volledige ontwikkeling ongeveer drievierde deel van de oppervlakte beslaat, reeds een groot aantal ruigteplanten voorkomt, dat niet aangepast is aan het leven tussen het riet.

De inleider van de terugslag, Myosotis, is in tegenstelling tot zijn constante compagnon Cardamine amara vaak, waarschijnlijk ten gevolge van concurrentie der andere ruigteplanten, reeds weer verdwenen.

Er zou een groot aantal terugslagtypen onderscheiden kunnen worden, al naar de richting waarin de terugslag gaat en de fase waarin ze zich bevindt. Wij geven in de tabel echter een aantal voorbeelden, waaruit nu eens duidelijk, dan weer minder duidelijk valt op te maken om welk ruigtegezelschap het gaat. Bij de kartering is er naar gestreefd, deze verwilderingstypen aan te geven als overgang van rietsociatie naar ruigtegezelschap. Meestal zijn het echter zeer kleine oppervlakten, zodat ze niet op de kaart konden worden inge-

tekend. Zijn de oppervlakten groter, dan is meestal reeds van echte ruigtevegetaties sprake en zijn ze dus ook als zodanig in kaart gebracht.

De terugslagvegetaties behoren potentieel, zoals uit het voorgaande wel duidelijk is, vrijwel steeds tot het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum stachyosum (Reh) en typicum (Re en Rce), de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb) en het Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum (Rc). Plaatsen waar het riet als dominant binnendringt in lager gelegen associaties (Scirpetum triquetri maritimi phalaridetosum en typicum e.d.) zijn meestal zo klein, dat ze niet op de kaart voorkomen (zie ook X.5.6).

Is verder het potentiële gezelschap zonder meer te herkennen, dan zijn bovendien de vegetaties als zodanig gekarteerd. In X.3.3.4 werd reeds behandeld, dat een belangrijk deel der rietgors-ruigtevegetaties behoort tot de overgang tussen de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb) en de Stachys-Typha-Sparganiumgemeenschap (Reh).

Een op de oeverwallen veel voorkomende ruigtesociatie is de Phragmites-Phalarissociatie. Dikwijls komen er weinig andere planten in voor en vormt Phalaris een dichte synusia onder het riet, dat dan ook meestal minder vitaal is. Deze plaatsen zijn op de kaart met een apart symbool binnen de andere typen, waarin de Phalarissynusiae voorkomen, aangegeven. Deze sociatie moet overwegend beschouwd worden als een regressiestadium van Phragmites-Poa+Ficariasociaties (G2 en 3) naar de gemeenschap Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb).

5.6 Het kruidenloze rietgors

Als laatste rietgorstype behandelen we hier een vegetatie, die nagenoeg uitsluitend bestaat uit de dominant: riet. Deze vegetatie sluit aan bij de Caltha-arme Phragmites-Calthasociatie (G5q). Evenals bij deze ziet men enkele toevallige zaailingen, die voordat het riet hoog is opgeschoten, kans zien om kortstondig tot geringe ontwikkeling te komen. Deze plaatsen komen vermoedelijk evenzeer voor bij sommige andere typen, maar vallen daar niet op tussen de dichtere stand van andere planten. In de tabel van bijlage 12 verschijnen ook nog de echte rietgorsplanten, zij het met zeer lage abundantiecijfers. Ondanks dit sporadisch voorkomen blijkt uit deze tabel, dat er toch nog wel een correlatie te vinden is tussen soortencombinatie en hoogte ten opzichte van MHW. De soortenarmoede kan voor de niet te laag gelegen opnamen op soortgelijke manier als bij de Caltha-arme riet-dotterbloemgemeenschap (G5q) worden verklaard uit de zeer grote vitaliteit van het riet. Treft men in het veld grote oppervlakten van dit kruidenloze gors aan, dan zijn het vrijwel steeds complexen, die dieper liggen dan ca. 50 - 60 cm -MHW. De grote massa van het kruidenloze gors ligt dus als een zone beneden het Caltha-arme gors (XI.7.1).

De hier beschreven sociatie moet worden beschouwd als een rietfacies van het Scirpetum triquetri et maritimi phalaridetosum (Rdh) en het Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum (Rc) en de lagere delen van het Scirpeto Phragmitetum calthetosum (Rdf, Rce en Rc).

6. DE GRIEND- EN VLOEDBOSGEMEENSCHAPPEN

6.1 Inleiding

Onder de griend- en vloedbosvegetatie (tabel U; bijlage 13; zie Engelse samenvatting) vatten we het geheel van begroeiingen samen in de Biesbosch, waarin houtige gewassen een dominerende betekenis hebben. Wat oppervlakte betreft, bestaat verreweg het grootste deel van deze bosvegetaties uit grienden en is dus geheel in cultuur.

In de schaarse, meer of minder spontane houtvegetaties (fig.119) wijkt de vegetatie in samenstelling of structuur niet duidelijk genoeg af van de cultuurgrienden om een scheiding van deze beide groepen te rechtvaardigen. De, in dit soort vegetaties synsystematisch zo belangrijke, houtétage is in de cultuurgrienden uiteraard overwegend kunstmatig aangeplant en wordt regelmatig gehakt. Gegevens over de invloed van het milieu op de houtsoorten verschaffen ons de schaarse spontane vegetaties en de vitaliteit van de aangeplante soorten. Het is te verwachten dat in het extreme milieu van de zoetwatergetijdendelta slechts aanplant van de van nature aan de standplaats aangepaste houtsoorten succes zal hebben. In de houtsoortensamenstelling bestaat tussen de spontane houtvegetatie en de grienden in grote lijnen dan ook geen belangrijk verschil.

De houtétage blijkt een belangrijke invloed op de kruidengroei daaronder uit te oefenen. Er is een duidelijk onderscheid tussen de ondergroei van griend en een op overigens gelijke standplaats groeiende ruigtevegetatie; deze invloed is echter niet zo groot als bij de rietgorzen, hetgeen te verwachten is, daar de wilgen zelf een geheel andere groeiwijze hebben dan de kruiden en de factor concurrentie om ruimte voor wortels en bovengrondse delen daardoor veel minder extreem werkt.

Evenals bij de vegetatie van ruigten, biezen- en rietgorzen bleek het mogelijk de verkregen opnamen zo te rangschikken, dat opnamen, gemaakt in ecologische en synmorfologisch verwante vegetaties, dicht bijeen in de tabel verschijnen, of men nu bij de rangschikking de ecologie dan wel de synmorfologie (voornamelijk floristische samenstelling) als criterium van rangschikking gebruikt.

Er werden op deze wijze 10 synmorfologische (voornamelijk floristische) duidelijk van elkaar te onderscheiden gemeenschappen onderscheiden. Hieronder worden deze in hun synsystematisch verband gegeven.

6.2 Griend- en vloedbosgemeenschap met kruiden Circea lutetiana en Carex remota (V0) (Cariceto remotae-Fraxinetum anthriscetosum)

6.2.1 Ecologische en floristische typering

De bosgemeenschap met heksenkruid en zegge (V0) vormt de hoogst ontwikkelde fase in het vloedbos. Dit blijkt uit de grote soortenrijkdom van het plantendek, maar eveneens uit de rijke schakering in het dierenleven in de bodem. De frequentie van de overspoelingen is over het algemeen nog minder dan bij de beide hoogste varianten van het Salicetum cardaminetosum, waar deze al betrekkelijk laag is (bijlage 13). Mede dank zij het rijpingsonderzoek van de bodem menen wij te mogen concluderen, dat echter het hoofdonderscheid met genoemde gezelschappen is gelegen in het verschil in rijpingsstadium van de bodem. Bij een gelijke, niet te intensieve overspoelingsinvloed zal een fysisch goed gerijpte bodem een Cariceto Fraxinetum dragen, terwijl op een minder goed gerijpte bodem van gelijke hoogte, ook al is de roest in het profiel even ver naar beneden doorgedrongen, nog een Salicetum albae (Heracleumvariant) V2 kan groeien (XI.7.1 en VI.2.5). De relatief reeds hoog-bekade voormalige weipolders, die zoals wel meer voorkomt, met griend worden ingepoot, geven de beste voorbeelden van de griendgemeenschappen van Carex remota en Circea lutetiana.

Belangrijke kenmerken voor deze vegetatie, die in de Biesbosch als exclusief kan worden beschouwd, zijn:
Circea lutetiana, Carex remota, Alopecurus pratensis, Deschampsia caespitosa, Ranunculus acer, Lysimachania nummularia, Stachys sylvatica, Agropyron caninum.

Opmerkelijk is het regelmatig, zij het met verminderde vitaliteit, voorkomen van Carex riparia (soms ook Carex acuta) die in de Biesbosch in andere bosvegetaties ontbreekt. Deze soorten komen buiten het bos voornamelijk voor in komruigten, de laatste ook op vrij laag niveau. De eerste van deze beide soorten is voornamelijk gebonden aan de geringe overspoelingsinvloed in deze bosgemeenschap, tezamen met de speciale concurrentie-omstandigheden ervan.

Het ontbreken van de soorten Myosotis scorpioides, Bidens frondosus, Senecio paludosus en Caltha palustris verscherpt het onderscheid met de andere bosgemeenschappen in een zoetwatergetijdengebied.

Gepaard aan dit duidelijk tweezijdig floristisch onderscheid met de lagere griendtypen is er ook een opmerkelijk verschil in de fase van bodemrijping en de aard van de bodemfauna. Vergelijking met andere, buiten de Biesbosch gelegen vegetaties doet zien, dat de grens tussen deze gemeenschap en de andere griendtypen ook in synsystematisch opzicht belangrijk is (hst.XIV). Er ligt hier in bepaalde opzichten werkelijk een grens tussen twee werelden, namelijk de grens tussen de invloedssfeer en het continent en die van de zee.

Het rekenen van de hier besproken gemeenschap tot het Caricéto remotae-Fraxinetum Koch (1926), waarmee de kruidlaag verwantschap vertoont, heeft echter een bezwaar, dat o.a. gelegen is in de samenstelling van de boom- en struiketage, waarop deze naam toch ten dele is gebaseerd. In de Biesbosch heeft men er vrijwel zonder uitzondering "griend"wilgen aangeplant, soms, vooral op zandige plaatsen, gemengd met enkele populieren: Populus marilandica P.serotina en andere hybriden, vaak ook Populus nigra. Wij troffen echter nogal eens eiken en essenkiemplanten en zelfs enkele vitaal groeiende, waarschijnlijk aangeplante iepenstruiken en bomen van genoemde soorten aan. Het is daarom, gezien de sterke verwantschap die èn de bodemgesteldheid èn de vegetatie met het "Bach-Eschenwald" vertonen, zeker verantwoord, de es en de eik naast een belangrijk aandeel aan populieren en wilgen (Salix alba en Salix fragilis) als natuurlijke boométage te beschouwen. In deel II wordt eenvoudigheidshalve gesproken van de Fraxinetumgriend, tegenover de Salicetumgriend, waarmee de overige griendgemeenschappen worden samengevat.

6.2.2 *Fysiognomie en seizoenaspecten*

De fysiognomie wijkt van die van de overige, relatief hoog gelegen griendgemeenschappen V1-V3 af door de aanwezigheid van minder weelderig groeiende, bij wijze van spreken meer gedistingeerde soorten. In XI.7.2.2 blijkt dat hiermee een groter gehalte aan skleromorfe planten gepaard gaat. Ook de gigantische afmetingen, die vele planten in de tot het Salicetum behorende vegetaties aannemen, worden hier wat getemperd (o.a. bij Angelica, Symphytum, Heracleum, Rumex obtusifolius ssp.silvester). Ook uit de presentie- en abundantiebedekkingscijfers blijkt dat deze ook hier overigens nog regelmatig voorkomende soorten uit het Salicetum niet meer geheel in hun optimum zijn. Anthriscus daarentegen ontwikkelt hier een zo mogelijk nog grotere vitaliteit, hetgeen blijkt uit de genoemde cijfers maar ook uit de afmetingen. Deze soort geeft daarmee blijk van haar voorkeur voor het mede naar haar genoemde bosgezelschap.

Uit wat gezegd is over de afmetingen van sommige planten make men niet op, dat hier van een weinig vitale vegetatie sprake zou zijn. Ook in de griendgemeenschap van Circea lutetiana en Carex remota (V0) overtreffen vele soorten de in de flora's opgegeven maten; het verschil is dus slechts van relatieve aard.

De groeiseizoenaspecten zijn analoog aan die van de hogere andere griendgemeenschappen (X.6.3). Ook hier is een voorjaarsaspect van speenkruid nog verrijkt met Ranunculus auricomus, overgaand in een overweldigende bloei van de vooral in deze gemeenschap optimale Anthriscus silvestris. In de zomer en nazomer prijken er de sierlijke bloemen van het heksenkruid (Circea lutetiana), terwijl Impatiens noli-tangere dan tot massale ontwikkeling kan komen.

6.3 De middelhoog gelegen griend- en vloedbos gemeenschappen (V1, V2, V3, V3r en V3q) (Salicetum albae cardaminetosum)

6.3.1 Ecologische en floristische typering

De omstreeks of boven MHW gelegen of tot die hoogte bekade griendgemeenschappen beslaan een groot deel van de oppervlakte van de grienden. Edafisch worden ze gekenmerkt door een matig fysisch gerijpte bodem, die bij het begaan de indruk maakt vast te zijn. Over het algemeen is de bodem tot omstreeks een halve meter of dieper doorlucht, behalve bij de gemeenschap Salix alba, Anthriscus en Caltha (V3r) waar de bodemaeratie gering is.

Floristisch onderscheidt zich deze groep van gemeenschappen van de heksenkruid-zeggegriendgemeenschap (V0), behalve door het ontbreken van de voor laatstgenoemde vegetatie exclusieve soorten, door het voorkomen van: Myosotis scorpioides, Bidens frondosus, Senecio paludosus, Caltha palustris.

Deze soorten heeft de hier besproken groep van gemeenschappen gemeen met de op lager gelegen en op minder geaëreerde bodem groeiende griendvegetaties. Ten opzichte van deze laatste onderscheidt zich de hier behandelde groep van gemeenschappen (subassociatie) door het optreden van de soorten: Valeriana officinalis, Anthriscus silvestris, Angelica silvestris, Poa trivialis, Impatiens noli-tangere, Urtica dioica, Rubus caesius, Ficaria ranunculoides, Galium aparine.

Soorten die in deze gemeenschappen alle vaak dominant optreden en tevens constant in de heksenkruid-zeggegriendgemeenschap (V0) voorkomen. Bovendien ontbreken hier de voor de groep van lager gelegen griend- en vloedbosgemeenschappen exclusieve soorten: Apium eu-nodiflorum Thlng, Sium erectum, Alisma-plantago-aquatica, Callitriche stagnalis, Veronica anagallis-aquatica.

6.3.2 Fysiognomie en seizoenaspecten

De hier behandelde griend- en vloedbosgemeenschappen vallen tussen de andere Nederlandse bosgemeenschappen op door een buitengewoon weelderige, forse kruidengroei. Ook in de Biesbosch spannen deze gemeenschappen de kroon, wat betreft hoogte en omvang der kruidenétage. Een uitzondering hierop vormt de gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Vaucheria (V3q), die een overgang vormt naar de lager gelegen griendtypen.

In het vroege voorjaar, wanneer de wilgen nog niet zijn ontloken, bepalen de gele sterretjes van het speenkruid (Ficaria ranunculoides)en de eventueel voorkomende forse bloemen van de dotters (Caltha) het aspect, spoedig gevolgd door de witte bloemenpracht der bittere veldkers, een van de meest typische vloedbosplanten. Omstreeks mei gaat, behalve in de Vaucheriarijke gemeenschap (V3q), het fluitekruid (Anthriscus silvestris) op uit-

bundige wijze met vaak tot ver over de twee meter opgeheven bloemenschermen het beeld beheersen; later voegt zich hierbij de rosewitte bloesem der al even forse valerianen maar dan is het inmiddels al juli en ontluiken de bloemen van de kruipende boterbloem (Ranunculus repens), smeerwortel (Symphytum officinalis) en andere.

Tegen augustus begint de kleurenweelde enigszins te tanen. Dan zijn het de minder kleurige verschijningen die het aspect bepalen, zoals de engelwortel (Angelica silvestris) en in de hoger gelegen gemeenschappen de forse bereklauw (Heracleum sphondylium).

Een opvallende verschijning is de aartsengelwortel*) (Angelica archangelica), die in deze tijd van het jaar zijn grootste afmetingen bereikt. Met zijn machtige bladen en stengels waarop tot meer dan drie meter hoogte de bolronde bloemenschermen prijken, beheerst deze plant waar hij voorkomt volkomen het vegetatiebeeld. Het frisse van de voorjaarsvegetatie is dan reeds verdwenen; in het bijzonder de talrijke zuringplanten (Rumex conglomeratus en Rumex obtusifolius ssp.silvester), maar ook vele andere soorten worden door allerlei dieren, in het bijzonder slakken, sterk gehavend. Ten slotte brengt echter in de nazomer het sappige groen en de exotisch aandoende bloemen van het springzaad (Impatiens noli-tangere) weer een vrolijke noot in de wat somber geworden grienden.

6.3.3 Gemeenschap van Salix alba en Scrophularia nodosa (V1)
(Scrophularia variant van het Salicetum albae cardaminetosum)

De gemeenschap van wilg en helmkruid vertoont in vele opzichten een typisch overgangskarakter tussen de griend-vloedbosgemeenschap met heksenkruid en zegge (V0) en de overige bosgemeenschappen in de Biesbosch. Dit blijkt uit de fysiognomie, de floristische samenstelling, de bodemfauna en de aard van de bodem; de tabellen spreken, wat dat betreft, duidelijke taal. Helaas is in deze vegetatie in het kader van het rijpingsonderzoek geen analyse gemaakt, maar uit onze ervaring aangaande de consistentie en kleur blijkt ook duidelijk, dat, ook wat betreft de bodemtoestand, deze vegetatie een tussenpositie inneemt.

*) De naam van deze onlangs ingeburgerde plant is tijdens het Biesboschonderzoek gegroeid en heeft reeds in brede kring ingang gevonden. De schoolmeesterachtige naam "Echte Engelwortel" uit de Flora van HEUKELS en WACHTER is kunstmatig en onlogisch.

Van de vorige gemeenschap (V0) wordt de hier besproken vegetatie onderscheiden door het ontbreken van de exclusieve soorten van die gemeenschap en het voorkomen van Myosotis scorpioides Bidens frondosus, Senecio paludosus en Caltha palustris.

Differentiërende soorten ten opzichte van de andere griend- en vloedbosgemeenschappen zijn: Scrophularia nodosa, Filipendula ulmaria*), Thalictrum flavum, Carex riparia*), Glechoma hederacea, Dactylis glomerata, Epipactis helleborine. Dit zijn alle soorten, die een min of meer duidelijk optimum in de heksenkruid-zeggegemeenschap (V0) blijken te bezitten (zie presentie- en bedekkingscijfers). Men kan alle dus zonder meer beschouwen als typische vertegenwoordigers uit het Caricetо remotae-Fraxinetum die, aan de periferie van het Salicetum, deze laatste binnendringen. Zij behoren dan ook ecologisch tot dezelfde groep als de exclusieve soorten van het Caricеto remotae-Fraxinetum (V0).

6.3.4 Gemeenschap van Salix alba en Heracleum sphondylium (V2)
(Heracleumvariant van het Salicetum albae cardaminetosum)

De gemeenschap van wilg en bereklauw komt voor op een tot vrij grote diepte doorlucht substraat, dat echter duidelijk minder fysisch is gerijpt dan de bodem onder de vorige twee gemeenschappen. De bodemoppervlakte is steeds boven MHW gelegen. Het rijpingsstadium komt in het algemeen meer overeen met de hieronder te bespreken gemeenschap van Salix alba, Anthriscus silvestris en Cardamine amara (V3). Floristisch blijkt de hier behandelde gemeenschap daar ook veel overeenkomst mee te vertonen.

Differentiërend ten opzichte van de gemeenschap van Salix alba, Anthriscus en Cardamine amara (V3) zijn nu in hoofdzaak de volgende soorten: Heracleum sphondylium, Crepis paludosa, Festuca gigantea en voorts een aantal minder constante soorten, dat in de tabel is aangegeven. Bij de ontelbare metingen, verricht op plaatsen waar Heracleum groeide, is noch buiten, noch in de grienden ooit een plaats aangetroffen, waar volwassen Heracleum beneden de MHW-lijn voorkwam. Steeds stond deze plant op of boven gemiddeld hoogwater. Vergelijking van de presentiecijfers doet zien, dat Heracleum zijn optimum heeft in deze gemeenschap; dit in tegenstelling tot Festuca gigantea, die

*) Deze soorten zijn niet zo zeer aan het rijpingsstadium dan wel aan de hoogteligging gebonden.

meer beschouwd moet worden als een ver binnengedrongen soort uit de griend- en vloedbosgemeenschap van Circeae lutetiana en Carex remota (V0). Dit is in overeenstemming met het voorkomen van deze laatste soort in andere bosgezelschappen. Voor Crepis paludosa geldt hetzelfde als voor de bereklauw; Crepis vertoont bovendien nogal eens het "duikervermogen" (XI.7.4.3), hetgeen van de beide andere differentiërende soorten nimmer is waargenomen. Het verschil met de gemeenschap van Salix alba en Scrophularia nodosa (V1) bestaat alleen in het ontbreken van de daar genoemde differentiërende soorten.

Naast de houtsoorten, die ook in de Anthriscus-Salix-Cardaminegemeenschap (V3) voorkomen, blijken ook populieren het hier tot aanzienlijke vitaliteit te kunnen brengen, hoewel de nog relatief zachte bodem voor een vlakwortelaar als de populier moeilijkheden kan opleveren (omwaaien; XV.4.3).

6.3.5 Gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Anthriscus silvestris (V3)(Salicetum albae cardaminetosum typicum; fig.125)

Deze algemeen voorkomende gemeenschap in de zoetwatergetijdengrienden heeft zijn areaal omstreeks MHW.

De bodemgesteldheid komt overeen met die van de vorige gemeenschap, maar is over het algemeen minder diep geaëreerd (fig.137). Floristisch wordt deze gemeenschap van de vorige onderscheiden door het ontbreken van de aldaar genoemde differentiërende soorten. Zelf heeft het ten opzichte van het Heracleum (V2) en Scrophularia+griendtype (V1) geen differentiërende soorten, evenals dit geldt voor het Heracleumtype (V2) wat betreft de afgrenzing tegen de griendgemeenschap met Scrophularia (V1). Met deze omstandigheid is bij de synsystematische indeling (volgens de principes van de Frans-Zwitserse school) rekening gehouden (XIII.3.3).

Ten opzichte van de gemeenschappen, die beneden MHW zijn gelegen (V4, 5 en 6), wordt deze gemeenschap onderscheiden door het voorkomen van de in X.6.3.1 genoemde differentiërende soorten, die de groep van middelhoge bosgemeenschappen (Salicetum albae cardaminetosum; V2,V3,V3r en V3q) onderscheiden van de gemeenschappen van de lager gelegen standplaatsen (Salicetum albae alismetosum; V4,V5,V6). Het onderscheid met de nauw verwante gemeenschappen van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r) en de gemeenschap van Salix, Cardamine en Vaucheria (V3q) wordt bij de beschrijving van deze gemeenschappen behandeld.

Meer dan de beide vorige, die voornamelijk op van nature reeds hoog liggende oeverwallen voorkomen, heeft deze gemeenschap van Salix, Cardamine en Anthriscus (V3) haar verspreiding te danken aan de bekading.

6.3.6 Gemeenschap van Salix alba, Anthriscus silvestris en Caltha palustris (V3r) (Caltharijke subvariant van het Salicetum albae cardaminetosum typicum)

De gemeenschap van wilg, fluitekruid en dotterbloem (V3r) is nauw verwant aan de vorige gemeenschap (V3); dit komt ook tot uitdrukking in de synsystematische indeling.

Het voornaamste verschil bestaat hierin, dat naast typische vertegenwoordigers van de middelhoge grienden zoals fluitekruid (Anthriscus silvestris), beemdgras (Poa trivialis) e.a., ook soorten voorkomen die overigens tot de lager gelegen griendtypen zijn beperkt. Hiertoe behoren o.a. Alisma plantago-aquatica, Sium latifolium e.d. Het domineren van dotterbloem in het voorjaar is ook kenmerkend. Deze verschijnselen wijzen erop, dat de bodemaeratie weinig sterk is. Inderdaad blijkt ook uit de figuren 137, dat de hier besproken gemeenschap, hoewel omstreeks hoogwater gelegen, geen of slechts tot geringe diepte roest vertoont.

In extreme vorm komt de gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r) voor op lage plaatsen in polders, zoals dijkputten en oude kreken waar vermoedelijk kwel optreedt. Op deze plaatsen vertoont ze grote gelijkenis, in het bijzonder fysiognomisch, met de door MEYER-DREES (1936) beschreven bronnetjesbossen (Alnetum glutinosae cardaminetosum). De overeenkomst in milieu is duidelijk. Alleen de Chrysosplenium soorten zijn tot nog toe op dergelijke plaatsen niet aangetroffen. Op de enkele plaatsen waar deze vegetatie voorkomt, bestaat de boomlaag uit Alnus glutinosae (Achterste Kievitswaard, Zalmgat tussen Zalm en Kroon).

Het ontbreken van regelmatige overspoelingen maakt daar het optreden van enkele soorten uit de hoogst gelegen vloedbos-griendgemeenschappen mogelijk, zoals bijvoorbeeld Carex riparia en Filipendula almaria, soorten die slecht overspoeling, maar wel een gereduceerd wortelmilieu blijken te verdragen.

De Salix-Anthriscus-Caltha gemeenschap treedt vaak op wanneer de begreppeling in de griend niet in orde is of het debiet van de griend te klein is en de bodemaeratie, ondanks een ligging omstreeks MHW, daardoor slechts gering is. De gemeenschap heeft daarom in de komgedeelten van de bekade grienden een vrij ruime verbreiding.

Een vrij efemeer karakter hebben vegetaties die tot deze gemeenschap moeten worden gerekend, welke ontstaan op "rot" gelopen delen van een griend kort na het hakken.

Ook door het opbrengen van modder uit de greppels op de griendakkers kan tijdelijk een tot deze gemeenschap behorende vegetatie ontstaan. Bij de regressie van hoger gelegen griendgemeenschappen naar lage, ten gevolge van het breken van kaden, kan tijdelijk een tussenstadium optreden, waar een overigens instabiele soortencombinatie voorkomt, die verwant is aan die van de hier besproken gemeenschap, maar ook overeenkomst vertoont met het volgende, hierna te behandelen griendtype (V3q).

6.3.7 Gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Vaucheria species (V3q)(Vaucheria variant van het Salicetum albae cardaminetosum typicum)

De gemeenschap van wilg en nopjeswier (V3q) is de laagst gelegen gemeenschap van de groep van middelhoog gelegen griendtypen en vormt een overgang naar de op lagere standplaatsen voorkomende gemeenschappen (V4,V5).

Dit vegetatietype is nauw verwant met de gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r). Toch vindt men hier zelden soorten, die bijzonder aangepast zijn aan een gereduceerd wortelmilieu, al kan Caltha hier plaatselijk reeds aanzienlijke oppervlakten beslaan.

De voornaamste floristische verschillen met de gemeenschap van Salix, Cardamine, Anthriscus (V3) waarmee het synsystematisch nauw verwant is, zijn het doorgaans ontbreken van Anthriscus silvestris en paardebloem (Taraxacum officinalis) en het, in tegenstelling tot bovengenoemd gezelschap, weinig vitaal aandoende plantendek, waardoor op vele plaatsen gedeelten van de bodem niet door hogere planten worden bedekt. Het nopjeswier (Vaucheria woroniniana Heering, Vaucheria medusa T.Christ, Vaucheria terrestris Lyngb.) kan daardoor tot een aanzienlijke ontwikkeling komen, zij het in een vrijwel nopjesloze vorm (X.6.4.4). Dit aspect, waarin het wier een belangrijke rol kan spelen, laat in het bijzonder de nauwe verwantschap zien met de laag gelegen griend- en vloedbosgemeenschappen van Apium eu-nodiflorum Thlng en Alisma plantago-aquatica (V4 en V5). Van deze laatste gemeenschappen onderscheidt de Salix-Cardamine-Vaucheria gemeenschap (V3q) zich door het voorkomen van de in X.6.3 genoemde groep van planten, die differentiërend is voor de groep van middelhoge gemeenschappen (Salicetum albae cardaminetosum; V1,V2,V3,V3r,V3q) ten opzichte van de Alisma-Apium-grienden (Salicetum albae cardaminetosum; V4 en V5). Alleen Anthriscus en Taraxacum officinalis ontbreken dan in de meeste gevallen reeds. Het ontbreken van Anthriscus en ook van Taraxacum officinalis is naast de fysiognomie ook het belangrijkste onderscheid met de nauw verwante gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r).

Synsystematisch worden beide laatst behandelde gemeenschappen (V3 en V3r) beschouwd als varianten van de gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Anthriscus silvestris (V3)(subvarianten van de typische variant van het Salicetum albae cardaminetosum). De (sub)variant met Caltha (V3r) wordt dus voornamelijk edafisch bepaald door een minder intensief geoxydeerd wortelmilieu, de (sub)variant met Vaucheria wordt in hoofdzaak hydrologisch bepaald en wel door een grotere frequentie, duur en hoogte van overspoeling. Daar de factor overspoeling de bodemreductie kan beinvloeden (bijvoorbeeld bij het verwaarlozen van ka-

den (V.1.3.7)), is het duidelijk dat de grens tussen beide gemeenschappen niet altijd even scherp is. In de synsystematische rangorde (subvariant) komt dit dan ook tot uiting.

In de hoogte-bodemaeratiediagrammen (fig.137) komt het edafisch en hydrologisch onderscheid duidelijk tot uiting. De grens tussen de gemeenschap van Salix, Cardamine en Anthriscus (V3) enerzijds en de gemeenschap van Salix, Cardamine en Vaucheria anderzijds helt af van links naar rechts. Dit is een voorbeeld van het in XI.7.1.3 behandelde aeratie-effect. Blijkbaar kan de gemeenschap van Salix, Cardamine amara en Anthriscus silvestris (V3) meer overspoeling verdragen wanneer de standplaats beter is doorlucht.

6.4 De relatief laag gelegen vloedbos- en griendgemeenschappen (V4,V5,V6)(Salicetum albae alismetosum)

De standplaats van de drie gemeenschappen die tezamen de groep van laag gelegen griend- en vloedbostypen vormen, ligt uitsluitend beneden MHW. Uit de hoogte-bodemaeratiediagrammen (fig.137) blijkt duidelijk dat ook de diepte van aeratie over het algemeen minder groot is dan bij de groep van middelhoge en hoge griendtypen en zelden meer is dan ca. 40 dm. Bij een gelijke hoogte ten opzichte van MHW kan dit edafisch verschil de voornaamste oorzaak zijn van het floristisch onderscheid.

Van de hier behandelde groepen van gemeenschappen (Salicetum albae alismetosum) kunnen ten opzichte van de overige griend- en vloedbosvegetaties de hierna volgende soorten exclusief worden genoemd: Apium eu-nodiflorum Thing, Sium erectum, Alisma plantago-aquatica, Callitriche cf.stagnalis, Veronica anagallis-aquatica en de nog te noemen exclusieve soorten der gemeenschappen afzonderlijk. Floristisch onderscheid met de overige bosgemeenschappen bestaat verder in het ontbreken van de reeds in X.6.3.1 genoemde lijst van soorten: Valeriana officinalis, Poa trivialis, Urtica dioica, Rubus caesius, Galium aparine, Impatiens noli-tangere, Ficaria ranunculoides, waarvan de laatste twee de hoogste van de hier behandelde groep van gemeenschappen nog wel eens kunnen binnendringen (V4).

De grote oppervlakte van deze groep van gemeenschappen heeft zijn ontstaan te danken aan verwaarlozing van griendkaden en duikers. Oorspronkelijk, dank zij de bekading, tot de middelhoge typen behorende griendgemeenschappen (Salicetum albae cardaminetosum) zijn daardoor geregradeerd tot deze, aan intensievere overspoeling en ondiepere oxydatie van de bodem aangepaste vegetaties.

De kommen, dat is dus de grootste oppervlakte, van dergelijke griendcomplexen worden nu ingenomen door de gemeenschappen uit deze groep, voornamelijk de gemeenschap van Salix purpurea,

Alisma en Apium (V5). Langs de randen, op de oeverwallen langs de kreken, komen gemeenschappen uit de groep van hoger gelegen standplaatsen voor (V3q,V3,V2) met in de overgangszone de gemeenschap van Salix, Apium eu-nodiflorum Thlng en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4) (zie het griendencomplex van De Dood op de vegetatiekaart, bijlage 2).

De kleinere, buiten eertijds bekade grienden voorkomende oppervlakte van de laag gelegen griend- en vloedbostypen kan worden beschouwd als de natuurlijke tussenfase tussen de ruigte- en rietgorsgemeenschappen enerzijds en de hoger gelegen grienden en vloedbossen anderzijds. Ook hier is de Salix-Apium-Rumexgemeenschap (V4) vooral aan de iets sterker doorluchte oeverstroken gebonden en de Salix-Alisma-Apium (V5) aan de sterker gereduceerde komgedeelten.

Het "kombos": de gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum (V6) komt slechts in een zeer geringe oppervlakte voor, voornamelijk in sterk verwaarloosde "verblubberende" grienden.

Een gevolg van het regressiekarakter van vele lage grienden is, dat ze vaak een mengvegetatie te zien geven van de Salix-Apium-Rumexgemeenschap en de Salix-Alisma-Apiumgemeenschap (V5). Dit is niet te verwonderen, gezien de omstandigheid dat de overgang verloopt via een gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r) of Salix, Cardamine en Vaucheria (V3q) naar de Salix-Apium-Rumexgemeenschap (V4), die dan weer, nadat de bodem overdekt is met een nieuwe laag week slib, overgaat in de gemeenschap van Salix purpurea, Alisma en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5).

Het is waarschijnlijk, dat de ene soort sneller reageert op het veranderen van wortel- en hydrologisch milieu dan de andere. Er treden dan ook, al naar de tijd welke sinds de verandering van het milieu is verlopen, allerlei combinaties van soorten op, waardoor de beide gemeenschappen in het veld niet altijd even duidelijk te onderscheiden zijn.

Een gevolg van het regressiekarakter, dat mede van invloed is op de boven geschetste instabiliteit is, dat de bodem bij een relatief lage oxydatietoestand toch een vrij grote consistentie vertoont. De volumegewichten en de daarmee gepaard gaande consistentie verschillen weinig van die, welke men meet in de griendtypen van hoger gelegen standplaatsen (Salicetum albae cardaminetosum). Het min of meer irreversibel zijn van het rijpingsproces is hiervan de oorzaak (V.1.3). Voornamelijk de bovenste centimeters tot decimeters worden langzamerhand weer wat weker, mede onder invloed van de hernieuwde opslibbing.

Op meer ongestoord ontwikkelde, echter slechts schaars voorkomende plaatsen houdt de consistentie inderdaad het midden tussen die van de ruigte- en rietgorsgemeenschappen en die van de Salicetum albae cardaminetosumgrienden.

6.4.2 Fysiognomie en seizoenaspect

De seizoenaspecten zijn in de lager gelegen griendtypen minder uitgesproken dan in de hoger gelegen Salicetum albae cardaminetosum grienden. In een koude winter is de bodem evenals in het Salicetum albae cardaminetosum vrijwel geheel kaal en geeft een schaarse wierbegroeiing wat kleur aan het grauwe slik. In het vegetatieseizoen is het contrast met de uitbundige vegetatie van de gemeenschappen der middelhoge grienden groot. De meeste kruiden zijn van nature laag en klein en ook de soorten, die in de hoger gelegen vegetaties hun optimum vinden (Symphytum officinalis, Ranunculus repens e.a.), vermogen hier slechts met beperkte vitaliteit te groeien. In het midden van de zomer, als de wilgen de meeste schaduw geven, valt vaak een verarming van de kruidenétage, die overwegend uit lichtminnende soorten bestaat, te bespeuren. In de fysiognomie valt op, dat meestal een betrekkelijk groot oppervlak van de bodem niet door hogere planten wordt bedekt, maar slechts een wierbegroeiing draagt; vaak kan men van een dicht wiervilt spreken, dat voornamelijk bestaat uit Vaucheria woroniniana. In de gemeenschap van Salix, Alisma en Apium (V5) overweegt de van nopjes voorziene, meer donkergroene vorm, bij de Salix-Apium-Rumex gemeenschap (V4) is het meer een gelijkmatige dradenmassa, die de bodem als een tapijt bedekt. Op het donkere groen van het wier springen steeds de lichtgroene blaadjes van het sterrekroos in het oog. Wanneer de wilgen veel licht doorlaten, kan het sterrekroos in dichte kussens grote oppervlakten bedekken, vooral in het Alisma-Apiumtype (V5).

Apium eu-nodiflorum Thing kan in deze gemeenschappen met zijn nu eens kruipende, dan weer rechtopgaande, door de struiken ondersteunde stengels het beeld soms beheersen. Lengten en hoogten tot bijna 2 meter werden waargenomen. Plaatselijk steekt een groepje Sium erectum planten zijn vaak bemodderde bladen of bloeiwijzen omhoog. Myosotis kan hier ook aanzienlijke oppervlakten bedekken. Het spontane vloedbos behorend tot deze gemeenschappen is van buiten gezien, gekenmerkt door de ronde vormen van de nimmer boomvormig wordende struiken van Salix purpurea, die zelden hoger worden dan 3 à 4 meter.

In de Apium-Rumex variant zullen onder natuurlijke omstandigheden zeker nog wel forse bomen van Salix alba en Salix fragilis kunnen voorkomen, hoewel de struikvegetatie van Salix purpurea, wellicht ook nog wel gemengd met Salix triandra, het beeld zal beheersen. De belangrijkste liaan is het bitterzoet (Solanum dulcamara), die met zijn taaie, in tegenstelling tot de haagwinde (Calystegia sepium), houtige en 's winters niet afstervende stengels het struweel tot een onontwarbare wildernis aaneen kan breien. De haagwinde komt nog wel in de gemeenschap van Salix, Apium en Rumex (V4) voor, maar in die van Salix purpurea, Alisma en Apium (V5) treft men deze liaan, die zich op hoog niveau blijkbaar beter thuis voelt, zelden meer aan,

tenzij ze wortelt in de boomaarde op de ten opzichte van MHW hoger gelegen wilgenstoelen. Het aspect van de gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp. polyedrum (V6) wordt in X.6.4.5 beschreven.

6.4.3 Gemeenschap van Salix (div.spec.), Sium erectum en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4)
(Rumex obtusifolius ssp.silvestervariant van het Salicetum albae alismetosum)

De gemeenschap van wilgen, moerasscherm en bosridderzuring (V4) wordt binnen de groep van de lager gelegen grienden en vloedbossen (Salicetum albae alismetosum) gekenmerkt door het voorkomen van steeds wel een enkele, duidelijke met een gereduceerde vitaliteit groeiende vertegenwoordiger van de hoger gelegen grienden (Salicetum albae cardaminetosum). Dit kan bijvoorbeeld een exemplaar zijn van Impatiens noli-tangere of van Ficaria ranunculoides. Bovendien treft men er nog betrekkelijk regelmatig de volgende soorten aan die in de gemeenschap van Salix purpurea, Alisma plantago-aquatica en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5) meestal ontbreken:Rumex obtusifolius var.silvester, Calystegia sepium, Epilobium hirsutum.

Ook vindt men hier wel de reusachtige Angelica archangelica (fig.127), die hier in de grienden wel een optimum heeft en er afmetingen kan bereiken van bijna 3½ meter. Iris pseudacorus schijnt zich hier eveneens goed thuis te voelen.

Een ander onderscheid tussen beide gemeenschappen is gelegen in het ontbreken van Ranunculus sceleratus en Rumex hydrolapathum in de hier behandelde gemeenschap. Ook de groeiwijze van Vaucheria die hier nimmer duidelijk nopjes vertoont, is een goed kenmerk van de gemeenschap van wilg, moerasscherm en bosridderzuring (V4) ten opzichte van waterweegbree-moerasschermgrienden (V5).

In de hier behandelde gemeenschap kunnen nog goed wilgen groeien die we kennen uit de hoger gelegen grienden: Salix alba, Salix triandra, Salix viminalis, Salix fragilis en hun bastaarden. Populieren kunnen echter zowel de sterkere reductie als de overspoelingsfrequentie, die hier optreedt, niet meer verdragen. Een en ander is goed te zien in verwaarloosde grienden waar de genoemde wilgen op de tot deze gemeenschap behorende standplaatsen nog een zeer behoorlijke groei vertonen, in tegenstelling tot die bij de volgende gemeenschap.

In natuurlijke omstandigheden treft men regelmatig Salix dasyclados (duitsendot) en Salix purpurea (bitterwilg) aan, soorten die zeer tolerant blijken te zijn wat de factoren overspoeling en bodemreductie betreft.

Op de glooiende, aan golfslag geëxponeerde oevers kan men struwelen van bittere wilg aantreffen, die tot deze gemeenschap behoren.

Daarachter op de kruin van de oeverwal rijzen dan de opgaande wilgen op, behorend tot Salix alba en Salix fragilis. Langs het Kooibos van de Visplaat (fig.13) is deze zonatie fraai ontwikkeld. Ook de uit Salix purpurea en Salix dasyclados bestaande pionier-bosvegetaties op oeverwallen behoren meestal tot deze gemeenschap. Men vindt hiervan onder andere op de gorzen van de Rode Vaart langs het Hollandsch Diep mooie voorbeelden.

6.4.4 Gemeenschap van Salix purpurea, Alisma plantago-aquatica en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5) (Salicetum albae alismetosum typicum)

De gemeenschap van bittere wilg, waterweegbree en moerasscherm wordt gekenmerkt door de in de Biesbosch exclusieve soorten: Ranunculus sceleratus en Rumex hydrolapathum. Voorts wordt ze getypeerd door de zeer vitale groei van Vaucheria div. species (voornamelijk Vaucheria woroniniana, Vaucheria sessilis en Vaucheria medusa) op de wat weke bodemoppervlakte. Door de grote zijdelingse expansie wordt het wiervilt op vele plaatsen omhoog geduwd, waardoor het karakteristieke nopjes vertoont, hetgeen in de andere griendgemeenschappen nooit in die mate geschiedt.

Het ontbreken van Rumex ssp.obtusifolius ssp.silvester, Calystegia sepium en Epilobium hirsutum onderscheidt deze gemeenschap nog verder van de nauw verwante gemeenschap van Salix, Apium eu-nodiflorum Thlng en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4). Het onderscheid tot de derde gemeenschap van de lage grienden, de gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum (V6), zal in X.6.4.5 worden beschreven.

De houtsoorten die hier nog zeer goed kunnen groeien, zijn: Salix purpurea en Salix dasyclados. De overige wilgen en andere houtsoorten vertonen hier alle duidelijk een gereduceerde vitaliteit. In grienden die ten gevolge van verwaarlozing van duikers en bodem tot deze gemeenschap regrederen, ziet men dan ook duidelijk de achteruitgang van het houtgewas. Dit leidt bij langdurige verwaarlozing tot een afsterven van het hout. De opengevallen plaatsen worden dan ingenomen door ruigtevegetaties, zoals: de gemeenschap van grote en kleine lisdodde (Rce), de gemeenschap van moerasandoorn, lisdodde en egelskop (Reh) en overgangen van deze laatste gemeenschap naar de gemeenschap van wilgeroosje en rietgras (Rb).

Waar Salix purpurea of Salix dasyclados aanwezig is, kan de struikétage intact blijven en bij aanvoer van vers slib, dat niet kan rijpen als gevolg van de gebrekkige waterafvoer, leiden tot het ontstaan van de gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum (V6).

In natuurlijke omstandigheden zullen vermoedelijk niet die uitgestrekte kommen van de gemeenschap van Salix purpurea, Alisma en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5) aanwezig zijn als

thans bijvoorbeeld in de grienden van De Dood het geval is. Een belangrijk deel hiervan zou door ruigtevegetaties in beslag zijn genomen, waar eerst bij een hoger niveau van opslibbing groei van houtige gewassen zou gaan optreden.

De edafische en hydrologische factoren die de gemeenschap van Salix, Alisma en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5) bepalen, werden reeds in X.6.4.1 beschreven.

In eerste instantie is het gereduceerde bodemmilieu bepalend voor het verschil met de Salix-Apium-Rumex gemeenschap (V4). Daar lagere ligging in het algemeen gepaard gaat met sterkere reductie, is de gemiddelde ligging van de vegetaties, die tot de hier besproken gemeenschap behoren, lager dan die van het type V4.

De helling van de grens tussen beide gemeenschappen in figuur 137 duidt weer op het aeratie-effect (X.6.3.5 en XI.7.1.3).

Reeds werd opgemerkt dat de edafische factoren, die het onderscheid tussen beide gemeenschappen bepalen, nog weinig stabiel zijn. Een plaatselijk geringe verhoging kan reeds een iets betere rijping van het bovenste gedeelte van het profiel veroorzaken, of een langere weerstand lager hernieuwde reductie mogelijk maken. Zo kunnen gemakkelijk min of meer homogene of vooral ook mozaiekvormige, intermediaire vegetaties ontstaan.

6.4.5 Gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum (V6)
(Sparganium erectum ssp.polyedrumvariant van het Salicetum albae alismetosum; fig.129)

6.4.5.1 Algemene floristische en ecologische beschrijving

Van de gemeenschap van bittere wilg en grote egelskop zijn in verband met het schaarse voorkomen te weinig opnamen aanwezig om statistisch uit te maken, welke soorten diagnostisch van belang zijn. De scheiding in het veld is echter niet moeilijk. Dit extreme kombos wordt floristisch gekenmerkt door grote soortenarmoede. Hogere planten die in de andere bosvegetaties weinig of niet voorkomen maar hier betrekkelijk constant optreden, zijn enige vertegenwoordigers van het Phragmition: Sparganium neglectum ssp.polyedrum, Typha angustifolia, Typha latifolia en Mentha aquatica.

De belangrijkste wieren zijn hier het groene blauwwier Oscillatoria margaritifera Kütz en Gom. en het roestbruine Oscillatoria limosella Ag.ex.Gom. Een bijzonderheid van de lage bostypen en vooral van het laatste is, dat de houtige gewassen (meestal Salix purpurea), daar waar de takken en stammen boven de modder uitkomen, dichte massa's wortelvilt en zelfs boven de bodem hangende wortels vertonen. Dit verschijnsel ziet men ook elders nogal eens bij wilgen, maar in het bijzonder in de komvariant is het verschijnsel zeer algemeen. Het is waarschijnlijk, dat de bomen via deze luchtwortels een belangrijk deel van hun voedingsstof-

fen kunnen opnemen. Te meer is dit goed mogelijk, daar zich in de vaak dichte wortelmassa's op het uit de modder oprijzende deel der stammen en takken slib ophoopt, dat bij iedere vloed wordt bevochtigd, maar tijdens laag water voldoende lucht naar die wortels doorlaat. Zodoende hebben de wortels dus hun eigen absorptiecomplex om zich heen verzameld en daardoor geeft de plant hier steun aan haar eigen voedingsbodem. Op deze wijze blijven ook de vaak op veel te lage plaatsen met wilgetakken (veel Salix dasyclados) ingeplante houtsingels lang in leven totdat het uitsluitend steungevende, spoedig afstervende ondereind verrot is en het via deze luchtwortels levende boveneind vaak nog levend wegdrijft. In XI.6.6 wordt nog nader op dit verschijnsel ingegaan.

Deze vloedbosgemeenschap vindt men nimmer over grote oppervlakken verspreid, omdat er overal wel vastere vochtige delen zijn, waarop zich de andere griend- en vloedbosvegetaties kunnen vestigen. De als V6 gekarteerde vlakken hebben dan ook meest een mozaiekkarakter waar V5 en V6 elkaar afwisselen en de wilgen meestal wel wortelen in de V5-gedeelten. Bovendien is deze gemeenschap bijna steeds ontstaan uit verwaarloosde bittergrienden, die eens begreppeld zijn geweest en daarna fysisch gerijpt. Onder natuurlijke omstandigheden zal het houtgewas, zelfs Salix purpurea, zelden de kans krijgen de op deze standplaatsen van nature groeiende ruigtevegetaties te verdringen. Dit zal in het algemeen eerst op grotere hoogte na gevorderde opslibbing kunnen geschieden (X.6.4.5.3).

6.4.5.2 Fysiognomie

De gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum is een bijna lugubere wildernis. Het beeld wordt beheerst door wilgestammen, liggend in een plaatselijk door felgroene (Oscillatoria margaritifera) of violetbruine (Oscillatoria limosa)wieren gekleurde grauwe modder. De laaghangende takken en het vlak boven de modder uitstekende deel van de stammen zijn bedekt met een dicht, roodachtig wortelvilt, dat vrijwel geheel overdekt is met een laag grauw slib. Vlak om en deels ook op de stammen groeien nog de meeste planten; hier komt het beeld meer overeen met dat der beide andere gemeenschappen van de lage grienden en vloedbossen. Hier en daar rijst uit de modder een exemplaar van Sparganium erectum ssp.polyedrum op. Op plaatsen waar meer licht door de wilgenkronen dringt, weet een Typha of een andere ruigteplant zich te handhaven. Alles wat zich onder de gemiddelde hoogwaterlijn bevindt, is grauw van het ebbeslik, tenzij de regen het er na het vallen van het water heeft afgewassen. Slechts op het boven MHW uitstekende deel van de stammen en takken kan zich de mosvegetatie ontwikkelen, die we ook op de stronken in alle andere vloedbosvegetaties aantreffen.

6.4.5.3 Mogelijke successie van het kombos

Bij de bespreking van de ruigtevegetaties (X.3.3.4 en de hstn.IV

en V) hebben wij reeds ter sprake gebracht dat onder de huidige omstandigheden geen hogere kommen dan ca. 20 cm -MHW aanwezig zijn. Naar de vegetatie van hogere, geheel gereduceerde gronden kunnen wij slechts gissen. Wij kunnen echter verwachten dat op korte afstand van de kreken, de kombodem bij het hoger opslibben langzamerhand zal "opstijven" en via de overgangs- en oeverwalvegetaties, behorend tot de lagere griendgezelschappen (V4 en V5), langzamerhand een Salicetum cardaminetosum vegetatie (V3r, V3q, V3) zal gaan dragen.

Op grotere afstand van de watervoerende geulen zal echter de accumulatie van organische stof de aanvoer van minerale delen steeds meer gaan overheersen (XV.2.5). Op het aldus ontstane kleiige veen en ten slotte zuivere veen zal zich, wanneer geen veranderingen in de zeespiegel plaatshebben, vermoedelijk een Alnetum glutinosae Meyer Drees (1936) of een sterk daaraan verwante vegetatie ontwikkelen. Op nog veel grotere afstand van de geulen en rivieren, waar het regenwater invloed op de voedselrijkdom van het grondwater begint uit te oefenen, mag men een overgang verwachten naar een meer oligotroof bostype, het Betuleto-Salicetum, waarin berken (Betula pubescens), Salix cinerea, Salix aurita en Frangula alnus de houtbegroeiing vormen. Bij deze processen spelen echter dalingen en stijgingen van grond- en zeewaterspiegel een uiterst belangrijke rol, waarop wij in XV.2 nog nader zullen terugkomen (zie ook X.3.3.4).

6.5 De kruidenarme griend (V7) (Salicetum albae ISSLER (1926) MEYER DREES (1936))

Wij moeten nu nog een bostype bespreken, dat op betrekkelijk vaste bodem groeit, doch waarbij de bodem onder de wilgestruiken niettemin vrijwel volkomen kaal is (fig.130). Sporadisch treft men er een armzalig exemplaar van de dotterbloem (Caltha palustris) aan, terwijl op de bodem hier en daar een wierfilmpje aanwezig is. Overgangen naar soortenrijker vegetaties worden meestal gekenmerkt door een toenemen van de dotterbloemen. Het heeft weinig zin om deze vegetatie te beschrijven als een speciale synsystematische eenheid. Naar analogie van het kruidenarme rietgors zullen we haar aanduiden met de naam kruidenarme griend.

Dank zij het kaartbeeld en de hoogte-roestdiagrammen (fig.137) is duidelijk geworden, welke ecologische factoren deze kruidenarmoede bepalen. Het kaartbeeld leert ons, dat de kruidenarme griend vrijwel uitsluitend voorkomt in grienden waarvan de bekading niet meer intact is. Het besproken type komt daar dikwijls voor als een zone tussen vegetaties van het Salicetum albae cardaminetosum (V1 tot V3q) en het Salicetum alismetosum (V4 en V5)(bijl. 5J en K).

Het hoogte-bodemaeratiediagram (fig.137) laat zien dat de puntenzwerm van de kruidenarme griend aan de zijde van geringe roestdiepte is gelegen. Dit gebied vormt een overgang tussen de punten-

zwermen van de gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r) aan de bovenzijde, de gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp.polyedrum (V6), aan de linker-, de gemeenschap van Salix, Apium eu-nodiflorum en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4) aan de rechter- en de Alisma-Apium gemeenschap (V5) aan de benedenkant. Op punten waar de hoogte ten opzichte van MHW niet is bepaald en die dus niet in de diagrammen konden worden opgenomen, zijn enkele opnamen gemaakt, die vrijwel geen roest in het overigens toch vrij vaste profiel te zien geven. Uit het stippendiagram (fig.137) blijkt de intermediaire ligging tussen genoemde typen en het nulpunt van het assenstelsel ook duidelijk. Er is nu vaak waargenomen, dat in deze kruidenarme grienden, met uitzondering van de plaatsen waar de bodem week is en er dus overeenkomst met het kombos (V6) aanwezig is, de groei van het houtgewas niet slecht is. Wij menen nu aan de hand van bovengenoemde gegevens de armoede aan kruiden als volgt te kunnen verklaren: op gelijke hoogte komen vegetaties, behorend tot de Salix-Apium-Rumex gemeenschap (V4) voor, maar het diagram toont ons, dat dan de oxydatie van het profiel daar wat intensiever is. Het ontbreken van de soorten van de Salix-Alisma-Apium-gemeenschap (V5) kan men echter moeilijk wijten aan de hoge reductiegraad van de bodem. Immers, deze soorten komen wel voor in de gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (V3r) welke gemeenschap op even weinig diep geëreerde bodem groeit. De soorten van deze laatste gemeenschap ontbreken zeer waarschijnlijk, omdat de overspoelingsinvloed te sterk is (V4 en V5).

Het verschil met de gemeenschappen van de lager gelegen grienden moet nu waarschijnlijk gezocht worden in de concurrentiefactor: de lichtintensiteit zoals die door de wilgen wordt beinvloed. De kenmerkende soorten van het Salicetum albae alismetosum (V4, V5 en V6) zijn alle min of meer lichtlievend, zoals ook uit het gedrag van deze soorten in de ruigtevegetaties blijkt, waar ze hun optimum vinden in de gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper. In de typische Salicetum alismetosum (V4 en V5) grienden is de stand van het hout vaak vrij ijl, zodat de kruiden goed kunnen gedijen. Komt er echter meer schaduw, dan gaan de verschillende kruidensoorten snel achteruit. Dit kan men overal waarnemen in de periode van optimale bladontwikkeling bij de wilgen en wel vooral langs de flanken van de kaden, waar dank zij de hogere ligging, forsere wilgen kunnen groeien die de lager gelegen omgeving beschaduwen.

In het kruidenarme griendtype nu is de groei van de wilgen in het algemeen beter dan in de lager gelegen vegetaties van het Salicetum alismetosum. Dit is te danken aan de hogere ligging, maar vooral ook aan de omstandigheid dat men hier te maken heeft met regressies van griendgemeenschappen behorend tot het Salicetum albae cardaminetosum (V1-V3), waarvan de bodem opnieuw gereduceerd raakt. De groei van het hout wordt dan blijkbaar

nog niet zo sterk geschaad. De relatief sterke beschaduwing die op hogere standplaatsen niet in staat is alle kruiden te weren, verhindert nu de soorten van het Salicetum alismetosum (V4 en V5) te groeien. In de op gelijke hoogte liggende vegetaties, die behoren tot de gemeenschap van Salix, Apium en Rumex (V4) en de laagste delen van de gemeenschap Salix, Cardamine en Vaucheria (V3q), heersen gelijksoortige omstandigheden; dank zij de diepere oxydatie kunnen daar echter enkele kruiden de concurrentie van de hier meestal nog beter groeiende wilgen weerstaan. In het echte kombos evenwel is doorgaans licht genoeg voor deze kruiden; daar wordt de groei verhinderd door de intensieve reductie en de weekheid van het substraat. Voor soorten die in de weke modder kunnen groeien (komruigteplanten), is het op die plaatsen echter te donker voor een ontwikkeling op grote schaal.

Soms kan men in overeenstemming met het bovenstaande waarnemen dat griendgedeelten, die in de zomer volkomen kruidenloos zijn, in voor- en najaar wanneer de wilgenkronen meer licht doorlaten, een, zij het schaarse, vegetatie dragen die overeenkomt met de gemeenschap van Salix, Apium en Rumex (V4) of Salix, Alisma en Apium (V5).

Op het oog kunnen de kruidenarme grienden en het echte kombos meestal duidelijk worden onderscheiden aan de habitus van de wilgen en aan de gehele overige fysiognomie van de vegetatie.

Er zijn enkele overgangsgevallen waar het onderscheid niet duidelijk is. Zo zal een deel van het V7-complex op Middelveld (vegetatiekaart bijlage 2) vermoedelijk als overgang tussen V5, (V7) en V6 opgevat moeten worden.

Er zijn nog enkele andere oorzaken, waardoor een grote armoede of zelfs het geheel ontbreken van kruiden kan worden veroorzaakt. Ook kan een langdurige bedekking met veek (aanspoelsel van plantenresten) de kruidenvegetatie vernietigen; hetzelfde verschijnsel bespraken wij reeds bij de behandeling van de rietgorzen.

De oppervlakte aan kruidenarme grienden die uit deze laatste oorzaken voortkwam, is echter, in verhouding tot de oppervlakken ontstaan ten gevolge van regressie, zeer klein. Verwacht mag worden, dat na verloop van tijd de door regressie ontstane kruidenarme grienden ten gevolge van achteruitgang in vitaliteit van de wilgen een vegetatie van het Rumex-Apiumtype (V4) zal gaan dragen, indien de kaden althans niet worden hersteld. Geschiedt dit laatste wel, dan zal hier wel steeds een vegetatie behorend tot de gemeenschap van Salix albae cardamine amara en Anthriscus (V3) of de daaraan nauw verwante (sub)variant met Vaucheria (V3q) of Caltha (V3r) ontstaan.

Soms zelfs kunnen de omstandigheden gunstig worden voor de griendgemeenschap met Heracleum sphondylium (V2).

7. DE LAGERE PLANTEN

7.1 Inleiding

Tijdens het onderzoek in de Biesbosch werd ook aandacht besteed aan enkele groepen van lagere planten. Voor zover het Vaatcryptogamen betreft, zijn deze reeds in dit hoofdstuk bij de beschrijving van de overigens uitsluitend uit Angiospermen samengestelde vegetatie, behandeld. Het betreft hier enkele soorten van het geslacht Equisetum en een varensoort, nl. Athyrium filix-femina (wijfjesvaren), welke laatste slechts eenmaal werd aangetroffen en wel in de gemeenschap van Salix alba en Scrophularia (V1) langs het Gat van de Zuiderklip nabij de Lepelaar.

In oude knotwilgen treft men regelmatig Polypodium vulgare aan, maar deze wordt nimmer anders in de Biesbosch gevonden dan epifytisch. Het zoetwatergetijdenmilieu is dus kennelijk weinig gunstig voor de Westeuropese varensoorten. Paddestoelen (Basydiomyceten) werden onderzocht door K.Kimstra (KIMSTRA,1952). Naast een vrij rijke en deels merkwaardige paddestoelenflora op de wilgestobben treft men slechts zelden Basydiomyceten op de grond aan. Voornamelijk zijn dit zeer snel groeiende Coprinussoorten die van een korte periode, waarin geen overspoeling optreedt, blijken te kunnen profiteren.

7.2 Mossen

Oorspronkelijk was het de bedoeling om bij het maken der vegetatie-opnamen zoveel mogelijk ook de op de bodem groeiende mossen te verzamelen en te determineren. Helaas is echter het meeste bij een vrij groot aantal griendopnamen verzamelde materiaal verloren gegaan vóór het gedetermineerd was. Wij moeten dus met enkele opmerkingen volstaan berustend op veldervaring en slechts enkele, gecontroleerde determinaties.

De mossenflora van de bodem is niet rijk, slechts in de allerrijpste vloedbos- en griendtypen (type V1 en V0) komt een mosétage van enige betekenis voor. Wij hebben de indruk, dat vooral op die plaatsen waar deze typen, ten gevolge van hoge ligging in absolute zin en niet dank zij bekading, aanwezig zijn (III.2.5) de mosbegroeiing het intensiefst is. Bij de bekading bestaat er altijd kans, dat er na overspoeling geruime tijd water blijft staan. Bij in absolute zin zeer hoog liggende plaatsen kan de overspoeling per keer uitsluitend van zeer korte duur zijn. Het is mogelijk, dat de mossen op dit verschil in overspoelingsduur per keer reageren.

In tegenstelling tot de bodem zijn de wilgenstobben rijk begroeid met mossen. BARKMAN (1953) heeft van de epifytische mosvegetaties van het getijdengebied een studie gemaakt, waarbij o.a. ook enkele gegevens uit de Biesbosch verwerkt zijn.

Wanneer er op de bodem een dichte moslaag voorkomt en dat is dus vrijwel alleen in het type V0 en soms in V1 het geval, zijn de dominerende mossen meestal: Brachythecium rutabulum L.ap.

Hedw.Br.eur.*) B en S en Eurhynchium prealongum L.ap.Hedw. Hobbink non.Br.eur.*). Daarnaast komen enkele Minium L.-soorten voor en soms Fissidens Hedw.sp. Ook Marchantia polymorpha treft men wel aan, maar slechts daar waar weinig wordt gelopen. HEYLIGERS (1956) vermeldt het voorkomen van ca. 1 dm hoge exemplaren van Minium rugicum Lauk*) in de griendtypen V4 en V3q. Ook vonden we in de gemeenschap van Salix, Apium eu-nodiflorum en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4) een Riccia cf.fluitans L.

F.M.Maas trof naast de reeds genoemde mossen op de bodem in de gemeenschappen V0, V1, V2 en V3 nog de volgende mossen aan: Acrocladium cuspidatum (L.ap.Hedw.)Lindb., Minium rostratum Schrad. en Marchantia polymorpha L. Evenzo in de gemeenschap V1 en V0 daarnaast nog Thamnium alopecurum (L.ap.Hedw.)Br.eur., Fissidens taxifolius (L.) Hedw. en Homalia trichomanoides (Schreb.ap.Hedw.). Al deze op de grond aangetroffen mossen moeten deels als min of meer kenmerkende, deels als constante soorten voor de Alno-Ulmion gemeenschappen worden opgevat.

7.3 Diatomeeën, groen- en blauwwieren

Van een vrij groot aantal plaatsen in de Biesbosch, o.a. in de meeste permanent kwadraten, is een oppervlaktemonster van de bodem onderzocht op diatomeeën, groen- en blauwwieren. Ook werden ter vergelijking op enkele plaatsen in het brakke gebied (Eendenplaat in het Hellegat) en langs de Merwede en Waal bij Sleeuwijk, Zaltbommel en Tiel soortgelijke monsters genomen. Mej.Dr.J.Th.Koster determineerde de groen- en blauwwieren en Drs.A.v.d.Werff bracht de diatomeeën en enkele andere wieren op naam. Dr.Tyge Christense te Kopenhagen determineerde enkele Vaucheriasoorten.

De resultaten van de determinaties zijn vermeld in de bijlagen 14 en 15. Enkele van de gegevens zijn ook reeds in de vegetatietabellen van de plantengemeenschappen vermeld.

De gegevens omtrent de wierenvegetatie worden op deze plaats voornamelijk ter documentatie gepubliceerd; slechts enkele opmerkingen over ecologie en nadere bijzonderheden volgen hier.

In de tabellen zijn de verschillende soorten gerangschikt naar het milieu, waarin de soorten volgens de literatuur gewoonlijk worden aangetroffen. Deze ecologische gegevens, die ons voornamelijk uit de literatuur werden verstrekt door de eerder genoemde specialisten die de determinaties uitvoerden, blijken over het algemeen betrekkelijk vaag te zijn. In het bijzonder geldt dit voor de blauw- en groenwieren. Voor de diatomeeën geeft VAN DER WERFF een indeling in

*) Determ. P.C.Heyligers, gecontroleerd door Prof.Dr. F.Florschütz.

7 klassen naar het zoutgehalte van het water, waaraan de wieren de voorkeur geven. De grenzen tussen de klassen zijn uiteraard niet scherp maar kunnen toch bij benadering worden vastgesteld. De grenzen zijn:

Marien		> 18000 + 35000 mg Cl/liter
Marien-brak	(polyhalien)	10000 - 18000
Brak-marien	(mesohalien)	5000 - 10000
Brak	(mesohalien)	1000 - 5000
Brak-zoet	(oligohalien)	500 - 1000
Zoet-brak	(oligohalien)	100 - 500
Zoet		< 100

De betrekkelijkheid van de grenzen is begrijpelijk, omdat aangenomen mag worden dat bepaalde soorten een nauwe, andere echter een zeer wijde amplitudo kunnen hebben.

Naast een indeling naar het zoutgehalte zijn voor sommige groen- en blauwwieren nog gegevens opgenomen over de saprobie en mate van beweging van het water.

Alle soorten zijn ten slotte ook gerangschikt naar de wijze van voorkomen wat betreft het vrij zweven in het water of het vastgehecht zijn op bodem of vegetatie. Van de diatomeeën is bovendien op basis van presentie het percentage berekend, waarin de tot verschillende "zoutklassen" behorende soortengroepen deel hebben in het totaal. De resultaten hiervan zijn grafisch in de tabel weergegeven.

De verhouding van de zo onderscheiden ecologische groepen geeft in vergelijking met de buiten de Biesbosch genomen monsters duidelijk aan, dat we te maken hebben met een voedselrijk, overwegend zoet (oligohalien) gebied, dat echter een duidelijk brakke tot mariene invloed ondergaat.

Het is opmerkelijk, dat buiten de getijdenzone het milieu van Waal en Rijn, dat niet onder mariene invloed staat, vaak voornamelijk een oligohalien karakter heeft en niet alleen organismen bevat, die een zoutconcentratie van minder dan 100 mg Cl/liter prefereren. Het Cl-gehalte is echter niet hoger dan deze waarde zoals blijkt uit de cijfers in de tabel van hoofdstuk III (zie Engelse samenvatting). Blijkbaar is "zoet" zeer eutroof rivierwater een goede biotoop voor de oligohalien (Z.B.)groep.

Voor zover de determinaties op dode organismen betrekking hebben, behoeft het voorkomen van soorten uit duidelijk brak milieu nog niet te betekenen dat het water werkelijk iets brak is. Het nauwe contact met het mariene gebied kan er de oorzaak van zijn, dat diatomeeënschalen e.d. worden aangevoerd, zonder dat er zilt water in het gebied behoeft te komen (zie wat over verband sloefigheid-slibtransport in IV.2.4 wordt opgemerkt).

Drs. van der Werff heeft nu bij een aantal monsters onderscheid gemaakt tussen levende, chlorofylbevattende diatomeeënsoorten en dode. De meeste groen- en blauwwieren werden in levende toestand aangetroffen. Het bleek, dat er ook onder de levend aangetroffen dia-

tomeeën en andere wieren, soorten zijn die in de literatuur als kenmerkend voor brakke gebieden worden opgegeven.

In III.2.1 werd reeds uiteengezet, dat er in extreme gevallen wel eens water met een hoger chloorgehalte in de Biesbosch kan voorkomen dan 300 mg. Cl/liter. Marien georiënteerde organismen kunnen met dergelijke brakwatermassa's worden aangevoerd. Het verschijnsel van de zoutwaterwilg die onder het zoete rivierwater tot dicht bij de Biesbosch nadert zal zeker voor het optreden van mariene soorten van betekenis zijn.

Het is weinig bekend hoe lang het wierindividu van elke soort zich in een voor hem gunstig milieu kan handhaven. Het blijft daarom dubieus, in hoeverre of de bovengenoemde gegevens op een min of meer aanzienlijke brakke invloed in het algemeen milieu duiden, dat, voor zover het de hogere planten betreft, geen enkele op zoute invloed wijzende soort kent (de eerste vindplaats naar het westen toe van Althea officinalis, een zwakke, zout indicerende soort, ligt omstreeks de Moerdijkbrug).

Een interessant studieterrein ligt hier nog braak. Uitvoerige bepalingen van het zoutgehalte in dezelfde monsters als die, waarin de organismen worden gedetermineerd, zullen hier veel licht kunnen brengen. Opvallend is nog, dat enkele typische brakke wiersoorten bij voorkeur voorkomen op groeiplaatsen met sterk anaerobe bodem, zoals in de lage komruigte in de gemeenschap van Scirpus lacustris en Sagittaria (Rf) en het "kombos" het geval is. We treffen daarin o.a. aanzienlijke hoeveelheden van het brakke blauwwier Oscillatoria margaritifera en de marien-brakke diatomee Navicula hyalina aan.

Daar een sterk anaeroob milieu rijk is aan opgeloste stoffen, zoals in hoofdstuk VI werd beschreven, is het niet onmogelijk, dat hierdoor de, aan hoge osmotische waarde aangepaste, meer mariene organismen worden begunstigd.

In de Biesbosch blijkt verder betrekkelijk weinig verschil tussen de monsters, voor zover die van de oppervlakte in verschillende vegetatietypen zijn genomen.

Uit vergelijking met een planktonmonster, dat in 1919 in de Biesbosch werd opgenomen, concludeert VAN DER WERFF (brief 1954), dat er gedurende die tijd niets essentieels is veranderd in de samenstelling van de pelagische diatomeeënflora in de Biesbosch. BARKMAN (1953) volgens KOSTER (brief 1955) trof in de Biesbosch het niet in onze monsters aanwezige groenwier Rhizoclonium riparium (Roth) Harv. aan, dat kenmerkend is voor het zoete milieu.

Over het voorkomen van Vaucheria (nopjeswier) werd reeds in de vorige hoofdstukken gesproken. De Vaucheriakenner Tyge Christense uit Kopenhagen is (schrift.meded.) van oordeel, dat de Vaucheriaflora zeer rijk is. Een zo groot aantal soorten wordt in een beperkt gebied en zo door elkaar groeiend, zelden gevonden.

Van de ecologie van de Vaucheriasoorten is weinig bekend. Voor de meeste wordt brak milieu opgegeven. Vaucheria com-

pacta zou verder op de rivieren voorkomen (schrift. meded.T.Christense). Het is niet ongegrond het zoetwatergetijdenmilieu, zoals dit in de Biesbosch voorkomt, als een zeer gunstig milieu voor vele soorten van het geslacht Vaucheria te kenschetsen.

Een meer nauwkeurige karakterisering van het milieu aan de hand van de micro-organismen is niet te geven. Integendeel, menen wij dat de publikatie van deze gegevens de mogelijkheid schept tot vergelijking met andere gebieden, waardoor de kennis van de eisen, die deze organismen aan het milieu stellen, zal kunnen worden verrijkt.

Ook de paleontologie zal op haar beurt hiervan de vruchten weer kunnen plukken, mede ten bate van de geologie en de bodemkunde.

8. SUCCESSIE

8.1 Allogene en autogene successie

Aan de verspreiding der vegetatietypen in de zoetwatergetijdendelta kan een opeenvolging van het ene type in het andere worden afgelezen. Men spreekt van successie. TANSLEY (1946) onderscheidt de autogene en de allogene successie.

Onder autogene successie verstaat hij de ontwikkeling van de vegetatie van onbegroeid substraat tot een relatieve evenwichtstoestand zonder dat andere veranderingen optreden dan die, welke door de vegetatie zelf veroorzaakt worden.

Onder allogene successie worden die veranderingen verstaan die hun oorzaak hebben in factoren die buiten de vegetatie liggen. Er is geen enkele vorm van successie in de natuur aan te wijzen, die uitsluitend het karakter van een van de twee vormen heeft. Wel kan men zeggen, dat nu eens het ene, dan weer het andere type van successie overheerst. Het belangrijkste agens, dat in de Biesbosch de successie beheerst, is de opslibbing. Men kan in verband met deze overheersende allogene factor zeggen, dat de vegetatie, die ten gevolge van opslibbing verandert, in allogene successie is, hoewel de opslibbing zelf door de vegetatie (dus autogeen) bevorderd wordt. Op de oeverwallen treedt bovendien rijping van de bodem op. In het indrogingsproces heeft de vegetatie een belangrijk aandeel. Naarmate de hoogte toeneemt wordt de aanslibbing minder sterk, de rijping daarentegen neemt toe. Hoewel de rijping evenals de opslibbing ook zonder plantengroei enigermate zou optreden, heeft de begroeiing hierin toch zo'n overwegende betekenis, dat bijvoorbeeld de overgang van de gemeenschap van Salix alba en Heracleum sphondylium (V2) naar de vloedbosgemeenschap met Circea lutetiana en Carex remota (V0) meer als een autogene dan als een allogene successie moet worden beschouwd. In XIII.3.3.6 komt dit nog nader ter sprake. Ook de sterke verrijking van de kom met humus, die bij grotere hoogte onder invloed van de vegetatie toeneemt, is meer van autogene aard. In het algemeen kan men zeggen, dat bij toenemende hoogte de autogene successie over de allogene gaat overheersen. Sommige auteurs verstaan onder successie niet alle veranderingen van de vegetatie, maar slechts die welke voeren tot een ho-

gere ontwikkeling, o.a. MELTZER en WESTHOFF(1942), TANSLEY(1946). Is van een achteruitgang sprake, dan spreekt men wel van regressie. In het algemeen leidt een op een dergelijke theoretische beschouwing berustende beschrijving van een gebeuren in de natuur gemakkelijk tot speculatie. Het onderscheid tussen regressie en successie is dan ook niet steeds even duidelijk. BRAUN-BLANQUET (1932) onderscheidt een progressieve successie en een retrogressieve successie, die respectievelijk naar een hogere en een lagere trap van de ontwikkeling voeren. Ook WESTHOFF (1950) geeft de voorkeur aan het gebruik van het begrip successie, naar welke kant de ontwikkeling ook gaat.

In een opslibbingsgebied als de Biesbosch kan een scheiding in regressie en successie echter zonder moeite worden doorgevoerd, omdat successie steeds samengaat met verminderde overspoeling en/of betere rijping, regressie daarentegen een toenemen van de overspoelingsinvloed inhoudt, die gepaard gaat met een toenemende reductie van de bodem.

Regressie in deze zin (retrogressieve successie in de zin van BRAUN-BLANQUET, 1932) treedt op bij erosie en bij verwaarlozing van griendkaden. Wat het laatste betreft dus op plaatsen, waar eerst een betrekkelijk, abrupt door de mens beinvloede, progressieve successie werd veroorzaakt.

Wij spreken in het vervolg van regressie, wanneer de opeenvolging van gezelschappen in omgekeerde richting dan bij de progressieve, allogene en autogene successie voortschrijdt.

Men kan de successie op twee manieren bestuderen:

a. in de tijd
b. in de ruimte.

a). De meest exacte vorm van de studie van de successie is die in de tijd. Daarvoor is het nodig een bepaalde oppervlakte gedurende jaren te volgen en daarbij na te gaan, in welke mate de vegetatie in die jaren verandert. Voor dit doel legt men zogenaamde permanente kwadraten of proefvlakten aan, waarin men op gezette tijden een opname verricht en het plantenkleed karteert. Bij tussenpozen worden deze kwadraten, liefst in verschillende jaargetijden, gecontroleerd. Uit het verloop van de veranderingen in het plantendek kan dan een conclusie worden getrokken omtrent de successie.

b). Daarnaast levert de bestudering van de floristische samenstelling en de ecologie der verschillende gemeenschappen (onder meer aan de hand van het kaartbeeld) ook belangrijke gegevens over de successie op.

De eerste methode is een zeer intensieve en exacte, welke echter in het bijzonder voor zich langzaam ontwikkelende vegetaties zeer veel tijd kost. Voor de bestudering van vele vormen van successie is een mensenleven nauwelijks voldoende. Bovendien kan op deze wijze slechts zeer locaal worden gewerkt. Dit laatste bezwaar kan worden opgeheven door behalve de gedetailleerde opname der

kwadraten, over grotere oppervlakten vegetatiekarteringen uit te voeren, ongeveer met een nauwkeurigheid als de hier gepubliceerde, terwijl de karteringen na een aantal jaren kunnen worden herhaald. De tweede methode levert, in het bijzonder wanneer men daarbij de milieufactoren goed analyseert, reeds belangrijke resultaten op na enkele jaren. In de Biesbosch zijn beide methoden toegepast. Over de resultaten van de permanente kwadratenmethode kan nog weinig worden meegedeeld, daar de tijd, waarin met deze methode gewerkt werd, nog te kort is.

8.2 Successie-onderzoek in de Biesbosch

Over de successie zoals die blijkt uit het kaartbeeld, de vegetatiebeschrijvingen en de ecologie der vegetaties zal hier niet veel meer worden gezegd. Het overzicht van de plantengemeenschappen in de Biesbosch (bijlage 7 en 16) geeft naast figuur 48 en figuur 131 inzicht in de opeenvolging der gemeenschappen. In IV.7 is bij de opslibbing, welke nauw met de vegetatiesuccessie verband houdt, bovendien in grote lijnen het verloop van deze successie geschilderd. Daar is het plotseling uitbreiden van de vegetatie op vloedschaarruggen beschreven. In figuur 131 (foto's PK, A) is fotografisch vanuit hoogspanningsmast nr. 30 een dergelijke, vrij plotselinge uitbreiding gevolgd. In 1947 waren slechts enkele verspreide biezenplanten op de plaat aanwezig en gedurende de oorlogsjaren (± 1943) kenden wij deze plaat als een zandbank met slibarm zand. De ontwikkeling van een andere plaat, de Boerenplaat, konden wij aan de hand van luchtfoto's gedurende een twintigtal jaren volgen. Er kan een duidelijke verschuiving worden geconstateerd van de lagere typen Rd en Rf, die omstreeks 1953 overheersten, naar het rietgors en de hogere typen Rca en Rce. Er is thans nog een behoorlijke oppervlakte aan lager gelegen ruigten aanwezig, ten dele op plaatsen waar in 1935 slechts onbegroeid slik aanwezig was.

Een nader onderzoek naar de snelheid van opslibbing is echter nog gaande; technische moeilijkheden en bijzondere tegenslagen zijn oorzaak, dat resultaten van reeds gedane waarnemingen nog niet zijn uitgewerkt. In IV.4 zijn enige voorlopige resultaten meegedeeld. Later hopen wij op de belangrijke vraag, hoe de opslibbing onder verschillende omstandigheden voortschrijdt, nader te kunnen ingaan. Dit zal onder meer kunnen geschieden aan de hand van resultaten, verkregen uit de permanente kwadraten.

XI SYNECOLOGIE

1. INLEIDING

De studie van de (fyto)synecologie behelst het onderzoek naar de samenhang tussen de vegetatie en alle, haar beinvloedende milieufactoren. De uitermate grote gecompliceerdheid van deze relatie houdt in, dat men nimmer de hoop kan koesteren ook maar enigszins volledig inzicht in deze materie te verkrijgen. Men zal zich tevreden moeten stellen als het gelukt, nu eens van deze, dan weer van een andere zijde, een eindweegs een draadje uit de grote kluwen van feiten, oorzaken en gevolgen te ontwarren.

1.1 Ethologische en mesologische synecologie

Bij de studie van de synecologie kan een tweetal opgaven worden gesteld. Enerzijds is het nodig elk van de milieufactoren zowel kwalitatief als kwantitatief te onderzoeken; anderzijds moet de uitwerking van verschillende factoren op elkaar en op de plantengroei worden bestudeerd. Het onderzoek der milieufactoren noemt men wel in navolging van PAVILLARD(1935) mesologische synecologie; de studie van de wijze waarop de vegetatie op het complex van milieufactoren reageert, noemt men dan ethologische synecologie (WESTHOFF, 1954). Het is niet mogelijk beide begrippen geheel te scheiden. Bij het kiezen uit de veelheid van verschijnselen, die men al of niet met behulp van bijzondere methoden kan waarnemen of meten, moet men zich in vele gevallen laten leiden door bepaalde reacties van de vegetatie zelf. Bij het meten van milieufactoren, mesologische synecologie dus, moet men gebruik maken van veronderstellingen, voortkomend uit de studie van de ethologische synecologie. Zo zal door het opmerken van bepaalde gedragingen van planten het vermoeden worden gewekt, dat bepaalde milieufactoren hier een belangrijke rol spelen en men zal dan methoden gaan bedenken om deze factoren zo doelmatig mogelijk te meten. Anderzijds zal men bepaalde opvallende verschijnselen waarnemen, waarvan men moet aannemen dat ze een belangrijke invloed zullen hebben op de vegetatie. In dat geval kan men methoden trachten te ontwikkelen om daarmee te kunnen vaststellen of en zo ja, hoe en in welke mate de vegetatie van de reacties op die invloeden blijk geeft. Op de volgende bladzijden zal nu eens van de ene, dan weer van de andere zijde uitgaande, de synecologie der vegetatie worden behandeld, al naar de mogelijkheden die de natuur zelve biedt.

1.2 Methode van onderzoek der mesologische synecologie

Onder de van buiten af op de vegetatie inwerkende factoren zijn het van de in hoofdstuk III genoemde, in het bijzonder de edafische, de biotische, inclusief de anthropogene en hydrologische factoren, die verantwoordelijk gesteld moeten worden voor de verschillen in de vegetatie, zoals die zich aan ons voordoen. Wij zullen deze factoren

de revue laten passeren, waarbij zo mogelijk iets over hun werking zal worden gezegd. Bovendien zullen de methoden waarop sommige factoren te meten zijn, worden behandeld, voor zover dit niet reeds eerder is geschied. Bij het mesologisch onderzoek naar milieufactoren beperkt men zich vaak tot het uitvoeren van een min of meer uitvoerige analyse van verschillende duidelijk uiteenlopende vegetatietypen aan een enkel exemplaar. Men is hiertoe vaak gedwongen door het complexe karakter van het onderwerp van studie. Op deze wijze krijgt men echter nimmer een inzicht in de wijze waarop de steeds geleidelijke overgangen tussen de vegetatietypen bepaald worden door het milieu. Bovendien ligt er in het uitzoeken van een karakteristiek voorbeeld steeds een element van willekeur. Bij dit onderzoek is er nu naar gestreefd van een zo groot mogelijk aantal opnamen per vegetatietype, in exacte cijfers uitdrukbare gegevens over het milieu te verkrijgen. De meetmethoden moesten daarom, in het bijzonder in een moeilijk begaanbaar landschap als de Biesbosch, zeer eenvoudig zijn. Het is gelukt om dergelijke methoden voor het meten van enkele belangrijke milieu-invloeden voor de plantengroei te vinden (hstn. III en VI).

2. HYDROLOGISCHE FACTOREN

In hoofdstuk III zijn deze factoren, te weten: de beweging en chemische samenstelling van het water, beschreven. Daar werd reeds uiteengezet op welke wijze de aard van de getijdenbeweging kan worden gemeten.

2.1 Getijdenbeweging

De werking van de getijdenbeweging is tweeërlei, namelijk
a. fysiologisch
b. mechanisch.

a. Bij de fysiologische werking kan men denken aan de afsluiting van lucht, die nodig is voor de assimilatie en ademhaling. Bezit van luchtweefsels kan het nadeel van deze invloed compenseren (telmatofyten in de zin van IVERSEN, 1936). Ook kan men denken aan vermindering van de lichtintensiteit, in het bijzonder daar waar het water slibrijk is en de overspoelingen lang duren. De slibafzetting op planten kan de schadelijke invloed van overspoeling ook na het droogvallen bestendigen. Schade aan biezen in droge tijden, wanneer de regen de planten niet schoonspoelt, is van dit verschijnsel een voorbeeld. Wanneer men de overspoelingsgrootheden betrekt op het niveau van de bodem waarop de planten staan, is het duidelijk, dat de hoogte van de planten van groot belang is voor de mate waarop hun gedragingen eventueel verband zullen vertonen met de gemeten waarden. Men moet daarbij echter bedenken, dat alle planten, met uitzondering van de fanerofyten en sommige chamaefyten, elk voorjaar als een kleine spruit vlak op de bodem beginnen te groeien. De eerste periode kan van doorslaggevende betekenis zijn voor het gedrag van een plant. Voor de kiemingsperiode van zowel de een-

als meerjarige planten geldt hetzelfde. In hoeverre de verschillende elementen, waarin de inwerking van de elementen kan worden gesplitst, ieder een specifieke werking hebben, valt in de meeste gevallen moeilijk te beoordelen. Het is echter duidelijk, dat bij vergelijking van de vegetatie in gebieden met verschillend gevormde tijcurven slechts een onderzoek op basis van elk van de drie elementen van de overspoelingsinvloed, namelijk hoogte, duur en frequentie, resultaat kan opleveren.
b. Mechanisch werkt de getijdenbeweging door de kracht van de stroom en door de deels daarmee samenhangende golfslag, die op verschillende hoogten de plant kan beuken. Bij het overspoelen van bloemen kan naast een fysiologische, ook wellicht een zuiver mechanische invloed, bijvoorbeeld samenplakken of het vernielen van onderdelen, van invloed zijn.

2.2 Chemische samenstelling van het water

Het is niet aannemelijk, dat er in de Biesbosch belangrijke chemische verschillen in het water zullen optreden. Metingen op dit gebied zijn dan ook achterwege gebleven, omdat in een gebied met zulk bewegelijk water als de Biesbosch dergelijke metingen verre van eenvoudig zijn en de grote kosten en inspanning eraan verbonden, niet werden geacht op te wegen tegen de waarde van het te verkrijgen resultaat. In hoofdstuk VI is reeds uit de aldaar vermelde gegevens uit de omgeving van de Biesbosch de conclusie getrokken, dat het water als zoet en uiterst eutroof moet worden beschouwd.

3. EDAFISCHE FACTOREN

De aard en ontstaanswijze van de bodem werden in deel II uitvoerig behandeld. Op deze plaats is het daarom alleen nodig in te gaan op die eigenschappen van de grond, welke direct voor de vegetatie van belang zijn. Er werd naar gestreefd eenvoudig meetbare bodemeigenschappen te vinden, die een redelijke maat geven voor die factoren die voor de vegetatie van belang zijn (zie 1.2). Alle gronden in het gebied, waartoe onze vegetatiestudie zich beperkt, staan onder invloed van overstroming met water gedurende kortere of langere tijd. Het is dan ook aannemelijk, dat de door het water beinvloede eigenschappen van de grond een belangrijke rol zullen spelen.

3.1 Roestdiepte

De belangrijkste van de hiervoor genoemde eigenschappen is de hoeveelheid lucht, die in de grond ter beschikking is voor de wortelademhaling (fig.132). In de hoofdstukken V en VI werd uiteengezet door welke processen dit luchtgehalte van de bodem wordt beinvloed. Daar is ook de indicatiewaarde behandeld die ijzerverbindingen hebben voor de aeratietoestand van de bodem. De intensiteit van de roest is, zoals daar werd uiteengezet, een maat voor de oxydatie-reductietoestand van de grond. De intensiteit van de doorluch-

ting, welke ook afhankelijk is van de grondwaterschommeling, blijkt zich te uiten in de mate van vorming en opeenhoping van ijzerroestdeeltjes en tot op zekere hoogte ook in een dieper in de bodem doordringen van de roest. Dit laatste is een maat, die eenvoudig met een steekboor kan worden gemeten, die bovendien zonder enige denkarbeid in cm kan worden weergegeven. Diepte van de roest is daarom als meest objectieve maat aangenomen voor de aeratietoestand van de bodem en alle daaraan gekoppelde eigenschappen, o.a. de stikstofhuishouding.

3.2 Consistentie

Een tweede eigenschap van de bodem, die overigens nauw is gecorreleerd met de reeds genoemde, is de consistentie van de bodem. Het is denkbaar, dat deze consistentie op zuiver mechanische wijze op de vegetatie kan inwerken. Zo zullen bijvoorbeeld zware bomen zich nimmer in een weke modder overeind kunnen houden. Anderzijds zou men zich kunnen voorstellen, dat er planten zijn met zwakke wortels, die zich niet in een compacte vaste grond kunnen ontwikkelen. Belangrijk bij de meting van de consistentie is vooral ook, dat er een nauw verband bestaat met de graad van doorluchting van het substraat. Zo blijken weke modders, waarin men bijvoorbeeld tot over de enkels of verder wegzakt, nimmer roestverschijnselen te vertonen. Dit is begrijpelijk, omdat modder verzadigd is met water waarin steeds, ten gevolge van de aanwezigheid van rottende organische stof, een permanent gebrek aan zuurstof heerst. Intensief doorluchte gronden hebben daarentegen een vaste consistentie (hst.V). Daartussen kunnen zich allerlei overgangstoestanden voordoen. De consistentie kan exact gemeten worden, zoals in V.1.3.3 werd beschreven voor de bepaling van het A-cijfer. Het watergehalte is immers de oorzaak van het meer of minder week zijn van het substraat. Voor een bepaling bij elke vegetatie-opname is deze methode uiteraard niet bruikbaar. De weekheid is echter al lopende te schatten aan de mate waarin men in de bodem wegzakt; zij is ook objectiever te bepalen met een methode waarbij men de weerstand meet, die een bepaald voorwerp ondervindt dat men in de grond drukt. In de Biesbosch hebben we, ook weer om zo eenvoudig mogelijk te kunnen werken, in enkele gevallen, naast de genoemde schatting bij het lopen, de volgende methode gebruikt. Men laat een staafje van een bepaalde vorm en gewicht vanaf een bepaalde hoogte loodrecht naar beneden in de grond vallen. Het aantal cm dat dit staafje in de grond dringt is een vergelijkingsmaat voor de consistentie. Door een aantal malen de waarneming op dezelfde plaats te herhalen, kan men toevallige fouten elimineren, die bijvoorbeeld het gevolg zijn van het niet geheel rechstandig vallen van het staafje of het raken van vaste delen, zo-a's wortels e.d.

Bij gronden die bij doorluchting reeds tamelijk vast zijn geworden en later weer gereduceerd worden (hst.V) is het verband tussen oxydatie, reductietoestand en consistentie natuurlijk gestoord. De

hier geschetste simpele methoden van meting van hydrologische en edafische factoren hebben het mogelijk gemaakt, dat een niet onbevredigend inzicht verkregen kon worden in de synecologische problemen.

3.3 Granulaire en chemische eigenschappen en geomorfologie

De overige eigenschappen van de bodem, zoals granulaire samenstelling e.d. hebben, afgezien van de uiterste extremen, weinig directe betekenis voor de verschillen in vegetatie. Wat de textuur betreft, is er echter vaak wel van indirecte invloed sprake. Zo hebben grofzandige ondergronden een sterk drainerende werking en beinvloeden zo de doorluchtingstoestand van de grond. Het begrip bodemstructuur houdt nauw verband met de doorluchting en rijpheid van de bodem en is dus voor een belangrijk deel verdisconteerd in de roestdiepte. In het volgende zal dit nog ter sprake komen. Ten gevolge van de wijze waarop de bodemgenese verloopt, gaat goede doorluchting dikwijls samen met de ligging op de oeverwallen, waarmee weer een lichtere textuur is gecorreleerd. In de kommen daarentegen valt reductie van het substraat samen met grote gehalten aan fijne fractie. Hoewel in beide gevallen de textuur de aanwezige oxydatie-reductietoestand eerder zal bevorderen dan tegenwerken, kan men niet spreken van een causaal verband tussen textuur en oxydatie-reductietoestand. Chemische verschillen in de bodem kan men in een gebied, dat zo onder invloed van eutroof water staat, nauwelijks verwachten. Hoewel een gering begin van verzuring in zeer organische stofrijke profielen kan worden geconstateerd, is het onwaarschijnlijk, dat de vegetatie daarop reeds in enigszins belangrijke mate reageert. Een uitzondering hierop vormt wellicht de stikstofhuishouding. Vermoedelijk zal in de gereduceerde modder van de kom hoofdzakelijk NH_3 ter beschikking van de planten staan, terwijl in een meer doorlucht substraat de stikstof meer in nitraatvorm opneembaar zal zijn. Wellicht bepaalt dit verschil in stikstofhuishouding voor vele planten mede het voorkomen in kom of oeverwal.

3.4 Waterbeweging in de grond

Een voor de plantengroei niet onverschillige edafische factor is de aard en de beweging van het grondwater. Deze beweging houdt nauw verband met de bovengrondse hydrologie (III.1.6) en is bepalend voor de doorluchting van de bodem. De betekenis van het bovengronds steeds vers aangevoerde zuurstofrijke water blijkt ondermeer uit het in de gehele Biesbosch talrijk voorkomen en de grote vitaliteit van de in Nederland overigens vrij zeldzame *Cardamine amara*. Deze soort heeft een duidelijke voorliefde voor bronniveaus en dergelijke standplaatsen, zoals beekoevers waar steeds mineraalrijk fris water beschikbaar is. Aan deze voorwaarde wordt in ons studiegebied in hoge mate voldaan, dank zij de getijdenbeweging in het rivierwater en de daardoor geinduceerde schommeling in het

grondwater. Ook toont de vegetatie in de Biesbosch overal waar enige beschutting de sterkste stroom en golfslag remt, veel analogie met de beekvegetatie.

4. HOOGTE-ROESTDIAGRAMMEN (fig. 137)

Daar de voorgaande eenvoudige meetmethoden exacte gegevens opleverden over hydrologische en edafische factoren was het mogelijk het verband tussen deze beide en de vegetatie grafisch voor te stellen. Daartoe werden in een grafiek op de ordinaat de afstand tot gemiddeld hoogwater en op de abscis de diepte van de roest afgezet. Voor de grienden (en vloedbossen), de rietgorzen en de ruigten plus biezengorzen werden grafieken getekend. Dit moest voor elke groep afzonderlijk geschieden, omdat het verschil tussen deze groepen onderling niet in de eerste plaats afhangt van hydrologische en edafische oorzaken, zoals die tot uitdrukking komen in de roestdiepte en hoogte ten opzichte van MHW, maar in het bijzonder van anthropogene en andere invloeden. Het bleek nu, dat wanneer men de roestdiepte en hoogte per opname gemeten in deze grafieken uitzet, de punten, behorende bij een bepaalde vegetatie-eenheid, steeds dicht bij elkaar komen te liggen. Grensgevallen in ligging binnen de grafieken gaan veelal samen met grensgevallen in floristische samenstelling. In vele gevallen bleken de puntenzwermen van de verschillende gezelschappen elkaar redelijk uit te sluiten. Soms ook is er een duidelijke overlapping, terwijl in een enkel geval de ecologische arealen van verschillende typen elkaar vrijwel geheel dekken. In XI.7.1.1 zal de betekenis van dit alles nader worden behandeld. In de figuren zijn de genoemde puntenzwermen door middel van een omgrenzing aangegeven. In figuur 137B, D en F werd het zwaartepunt van elke zwerm weergegeven. Hierbij zijn echter ook de gegevens gebruikt van die opnamen, waarvan slechts de hoogte of alleen de roestdiepte bekend was en die dus niet in de puntenzwermen konden worden verwerkt. Het voordeel van het aangeven van de puntenzwermen is, dat men een inzicht verkrijgt in de ecologische spreiding van de gezelschappen. Het voordeel van de zwaartepunten is, dat er meer gegevens kunnen worden verwerkt, terwijl bovendien eventuele invloed van meetfouten wordt vereffend.

5. BIOTISCHE FACTOREN

5.1 Vegetatie

Behalve de universele factor concurrentie, bestaat er tussen planten die tezamen groeien, onder andere ook een betrekking die juist het tegendeel van de concurrentie inhoudt, namelijk bescherming, welke eenzijdig of wederzijds kan werken. Een voorbeeld is het verschil in kruidengroei tussen een rietgors, een open ruigte en een goed gesloten griend of wilgenbos. De factor schaduw is oorzaak dat lichtmijdende of schaduwtolererende planten beter de concurrentie tegen andere, meer lichtbehoevende soorten kunnen volhouden. Eerstgenoemde worden dus beschermd door een schaduwgevend gewas

als riet, hout en dergelijke. Een andere manier van bescherming willen wij aanduiden als massa-effect. Hieronder moet verstaan worden het verschijnsel, dat een groep van individuen of spruiten van een plantensoort gezamenlijk beter is opgewassen tegen allerlei uitwendige agentia dan zij dat individueel zouden zijn. Zo zal het bijvoorbeeld moeilijk zijn voor riet om op een lage, sterk aan stroom en golfslag blootgestelde plaats te ontkiemen of zelfs maar uit wortelstokken op te slaan. Is eenmaal een groot aantal spruiten bij elkaar aanwezig, dan vormt het tezamen een krachtig bolwerk, dat bestand is tegen de mechanische, vaak ruwe invloeden van het getijdenwater (knakken van alleenstaande stengels en dergelijke). Een ander voorbeeld is het opslaan van houtgewassen op de hogere platen. Veel ijsgang zal een enkele alleenstaande kleine struik of tak zonder meer kunnen vernietigen, een geheel bos of struikgewas is echter in staat aanzienlijke hoeveelheden ijs te keren. Het begrip massa-effect, dat zich in de Biesbosch als vanzelf aan de onderzoeker opdringt, is ook bekend uit de zoölogie, terwijl WESTHOFF (1954) het reeds eerder in de vegetatiekunde gebruikt heeft. Ook tegen andere dan zuiver mechanische factoren kan het massa-effect beschermend werken, zoals door het scheppen van een speciaal microklimaat. In de Biesbosch is echter de bescherming tegen mechanische beinvloeding het meest opvallend.

5.1.2 Rhizoom-vicinisme

Een ander verschijnsel dat wij "rhizoom-vicinisme" willen noemen draagt vaak bij tot vergroting van de groeikracht op ongunstige plaatsen (o.a. via het in XI.7.1.2 te behandelen duikereffect). Wij zien namelijk, dat op plaatsen waar een geleidelijk aflopende oever aanwezig is, zoals dit in "vlaaien" vaak het geval is (IV.4.5.3), het riet tot veel grotere diepte omlaag kruipt dan waar het als afzonderlijke plant zou kunnen opslaan of groeien. Het schijnt, dat dank zij de verbinding met de hoger gelegen optimale groeiplaats via de wortelstokken, de spruiten de intensieve overspoeling net kunnen verdragen, terwijl ze dit, wanneer ze geheel zelfstandig moesten leven, niet zouden kunnen. Dit verschijnsel gaat ook steeds gepaard met massa-effect. Uit het voorkomen van grote mattenbiesvelden op laag niveau, juist daar waar langzaam glooiende oevers zijn, zou men kunnen besluiten, dat ook daar van rhizoom-vicinisme sprake is (fig. 133). Op soortgelijke wijze kan ook een voor een bepaalde plant eigenlijk te sterk gereduceerde bodem toch worden begroeid (riet). Ook bij de concurrentie tussen verschillende soorten kan het rhizoom-vicinisme van betekenis zijn. De term vicinisme ontlenen wij aan NORDHAGEN (1939), die dit begrip gebruikt voor het verschijnsel dat in een bepaald plantengezelschap soorten optreden, die zich daarin niet kunnen handhaven, doch die er regelmatig in worden aangevoerd doordat in de naaste omgeving vegetaties leven, die de betreffende diasporen rijkelijk produceren. Daardoor is er een onevenredig grote kans aanwezig tot het opslaan van niet bij de standplaats passende

soorten. Daar het ons om verspreiding via levende, aan de moederplant vastzittende wortelstokken gaat, hebben we het woord rhizoom ter onderscheiding toegevoegd.

5.2 Fauna

5.2.1 Vreterij

Van de andere biotische factoren willen wij nog slechts noemen de invloed van de fauna. Belangrijk zou kunnen zijn de vraat van allerlei dieren. Zo ziet men in het najaar en de winter de wilde ganzen naar wortels en biezen vooral van Scirpus triqueter wroeten, terwijl ze Phalarisvelden kort afgrazen. Zeer intensief is de vreterij door rupsen en slakken, die in de grienden in hevige mate o.a. de Rumexsoorten aantasten. Wilgen en populieren hebben, in het bijzonder wanneer ze op voor hen ongunstige standplaatsen staan, vaak te lijden van allerlei schade door vraat van insecten, waarvan wij de opvallendste willen noemen: wilgentakmug, wilgentwijgmug, haantjes, snuittorren, boktorren etc. In het wild groeiende struiken van Salix dasyclados, inclusief aan Salix cinerea verwante vormen, zijn vrijwel steeds kenbaar aan de knobbels ontstaan door de werking van een bastaardrups. Door al deze beschadigingen kunnen de wilgen en populieren aan concurrentiekracht verliezen, hetgeen op de hoge standplaatsen (Cariceto remotae-Fraxinetum) waar reeds andere boomsoorten dan wilgen en populieren kunnen groeien, een belangrijke invloed op de samenstelling van de houtopstand kan hebben. Op de lagere standplaatsen zal de populier hevig te lijden hebben van deze insectenschade en daardoor des te eerder het domein aan de wilgen moeten overlaten. In hoofdstuk XIV komen wij hierop nog nader terug.

5.2.2 Excrementen

Verder zij vermeld de werking van de excrementen van viseters als de blauwe reiger, de kwak en de aalscholver. Door de sterke zuren, hierin aanwezig, worden blad en bast van de boom aangetast waardoor spoedig de takken en later de gehele boom afsterft. Onder de kolonies ontstaat, ten gevolge van het vele licht dat door de kale kronen dringt en door de werking van de meststoffen, een zeer dichte vegetatie, waarin metershoge brandnetels (Urtica dioica) en kleefkruid (Galium aparine) het aspect kunnen bepalen. Dit geschiedt alleen wanneer de standplaatsen tot griendtypen (V0-V3) met relatief lage overspoelingsfrequenties behoren (Salicetum cardaminetosum en Cariceto remotae-Fraxinetum). Komen de kolonies in lagere vegetaties voor, dan is de begroeiing onder de bomen meestal niet bijzonder rijk. Solanum dulcamara en riet nemen een belangrijke plaats in. Daar de aalscholvers vrijwel uitsluitend populieren uitkiezen voor hun nesten (vermoedelijk zijn zij afkerig van de fastigiate vorm der wilgenkronen) vindt men aalscholverkolonies vrijwel steeds in de hogere, boven MHW gelegen griendtypen. De aalscholvers zijn thans sterk gedecimeerd

als gevolg van de uitroeiingsacties door vissers. Reigers treffen we vooral aan in verwaarloosde grienden, die meestal tot het Salicetum alismetosum behoren, waar de nesten bij voorkeur in warrige, scheefgezakte wilgenstruiken worden gemaakt.

5.2.3 Bodemfauna

Het is niet onwaarschijnlijk dat er nog allerlei andere invloeden van de dierenwereld uitgaan op de vegetatie, waarvan wij echter nog niets weten. De bodemfauna werd intensief bestudeerd door P.C.Heyligers. Deze maakte daarbij gebruik van de resultaten van het vegetatie- en bodemonderzoek, waaraan hij in het kader van een scriptie-onderzoek meewerkte (HEYLIGERS, 1956). Enkele resultaten van deze studie van de bodemfauna mochten wij nu reeds gebruiken onder andere ter vergelijking met de resultaten van het bodemkundig en vegetatiekundig onderzoek (IV.4.3.2). Het blijkt, dat de resultaten van deze onderzoekingen elkaar op fraaie wijze aanvullen.

5.3 Anthropogene invloed

De meest ingrijpende biotische factor die wij daarom apart moeten behandelen, is de mens. Reeds herhaalde malen is er in deze studie op gewezen, dat de mens een zeer grote invloed heeft op de ontwikkeling van het landschap in al zijn geledingen.

5.3.1 Indirecte invloeden: begreppeling en bekading

In het hoofdstuk van de rijping van de bodem hebben wij reeds de ingrijpende anthropogene invloed op de bodem besproken, die in het gors- en griendstadium wordt uitgeoefend. Wij hebben daar gezien, dat de bodemtoestand zoals die van nature voorkomt in de vaste delen van de kom en op oeverwallen, ten nadele van die van de weke kom door de mens wordt uitgebreid. Dit heeft dus tot gevolg dat de vegetaties, die typisch zijn voor de kom, op een zeer klein oppervlak werden teruggedrongen en zelfs voor een deel geheel verdwenen zijn, respectievelijk niet tot ontwikkeling konden komen. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval met de vegetatie van de kommen ter hoogte van omstreeks MHW. Reeds is uiteengezet, dat het hier tot veenvorming zou kunnen komen, vermoedelijk begeleid door een Magnocarcionvegetatie, die over zou gaan in een Alnetum (X.3.3.4 en X.6.4.5.3). Deze anthropogene ingreep bepaalt dus voornamelijk de grootte van het oppervlak van bepaalde vegetaties en is dus meer van kwantitatieve dan van kwalitatieve aard. Behalve deze anthropogene invloed via de bodem is er nog de eveneens indirecte beinvloeding van de vegetatie via de wijziging in waterhuishouding door middel van bekading. In III.2.5 is de invloed van de bekading op de tijcurve uitvoerig behandeld. Daar werd uiteengezet, dat in het bijzonder de overspoelingsfrequentie door bekading wordt verminderd en dat daardoor op de gemiddelde waarden van duur en hoogte invloed wordt uitgeoefend. Daar de vorm van de tijcurve niet ernstig wordt veranderd, kan er ook bij deze ingreep geen kwalita-

tieve verandering van enig belang worden geconstateerd. Ook hier resulteert de bemoeiing van de mens hoofdzakelijk in een verschuiving van de verhouding tussen de oppervlakten van ook zonder anthropogene invloed bestaande vegetaties. Toch is de toestand bij bekade gebieden wel iets anders dan bij onbekade. Zo is binnen de kade, als duikers en waterkering in een optimaal goede toestand verkeren, voor het overgaan van een bepaalde vegetatie in een ander, minder aan overspoeling aangepast type in het algemeen een groter hoogteverschil nodig dan in onbekade grienden het geval is. Met andere woorden: hoe beter de kaden en duikers onderhouden zijn, des te meer worden de milieuverschillen binnen de kade genivelleerd. Dit komt omdat bij alle vloeden, die beneden de kade blijven, geen enkele, ook niet de laagste plaats in de griend wordt overspoeld. De invloed van alle vloeden die beneden de kade blijven, is dus gelijk, namelijk nihil. Lekken kaden en duikers dan hebben ook lagere vloeden, evenals de hoge, een differentiërende invloed binnen de kade. Ten gevolge van de in absolute zin gezien lage ligging bestaat de mogelijkheid, dat het grondwater in bekade grienden relatief dichter onder het maaiveld komt dan in onbekade grienden met ongeveer gelijke overspoelingsinvloeden. De kans op vegetatietypen met als kenmerk en oorzaak een verminderde bodemaeratie, gepaard aan relatief geringe overspoelingsinvloed, wordt daardoor binnen de kaden vergroot (zie ook III.2.5). De gemeenschap van Salix, Anthriscus en Caltha (griendtype V3r) die een dergelijke ecologie heeft, komt dan ook in verhouding meer binnen dan buiten de kade voor. Wanneer de duikers te weinig capaciteit hebben, worden èn de overspoelingsduur verlengd bij gelijkblijvende hoogte èn de frequentie verhoogd (III.2.5.2). Dit heeft ook een sterkere reductie van de bodem tot gevolg en kan dus, ook wat de vegetatie betreft, in gelijke richting werken als een door andere oorzaken bepaalde hoge grondwaterstand.

5.3.2 Directe invloeden: planten, onderhoud, wieden, oogsten

Naast dit indirect is er ook een direct ingrijpen in de aard van de vegetatie. Hieronder verstaan we het planten, het onderhouden en oogsten van gewassen. Waren de indirecte ingrepen meer van kwantitatieve aard (er treedt immers slechts een verschuiving in grootte van areaal der vegetatietypen op), de directe ingreep kan ook kwalitatief werken. Zo maakt de mens gebruik van het genoemde massa-effect bij het poten van grienden of ook rietgorzen op plaatsen, waar natuurlijke vestiging van afzonderlijke exemplaren van wilgen, respectievelijk riet, moeilijk of niet mogelijk is. Verder wordt door het snijden van biezen, hetgeen in het volle vegetatieseizoen geschiedt, sterk ingegrepen in de natuurlijke verhoudingen. De mattenbiezen kunnen, mits ze niet meer dan eens per twee jaar worden gesneden, deze ingreep goed verdragen. Het is echter mogelijk dat andere planten, die van nature tussen de biezen groeien, hierdoor in concurrentiekracht achteruitgaan; waarschijnlijk is dit bijvoorbeeld bij Ly-

thrum salicaria en Scirpus maritimus het geval. Bij de biezencultuur heeft men dan ook de ervaring, dat door regelmatig snijden het biezengors "schoon" wordt.

Iets soortgelijks treedt op bij het wieden van de griend, wat men in het vegetatieseizoen in goed onderhouden grienden minstens eenmaal per jaar doet. Hier kan misschien de hop (Humulus lupulus), die thans slechts sporadisch in de hogere, matig tot slecht onderhouden grienden voorkomt, door herhaaldelijk terugsnijden de concurrentie tegen de andere griendplanten niet volhouden. De oogst, waarbij van de biezen om de twee jaar, van het riet elk jaar en van de grienden meestal elke drie tot vijf jaar vrijwel de gehele bovengrondse massa wordt afgevoerd, is een uiterst ingrijpende maatregel. In de eerste plaats heeft dit bij biezen en riet tot gevolg, dat er minder organische stof aan de bodem wordt toegevoegd met alle gevolgen van dien, waarvoor naar V.1.3 zij verwezen. Hier zij slechts vermeld dat dit, in het bijzonder bij het riet, voor het gewas zelf gunstig is. Bovendien wordt bij het snijden het opslaan van hout tegengegaan. Bij de grienden verhindert de oogst de vorming van zwaar geboomte; daarenboven wordt de kruidlaag na elke kap gedurende een deel van het voorjaar aan het volle licht blootgesteld, waardoor echte schaduwminnende bosplanten worden benadeeld. Mogelijk is dit de reden van het ontbreken van onder andere Athyrium filix-femina, die wij op betrekkelijk onverzorgde plaatsen in de hogere griendtypen een enkele maal aantroffen. Natuurlijk wordt door de griendcultuur de spontane opslag van andere houtsoorten dan de aangeplante tegengegaan, hetgeen in de hoogste typen van ingrijpende betekenis is.

6. LEVENSVORMEN

6.1 Inleiding

Wanneer men aan de vegetatie wil aflezen hoe zij reageert op de werking van de milieufactoren, dan geeft reeds de soortensamenstelling waaruit ze is opgebouwd een indruk van het milieu. Men weet immers uit ervaring dat bepaalde planten aan bepaalde bodemtoestanden, klimaten e.d. zijn gebonden. Vegetatiekartering ten behoeve van landbouwkundige doeleinden berust op deze wijze van karakterisering van het milieu. Het is echter duidelijk, dat men uitsluitend op grond van kennis van de floristische samenstelling, van de vegetatie en van het daarmee correlerende milieu in de meeste gevallen van de afzonderlijke soorten niet kan zeggen waarom en hoe ze op een bepaalde actie van de omgeving reageren. Hiervoor is per soort experimenteel laboratoriumonderzoek noodzakelijk. Wanneer de vegetatiekunde moest wachten tot de autecologen voor een groot aantal indicatorplanten de voornaamste groeiplaatseisen hadden vastgesteld, zou er van de studie van het plantendek als geheel en geografisch gezien niets terechtkomen. Bovendien kan de autecoloog slechts de niet door concurrentie beinvloede ecologische amplituden bestuderen. In de natuur gaat het juist om het wel door het

geheel van onderlinge concurrentie en andere wederzijdse beinvloeding, beheerste areaal. WESTHOFF stelt voor, hier de begrippen "potentiële" tegenover "actuele" ecologische amplituden te gebruiken (HEYBROEK,1955). Zonder de vegetatiekunde kan deze "actuele" ecologische amplitude van de verschillende soorten niet worden geanalyseerd. Zelfs al zou men van elke plant nauwkeurig het "actuele" en het "potentiële" milieu kennen, dan geeft dit nog geen inzicht in het waarom en hoe der beinvloeding. Dit krijgt men slechts als men de gehele epharmonie van de afzonderlijke planten kent.

Het is een bekend feit, dat planten verschillende zogenaamde "aanpassingen" vertonen aan bepaalde uitwendige omstandigheden. Deze aanpassingen komen morfologisch tot uiting in allerlei aan de plant waarneembare kenmerken. De vraag of deze aanpassing in de zin van Lamarck of op Darwinistische wijze of anderszins opgevat moet worden, kunnen we hier laten rusten. Wanneer het lukt deze aanpassing in cijfers uit te drukken, bijvoorbeeld in frequentie of procenten van bepaalde vormen, dan vinden wij hierin een objectieve maat voor de reactie van de vegetatie als geografische eenheid op het bepaalde milieu. Deze aanpassingsvormen van planten noemt men nu "levensvormen". Men kan in principe voor het bepalen van de reactie op allerlei milieufactoren levensvormen opstellen. Eis is echter dat de kenmerken waaraan men die levensvorm determineert, eenvoudig, zonder al te diepgaand onderzoek, waarneembaar zijn. Het is zo uit praktische overwegingen niet mogelijk cytologische of andere microscopische of anderszins slechts in het laboratorium te bepalen kenmerken te gebruiken. Een onderzoek naar de levensvorm moet liefst geheel in het veld met de allereenvoudigste hulpmiddelen kunnen geschieden. Wanneer dit niet zo is, zal er vrijwel niemand zijn die tijd en kosten zal kunnen opbrengen om het werk tot een goed einde te brengen. RAUNKIAER (1934) heeft nu een levensvormensysteem opgesteld dat algemeen ingang heeft gevonden. Het systeem berust in hoofdzaak op de aanpassing door de planten aan het voor groei ongunstige jaargetijde. Het is dus gebaseerd op de wijze waarop de plant bijvoorbeeld een strenge winter, een droge periode doorkomt. In het bijzonder de reactie op de milieufactor: klimaat, wordt dus op deze wijze geanalyseerd. Zoals straks blijken zal, kunnen echter met het systeem ook andere factoren worden geindiceerd. IVERSEN publiceerde in 1936 een zeer bruikbaar levensvormensysteem dat de aanpassing van de planten aan de factor water tot basis heeft. Dit laatste systeem is voor het eerst door WESTHOFF (1947) in combinatie met de Frans-Zwitserse school toegepast. Van beide methoden werd in deze studie gebruik gemaakt. Ten slotte is een indeling gemaakt naar de mate, waarin de planten bestand zijn tegen mechanische beschadiging ten gevolge van stroming en golfslag. Voor een uitvoerige beschrijving van de eerste twee levensvormensystemen zij verwezen naar de publikaties van de schrijvers zelf. Zie ook de handboeken; voor het tweede systeem zie o.a. ook WESTHOFF (1949).

Hier zullen in het kort slechts die levensvormen uit de verschil-

lende systemen worden behandeld, die in de Biesbosch onderscheiden worden.

6.2 Levensvormen van RAUNKIAER

Van de door RAUNKIAER onderscheiden levensvormen komen de volgende in de Biesbosch voor.

P. Fanerofyten. Planten, die overwinteren met bovengrondse delen, die zich meer dan 30 cm boven het aardoppervlak verheffen. In ons klimaat zijn dit vrijwel uitsluitend houtige planten.

Ch. Chamaefyten. Planten, die overwinteren met bovengrondse delen, welke echter dicht tegen de grond zijn gedrukt.

H. Hemicryptofyten. Planten, die overwinteren door bovengronds geheel af te sterven. De overwinteringsknoppen bevinden zich vlak op of vlak onder het aardoppervlak.
Hr. Hemicryptophyta rosulata: Rozetplanten.
Hc. Hemicryptophyta caespitosa: Horstplanten. De overwinteringsknoppen worden beschermd door dode bladscheden, bladen, etc.

G. Geofyten. Planten, die overwinteren met onderaardse delen zoals wortelstokken etc., waarbij de overwinteringsknoppen onder de oppervlakte zijn gelegen. In de Biesbosch zijn dit vrijwel uitsluitend rhizoom-geofyten met wortelstokken of wortelachtige organen (stolonen, Phragmites). In het zoetwatergetijdengebied komt ook een vertegenwoordiger van de Geophyta bulbosa voor, dus een met bollen overwinterend gewas, namelijk Leucoium aestivum ornithogalum umbellatum. Ook komt een enkele "wortelknopgeofyt" voor (Geophyta radicigemma) zoals Cirsium arvense (enigszins behoort ook Sagittaria hiertoe).

Hy. Hydrofyten. Waterplanten, wier overwinteringsorganen onder water blijven.
Hydrophyta natantia: Niet vastgehechte, dus losdrijvende planten, zoals bijvoorbeeld kroossoorten.
Hydrophyta radicantia: Wortelende waterplanten, zoals Potamogeton e.a.

T. Therofyten. Planten, die het ongunstige jaargetijde als zaad overwinteren en dus verder geheel afsterven. Te onderscheiden zijn o.a. winter- en zomeranuellen, naar de tijd die voor hen als ongunstig jaargetijde geldt. Overwegend komen in de Biesbosch zomeranuellen voor.

Men mag bij het beoordelen van deze levensvormen nimmer geheel op de literatuur afgaan. RAUNKIAER heeft er reeds op gewezen dat dezelfde soort in verschillende milieus verschillende levensvormen kan vertonen. In een getijdengebied als de Biesbosch komen planten die in gebieden met stilstaand water slechts onder water wortelen, regelmatig droog te staan. Dergelijke planten zijn in de literatuur steeds als Helofyten of Hydrofyten beschreven. In de Biesbosch moet men dergelijke planten (Scirpussoorten bijvoorbeeld) echter

tot de Geofyten of Hemicryptofyten rekenen, al naar gelang de ligging ten opzichte van de bodemoppervlakte van hun overwinterde knoppen. Als Hydrofyten worden in verband daarmee in deze studie uitsluitend Limnofytische (=drijvende of zwevende) planten beschouwd.

6.3 Hydrotypen van IVERSEN

6.3.1 Uitgangspunt en methode

Bij de opstelling van zijn systeem van hydrotypen ging IVERSEN (1936) uit van de volgende veronderstellingen. Planten, die regelmatig droge perioden moeten doormaken zijn onder andere gebaat bij

a. een sterk ontwikkeld diepgaand wortelstelsel,
b. succulente bouw,
c. skleromorfe bouw,
d. viltbedekking.

Daarnaast zijn er natuurlijk nog anatomische en fysiologische eigenaardigheden, die niet in het veld kunnen worden bepaald.

Een belangrijke aanpassing aan sterk gereduceerde omstandigheden is de aanwezigheid van luchtholten, waarin de tijdens de assimilatie gevormde zuurstof ten behoeve van de ademhaling kan worden opgespaard. In het bijzonder zijn luchtkanalen van belang voor de aanvoer van zuurstof naar de luchtwortels. Planten die dergelijke voorzieningen bevatten, worden door IVERSEN (1936) Telmatofyten genoemd. De planten, die geheel aan het leven in water zijn aangepast, worden tot een aparte groep gerekend: Limnofyten. Daarin kunnen nog op het water drijvende en onder de oppervlakte zwevende planten onderscheiden worden. Ten slotte gebruikt IVERSEN nog een belangrijk kenmerk om een bepaalde groep van planten af te scheiden, namelijk de "Heterofyllie". Er is een aantal aan oevers of in diep water groeiende planten dat verschillend gebouwde onder- en bovenwaterbladen heeft. Veronica anagallis-aquatica, Scirpus lacustris, Sagittaria en vele andere vertonen dit verschijnsel in stilstaande wateren. Al de genoemde eigenschappen kunnen betrekkelijk eenvoudig aan de plant worden "afgelezen".

De skleromorfe bouw, een eigenschap van droogteresistente planten, is een anatomisch kenmerk. IVERSEN geeft echter een zeer eenvoudige methode aan, waarop een redelijk inzicht in de sterkte van het steunweefsel verkregen kan worden. Hij gaat daarbij uit van de gedachtengang dat, wanneer de turgor is opgeheven, slechts het steunweefsel de plant haar vorm doet bewaren. Is dit sterk ontwikkeld, dan zal de plant na verlies van de celweefsels weinig of niet van vorm veranderen. Is daarentegen het steunweefsel slechts zwak of vrijwel niet aanwezig, dan zakt het gehele weefsel bij het ontbreken van turgor als een slappe massa in elkaar. Daartussen zijn natuurlijk allerlei overgangstoestanden kenbaar. Deze functie van het steunweefsel is in droge tijden van belang voor de plant.*) Planten die tijdens droge perioden sterk verwelken, dat is vermindering van turgor

ondergaan, lopen groot gevaar mechanische beschadiging op te lopen. Het knakken van vaatbundelvoerende delen, waardoor later bij herstel van de turgor deze waterwegen blijvend gestoord zijn, is een van de gevaarlijkste schaden die ten gevolge van verwelking kunnen optreden.

Ten behoeve van het onderzoek kan het opheffen van de turgor betrekkelijk eenvoudig geschieden door de planten enige tijd aan hete stoom bloot te stellen. Op grond van de dan optredende vormverandering van de plant kan men een indeling in drie klassen maken naar de mate van ontwikkeling van het steunweefsel. Ook deze wijze van classificering van de planten mag men niet geheel uit de literatuur overnemen. Men heeft kans, dat de plant in verschillende omstandigheden verschillend reageert. Bovendien kunnen er verschillen in ecotypen bestaan. In het algemeen blijkt echter, dat er bij de meeste planten, die door verschillende onderzoekers zijn bestudeerd, weinig verschil in beoordeling bestaat. Een levensvorm moet liefst ook een specifieke eigenschap van een soort zijn, te veel variatie per soort bemoeilijkt het gebruik voor de karakterisering van het milieu.

6.3.2 Indeling van de Hydrotypen

IVERSEN onderscheidt nu een aantal levensvormen, door hem hydrotypen genoemd, waarvan de volgende in de zoetwatergetijdendelta gevonden worden:

Skleromorfe Hemixerofyten: planten, zonder zeer sterk typisch xerofytisch wortelgestel, maar met een duidelijk skleromorfe bouw. Deze vallen dus bij de stoomproef in de hoogste stijfheidsklasse.

Mesofyten: planten met eenzelfde wortelstelsel als de vorige groep maar vallend in de tussenklasse van skleromorfie.

Hygrofyten: planten met eenzelfde wortelstelsel als de vorige groep, maar zonder noemenswaard steunweefsel.

Telmatofyten: planten met luchtholten in de onderaardse delen; in de ideale gevallen ook luchtkanalen of aerenchym door de gehele plant. Wij maakten nog onderscheid in skleromorfe en mesomorfe telmatofyten, al naar de sterkte van het steunweefsel (zie XI.6.4).

Limnofyten: planten die geheel in of op het water leven; te onderscheiden in drijvende en zwevende planten.

Amfifyten: planten die heterofyllie tussen boven en onder water groeiende delen vertonen.

*) Zie vorige bladzijde.
Dr. van der Pijl maakte ons er opmerkzaam op, dat ook de verhoogde zuigspanning sterke spiralen in de houtvaten vereist. Of deze vorm van skleromorfie ook bij de gebruikte methode tot uiting komt, is niet geheel zeker.

De betekenis van al deze vormen als indicatoren voor het milieu zal tijdens de bespreking van de levensvormenspectra worden uiteengezet. Bij de laatste groep, namelijk de amfifyten, is het echter noodzakelijk eerst wat uitvoeriger stil te staan.

6.3.3 Heterofyllie

Heterofyllie is een verschijnsel dat algemeen voorkomt. FUNKE (1951) geeft hiervan een overzicht. Bij vele planten is er verschil in bladvorm tussen de eerst ontplooide en de later volgende. Bij waterplanten komt het verschijnsel opvallend voor. Zo zijn de eerste bladen van het pijlkruid nimmer pijlvormig, zij hebben de vorm van iets spatelvormige slippen. Deze kunnen onder water vele dm lang worden, maar blijven in ondiep water of boven water slechts enkele cm groot. De opvolgende bladen vertonen steeds meer differentiatie in bladsteel en bladschijfje. De eerste van deze bladen drijven nog op het water, maar ten slotte worden er boven het water uitstekende pijlvormige bladen gevormd. Aan één plant kunnen daar dus bijna lijnvormige, ondergedoken bladen, ovale, drijvende bladen en boven water uitstekende, pijlvormige bladen voorkomen. Ook vermeldt FUNKE, dat er in stromend water uitsluitend lijnvormige bladen kunnen voorkomen (f. vallisnerifolia). FUNKE kon de bladvorm beinvloeden met bepaalde kleuren en intensiteiten van licht. De invloed van stroom kan echter, gezien het voorkomen van bovenvermelde f. vallisnerifolia, ook van belang zijn. FUNKE vermeldt ten slotte, dat over de oorzaak van heterofyllie niet veel bekend is. Wel is vast komen te staan, dat bijvoorbeeld bij Sagittaria onder alle omstandigheden eerst de primaire vorm van bladen wordt gevormd. Ook bij boven het water groeiende planten is dit het geval. Deze primaire bladen ontwikkelen zich dan echter niet tot lange, lijnvormige bladen, maar blijven kort en onaanzienlijk. Verder heeft FUNKE experimenteel aangetoond, dat secundaire en primaire bladen in oorspronkelijke aanleg gelijk zijn. Het milieu bepaalt of de later gevormde bladen een primaire dan wel een secundaire vorm zullen verkrijgen. Ondergedoken bladen hebben steeds de primaire, boven water uitstekende bladen de secundaire vorm. Deze laatste zijn meestal meer gedifferentieerd dan de eerste, hoewel het ook voorkomt dat de primaire, ondergedoken bladen fijner verdeeld zijn dan de secundaire (Sium latifolium; fig. 134). Bij het bespreken van deze verschijnselen wordt in de literatuur steeds onderscheid gemaakt tussen onder en boven water. In het gebied dat thans besproken wordt, bestaat echter het enigszins zonderlinge probleem: wat met onder en wat met boven water wordt bedoeld. Het gehele milieu, dat in deze studie wordt behandeld komt immers periodiek onder water en valt periodiek droog. De tijd en middelen hebben ontbroken om dit onderwerp diepgaand te bestuderen. Ongetwijfeld zullen in de zoetwatergetijdendelta belangrijke mogelijkheden liggen voor een fysiologisch onderzoek betreffende de oorzaken van heterofyllie. Dit bijzondere milieu met twee meter getijdenverschil in zoetwater schept

zonder twijfel omstandigheden waardoor allerlei nieuwe gezichtspunten naar voren kunnen komen. Ook de factoren, die de lengte van de bladstelen van planten als Nuphar- en Potamogetonsoorten bepalen, die door FUNKE werden bestudeerd, zouden bij vergelijking van het getijdengebied met stilstaande wateren een dankbaar onderwerp van onderzoek voor de fysioloog vormen. Ten einde te kunnen beoordelen in hoeverre de amfifyten in de zin van IVERSEN e.a. bij het onderhavige onderzoek bruikbaar zijn, is het nodig datgene, dat tijdens het onderzoek in de Biesbosch dienaangaande werd waargenomen, afzonderlijk te behandelen. Het blijkt dan, dat heterofyllie in de Biesbosch bij bepaalde soorten inderdaad voorkomt. Er zijn echter planten, die door IVERSEN als amfifyten worden beschouwd en in de Biesbosch slechts in één levensvorm werden waargenomen. Zo zijn Veronica anagallis-aquatica en Veronica beccabunga slechts als z.g. bovenwatervorm aanwezig. Sparganium simplex is slechts als ondergedoken vorm in de Biesbosch bekend. Deze soorten rekenen we daarom niet tot de amfifyten. De onderwatervorm van Sparganium simplex is een echte lymnofyt in de zin van IVERSEN (1936), terwijl de beide Veronica ssp. tot de hygrofyten gerekend moeten worden. Bij Sagittaria komen zowel primaire als secundaire bladen voor. Op plaatsen die regelmatig bij laag water droogvallen, ontwikkelen de primaire bladen zich in het voorjaar slechts weinig, terwijl al spoedig pijlvormige bladen ontstaan. Op permanent overspoelde plaatsen (X.2) komt echter de pijlvorm zelden tot ontwikkeling en draagt de plant slechts lijnvormige bladen; in dit geval worden evenmin, als bij Sparganium simplex, ooit bloemen gevormd. Ook hier spreken we niet van een amfifyt, omdat in het ene milieu en daarmee ook in een duidelijk ander plantengezelschap slechts secundaire bladen worden gevormd; daarentegen rekenen we de vorm vallisnerifolia tot de limnofyten. De vorm met pijlvormige bladen moet, gezien de aanwezigheid van luchtweefsel, bij de telmatofyten worden ondergebracht. Slechts een enkele maal namen we in de Biesbosch in een zeer rustig water aan één plant een volledige serie van lijnvormige, bij laag water drijvende tot pijlvormige, omhoogstekende bladen waar, waarbij de plant ook enige bloemen droeg.

Een ander voorbeeld van heterofyllie komt voor bij de gele plomp Nuphar luteum. Nu behoort deze plant volgens het systeem van IVERSEN e.a. niet tot de amfifyten, hoewel ze als drijvende limnofyt wel met deze groep verwant is. Ook hier blijkt het milieu echter invloed te hebben op de bladvorm. Het is bekend, dat deze soort zowel aan de oppervlakte drijvende bladen voortbrengt als ondergedoken zogenaamde "slabladen", die wel een gelijke uiterlijke vorm hebben, maar dunner en slapper en daardoor ineengekruld en gevouwen zijn. Ook in de Biesbosch vindt men beide vormen buitendijks. De drijvende bladen komen op rustige, bij laag water niet te diepe plaatsen voor, tegelijk met de bloemen; de slabladen bevinden zich behalve daar, ook op plaatsen waar geen bloemen en drijvende plan-

ten aanwezig zijn. Dit is het geval op druk bevaren plaatsen met vrij sterke stroom en vermoedelijk eveneens daar waar de bodem ook bij laag water vrij diep is.

De enige plant in de Biesbosch die volgens het levensvormensysteem van IVERSEN e.a. tot de amfifyten te rekenen is, is Sium latifolium. Aan deze plant kan men zeer fraai de overgang in bladvorm waarnemen (zie fig. 134). De eerste bladen die voor de dag komen, zijn zeer fijn verdeeld tot de 3e en 4e orden. Bij elk volgend blad wordt de verdeling minder fijn, totdat de normale secundaire bladvorm (enkelvoudig, oneven) is bereikt. De plant komt alleen voor boven laag water tot hoog water toe; er zijn geen standplaatsen aangetroffen lager dan 100 cm-MHW. De planten staan dus steeds geruime tijd van de dag droog. De fijngedeelde bladen, die bij planten, groeiend in water met constante waterspiegel steeds onder water blijven, worden hier echter ook gevormd. Volgens GLUCK (1936) komen deze fijn verdeelde bladen ook voor bij de door hem onderscheiden forma terrestre, die men ook in Nederland op moerassige plaatsen kan aantreffen. Deze feiten duiden er eens te meer op, dat hier het verschil in blad niet in eerste instantie door het milieu wordt bepaald.

Naar wij hopen is hiermee niet het laatste woord over de heterofyllie in het getijdengebied gezegd. Een niet onbelangrijk studieterrein voor morfologen en fysiologen ligt hier nog braak.

6.3.4 Telmatofyten

Het is nodig nog even bij de telmatofyten stil te staan. Zoals bijna alle vormen en verschijnselen in de natuur zijn ook de telmatofyten niet scherp begrensd. Hun algemeen kenmerk is, dat de planten over luchtholten, kanalen, aerenchym e.d. beschikken, waardoor zuurstof aangevoerd kan worden naar delen, o.a. wortels, die dat nodig hebben en waarin in het algemeen gassen kunnen worden vervoerd en opgespaard, waar dat voor de levensprocessen nodig is. Uitgesproken telmatofyten als Scirpussoorten van de sectie Schoenoplectus, Typha e.d., bestaan voor een belangrijk deel uit aerenchym. Phragmites communis is een voorbeeld van een plant, die geen aerenchym heeft, maar holle stengels en ondergrondse delen. Tot deze groep zijn hier nu ook alle planten gerekend, die duidelijk macroscopisch waarneembare, met lucht gevulde holten in de wortels hebben, zoals Rorippa amphibia, Stachys palustris e.a. Het is waarschijnlijk, dat soorten die geen duidelijk waarneembare aerenchym vertonen en die toch bij voorkeur in de modder groeien, toch op een of andere wijze lucht naar en CO_2 van de wortels weten te voeren; ze zijn echter niet tot de telmatofyten gerekend. Een kleine, maar niet onbelangrijke groep vormen die planten, die in staat zijn onder bepaalde omstandigheden aerenchym te vormen. Deze zouden dus "potentiële telmatofyten" genoemd kunnen worden. Lycopus europaeus, Lythrum salicaria en Epilobium hirsutum behoren hiertoe. Bij de opstelling van de le-

vensvormenspectra werden deze soorten ook tot de telmatofyten gerekend, ongeacht in welke vegetatie ze groeien, gezien hun potentiële mogelijkheid om in sterk gereduceerd wortelmilieu te leven. In de Biesbosch hebben wij echter geen uitvoerig onderzoek gedaan naar de vraag of, en zo ja, op welke standplaatsen duidelijk aerenchym aanwezig is. Bij deze soorten is duidelijke vorming van luchtweefsel nimmer waargenomen. Opvallend is echter, dat juist deze twijfelachtige telmatofyten een bijzondere voorliefde voor de oeverwallen vertonen, dus voor de beter geaëreerde standplaatsen. Zouden we deze soorten niet tot de telmatofyten rekenen, dan zou het verschil tussen oeverwal en kom en tussen hoog en laag nog duidelijker in de levensvormenspectra uitkomen dan nu reeds het geval is.

6.4 Sklerotypen

Een derde systeem van levensvormen, dat hier ter bestudering van de werking van het milieu is gebruikt, berust op een samenvatting van een aantal hydrotypen in de zin van IVERSEN (1936). Deze auteur beschouwt de skleromorfie als een "aanpassing" aan droogte, als bescherming tegen nadelige invloeden ten gevolge van turgorverlies. Zijn indeling in xerofyten en hygrofyten berust dan ook vooral op dit criterium. Een skleromorfe bouw van de planten is echter ook een belangrijke bescherming tegen een andere milieufactor, te weten de mechanische beschadiging door stroom, golfslag en wind. Men mag verwachten, dat deze factoren in de zoetwatergetijdendelta een ingrijpende rol spelen. Met behulp van de boven beschreven stoommethode is het nu mogelijk de planten in drie groepen te verdelen op grond van de sterkte van hun steunweefsel. Bij deze indeling vallen alle hemixerofyten in de groep met het sterkste steunweefsel. De vertegenwoordigers daarvan zullen in het vervolg sklerofyten genoemd worden. Alle mesofyten vallen in de groep der mesosklerofyten en de hygrofyten in de groep der asklerofyten. De overige hydrotypen in de zin van IVERSEN behoren al naar de sterkte van het steunweefsel nu eens tot de ene, dan weer tot de andere groep van sklerotypen.

6.5 Vitaliteit

De vitaliteit van planten is ook een reactie op de aard van het milieu. Wanneer weinig verschil in soortensamenstelling opgemerkt kan worden, zoals bij soortarme of slechts uit één soort bestaande begroeiingen, dan kan toch het verschil in groeikracht veranderingen in het milieu indiceren. Voor een aantal belangrijke dominante soorten, die soms soortenarme vegetaties kunnen vormen, nl. diverse biezen, riet en lisdodde, werd getracht de vitaliteit als indicator te gebruiken. Daarvoor was het nodig, deze in cijfers te kunnen uitdrukken. Aangenomen werd, dat in het bijzonder de lengte van het gewas aan het eind van het groeiseizoen als maat voor de vitaliteit kon dienen, eventueel aangevuld met een aanduiding betreffende de algemene vorm, dichtheid of kwaliteit van het gewas. Deze onderzoekingen werden gedaan vóór de plantengemeenschappen goed om-

schreven waren. De resultaten zijn in verband gebracht met hoogte ten opzichte van MHW en consistentie van de bodem. In figuur 135 zijn de gemeten waarden per consistentieklasse tegen de hoogte ten opzichte van MHW uitgezet.

6.6 "Luchtwortels"

In X.6.4.5.1 werd reeds melding gemaakt van het vormen van bovengrondse wortels op stammen en takken van wilgen. Op deze plaats zullen we iets nader ingaan op de oorzaak van dit verschijnsel en op de doelmatigheid, die men er niet aan kan ontzeggen.

Het luchtwortelverschijnsel is niet beperkt tot de zoetwatergetijdendelta. In episodisch overspoelde gebieden treffen wij dit ook aan. Zo namen wij het waar op eilandjes in de Loire bij Mont Jean, 60 km stroomopwaarts van Nantes (fig.136) en tevens langs de Rijn bij Zevenaar. Op deze plaatsen kwam het verschijnsel echter voor in de vorm van steltwortels en niet, zoals in de Biesbosch, als slibverzamelend wortelvilt.

De aanleiding tot het vormen van de bovengrondse wortels kan vooral in het episodisch overspoelde gebied worden teruggebracht tot de neiging van levend wilgenhout om, als het zich onder water bevindt, wortels te vormen. In het episodisch overspoelde gebied staan de wilgen lang, vooral in terreininzinkingen soms maandenlang, in het water; onder die omstandigheden gevormde "waterwortels" krijgen dus ruimschoots gelegenheid zich fors te ontwikkelen, de bodem te bereiken en zich daar vast te hechten. Na het droogvallen kunnen zij zich gaan verhouten en de steltwortel is geboren. Bij Zevenaar namen wij dan ook waar, dat op lage plekken in de uiterwaarden (Gelderse Waard) goed ontwikkelde steltwortels aanwezig waren, direct onder het nog duidelijk zichtbare hoogwatermerk op de stammen. Hoger op de stammen troffen wij hoogstens verdroogde, verschrompelde, afgestorven wortels aan. In het getijdengebied daarentegen verhindert de tweemaal dagelijkse fluctuatie van het water blijkbaar de vorming van steltwortels en ontstaat slechts een dicht wortelvilt op stammen en takken, dat soms als baarden kan afhangen. Veelal treft men tussen de levende wortels ook een grote massa dode aan, in het bijzonder op vrij hoog hangende takken die bij elke vloed slechts even onder water komen. De wortelvorming wordt daar dus telkens opnieuw door de overspoelingsprikkel in gang gezet, hoewel het nooit tot een goed einde wordt gebracht. Naast de luchtwortels op stammen en takken treft men ook op de grond en langs greppelwanden aan de lucht tredende wortels aan. De oorzaak van het ontstaan is analoog aan de wortelvormingen op stammen en takken.

In de Biesbosch geeft de vorming van slibvangend wortelvilt via "toevallige" omstandigheden een levensmogelijkheid voor de plant om in de sterk gereduceerde modder te groeien. In het episodisch overspoelde gebied geeft de steltwortelvorm, eveneens toevallig ontstaan, op doelmatige wijze steun aan de struiken en bomen die op de vaak

min of meer slappe gronden moeten groeien. Ook bij riet en andere planten neemt men op de lagere standplaatsen een soortgelijk verschijnsel waar. Hier worden evenals in wateren met een constant niveau wortels gevormd aan de stengels, die echter nimmer worden voltooid ten gevolge van het periodiek droogvallen (X.5.6).

6.7 Levensvormenspectra

Ten einde de levensvormen te kunnen gebruiken voor het karakteriseren van de verschillende gemeenschappen is het nodig ze in cijfers uit te drukken. Men kan zich daarbij baseren op de soortenlijst en de procentuele verhouding bepalen, waarin de verschillende levensvormen over het aantal soorten van deze lijst verdeeld zijn. Zo hebben de ontwerpers en eerste gebruikers van de levensvormen het gedaan (RAUNKIAER, 1934; IVERSEN, 1936).

Bij een dergelijke methode leggen toevallige, sporadische of weinig vitaal voorkomende planten evenveel gewicht in de schaal als planten, die zich blijkens hun ontwikkeling en voorkomen in bepaalde gezelschappen zeer op hun gemak voelen.

Voor een meer gedetailleerd synecologisch onderzoek is het dan ook wenselijk rekening te houden met de mate van voorkeur, die bepaalde planten aan bepaalde gemeenschappen schenken. DIEMONT (1938), WESTHOFF (1950), SISSINGH (1952) hebben dit in praktijk gebracht.

In cijfers uitdrukbare grootheden hiervoor zijn de gecombineerde schatting (bedekking + abundantie), die bij de afzonderlijke opnamen wordt verkregen en de presentie, die men uit de tabellen kan aflezen.

Het nadeel van het gebruik van de bedekking + abundantiecijfers is, dat soorten (levensvormen), die van nature weinig bedekken maar toch diagnostisch van grote betekenis kunnen zijn, in het niet vallen bij soorten, die steeds een grote bedekking vertonen. Bovendien kan de verhouding tussen het bedekte oppervlak door verschillende soorten per seizoen wisselen of afhankelijk zijn van allerlei tijdelijke factoren. In een gebied met veel pioniervegetaties is het bovendien sterk afhankelijk van de plaats en de grootte van de proefvlakten. Het al of niet aanwezig zijn in een opname van een plantengemeenschap, ongeacht met welke bedekking, hetgeen in de presentie tot uiting komt, is veel minder aan dergelijke tijdelijke factoren gebonden.

Een ander nadeel van het gebruik van de bedekking + abundantiecijfers is, dat de gebruikte waarden (r, +, 1, 2, 3, 4 en 5) niet onderling vergelijkbaar zijn. Zo is in de notaties r, +, 1 en 2 zowel abundantie als bedekking uitgedrukt. Het aannemen van met elkaar vergelijkbare waarden voor elke schattingseenheid is daarom willekeurig. ETTER (1949) geeft een overzicht van de gebruikte coëfficienten (vergelijk ook SISSINGH, 1952).

Een nadeel bij het gebruik van de presentie treedt op, o.a. wanneer er slechts weinig opnamen zijn. Toevallige afwijkingen worden dan

te weinig vereffend en de verkregen waarden dus te onnauwkeurig.

Sommige onderzoekers gebruiken voor de berekening van de levensvormen een mengsel van bedekking+abundantie en presentie (DIEMONT, 1938; SISSINGH, 1950 en WESTHOFF, 1947) in navolging van SCHWICKERAATH (1931). Ook ETTER (1949) acht berekening met combinatie van presentie en dominantie geoorloofd. Wij zijn echter van oordeel dat door deze werkwijze verwarring ontstaat. Presentie en dominantie zijn beide weliswaar een maat voor de vitaliteit van bepaalde planten in bepaalde gemeenschappen, maar het zijn, zoals boven reeds is aangeduid, in wezen verschillende begrippen met een verschillende achtergrond. Men doet daarom goed deze beide gescheiden te houden. Wij verwerpen bovendien de door SCHWICKERAATH gebruikte waarde voor de cijfers van de gecombineerde schatting. Hierop hopen wij in een andere publikatie nog nader in te gaan.

In deze studie worden de levensvormen uitsluitend berekend op basis van presentie. De daarmee verkregen gegevens bleken voldoende om de gemeenschappen synecologisch te karakteriseren. Een door ons ontwikkelde methode om de abundantie+bedekking ook bij de berekening te betrekken kon in verband met de afsluiting van de onderzoekingen niet meer worden toegepast. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten, dat via deze berekening op basis van de gemiddelde werkelijke (abundantie+) bedekking nog ander licht geworpen kan worden op bepaalde facetten van de synecologie der hier beschreven gemeenschappen. De aldus op basis van presentie verkregen cijfers zijn, voor zover het de levensvormen van RAUNKIAER en de hydrotypen van IVERSEN betreft, in de vorm van staafgrafieken (fig.139) weergegeven. Bij de sklerotypen doet zich het geval voor, dat er drie groepen zijn die een gradatie van één bepaalde eigenschap weergeven, namelijk de skleromorfie van de vegetatie. Hierdoor is het mogelijk deze eigenschap in één cijfer uit te drukken. Dit cijfer wordt verkregen door de twee extremen van elkaar af te trekken. Het aldus verkregen cijfer is in grafiek 141 uitgezet tegen de hoogte ten opzichte van MHW. Ernaast werd het percentage aan telmatofyten uitgezet, de reden hiervoor wordt later behandeld.

Ten einde de verdeling van sklerotypen afzonderlijk na te kunnen gaan over de verschillende gemeenschappen zijn ze in een driehoeksgrafiek (fig.138) voorgesteld.

7. VERBAND TUSSEN VEGETATIE EN MILIEU

Gewapend met de in het voorgaande vermelde cijfers, de andere gegevens over het milieu en de reactie van de vegetatie hierop, kunnen wij nu wat dieper ingaan op het verband tussen vegetatie en milieu. De bespreking van de ecologie is opzettelijk niet geheel tot dit hoofdstuk beperkt. Bij de beschrijving van de verschillende vegetatietypen zijn op vele plaatsen, zowel hun mesologische alsook waar dit nodig was, hun ethologische synecologie behandeld. Dit hoofdstuk is echter bedoeld om de algemene lijnen te schetsen. Bij wijze van voorbeeld zal ook op details ingegaan worden.

7.1 Verband en oorzaak tussen ligging van synmorfologisch bepaalde grenzen en gemeten (mesologisch) ecologische grootheden

7.1.1 Inleiding

Wanneer we uitgaan van het in bijlage 16 weergegeven overzicht van de plantengemeenschappen in de Biesbosch, dan zien we dat de eerste onderscheiding, die in ruigten, rietgors en griend (vloedbos), berust op een complex van velerlei factoren. Wij herkennen daarin de anthropogene factor als belangrijk, hoewel o.a. de factor ijs, die de opslag van hout beinvloedt en de bijzondere eigenschappen van het riet hiervan niet los te denken zijn. De omstandigheid dat griendhout en riet bij bepaalde overspoelingsduur en hoogte niet meer kunnen groeien, beperkt de betekenis van de anthropogene factor in hoge mate. Het verschil tussen de rietgorzen en de andere vegetaties berust voor een belangrijk deel op de invloed van dominante en hoog opschietende planten op andere planten. Slechts de soorten die zich zeer vroeg ontwikkelen, kunnen de concurrentie met het riet aan, omdat ze het belangrijkste deel van hun levenscyclus hebben volbracht vóór het riet geheel gesloten is. In de griend geldt dit in mindere mate, aangezien de beschaduwing tijdens het groeiseizoen daar ook een belangrijke rol speelt. Binnen de zo ontstane groepen van gemeenschappen blijkt de hoogte ten opzichte van MHW een belangrijke scheiding teweeg te brengen. Zo valt onmiddellijk op, dat de niveaus van gemiddeld MHW en 40 cm-MHW, waarop de frequentie van overspoeling respectievelijk 50% en 100% nadert, samenvallen met belangrijke vegetatiegrenzen, die uitsluitend vastgesteld zijn op synmorfologische basis, dat wil zeggen op basis van de kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling van het plantendek. Hetzelfde geldt voor het punt waar de duur van overspoeling ca. 50% is en voor het punt waar de overspoelingsduurkromme een knik maakt (III.2.3 en III.2.3.4). De fysiologische betekenis van deze cijfers is moeilijk in detail na te gaan; men kan vooralsnog slechts een correlatie vaststellen.

7.1.2 Bespreking van hoogte-roest (bodemaeratie) diagrammen

Meer exacte gegevens over de mesologische synecologie zijn vertegenwoordigd in de reeds vermelde hoogte-bodemaeratiediagrammen (fig.137). Hun algemeen beeld geeft duidelijk het verband weer tussen oxydatiediepte en hoogte ten opzichte van MHW. Het spreekt vanzelf, dat een hoger gelegen grond meer gelegenheid heeft geoxydeerd te worden dan lager gelegen plaatsen. Even duidelijk tonen de figuren echter, dat tussen beide factoren geen eenvoudig rechtlijnig verband bestaat. De oorzaak daarvan ligt, zoals in de hoofdstukken III, IV, V en VI reeds uiteen is gezet, in de geomorfologische situatie die de afwateringsmogelijkheden beinvloedt. Kan het water, dat tijdens elke overspoeling in de grond dringt, ten gevolge van ligging op een verhoging of langs een steile oever gemakkelijk

wegzakken, dan is de mogelijkheid tot oxydatie van de bodem aanwezig. Op oeverwallen is dit in tegenstelling tot de kommen steeds het geval. De figuren J en K op bijlage 5 geven hiervan een duidelijk beeld voor griend en rietgors (midden K). Figuur 137 geeft een duidelijk beeld hoe dit samenspel van beide factoren correleert met het optreden van synmorfologisch getypeerde vegetatie-eenheden.

Bij de beschrijving van de rietgorsvegetatie (X.5) is de verklaring van de overlapping van Myosotistypen (G4 en G4r) en de Caltha typen (G5 en G5r) van het rietgors in figuur 137C en D reeds gegeven. De oorzaak van deze overlapping ligt buiten de bodem en de hydrologie; het is namelijk de grotere lichtintensiteit op de bodem ten gevolge van ziekte of beschadiging van het rietgors, die de Myosotistypen doet ontstaan. In principe zou deze lichtintensiteit in cijfers kunnen worden uitgedrukt. Deze waarden zouden dan als een derde dimensie aan de twee gebruikte assen kunnen worden toegevoegd, waardoor een ruimtelijke voorstelling wordt verkregen. Praktisch is het echter in een ruig landschap als de Biesbosch niet uitvoerbaar op grote schaal lichtmetingen te verrichten. Met behulp van figuur 135 kan de onderlinge ligging van verschillende rietgorstypen nader worden verklaard. Duidelijk blijkt dat de vitaliteit, uitgedrukt in de lengte van het gewas en daarnaast ook in de kwaliteit, een optimum vertoont omstreeks 50 à 60 cm -MHW. Op die hoogte blijkt zelfs de rietgorsplant bij uitstek, namelijk Caltha palustris (dotterbloem), de grote concurrentie van het rietgewas niet meer ten volle te kunnen trotseren. Het Caltha-arme rietgorstype (G5q) bereikt hier de grootste verbreiding. Uit waarnemingen in de biezengorzen en ruigten blijkt echter, dat Caltha buiten concurrentie van riet, op dezelfde hoogte een enorme vitaliteit kan ontwikkelen. Het is dus niet een buiten het potentiële optimum van de dotterbloem liggende abiotische standplaatssituatie, maar de overheersende invloed van riet, die Caltha doet afnemen. Opmerkelijk is, dat de Caltha-arme (G5q) en kruidenloze (G6) rietgorstypen niet alleen onderin, maar ook rechts in de figuur verschijnen als een zone om de Caltharijke typen. Hier speelt, zoals de ervaring bij de studie op de gorzen bewijst, zowel de vitaliteit van het riet als die van Caltha een rol. De dotterbloem voelt zich kennelijk, hoewel macro-morfologisch geen duidelijke telmatofyt, in een sterk gereduceerd substraat goed op haar gemak. Haar potentiële optimum is in de weke modder gelegen. Wellicht is de stikstofhuishouding hierbij ook van belang. Hoe meer men naar rechts gaat in de grafiek, des te verder geraakt Caltha uit haar optimum en met des te minder succes kan ze de concurrentie tegen het riet volhouden. In hoeverre de vitaliteit van het riet toeneemt naarmate men in de grafiek verder naar rechts komt, is niet te zeggen; vermoedelijk is dit niet van belang. Bij afnemende roestdiepte, dus bij beweging naar links in het hoogte-bodemaeratiediagram, is er wel duidelijk een afname van vitaliteit van het riet. De tevens onmiskenbare, potentieel verhoogde groeikracht van de dotterbloem is, in samenwerking met de verzwakking van het riet, aan-

leiding tot het optreden van de dichte Caltha vegetaties van het Caltha rijke rietgorstype (G5r). Een nog sterker gedaalde vitaliteit van het riet, al of niet ten gevolge van andere dan edafische oorzaken, doet de Caltha rijke gemeenschap van Phragmites en Myosotis (G4r) het licht zien. De geringere groeikracht van riet op sterk gereduceerde bodem blijkt ook duidelijk uit figuur 135; de lengte van het riet op de wekere groeiplaatsen is duidelijk geringer. Op grotere hoogte zou de sterke reductie, hier gemeten aan consistentie van de bodem met de "valstok-methode", weer van belang zijn. De "enclave" van de punten die het kruidenarme rietgors (G6) betreffen, links boven in figuur 137C en D, zou daarmee in verband kunnen staan. Daar zou het riet eventueel een zeer sterke vitaliteit kunnen vertonen. Het aantal punten is echter te gering om hier zekerheid te geven. De oppervlakte kruidenarm gors is op deze hoogte ook zeer klein. De voorliefde van riet voor iets geaëreerde bodem met een roestdiepte van ca. 20 cm is wellicht toe te schrijven aan de omstandigheid, dat riet geen extreme telmatofyt is. Hoewel de wortelstokken tot ca. 1 m diepte in de bodem groeien bevindt zich de grote massa van de fijne wortels aan de opstijgende spruiten in de bovenste paar dm van de bodem. Op lage standplaatsen, en ook wel op sterk gereduceerde, bevinden zich ook boven het bodemoppervlak enige wortels aan de halmen.

Ook de griendgrafiek (fig. 137E en F) geeft een duidelijk beeld van de mesologische synecologie van de verschillende vegetatie-eenheden. De ligging van de drie floristisch nauw verwante varianten V3q, V3r en V3 geeft een beeld van de afzonderlijke invloed van overspoeling en reductie-oxydatietoestand van de grond. Rijkdom aan Caltha en andere modderplanten zoals Sium latifolium is kenmerkend voor het type V3r. De vegetatie blijkt daarbij verder onveranderd en boet ook weinig aan vitaliteit in, mits de bodem niet te week en de reductie niet te intensief wordt. Dit laatste komt in de Biesbosch ten gevolge van de menselijke beinvloeding echter zelden voor (X.6). Een iets grotere overspoelingsinvloed, zoals bij het type V3q het geval is, heeft als voornaamste verandering tot gevolg een afnemen van de intensiteit van de kruidengroei, zodat wieren de bodem plaatselijk kunnen bedekken. Voorts ontbreekt een soort als Anthriscus, die aanvankelijk weinig door versterkte reductie van de bodem, maar in belangrijke mate door geringe verhoging van de overspoelingsintensiteit blijkt te worden beinvloed. De boven water gelegen typen in deze grafiek geven een nogal sterke overlapping te zien. Bovendien blijkt, dat het verband tussen roestdiepte en hoogte daar niet meer opgaat. In het bijzonder komt dit duidelijk naar voren in figuur 137E en F. Men mag hieruit niet de conclusie trekken dat de hoogte, dat is dus de overspoelingsinvloed, de voornaamste oorzaak zou zijn van het verschil in vegetatie en dat de doorluchting van minder betekenis zou zijn. De gegevens van het rijpingsonderzoek aangaande de griend- en vloedbosgemeenschap met Carex remota en Circaea lutetiana (type V0) zouden eerder op het

tegendeel wijzen, evenals de sterke overlapping van deze vegetatietypen in verticale richting. Blijkbaar bewerkt een andere factor dan de hoogte, de scheiding tussen de gemeenschappen. Inderdaad is op deze hoogte de roestdiepte geen zuivere maat meer voor de intensiteit van de doorluchting. Het is goed mogelijk, dat de bovenste halve meter zeer intensief is doorlucht, terwijl op een meter diepte de bodem permanent is gereduceerd. Op vele bouwlanden in en buiten de Biesbosch is dit bijvoorbeeld het geval. In betrekkelijk onrijpe gronden vlak langs een steile oever gelegen is het daarentegen mogelijk, dat tot meer dan een meter diepte enige roest in het profiel aanwezig is, zonder dat de bovenkant zo intensief is doorlucht en gerijpt als bijvoorbeeld voor het optreden van het Circaeatype (Cariceto remotae-Fraxinetum) (V0) wenselijk is. De relatief geringere roestdiepte van de hoogste typen in het diagram is dan ook min of meer toeval. In de stippengrafiek is bovendien een aantal waarden toegevoegd uit bedijkte grienden, waar de overspoeling door kaden is verminderd, waar de absolute hoogteligging echter zodanig is dat de oxydatie niet dieper dan 90 à 100 cm in de grond kan dringen. De bovenste halve meter kan daar echter dank zij de lage overspoelingsfrequentie en -duur zeer intensief geaëreerd zijn, hetgeen o.a. blijkt uit de kleur (Munsell Color Chart, hue 10YR). Zou in plaats van de roestdiepte, de intensiteit van de bruinkleuring in de bovenste halve meter bijvoorbeeld als maat zijn aangenomen, dan zou vermoedelijk boven gemiddeld hoogwater nog wel degelijk verband tussen hoogteligging en aeratie gevonden zijn. De overlapping van de hogere typen zou dan door horizontale verschuiving van de typen onderling vermoedelijk minder worden. Hier zij tevens opgemerkt, dat in het algemeen in grienden in overeenstemming met het rijpingsstadium een iets intensievere doorluchting van de bovenste lagen kan worden verwacht dan in gorzen met gelijke roestdiepte.

Ook het volgende verschijnsel is enigermate uit de hoogte-roestdiagrammen af te lezen. Het is algemeen bekend, dat bij de opheffing van een bepaalde, schadelijke invloed de plant beter in staat is een andere ongunstige invloed te weerstaan. Zo is voor planten als Poa trivialis en Cardamine amara de gezamenlijke invloed van concurrentie van riet, èn overspoeling èn sterke bodemreductie ongunstig. Deze planten komen vanuit het rechter bovenste deel van de grafiek (fig.137C en D) dan ook niet verder naar het midden dan tot type G3. Vermindert echter een van de beperkende factoren, bijvoorbeeld de concurrentie van het riet, zoals in het Myosotistype (G4) het geval is, dan kunnen beide soorten verder naar links en naar beneden in de grafiek doordringen. In alle opnamen van het Myosotistype (G4) die in de grafiek zijn verwerkt, komen beide planten dan ook voor. De configuratie van de hoogste delen van het ecologisch areaal van het type G5 in grafiek 137C wijst er verder op, dat op die hoogte de gezamenlijke werking van rietconcurrentie en reductie Poa en Cardamine verhinderen kan te groeien

terwijl toenemende aeratie de planten kracht geeft genoemde tegenwerkende invloed te tolereren. Verder is een eventueel verminderde vitaliteit van het riet niet de oorzaak van het verschijnsel dat de Phragmites-Caltha-Poa+Ficariasociatie (G3) zich op gelijke hoogte ontwikkelt als een deel van de Phragmites-Calthasociatie (G5). Dit volgt uit het ontbreken van Myosotis, die in ruigten en grienden zeker ook op soortgelijke standplaatsen groeit. In het type G3 is de concurrentie van de andere kruiden naast het riet zeker niet zo sterk dat Myosotis daardoor verhinderd zou worden te groeien. Het is natuurlijk theoretisch denkbaar dat ook op de standplaats van het type G3, zonder invloed van bodemkundige of hydrologische factoren, de vitaliteit van het riet achteruitgaat. Er zou daar dan vermoedelijk ook Myosotis kunnen gaan optreden. Dergelijke waarnemingen zijn echter niet gedaan. Vermoedelijk treedt in dergelijke gevallen direct een dichte Phalarisvegetatie op, als inleiding naar de terugslag naar de op deze hoogte en bij deze reductietoestand thuishorende gemeenschap van Epilobium en Phalarisruigte (Rb). Hierop wijzen waarnemingen in het veld en de karteringsresultaten (zie bijlage 2). Er zijn geen cijfers van in de grafieken verwerkt.

7.1.3 Aeratie-effect

Het verschijnsel dat een plantensoort zoals Poa trivialis en Cardamine amara lager kan groeien naarmate de aeratie van het substraat intensiever is, komt algemeen voor in de Biesbosch. Voor veel planten is oxydatie van de bodem gunstig, overspoeling daarentegen is een ongunstige factor, die meer of minder wordt getolereerd. In een vorige publikatie (ZONNEVELD, 1951) hebben wij dit verschijnsel van dieper afdalen op sterker doorluchte bodem het "aeratie-effect" genoemd. Voor zover dit ook voor gezelschappen geldt, blijkt dit uit het van links naar rechts afhellen van de grenzen in de hoogte-bodemaeratiegrafieken van figuur 137 (zie o.a. de grenzen tussen Rc en Rb). Is er juist een oplopen van deze grenzen, dan zou dit wijzen op een voorliefde voor sterke reductie en daarmee gecorreleerde eigenschappen, zoals de stikstofhuishouding. Het van links naar rechts sterk omhoog lopen van de grens tussen de Caltha-arme typen (G6 en G5q) en de Caltharijke (G5 en G5r) moet voor een deel hieraan toegeschreven worden. Het verschil in concurrentiekracht van het riet bij verschillende overspoelingsintensiteiten en roestdiepten speelt hierbij echter een niet geheel bekende rol. Bovendien bestaat de mogelijkheid dat verschillende, genetisch bepaalde vormen van Phragmites verschillend reageren. Ook de wijze van meten en voorstellen laat niet toe, dat er al te veel conclusies uit de grafiek kunnen worden getrokken. Met deze wijze van voorstellen is het echter mogelijk voor bepaalde gemeenschappen en soms ook voor de hen kenmerkende planten enigszins een idee te verkrijgen, in welke mate de overspoelingsinvloed en de bodemaeratie met de daaraan gekoppelde processen de standplaats beinvloeden. De ver-

wantschap wat standplaats betreft tussen de gemeenschappen, wordt er aanzienlijk door verhelderd. Vergelijk bijvoorbeeld de diagrammen voor de rietgorsgemeenschappen en de ruigte- en biezengorstypen (fig. 137A - D).

7.2 *Resultaten met levensvormenspectra*

7.2.1 Levensvormen volgens RAUNKIAER

De klassieke levensvormen van RAUNKIAER kunnen ons inlichten over verschillende onderwerpen (fig.139). In de eerste plaats blijkt uit de overheersing van de hemicryptofyten in de hogere vegetatietypen, dat we ons bevinden in het hemicryptofytenklimaat; dat is het klimaat van de gematigde zone. De levensvormenspectra van de ruigten van de oeverwalserie duiden op het afnemen van de fanerofyten in benedenwaartse richting, hetgeen begrijpelijk is, gezien de vernietigende werking van het ijs. Wanneer de boom- en struiklaag mede in beschouwing zou zijn genomen, zou boven ca. 40 cm -MHW (de 100%-frequentiegrens) een hoog percentage fanerofyten berekend worden. Een opvallend verschijnsel is tevens de sterke toename van de geofyten ten koste van de hemicryptofyten bij het lager worden der standplaats. Het is duidelijk, dat dit het gevolg is van het toenemen der biezen ten koste van andere planten. Het is niet ongegrond, hierin een aanpassing te zien aan de toenemende onstabiliteit van de bodem op grotere diepte. De zich op zekere diepte onder de bodemoppervlakte bevindende wortelstokken zijn beter in staat loswoeling van de bodem (o.a. bij ijsgang) te overleven dan planten, die van aan de oppervlakte liggende overwinteringsknoppen zijn voorzien. Bovendien biedt het wortelstokvlechtwerk beter weerstand tegen erosie dan de wortels van slechts individueel dicht aan de oppervlakte wortelende planten. Ten slotte bieden wortelstokken de mogelijkheid tot veilige ondergrondse vegetatievermeerdering, hetgeen gunstig is, daar immers opslag uit zaad en bovengrondse spreiding op deze geëxponeerde standplaatsen moeilijk is. In de toch ook op aanzienlijke diepte reikende ruigten van de komserie treedt deze toename van wortelstokplanten niet op; daar is de kans op ontworteling door loswoeling of erosie enz. dan ook weinig of niet aanwezig. Men dient te bedenken, dat in het bijzonder bij soortenarme vegetaties toevallige combinaties van eigenschappen bij één plant de cijfers kunnen beinvloeden. Zo berusten de betrekkelijk hoge waarden voor geofyten in de vegetaties der hogere kommen op de eigenschap, dat telmatofyten nogal vaak wortelstokken bezitten. Bestudering van de vegetatie met behulp van de levensvormen van RAUNKIAER leert ons verder, dat de Polygonum-Veronicavegetatie een bijzonder hoog therofytenpercentage heeft, hetgeen begrijpelijk is voor een typisch efemere begroeiing, die overal daar verschijnt, waar het ontbreken van andere planten het haar mogelijk maakt.

Dat de hydrofyten slechts beperkt zijn tot de steeds overspoelde plaatsen, duidt erop dat voor deze planten de laagwaterstand eco-

logisch identiek is met het waterniveau in gebieden zonder getijdeninvloed. Een enkele soort die ook tot de hydrofyten gerekend moet worden, nl. Potamogeton natans, komt boven gemiddeld laagwater voor. De bladen van deze plant leggen zich echter, als de bodemoppervlakte boven water komt, vlak op het slik. De omstandigheden zijn dan precies gelijk alsof de plant op het water lag, daar het slik geheel verzadigd is met water (hst.V). De andere wortelende op het water drijvende hydrofyt Nuphar heeft misschien te grove bladen en stengels om dit ook te kunnen. Voor de onder water zwevende soorten is het regelmatig tijdelijk droog "vallen" op het slik ongunstig, hoewel men het in ondiepe kreken bij lage waterstanden nogal eens ziet gebeuren. Het is ecologisch van belang, dat de hydrofyten met wortels aan de bodem zijn vastgehecht. De betekenis hiervan is bij de beschrijving van de betreffende vegetaties behandeld (X.2). Losdrijvende soorten houden het in de Biesbosch kennelijk niet uit. In de grienden, waar de struiklaag bij de berekening van de spectra buiten beschouwing is gelaten, blijkt het belangrijkste verschil tussen de vegetatietypen te bestaan uit het relatief grote aantal therofyten in de lager gelegen gezelschappen. Dit is niet verwonderlijk, gezien de overeenkomst tussen de ondergroei van deze grienden en die van het Polygonum-Veronicagezelschap. In de hoogst gelegen grienden komt de enige chamaefyt uit de Biesbosch voor, nl. Lysimachia nummularia. Deze behoort bovendien nog tot de Ch.reptantia en verschilt met zijn dicht tegen de grond liggende stengels in aanpassing aan het winterseizoen dus nauwelijks van de hemicryptofyten. In zeer strenge winters gedraagt ze zich zelfs geheel als deze laatste. Voor de lage, boven de grond overwinterende planten is de Biesbosch dan ook geen geschikt milieu. De frequentie van overspoelingen en de duur van het onder water staan leiden spoedig tot rotting. Hetzelfde geldt voor de echte rozetplanten als Taraxacum, Plantago etc. Waar geen beschutting is door massaeffect of anderszins, vormt de factor ijsgang bovendien een belangrijke belemmering.

De begroeiing van de drijftil met zijn zeer gemengde floristische samenstelling vertoont een levensvormenspectrum dat ongeveer een gemiddelde is van de gehele Biesboschvegetatie. Dit geldt zowel voor de hier besproken levensvormen van RAUNKIAER als voor de straks te bespreken hydrotypen en sklerotypen.

7.2.2 Hydrotypen (IVERSEN) en Sklerotypen

Uit de berekening der hydrotypenspectra (fig. 139 en 140) in de zin van IVERSEN blijkt, dat binnen de oeverwalreeks de telmatofyten geleidelijk toenemen naarmate de overspoelingsintensiteit groter wordt. Hierin uit zich, wat eveneens uit de hoogte-roestdiagrammen bleek, dat bij toenemende diepte de oxydatie van de bodem afneemt en dus een aanpassing aan sterke reductie in de bodem noodzakelijk wordt. Bovendien eist de toenemende overspoelingsduur een luchtreserve in de organen. Zeer duidelijk blijkt de invloed van de bodem bij ver-

gelijking van de vegetaties van op gelijke hoogte liggende oeverwallen en kommen. Deze laatste vertonen alle hoge telmatofytenpercentages. Opvallend is ook, dat er geen duidelijke toename bij langere overspoeling optreedt. Evenals bij de levensvormen van RAUNKIAER blijkt ook hier, dat ondanks de floristische verschillen tussen hoge en lage kom, de kom als geheel wat levensvormen betreft, een veel homogener eenheid is dan de oeverwal. Dit moet kennelijk aan het beschutte, gelijkmatige milieu toegeschreven worden. Wanneer zowel bij oeverwal- als bij komvegetaties nog een scheiding gemaakt was tussen de duidelijke en minder duidelijke (eventueel potentiële) telmatofyten, dan zou blijken dat op de oeverwal, in het bijzonder boven de grens van 100% overspoelingsfrequentie (vegetatietype Ra en Rb), een belangrijk deel van de telmatofyten tot de laatste groep zou behoren. In de komvegetaties zou het belangrijkste deel, ook in het hoogst gelegen vegetatietype, tot de "echte" uitgesproken telmatofyten behoren, wier massa voor het grootste deel uit luchtweefsel bestaat. Zoals te verwachten is, komen in de bosvegetaties de hoogste telmatofytenpercentages voor op de meest gereduceerde bodem. Het kombos heeft het hoogste percentage. De typen V3r en V3q onderscheiden zich duidelijk van het type V3 in hun gehalte aan telmatofyten.

De scheiding tussen xerofyten, mesofyten en hygrofyten (in de zin van IVERSEN, 1936) berust in de Biesbosch geheel op sklerομorfie, daar andere vormen van xeromorfie er niet voorkomen. Bij de bespreking van de hydrotypen werd er steeds de aandacht op gevestigd, dat sklerομorfie in de Biesbosch niet slechts een reactie is op droogte, maar ook op mechanische beschadiging ten gevolge van water- en windbeweging. Daar de andere, niet naar sterkte van het steunweefsel ingedeelde hydrotypen ook verschillende graden van sklerομorfie bezitten, is het beter, wanneer men deze eigenschap als reactie op het milieu wil bestuderen, de gehele flora in sklerομorfieklassen in te delen. De op grond van deze indeling berekende sklerομorfiepercentages, geven een duidelijk beeld van de relatieve betekenis der voor de vorming van steunweefsel belangrijke invloeden. De cijfers der sklerotypen in de oeverwalvegetatiereeks illustreren zonneklaar de toenemende invloed van de mechanische inwerking van de stroom (bijlage 9 en fig.141). Het meer gelijkmatige milieu van de kom, waar tussen hoog en laag weinig verschil van betekenis kan worden geconstateerd, komt ook hier in de levensvormen tot uiting en wel in een relatief homogeen sklerotypenspectrum.

In de griend komt een ander aspect van de sklerομorfie naar voren. Hier blijkt, wanneer we bij de laagst gelegen vegetatietypen beginnen en dan in de richting van de hoogwaterlijn gaan, het steunweefsel in belangrijkheid af te nemen, zoals ook bij de oeverwalruigten het geval was. Bij vegetatietype V3 echter wordt een maximum aan asklerofyten en een minimum aan sklerofyten bereikt. Bij toenemende hoogte neemt het percentage aan sklerofyten weer toe. Het kan niet toevallig zijn dat omstreeks gemiddeld hoogwater een

minimum aan skleromorfie wordt bereikt. Daar immers is de mechanische invloed van het water nog slechts gering, terwijl de vochtigheidstoestand er dank zij de regelmatige overspoeling nog optimaal is. Bij het bereiken van grotere hoogten wordt de frequentie van overspoeling steeds geringer en de bodemaeratie intensiever. De kans op perioden met intensieve uitdroging, waarbij een geringe verwelking, dus een hogere zuigspanning kan optreden, wordt steeds groter. Boven gemiddeld hoogwater kan de skleromorfie dan in de zin van IVERSEN worden opgevat, dus als reactie op de droogte.*)

In figuur 141 komt het verloop van de skleromorfie van laag- tot hoogwater duidelijk uit. Daar blijkt tevens, dat bij het overgaan van ruigte naar griend een afname van skleromorfie kan worden geconstateerd. Dit blijkt ook uit de vergelijking van de cijfers van de gemeenschap van Heracleum sphondylium en Valeriana officinalis(Ra) met de gemiddelde cijfers uit de middelste drie griendtypen V1, V2 en V3 (fig.139). De verklaring van dit verschijnsel moet gezocht worden in de beschuttende werking van de houtétage welke zowel de verdamping als de mechanische beinvloeding door wind en stroom vermindert. De wilgen zelf, die niet bij het berekenen van de spectra in rekening zijn gebracht, behoren overwegend tot de sklerofyten en meestal tot de hemixerofyten, soms tot de mesofyten. Dit is dus in overeenstemming met hun sterke expositie ten opzichte van de verdamping. Eenzelfde verschijnsel zien we bij de ondergroei van de rietgorzen. De skleromorfie is hier nog geringer dan bij de grienden bij gelijke overspoelingsinvloed. De sterke beschutting van het riet moet ook hiervoor verantwoordelijk gesteld worden. De relatief meest skleromorfe typen (Gl en Gr; fig.141) zijn juist die gemeenschappen, waar het riet nauwelijks meer tot dominantie komt en dus weinig beschutting meer kan geven. Een vrij

*) Het is niet uitgesloten, dat de besproken toename van de skleromorfie bij op anaerobe substraten groeiende vegetaties ook samenhangt met de kans op hoge zuigspanningen en verwelking onder invloed van "fysiologische droogte" veroorzaakt door verminderde wortelactiviteit als gevolg van zuurstofgebrek of CO_2-vergiftiging (ALBERDA, 1954: De zuurstofvoorziening van plantenwortels. De plantenwortel in de landbouw, p.98-105 en de daar vermelde literatuur). Deze invloed is zonder nader onderzoek niet te scheiden van de telmatofytische bouw. De hogere skleromorfie van de luchtkanaalplanten zal mede met dit verschijnsel kunnen samenhangen. Een fysiologisch en anatomisch onderzoek op dit terrein binnen de hier besproken vegetaties zal zeker interessante perspectieven kunnen bieden.

hoog percentage aan telmatofyten en Gr gaat hiermee bovendien nog samen. De uitkomst voor de typen G5 en G5r op 100% askleromorfen zegt niet zo veel, omdat hier slechts één soort in het spel is. De skleromorfe bouw van de dotterbloem is echter goed in overeenstemming met de voorliefde van deze soort voor beschutte (kom) milieus. Het beschuttende riet zelf is een uitgesproken sklerofyt, waarvan de bladen na stomen of koken stijf blijven. Voor de rietgorzen *in het algemeen geldt, dat de relatief korte periode in het voorjaar* (ca. drie weken) waarin de planten nog weinig beschutting van het riet ontvangen, weinig invloed op de skleromorfie van de vegetatie heeft.

Wij hebben zo juist gezien, dat de verschillende komruigten in hun sklerotypenspectra weinig differentiatie naar hoogte ten opzichte van het getij vertoonden. Gezien de beschutte ligging zou men echter een groter aantal weinig steunweefsels bevattende planten verwachten dan men in werkelijkheid aantreft. De volgende gedachtengang kan ons daarvoor de verklaring geven. Wij hebben gezien dat de komvegetaties uitermate rijk zijn aan telmatofyten. Telmatofyten nu hebben van nature veel sklerenchym nodig om hun luchtholten intact te houden. De uit levende cellen bestaande tussenwanden zijn vaak zo *dun, dat de turgor niet in staat is voldoende stevigheid aan het weefsel* te verschaffen. Ook de bouwwijze van de planten (in vele gevallen holpijpconstructie) brengt een stevige constitutie met zich mee.*) In figuur 141 is grafisch zowel het sklerotypenspectrum als het percentage telmatofyten weergegeven. Men ziet duidelijk dat in de oeverwalvegetaties het percentage telmatofyten toeneemt met de diepte van de ligging beneden hoogwater, hetgeen overeenstemt met de toenemende reductie van de bodem bij het afnemen van de hoogteligging.

Bij nadere beschouwing van beide grafieken blijken nu allerlei afwijkingen in het verloop dezer beide waarden te correleren. Zo ziet men de iets grotere skleromorfie van de griendtypen V3q en V3r (zie het uitspringen in de sklerotypengrafiek) correleren met een *extra grote hoeveelheid telmatofyten. De hogere oeverwalruigte heeft* zelfs een geringere skleromorfie dan de overeenkomstige komruigte; dat gaat dan echter ook gepaard met een veel geringer percentage telmatofyten.

De correlatie gaat zo ver, dat men geneigd is aan te nemen, dat er een vaste koppeling bestaat tussen toeneming van skleromorfie en het aantal telmatofyten. Nu is een lage, dat is meestal een sterk aan stroom en golfslag blootgestelde groeiplaats, in en ook buiten het getijdengebied vaak gekoppeld aan een gereduceerde bodem. Een koppe-

*) Zie noot pag. 281.

ling van de reactie op beide milieufactoren zou dus zeker een zeer efficiënte aanpassing betekenen. Wij zijn echter in onze zoetwatergetijdendelta in staat de reactie op beide milieufactoren enigermate te ontrafelen. Daartoe zetten wij in figuur 140 de skleromorfie uit tegen het percentage telmatofyten.

Direct valt op, dat er inderdaad een nauw verband bestaat tussen de reactie op luchtgebrek in de bodem (zich uitend in het percentage telmatofyten) en die op de mechanische aantasting (tot uiting komend in de mate van skleromorfie). Bij nadere beschouwing blijkt echter dat alle vegetaties, welke wij beschut weten tegen extreme mechanische beschadiging, in deze grafiek lager liggen dan de meer aan golfslag en stroom blootstaande gezelschappen. Hiermee is er dus een reactie op de mechanische beinvloeding vastgesteld, die onafhankelijk is van de selectie op telmatofyten. De ecologische betekenis van de skleromorfie is dus slechts ten dele gekoppeld aan die van luchtweefsel. De enige beschut liggende vegetatietypen, welke toch boven de lijn L in de grafiek verschijnen, zijn de hoger gelegen griendtypen. Hier blijkt de toename van skleromorfie niet samen te gaan met een toename van het overigens kleine telmatofytenpercentage.

Het is duidelijk, dat hieruit hetzelfde verschijnsel blijkt, dat wij reeds eerder bespraken. Hier is de verdamping (gepaard met de minder rijkelijke watertoevoer naar de wortels, dank zij de ligging hoog boven de gemiddelde hoogwaterstand) de oorzaak van de relatief hoge skleromorfie.

Ook in verschillende details komt een meer of minder beschut zijn nog in de ligging van de punten tot uiting. Zo is het type V6 zeker het meest beschut onder alle vermelde vegetaties. De afwijking van het gemiddelde is dan ook het grootst.

Samenvattend is dus met het bovenstaande aannemelijk gemaakt, dat de telmatofytische bouw van de planten zowel een aanpassing is aan het anaerobe edafische milieu, als aan de mechanische beinvloeding door golfslag en stroom. Ook los van de telmatofytische bouw is er een neiging van de planten om een sterk steunweefsel te hebben op sterk geëxponeerde plaatsen.

7.3 Het vraagstuk van de met constante waterspiegel analoge niveaus (duikereffect)

Bij vergelijking van de Biesboschvegetaties met die van gebieden met constante waterstand komt steeds weer de vraag naar voren, welk niveau nu analoog is aan de constante waterspiegel. Het is reeds op het eerste gezicht duidelijk dat dit niet voor alle planten een gelijk niveau is. In grote lijnen kan men zeggen, dat door de getijdenbeweging het overgangsgebied tussen het terrestrische en submerse milieu sterk is uitgerekt. De studie van de gedragingen der verschillende soorten in dit overgangsgebied zou dan juist hier in het getijdengebied als het ware door een vergrootglas kunnen worden bestudeerd. Het blijkt nu echter, dat er niet slechts een vergroting van het over-

gangstraject tussen water en land in verticale richting in de getijzone wordt bewerkt, er blijkt ook een kwalitatieve verandering op te treden. Zo blijkt, dat soorten die men bij constante waterspiegels broederlijk dooreen ziet groeien, hier volkomen gescheiden kunnen voorkomen. Daarentegen ziet men ook soortencombinaties, die in gebieden met constante waterstanden niet denkbaar zijn. Enerzijds is er dus een accentuering van grenzen, anderzijds tegelijkertijd een vervloeiing van ecologische arealen. Als voorbeeld van scheiding van ecologisch areaal kunnen onder meer worden genoemd: Nuphar luteum en Scirpus lacustris, ook, zij het minder extreem, Caltha palustris en Filipendula ulmaria. Een typisch voorbeeld van een, voor gebieden met constant water, ondenkbare combinatie is die van Sagittaria en Caltha palustris. Bovendien de door BARKMAN (1953) beschreven soortencombinaties in epifytische associaties van mossen in het getijdengebied. Minder extreem maar zeer opvallend is het samengaan van optimaal groeiende dotterbloemen met uiterst fors riet.

De vraag, welke waterspiegel nu analoog geacht moet worden aan de constante, is slechts voor elke plant afzonderlijk en dan nog slechts min of meer te beantwoorden. Het is daarom niet te zeggen of nu de dotterbloem is afgedaald in het milieu van respectievelijk het pijlkruid en riet, of dat beide laatste zijn opgeklommen in het gebied van de dotterbloem.

Uitgaande van eerstgenoemde voorstelling hebben wij dit verschijnsel in een vorige publikatie (ZONNEVELD, 1951) het duikereffect genoemd. Kennelijk kunnen sommige gewoonlijk terrestrisch levende planten evenals een duiker zich tijdelijk (enkele uren) onder water begeven zonder ernstige schade te lijden. Dank zij het extreem rijke milieu kunnen vele planten, zoals de dotterbloem, zelfs exceptioneel grote afmetingen bereiken, zonder dat van bijzonder slappe of geile groei sprake is. Door middel van vergelijking met het voorkomen in gebieden met stilstaand water kan nu voor elke plant afzonderlijk getracht worden aan te geven, welk niveau ten opzichte van gemiddeld hoogwater analoog moet worden geacht aan het constante. Uit deze vergelijking kunnen nog enkele conclusies getrokken worden aangaande de invloed van verschillende milieufactoren. Daarom zal bij wijze van voorbeeld voor enkele planten nagegaan worden welk niveau dit is. Voor de meeste wortelende, zwevende en drijvende hydrofyten zoals Nuphar luteum, Potamogeton pectinatus, Potamogeton perfoliatus enz. kan dit niveau gelijk gesteld worden met gemiddeld laagwater. Blijkbaar oefent dit niveau op de lengte der bladstelen een gelijke invloed als het constante. De beinvloeding van de bloei kan echter geheel verschillend zijn. Zo worden Sparganium simplex en de meeste Potamogetonsoorten nimmer bloeiend in het buitenwater van de Biesbosch aangetroffen. Nuphar daarentegen maakt regelmatig, Potamogeton perfoliatus zelden goede bloemen, die er blijkbaar niet onder lijden dat ze een groot deel van de dag geheel overspoeld zijn.

Fysiologisch onderzoek zal hier de oorzaken moeten verklaren (FUNKE, 1951). Voor nietwortelende waterplanten die in het eigenlijke Biesboschmilieu niet thuis horen, is het actuele waterniveau, ongeacht of dit hoog of laag is, analoog aan het constante. Voor een groot aantal moerasplanten en helofyten is dit een niveau ergens tussen laag- en hoogwater in. Een belangrijk niveau dat echter voor de meeste planten niet geheel analoog kan worden gesteld aan de constante waterspiegel, is ca. 100 cm -MHW waar de overspoelingsduur aan de voet ca. 50% is. De ondergrens van het voorkomen van een plant wordt bepaald door de duur van overspoeling, niet alleen van de voet maar in het bijzonder ook van de bovenste delen. Het is dus een functie van de lengte van de plant en de overspoelingshoogte ter plaatse. De invloed van deze hoogte zou kunnen blijken uit fig. (transect Perm.kw. A) waar de bloeiwijzen van Scirpus maritimus juist op MHW beginnen te verschijnen. Blijkbaar is een veelvuldige overspoeling schadelijk voor de bloemen. In hoeverre de periodieke onderdompeling van de bloeiwijze alleen van invloed is op de vitaliteit van de plant, valt moeilijk na te gaan. Uit de figuur blijkt, dat bij grotere diepte tevens de lengte van de halmen afneemt. De meest vitale groei van Scirpus maritimus komt dan ook voor in de gemeenschap van heen en rietgras (dh) die omstreeks boven 100 cm -MHW begint (X.3.2.2). In grote lijnen gedragen planten als Lycopus en Epilobium hirsutum zich als in de uit andere wateren bekende Scirpeto-Phragmitetum gemeenschappen. Ze komen daar ook in het bijzonder voor in de hoogste, ondiepe delen. Toch zou men kunnen verwachten, dat in het bijzonder deze beide soorten, welke in staat zijn onder water aerenchym te vormen, juist goed het duikereffect zouden vertonen. Blijkbaar werkt echter de overspoelingsinvloed nog op een andere wijze op deze soorten. Bij de relatief korte Lycopus kunnen de lengte en de daarmee samenhangende duur van overspoeling van de bovenste delen in bepaalde gevallen nog enige invloed hebben, bij de tot ruim 2 m hoge Epilobium kan dit slechts in het jeugdstadium het geval zijn. Voor telmatofyten als Scutellaria galericulata geldt de specifieke overspoelingsinvloed blijkbaar in bijzondere mate. Voor deze soorten, die betrekkelijk goed aangepast zijn aan een gereduceerd wortelmilieu, blijkt toch een weinig beneden gemiddeld hoogwater liggend niveau analoog te zijn aan de constante waterspiegel. Bij Scutellaria zou de vrij fragiele bouw de oorzaak kunnen zijn. Bij de meeste planten kan echter een verklaring voor het gedrag niet zonder meer worden gegeven. Een plant die zelfs geringe overspoelingen node verdraagt en in andere gebieden toch op zeer natte bodem groeit, is Poa palustris. Dit gras wordt slechts een enkele maal op de bodem van het hoogste type gevonden, maar groeit regelmatig boven de normale frequentiezone (boven 40 cm +MHW) in de boomaarde op de wilgenstobben. Filipendula ulmaria, een soort die buiten het getijdengebied in het Alnetum glutinosae in vrij sterk gereduceerde bodem kan groeien (o.a. tussen optimaal groeiende dotter-

bloemen), is in het gebied met sterke getijden beperkt tot de hoogste griendtypen (V0 en V1), hoewel ze zich bij toename van overspoelingsinvloed (regressie door verwaarlozing van de kaden) enige tijd kan blijven handhaven in lager milieu. De combinatie van optimaal groeiende Caltha en Filipendula duidt dus in het algemeen op een ontbreken van getijden en een gereduceerde bodem. Het ontbreken van vele soorten in het getijdengebied, die elders wel in of bij eutroof zoet water groeien, is te wijten aan de specifieke werking van het getij, hetzij dat dit een fysiologische, hetzij dat dit meer een mechanische invloed heeft. In hoofdstuk XIII zal dit nog nader ter sprake komen. Daarnaast kan ascessibiliteit de oorzaak zijn van het ontbreken.

Zo is bijvoorbeeld Acorus calamus kennelijk niet in staat (vegetatieve) diasporen over de Biesboschgeulen te verspreiden. De soort wordt echter wel langs de rand van de Biesbosch (Rode Vaart) en ook elders (Elbe) in het zoetwatergetijdengebied aangetroffen. Het ontbreken in de Biesbosch van Leucojum aestivum en misschien van Carex strigosa, welke uit het zoetwatergetijdengebied langs de Oude Maas en elders bekend zijn, zou op ascessibiliteit kunnen berusten. Een intensieve vergelijking van gebieden met verschillend tij-amplitudo met dus een aanzienlijk verschil in de verhouding tussen overspoelingsduur, -frequentie en -hoogte, kan meer inzicht geven in de werkelijke invloed van de elementen van de overspoeling afzonderlijk.

8. ENKELE OPMERKINGEN OVER DE VERSPREIDINGSWIJZE DER PLANTEN

Naar de wijze van vermenigvuldiging van de planten, waardoor de vegetatie in de Biesbosch gevormd wordt, is geen onderzoek gedaan. Hier ligt, zoals op nog zoveel terreinen, een belangrijk veld van onderzoek braak. Slechts ter algemene oriëntatie worden hier enkele opmerkingen gegeven.

8.1 Voorbeelden van vegetatieve vermeerdering

De vermenigvuldiging van de grote dominanten, zoals biezen, riet en wilgen, schijnt voor het belangrijkste deel vegetatief plaats te vinden. Bij biezen en riet is de vermenigvuldiging via rhizomen en onderaardse (zelden bovengrondse) uitlopers de meest algemene. Ook bij de teelt van deze gewassen wordt uitsluitend van de vegetatieve vermenigvuldiging gebruik gemaakt. Vrijwel steeds geschiedt dit door het uitplanten van zoden of rhizoomstukken.

Vegetatieve vermenigvuldiging via wortelstokken en dergelijke is ook mogelijk over grote afstand. Op vele plaatsen treedt namelijk erosie op, waarbij soms hele stukken rhizoom (resp. uitlopers) losraken en met de stroom naar elders worden vervoerd. Zo is het zeker, dat de eerste opslag van heen (Scirpus maritimus) op de laagste zandplaten uitsluitend uit losgeraakte wortelknollen geschiedt.

Natuurlijke verspreiding via de wortelstokken over grotere afstand kan voor sommige planten ook moeilijkheden opleveren. In XI.7.3 vermeldden we reeds dat kalmoes (Acorus calamus), die reeds wel aan de zuidelijke oever van het Hollandsch Diep in het getijdengebied voorkomt, nog niet in staat is geweest de eigenlijke Biesbosch binnen te dringen. Bij deze soort die, zoals bekend, in ons land geen generatieve vermenigvuldiging kent, is de vegetatieve verspreidingsmethode de enige waarover ze beschikt.

Een merkwaardige wijze van vegetatieve vermenigvuldiging namen wij waar bij Caltha. In het najaar van 1953 troffen wij vrij regelmatig losliggende of drijvende Caltha plantjes aan. Deze bestonden uit een zeer kort hypocotyl stengeldeel, waarin wortels waren ontwikkeld, terwijl er een klein pluimpje van ca. 1 à 1.5 cm aan de andere zijde uitstak. In figuur 143 is een dergelijk plantje afgebeeld. Daar is te zien, dat het ondereind van het tussen de wortels gelegen stengeldeel het uiterlijk heeft van een ietwat vergaan breukvlak. Dit laatste treft men vrij regelmatig aan bij jonge Caltha planten. Kennelijk sterft de plant regelmatig van onderen af om naar boven door te groeien (aanpassing aan opslibbing).

Het losdrijvende Caltha plantje is dus als een volledige plant te beschouwen. Het heeft echter het uiterlijk van een min of meer bolronde wortelkluwen van 3 à 5 cm diameter, waarin tussen de wortels het tere pluimpje is verborgen. In het gors troffen we de plantjes deels losliggend, deels meer of minder met de wortels in de bodem aan. Vermoedelijk kunnen de losdrijvende plantjes aanzienlijk bijdragen tot de vegetatieve verspreiding van de dotterbloem. Zo namen we in latere jaren in het voorjaar dergelijke "zwervende" plantjes waar, die zich op platen hadden vastgezet en begonnen uit te lopen. We weten echter nog niet of het verschijnsel regelmatig optreedt en evenmin hoe het plantje uit de grond los komt. Vermoedelijk is er erosie in het spel. Nader onderzoek naar dit merkwaardige gedrag van dotterbloemen zal hier licht moeten brengen.

De verspreiding van de wilgen geschiedt kunstmatig uitsluitend op vegetatieve wijze, overwegend door middel van stekhout. Ook de natuurlijke verspreiding is duidelijk hoofdzakelijk vegetatief. Overal ziet men, waar de natuurlijke milieufactoren dit tolereren en waar de mens niet ingrijpt, uit aangedreven takken en dergelijke, houtgewas opslaan. Verwacht mag ook worden, dat opslag uit zaad moeilijkheden schept ten gevolge van de uiterst dichte ruigtevegetatie. Een voorwaarde voor het aanslaan van stekken is, dat ze minstens ca. 150 cm boven de grond uitsteken ten einde verstikking te voorkomen.

8.2 Voorbeelden van generatieve vermeerdering

Rondom planten van Scirpus maritimus werden iets onder halvertijniveau verscheidene malen, soms op vrij grote schaal, jonge kiemplantjes waargenomen. Hetzelfde geldt voor Sparganium erectum ssp.polyedrum op een plaats waar deze plant zich in

de pionierbegroeiing bevond. Het volgende jaar waren moederplant en nakomelingen door de concurrentie geheel verdwenen.

Het riet, dat een enorme mogelijkheid tot vegetatieve vermenigvuldiging heeft, beperkt zich daar niet toe in de Biesbosch. Men vindt nogal eens drijvende rietbossen en dergelijke met pluimen, die geheel groen zijn van de kiemende zaden. Komen deze op een geschikte groeiplaats terecht, dan kan het riet zich verder ontwikkelen. Ook op plaatsen waar het riet niet gesneden wordt en het gewas op de een of andere manier gaat legeren, kunnen uit de pluimen, als zij goed ontwikkeld zaad bevatten, kiemplanten voortkomen die nieuwe individuen kunnen vormen.

Op het belang van de drijftillen als kiembed en verspreidingsagens werd reeds eerder gewezen. Uit het voorkomen van besdragende houtsoorten als Viburnum opulus, Ribes div.sp., Sorbus aucuparia, Sambucus nigra, die met de vogels gemakkelijk over grote afstand verspreid worden, blijkt dat ook opslag uit zaad optreedt. Ook de eikenkiemplanten, die men in het Cariceto remotae-Fraxinetum vindt, zijn alle uit zaad voortgekomen, zaad dat wellicht drijvend is aangevoerd of mogelijk ook door gaaien is aangebracht. Ook Fraxinus wordt door zaad verspreid.

In de polders neemt men nogal eens, bijvoorbeeld in moestuinen, jonge planten van Salix purpurea en vermoedelijk ook wel van andere wilgen waar. Op de hogere en beschutte standplaatsen zal de vasthechting en kieming van het zaad minder moeite opleveren dan op lager geëxponeerde plaatsen.

Binnen het gezelschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper, waar zoveel therofyten voorkomen, vormt de beschutte en toch lichte standplaats ook op de lagere groeiplaatsen een geschikt milieu voor generatieve vermenigvuldiging. De reactie van het milieu, ook wat kieming betreft, zal van plant tot plant echter sterk verschillen. HEYLIGERS (1956) voerde een eenvoudige oriënterende proef van Heracleum uit. Wij wezen er reeds op, dat de ondergrens van het ecologische areaal van deze plant precies op gemiddeld hoogwater is gelegen. Een 10 à 15 cm beneden gemiddeld hoogwater werd nu Heracleumzaad uitgezaaid. De kieming verliep vlot; in het voorjaar bleek een groot deel van het zaad naast de kiembladen ook een aantal secundaire bladen te hebben gevormd. In de zomer was echter van de Heracleum niets meer te zien. Voor de verdere ontwikkeling van de kiemplant, niet voor de kieming op zichzelf, is hier dus de overspoeling vermoedelijk ongunstig. Het zou gewenst zijn voor de belangrijkste planten in het zoetwatergetijdengebied een onderzoek naar de invloed van het milieu in alle stadia tussen zaad en vruchtdragende plant en naar de verspreiding van het zaad in te stellen. Een dergelijk onderzoek zal de noodzakelijke schakel leveren tussen de autecologie, die de epharmonie van de plant analyseert en de botanische synecologie, die uitgaat van de vegetatie als geografische eenheid.

XII DE VEGETATIEKARTERING

1. INLEIDING

Het karteren van de op basis van de soortencombinatie onderscheiden eenheden is een belangrijk en onmisbaar deel van een vegetatiestudie. Men kan zeggen, dat een vegetatie-onderzoek, waarbij geen kartering wordt uitgevoerd, van slechts betrekkelijke waarde is. Het kaartbeeld levert onmisbare gegevens omtrent ecologie en genese der gezelschappen, die per slot van rekening geografische eenheden zijn. Bovendien voorkomt men dat, zoals wel geschiedt, een vegetatiekleed dat een bepaald gebied bedekt en dat ruimtelijk gezien het belangrijkst is, wordt verwaarloosd ten koste van weinig voorkomende, maar uit bijvoorbeeld floristisch of idio-systematisch oogpunt interessante vegetaties. Voor een in wezen toch geografisch ingestelde wetenschap als de vegetatiekunde verdienen de idio-systematisch-floristisch minder interessante vegetaties een even grote aandacht als die, waarin wel bijzondere taxa voorkomen. Bodemkundig zijn vaak juist die vegetaties van betekenis, die grote oppervlakten beslaan. Ook ecologisch zijn ze zeker niet minder interessant.

Naast de zuiver wetenschappelijke waarde ligt in de vegetatiekartering ook de belangrijkste praktische toepassingsmogelijkheid van de vegetatiekunde. De vegetatiekartering is beperkt tot het buitendijkse gebied. Wij zijn er van overtuigd, dat ook in polders belangrijke gegevens verkregen hadden kunnen worden, in het bijzonder in verband met vergelijking van de waterhuishoudkundige toestand in ruimte en tijd met akkeronkruidgemeenschappen en vegetaties van grasland, sloten en kreekrelicten. Tijdgebrek is echter oorzaak dat wij dit niet hebben kunnen verwezenlijken.

2. METHODE

Door voorstudie werd eerst een indeling gemaakt in vegetatietypen. Dit geschiedde aan de hand van vegetatie-opnamen, die tabellarisch werden vergeleken. De in hoofdstuk X beschreven eenheden zijn in beginsel zo opgesteld. Elk type wordt gekenmerkt door een eigen fysiognomie. Steeds moet de eerste indruk worden gecontroleerd door het zoeken naar het al of niet aanwezig zijn van de kenmerkende soorten en soortencombinaties der verschillende vegetaties. Tijdens de kartering kon herhaaldelijk het aan de hand van tabellen opgestelde voorlopige schema van indeling aan de werkelijkheid worden aangepast. In belangrijke twijfelgevallen werden opnamen gemaakt. Eerst al karterende verkrijgt men een goede indruk van de vegetatie in haar bonte wisseling en reactie op kleine milieuverschillen. Het is daarom noodzakelijk dat ook een karteringsleider, die met veldassistenten werkt, van tijd tot tijd persoonlijk het karteringswerk uitvoert. Op een enkele excursie en aan de hand van tabellen alleen kan men nimmer een zo goede indruk van de vegetatie verkrijgen als tijdens het karteren. Goed karteren is een vermoeiend werk, dat steeds een wikken en wegen inhoudt. De beste methode is

al vergelijkende heen en weer lopen en zo de grenzen karteren. In een gebied als de Biesbosch met modderige kommen en begreppelde grienden, waar men zoveel mogelijk de griendakkers tussen de greppels moet volgen, is dit doorgaans niet goed mogelijk. Veelal werden daarom raaien gelopen in de richting waarin men de meeste vegetatieverschillen kon verwachten.

Het grote voordeel van de technische uitvoering bij vegetatiekartering boven die bij bodemkartering is, dat men het gehele te karteren object direct ziet. Elk verschil valt in het oog. Bij de bodemkaart daarentegen moet men veel afleiden uit secundaire kenmerken en kan men die vermoedelijke toestand slechts incidenteel via kuilen en boringen verifiëren. Van het aantal boringen per ha hangt de intensiteit en de grootte van de schaal af. Deze schaal vormt voor de vegetatiekarteerder eveneens een grote moeilijkheid. Hij moet onophoudelijk kiezen tussen wat nog wel en wat niet op de kaart zal komen. Een schaal, waarop de meeste vegetaties in detail kunnen worden gekarteerd, is ca. 1 : 2.000. Voor geografisch werk als het onderhavige is deze schaal echter veel te klein om een overzicht te verkrijgen. Voor de gepubliceerde kaart 1 : 10.000 is de opname evenals bij de bodemkartering verricht op 1 : 5.000. Op deze schaal moest echter reeds een groot aantal zich opdringende details worden weggelaten. Desondanks heeft de vegetatiekaart een meer gedetailleerd beeld gekregen dan de bodemkaart. In het bijzonder bij de oeverstroken van de rietgorzen deed zich vaak de moeilijke keuze voor, of landschappelijk en genetisch belangrijke, lange, maar te smalle oeverwalvegetaties (type 1, 2, 3 etc.) nog op de kaart moesten komen of niet. Zo is zeker een aantal van deze oeverstroken iets te breed op de vegetatiekaart ingetekend. Daartegenover staat, dat ook veel smalle banen, die mede aan de oppervlakte van de betreffende typen bijdragen, niet op de kaart zijn aangegeven. De totale oppervlakte van deze typen op de kaart komt dus vermoedelijk wel met de werkelijkheid overeen.

In sommige gevallen worden op de vegetatiekaart combinaties van één of meer vegetaties aangegeven. Meestal betreft dit het voorkomen van zogenaamde "mozaiekvegetaties". Dit zijn dus complexe vegetaties waar enkele "plantengemeenschappen" in een zodanige configuratie dooreenliggen, dat ze bij de gebruikte schaal niet afzonderlijk meer konden worden aangegeven.

Ook zijn er op deze wijze overgangsvormen tussen twee gemeenschappen aangeduid. Uiteraard komen altijd overgangen tussen classificatie-eenheden voor. Het heeft weinig zin om veel overgangen te onderscheiden, vooral wanneer men zijn indeling reeds vrij gedetailleerd heeft gemaakt. Slechts in die gevallen, waar duidelijk intermediaire vegetaties tussen twee gemeenschappen voorkwamen en deze daarbij een aanzienlijke oppervlakte besloegen, werd de vegetatie als overgangstype gekarteerd. Het karteren van te veel overgangen als reeds een gedetailleerde legenda aanwezig is, wijst op een geestelijke luiheid.

Aanvankelijk was het de bedoeling beide groepen van tussenvormen te scheiden. Uiteindelijk hebben wij echter besloten tot een samenvoeging van beide. De verschillen tussen verwante gemeenschappen worden nl. veroorzaakt door reeds relatief kleine verschillen in hoogteligging en bodemaeratie. Het verloop van veranderingen hierin is vaak o.a. onder invloed van begreppeling e.d. niet geheel continu. Ook is de overgang in de samenstelling van de vegetatie ten gevolge van het optreden van plaatselijke dominanten (o.a. in X.3.3.3) wat mozaiekvormig. Overgangsvegetaties hebben hierdoor ook dikwijls enigszins een mozaiekkarakter. Dit is de reden geweest om hier geen onderscheid te maken. Een en ander komt het toch al zeer drukke kaartbeeld ten goede.

3. LUCHTFOTO'S

Een belangrijk hulpmiddel bij de vegetatiekartering kunnen luchtfoto's zijn. In een gebied als de Biesbosch kan de luchtfoto alleen al als gedetailleerde topografische kaart veel diensten bewijzen. Luchtfoto's uit bepaalde jaargetijden, die voor bepaalde vegetaties typische aspecten van bloei of andere fenologische verschijnselen weergeven, kunnen van grote betekenis zijn bij het vaststellen der grenzen. In sommige gevallen zal het zelfs mogelijk zijn, om niet alleen de grenzen, maar ook de aard van de typen te onderscheiden. Op ons verzoek is nu door leerlingfotografen van de Koninklijke Nederlandse Luchtmacht van een beperkt gedeelte van de Biesbosch een aantal opnamen gemaakt in de bloeitijd van dotterbloem en speenkruid. De ruigtetypen konden met behulp van deze foto's bij contrôle in het veld gemakkelijk worden ingeschetst. Ook de rietgorsoeverwalvegetatie en de verschillen tussen Caltharijke en Caltha-arme rietgorstypen bleek duidelijk op de foto's uit te komen (fig. 13 en 44). Van het grootste deel van de oppervlakte beschikten wij niet over dergelijke opnamen, zodat die geheel in het veld moesten worden uitgelopen. De foto's uit het archief van de Stichting voor Bodemkartering (R.A.F.-foto's uit de oorlog) waren voor dit werk vaak zowel van te kleine schaal als te slechte kwaliteit en vaak niet in het geschikte jaargetijde genomen.

Beide soorten foto's, ook de speciaal voor ons gemaakte, werden genomen met militaire camera's met lange-brandpuntafstandlenzen. De dieptewerking van het stereoscopisch beeld, dat een belangrijk hulpmiddel kan zijn bij de herkenning van verschillen in vegetatie en terreinvorm, is daarbij geringer dan bij het gebruik van korte-brandpuntafstandlenzen (groothoeklenzen). Niettemin hebben de resultaten met de door de Koninklijke Nederlandse Luchtmacht gemaakte foto's ons tot de overtuiging gebracht, dat het gebruik van eerste kwaliteit luchtfoto's voor vegetatiekartering in dit soort terreinen een zeer waardevol en bij gebrek aan een redelijke basiskaart zelfs een onmisbaar hulpmiddel is.

Wanneer men slechts globaal werkt, zal men zelfs met behulp van steekproeven in het veld grote terreingedeelten via fysiognomie en

terreinvorm kunnen karteren zonder er zelf geweest te zijn. Bij meer gedetailleerde karteringen, vooral die waarbij de vegetatie-eenheden worden onderscheiden op basis van soortencombinatie (niet in de eerste plaats op dominantie), zal men overal moeten gaan kijken of althans een zeer groot aantal steekproeven moeten doen. Maar juist bij dit gedetailleerde werk, bijvoorbeeld op schaal 1 : 5.000 of groter, is de foto voor een juiste oriëntatie in het veld onmisbaar, omdat in het algemeen de kaarten, die voor dit doel voldoende nauwkeurig zijn, ontbreken. Zelfs in een zo intensief gekarteerd land als het onze. In het algemeen kan men zeggen, dat een schaal 1 : 10.000 en liefst groter (1 : 5.000) voor dit soort vegetatiewerk moet worden gekozen. De kwaliteit van de foto moet daarbij zó zijn, dat ten behoeve van een gebruik als veldkaart, een lineaire vergroting van enkele malen zonder verlies van scherpte mogelijk is.

Dat wij in de Biesbosch het merendeel van de oppervlakte zonder luchtfoto's hebben kunnen karteren, vindt zijn oorzaak in het bestaan van een voortreffelijke basiskaart, de rivierkaart 1: 10.000, opgenomen door de Rijkswaterstaat. De goede kwaliteit van deze kaart is daaraan te danken, dat hij met behulp van luchtfoto's is vervaardigd. Uiteraard is de toestand hier en daar wel wat veranderd sinds de datum van opname (vermoedelijk omstreeks 1935) maar in het algemeen kon de karteerder zonder veel moeite zijn positie in het terrein op deze kaart bepalen. Twijfelgevallen werden met behulp van luchtfoto's opgelost.

4. BESCHRIJVING VAN DE VEGETATIEKAART

4.1 Inleiding

Slechts van het zuidwestelijk deel van de Brabantse Biesbosch wordt hier een vegetatiekaart gepubliceerd. Hier ligt nog de grootste oppervlakte aan buitendijkse gronden en open water.

Het kaartbeeld toont wel zeer duidelijk de sterke anthropogene beinvloeding van het gebied. Kaden vormen in vele gevallen scherpe vegetatiegrenzen. De hoogte en toestand van die kaden bepalen in hoge mate de aard van de erbinnen liggende vegetaties. Alle kaden zijn daarom ook op de kaart aangegeven en wel met het erop voorkomende vegetatietype, daar dit een indruk geeft van de hoogte en ook van de rijpingstoestand van de bodem, welke laatste een maat is voor de ouderdom der kaden. Zijn de kaden en de erin liggende duikers sterk beschadigd, oefenen ze dus geen of nog maar een beperkte invloed uit, dan werd dit ook aangegeven.

Het is duidelijk dat vooral de aanwezigheid van door kaden beinvloede vegetaties de kaart een tijdelijk karakter geeft. Zodra een goed onderhouden kade wordt verwaarloosd of een verwaarloosde kade wordt "gelapt" verandert de vegetatie. Toch blijft het kaartbeeld dan nog wel betekenis houden omdat door hoogteligging bepaalde relatieve verschillen steeds in meerdere of mindere mate blijven gelden. In III.2.5, XI.2 en XI.3 werd hierop uitvoerig ingegaan.

Wat voor de invloed van kaden geldt, is in mindere mate ook geldig voor ander menselijk ingrijpen in de milieufactoren. Verwaarlozing van begreppeling, het niet snijden van riet en biezen, bevordert het optreden van verwilderingstypen, die rijk zijn aan ruigteplanten; begreppeling en inplanten van riet of hout in daartoe geschikte biezen-, ruigte- resp. rietgezelschappen kan daaruit rietgorstypen resp. griendtypen doen ontstaan. De natuurlijke opslibbing ten slotte houdt alle vegetaties in ontwikkeling; in sterkere mate, naarmate ze dichter bij de pionierstadia staan. Meer nog dan de bodemkaart is de vegetatiekaart een momentopname van de toestand, zoals die was op het tijdstip van kartering. De snelheid waarmee de veranderingen kunnen optreden, is besproken in IV.4, IV.5 IV.7 en X.8.2. Aan de hand daarvan kan men zich een indruk vormen omtrent de overeenstemming van deze vegetatiekaart met de werkelijke toestand in de toekomst.

4.2 Het kaartbeeld

In grote lijnen overheersen de pioniervegetaties in het zuiden en zuidwesten. Dit is in overeenstemming met de daar aanwezige grote oppervlakte van de jongste stadia van landgroei in de grote brede mondingen der voormalige delta-armen. Waar de grote geulen smaller worden, komen nog slechts verspreid enigermate belangrijke oppervlakten van lager gelegen vegetatietypen voor. Als smalle randen die de oever begrenzen, nemen deze gezelschappen echter nog een plaats van betekenis in het landschap in. Hun oppervlakte wordt er vaak te klein om deze nog te kunnen karteren. In het zuidwesten wordt de ligging van deze vegetaties sterk bepaald door de strekdammen.

De biezen- en ruigtevegetaties geven in het kaartbeeld dikwijls duidelijk de geomorfologische structuur van de opwassen weer (zie bijvoorbeeld de Boerenplaat), omdat bij dergelijke jonge opwassen nog een harmonie bestaat tussen geomorfologische en vegetatiekundige genese. Op oudere platen is dat vaak minder het geval (VII.5). De ruigten, die men verspreid tussen de gorzen vindt, duiden op verwaarlozing. De strekdammen dragen ook een ruigtevegetatie, die wisselt al naar de hoogte ten opzichte van MHW.

Langs de grootste geulen treft men nog de grootste oppervlakte aan rietgorzen aan, in het bijzonder daar waar ook nog veel ruigtetypen voorkomen. Langs de steeds smaller wordende killen, die het gehele gebied doorsnijden, ook in dat gebied waarvan geen vegetatiekaart is gepubliceerd, liggen aanzienlijke oppervlakten rietgors. Zo komt veel rietgors voor langs het Steurgat en langs het Gat van den Kleinen Hil, het Gat van Lijnoorden en het Boomgat. De aanwezigheid van uitgestrekte rietgorzen en slechts weinig grienden langs deze geulen vindt zijn oorzaak in de omstandigheid, dat deze wateren tot ca. 3/4 eeuw geleden brede, forse rivierarmen waren, die door de aanleg van de bandijk plotseling werden afgedamd. Sinds die tijd is het dichtslibben begonnen; veel verder dan het gorsstadium zijn de aanwassen langs de oever echter tot nu toe niet gekomen. De grootste

aaneengesloten complexen rietgors liggen in de Buisjes en Jonge Deen. Behalve de verschillende graden van onderhoud, hoogteligging, kwaliteit en andere voor de cultuur belangrijke gegevens, geeft het kaartbeeld van de rietgorzen op fraaie wijze de algemeen morfologische bouw der opwassen weer. We zien overal de typen G2, G3 en G1 de grotere en kleinere kreken omzomen, waarmee de hogere ligging en tevens de geringe breedte van deze oeverwallen wordt geindiceerd.

Wat betreft de verspreiding van de typen G5 en G5r moet bedacht worden, dat de oppervlakte van het G5r-type in het oosten van de kaart helaas geflatteerd is. Dit komt omdat aldaar werd gekarteerd in het voorjaar 1954, een jaar waarin de rietgroei zeer laat was, zodat de dotterbloem zich extra sterk kon ontwikkelen.

Evenals bij de gorzen is ook in de grienden in vele gevallen nog het natuurlijke patroon van oeverwallen en kommen te herkennen. De invloed van de veel intensievere bodembewerking, de begreppeling en in het bijzonder de bekading, doorkruist op vele plaatsen de natuurlijke opbouw van het vegetatiekleed. In het algemeen kan men zeggen, dat in de normale, goed bekade grienden slechts de vegetatietypen, behorende tot het Salicetum albae cardaminetosum (V2, V3, V3q en V3r) voorkomen.

Het meest algemeen is de gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Anthriscus silvestris (V3). Op de uitgesproken oeverwallen treft men de gemeenschap van Salix alba en Heracleum (V2) aan, terwijl in de laagste delen van de kom dikwijls de Vaucheriarijke (V3q) en Caltharijke (V3r) subvarianten een zekere oppervlakte beslaan.

Binnen de normale griendkaden beslaan de gemeenschap van Salix alba en Scrophularia nodosa (V1) en de griendgemeenschap van Circea en Carex remota (V0) slechts een kleine oppervlakte. Slechts op hogere plaatsen, die meestal daar voorkomen waar het zand betrekkelijk hoog ligt, zoals ruggen van vloedscharen e.d., treft men deze vegetatietypen aan. De drainage is daar, dank zij de doorlatende zandondergrond van dien aard, dat het voor deze typen vereiste stadium van rijping bereikt kan worden. Op de kaden komen deze gezelschappen regelmatig voor, in het bijzonder bij de oudere grienden, waar kaden lange tijd aan het rijpingsproces onderworpen zijn geweest. Jongere kaden dragen meestal meer een vegetatie, die verwant is aan de gemeenschap van Salix en Heracleum (V2) of hoogstens die van Salix en Scrophularia (V1).

De grootste oppervlakte van de griendgemeenschap met Circea en Carex remota (V0) vindt men echter in de met griend ingeteelde voormalige weipoldertjes, zoals de Cornelia Ganzennest en de Deen. De Noorderplaat, die de laatste jaren van griend tot bouwland werd ontgonnen, was ook begroeid met de Circea-Carex remota griendgemeenschap (V0). In de genoemde poldertjes is steeds wel een "plasberm" aangebracht, zodat er meer water komt dan tijdens het weipolderstadium, maar toch is in de regel de overspoeling er minder intensief dan in de gewoon bekade grienden. Het voornaam-

ste is echter, dat deze reeds lang bekade gronden veel tijd hebben gehad om fysisch te rijpen. De in de genoemde voorbeelden steeds zandige ondergronden hebben daartoe nog het hunne bijgedragen. Het is ten slotte niet toevallig, dat deze gronden reeds vroeg met een kade werden omgeven. De hoge ligging ten tijde van de bedijking zal de reden zijn geweest, dat men hier uit het toenmalige griendstadium tot de weipolder overging.

Het is goed zich verder te herinneren, dat beide genoemde poldertjes slechts sinds kort het griendstadium dragen; voor enkele tientallen jaren was er hooiland. Dit blijkt uit oudere kaarten. De aanwezige bosplanten zijn dus uit naburige centra (griendkaden etc.) vrij recent in deze gebieden gemigreerd.

De grootste oppervlakte aan *Alisma*- en *Apium*rijke griendtypen (*Salicetum albae alismetosum*, V4 en V5) vindt men in verwaarloosde grienden. Deze nemen een grotere oppervlakte in op de kaart dan de goed onderhouden grienden. Duidelijk valt het complex van de grienden van De Dood op. De vegetatie, die ten tijde van het intact zijn der kaden ongetwijfeld tot de *Anthriscus-Cardamine*typen (V2-V3-V3r) heeft behoord (*Salicetum albae cardaminetosum*) is daar over vele hectaren geregredeerd naar de typen, die met een lagere ligging correleren. De klink die tijdens het bekade stadium heeft gewerkt, heeft de oppervlakte nog verder doen dalen dan kort voor de bekading het geval moet zijn geweest. Op verschillende plaatsen in het gebied is de zonatie van oeverwal naar kom fraai te zien. In sommige gevallen is nog duidelijk te zien, dat de vegetatie in een overgangstoestand verkeert. Het kruidenloze griendtype en de nog verarmde vormen van de gemeenschappen V4 en V5 duiden hier op. Veel minder groot is de oppervlakte waar laatstgenoemde griendgezelschappen voorkomen zonder dat van bekading sprake is geweest. De grienden bestaande uit bittere wilg zijn niet meer in gebruik, de laatste resten ervan verkeren in een sterk verwilderde staat en zijn vaak de mooiste voorbeelden van de gemeenschap van *Salix purpurea* en *Sparganium erectum* ssp.*polyedrum* (V6). De meeste onbekade grienden behoren tot de hoger gelegen griendgemeenschappen; zouden ze namelijk lager liggen, dan had men er wel een kade omgelegd. De verdeling van hoog- en laag gelegen typen biezengorzen en ruigte (R), rietgorzen (G) en grienden (V) binnen de opwassen toont in vele gevallen duidelijk, dat die zijde van de platen, welke geëxponeerd is tegen een grote geul, het hoogst is. Nu eens is dit de zijde ebstroom opwaarts (Middelland, niet binnen het gebied van de gedrukte kaart gelegen), bij de jonge opwassen meestal echter de tegen de vloed geëxponeerde zijde (Boerenplaat, Noorder Jonge Deen, Groene Plaat, Dolfijn, Nerzienplaat e.a.). Stroomverleggingen gepaard gaande met erosie, anthropogene invloed, zoals regulatie van stromen, bekading en wellicht ook wisseling in invloed van de rivieren (IX,4.2.3.8) doorkruisen dit algemene patroon echter in hoge mate zodat ook meer onregelmatige figuren optreden (VII.5; bijlage 1).

5. VERGELIJKING TUSSEN BODEM- KAART EN VEGETATIEKAART

5.1 Inleiding

Ongetwijfeld zal men bij bestudering van bodem- en vegetatiekaart zoeken naar eventuele overeenkomsten en verschillen tussen beide documenten. Het is daarom goed, enkele regels te wijden aan de vergelijking van beide kaarten.

Het blijkt dan, dat in grote lijnen en soms ook in details allerlei overeenkomsten in figuratie kunnen worden ontdekt. Zo komen de PL-typen en andere van een nog slechts half voltooide opslibbing getuigende profielen in het algemeen dáár voor, waar ook veel ruigtetypen, jonge vegetatiestadia dus, aanwezig zijn. Qua bodemtextuur lichtere randen langs de opwassen correleren in vele gevallen met oeverwalvegetaties van rietgorzen en grienden. Op de voorkeur van het V0-vegetatietype voor "zandplaatgronden" (P) is reeds gewezen.

Maar op veel plaatsen komen ook grote verschillen voor. Dit komt omdat de bodemkartering in de eerste plaats een kartering is geweest op textuur en het verloop daarvan in het profiel. Niet altijd gaat een verandering daarin gepaard met een bepaalde hoogteligging, een bepaalde doorluchting of een bepaalde expositie ten opzichte van golfslag en stroom. Het zijn echter juist deze factoren die de vegetatie in hoge mate bepalen. Gaat verschil in textuur samen met verschil in genoemde factoren, dan zal er verschil in vegetatie optreden. Op een andere plaats kan eenzelfde textuuronderscheid niet of in andere zin gekoppeld zijn aan genoemde factoren. Er treedt dan geen, of een ander verschil in vegetatie op.

Vaak ook komt een inderdaad bestaande correlatie tussen bodemtype en vegetatie-eenheid niet tot uiting. Hoewel op gelijke schaal werd gekarteerd kan het onderscheid bij de bodemkartering, vooral als ook nog klinkberekening plaatsvindt, niet meer worden aangegeven in tegenstelling tot de vegetatiekartering waarbij men veel gedetailleerder werken kan (XII.2). Aan de hand van vergelijking van de configuratie van enkele delen van het gebied op de bodem- en vegetatiekaart zullen we dit nader bezien.

5.2 Enkele voorbeelden

Nerzienplaatje (tussen de polders Stenenmuur en Pauluszand).

Direct valt op, dat er correlatie is tussen de vegetatie- en bodemkaart. Deze correlatie berust echter voornamelijk op een verband tussen hoogteligging en textuur, welk verband voor een belangrijk deel het gevolg is van de inklinkingsverschijnselen tijdens de opslibbing.

We zien dat de ligging van de griend samenvalt met de plaats waar het zand het ondiepst voorkomt. Dergelijke plaatsen liggen van nature hoog, omdat daar tijdens de groei weinig klink optreedt in tegenstelling tot de plaatsen waar dikke kleidekken liggen. Ter plaatse

is de bodem dus reeds spoedig zo hoog geweest, dat men er houtgewas op heeft geplant. De oeverwallen, waarvan er op het plaatje ten gevolge van laterale aanslibbing enkele achter elkaar voorkomen, worden gekenmerkt door een gelaagde afwisseling van zandige en kleiige bandjes tot vrijwel aan het maaiveld toe. Verder van de oeverwallen wordt het homogene kleidek op de gelaagde laag dikker.
Waar het homogene kleidek het dikst is, blijkt de verwaarlozing van het rietgors het eerst tot ernstige regressie naar de ruigtevegetatie te hebben geleid. Dit is begrijpelijk, daar in dit tevens laag liggende deel het spoedigst ernstige reductie van de bodem kan optreden. Interessant is het verschil tussen de oever aan de noordwestzijde en die van de zuidoostkant. Op de bodemkaart komt in beide gevallen hetzelfde textuur-beoordeelde type voor, namelijk gelaagde afzetting. Op de vegetatiekaart blijkt, dat de noordkant van het eiland steile oevers heeft, daar het oeverwalvegetatietype tot de rand toe doorgaat.

Aan de zuidoever echter komen de typen G5 en G6 voor, die wijzen op een langzaam glooiende oever. Het is duidelijk, dat als bij de bodemkartering ook de diepte van de roest als criterium zou zijn gebruikt, het verschil tussen beide oevers ook tot uiting zou zijn gekomen.

Jonge Deen.

De verschillen en overeenkomsten tussen vegetatiekaart en bodemkaart zijn reeds behandeld naar aanleiding van het kaartbeeld van de bodemkaart (IX.4.2.3.12). Aldaar blijkt, hoe bij de Zuider Jonge Deen duidelijk de bodemkaart de geschiedenis van de groei weergeeft, de vegetatiekaart daarentegen de huidige toestand aanduidt. Ook hier zou, wanneer de roestdiepte en andere factoren van de bodem als consistentie e.d. (rijping dus) in beschouwing genomen waren, de bodemkaart veel meer overeenkomst vertonen met de vegetatiekaart.

Boerenplaat.

Vergelijking met de vegetatiekaart doet zien, dat ook hier verband bestaat. Wanneer men de factor consistentie van de bodem, die tevens een maat is voor de aeratietoestand, in beschouwing zou nemen, blijkt het verband meer gedetailleerd te zijn. Er is hier niet zoals bij de Zuider Jonge Deen een tegengesteld systeem, duidend op een oudere toestand. In dit stadium, waar vegetatie-ontwikkeling en sedimentatie in zo'n nauwe wisselwerking staan, is er niet alleen een verband van de vegetatie met de bodem als wortelmilieu, maar ook met de recente geologie.

XIII VERGELIJKING VAN DE VEGETATIE IN DE BIESBOSCH MET DIE VAN ANDERE GEBIEDEN EN VERANTWOORDING VAN DE SYNSYSTEMATISCHE INDELING

1. INLEIDING

Het is niet de bedoeling hier bij benadering een volledig overzicht te geven van vegetaties uit andere gebieden, die min of meer verwant zijn aan die in de Biesbosch.

Slechts enkele opmerkingen zullen worden gemaakt over door ons waargenomen en in de literatuur beschreven vegetaties, die, wat milieu en floristische samenstelling betreft, overeenkomst vertonen met de Biesboschbegroeiing. Slechts bij enkele vegetaties zal wat dieper ingegaan worden op synsystematische verwantschap en onderscheid. Tevens zal globaal worden geschetst, hoe de in deze studie beschreven vegetaties overgaan in de naburige van het brakke getijdengebied en het getijloze deel van de rivieren.

Bestudering van deze overgangen met behulp van ecologische metingen en vegetatie-opnamen zal nog belangwekkende resultaten kunnen opleveren. Niet alleen voor de biologische wetenschappen zullen de resultaten van belang zijn, maar ook de kennis van de verhoudingen van de zout- en zoetwaterstromingen in het zuidwestelijke zeegatengebied zal er door worden verhelderd. Onze algemene schets van dat gebied berust slechts op waarnemingen gedurende een aantal excursies. Een uitvoerige studie zal allerlei nieuwe gezichtspunten kunnen openen. Het is wenselijk dat vóór de deltaplannen en de regulatie der rivieren tot verwezenlijking komen, een dergelijk onderzoek zal zijn uitgevoerd.

Daar wij hier de mate van overeenkomst en verschil der vegetaties in een ruimer gebied bezien, zal in dit hoofdstuk tevens de synsystematische plaats van de Biesboschgemeenschappen in het systeem van de Frans-Zwitserse school worden besproken. Daarmee wordt dan eveneens de verantwoording gegeven van de namen en indelingen zoals die in hoofdstuk X reeds bij de bespreking van de vegetatie-eenheden is gegeven.

2. NAUW VERWANTE GEBIEDEN EN OVERGANG NAAR AANGRENZENDE LANDSCHAPPEN

2.1 Het buiten de Brabantse Biesbosch gelegen zoetwatergetijdengebied

2.1.1 Dordtse (inclusief Sliedrechtse) Biesbosch

Het nauwst verwant met de Brabantse Biesbosch is uiteraard de ten westen en noorden van de Nieuwe Merwede gelegen Biesbosch. In

feite vormen de laatste resten, die nog onder directe getijdeninvloed staan, één geheel met de Brabantse Biesbosch. De vegetatie is er dan ook vrijwel gelijk met die, welke in deze studie werd beschreven.

In het gebied tussen de Oude en Nieuwe Merwede echter (Sliedrechtse Biesbosch) is door het leggen van dammen en schotbalksluizen op verschillende plaatsen (o.a. Sneepkil) de getij-amplitude vrij sterk verminderd (vloedkomeffect, zie III.2). Er is dus een andere verhouding tussen de elementen van overspoeling: duur, hoogte en frequentie ontstaan. Een intensieve bestudering aldaar van de soortencombinaties vergeleken met die in het gebied met grotere tij-amplitude zal van belang zijn bij het uiteenrafelen van de werking der verschillende overspoelingselementen. Het voorkomen van witte waterlelie (Nymphaea alba), die in de rest van de Biesbosch ontbreekt, is vermoedelijk mogelijk dank zij de geringe getij-amplitude (X.2 en XI.7.3; vegetatie van Hydrocharis e.a.). Voorts blijkt aldaar een relatief grote oppervlakte voor te komen van zeer volledig ontwikkelde vegetaties behorend tot het griendtype V0. Het gereleveerde vloedkomeffect aldaar heeft zeer waarschijnlijk de hoogwaterstanden zo verlaagd, dat de in absolute zin niet bijzonder hoog liggende opwassen toch snel konden rijpen en zo voor deze vegetatie een geschikte standplaats werden.

2.1.2 Het overige deel van het zoete gebied van de "benedenrivieren"

Verder kan overal in het gebied van de benedenrivieren, waar de mens aan de natuur ruimte heeft overgelaten en waar nog weinig of geen brakwater doordringt, een soortgelijke soortencombinatie worden aangetroffen als in de Biesbosch. Overal vindt men daar biezenvegetaties, rietgorzen en grienden met aan de beschreven typen nauw verwante of gelijke floristische samenstelling. Naar het oosten toe neemt de getijdeninvloed af, naar het westen doet meer en meer de zoutinvloed zich gelden.

Tot het zoetwatergetijdengebied behoren de Hollandse IJssel, de Lek tot ongeveer Ameide à Vianen, Oude Maas, Noord, Dordtse Kil, het grootste deel van het Hollandsch Diep, Oude en Nieuwe Merwede, de Waal tot ongeveer Zuilichem à Zaltbommel, het "Oude Maasje", de Bergse Maas tot de eerste sluis en de Poederooiense Maas.

De begroeiing op de kribben en oevers bestaat duidelijk uit fragmenten van de in de Biesbosch beschreven vegetaties. Langs al deze wateren en rivieren treft men plaatselijk nog vrij grote complexen rietgors en griend aan.

Ook de Schelde en de zijrivieren van Antwerpen tot Gent kennen de getijdenbeweging in zoet water. Door MASSART (1908) werd reeds een fraaie beschrijving van de vegetatie van dit gebied gegeven.

Ten gevolge van onderscheid in amplitude van de getijschommeling bestaan er nog allerlei verschillen. Bij het interpreteren van de ecologie dient met deze verschillen terdege rekening gehouden te worden. Zo zal in het algemeen bij de grote tijverschillen langs de Schelde het vegetatiebeeld meer "uitgerekt" worden; waar het tij-

verschil kleiner wordt, zullen de vegetaties meer "opeengedrongen" zijn. Verschuivingen in de soortencombinatie zijn daarbij ook mogelijk, zoals uit het behandelde in XI.7.3 blijkt.

Een opvallende soort, het zomerklokje (Leucojum aestivum), die in de Biesbosch ontbreekt, komt met een grote vitaliteit voor in de grienden (V2 en V3) en hogere gorzen langs de Oude Maas. Ook langs de Schelde troffen wij deze fraaie plant op de grens tussen het zoete en brakke gebied in een rietgors aan. Het ontbreken van de soort elders is wellicht slechts aan de accessibiliteit te wijten. Wellicht ook liggen de concurrentieverhoudingen in het getijdengebied zodanig, dat deze plant slechts op de grens tussen het zoete en brakke gebied de concurrentie kan volhouden.

Ook langs de in de Noordzee uitmondende rivieren Elbe en Wezer zagen wij een zone, waarin met de Biesbosch verwante vegetaties voorkomen. Langs de Elbe begint het zoetwatergetijdengebied even ten zuiden van Hamburg. De vegetatie aldaar toont veel gelijkenis met die van de Biesbosch. De lage pH van het Elbewater (ca. 5 à 6) die met een eenvoudige veldmethode werd bepaald, zal daar misschien nog een speciale invloed op de vegetatie uitoefenen.

Meer naar het westen, even beneden Hamburg, is ten gevolge van de invloed van de zee en wellicht ook van de riolen van Hamburg blijkens de kalkrijke afzetting van slib, de pH reeds veel hoger (VI.4.1).

2.2 De overgang van de vegetaties van het zoetwatergetijdengebied naar die van de aangrenzende gebieden

2.2.1 Overgang naar het brakke gebied

In de richting van de zee, waar de zoutconcentratie van het water hoger wordt, ziet men de biezen- en ruigtevegetaties veranderen. Op plaatsen waar zout- en zoetwaterstromen elkaar zijdelings ontmoeten, kan de grens tussen aan het zoute en aan het zoete milieu gebonden vegetaties betrekkelijk scherp zijn.

Zo is omstreeks Willemstad over enkele kilometers afstand een overgang waar te nemen van op overwegend zoet milieu wijzende vegetatie langs het Hellegat, die fysiognomisch reeds geheel het type van de Zeeuwse schorren benadert. Langs het Haringvliet daarentegen treft men tot dicht bij de zee nog brakwatervegetaties aan (zie ook WEEVERS, 1940).

Aan de Schelde-oever bij Austruweel (even ten noorden van Antwerpen), waar een zeer groot tijverschil heerst, namen we een zeer fraai verticaal onderscheid in zoutinvloed waar. Op een aldaar gelegen rietgors troffen we een zonatie aan van vegetaties die veel geleek op die, welke in de Biesbosch voorkomt. Slechts trad daar ook Leucojum aestivum op. De vegetatie kon tot de rietgorstypen G2, G2h en G5 worden gerekend.

Langs de vrij steile oever aan de rivierzijde bevond zich nu, op ca. 1 meter onder de hoogte van het maaiveld, een kleine vervlak-

king in het talud, waarop duidelijk op zoutinvloed wijzende soorten als Glaux maritima, Plantago maritima en Puccinellia maritima groeiden. De invloed van een zoutwaterwig onder het zoete rivierwater zal voor dit verschijnsel wel verantwoordelijk zijn.

Langs de Nederlandse wateren krijgt men de indruk, dat de echte zoetwaterplanten steeds meer tot het hogere niveau worden teruggedrongen, naarmate de zoutinvloed meer merkbaar wordt en op de lagere standplaatsen de zouttolerante soorten verschijnen.

Is in het zoete gebied vanaf een overspoelingsduur van ca. 50% meestal reeds een dichte vegetatie aanwezig, in het zoute gebied treedt een enigszins belangrijke vegetatie eerst op, waar de overspoelingsfrequentie beneden de 100% gaat dalen (BEEFTINK en BOERBOOM, tijdens een niet gepubliceerde lezing voor de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging, 1955).

Het toenemen van de verzoetende invloed van het regenwater naarmate de gorzen hoger worden, werkt in gelijke richting als het drijven van zoet op zout water. Het verschil in rietgroei tussen natte en droge jaren in het brakke gebied wijst tevens op het belang van de neerslag voor de vegetatie van gorzen en schorren. Op de in het brakke gebied voorkomende rietgorzen zorgt de regenval voor het niet te hoog worden van de zoutconcentratie in de bodem. Blijft een normale regenval echter uit, dan wordt de zoutconcentratie van het bodemvocht te hoog en het riet gaat in vitaliteit achteruit.

Wat soortensamenstelling betreft, treden globaal gezien van zoet naar zout de volgende veranderingen op bij de ruigte- en biezengorzen.

Langs de oevers ziet men de mattenbies (Scirpus lacustris ssp. lacustris L.) vrij spoedig geheel verdwijnen om plaats te maken voor de steenbies (Scirpus lacustris ssp. glaucus (Smith) Hartman (Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla)) en overgangsvormen. Scirpus triqueter neemt sterk af en is al gauw vrijwel geheel verdwenen. De heen (Scirpus maritimus) beslaat ook in het brakke gebied nog grote uitgestrektheden, hier meer in de vorm met compacte bloeiwijze (Scirpus maritimus forma compactus fig. 144), die bij het brakker worden van het water steeds meer over de zoetwatervorm gaat overheersen en meest ook een fijnere habitus heeft. Het laatste is waarschijnlijk een fenotypisch verschijnsel. In hoeverre het verschil in bloeiwijze genotypisch van aard is, dient nog onderzocht. Typha latifolia gaat het brakke gebied niet binnen, in tegenstelling tot Typha angustifolia, de ubiquist, die ook wat het zoutgehalte betreft weinig kieskeurig blijkt (fig. 145). De zulte (Aster tripolium) neemt meer en meer de plaats in van Senecio paludosus. Heemst (Althaea officinalis) vervangt Heracleum sphondylium. Agrostis stolonifera kan zich nu uitbreiden in plaats van Poa trivialis en Phalaris arundinacea. In plaats van de vegetaties met Glyceria maxima, Typha angustifolia, Phalaris arundinacea e.d.

van het zoete gebied, vindt men in het brakke gebied op soortgelijke plaatsen uitgestrekte vegetaties van heen (Scirpus maritimus forma compactus) en een min of meer succulente vorm van spiesbladmelde (Atriplex hastata) gemengd met veel Cochlearia officinalis (fig. 144). Langs het Haringvliet komen dergelijke vegetaties tot vrijwel aan de zeekust optimaal voor (Scheelhoek). Binnen het areaal van deze vegetaties kan ook het riet zich nog handhaven en nog een goed sortiment dekriet leveren. Een nadere ecologische bestudering van deze voor zuivere floristen wellicht weinig interessante, landschappelijk en bodemkundig daarentegen belangwekkende vegetatie is zeker de moeite waard.

Bij een nog grotere invloed van het zoute water ten slotte treden de bekende zoute schorvegetaties op, die fysiognomisch sterk opvallen doordat zij uitsluitend uit lage grassen en kruiden bestaan.

De houtsoorten geven het ook reeds vrij spoedig op, buiten het areaal van de dotterbloem vindt men ook vrijwel geen grienden meer. Een bastaard van Salix viminalis en de zo tolerante Salix purpurea schijnt nog het best tegen het zout bestand.

Langs het Hollandsch Diep komen griendtypen voor, die gekenmerkt worden door een optreden van Cochlearia officinalis tezamen met dotterbloemen; ook heemst en Oenanthe lachenalii treft men hier aan, evenals op de ruigten en de gorzen. Bij een samengaan van weinig opperwater en hoge vloeden kunnen deze grienden reeds van zoutschade te lijden hebben.

Een nadere synecologische bestudering van deze verst vooruitgeschoven voorposten van de vloedbossen heeft nog niet plaatsgevonden.

2.2.2 Overgang naar het gebied van de "bovenrivieren"

Gaande van de zee af valt bij het minder worden van de getijden fysiognomisch het eerst op, dat de begroeiing van de oevers schaarser wordt. De kribben die in het getijdengebied steeds een aanzienlijke ruigtevegetatie dragen, waarin gedurende de zomer vooral kattestaart (Lythrum salicaria) en moeraskruiskruid (Senecio paludosus) opvallen, zijn in het gebied van de bovenrivieren van ons land slechts schaars en vaak in het geheel niet met hogere planten begroeid. De reden hiervan is de sterke stroom, die de planten, welke zich trachten te vestigen, mechanisch beschadigt en tevens maakt dat er weinig slib tussen de keien tot bezinking komt. Ook de oevers, die in het getijdengebied kleiig zijn en de stranden die aldaar slikkige delen kennen, zijn langs de bovenrivieren overwegend grofzandig en voornamelijk op de hoogste delen met vegetaties behorend tot het Agropyro-Rumicion crispi Tüxen (1950), Senecion fluviatilis Tüxen (1950) en Bidention tri partiti Nordhagen (1940) begroeid. De schaarse begroeiing van de kribben is hier ook toe te rekenen.

In natuurlijke omstandigheden zou de toestand langs de grootste stromen niet veel afwijken van dit beeld, daarnaast zouden er echter veel meer kleinere vertakkingen, vele afgesneden maar nog met

de rivier in contact staande meanders e.d. aanwezig zijn, waarin zich langs de oevers nog een dichte, met de Biesboschruigten verwante kruidenvegetatie zou kunnen ontwikkelen. Vrijwel het gehele rivierkleigebied zou bij tussenpozen onder invloed staan van rivierwater dat niet zoals nu binnen smalle banen door dijken wordt beteugeld. In het overlaatgebied in de Gelderse Waard tussen Zevenaar en Pannerden, waar bij extreem hoge waterstanden het Rijnwater met tussenpozen van enkele jaren wel eens de oude, daar liggende beddingen binnenstroomt, ligt nog een van de laatste voorbeelden, hoe een natuurlijke, dichtslibbende rivierarm er in onze streken ongeveer zal hebben uitgezien.

Helaas zal binnenkort ook deze laatste rest geheel verdwijnen ten gevolge van de regulering onzer stromen. Zoals te verwachten is treden daar ook de meeste in de Biesbosch groeiende eutrofe waterplanten op. Kenmerkende soorten van het getijdengebied, zoals Scirpus triqueter en Cardamine amara, vindt men daar echter niet. Wel treft men hier Scirpus maritimus aan, die hier weer fijner van uiterlijk is, maar zeer duidelijk de kenmerken van de zoete vorm (forme typicus) vertoont.

Vegetatievormend troffen wij de plant hier niet aan, slechts verspreid tussen vegetaties van Scirpus lacustris ssp.lacustris e.d. Het is echter mogelijk, dat Scirpus maritimus in natuurlijke toestand langs aan de stroom geëxponeerde oevers, met regelmatig optredende vrij sterke stroomsnelheden, grotere haarden zou kunnen vormen.

De kruidenvegetatie in het gebied van de bovenrivieren verschilt dus veel minder van die in het zoete getijdengebied dan deze laatste van het zoute.

Een gedetailleerde studie van de bodemvorming, de ecologie en de soortencombinatie aldaar zal van belang zijn voor de bestudering van het verschil in werking tussen episodische, d.i. jaarlijkse of nog minder frequente en periodische (dagelijkse) overspoeling op de vegetatie en op de bodemvorming.

Voor een reconstructie van de natuurlijke toestand in het besproken gebied kunnen daarom de Biesboschvegetaties tezamen met fragmenten, zoals o.a. die langs de oude Rijnarmen in de Gelderse Waard, gegevens leveren.

Over het algemeen overheerst langs de bovenrivieren in natuurlijke omstandigheden het hoog liggende land, dat slechts 's winters, dus buiten de vegetatieperiode, wordt overstroomd. Hier is dus, mits deze niet op de meest geëxponeerde plaatsen door ijsgang wordt belemmerd, boomgroei mogelijk. De uiterwaarden van onze rivieren zouden, ook als ze niet met zomerkaden waren bedijkt en aan hun lot werden overgelaten, zeker een vegetatie van houtige gewassen dragen. Ook als we de verdere kunstmatige beinvloeding van de rivieren door hoge winterdijken, kribben e.d. zouden handhaven, zou dit het geval zijn. De zomerkaden houden alleen de lagere hoogwaterstanden tegen, de minder op overspoeling gestelde bostypen zullen er

dus door worden bevoordeeld.

Een vergelijking van de vegetatie van de grienden en soortgelijke begroeiingen in de uiterwaarden der bovenrivieren met die in de Biesbosch, kan een indruk geven over de verwantschap en de verschillen tussen de in beide gebieden voorkomende bosvegetaties. Aan de rivieroeverbossen zal een apart onderdeel worden gewijd. Door het Staatsbosbeheer en de Stichting tot Onderzoek van Levensgemeenschappen werd gedurende 1954 een inventarisatie uitgevoerd van een aantal (26) oude rivierlopen in Nederland. De resultaten hiervan (BOTERENBROOD c.s. 1956) bereikten ons na de afsluiting van het manuscript, zodat wij dit zeer waardevolle materiaal hier niet uitvoerig kunnen bespreken.

3. VERGELIJKING MET IN HET SYSTEEM VAN DE FRANS-ZWITSERSE SCHOOL ONDERGEBRACHTE VEGETATIES UIT ANDERE GEBIEDEN EN INDELING VAN DE BIESBOSCHGEMEENSCHAPPEN IN DIT SYSTEEM

3.1 Iets over het systeem der Frans-Zwitserse school

In de inleiding van deel III vermeldden we reeds dat BRAUN-BLANQUET een systeem van classificatie heeft opgesteld, gebaseerd op de floristische samenstelling en de structuur van de plantengemeenschappen.

Het milieu werd daarbij bewust niet opgenomen onder de kenmerken der te onderscheiden eenheden. Doet men dit wel, dan kan de abstracte plantengemeenschap niet meer als zelfstandig object ten opzichte van het milieu worden beschouwd. Dit brengt het gevaar met zich mee, dat men de correlatie tussen vegetatie en milieu niet meer met behulp van de synsystematiek kan bestuderen, terwijl dit toch een der belangrijkste opgaven van de vegetatiekunde vormt.

Wel is het naar onze mening noodzakelijk dat ecologische en historisch-geografische gegevens als aanwijzing, leidraad en controle dienen bij het vaststellen van de eenheden en hun grenzen. Bij een kunstmatig systeem als het onderhavige is dit nodig om al te onnatuurlijke indelingen te voorkomen. Bij de karakterisering van de vegetatie-eenheden mag men dus geen andere dan aan het vegetatiedek zelve waarneembare kenmerken gebruiken. De vegetatie-eenheden moeten liefst op synmorfologische (dat is voornamelijk floristische) èn ecologische basis worden onderscheiden, maar uitsluitend op synmorfologische basis worden getypeerd.

Een der zwakke punten van het Frans-Zwitserse systeem is de moeilijkheid om de eenheden te definiëren. Het systeem is hiërarchisch opgebouwd. De hoogste eenheid is de "vegetatie", daarop volgen achtereenvolgens: klasse, orde, verbond, associatie. De associatie wordt

als fundamentele eenheid beschouwd; ze kan worden verdeeld in sub-associaties, varianten, subvarianten etc.

BRAUN-BLANQUET (1932), de stichter van de Frans-Zwitserse school, geeft als definitie van een associatie, de definitie van FLAHAULT en SCHRÖDER (1910):

Een associatie is een plantengemeenschap met een bepaalde floristische samenstelling.

Eerder, in 1928, gaf BRAUN-BLANQUET de iets scherpere definitie:

Een associatie is een plantengemeenschap van vrij constante floristische samenstelling, die gekenmerkt is door kensoorten en constante begeleiders (MELTZER en WESTHOFF, 1942).

Onder constante begeleiders worden die soorten verstaan, die in een tabel van een gemeenschap in meer dan 60% van de opnamen voorkomen.

Kensoorten zijn soorten, die een vrij hoge trouwgraad vertonen ten opzichte van een bepaald gezelschap. In de inleiding van deel III werd reeds vermeld, dat men drie groepen kensoorten onderscheidt. Dit zijn: exclusieven (trouwgraad 5), die vrijwel beperkt zijn tot een bepaalde gemeenschap, selectieven (trouwgraad 4), die buiten de gemeenschap wel kunnen voorkomen maar daar een geringe presentie, abundantie en bedekking vertonen en preferente kensoorten (trouwgraad 3), die in verschillende gemeenschappen min of meer rijkelijk voorkomen, maar toch een voorkeur vertonen voor één gemeenschap (BRAUN-BLANQUET, 1932; MELTZER en WESTHOFF, 1942). De constante begeleiders en de kensoorten tezamen noemt men de karakteristieke soortencombinatie.

WESTHOFF (1950) geeft als definitie van een associatie: Een plantengemeenschap met een meer of minder constante floristische samenstelling en met een karakteristieke soortencombinatie.

Nu is het zo, dat alle hogere eenheden in het hiërarchische systeem gekenmerkt zijn door een karakteristieke soortencombinatie. De definitie van de associatie als fundamentele eenheid is dan ook niet scherp. Zelfs gaan er de laatste tijd stemmen op om het aanwezig zijn van kensoorten niet meer noodzakelijk te achten voor het toekennen van de rang van associatie aan een bepaalde gemeenschap (WESTHOFF, DOING KRAFT in DOING KRAFT c.s., 1955). De typische combinatie van bepaalde soorten en soortengroepen zou voldoende zijn voor het onderscheid op associatieniveau. Het gebruik van zeer plaatselijke kensoorten, die zich dus slechts in een beperkt gebied als kensoort over een bepaalde gemeenschap gedragen, is nauw verwant aan deze werkwijze.

Nu is het begrip kensoort (in het bijzonder preferente kensoort) zeer rekbaar omdat er geen objectieve maat voor de trouwgraad bestaat. Wel kan men daarbij het schema van SZAFER en PAWLOWSKI gebruiken (BRAUN-BLANQUET, 1932; MELTZER en WESTHOFF, 1942), maar ook thans is het in de meeste gevallen niet zo ver, dat men de gehele vegetatie van een groot gebied kent.

Bovendien zijn vele tabellen in de literatuur, waarop men zich zou moeten baseren, samengesteld uit zorgvuldig in het terrein uitgezochte en later nog geselecteerde opnamen.

Men is dus nimmer zeker in hoeverre men de werkelijke vegetatie als geheel of slechts markante, merkwaardige of slechts floristische, interessante vegetaties, die slechts een geringe oppervlakte beslaan, uit de tabellen kan aflezen. Een belangrijke moeilijkheid is, dat de grenzen tussen abstracties van delen van het plantenkleed deraarde nu eenmaal betrekkelijk willekeurig getrokken zijn binnen continue overgangen, in tegenstelling tot de toestand bij de concrete vegetaties die, als gevolg van sprongen in de milieufactoren, in het veld vaak vrij scherpe grenzen kunnen vertonen.

De individualiteit die sommige auteurs (o.a. BRAUN-BLANQUET, 1932; WESTHOFF, 1950) aan de plantengemeenschappen toeschrijven, moet men niet te zeer overbrengen op de abstracties ervan. Vooral op dit punt gaat de vergelijking met de taxonomische eenheden in de idio-systematiek, waar goede soorten door een morfologisch hiaat van andere soorten zijn onderscheiden, niet op.

De indeling in eenheden is daarom vaak een kwestie van smaak en zal in een bepaald gebied voldoen, terwijl in een ander gebied de vastgestelde grenzen juist minder gelukkig blijken uit te vallen.

De geleidelijke overgangen in flora tussen geografisch verschillende gebieden zijn in het bijzonder een bron van moeilijkheden. Mede door het bestaan van deze betrekkelijke vaagheden bij de indeling, achten wij het gevaarlijk al te ver te gaan met de onderverdeling in steeds kleinere associaties. Nergens in de wetenschap kan de menselijke ijdelheid zo gemakkelijk tot excessen leiden als in de systematiek. Een systeem moet overzichtelijk blijven en niet belast worden met plaatselijke details. In een klein gebied kan men gerust zonder een algemeen geldend hiërarchisch systeem werken, tenzij men het indelen van gemeenschappen in wereldwijde systemen als hoofdopgave der vegetatiekunde beschouwt. Bij het lezen van vele vegetatiekundige publikaties uit de Frans-Zwitserse school zou men dit laatste bijna gaan vermoeden. Er wordt daar dan zoveel aandacht aan de synsystematiek besteed, dat men aan werken met de onderscheiden eenheden, waarvoor ze toch gemaakt zijn, niet toekomt. Men laat dit dan over aan anderen, die echter vaak voor hun methode een andere indeling prefereren en dus toch weer nieuwe eenheden moeten creëren.

Bij gebrek aan exacte criteria zal men zich tevreden moeten stellen met de definitie van BARKMAN (DOING KRAFT c.s., 1955), die typerend is voor de vaagheid van het begrip. "Een associatie is datgene wat een goed synsystematicus eronder verstaat". WESTHOFF (DOING KRAFT c.s., 1955) stelt voor om als vergelijkingsobject die associaties te nemen, die zich gedurende vele jaren in de synsystematiek als associatie hebben gehandhaafd.

Bij onze indeling van de Biesboschgemeenschappen in het systeem van de Frans-Zwitserse school hebben we er nu naar gestreefd, zo

min mogelijk goede kensoorten van reeds beschreven associaties te diskwalificeren. Wij hebben zo slechts één nieuwe associatie, Scirpetum triquetri et maritimi met een aantal voor noordwest-Europa goede kensoorten, toegevoegd aan de respectabele in west-Europa voorkomende rij. Dit betreft een gemeenschap, verwant aan een slecht bekende heterogene groep van gemeenschappen, die tot heden tot één associatie werd gerekend (Scirpetum maritimi Wi. Christiansen (1934)). De overige gemeenschappen zijn als subassociaties, varianten en subvarianten aan reeds beschreven eenheden toegevoegd. Het is in verband met het bovenstaande echter mogelijk verder te gaan bij de indeling, maar hiervoor is in de meeste gevallen een uitgebreid onderzoek nodig en zullen zeer vele opnamen moeten worden gemaakt. Zo zouden de beide subassociaties in de griend- en vloedbosgemeenschappen met enig recht als associaties beschouwd kunnen worden op grond van hun vrij grote floristische en structurele verschillen.

Het Salicetum albae Issler (1922), Wendelberger-Zelinka (1952), Knap (1944) = Salicetum populetum Meyer Drees (1936) = Salicetum albo fragilis Tüxen (1956) zou dan echter van zijn kensoorten zijn beroofd, hetgeen wij wilden voorkomen. De sterk afwijkende gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium (V6) hebben wij op laag niveau onderscheiden, omdat deze slechts fragmentarisch voorkomt en dus niet statistisch (is via tabellen met voldoende opnamen) kan worden bestudeerd.

Bij de kruidengemeenschappen kunnen de gemeenschap van Veronica anagallis aquatia en Polygonum hydropiper (Rp) en de gemeenschap van Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb) worden genoemd als voorbeelden van vegetaties, die eventueel op associatieniveau te onderscheiden zouden zijn.

Wellicht zullen wij of anderen later over zoveel betrouwbaar vergelijkingsmateriaal beschikken, dat voor alle gemeenschappen met grote nauwkeurigheid tot een logische inpassing in het systeem besloten kan worden. Vooralsnog lijkt het ons wetenschappelijk het meest verantwoord het systeem met de resultaten van het hier gepubliceerde, plaatselijke onderzoek zo min mogelijk geweld aan te doen.

3.2 De kruidenvegetatie

3.2.1 De vegetatie van permanent overspoelde plaatsen Potamion eurosibiricum Koch (1926)

Uit vergelijking met soortgelijke vegetaties buiten het getijdengebied blijkt dat de gemeenschap van Nuphar luteum, Potamogeton perfoliatus en Potamogeton pectinatus tot het Potamion eurosibiricum Koch (1926) gerekend kan worden.

Er bestaan bij dat verbond allerlei overgangen naar de Phragmitiongemeenschappen (zie bijvoorbeeld de Limnofyt envarianten van het Scirpeto phragmitetum comaretosum, XIII.3.2.6)). Het typische van het getijdenmilieu is, dat deze overgangen vrijwel

zijn uitgesloten. In X.2 en XI.7.3 werd hierop uitvoerig ingegaan.

In het door KOCH (1926) in de Linthvlakte in Zwitserland beschreven Ranunculetum fluitantis-sparganietosum komen alle limnofytische soorten, die in de gemeenschap van plomp en fonteinkruid (V) in de Biesbosch aanwezig zijn, met hoge presentie voor. Het dient dan ook het meest de eis van overzichtelijkheid onze ondergedoken vegetatie te beschouwen als een onder invloed van het zoetwatergetijdenmilieu verarmde variant van deze subassociatie. Verwarrend werkt helaas dat de naamgevende soort van de vegetatie Ranunculus fluitans een typische "getijvlieder" is. Het ontbreken van deze en andere soorten is juist kenmerkend voor de "getijdenvariant". Kenmerkend en tevens duidend op het verarmde karakter is voorts dat sommige planten in het getijdengebied niet tot bloei komen; zo wordt slechts Nuphar en zelden Potamogeton perfoliatus wel eens bloeiend gevonden.

Wellicht dat in variëteiten of ondersoorten nog andere verschillen naar voren komen. Dit is nog niet nagegaan. De systematische plaats geeft ook hier evenals bij het Circaea-Carexgriendtype (V0) en de Veronica-Polygonumgemeenschap (Rp) de verwantschap van het zoetwatergetijdengebied met het beekmilieu aan. Over de synsystematische plaats van de ene opname van de gemeenschap van Hydrocharis morsus-ranae is niet veel meer te zeggen dan dat er verwantschap bestaat met Hydrochareto-Stratiotetum (Van Langendöck (1935) Kruseman et Vlieger (1937)).

3.2.2 De pionier-oever- en oeverwalgemeenschappen (Scirpetum triquetri et maritimi en Phragmition eurosibiricum Koch (1926) Tx (1942) Br-Bl. et S (1942)).

Het is duidelijk dat de biezenvegetaties van de lage slikken en oevers behoren tot het Phragmition eurosibiricum Koch(1926) Tx (1942) en Br-Bl. et S (1942). Zoeken we naar verwante, qJs associatie beschreven vegetatietypen, dan vindt men vooreerst bij TUXEN (1937) een gemeenschap, beschreven onder de naam Scirpetum maritimi Wi. Christiansen (1934) aan de hand van vier opnamen. Daarin worden als kensoorten opgegeven Scirpus maritimus en Scirpus tabernaemontani (Gmel) Palla. Als verbondskensoorten komen voor Phragmites communis, Phalaris arundinacea, Glyceria aquatica en Typha angustifolia. Andere soorten worden niet vermeld. Deze soortencombinatie duidt op een brak milieu, zoals wij dat kennen langs het oostelijk deel van het Haringvliet.

BOER (1942) geeft een tabel van het Scirpetum maritimi met opnamen uit verschillende gebieden van Nederland, maar voornamelijk uit het Zuiderzeegebied. Hij onderscheidt een typische subassociatie en twee subassociaties uit het brakke tot zwak brakke gebied, te weten: een subassociatie met Puccinellia distans op zandige, vrij hoge bodem en een subassociatie met Alisma plantago-aquatica, die een overgang vormt naar het Scirpeto-Phragmi-

tetum. BOER geeft ook een overzicht van de literatuur. In de gepubliceerde tabellen van het Scirpetum maritimi Wi.Christiansen (1934) komt Scirpus triqueter alleen voor in opnamen van BOER (1942) gemaakt in de Biesbosch. TÜXEN (1937) vermeldt de soort in een reeks opnamen van het Scirpeto-Phragmitetum als verbondskensoort. In X.3.2.1 hebben wij reeds vermeld dat deze soort als vegetatievormende plant in Noordwest-Europa vrijwel uitsluitend aan het zoete getijdengebied is gebonden. Zij komt echter op verschillende plaatsen langs de Rijn sporadisch voor (o.a. Nijmegen, Emmerik), zij het nimmer vegetatievormend (KERN en REIGHGELT, 1956).

Van Scirpus maritimus zijn twee, vermoedelijk genetisch bepaalde vormen beschreven (forma compactus en forma maritimus) (XII.2.2.1). In de plantensociologische literatuur wordt geen onderscheid tussen deze vormen gemaakt.

Vegetaties met Scirpus maritimus in zijn verschillende vormen zijn optimaal ontwikkeld langs onze zeearmen. Ze hebben de eeuwen door een uiterst belangrijke rol gespeeld in de verlanding; de "heen"namen in de toponymie van dit gebied getuigen hiervan. Vegetatiekundig zijn deze vegetaties nog weinig bestudeerd. Het lijkt ons gewenst bij de systematische indeling uit te gaan van het optimale gebied, dus van deze vegetaties. Tot aan de afsluiting van het Haringvliet zal hiervoor aldaar nog gelegenheid bestaan. De in deze studie beschreven vegetatie van Scirpus maritimus f.maritimus en Scirpus triqueter beschouwen wij nu als een associatie en wel het Scirpetum triquetri et maritimi. Deze associatie wordt gekenmerkt door het optimaal voorkomen van Scirpus triqueter, Scirpus maritimus forma typicus, Scirpus lacustris ssp.glaucus (Custor) forma major Bakker. Voorts komt Scirpus lacustris ssp.lacustris L. vitaal in de associatie voor. Zoals in X.3.2.1 reeds werd opgemerkt bestaan tussen de biezensoorten van de sectie Schoenoplectus allerlei overgangen en hybriden. Scirpus triqueter kan gelden als een goede, vrijwel exclusieve kensoort. Vermoedelijk geldt dit ook voor Scirpus lacustris ssp.glaucus(Custor)forma major Bakker, de heen (Scirpus maritimus f.maritimus) is een preferente kensoort die een veel bredere amplitude heeft, maar zeer duidelijk een optimum vindt in deze gemeenschap. Het is niet onmogelijk, dat de door TÜXEN (1937) in de Scirpeto-Phragmitetum- tabel opgenomen opnamen met Scirpus triqueter ook uit het zoete of zwak brakke getijdengebied stammen.

Een nader onderzoek van de in brakwater voorkomende vegetaties met Scirpus maritimus f.compactus zal moeten worden verricht, voor de synsystematiek van deze vegetaties doelmatig kan worden opgesteld.

In X.3.2 zijn de ecologie en de ontwikkeling van het Scirpetum triquetri et maritimi beschreven. De daar behandelde gemeenschap van Scirpus maritimus en Phalaris (Rdh) is als een subassociatie te beschouwen: het Scirpetum triquetri et

maritimi phalaridetosum.

Ook het type Rc met Senecio paludosus, de ten opzichte van de getijden hoogst gelegen vorm en overgang naar de in de successie volgende gemeenschappen, moet als subassociatie van het Scirpetum triquetri et maritimi worden beschouwd (Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum paludosae).

Op deze plaats zij de aandacht gevestigd op het door KOCH (1926) voor de Linthebene in Zwitserland beschreven Caricetum elatae (later door vele auteurs ook in West-Europa waargenomen: Tx. 1937; Westhoff c.s. 1946 etc.). Senecio paludosus wordt als kensoort daarvan beschouwd. Een optimum bereikt de soort echter in het zoetwatergetijdengebied van de Biesbosch in de gemeenschap van Senecio, Lythrum en Scirpus maritimus (Rc) en overgangen naar de aangrenzende vegetaties.

De op een nog hoger niveau voorkomende gemeenschap van Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb) kan niet meer tot het Scirpetum triquetri et maritimi worden gerekend. Het voorkomen van de soorten Epilobium hirsutum, Poa trivialis, Ficaria ranunculoides, Angelica silvestris duidt op een verwantschap met Molinietalia coerulaea Koch (1926). Hetzelfde geldt voor de soorten Caltha palustris, Stachys palustris en Ranunculus repens, hoewel deze, vooral de eerste, in het zoetwatergetijdengebied ten gevolge van een groot "duikervermogen" (XI.7.3) tot op vrij grote diepte in de Phragmitetaliagemeenschappen vermogen af te dalen. Ook Symphytum officinalis en Angelica archangelica zijn in het algemeen meer in de Molinietalia thuis dan in de Phragmitetalia. Als Phragmitetaliakensoorten treden op: Phragmites communis, Phalaris arundinacea, Rorippa amphibia, Scirpus maritimus, Glyceria maxima, Typha latifolia. De eerste twee kunnen hier een zeer grote vitaliteit ontwikkelen. De beide laatste komen slechts vitaal voor op overgangen naar de kom. De heen heeft hier een duidelijk gereduceerde vitaliteit. Solanum dulcamara, de zeer vitale Lycopus europaeus en de soms opslaande en zich handhavende wilgen, o.a. Salix dasyclados, Salix alba, Salix triandra e.a., wijzen op verwantschap met het Alnion Malquit (1929) Meyer Drees (1936). Cardamine amara wijst op enige band met de bronvegetaties (Cardamineto-Montion Br.-Bl. (1926)).

Bidens frondosus en Nasturtium officinalis brengen respectievelijk de Bidention tripartiti Nordhagen (1940) en de Glycerieto-Sparganion Br.-Bl. et S(1942) elementen, die beide zo kenmerkend zijn voor het zoetwatergetijdengebied in deze gemeenschap. Vitaal voorkomende kensoorten van elders beschreven associaties in de gemeenschap van Epilobium en Phalaris zijn: Epilobium hirsutum van "het gezelschap van Sonchus paluster" Vlieger en Van Zinderen Bakker(1942) en Senecio paludosus van het Caricetum elatae Koch (1926).

Epilobium hirsutum komt echter minstens even vitaal voor in de gemeenschap van Heracleum en Valeriana (Ra) en Senecio vindt zijn optimum in het Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum (Rc) en overgangen daarvan naar het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum (Rce). Bovendien is met de soortencombinatie van het Caricetum elatea weinig overeenkomst aanwezig.

Ten slotte zijn er in de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb) geen soorten aan te wijzen, die als eigen kensoort voor de gemeenschap zijn te beschouwen en het onderscheiden van een aparte associatie zouden rechtvaardigen.

Wij geven er in verband hiermede de voorkeur aan deze gemeenschap te beschouwen als een overgang, als het ware een "scharnier" in het systeem, in het bijzonder tussen de Phragmitetalia Koch (1926) en de Molinietalia Koch (1926). Op grond van het zeer vitaal voorkomen van de Phragmitetaliakensoorten Phalaris arundinacea en in de lagere delen ook Phragmites communis staat de gemeenschap nog het dichtst bij de Phragmitetalia en kan blijkens het, zij het sporadisch respectievelijk weinig vitaal voorkomen van Typha latifolia, Rumex hydrolapathum en Typha angustifolia tot het verbond Phragmition eurosibiricum Koch (1926) Tx.(1942) en Br.-Bl. et S.(1942) worden gerekend.

Het toekennen van de rang van associatie is daarbij niet nodig en in verband met het ontbreken van goede kensoorten bovendien minder gewenst.

De Phragmitesfacies van de gemeenschap neemt een belangrijke plaats in op de rietgorzen, waar deze facies beschreven zijn als Phragmites-Poa+Ficariasociatiegroep.

Op overgangen naar de komvegetaties gaat de Scirpeto-Phragmitetumkensoort Typha latifolia overheersen en kan riet optimaal worden. Deze vegetaties kunnen dan reeds gerekend worden tot het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum en wel de Stachysrijke variant. De nog resterende oevervegetatie, de Veronica polygonumgemeenschap (Rp) wordt in XIII.3.2.4 besproken.

3.2.3 De komvegetatie Scirpeto-Phragmitetum mediro-europaeum Koch (1926), Tüxen (1941) calthetosum

Vergelijking van de tabellen der ruigte- en biezengorsgemeenschappen van de kom (Rce, Ref en Rdf) met de gepubliceerde tabellen van het Scirpeto-Phragmitetum Koch (1926), Tüxen (1941), (TÜXEN, 1937; BOER, 1942) doet duidelijk de overeenkomst blijken.

Het voornaamste verschil bestaat uit het constante optreden van Caltha palustris en Vaucheria div. spec., voornamelijk Vaucheria compacta (Collins), Vaucheria woroniniana Heering en Vaucheria sessilis D. C. var. repens (Hass.) Hansg., in de Biesboschgemeenschappen en het ontbreken van de elders belangrijke constante soorten Oenanthe aquatica en Equisetum

fluviatile (en Acorus calamus).

Ten gevolge van het nauwe contact met het Scirpetum triquetri et maritimi zijn Scirpus triqueter en Scirpus maritimus f.maritimus vrij sterk vertegenwoordigd, in het bijzonder in de gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf), dat als een overgangsvegetatie moet worden beschouwd. Het ontbreken van kalmoes is vermoedelijk een kwestie van accessibiliteit. In XI.8 wezen we reeds op het voorkomen van deze plant in het aanwasgebied van de Roode Vaart en langs de Elbe in het zoetwatergetijdengebied. In het episodisch overstroomde gebied van de Gelderse Waard groeit kalmoes ook zeer vitaal. Oenanthe en Equisetum komen wel in sloten in de Biesboschpolders voor. Voor het ontbreken van deze soorten in het buitendijkse gebied kan de accessibiliteit dus niet als argument gelden. De getijdeninvloed zal hier op de een of andere wijze de oorzaak zijn. Hetzelfde geldt voor een aantal andere soorten, die tevens slechts binnendijks en niet in het aan getijdeninvloed blootstaande gebied worden aangetroffen. Voor enkele daarvan kan behalve de getijdeninvloed, de extreme voedselrijkdom van het water, al of niet direct of via de concurrentiestrijd, de oorzaak zijn. Dit geldt voor soorten die in iets verzurende dichtgroeiende wielen en dergelijke voorkomen, zoals bijvoorbeeld Salix aurita, Orchis majalis en Comarum palustre. Zonder volledig te zijn noemen wij nu een aantal van deze soorten, die dus wel binnendijks in de polders, maar niet buitendijks worden aangetroffen. Hierbij zijn ook enkele niet tot de Phragmitetalia behorende soorten opgenomen, die wel op moerassige plaatsen groeien. Ranunculus lingua, Oenanthe aquatica, Equisetum fluviatile[1], Stratiotes aloides, Cicuta virosa, Hottonia palustris, Ranunculus flammula, Carex pseudocyperus, Utricularia vulgaris, Salix aurita, Lotus uliginosus, Orchis majalis, Glyceria fluitans, Comarum palustre, Nymphoides peltata[2], Hippurus vulgaris, Lysimachia thyrsiflora, Stellaria palustris, Valeriana dioica, Hydrocharis morsus ranae[3], Eriophorum angustifolium, kroossoorten[3], Myriophyllum spicatum, Nymphaea alba[4], Salix cinerea[5].

1) Wel in constant waterhoudende greppels in hoogbekade grienden van het V0-type (Ganzennest).

2) In augustus 1957 buitendijks waargenomen langs de zuidelijke kade van de polder "De Dood", in een min of meer afvoerloze kom.

3) Een enkele maal in hoog gelegen constant waterhoudende plaatsen (X.2.3).

Voor al deze soorten is het buitendijkse zoetwatergetijdenmilieu met een tijverschil van ca. 2 m dus ongeschikt. Ze zijn echter blijkbaar wel in staat hun diasporen via dit milieu te verspreiden, anders zou hun vestiging binnen de -als eilanden liggende- polders niet mogelijk zijn geweest. De mogelijkheid bestaat natuurlijk, dat door de mens via zaadgoed of materialen, zaden zijn meegevoerd. Wanneer dit diasporen zouden zijn van soorten, die in het buitendijkse milieu zouden kunnen leven, zou men echter van de meeste genoemde soorten wel mogen verwachten dat zij zich over de kaden heen zouden verspreiden en aan de voet van de kade buitendijks zouden groeien.

Tijdens de dijkdoorbraken, maar meer nog dagelijks via de duikers is er gelegenheid te over om de diasporen in het buitendijkse gebied te doen doordringen. Het kroos (Spirodela polyrrhiza) dat men regelmatig door de duikers in het getijdengebied ziet komen, is er een voorbeeld van.

Een onderzoek naar de flora der greppels, sloten en wielen binnen polders met verschillende hoge kaden, vooral bij weipolders en hoog bekade grienden, zou nog allerlei waardevolle gegevens kunnen opleveren aangaande verschil in invloed van de episodische en periodische overspoeling op water- en moerasplanten. In X.2 en XI.7 werd de vernietigende invloed van het getijdenmilieu op de limnofytische levensvorm behandeld.

Het Scirpeto-Phragmitetum is een typisch azonaal gezelschap, dat in vele klimaten voorkomt. Verwacht mag worden dat er dus binnen deze associatie vele door geografische factoren bepaalde verschillen optreden. Ook de aard van het water en de bodem veroorzaken allerlei variaties. Een definitieve indeling in subassociaties is slechts mogelijk, indien men over opnamemateriaal beschikt uit het gehele areaal waar de associatie voorkomt. Eerst dan kan men uitmaken op welk niveau de subassociaties en varianten onderscheiden moeten worden. Zoals zo vaak zijn er verschillende wijzen van indeling mogelijk. De enige in de literatuur gemaakte onderscheiding in het Scirpeto-Phragmitetum is die van TÜXEN en PREISING (1942).

4) Alleen waargenomen in de omgeving van de Sneepkil in getijdenwater met een schommeling van ca. 1 m. In de Brabantse Biesbosch komt de soort noch buitendijks, noch binnendijks voor.

5) In verlande bedijkte geulen in de Brabantse Biesbosch, een enkele maal tussenvormen met S. dasyclados buitendijks op hoge gorzen. Voorts vitaal in vloedbos langs Sneepkil (zie 4).

Deze auteurs onderscheiden een subassociatie van Ranunculus lingua ("Teichröhricht") en een subassociatie van Phalaris arundinacea ("Flussröhricht"). De eerste wordt van de tweede onderscheiden door het voorkomen van Ranunculus lingua en Typha angustifolia en het ontbreken van Phalaris arundinacea en Oenanthe aquatica, die kenmerkend zijn voor het "Flussröhricht".

Blijkens de gegevens van TÜXEN en PREISING is de subassociatie met Ranunculus lingua, dat is het Scirpeto-Phragmitetum typhetosum angustofoliae, gebonden aan "Teichen", dus vennen e.d., met nog relatief eutroof water. De andere subassociatie, het Scirpeto-Phragmitetum phalaridetosum, komt voornamelijk in oude rivierarmen en stromende riviertjes en beken voor.

Gezien de verschillen in floristische samenstelling en de gegevens over de herkomst van de opnamen, berust het verschil tussen beide subassociaties voornamelijk op eutrofie van het water, mogelijk in combinatie met verschil in waterbeweging. Het "Flussröhricht" zou dan kenmerkend zijn voor een hoger mineraalgehalte van het water en een zekere stroming.

Wanneer we deze indeling trachten toe te passen op Nederlandse omstandigheden, bijvoorbeeld met behulp van de tabellen van BOER (1942) en BOTERENBROOD c.s. (1956), dan blijkt dit niet te gaan. Alleen in die opnamen van het Scirpeto-Phragmitetum, waar pH-waarden werden gemeten van omstreeks 5 en lager (BOTERENBROOD c.s.)(Broekhuizer broek, Lottumer Schuitwater en de Vilt bij Boxmeer), ontbreken Phalaris en Oenanthe aquatica. In deze gebieden treft men in tegenstelling tot de andere ook Comarum palustre in vrij diep water aan in het Scirpeto-Phragmitetum. In alle overige opnamen van BOTERENBROOD c.s. (1956) vindt men combinaties van de beide paren differentiërende soorten. Wel kunnen Phalaris en Oenanthe min of meer gescheiden van Ranunculus lingua en Typha voorkomen, maar dat is dan niet het gevolg van verschil in waterbeweging of voedselrijkdom, maar van oeverzonatie.

Toch is het onderscheid tussen het mesotrofe "Teichröhricht" en het eutrofe "Flussröhricht" wel min of meer door te voeren. We kunnen het "Teichröhricht" van TÜXEN en PREISING (1942) dat ook het eerst werd beschreven voor KOCH (1926) dan beschouwen als typische subassociatie.

Het "Flussröhricht" is hiervan onderscheiden door het voorkomen van Phalaris arundinacea en Oenanthe aquatica. De soorten Ranunculus lingua en Typha angustifolia kunnen er echter ook wel in voorkomen.

Naast deze subassociaties kunnen we een derde onderscheiden, die beperkt is tot het getijdengebied. Zij wordt gekenmerkt door het vitaal voorkomen in de optimale fase en het tot in de initiale fase afdalen van Caltha palustris en door het voorkomen van Vaucheria sp. en het ontbreken van de in de vorige subassociaties

voorkomende: Ranunculus lingua, Equisetum fluviatile en ook Oenanthe aquatica.

De Scirpeto-Phragmitetum vegetaties, waarin Comarum in de optimale fase voorkomt, zou men nog tot een vierde subassociatie kunnen rekenen die in het minst eutrofe milieu een groeiplaats vindt. Deze subassociatie is het nauwst verwant met het typicum en zou ook onder het "Teichröhricht" Scirpeto-Phragmitetum van TÜXEN en PREISING (1942) vallen. De namen zouden dan respectievelijk worden: Scirpeto-Phragmitetum typicum, Scirpeto - Phragmitetum oenanthetosum, Scirpeto-Phragmitetum calthetosum, Scirpeto-Phragmitetum comaretosum. De eerste en de laatste vormen samen ongeveer het "Teichröhricht" (Scirpeto - Phragmitetum angustifoliae Tüxen en Preising, 1942. Het Scirpeto-Phragmitetum oenanthetosum is ongeveer identiek met het Scirpeto-Phragmitetum phalaridetosum Tüxen en Preising (1942). Deze laatste naam is evenals die van de andere door deze auteurs beschreven subassociaties niet houdbaar, gezien het bovengeschetste gedrag der differentiërende soorten. De in deze studie beschreven gemeenschappen behorend tot het Scirpeto - Phragmitetum zijn alle tot het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum gerekend.

Op vrijwel alle standplaatsen: in stromend water zonder getijden, in het getijdenmilieu en in stilstaand water vindt men steeds in grote lijnen de zonatie naar diepte van het water. Als pionier op de laagste plaatsen vindt men overwegend mattenbies (Scirpus lacustris ssp. lacustris); hogerop krijgen lisdodden en riet meer betekenis; de tolerante Typha angustifolia komt meestal eerder voor dan Typha latifolia die een eutroof, rustig, anaeroob milieu verlangt.

In de hoogste zone, op de overgangen naar de Molinietalia Koch (1926) of Magnocaricion Koch (1926), gaan Phalaris arundinacea respectievelijk Carex ssp. overheersen.

In onze zoetwatergetijdendelta met een tijverschil van ca. 2 m is deze zonatie zeer duidelijk. In gebieden met stilstaand water vindt men, vooral als de bodem betrekkelijk ongelijk is, de stadia dooreen.

De floristische verschillen in de zonatie volgens waterdiepte kunnen zeer aanzienlijk zijn. In de Biesbosch is dit zeker het geval. Voorlopig echter achten wij de meest overzichtelijke voorstellingswijze om de genoemde zonatie in varianten tot uitdrukking te brengen en het verschil, veroorzaakt door aard en beweging van het water op het niveau van de subassociatie, te onderscheiden. Vermoedelijk zal binnen de meeste subassociaties een verdeling in varianten van vrijwel dezelfde differentiërende soorten kunnen worden aangebracht. Voordat dit definitief kan geschieden zal echter nog veel materiaal moeten worden verzameld om na te gaan, in hoeverre of er binnen de zonatie in de verschillende milieus verschuivingen in de soortencombinatie optreden door "duikereffect" (XI.7.3) e.d. Bij de gepubliceerde opnamen zijn vaak weinig ecologische gegevens

vermeld. Een één enkele maal gemeten waterdiepte zegt weinig, daar ook in zogenaamd stilstaand water de waterstand vaak al of niet door anthropogene invloed varieert (wijziging polderpeil) en bovendien zelfs in het meest constante milieu wel schommelingen optreden ten gevolge van opwaaiing e.d. Ook het voedselgehalte van het water en de bodemgesteldheid, vooral textuur en reliëf van de bodem, zijn van belang.

De gemeenschappen Rf, Rdf, Re, Rce en Reh worden door ons nu als varianten van deze subassociatie met Caltha palustris beschouwd, te weten: respectievelijk de variant met Sagittaria (type Rf en Rdf), tevens initiale fase, de typische variant (typen Re en Rce) en de variant met Stachys palustris (type Reh). De overgangen (Reh-Rb of Re-Rb) van dit laatste type met de gemeenschap van Epilobium en Phalaris (Rb), die gekenmerkt zijn door een absolute dominantie van Phalaris arundinacea of ook Phragmites communis of Glyceria maxima en voorts door het voorkomen van Epilobium hirsutum, kunnen ook tot de Stachys palustrisrijke variant worden gerekend.

De varianten van de subassociatie Scirpeto-Phragmitetum calthetosum worden weer onderverdeeld in een typische variant voor de weke kom en een variant voor de vaste kom. De verschillen zijn voornamelijk gradueel en berusten floristisch op een voorkomen van soorten uit de aangrenzende vegetaties van het Scirpetum triquetri et maritimi. In de subvariant voor de vaste kom van de initiale variant, gemeenschap van Lythrum salicaria en Scirpus lacustris (Rdf), is deze invloed vooral kenbaar aan het optreden van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus f. typicus en soorten uit de nog te bespreken vegetatie van Veronica anagallis-aquatica.

De variant van Stachys palustris heeft geen indeling in subvarianten van node. Wanneer we nu proberen de indeling in varianten ook toe te passen op de andere, zo juist beschreven subassociaties, dan blijkt dit vrij goed te gaan.

Het blijkt nu, dat de door BOER (1942) aangegeven eindfase van het Scirpeto-Phragmitetum overeenkomt met onze variant van Stachys palustris. De optimale fase in zijn tabellen komt overeen met onze typische variant en de variant van Sagittaria.

De initiale fase van BOER wordt gekenmerkt door een groot aantal limnofyten. Voor zover dit in de bodem wortelende soorten betreft, zijn deze in de Biesbosch gebonden aan de ondergedoken vegetaties, die in het zoetwatergetijdengebied buiten het areaal van het Phragmition liggen. Losdrijvende limnofyten kunnen niet in het zoetwatergetijdengebied voorkomen. Bovendien wijzen deze soorten in de tabel van BOER op open vegetaties, waar verspreide biezenpollen groeien. Dergelijke vegetaties behoren in de Biesbosch tot het Scirpetum triquetri et maritimi. De verschillen tussen de overeenkomstige varianten in de Biesbosch en in het gebied van de opnamen uit BOER's tabellen zijn wellicht toe te schrijven aan

de geringere homogeniteit van de opnamen uit het gebied zonder getijden, voor een belangrijk deel aan de differentiërende werking van de getijden (duikereffect).

Zo is afwijkend, dat Iris pseud-acorus, die in de Biesbosch zelden lager dan in de hoogste regionen van het Scirpeto-Phragmitetum voorkomt, in het stilstaande gebied, blijkens de tabellen van BOER, ook tot in de initiale fasen kan doordringen. Dit is dus een tegengesteld gedrag aan dat van Caltha, die juist in de Biesbosch in de initiale fasen kan groeien en in het stilstaande gebied hoogstens in de allerhoogste overgangen naar het Molinion voorkomt.

Verder kan worden genoemd het diepe afdalen van Sparganium erectum ssp.polyedrum in het getijloze water volgens de tabellen van BOER.

Belangrijk is het optreden van Sagittaria sagittifolia, die in de Biesbosch kenmerkend is voor laag gelegen terreinen. Het is niet geheel zeker, of het voorkomen in de hogere regionen van het gebied, beschreven in de tabel van BOER die de soort als een goede kensoort beschouwt, berust op inhomogeniteit van de opnamen, of dat Sagittaria werkelijk in zulk ondiep water nog voldoende concurrentiekracht bezit.

Volgens TÜXEN (1953) is Sagittaria niet typisch voor het Scirpeto-Phragmitetum. Hij gaat er zelfs toe over, aan de hand van acht niet afzonderlijk gepubliceerde opnamen, een aparte associatie te onderscheiden, waarin Sagittaria kensoort is; associatie van *Sagittaria en Sparganium simplex* Tx. (1953). Een goede foto van deze gemeenschap vindt men in Photoblätter 26(1956)4 (juli, augustus),p.118. Volgens de verzameltabel van dit gezelschap komen echter alle kensoorten van het Scirpeto-Phragmitetum erin voor en wijkt de soortensamenstelling in niets af van die van de initiale (limnofyten) variant van het Scirpeto-Phragmitetum oenanthetosum aquatica (= Scirpeto-Phragmitetum phalaridetosum Tx.en Pr.(1942). Langs elke vegetatie behorend tot het Scirpeto-Phragmitetum, die grenst aan Potamion-gezelschappen, komt een dergelijke soortencombinatie (al dan niet met Sagittaria) voor. Het is een onnodige belasting van het systeem hier een aparte associatie te onderscheiden, alleen omdat nu toevallig in de beken, waar deze overgangsvariant voorkomt, de optimaal ontwikkelde volledige associatie-exemplaren ontbreken. Overigens bewijst het onderscheiden van deze associatie, dat Sagittaria in Noordwest-Duitsland als typisch voor de lagere variant kan worden beschouwd. Wij menen dan ook, dat het mogelijk zal zijn, in Noordwest-Europa het gehele Scirpeto-Phragmitetum als volgt in te delen (tabel V, zie Engelse samenvatting).

In het zoetwatergetijdengebied komt Sagittaria in de Phragmitiongezelschappen uitsluitend voor in de f.Sagittifolia, in de andere gebieden komt ook f.Vallisneriifolia speciaal in de limnofytenvariant voor. De typische variant uit het bovenstaande

schema wordt gekenmerkt door het ontbreken van zowel Sagittaria als Stachys palustris. De door TÜXEN beschreven associatie van Sagittaria en Sparganium simplex behoort tot de limnofytenvariant van de subassociatie met Oenanthe aquatica.

Een nader tabellarisch en ecologisch onderzoek moet beslissen of deze indeling levensvatbaarheid heeft.

3.2.4 De gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper (Rp) (Glycerieto-Sparganium Br.-Bl. et S. (1942)

De gemeenschap van watereprijs en waterpeper (Rp) heeft affiniteiten tot twee verbonden, die overigens nauw verwant zijn met het Glycerio-Sparganion Br.-Bl. et S. (1942) en het Bidention tripartiti Nordhagen (1940).

Het Glycerio-Sparganion is het verbond van de Phragmitetalia, dat het meest aan het Bidention verwant is.

De eerste associatie van het Glycerieto-Sparganion, die beschreven werd, nl. het Glycerieto-Sparganietum Koch (1926) werd door KOCH nog tot het Phragmition gerekend; zij vertoont duidelijk overeenkomst wat soortencombinatie betreft met ons gezelschap. Hetzelfde geldt voor het door BRAUN-BLANQUET in 1930 (BOER, 1942) beschreven Helosciadietum nodiflori, dat eveneens tot het Glycerieto-Sparganion gerekend moet worden. De voor het verbond naamgevende soorten Sparganium erectum ssp. neglectum en Glyceria fluitans komen echter niet voor in het buitendijkse gebied. De overigens weinig trouwe kensoort Sium erectum is gedurende ons onderzoek aanvankelijk verward met de er vooral in vegetatieve toestand nogal op gelijkende Apium eu-nodiflorum Thlng. Later bleek, dat Sium erectum slechts weinig frequent in het zoetwatergetijdengebied en vermoedelijk alleen op de hoger gelegen standplaatsen in de hier besproken gemeenschap voorkomt. In de Biesbosch blijkt de gewoonlijk als typische Bidentionsoort opgevatte Bidens cernuus volkomen trouw te zijn aan de gemeenschap van Veronica anagallis en Polygonum hydropiper (Rp). Polygonum hydropiper die door LOHMEYER (1950) en TÜXEN (1950) als kensoort van een Bidentiongezelschap, associatie van Polygonum hydropiper en Bidens tripartitus Tüxen (1950 en 1955), wordt beschouwd, domineert er vaak en heeft er zeer duidelijk een optimum. WESTHOFF (1949b) geeft een opname van een "Ranunculeto-Bidentetum cernui". Als kensoorten van deze tot het Bidention behorende associatie zijn o.a. Bidens cernuus, Polygonum hydropiper opgegeven. Verwantschap met deze gemeenschap is dus wel aanwezig. In WESTHOFF, DIJK, PASSCHIER en SISSINGH (1946) wordt zonder tabellen een vermoedelijk met de bovenstaande identieke associatie genoemd, die kennelijk ook verwant is met de Veronica-Polygonum hydropipergemeenschap (Rp), namelijk het Polygoneto-Bidentetum cernui, waarvan als kensoorten

zouden gelden Bidens cernuus, Polygonum hydropiper, Polygonum mite, Polygonum minus en Alopecurus aequalis. Deze associatie zou voorkomen langs oevers van kleine beekjes.

De zo geheten kensoorten van nog een in WESTHOFF c.s.(1946) door SISSINGH zonder documentatie aan het systeem toegevoegde naam (onzes inziens een te verwerpen methode), het "Malachieto-Bidentetum fluviatile", zijn Malachium aquaticum, Bidens frondosus, Rorippa silvestris, Chenopodium glaucum, Rorippa prostrata, Erucastrum gallicum, Potentilla supina en Pulicaria vulgaris. De associatie waartoe ze behoren, zou gebonden zijn aan de oevers van onze grote rivieren.

De eerste drie van genoemde reeks kensoorten komen in de Biesbosch voor, Malachium alleen boven MHW en wel voornamelijk langs griendkaden. Bidens frondosus gedraagt zich in het getijdengebied als een ubiquist en dringt alle gemeenschappen, met uitzondering van de hoogst gelegene, binnen.

Rorippa silvestris kan men in de hoger gelegen vegetaties die tot de Veronica-Polygonumgemeenschap behoren, aantreffen. Gewichtige conclusies mag men op grond van vergelijking met de beide laatste, niet gedocumenteerde, zonder enig exact ecologisch gegeven en zelfs zonder enig tabellenmateriaal gepubliceerde associaties, niet trekken. Toch zou ook hier bij vergelijking van de kensoortenlijsten met die van ons vegetatietype Rp blijken, dat de Bidentionvegetaties in de Biesbosch meer verwantschap tonen met de uit het beekmilieu beschreven vegetaties dan met die uit de invloedssfeer van de grote rivieren, een conclusie waartoe we ook bij andere vegetaties herhaalde malen komen.

Ondanks de bestaande verwantschap kan de hier besproken gemeenschap echter niet tot het Bidention worden gerekend. In de ons ter beschikking staande tabel overweegt toch het Glycerio-Sparganionelement. De veel en vitaal voorkomende Veronica-anagallis-aquatica (beide ssp.) wordt door BOER(1942) als de beste kensoort van het Glycerieto-Sparganietum in Nederland opgevat.

Het voorkomen van Apium eu-nodiflorum wijst echter op sterke verwantschap met het in de aanvang van dit onderdeel genoemde Helosciadietum nodiflori, waarvan de soort als kensoort is beschreven. Ook de overige soortencombinatie, zoals die door BOER (1942) wordt geciteerd (ook WESTHOFF, 1949), vertoont overeenkomsten met die van onze gemeenschap van Veronica en Polygonum. Deze gemeenschap neemt dus, gezien het voorkomen van Apium enerzijds en de voor Nederland als kensoort van het Glycerieto-Sparganietum beschreven Veronica anagallis-aquatica (BOER, 1942), een tussenpositie in tussen beide Glycerieto-Sparganionassociaties, waarbij het wellicht nog het meest naar het Helosciadietum neigt. Het verschil in stand-

plaats tussen beide associaties is uit de schaarse literatuurgegevens niet duidelijk. Nu groeit Sium erectum veel in de poldersloten in de omgeving van de Biesbosch (o.a. Heusden en Altena). Apium werd daar door ons nog niet aangetroffen. In de extreem voedselrijke Biesbosch vindt men omgekeerd Sium veel minder frequent dan Apium.

Volgens WESTHOFF c.s. (1946) komt het Helosciadietum wel in de Zuidlimburgse, niet in de Twentse beken voor. Deze laatste zijn vermoedelijk minder slib- en voedselrijk dan de eerste, gezien het geologische landschap. Uit de door BOER geciteerde literatuur (ook WESTHOFF, 1949) blijkt voorts dat Apium vaak vergezeld is van duidelijk voedsel(stikstof)minnende soorten (o.a. Nasturtium officinalis en Callitriche stagnalis).

JENNINGS and LAMBERT (1951) noemen de soort voor de Bure valley broads, een gebied met zwakke getijden in West-Engeland. Bovenstaande gegevens maken het waarschijnlijk dat het Helosciadietum meer gebonden is aan een beek- en aanverwant milieu met voedsel- en/of slibrijker water dan het Glycerieto-Sparganietum. In hoeverre de fluctuatie in waterstand hierbij een rol speelt, is uit de literatuur voorlopig niet op te maken.

Gezien de schaarse gegevens over deze associaties en de omstandigheid dat het Helosciadietum hier en daar over het hoofd gezien kan zijn door de gelijkenis van Apium eu-nodiflorum en Sium erectum (F.M.Maas, mond.meded.), spreken wij ons voorlopig niet uit over de synsystematische plaats van de gemeenschap van Veronica en Polygonum (Rp). Een nader onderzoek zal moeten uitmaken of het wel zin heeft, de beide genoemde associaties op associatieniveau te scheiden. Wel is zeker, dat de door ons beschreven gemeenschap tot het Glycerieto-Sparganion gerekend dient te worden, zij het dat duidelijke affiniteiten tot het Bidention aanwezig zijn.

Kenmerkend verschillend met de overige gemeenschappen uit dit verbond is het voorkomen van Vaucheriasoorten, namelijk Vaucheria compacta Collins, minder dominant Vaucheria sessilis D.C. var repens (Hass.) Hansg. en Vaucheria woroniniana Heering, die alle typisch zijn voor de gemeenschap uit het zoete getijdengebied. Ook het ontbreken van de soorten die aan het verbond hun naam geven, Glyceria fluitans en Sparganium simplex, waarvan de eerste een typische "getijdenvlieder" is, de tweede alleen op constant overspoelde plaatsen (Potamion) groeit, is kenmerkend voor het getijdengebied. In de poldersloten, die ten gevolge van kwel e.d. vaak stromend en schommelend water voeren, komt een nauw verwante gemeenschap voor, waar men naast Veronica anagallis wel Glyceria fluitans aantreft. Deze vegetatie werd echter niet beschreven.

Het zou mogelijk zijn in de gemeenschap van Veronica en Polygonum allerlei varianten te onderscheiden (X.3.2.6). De mate en betekenis van het voorkomen van tot het Glycerio-Sparga-

nion te rekenen vegetaties in het getijdengebied is eveneens behandeld in X.3.2.6. Hier zij opgemerkt, dat het voorkomen van dit verbond tussen en de gemakkelijke vermengbaarheid van de Phragmitiongezelschappen dezelfde synecologische betekenis heeft als het voorkomen van het Cariceto remotae-Fraxinetum tussen de Salicionvegetaties.

Het duidt erop, dat het zoetwatergetijdengebied meer verwant is aan het door vele kilometers lange bovenrivieren ervan gescheiden beekmilieu dan aan het milieu van de bovenrivieren.

3.2.5 De boven gemiddeld hoogwater liggende ruigten.
De gemeenschap van Heracleum sphondylium en Valeriana officinalis (Ra).
Valeriano-Filipenduletum Westhoff(1949b)
Filipenduleto-Geranietum Koch(1926)

Het gezelschap van Valeriana officinalis en Heracleum sphondylium (Ra) vertoont overeenkomst met het door KOCH(1926) beschreven Filipenduleto-Geranietum, dat tot het Molinion coeruleae wordt gerekend.

Een in Nederland daarvan voorkomende geografische vorm is onder de associatienaam Filipenduleto-Thalictretum door PASSCHIER en WESTHOFF(1942) gepubliceerd met een aantal opnamen van beekoevers (Beerse). Onder de naam Filipenduletum is door KLINKENBERG c.s. (1943) nog een dergelijke vegetatie beschreven. In 1946 noemden WESTHOFF, PASSCHIER en SISSINGH dezelfde associatie Valerianeto-Filipenduletum, echter zonder een tabel te publiceren.

WESTHOFF (1949b) gaf onder dezelfde naam een tabel met vijf opnamen uit Botshol, een veenplassengebied op de grens van het mesohaline en oligohaline gebied. Sindsdien is de naam Valerianeto-Filipenduletum in gebruik gebleven.

Van de volgens WESTHOFF(1949b) kenmerkende soortencombinatie dezer associatie komen in de Biesbosch voor: Valeriana officinalis, Stachys palustris, Crepis paludosa, Festuca arundinacea en Eupatorium cannabinum, bovendien komt Euphorbia palustris voor in het zoetwatergetijdengebied, o.a. op diverse plaatsen langs de Merwedezijde van de "bandijk" in de Biesbosch en bij het slot Loevestein, overal even boven de hoogwaterlijn, dus op de standplaats van het Valerianeto-Filipenduletum. Met uitzondering van Stachys palustris komen ook de andere soorten in de Biesbosch nimmer beneden MHW voor.

Een verwante vegetatie, het gezelschap van Sonchus paluster, verdient hierbij ook de aandacht. Deze door VLIEGER en VAN ZINDEREN BAKKER in 1942 beschreven gemeenschap (zie ook WESTHOFF,1949b) heeft als kenmerkende soorten Sonchus paluster en Epilobium hirsutum, wellicht ook heemst (Althaea officinalis). Hiertoe behorende vegetaties komen bij voorkeur voor tezamen met licht halofiele gemeenschappen in het gebied van de iets

brakke veenplassen, maar soms ook in de vrijwel zoete. In de Biesbosch is Epilobium hirsutum veel aanwezig, Sonchus paluster slechts zelden en vrijwel steeds in de beschutting van houtgewas. Een verwante vegetatie wordt door TÜXEN(1937) met acht opnamen als associatie van Sonchus paluster en Angelica archangelica (verbond: Molinion) beschreven voor het getijdengebied van zwak brakwater langs de fjorden van Sleeswijk-Holstein en in de benedenloop van Weser en Elbe.

Uit deze tabel blijkt dat de opnamen, wat overspoelingsinvloed betreft, vermoedelijk niet zeer homogeen zijn. Soorten van het in XIII.3.2.5.2 te behandelen Tanaceto-Artemisietum (o.a. de als kensoort beschouwde Aster salignus) komen er in voor. De tabel wijst op duidelijke verwantschap met de hoog gelegen ruigtevegetaties in de Biesbosch. In een latere publikatie (1950) rekent TÜXEN de associatie van Sonchus paluster en Angelica archangelica tot de Convolvuletalia.

Als kensoorten geeft hij Angelica archangelica var. litoralis en Oenanthe lachenalii op, waarmee kennelijk een vegetatie van zilter milieu wordt gekenmerkt dan de in 1937 gepubliceerde. Een vergelijkend onderzoek van deze verwante vegetaties zal nodig zijn om tot een goede indeling te komen. Voorlopig rekenen we ons gezelschap tot het Valerianeto-Filipenduletum Westhoff(1949b), dat wij synoniem achten met het Filipenduleto-Geranietum Koch(1926). Aan de eerste naam geven wij de voorkeur omdat Geranium palustre in Nederland afwezig is. Voorlopig beschrijven wij onze gemeenschap als subassociatie met Heracleum, daar deze soort in de Biesbosch binnen de ruigteformatie kenmerkend is voor het Valerianeto-Filipenduletum, doch in geen van de uit andere gebieden gepubliceerde tabellen voorkomt. Ook buiten het getijdengebied zal Heracleum langs de grote rivieren vermoedelijk wel in deze associatie voorkomen; tegenover de variant van dit biotoop zal Cardamine amara dan de getijdenvorm (vermoedelijk als variant te onderscheiden) differentiëren.

Binnen de gemeenschap in de Biesbosch komt een sterke faciesvorming voor, vermoedelijk mede als gevolg van verschillen in bodemgesteldheid. Nu eens overheerst Epilobium hirsutum, dan weer Phalaris arundinacea of ook Valeriana, soms ook Thalictrum flavum (o.a. op zand en bij geringe getij-amplitudes). In X.3.2.5 werd dit nader beschreven.

3.2.5.2 Tanaceto-Artemisietum Br.-Bl.(1931, 1949), zie ook SISSINGH(1950)

Op nog minder aan overspoeling onderhevige plaatsen komen vegetaties voor, die verwant zijn aan in de literatuur beschreven ruderaalassociaties en wel in het bijzonder aan het Tanaceto-Artemisietum Braun-Blanquet(1949), waarvan SISSINGH(1950) een Nederlandse tabel heeft gepubliceerd. TÜXEN heeft van de ruderaalvegetaties in 1950 een overzicht gegeven. Over de hoofdindeling be-

staat verschil van mening (SISSINGH, 1950).

Deze ruderaalgemeenschappen beperken zich in de Biesbosch tot kunstmatig opgeworpen hoogten, als hoge strekdammen en kribben, keet- en rietheuvels e.d. De natuurlijke opslibbing bereikt nergens een voor deze vegetatie voldoende hoogte (vermoedelijk mede wegens de voortgaande relatieve zeespiegelstijging). Op de bedoelde kunstmatige hoogten wordt, hetzij door hout- of rietafval of ten gevolge van menselijke stofwisseling (riet- en keetheuvels), hetzij via aanspoelsel (strekdammen e.d.) voldoende stikstofleverend materiaal gedeponeerd. Deze plaatsen zijn vrijwel steeds zeer heterogeen; bij het onderzoek zijn er geen opnamen gemaakt. Slechts een globale soortenlijst werd opgesteld. In X.3.2.7 is een en ander behandeld.

Het verschil tussen het Tanaceto-Artemisietum en het Valerianeto-Filipenduletum berust waarschijnlijk niet alleen op hoogteverschil, maar ook op het stadium van fysische rijping van de bodem.

De hier bedoelde vegetatie vertoont vaak enige verwantschap met het Agropyro-Rumicion crispi(Plantagi-netalia TÜxen, 1950). Dit blijkt uit het voorkomen van soorten als Potentilla anserina, Leontodon autumnalis, Carex hirta. De overige kensoorten van dit verbond, zoals Agrostis stolonifera en Rumex crispus, zijn in de Biesbosch niet tot het hoog gelegen milieu beperkt en komen op allerlei plaatsen voor: Rumex crispus voornamelijk in het Glycerio-Sparganion, Agrostis stolonifera vrijwel overal. De overeenkomst met het Agropyro-Rumicion crispi is bij de meeste vertegenwoordigers van deze vegetaties onzes inziens echter niet groot genoeg om de gemeenschap tot dit verbond te rekenen. Zij vertoont daarentegen voldoende overeenkomst met het door TÜXEN(1950) tot het verbond Eu-Arction gerekende Tanaceto-Artemisietum, om haar bij deze associatie onder te brengen.

De kensoorten van het verbond zijn schaars; de kensoorten en differentiërende soorten voor de associatie en de klasse (Artemisietea vulgaris) zijn echter voldoende aanwezig. TÜXEN noemt en beschrijft onder allerlei associatienamen nog een groot aantal analoge vegetaties uit allerlei delen van Europa. Vermoedelijk gaat het bij vele hiervan om geografische vormen, die tot eenzelfde of slechts enkele associaties gerekend zouden kunnen worden. Faciesvorming en de uiteraard meestal fragmentaire ontwikkeling van deze vegetaties zullen ook wel een rol spelen bij het ontstaan van zoveel verschillende beschrijvingen (zie ook wat in dit verband wordt opgemerkt over wilgenbos- en ruigte-associaties, XIII.3.3.8).

In ons gebied is geen aanleiding een verbond Senecion fluviatilis TÜxen(1950) of een orde der Convolvuletalia sepii TÜxen(1950) te onderscheiden. Althans in Nederland kan de enige kensoort van deze orde (hetgeen al niet veel is voor een orde), de ubiquistische Calystegia sepium, naar onze mening niet als zodanig gelden zonder het begrip kensoort te diskwalificeren. De ve-

getaties waarin Senecio fluviatilis en Angelica archangelica voorkomen, behoren in de Biesbosch deels tot het Valerianeto-Filipenduletum; de hoogst gelegene kunnen tot het Tanaceto-Artemisietum worden gerekend. De Astersoorten en de onlangs evenals Archangelica ingeburgerde soort Cuscuta lupuliformis groeien steeds in deze laatste gemeenschap. Al deze soorten worden in het genoemde overzicht (TÜXEN, 1950) om beurten als kensoort van een of andere associatie voorgedragen.

Het ontbreken van enigermate uitgebreide, tot het Agropyro-Rumicion crispi behorende gemeenschappen en van andere ruderale vegetaties is kenmerkend voor het huidige zoetwatergetijdenlandschap in de Biesbosch. Slechts op oevers van de hoge, zandige oeverwallen, soms overgaand in rivierduinachtige vormingen, zoals op de splitsing tussen Nieuwe en Oude Merwede, komen ze op een natuurlijke standplaats voor. Op hoger niveau komen boven deze gemeenschappen Sedumrijke gemeenschappen voor, met o.a. Poa bulbosa, die tot het Bromion erecti Br.-Bl. (1936) behoren, maar die in deze studie niet nader zijn behandeld. Wellicht zouden in tijden van regressie de ruderale gemeenschappen ook binnen het deltagebied een grotere rol spelen, ook op het natuurlijk gegroeide land.

3.2.6 De rietgorsvegeta ies (Phragmitesconsociatie)

Verreweg het grootste deel van het niet met houtige gewassen begroeide areaal van de opwassen is met rietgorsvegetaties bedekt. In strikt Frans-Zwitserse zin zou men deze uitgestrekte velden van Phragmites communis moeten opvatten als Phragmitesfacies van de verschillende hierboven beschreven ruigtegezelschappen. Vergelijkt men echter de vegetatie onder het riet met die van de ruigten, dan blijkt welk een enorme invloed het riet op de soortcombinatie heeft uitgeoefend. In zulke rietgorzen vindt men op standplaatsen waar men de Stachysrijke of typische variant van het Scirpeto-Phragmitetum zou verwachten, behalve Phragmites, geen of slechts één enkele soort, namelijk Caltha palustris. Op de standplaatsen van de vegetatie van Phalaris en Epilobium(Scirpeto-Phragmitetum cardaminetosum) zijn de meeste planten volkomen verdwenen, terwijl slechts een aantal soorten, dat bij afwezigheid van riet door hun sporadisch voorkomen weinig of niet opvalt, zo bevoordeeld wordt door de gewijzigde concurrentie-omstandigheden, dat het tot massale ontwikkeling komt. De rietgorsgemeenschappen met Poa trivialis, Ficaria ranunculoides en Cardamine amara (G2h, G2 en G3) gelijken fysiognomisch in niets meer op de gemeenschap van Phalaris en Epilobium (Rb), waarvan zij als een facies beschouwd moeten worden. De oorzaak van deze verandering is een dermate grote wijziging in het biotische milieu, dat men als men de vergelijking via edafisch en hydrologisch onderzoek niet bij de hand had, niet zo gemakkelijk tot de conclusie zou komen, dat de eerstgenoemde gemeenschap slechts een facies was van de andere. Het mede door anthropogeen ingrijpen veroorzaak-

te grote verschil in oppervlakte draagt nog bij tot de indruk, dat beide vegetatietypen zo sterk uiteenlopen. Het is de ironie van de synsystematiek, dat juist ten gevolge van het overwicht van de fysiognomisch meest belangrijke Phragmitetalia soort, het riet, juist die soorten uit de soortencombinatie worden geselecteerd die in het algemeen ten opzichte van de Phragmitetea differentiërend zijn voor een andere klasse: de Molinieto-Arrhenatheretea Tx. (1937). Dit is in zoverre toevallig, dat deze selectie niet bepaald wordt door de omstandigheid dat genoemde soorten een minder frequent overspoelde standplaats verkiezen, maar door de periode waarin de betreffende planten hun levenscyclus volbrengen (zie X.5 en XI.7). In ander opzicht is deze selectie weer niet toevallig, omdat in vegetaties met permanent submers maaiveld ten gevolge van de "koude", natte standplaatsen waaraan deze vegetaties zijn gebonden, geen vroegbloeiende en zich vroeg ontwikkelende soorten voorkomen.

De in X.5 beschreven rietgorsvegetatietypen komen voor op milieus die in vele opzichten gelijk zijn aan de milieus van de ermee corresponderende "ruigte-associaties", waarin Phragmites niet absoluut domineert. Deze overeenkomst in milieu betreft zowel de klimatologische, edafische en hydrologische factoren alsook de anthropogene invloed.

Weliswaar heeft de mens de oppervlakte van de rietgorsgemeenschappen kunstmatig vergroot, maar dit neemt niet weg, dat er ook natuurlijke rietgorzen bestaan. Niettemin blijkt het onmogelijk de rietgorsvegetatietypen op floristisch-vegetatiekundige grondslag zodanig in te delen, dat zij onder te brengen zijn in de parallelle reeks der verschillende ruigte-associaties. De grenzen tussen floristisch te onderscheiden eenheden in de rietgorsvegetaties liggen namelijk anders dan de grenzen, die men bij een indeling der ruigtevegetaties kan aanbrengen. De oorzaak van dit verschil is, dat de absolute dominantie van Phragmites communis zelf in de rietgorsvegetatietypen een zo sterke invloed (prioriteit) heeft op de overige componenten dezer vegetaties, dat deze invloed als "master factor" gaat optreden en de selectieve werking van de andere factoren overschaduwt (zowel letterlijk als figuurlijk). Dit verschijnsel is schijnbaar in strijd met de regel, dat bij een volkomen gelijk milieu in eenzelfde geografisch gebied eenzelfde vegetatie behoort. Het milieu wordt hier echter mede door de vegetatie zelf bepaald. Doorgaans neemt men waar, dat reeds wanneer de externe (abiotische en anthropogene) milieufactoren binnen eenzelfde geografisch gebied gelijk zijn, eenzelfde vegetatietype optreedt. Men is daardoor wel geneigd dit laatste als regel te beschouwen, een regel die opgaat als men niet te kleine oppervlakten in beschouwing neemt. Voor de meeste vegetaties is deze oppervlakte enkele tientallen vierkante meters groot; dit wil dus zeggen, dat onder omstandigheden, zoals men ze meestal aantreft, bij gelijk extern milieu een bepaalde soort weleens tot dominantie kan komen en daardoor het milieu kan wijzigen, maar dat dit verschijnsel dan beperkt blijft tot een oppervlakte van minder dan

ca. een are.

Waar een soort als Phragmites communis over tientallen hectaren onafgebroken gaat domineren, zoals in de Biesbosch, blijkt echter duidelijk, dat deze "regel" slechts schijn is en dat men wel degelijk het milieu in zijn geheel (dus niet alleen het externe) als differentiërend criterium voor verschillen in vegetatie moet beschouwen. Dit is trouwens door theoretici der Frans-Zwitserse school ook uitdrukkelijk zo gesteld (zie o.a. WESTHOFF, 1949, 1950, 1954).

De rietgorzen danken èn hun fysiognomie èn hun floristische samenstelling aan de dominantie van het riet, dat er ook aansprakelijk voor is, dat een nadere indeling van de rietgorsvegetatietypen, parallel aan die van analoge vegetaties zonder dominant riet, niet mogelijk is. Het ligt daarom voor de hand in dit geval de dominantie zelve als eerste criterium van onderscheiding te kiezen, door met een term van DU RIETZ(1930) de rietgorsvegetaties samen te vatten als Phragmites consociatie. WESTHOFF(1949) onderscheidde ook een dergelijke consociatie naast vegetatietypen volgens het systeem van de Frans-Zwitserse school in rietvegetaties van Botshol bij Abcoude. Het kenmerk van een consociatie is, dat in een etage (meestal de bovenste) één dominant optreedt, terwijl in de andere etages verschillende soorten afwisselend kunnen domineren.

De rietconsociatie beslaat standplaatsen, waar krachtens het abiotische milieu vegetaties, behorend tot het Scirpeto-Phragmitetum, het Scirpetum triquetri et maritimi, de Epilobium-Phalarisgemeenschap (Rb) en zelfs het Valerianeto-Filipenduletum zouden voorkomen, wanneer het riet niet zou domineren. De beschreven rietgorstypen kunnen nu als twee- of drielagige sociaties worden opgevat, welke door eenzelfde laag, namelijk die van Phragmites, worden verbonden (X.5).

3. DE BOSVEGETATIES

3.3.1 De rivieren-begeleidende bossen

De bossen die in de rivierdalen van Midden- en West-Europa groeien, zijn wat betreft de floristische samenstelling aan elkaar verwant. Dikwijls ziet men in het onmiddellijke bereik van de stroom wilgenbossen; verder van de stroom af komen op lage plaatsen al of niet gemengde elzenbossen voor en op hogere niveaus treden eiken, essen, esdoorn, iepen e.a. op de voorgrond. In de dalen ziet men in het Middeneuropese heuvelland veelal hogere ruggen, oeverwallen, langs de rivieren. Wanneer in de achter deze wallen gelegen komachtige laagten water stagneert en venige gronden ontstaan, ontwikkelen zich daar overwegend elzenbroeken. In de laagvlakten, waar men niet meer van dalen kan spreken, vloeien de kommen der verschillende stromen ineen. Zo ontstaat het bekende stroomruggen- en kommensysteem uit Midden-Nederland.

Men duidt al deze bossen gezamenlijk wel aan met de term "Auenwald"; anderen (TÜXEN en LOHMEYER, mond. meded.) willen onder "Auenwald" uitsluitend verstaan de wilgengordel, die in direct con-

tact met het stromende water staat. Ook op synsystematisch gebied bestaat dit onderscheid in meningen. OBERDORFER (1953) heeft een overzicht gegeven van de tot 1950 beschreven "Auenwald"-gezelschappen in ruime zin. Hij rekent hen met uitsluiting van de elzenbroeken tot een aparte orde: Populetalia albae Br.-Bl. (1931). De bosgemeenschappen uit de wilgengordel, alsook die uit de hogere, minder direct door de rivier beinvloede eiken-, essen- en iepenbossen worden buiten de mediterrane regio tot het Alno-Ulmion gerekend (in de mediterrane vegetatiekring tot het Populion albae). TÜXEN en LOHMEYER (mond.meded.) daarentegen achten de verwantschap tussen de wilgengordel enerzijds en de eiken-, essen- en iepengordel anderzijds te gering, om deze tot één verbond te verenigen. Zij verstaan onder "Auenwald" slechts de meest direct door de rivier beinvloede zone, terwijl de hoger gelegen bosgemeenschappen door hen als subassociaties van het Querceto-Carpinetum worden beschouwd en in ieder geval tot het Fraxino-Carpinion Tüxen(1936) worden gerekend. De langs de oever groeiende wilgenvegetaties rekenen deze auteurs tot een of twee tot het Alnion glutinosae behorende associaties: het Salicetum triandrae Malquit (1929), zie TÜXEN (1937) en OBERDORFER (1952)en het Saliceto-Populetum Meyer Drees (1936) = Salicetum albo fragilis Tx(1931)(1951) = Salicetum albae Issler(1926), Knapp (1944), Wendelberger-Zelinka (1952).*)

Voor beide standpunten zijn argumenten aan te voeren. Een systeem echter is geen doel (mag het althans niet zijn), maar een middel tot studie. Het is de verdienste van OBERDORFER(1953) dat hij een samenvattend overzicht heeft gegeven van de rivier-begeleidende bossen. De tijd zal leren, of de synsystematische indeling, die hij daarbij heeft toegepast, levenskrachtig zal blijken. Een kort na het overzicht van OBERDORFER verschenen detailstudie van "Auenwald"-gemeenschappen (WENDELBERGER-ZELINKA, 1952) behandelt de bossen op de eilanden en oevers van een deel van de Donau in Oostenrijk. Daar hierbij ook aandacht is besteed aan de synecologie, is het mogelijk enige vergelijking te maken met de Biesboschgemeenschappen, waarmee de door WENDELBERGER-ZELINKA beschreven vegetaties veel verwantschap vertonen.

3.3.2 De wilgengordel

Het is eerst nodig na te gaan, wat de algemene kenmerken zijn van de wilgengordel en welke de milieufactoren zijn, die deze doen ontstaan en voortbestaan.

*) Wanneer men het begrip kensoort in ere wil houden zou men beide associaties kunnen samenvoegen en de eerste als een initiaal stadium van de laatste kunnen beschouwen.

De wilgen hebben twee belangrijke eigenschappen, die hen in staat stellen dicht langs een stroom te groeien. In de eerste plaats heeft de wilg een enorm reproduktievermogen. Hij kan volledige verminking ten gevolge van ijsgang of felle stroom overleven. Uit afgerukte takken slaan in korte tijd forse jonge struiken en bomen op. Dit is ook daarom van groot belang, omdat generatieve voortplanting in het direct door de stroom beïnvloede gebied vaak weinig effectief is. In de tweede plaats kunnen wilgen ook gedurende de vegetatieperiode betrekkelijk langdurige overspoeling verdragen, zowel van de wortels alsook van het bovengrondse deel. De snelle vorming van waterwortels, samenhangend met het grote reproduktievermogen, is zowel bij episodische als bij periodische overspoeling van grote betekenis (XI.6.6).

De algemeen bekende taaiheid van de jonge twijgen is bovendien een waardevol hulpmiddel om de invloed van mechanische krachten te ontwijken. Wat betreft de eisen aan het wortelmilieu vertonen de wilgensoorten onderling nog allerlei verschillen (X.6).

Zo zijn er wilgen met een voorkeur voor voedselrijke gronden; dit zijn de soorten, die in de Biesbosch buitendijks voorkomen. Op oligotrofe en mesotrofe groeiplaatsen vindt men de soorten *Salix aurita* en *Salix cinerea*. Ook het klimaat is van invloed; zo komt *Salix pentandra* in Nederland alleen in het Drentse district voor. Deze wilg geeft de voorkeur aan meer continentale streken. De in West- en Midden-Europa meest voorkomende soorten in de wilgengordel langs de rivieren zijn de struikvormige *Salix viminalis*, *Salix purpurea* en *Salix triandra* en de forse bomen *Salix alba* en *Salix fragilis*. In Midden-Europa komt daar nog de struik *Salix pentandra* bij. Overal vindt men ook bastaarden of tussenvormen.

Ten gevolge van de anthropogene invloeden en de regulatie van de rivieren is op de meeste plaatsen in Europa van een aaneengesloten wilgengordel geen sprake meer. Slechts hier en daar treft men kleine struwelen of slechts enkele door het vee verfomfaaide struiken aan. In sommige gevallen is de wilg niet uitgeroeid, maar wordt het hout in cultuur genomen en als opgaand of hakhout (griend) geteeld. Op verschillende plaatsen heeft men deze wilgenculturen ook uitgebreid over buiten de eigenlijke wilgenzone gelegen gronden.

Het mechanisch geweld van de stroom, gepaard aan de fysiologische invloeden van overspoeling, sluiten dus onder natuurlijke omstandigheden de groei uit van andere soorten dan wilgen, alsook van epharmonisch overeenkomstige soorten als populieren, kornoelje e.a., die zich eveneens gemakkelijk vegetatief kunnen voortplanten.

Voor de kruiden geldt dit in mindere mate, daar de belangrijkste overspoelingen bij vele rivieren, althans ten dele, buiten het eigenlijke vegetatieseizoen vallen en de factor ijsgang alleen bij forse chamaefyten en fanerofyten van belang is.

De wilgenkronen laten betrekkelijk veel licht door; vele soorten die men ook in het volle licht buiten het bos aantreft, kunnen in de

zwakke schaduw van de wilgen nog redelijk groeien. In het bijzonder soorten van de bosranden, die dus noch in het volle licht, noch in de dichte schaduw, maar juist daartussen en in de beschutting van een bos hun optimum hebben, vinden in de wilgenbossen een ideale biotoop (bv. Anthriscus silvestris in het Nederlandse klimaat).

De standplaats van de wilgengordel is in het algemeen een stikstofrijke biotoop. Dit komt omdat er allerlei factoren zijn die de beschikbaarheid van ruime hoeveelheden stikstof begunstigen. Zo brengt de ligging met zich mee, dat veel organisch aanspoelsel kan worden aangevoerd. De bodem verkeert ten gevolge van optredende aanslibbing vaak nog in een relatief laag rijpingsstadium. In VI.7 is het verband tussen de beschikbaarheid van stikstof en het rijpingsstadium behandeld. Ten slotte zorgt ook het vele licht, dat door de wilgenkronen kan doordringen, voor een snelle afbraak van organische stof, waardoor het vrijkomen van nitraten e.d. wordt bevorderd. Het is in verband met dit alles niet verwonderlijk, dat de wilgenbossen, struwelen en grienden veel soorten gemeen hebben met de ruderaalgemeenschappen.

In de wilgenbossen en -plantages die in cultuur zijn, geeft de regelmatig terugkerende kap van het hout nog een extra begunstiging van de weinig schaduw verdragende planten. Behoudens het periodiek optreden van eenjarige, schaduwmijdende soorten (o.a. Sonchus oleraceus; X.6) veroorzaakt deze kap echter, dank zij het uitzonderlijk snel regeneratievermogen van de wilgen, geen bijzonder groot verschil met de natuurlijke omstandigheden. Dit blijkt onder meer uit het geringe verschil in gehalte aan schaduwmijdende soorten tussen de door WENDELBERGER-ZELINKA (1952) beschreven wilgenbossen langs de Donau met lange omloop en de om de vier jaar gekapte bosgezelschappen in de Biesbosch.

Het voorkomen van echte bosplanten zoals bijvoorbeeld Scrophularia nodosa, Circeae lutetiana, Festuca gigantea en Ficaria ranunculoides in de Biesboschgrienden bewijst, dat de wilgen toch in staat zijn voldoende licht te onderscheppen, om voor deze planten ontwikkeling mogelijk te maken.

Voor hen, die bij het bepalen van synsystematische criteria voornamelijk uit willen gaan van de natuurlijke omstandigheden, zij opgemerkt, dat onder natuurlijke omstandigheden de houtopstand ook herhaaldelijk wordt vernietigd en dat de wilgen de alleenheerschappij onder de bomen hebben veroverd voornamelijk dank zij hun regeneratievermogen. Daarbij komt, dat vrijwel nergens in Europa in de wilgenzone wilgenopstanden zijn te vinden, die niet rigoureus door de mens zijn beinvloed. Men heeft dus geen mogelijkheid enigermate exact een "natuurlijke" soortencombinatie te analyseren om daaraan de door de mens beinvloede bosgezelschappen te ijken. Dit geldt overigens voor de meeste andere vegetaties in meer of mindere mate, met uitzondering van sommige vegetaties in het hooggebergte en in arctische of andere woestijngebieden. Op enkele voor een redelijke, statistische behandeling veel te weinig talrijke plaatsen

kan men min of meer natuurlijke restanten van wilgenbossen aantreffen. Men moet dus wel de overvloedig voorkomende, landschappelijk veel meer belangrijke, kunstmatig beinvloede vegetaties als grondslag nemen. Vergelijking met de schaarse, natuurlijke resten kan dan een beeld geven van de natuurlijke omstandigheden. Vooral voor de boometage, die in kunstmatige wilgenbossen en grienden vaak wordt aangeplant, kunnen deze resten belangrijke gegevens opleveren over de natuurlijke toestand. De kruiden echter zullen onder de kunstmatig aangeplante en behandelde wilgen een milieu vinden, dat slechts weinig van het natuurlijke afwijkt.

3.3.3 Beschreven associaties, die met de griend- en vloedbosgemeenschappen in de Biesbosch verwant zijn.

Gaan we nu na, hoe door verschillende onderzoekers de gemeenschappen uit de wilgenzone en de daarboven gelegen zones zijn ingedeeld.

Uit het door OBERDORFER (1953) gegeven overzicht van alle tot nu toe beschreven associaties waarin de "Auenwald"-gezelschappen zijn ingedeeld, komen er twee naar voren, waarmee de vegetaties in de Biesbosch floristisch verwant zijn. Zo heeft het hoogst gelegen door ons beschreven type, dat tevens aan de rijpste bodem is gebonden, de griendgemeenschap van Carex remota en Circaea lutetiana (type V0), veel gemeen met het Cariceto remotae-Fraxinetum, een gezelschap dat in natuurlijke omstandigheden voornamelijk de es (Fraxinus excelsior) en ook de esdoorn (Acer pseudo-platanus) in de boomlaag vertoont en dat door KOCH in 1926 in Zwitserland voor het eerst onder deze naam werd beschreven.

De overige griendgemeenschappen uit de Biesbosch vertonen verwantschap met de associatie Saliceto-Populetum. Deze associatie dankt haar naam aan de door MEYER DREES (1936) aan zeven opnamen beschreven wilgenbosjes in uiterwaarden langs de IJssel. Door TÜXEN (1931 en 1937) en OBERDORFER (1953) zijn soortgelijke vegetaties beschreven. De naam is verwarrend, daar blijkens de soortensamenstelling van de tabellen en de tekst geen Populetum maar een Salicetum, een bos uit de wilgengordel dus, is bedoeld. Andere namen voor soortgelijke vegetaties zijn o.a. Salicetum albae Issler (1926), Knapp (1946), Wendelberger-Zelinka (1952); Salicetum triandrae Malquit (1929); Salicetum albo fragilis Tüxen (1955). Aan de naam Salicetum albae geven wij de voorkeur, niet zozeer omdat deze de oudste naam is waarbij een tabel werd gepubliceerd (ISSLER, 1926), maar ook omdat hij de minste aanleiding geeft tot verwarring en Salix alba zeer vaak het aspect bepaalt.

Bij de meeste beschrijvingen ontbreken enigermate diepgaande analyses van belangrijke ecologische factoren zoals doorluchtingstoestand van de bodem en frequentie, duur en hoogte van overspoeling. Het heeft daarom in het verband van deze studie weinig zin, om diep-

gaand de mogelijkheden van oorzaak der verschillen in floristische samenstelling te behandelen. Slechts een vergelijking op grond van enkele van de meest opvallende verschillen zal worden gemaakt.

3.3.4 Vergelijking van de getijdengriend(vloedbos)gemeenschappen in de Biesbosch met het van elders beschreven Salicetum albae Issler (1926), Knapp (1944), Wendelberger-Zelinka(1952)

Het blijkt, dat er in de Biesbosch in de grienden soorten voorkomen, die in de uitvoerige door OBERDORFER (1953) gepubliceerde soortenlijsten uit geheel Europa ontbreken. Het omgekeerde is ook het geval. Zo ontbreken in de Biesbosch vele soorten, die vermoedelijk door klimatologische of chorologische oorzaken voor West-Nederland onbekend zijn. Dit geldt bijvoorbeeld voor de als kensoort geldende soorten Cucubalis baccifer, Impatiens roylei, Lycopus exeltatus, voor Thalictrum aquilegifolium, Galium dumetorum, Thalictrum lucidum, Salix eleagnus e.a. Andere komen in ons klimaat nog wel voor, maar kunnen hier op een dergelijke extreme standplaats blijkbaar niet meer groeien. Cornus sanguinea is wellicht een dergelijke soort.

In de beschrijving van analoge vegetaties uit Oost-Nederland door MEYER DREES (1936) vallen de volgende soorten op, die in de Biesbosch ontbreken: de wilgen Salix aurita, Salix cinerea, Salix caprea, Calamagrostis canescens, Carex echinata, Carex pseudocyperus, Cirsium palustre, diverse mossen en zelfs Sphagnum squarosum. Al deze soorten duiden, de een meer; de andere minder, op een minder extreem eutroof stikstofrijk milieu, dat in sommige opzichten reeds duidelijk verwantschap met de groeiplaats van het Alnetum glutinosae Meyer Drees (1936) vertoont. Kennelijk komen overspoelingen met eutroof slibhoudend water hier nog slechts zeer zelden voor en wordt de invloed van oligotroof regenwater, al of niet via het achterland, belangrijker. Overigens gelijkt de door MEYER DREES beschreven vegetatie nog het meest op onze gemeenschap van Salix alba en Scrophularia nodosa (VI).

De belangrijkste soorten die vrijwel ontbreken in de meeste, als Salicetum albae (of Saliceto-Populetum etc.) beschreven vegetaties maar wel in de Biesbosch met hoge presentie voorkomen in enkele of alle grienden- en vloedbosgemeenschappen zijn de volgende: Cardamine amara, Anthriscus silvestris, Heracleum sphondylium, Rumex obtusifolius ssp.silvester.

Vermoedelijk is het onderscheid tussen Rumex obtusifolius ssp.silvester en de typische ssp. door andere auteurs niet gemaakt, maar de soort als geheel treft men in de tabellen van OBERDORFER (1953) ook niet aan.

Dit zijn alle soorten die in Nederland een duidelijke voorliefde vertonen voor lichte bossen en bosranden, die dus wat betreft de factor licht, typische wilgenbossoorten zijn. In Nederland waar Cardamine amara vrij zeldzaam is, valt de enorme vitaliteit die deze

plant in de Biesboschgezelschappen bereikt, sterk op (XI.2).

In het algemeen blijkt Salix purpurea dominerend te zijn in initiaalfasen van de associatie. In de Biesbosch is dit ook zo. De vegetaties in het getijdengebied waarin Salix purpurea domineert, de griendgemeenschappen met Apium eu-nodiflorum en Alisma plantago-aquatica (V4, V5 en V6), wijken echter sterk van het normale beeld van het Salicetum albae af, vooral door het optreden van soorten als Alisma plantago-aquatica, Apium eu-nodiflorum en Sium erectum, die kenmerkend zijn voor de orde der Phragmitetalia.

Geheel anders zijn de floristische samenstelling en synecologie van de hyppophaerijke Salix purpureastruwelen van de Donau, die WENDELBERGER-ZELINKA (1952) beschrijft als Salix purpurea-Hyppophae rhamnoidesassociatie Br.-Bl. (1939) en die daar aan het Salicetum albae voorafgaan. Daar geldt de ubiquist Salix purpurea juist als droogte-indicator. Langs de Arve, ten westen van Chamonix, troffen we op ca. 1000 m hoogte soortgelijke vegetaties aan op nauwelijks geconsolideerde eilanden en oevers. Binnen de goed ontwikkelde vegetaties van het Salicetum albae, die in Europa zijn beschreven, vindt men volgens OBERDORFER (1953) steeds een onderscheid tussen hogere (drogere) en lagere (nattere) vormen. De hoge worden meer door Cornus sanguinea gekarakteriseerd. WENDELBERGER-ZELINKA (1952) onderscheidt op deze basis twee subassociaties van het Salicetum albae: de subassociatie met Cornus sanguinea (hohe Weidenau) en de subassociatie met Phalaris arundinacea (tiefe Weidenau). De "hoge" subassociatie wordt onder meer gekarakteriseerd door Cornus sanguinea, Circaea lutetiana, Prunus padus, Sambucus nigra, Fraxinus excelsior, Scrophularia nodosa en Impatiens noli-tangere. De "lage" subassociatie telt, naast Phalaris arundinacea: Symphytum officinale, Rumex sanguineus, Solanum dulcamara, Caltha palustris en andere onder haar differentiërende soorten. In de natste variant komen daar onder meer nog bij: Iris pseud-acorus, Stachys palustris en Phragmites communis. In tegenstelling tot de verzameltabellen van OBERDORFER (1953) komen bij WENDELBERGER-ZELINKA (1952) Rumex obtusifolius (ssp. silvester) en Cardamine amara vrij regelmatig voor. Anthriscus silvestris en Heracleum sphondylium ontbreken echter ook daar volkomen. Uit deze gegevens blijkt, dat vegetaties van een drassig milieu zoals in de Biesbosch, op de betrekkelijk hoge, zandige eilanden in de Donau ontbreken. De vegetaties van Salix purpurea aldaar hebben dus slechts weinig te maken met die uit de Biesbosch, de edafische factoren zijn volkomen verschillend.

De differentiërende soorten van de verschillende door WENDELBERGER-ZELINKA (1952) beschreven subassociaties en varianten vertonen in grote lijnen een gelijke groepering als in de Biesbosch. Er bestaan ook verschillen: zo is Phalaris arundinacea bij ons

niet beperkt tot de laag gelegen typen. In grote lijnen zou het echter mogelijk zijn een onderverdeling in hoog en laag te maken op grond van dezelfde soorten. In de Biesbosch zou dan de Salix alba-Scrophularia gemeenschap (V1) tot de hoge groep worden gerekend, samen met hohe Weidenau: Salicetum albae subassociatie van Cornus sanguinea (WENDELBERGER-ZELINKA,1952). De gemeenschap van Salix, Cardamine en Anthriscus (V3) zou analoog zijn aan de tiefe Weidenau: Salicetum albae, subassociatie van Phalaris arundinacea (WENDELBERGER-ZELINKA, 1952).

Het ontbreken van Cornus sanguinea in de Nederlandse vloedbossen is wellicht te wijten aan een combinatie van edafische en klimatologische factoren. Eenmaal troffen wij bij Maasoord in het zoetwatergetijdengebied (Oude Maas) op een buitendijks talud, een eindweegs boven de hoogwaterlijn, een vermoedelijk spontaan opgeslagen, goed groeiend exemplaar van Cornus sanguinea aan.

De overeenkomst tussen de Oostenrijkse episodisch overspoelde en de Nederlandse periodisch overspoelde rivierbossen is dus vrij groot. Deze overeenkomst is van belang voor een nauwkeuriger reconstructie van de natuurlijke bosvegetaties langs het minder en niet onder getijdeninvloed staande deel van onze rivieren.

In het volgende onderdeel zal nog sprake zijn van meer overeenkomsten.

3.3.5 Vergelijking van de griend- en vloedbosgemeenschap met Circaea lutetiana en Carex remota (V0) met het Cariceto remotae-Fraxinetum Koch (1926)

De griend- en vloedbosgemeenschap met Circaea lutetiana en Carex remota (V0) vertoont, zoals gezegd, overeenkomst met het "Bacheschenwald", het Cariceto remota-Fraxinetum Koch (1926).

Van de kensoorten die OBERDORFER (1953) in zijn verzameltabel opgeeft, komt slechts de preferente kensoort Carex remota voor, terwijl ook verscheidene continentaal-Europese soorten, bijvoorbeeld Circea intermedia, Salix elaeagnos, Circium oleraceum, in de Biesbosch ontbreken.De Chrysosplenium soorten komen vermoedelijk niet voor ten gevolge van de relatief vaste en sterk doorluchte bodem en de overspoelingsinvloed.

Bovendien zijn beide goudveilsoorten als typische bronplanten vermoedelijk gebonden aan een weinig schommelend temperatuurverloop in en vlak boven het substraat (mond. meded. Ir.F.M.Maas). Aan deze voorwaarde is zeker niet in voldoende mate voldaan.

Van de in de tabel van OBERDORFER (1953) vrij constant voorkomende soorten die wel elders in ons land worden aangetroffen, ontbreken Lamium galeobdolon, Lysimachia nemorum, Primula elatior en Oxalis acetosella, alle echte, in de klasse der Querceto fagetea regelmatig voorkomende, bosplanten. Athyrium filixfemina en misschien ook Viola silva-

tica waarvoor hetzelfde geldt, zijn ieder een enkele maal in de Biesbosch waargenomen. *Geranium robertianum* werd niet in de Biesbosch maar wel in de hoge "V1"grienden van het minder extreme getijdengebied nabij Sleeuwijk gevonden.

Nu zijn *Lamium galeobdolon* en *Lysimachia nemorum* in ons land beperkt tot het zuiden en oosten. Klimatologische factoren en in ieder geval het gebrek aan contact met gemeenschappen, waar deze soorten in voorkomen, kan de oorzaak zijn van het ontbreken van deze planten in de griend- en vloedbosgemeenschap van *Circaea remotae* (V0). Voor *Primula elatior* is de overspoelingsinvloed wellicht nog te sterk, mogelijk ook is het rijpingsstadium van de bodem (hstn.V en VI) juist nog net niet ver genoeg gevorderd.

Voor *Oxalis acetosella* geldt hetzelfde; wat betreft het rijpingsstadium is het milieu beslist nog veel te eutroof om de concurrentie tegen de vele nitrofiele soorten te kunnen volhouden.

Het gebrek aan contact als oorzaak van het ontbreken van soorten, waar we hierboven op doelden, is zeer zeker een factor die hier een rol kan spelen.

Buiten het getijdengebied komen aan de hier besproken gemeenschap nauw verwante vegetaties (*Cariceto remotae-Fraxinetum*) slechts voor als smalle banen langs kleine waterlopen. Ten gevolge van vicinisme (XI.5.1.2) kunnen soorten uit aangrenzende biotopen deze smalle stroken met zeer veel "randeffect" gemakkelijk binnendringen, zonder dat de standplaats zo bijzonder ideaal voor ze is. Bovendien is het substraat langs zulke stromen nimmer zo homogeen als in de Biesbosch vaak het geval is, waar de gemeenschap in hoog bekade grienden over hectaren kan voorkomen. Ook op deze wijze komt buiten het getijdengebied een menging met vele bosplanten van "droger" milieu gemakkelijk tot stand.

Zoals in X.6 is vermeld, ontbreken de meeste houtige gewassen ten gevolge van de op deze standplaatsen uitgeoefende griendcultuur. WENDELBERGER-ZELINKA (1952) beschrijft een vegetatie, die zij *Alnetum incanae typicum* (Erlenau) noemt. Vooral de lage variant daarvan, variant met *Poa palustris* vertoont vrij veel overeenkomst met onze vloedbosgemeenschap met *Circaea* en *Carex remota* (V0).

Een belangrijk verschilpunt is, dat *Ficaria ranunculoides*, die bij ons reeds zeer vitaal in de lagere tot het *Salicetum albae* te rekenen vegetaties voorkomt (V3, V3r), op de Donau-eilanden blijkens de gepubliceerde tabellen eerst van betekenis wordt in de hoogst gelegen variant van het *Alnetum incanae typicum*, namelijk de variant met *Lamium maculatum*. Verder ontbreken in de Biesbosch enkele door WENDELBERGER-ZELINKA (1952) voor deze subassociatie genoemde soorten, die in ons land tot het oosten en zuiden beperkt zijn, zoals *Lamium galeobdolon* en *Paris quadrifolia*.

Overeenkomst bestaat daarin, dat genoemde Donaugemeensch

volgens de tabellen van het Salicetum albae kan worden onderscheiden door het rijkelijk voorkomen van: Circaea lutetiana, Scrophularia nodosa, Carex remota, Geum urbanum, Agropyrum caninum, Fraxinus excelsior, e.a. Dezelfde groep differentiërende soorten treedt op in de Biesbosch.

Nu behoort het Alnetum incanae van WENDELBERGER-ZELINKA (1950) zonder twijfel tot het Alnion glutinosae-incanae*), een door OBERDORFER (1953) onderscheiden onderverbond en het Alneto-Ulmion. Het Cariceto remotae-Fraxinetum (KOCH, 1926) behoort eveneens tot ditzelfde onderverbond. Het Alnetum incanae van WENDELBERGER-ZELINKA (1952) onderscheidt zich van het Cariceto remotae-Fraxinetum (KOCH, 1926, zie OBERDORFER, 1953) in het bijzonder door het ontbreken van kensoorten als Carex pendula, Circaea intermedia en Veronica montana.

De zwakke preferente kensoort van het Cariceto remotae-Fraxinetum, Carex remota, komt slechts weinig voor. Bovendien bestaat de boomlaag overwegend uit Alnus incana, waarbij de es (Fraxinus excelsior) in de minderheid is. Van Alnus incana is, in tegenstelling tot Fraxinus, geen spoor in de Biesbosch te vinden. Carex remota is in het vloedbostype met Circea en Carex remota (V0) rijkelijk vertegenwoordigd; de afwezigheid van andere kensoorten van het Cariceto remotae-Fraxinetum is op plantengeografische gronden te verklaren.

Het hoogste vloedbostype van de Biesbosch, de gemeenschap met Circaea en Carex remota (V0) vertoont dus meer overeenkomst met het Cariceto remotae-Fraxinetum dan met het zeer nauw ermee verwante Alnetum incanae typicum in de zin van WENDELBERGER-ZELINKA (1952).

Belangrijke soorten van de vloedbos(griend)gemeenschap met Circea en Carex remotae (V0), die zowel in de tabel van OBERDORFER (1953) van het Cariceto remotae-Fraxinetum als in die van het Alnetum incanae van WENDELBERGER-ZELINKA (1952) ontbreken, zijn: Anthriscus silvester, Heracleum sphondylium, Rumex obtusifolius ssp.silvester, Carex riparia en Ranunculus auricomus. Deze laatste verschijnt in de tabellen van OBERDORFER (1953) eerst in de op "droger" substraat groeiende gemeenschappen van het verbond en wordt pas algemeen in het onderverbond Ulmion. Hier zou men in zekere zin dus weer van duikereffect (XI.7.3) kunnen spreken.

*) Men verwarre deze niet met het moerasbosverbond Alnion glutinosae (MALQUIT, 1929; MEYER DREES, 1936); om verwarring te voorkomen spreken wij daarom met DOING KRAFT (1955) van het Alnion incanae (OBERDORFER, 1953).

3.3.6 Ecologische overeenkomst tussen de Nederlandse vloedbos-associaties en die van het "Auenwald" langs de Donau

WENDELBERGER-ZELINKA (1952) komt tot de conclusie dat langs de Donau de laagste variant van het Alnetum incanae voorkomt op de plaatsen, die lager liggen dan de hoogste delen van het Salicetum albae. Met andere woorden: er is niet een geleidelijke overgang van laag Salicetum via hoog Salicetum naar laag Alnetum. Toch zijn er soorten, zoals bijvoorbeeld Circea lutetiana, kenmerkend tegelijk èn voor de hoog gelegen delen van het Salicetum èn voor de lager dan deze laatste gelegen delen van het Alnetum incanae. Blijkbaar is er dus nog een andere factor in het spel dan alleen hoogteligging die bepalend is voor de overspoelingsinvloed: frequentie, duur en hoogte. De schrijfster veronderstelt dat dit de "Bodenreifung" is, daar het Alnetum na verloop van tijd volgt op het Salicetum, zonder dat de bodem hoger behoeft te worden.

Figuur 134 (ontleend aan WENDELBERGER-ZELINKA, 1952) geeft een beeld van de verhouding tussen de vegetaties en hun milieu. Ze drukt een en ander op de volgende wijze uit: de overgang van de tiefe Weidenau naar de hohe Weidenau (dus binnen het Salicetum albae) geschiedt via een allogene (anorganische) successie (in de zin van TANSLEY, 1920). De overgang van hohe Weidenau naar tiefe Erlenau gaat via een autogene (organische) successie.

In XI.7 hebben wij uiteengezet, hoe het verschil tussen de vegetatie van het met de tiefe Weidenau nauw verwante Heracleum-griendtype (V2) en die van de met het Alnetum incanae gelieerde Circea-Carex remota griendgemeenschap(V0) in de grienden niet zo zeer lag in de hoogte, maar vooral in de graad van fysische rijping van de bodem. Dit is een analoog verschijnsel als hetgeen door de Oostenrijkse onderzoekster is gevonden. Het is belangwekkend, dat wij onafhankelijk van elkaar deze conclusie konden trekken. De "Bodenreifung" wordt door WENDELBERGER-ZELINKA (1952) niet nader omschreven. Vermoedelijk echter mogen we de resultaten van ons onderzoek naar de fysische rijping ook overbrengen op de omstandigheden in de jonge opslibbingen in de Donau. Het verschil tussen beide associaties aldaar schrijven we dan ook voornamelijk toe aan het onderscheid in stadium van initiale bodemvorming, dus van fysische en chemische rijping zoals die in de hoofdstukken V en VI zijn beschreven. Voor een pedogenetische ontwikkeling in andere zin dan de fysische rijping zijn deze opwassen nog te jong.

We zullen in het volgende onderdeel zien, dat wij de grens tussen de associaties, die in dit geval ook samenvalt met de scheiding tussen de twee door OBERDORFER (1953) onderscheiden onderverbonden: Alnion incanae en Salicion, ook op grond van floristische overeenkomst zo moeten trekken, dat de mate van initiale bodemvorming het verschil in associatie bepaalt. De hoogteligging daar-

entegen bewerkt, althans binnen zekere grenzen, slechts verschillen binnen een associatie.

WENDELBERGER-ZELINKA (1952) baseerde het verschil binnen de associaties en tussen de associaties onderling op dezelfde wijze en vond daarbij dezelfde ecologische correlatie.

De overeenkomst in de algemene aard van de vegetatie tussen twee zover uiteenliggende "Auenwald"gebieden als de Biesbosch en de Oostenrijkse Donau, wordt door deze feiten wel zeer duidelijk gedemonstreerd.

3.3.7 Indeling vloedbosgemeenschappen in het systeem van de Frans-Zwitserse school

Op grond van de hierboven gegeven uiteenzetting rekenen we de griend- en vloedbosgemeenschap met Circea lutetiana en Carex remota (V0) tot het Cariceto remotae-Fraxinetum. Het vormt hiervan een zeer nauw aan het Salicetum albae verwante subassociatie, die van het tot dusverre beschreven "Bacheschenwald" voornamelijk verschilt door het voorkomen van differentiërende soorten: Anthriscus silvestris, Ranunculus auricomus, Heracleum sphondylium, Carex riparia, wellicht ook Rumex obtusifolius ssp.silvester en het ontbreken van de elders vrij constante soorten Lamium galeobdolon, Chrysosplenium oppositifolium en Chr.alternifolium, Lysimachia remorum, Primula elatior en Oxalis acetosella. De in de Biesbosch uiterst vitaal voorkomende Anthriscus silvestris is als naamgevende soort gekozen. Een belangrijk onderscheid met de andere vegetaties, die tot deze associatie behoren, is dat de vloedbossubassociatie, zij het dank zij menselijke invloed, over grote aaneengesloten oppervlakten kan voorkomen. De associatie komt overigens zowel in Nederland als elders in Europa slechts als smalle, de beken begeleidende stroken voor.

De overige vloedbostypen van de zoetwatergetijdendelta rekenen we tot het Salicetum albae Issler (1926) etc.syn.: Saliceto-Populetum Meyer Drees (1936). Hierin onderscheiden we twee subassociaties. De initiale stadia en de laag gelegen komvloedbossen en hun cultuurvormen, waarin van nature Salix purpurea een belangrijke plaats zou innemen, de typen V4, V5 en V6 dus, noemen wij het Salicetum albae alismetosum; door de keuze van de soort Alisma plantago-aquatica is de verwantschap in standplaats met de orde der Phragmitetalia aangegeven. De typen V1, V2 en V3, V3r en V3q worden in het systeem als Salicetum albae cardaminetosum aangeduid. Cardamine amara is een van de meest typische planten voor het getijdenkarakter van de vloedbossen.

De verschillende in de Biesbosch onderscheiden gemeenschappen zijn deels als varianten, deels als subvarianten van deze subassociaties beschreven (X.6).

Het Salicetum albae cardaminetosum is van de overige

subassociaties onderscheiden door Anthriscus silvestris, Heracleum sphondylium, Cardamine amara, Rumex obtusifolius ssp.silvester e.a.

Het Salicetum albae alismetosum is gekenmerkt door Phragmitetaliasoorten als Alisma plantago-aquatica, Apium eu-nodiflorum, Sium erectum, Sium latifolium en Callitriche stagnalis.

De synsystematische plaats van de vloedbosgemeenschappen afzonderlijk als variant of subvariant is in X.6 reeds aangegeven en behoeft hier dus niet nader te worden behandeld. In X.6 is ook reeds een schema gegeven van alle vloedbosgemeenschappen in hun synsystematisch verband. Daarbij is zowel de positie t.o.v. het oude systeem als van de nieuwe indeling van OBERDORFER (1953) aangegeven.

Volgens het oude systeem (MEYER DREES, 1936; TÜXEN, 1937; WESTHOFF c.s., 1946) wordt het Salicetum albae (synoniem: Saliceto-Populetum) gerekend tot het Alnion glutinosae (MALQUIT, 1929; MEYER DREES, 1936)(niet te verwarren met het door OBERDORFER (1953) onderscheiden onderverbond van het Alneto-Ulmion, het Alnion glutinoso-incanae). Het Cariceto remotae-Fraxinetum Koch (1926) behoort volgens het oude systeem (TÜXEN, 1937) tot het Fraxino-Carpinion TÜxen (1936), een verbond van de orde der Fagetalia silvatica Pawlowski (1918), Tx. en D. (1936), dat weer behoort tot de klasse der Querceto-Fagetea, Br.-Bl. et Vl. (1937).*)

Het onderverbond Salicion, onderscheiden door OBERDORFER (1953), neemt duidelijk een tussenpositie in tussen de Alnetea glutinosae Br.-Bl. et Tx. (1943) tot welke het behoort volgens het oude systeem en de Querceto-Fagetea, waartoe het volgens het systeem van OBERDORFER wordt gerekend. Het is arm aan kensoorten van beide hoofdgroepen (klassen). Binnen de Biesbosch zijn de Salicionvegetaties onder meer van de Alnion incanae (OBERDORFER, 1953) vegetaties, onderscheiden door het vrijwel ontbreken van de goede kensoorten van het Alneto-Ulmion. De gehele soortencombinatie, in het bijzonder de constante begeleiders, geeft duidelijk de nauwe verwantschap met het laatstgenoemde verbond aan (zie ook DOING KRAFT, 1955).

3.3.8 Iets over de synsystematiek van wilgenbossen in het algemeen

Bij het onderzoek naar de synsystematische plaats van de bossen uit de wilgengordel langs de rivieren en van de ruigtevegetaties aldaar komen problemen naar voren, die voor de synsystematische in-

*) Zie voor de bovengenoemde eenheden van het "oude" systeem WESTHOFF c.s. (1946).

deling van principieel belang zijn.

In 3.3.2 van dit hoofdstuk is uiteengezet, hoe de vegetatie onder de wilgen ten gevolge van het vele licht, dat door de van nature open en lichte wilgenkronen tot op de bodem doordringt en het vele aanspoelsel naast een onmiskenbare invloed van de wilgen, veel overeenkomst vertoont met zekere, niet door wilgen beschaduwde vegetaties. In de Biesbosch betreft dit o.a. het Valerianeto-Filipenduletum(heraclaetosum)Ra en de gemeenschap van Veronica anagallis en Polygonum hydropiper (Rp), waarvan het eerste overeenkomst vertoont met de ondergroei van het Salicetum albae cardaminetosum, de tweede met de ondergroei van het Salicetum albae alismetosum.

Ook het Salicetum albae phalaridetosum Wendelberger-Zelinka (1952) uit Oostenrijk heeft een nauw bij het Valerianeto-Filipenduletum aansluitende ondergroei. Deze verwantschap van de wilgenbosvegetaties met de hoge ruigtevegetaties blijkt ook als men de soortenlijst van OBERDORFER (1953) van constante begeleiders der "Auenwald"gezelschappen nagaat.

In het overzicht der Europese nitrofiele plantengemeenschappen van TÜXEN (1950) komt men vooral bij de beschrijving van de orde der Convolvuletalia herhaaldelijk als synoniemen van door TÜXEN e.a. beschreven onkruidgemeenschappen, uit wilgennamen samengestelde associatienamen tegen (zie bv. TÜXEN, 1950, p.161, 163 en 164).

Herhaaldelijk worden soorten door de ene auteur als kensoorten voor wilgenbossen opgegeven, die door anderen als kensoorten voor ruderaalgemeenschappen worden beschouwd. Dr. W.Lohmeyer deelde ons in 1954 mondeling mede, dat onder wilgenbossen in Midden-Europa een zeer uiteenlopende ondergroei wordt aangetroffen, volgens hem al naar de aangrenzende vegetaties, vermoedelijk is het beter te zeggen: al naar de standplaats.

De beste kensoorten van de wilgenassociaties zijn de wilgen zelf. Ook MEYER DREES (1936) noemt geen kruiden, waarvan hij met zekerheid kan zeggen dat ze aan het Saliceto-Populetum trouw zijn. Het enige botanische taxon dat naar onze mening, na een vergelijkend onderzoek van alle vegetaties een min of meer redelijke kensoort voor Salicetum albae zou kunnen blijken te zijn, is Rumex obtusifolius subsp.silvester.

Samenvattend kunnen we zeggen, dat er binnen het wilgenbos een geringer verticaal verband bestaat tussen de boom (struik) en kruidlaag dan in de meeste andere bosgezelschappen. Daardoor faalt de orthodoxe Frans-Zwitserse methode van indeling bij deze bossen min of meer.

Dikwijls gaat men bij het systematisch vergelijken van vegetaties uit, òf alleen van ruderaalgezelschappen, òf alleen van bossen. Een auteur, die een samenvattende beschrijving geeft van ruderaalvegetaties, is geneigd de soorten die hij als daarvoor systematisch belangrijk opvat, doch die ook in wilgenbossen optreden, in de bossen als

zogenaamde indringers op te vatten. Het omgekeerde kan het geval zijn bij de bossociologen.

Na het voorgaande moet het echter duidelijk zijn, dat de ruderale soorten en andere planten van open plaatsen binnen de wilgenvloedbossen niet als toevallige indringers, maar als een wezenlijk, het ecologisch, fysiognomisch en structureel karakter van deze bossen bepalend bestanddeel van deze vegetaties beschouwd moeten worden. Zelfs als men wil uitgaan van hypothetische, natuurlijke vegetaties is het aannemelijk, dat oorspronkelijk, vóór de inmenging van de mens, de echte ruderaalplanten voor een deel in deze lichte bossen thuis hoorden en zich van daaruit op de door de mens veroorzaakte open plaatsen hebben gevestigd.

Het zal dus vermoedelijk niet mogelijk zijn het orthodoxe begrip kensoort in de wilgenbossen goed toe te passen. Neemt men de kensoorten uit de kruidenvegetatie, dan zal men in vele gevallen vele ruigten tot dezelfde associatie moeten rekenen. Neemt men hen echter uit de wilgenetage, dan zullen binnen het verticale verband van de vegetatie optimaal groeiende soorten uit de ruigtevegetaties worden opgenomen in de wilgenassociatie en daarmee hun systematische betekenis voor de ruigtevegetaties verliezen.

Een indeling in éénlagige gezelschappen zou een oplossing zijn, in welke dan verder volgens het trouwprincipe onderscheidingen gemaakt zouden kunnen worden. Daarmee wordt dan een intermediaire weg bewandeld tussen de Skandinavische en Frans-Zwitserse methode van indeling. TÜXEN (1950, blz.161 - 164) gaat in feite deze weg, zonder dit echter te erkennen, want hij noemt alle goede, volledige opnamen van wilgenbossen (dus inclusief ruigteplanten) onzuiver.
Men krijgt de indruk, dat slechts de fragmentarisch gestoorde wilgenstruwelen, waar ten gevolge van het fragmentarisch karakter of toevallige extreme beschaduwing bijvoorbeeld door slingerplanten (*Calystegia*), weinig kruiden opslaan en waarbij deze lianen als behorend tot een "Schleiergesellschaft" (zie hieronder) uit de opnamen zijn weggelaten, goede voorbeelden voor zijn *Salicetum*associaties zijn.

Onzes inziens is nu de scheiding bos/niet-bos (grasland, ruigte, etc.) zo belangrijk, dat wij daaraan niet door een streng doorgevoerde, floristische indeling mogen gaan tornen. Deze zo natuurlijke scheiding tussen vegetaties moet gehandhaafd blijven ook als een, per slot van rekening meer kunstmatige, zuiver floristische scheiding in uitzonderingsgevallen in andere richting zou wijzen.

In de praktijk wordt een dergelijke indeling ook sinds lang toegepast. Zo gelden soorten als *Lycopus europaeus* en *Solanum dulcamara*, die men in alle hogere *Scirpeto-Phragmitum*-vegetaties (*Stachys*rijke variant) ook buiten het getijdengebied optimaal aantreft, als kensoort voor een bosverbond: het *Alnetum glutinosae*. In andere gevallen zijn bepaalde, vroeg bloeiende planten, die als typische bossoorten worden beschouwd, zeker niet aan het bosmilieu gebonden, maar slechts aan een, de concurrenten van

deze plant korthoudende vegetatie. Dit geldt bijvoorbeeld voor *Ficaria ranunculoides*.

In de meeste gevallen gaat de scheiding tussen bos en niet-bos met vrij goede floristische kenmerken gepaard. Het is echter aanbevelenswaard in die gevallen, waar dit niet duidelijk is, toch in de systematiek de scheiding bos/niet-bos voor te laten gaan.

Het als indringers beschouwen van bepaalde, tot de natuurlijke soortencombinatie behorende soorten en het daarom weglaten van de opnamen waarin deze soorten voorkomen bij de statistische (tabellarische) behandeling, is verkrachting van de basisgegevens en moet daarom als onwetenschappelijk worden verworpen. Het is dan echter nodig om een begrip "kensoort binnen de bos- respectievelijk ruigteformatie" (de term is in overleg met Dr.V.Westhoff en Ir.H.Doing Kraft vastgesteld) in te voeren, wanneer men het niet voldoende acht om van differentiërende soorten binnen de bos- respectievelijk de ruigtevegetaties te spreken (in hst. X is dit toegepast).

Door TÜXEN is een bijdrage geleverd tot de synsystematiek door het onderscheiden van de in het voorgaande reeds aangeduide "Schleiergesellschaften". Een gevaar bij het maken van opnamen in dit soort vegetaties is, dat het al of niet opnemen van bepaalde soorten vrij subjectief wordt beinvloed, omdat men niet exact vaste proefplekken kan afbakenen. Voor de wilgenbossen heeft genoemde auteur "sluierassociaties" uit de zogenaamde *Convolvuletalia sepii*-orde onderscheiden (TÜXEN, 1950). Deze laatste sluiergemeenschappen hebben echter naar onze mening geen recht van bestaan, daar bijvoorbeeld slingerplanten als *Calystegia sepium*, die daarvoor kenmerkend worden beschouwd, een wezenlijk aandeel hebben in de natuurlijke, homogene soortencombinatie binnen de lichte nitrofiele bossen zelf. Licht men deze planten uit het verband van het bos, zoals TÜXEN (1950) doet o.a. op blz.163, dan ontneemt men belangrijke bouwstenen aan de structuur van de gemeenschap. Met andere woorden: zeker de lichte wilgenbossen verdragen geen onderscheid tussen bos- en sluiergemeenschappen.

XIV DE CULTURES IN DE BIESBOSCH EN DE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN DAARBIJ VAN DE RESULTATEN VAN HET BODEM- EN VEGETATIE-ONDERZOEK

1. INLEIDING

Het is niet de taak van een onderzoek als dit, tevens een handleiding te zijn voor de toepassing van de resultaten. Aan hen, die met de produktie van gewassen of cultuurtechnisch, hetzij direct of met het oogmerk van voorlichting, werkzaam zijn, moet de beoordeling van de toepassing van de verkregen kennis in de praktijk worden overgelaten. In dit hoofdstuk zal dan ook slechts, voor zover dat niet reeds op andere plaatsen in dit werk is geschied, nadere toelichting worden gegeven en enkele suggesties worden gedaan aangaande de wijze waarop de resultaten van onze onderzoekingen ook voor de praktijk nuttig gemaakt zouden kunnen worden. Dit zal gedaan worden aan de hand van een korte beschrijving van in de Biesbosch uitgeoefende wijzen van plantenteelt.

Zoals in het algemeen geldt voor dergelijk onderzoek blijken de resultaten grotendeels in overeenstemming te zijn met de ervaring en de werkmethoden van de goede boeren, griend-, riet- en biezentelers. Een onderzoek als dit geeft echter van de meestal onbestemde ervaring een verklaring en een wat exactere wetenschappelijke basis, waarop verder gebouwd kan worden tot verfijning en verbetering der methoden.

Er kunnen vier soorten cultures onderscheiden worden in volgorde van intensiteit:

a. de biezenteelt
b. de rietteelt
c. de griend- en houtteelt
d. de akker- en weidebouw.

2. DE BIEZENTEELT

De teelt van biezen is in de Biesbosch tegenwoordig niet meer van groot belang. Deze cultuur is betrekkelijk weinig intensief en bestaat in hoofdzaak uit het oogsten van een natuurlijke begroeiing. Dit dient dan op een zodanige wijze te worden gedaan, dat geen roofbouw wordt gepleegd. Met andere woorden: het gewas moet gelegenheid krijgen tot reproduktie.

De praktijk leert dat het hiervoor nodig is, niet meer dan eens in de twee jaar te snijden. Daar het gewas zijn waarde verliest als het in het veld afsterft, moet de oogst in het volle vegetatieseizoen midden in de zomer geschieden. Dit is de oorzaak, dat elk jaar snijden te veel vergt van het reproduktievermogen.

Een voordeel van de oogst in het volle groeiseizoen is, dat eventueel biezenbegeleidende planten ook midden in hun ontwikkeling worden gestoord. De praktijk wijst uit, dat deze planten door deze

ingreep verminderen in concurrentiekracht ten gunste van het biezengewas. Men zegt dan ook:"door snijden wordt het biezengors schoon". In tegenstelling tot de rietteelt werkt het snijden hier dus direct de concurrenten tegen. Op lage, nog onbegroeide platen worden wel biezen uitgepoot, vaak ook ten behoeve van landaanwinning.

Een voor de cultuur belangrijke bies is de zogenaamde zoete of mattenbies (Scirpus lacustris en overgangen naar Scirpus tabernaemontani). De zeer forse zogenaamde basterdbies, welke alle belangrijke S.tabernaemontani kenmerken vertoont, wordt gebruikt in de kuiperij.

Het vegetatietype Rdf, dat in de Biesbosch op omstreeks 40 cm +NAP voorkomt, moet als de optimale groeiplaats voor mattenbies worden beschouwd. De basterdbies komt in de Biesbosch in pollen voor in de initiaalbegroeiing op beschutte, modderige plaatsen omstreeks NAP gelegen (ca. 130 cm -MHW).

Ook op de tot de ruigtetypen Rd en Rf behorende vegetatietypen worden wel biezen gesneden. In de slappe modder is dit moeilijk en bovendien is het rendement van de cultuur meestal te gering om door begreppeling de kommen beter geschikt te maken voor een optimale biezengroei.

De voor landaanwinning zeer geschikte heen (Scirpus maritimus) heeft geen economische waarde, evenmin als Scirpus triqueter (X.3).

3. DE RIETTEELT

3.1 Algemeen

In tegenstelling tot de teelt van biezen is de rietcultuur nog van grote betekenis voor de Biesbosch. Niet alleen worden er hoge netto-opbrengsten verkregen op de goede rietgorzen, welke van de orde van grootte zijn van die van akker- en weidebouw, ook sociaal-economisch is de rietcultuur van belang. Het riet wordt immers in de winter geoogst, wanneer de landarbeiders bij de boeren geen werk meer vinden. Ook het onderhoudwerk op de gorzen, het zogenaamde modderen (greppelen), geschiedt in het winterhalfjaar. Wanneer de bietenoogst wat laat uitvalt, kunnen er wel eens moeilijkheden op de arbeidsmarkt ontstaan.

Een sociaal voordeel van de rietteelt ten opzichte van de griendteelt is bovendien, dat een groot deel van het werk door ongeschoolde arbeiders gedaan kan worden.

De cultuurwerkzaamheden bestaan naast het met de hand oogsten, uit het onderhoud van de gorzen door middel van begreppeling. In de hoofdstukken IV en V werd de zin hiervan uitvoerig toegelicht, zodat op deze plaats daarop niet verder behoeft te worden ingegaan. Verder eist het vervoeren, schoonmaken en sorteren van het riet, hetgeen in de zomer door vaste en geschoolde arbeiders geschiedt, nog betrekkelijk veel werk.

Daar het gewas pas wordt geoogst als het bovengronds geheel is afgestorven, ondervindt de plant niet de minste schade van deze in-

greep, integendeel. In de hoofdstukken V en XI werd uitvoerig toegelicht hoe door het wegnemen van de bovengrondse organische massa de bodemtoestand voor het riet juist gunstiger wordt dan bij de natuurlijke toestand het geval is. Ook de groei van de jonge spruiten in het voorjaar ondervindt voordeel van het wegnemen van het overjarige riet (fig.146). Evenals bij de biezenteelt geldt dus ook hier, maar nu door indirecte oorzaken, dat op tijd oogsten het gewas begunstigt. De praktijk is dan ook, dat indien, om welke oorzaken dan ook, de rietoogst niet rendabel is, men toch zal trachten door afbranden of anderszins het afgestorven overjarige riet te verwijderen.

3.2 De betekenis van de vegetatie-eenheden

De in deze studie geanalyseerde wisselwerking tussen de groei van het riet, de bodem en de begeleidende vegetatie geeft enig inzicht in de groeivoorwaarden van dit gewas.

In de eerste plaats is het van belang vast te stellen dat het belangrijkste sortiment, dat men in de Biesbosch oogst en waarop de teelt is gericht, "matriet" is. De genotypische en fenotypische eigenschappen van het Biesboschriet leiden hiertoe. Het matriet is des te beter van kwaliteit naarmate het forser en harder is. Dit zijn eigenschappen die het meest vitaal groeiende riet vertoont. Op de voor het riet als plant en als vegetatie optimale groeiplaats is dus de economische waarde optimaal. Voor het sortiment dekriet geldt dit in de Biesbosch niet; in de Biesbosch groeit riet, dat min of meer voor dekriet geschikt is, slechts op plaatsen die voor optimale ontwikkeling ongunstig zijn, zoals bijvoorbeeld rietgorstype G1. Voor het hoofdprodukt, het matriet, is het aangeven van het biologische optimum identiek met het aangeven van de economisch meest gunstige groeiplaats. Het spreekt vanzelf dat op deze groeiplaatsen het riet ook het meest resistent is tegen ziekten. De optimale groei van het rietgewas, voor zover deze afhankelijk is van overspoelingsinvloeden, treedt op omstreeks 70 cm -MHW, dat is in de Biesbosch omstreeks 60 cm +NAP. Het gebied, waar het riet een redelijke vitaliteit kan ontwikkelen, ligt ongeveer tussen 90 tot 20 cm -MHW, dat is in de Biesbosch dus van ca. 40 tot ca. 110 cm +NAP. Wellicht ten overvloede zij nog opgemerkt, dat deze cijfers niet zonder meer overgebracht mogen worden op gebieden met belangrijk afwijkende getijcurven.

Wat het wortelmilieu betreft, blijkt het riet de grootste concurrentiekracht te ontwikkelen op een enigszins geoxydeerde bodem, die kenbaar is aan het voorkomen van enige ijzerroestvlekjes tot ongeveer 20 cm diepte onder maaiveld.

De ervaren rietteler ziet aan de groei van zijn gewas of alle omstandigheden gunstig zijn; is er iets niet in orde, dan kan hij trachten uit te zoeken waar de schoen wringt. Dit laatste is vaak niet aan het gewas te zien. De resultaten van het vegetatie-onderzoek kunnen hierbij nu belangrijke diensten bewijzen.

De rietteler weet uit ervaring dat "rugt" of ruigte in het gors een slecht teken is. De vegetatiestudie leert, dat elk type van ondergroei op een bepaalde milieutoestand wijst. Elk onkruidtype heeft een bepaalde, goed definieerbare oorzaak. Zo duidt een dichte ondergroei van dotterbloemen erop, dat de begreppeling nodig moet worden nagekeken. Veel beemdgras en speenkruid wijzen erop, dat de overspoelingsinvloed te gering begint te worden. Soms ziet men, dat ook op deze laatste plaatsen getracht wordt "het vuil weg te krijgen" door begreppeling. Dit kan echter niet anders dan negatieve resultaten opleveren. Genoemde vegetatie wijst immers juist op een te geringe overspoelingsinvloed. Begreppeling doet de invloed van het water nog minder worden en maakt de akkers nog hoger.

Het optreden van dit Poa-Ficariatype doet juist zien dat het gedaan is met de rietteelt, buiten de schuld van de rietbaas om. Het natuurlijke eindstadium is bereikt, de griendcultuur kan beginnen. Type G3, het Caltharijke Poa-Ficariatype kan nog uitstekend riet geven, type G2 is echter reeds duidelijk minder, terwijl type G2h en G1 ongeschikt zijn voor een goede teelt.

Daar deze laatste typen vaak als smalle oeverwallen langs nog goede rietvelden liggen, zijn ze uitnemend geschikt voor het planten van houtsingels, die het gors kunnen beschutten tegen mechanische invloeden en veek. De relatief diep-doorluchte bodem en de hoogte zijn daar optimaal voor wilgen.

Het voorkomen van de gemeenschap riet en moerasvergeetmijniet (G4) zegt de rietbaas, dat er iets loos is met zijn gors, maar dat het niet in de eerste plaats aan bodem en water ligt. De bodem immers behoeft niet minder goed te zijn dan van andere goed groeiende gorzen, de begreppeling kan dus in orde zijn. Ook is het gors nog niet "versleten" zoals dat heet, want de overspoelingsinvloed behoeft niet geringer te zijn dan die op andere goede gorzen.

De reden is een beschadiging van het riet, die buiten de bodem en overspoeling omgaat. Dikwijls is dit een wortelziekte in het gewas, vaak ook het uitblijven van snijden in de winter of het inspoelen van veel veek, door welke beide oorzaken het in het voorjaar opschietende riet wordt gehinderd in de groei. Ook spreeuwen kunnen soortgelijke schade aanbrengen wanneer in de herfst vele miljoenen van deze dieren in de avondschemering op luttele aren rietgors neerstrijken en de halmen doen knakken. Het is een fascinerend gezicht, wanneer men tegen de avond van alle zijden de zwermen recht op hun doel ziet aankomen en met een machtig ruisen van vele duizenden vlerken het riet ziet invallen. De rietbaas zijn ze echter, terecht, minder welkom. Het riet is naderhand waardeloos en wordt vaak niet eens gesneden, met gevolgen zoals die hier boven zijn geschetst.

Treden ten slotte hoge ruigteplanten als moeraskruiskruid, duilstokken en dergelijke op, dan kan de rietteler er zeker van zijn, dat zijn gors in een verregaande staat van verwaarlozing verkeert. De bodem is dan meestal sterk "rot", want slechts op een volkomen an-

aeroob substraat kunnen dergelijke ruigteplanten tegen het riet op. Meestal is de oorzaak van deze verwaarlozing een ziekte in het riet waarvan het voorspel zich heeft afgetekend in het optreden van de vergeetmijnietvegetatie (type G4 en G4r).

De afval van het niet-gesneden riet verhoogt dan namelijk sterk het organische stofgehalte van de bodem. De in deze onrendabele gorzen reeds verwaarloosde greppels vloeien gemakkelijker dicht; alles werkt tezamen om de "terugslag" van het rietgors naar de natuurlijke komruigtevegetatie, waar zoals reeds werd medegedeeld, het riet van nature slechts een geringe rol speelt, te vervolmaken (X.5.5).

Het is niet gemakkelijk dergelijke "terugslagen" weer in cultuur te brengen. In de eerste plaats is het verzwakte riet een goede voedingsbodem voor allerlei ziekten (roest, wortelziekten, bladwespen etc.) die vanuit deze haarden het gezonde riet in de omgeving kunnen infecteren. Verder is de bodem vaak zo "rot", dat de remedie tegen te grote bodemreductie, bijvoorbeeld begreppeling, met grote moeite gepaard gaat omdat de greppels in de slappe "modder" steeds weer dichtvloeien. Toch is het enige redmiddel greppelen en vooral regelmatig snijden.

Resumerend kan worden gezegd, dat over het algemeen de typen G5 en G5q en het grootste deel van G6 de beste groeiplaatsen voor riet vormen. Het type G5 is het meest voorkomende type waarop het riet goede opbrengsten levert. Op type G5r is de groei dikwijls minder. Type G3 geeft de eerste aanwijzing, dat het gors "versleten" raakt, type G2 draagt duidelijk minderwaardig riet en type G1 kan nauwelijks wat fijn, armzalig gewas opbrengen. Type G4 en G4r zijn de eerste aanwijzingen, dat het rietgors "terug gaat slaan" naar de ruigtevegetaties.*)

3.3 Onkruidbestrijding

De aanwezigheid van andere planten tussen het riet is een gevolg van een combinatie van twee groepen van factoren: bepaalde bodemkundige of hydrologische factoren en vermindering van de vitaliteit van het riet. Uit al het voorgaande (X.5, XI.7 en XIII.3.2.6) kan blijken, dat het niet de andere planten zijn die het riet benadelen, maar dat het riet door een slechte groei de andere planten toestaat te groeien. Welke andere plant immers zou het optimaal groeiende Biesboschmatriet kunnen weerstaan (fig. 147).

Het voorkomen van andere planten is dus een *symptoom* van slechte rietgroei, geen *oorzaak*. Nu eens kan de oorzaak in de overspoelingsfrequentie, dan weer in de bodem, in het riet zelf, of

*) Zie aanhangsel op blz. 353a/b.

anderszins gelegen zijn. Bestrijding van onkruiden met chemische middelen heeft voor de matrietteelt in de Biesbosch dan ook niet de minste zin, want hierdoor wordt de oorzaak van een slechte rietgroei niet weggenomen. Slechts wegnemen van de werkelijke oorzaken, zo dit mogelijk is, bijvoorbeeld door begreppeling, ziektebestrijding en dergelijke, kan verbetering brengen.

In andere gebieden, waar het geteelde assortiment niet de biologisch optimale vorm is van het riet, kan vermindering van concurrentie door andere planten met behulp van chemische middelen van betekenis zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval in het brakke gebied, waar nog rietvelden voorkomen boven gemiddeld hoogwater (dat is buiten het actuele en potentiële optimum van het riet in dat gebied). De fraaie heemst (Althaea officinalis) en andere kunnen daar het reeds sterk in vitaliteit afgenomen riet flink beconcurreren. Het sortiment is daar hoofdzakelijk dekriet; dáár nu, schijnt het de moeite te lonen met chemische middelen het gewas te helpen (TUINZING, 1951). Soortgelijke omstandigheden kunnen ook in andere dekrietgebieden (veenplassen e.d.) voorkomen. Voor matriet echter kan men de spreuk lanceren: Als riet zonder chemische onkruidbestrijding niet groeien kan, is en wordt het nooit matriet.

3.4 Vormen van het riet

In het voorgaande werd reeds gesproken over het riet, alsof al het Biesboschriet volkomen gelijk zou zijn. In werkelijkheid echter blijkt uit alles, dat er van plaats tot plaats verschillen in het riet bestaan, die niet aan ecologische omstandigheden kunnen worden geweten.

Dit blijkt in de eerste plaats reeds duidelijk uit de twisten die bekend zijn uit de tijd toen de "sterke arm" zich slechts weinig in de Biesbosch waagde en de rietbazen bij elkaar op de beste plaatsen rietwortels stalen om deze op de eigen nieuw in te telen gorzen uit te planten. Blijkbaar was er genotypisch verschil tussen het eigen riet en dat van de buren; waarom anders bij nacht en ontij een schot hagel van buurman geriskeerd?

In het voorjaar ziet men ook duidelijk een verschil in ontwikkelingssnelheid. De grote spreiding van de punten in figuur 137 duidt ook op aanzienlijke variatie van eigenschappen. Duidelijk blijkt overigens bij deze laatste cijfers dat de punten van dicht bij elkaar liggende opnamen duidelijker verband vertonen met de gemeten ecologische waarden zonder grote spreiding.

Bij dit alles moet men in het oog houden, dat het normaal is, dat verschillende individuen van een bepaalde soort in eigenschappen verschillen. *Welnu, hoe groot is één rietindividu?* Het is zeker, dat bij een plant als Phragmites, die tot zulke enorme vegetatieve uitbreiding via wortelstokken in staat is, individuen kunnen voorkomen, die vele aren aan oppervlakte kunnen beslaan.

ANTIPA (1917) beschrijft uit de Donaudelta de grootte van dergelijke Phragmitesindividuen op drijvende rieteilanden. Het verschil

in grootte van de spruiten van aangrenzende rietvegetaties wijt zij aan veroudering van individuen, die daarbij minder vitaal zouden worden om ten slotte te sterven.

Volgens BAKKER (mond. meded.) staat het vast dat het fijne riet uit de veenplassen van de Kop van Overijssel tot een ander genotype behoort dan het matriet uit het mondingsgebied van de IJssel. Het verschil tussen dek- en matriet mag dus zeker niet geheel op ecologische omstandigheden worden teruggebracht. Hieruit volgt tevens dat het niet uitgesloten is, dat er ook dekriet kan voorkomen in het biologisch optimum van een bepaalde fijne rietvariëteit of ras.

Het riet in de Biesbosch vertoont nu over het algemeen de eigenschappen van het zogenaamde Phragmites communis f.latifolia. Het is aan de systematici om uit te maken, in hoeverre de niet-ecologisch bepaalde verschillen tussen het riet in en buiten de Biesbosch als normale verschillen tussen individuen opgevat moeten worden dan wel of deze wijzen op het voorkomen van verschillende rassen, variëteiten of wat ook.

Voor die tijd zal de keuze van een op een bepaalde plaats aan te planten rietgewas nog zuiver empirisch moeten geschieden. Door bijvoorbeeld plantenmateriaal te halen van de plaatsen met een soortgelijk milieu, waar een goed gewas blijkt uit te groeien, waarbij in onze meer geciviliseerde tijden de eigenaar uiteraard van te voren toestemming gevraagd dient te worden.

4. DE GRIEND- EN HOUTTEELT

4.1 Algemeen

De griendteelt is reeds zeer oud; eerder werd reeds gezegd, dat er reeds vroeg van een geregelde cultuur sprake was. Het zoetwatergetijdengebied is kort na het ontstaan van de Biesbosch het middelpunt geworden van de griendcultuur (fig. 148), in het bijzonder van de teelt van de hakgrienden.

Het getijdenmilieu bleek de biotoop bij uitstek voor het telen van relatief zware sortimenten, zoals die voor ruwe hoepels, welke een belangrijke rol vervulden bij de Nederlandse haringindustrie. Daarnaast leverden de zeer weelderig begroeide getijdengrienden veel rijshout en andere voor waterstaatswerken benodigde sortimenten, waarmee de Hollanders naast God en de rivieren, Holland hebben geschapen.

Zo ontstond op de plaats, waar eens het hart lag van Hollands oudste waterschap, een materiaaldepot en tevens een leerschool voor de bouwers van de dijken. Want naast de produktie van materiaal biedt de griendteelt ideale opleidingsmogelijkheden voor dijkwerkers. In de getijdengrienden leert men van jongsaf de omgang met het vette slik en het steeds wisselende water. Het aanleggen en onderhouden van de griendkaden, het zinken van de dammen is een voorspel, een oefening voor de bouw van de grote zeeweringen; de omgang met het hout in zijn oneindige verscheidenheid wordt hier van vader

op zoon geleerd. Daarnaast is de griendteelt een arbeidsintensief bedrijf, dat evenals de rietcultuur juist in de winter veel arbeid vraagt. In tegenstelling tot deze laatste kan het werk echter slechts door goed geschoolde, van vader op zoon opgeleide arbeiders worden verricht. In de door de natuur bepaalde successie volgend op de rietteelt, vertegenwoordigt de griend weer een intensiever wijze van benutting der natuurlijke hulpbronnen. Niet alleen wordt de bodem intensiever bewerkt, ook wordt om het ecologische hiaat tussen optimale riet- en griendcultuur te overbruggen, vaak ingegrepen in de hydrologische beinvloeding van het milieu door het aanleggen van kaden. In de hoofdstukken III en V zijn deze cultuurmaatregelen en hun doel en uitwerking uitvoerig beschreven.

Zoals gezegd is de Biesbosch het land van de hakgrienden. Dit houdt in, dat het gewas elke drie tot vijf jaar meestal om de vier jaar wordt geoogst. Het hoofdprodukt is steeds hoephout geweest, dat door talrijke hoepmakerijen in de omgeving werd verwerkt tot hoepels voor vaten. Helaas is dit artikel de laatste decenniën van steeds minder belang geworden; ijzeren hoepels hebben de houten, mede door uitblijven van mechanisatie bij de verwerking van deze laatste, van de markt verdrongen. Andere produkten moeten nu het hoephout vervangen. Schopstelen en het vroegere afvalprodukt, het rijshout en andere sortimenten benodigd voor waterstaatswerken, houden nu de griendcultuur, zij het schommelend om een bestaansminimum, op de been.

Dit bijna noodlijdende karakter van deze oude, zo met de natuur verbonden en tevens toch zo uiterst intensieve, door haar breedheid, de gehele persoon opeisende cultuur, valt te betreuren. Wellicht is er via mechanisatie in de hoepmakerij of op andere wijze nog eens een opleving te verwachten. Misschien ook zal, vooral als de waterstaatkundigen andere, goedkopere hulpmiddelen dan griendhout kunnen vinden voor de waterwerken, de griendcultuur tot nog geringere omvang inkrimpen.*)

4.2 De betekenis der vegetatie-eenheden

Het vegetatie- en bodemkundig onderzoek heeft ook resultaten opgeleverd, die voor de griendcultuur van belang zijn. De ervaring in het veld wijst uit, dat het in het bijzonder de typen V3q, V3r, V3 en V2 zijn waar goed groeiende grienden worden aangetroffen. Ook op type V4 vindt men soms nog wel goed hout. Type V5 is echter steeds voor de normale griendgewassen ongunstig. Slechts de bitterwilg (*Salix purpurea*) en de duitsendot (*Salix dasyclados*) vermogen hier nog redelijk goede opbrengsten te leveren. De eerste vindt men, in tegenstelling tot de laatste, nooit meer in

*) Zie aanhangsel op blz. 353a/b.

cultuur. De laag liggende bittergriendjes die er nog zijn, zijn alle sterk verwaarloosd en plaatselijk zelfs overgegaan in type V6, dat niet meer tot de cultuurgrienden kan worden gerekend.

Het voordeel van de bitter- en duitsendotgrienden is, dat men zonder bekading het voor riet ongeschikt geworden, nog niet tot hoogwater opgeslibde gors weer rendabel kan maken. Met andere woorden: tussen de teelt van deze soorten en het riet is geen of bijna geen ecologisch hiaat (X.5 en 6 en XI.7). De ervaring van griendtelers is echter, dat de struiken van op dergelijke plaatsen aangeplante duitsendot na een betrekkelijk kort aantal jaren (ca. 10 of minder) reeds verrotten.

Het zeer buigzame, saparme, maar gauw verwilderende en warrig wordende hout van de bitterwilg vindt geen afzet meer, omdat er betere sortimenten en kunstprodukten voor in de plaats zijn gekomen. De laatste tijd worden kruisingen met andere soorten (Salix viminalis) aangeplant. Een kruising met Salix viminalis schijnt zowel sterke overspoeling als iets brak milieu te tolereren. De overige wilgen: rood, katgrauw, grauw"soorten" en schietwilg"soorten", respectievelijk Salix alba, Salix viminalis, Salix triandra, Salix fragilis en bastaarden voelen zich beter thuis op hoger niveau. In de typen V3, V3q en V3r leert de ervaring, dat daar de stobben ca. 25 jaar vitaal blijven alvorens ze rotten of uitgeput raken.

In het Circaea- en het Scrophulariatype (V0 en V1) treft men nog wel goede grienden aan. Griendtelers melden echter, dat juist op tot het Circaeatype behorende gedeelten van de grienden de wilgen maar matig of slecht groeien en soms alleen kanada's (Populus hybridus) er vooruit willen. Vrijwel steeds gaat het Circaeatype gepaard met een dun kleidek (zie kaarten). Het is niet met zekerheid te zeggen, of het nu het dunne kleidek dan wel het hoge rijpingsstadium is, dat de slechte groei van het wilgenhout veroorzaakt. Griendtelers zijn geneigd het eerste als oorzaak te nemen. Wij menen dat mede het hoge rijpingsstadium de oorzaak is, op grond van de overweging dat van nature de wilg in het Fraxinetum duidelijk van zijn optimum afraakt.

Over een voorkeur van de meeste wilgensoorten tot bepaalde vegetatietypen kan zonder nader onderzoek niet veel meer worden gezegd. Een onderzoek naar de groei van hakwilgenhout is niet eenvoudig. Nog moeilijker wordt het, wanneer men de opbrengst van hak- en snijgrienden wil gaan meten. Allerlei factoren spelen daarbij een rol. Niet alleen de markt met zijn wisselende vraag naar bepaalde sortimenten, maar ook de behandeling van de griend tijdens de groei, alsook de weersgesteldheid gedurende de groei van het lot in het eerste jaar na de kap en het optreden van insectenplagen of hagelschade in bepaalde perioden. Dit alles kan van doorslaggevend belang zijn voor de kwaliteit van het hout.

Een onderzoek naar de groeikracht, waarbij men de invloed van de onberekenbare markt uitschakelt, is dus al zeer gecompliceerd.

Wij hebben er, hoewel node, van afgezien een onderzoek in deze richting te doen, daar de tijd ertoe ons heeft ontbroken. Een dergelijk onderzoek zal, wanneer men steeds verschillende typen ter vergelijking zoekt binnen een tot één beheerseenheid behorend gelijk behandeld complex, zeker resultaat kunnen opleveren. De algemeen uitgevoerde bekading duidt erop, dat de griendtelers de typen die door bekading ontstonden, namelijk de typen V3, V3q, V3r en hoger, prefereren. Uit hetgeen in hoofdstuk XI over het ontstaan van het type V7 is gezegd, kan worden opgemaakt, dat de wilgen in staat zijn zich enige tijd in wat ongunstiger (gereduceerder) milieu te handhaven, terwijl de ondergroei reeds duidelijk reageert op de milieuverandering. Dit kan de oorzaak zijn, dat men in de (naar type 4 terugslaande) grienden nog zeer goed groeiende wilgen aantreft. Het is echter waarschijnlijk dat op den duur ook daar de groeikracht zal afnemen. Uit de hoofdstukken X en XI blijkt ten slotte de indicatorwaarde van de verschillende griendgezelschappen. Zo wijst het voorkomen van het type V3r vaak op een te gering debiet van de duikers. Type V3q laat zien dat de kaden niet hoog genoeg zijn of bij open grienden, dat nog maar nauwelijks de optimale hoogte is bereikt, enz. (XI.7.1.2).

4.3 De teelt van opgaand hout

Zoals reeds werd opgemerkt, is ten gevolge van het wegvallen van de markt voor het hoephout, de griendcultuur minder rendabel geworden. Het onderhoud van de grienden is daardoor niet meer wat het vroeger was. Door het voorkomen van grote oppervlakten van de lagere terugslagtypen blijkt dit ook duidelijk uit de vegetatiekaart (bijlage 2).

De in het algemeen hoge opbrengsten van populierenstamhout heeft nu een enkele griendteler er toe gebracht te experimenteren met de teelt van populieren in het buitendijks gebied van de Biesbosch (fig. 149). Ook wijzelf hebben pogingen gedaan, aanplant van populieren te stimuleren.

Op de Beversluisplaat, gelegen in de Zuid-Hollandse Biesbosch, werd reeds door de heer van Noordennen in samenwerking met Ir. Tuinzing, Rijkslandbouwconsulent voor de Riet- en Griendteelt, op een "versieten" rietgors een populierenproefveld aangelegd (fig. 150).

Daar groeimetingen aan opgaande bomen veel gemakkelijker zijn dan aan hakhout, was hierdoor tevens een welkome gelegenheid aanwezig om de reactie op het milieu, geïndiceerd door verschillende vegetatietypen aan een cultuurgewas, in dit geval populieren, te meten. Het bleek, dat zich in de vier jaar van het bestaan onder de populieren en de eronder aangeplante dichte ondergroei van wilgen een volledige griendvegetatie heeft ingesteld. De typen V2, V3 en V3q komen in het proefveld voor.

De volgende populieren werden in maart 1950 uitgepoot, deels als onbewortelde poten, deels als bewortelde heesters van een stamomvang op borsthoogte, van 8 à 10 cm: Populus robusta, Popu-

lus serotina, Populus serotina erecta, Populus gelrica. Als ondergroei werden Salix viminalis en purpurea aangeplant. De bomen zijn deels in verband van 7 x 7 meter, deels 3.5 x 3.5 meter geplaatst. In figuur 151 is de ligging van het proefveld aangegeven met de verdeling van de verschillende populierensoorten, benevens de plaats van elke boom.

Wij hebben eerst een vegetatiekartering uitgevoerd op deze proefvlakte en daarna de dikte van alle bomen gemeten. De resultaten zijn gegeven in tabel W (zie Engelse samenvatting) en in figuur 151 zijn de boomdikten grafisch per boom weergegeven. Er blijkt een zeer duidelijke correlatie met de vegetatietypen te bestaan. In het type V3 zijn vele bomen dood, terwijl in het type V2 de bomen een zeer goede groei te zien geven. De proef loopt evenwel te kort om daaruit reeds belangrijke conclusies te kunnen trekken.

Door dezelfde beheerder-eigenaar zijn echter elders reeds eerder in verschillende griendtypen populieren van plaatselijke herkomst aangeplant. Ook deze vertonen, voor zover ze in de hogere delen van type V3 en in type V2 staan, een sterke groei, waarbij echter wel de lage vormgetallen opvallen. Een algemeen ongerief, dat ook in het proefveld opvalt, is dat de bomen gemakkelijk omwaaien. De bodem blijkt te slap om een opgaande boom bij sterke wind te kunnen houden.

Na hetgeen bekend geworden is uit het rijpingsonderzoek over de consistentie van de bodem in de Cardamineto-Salicetum grienden (type V2 en V3) behoeft dit omwaaien van deze vlokwortelende bomen geen verwondering te wekken. Toevallig zijn nooit binnen een uitgesproken Circaeatype opgaande populieren geplant.

In hoofdstuk V werd echter uiteengezet, dat de bodem van deze meest gerijpte buitendijkse groeiplaats weinig minder vast is dan die van de meeste binnendijkse gronden. Op binnendijkse gronden vermogen populieren te groeien zonder dat ze omwaaien, zeker als men ze in bosverband plant. In het Fraxinetum gezelschap zal dus hetzelfde gelden. Gezien de nog regelmatig (dank zij de overspoeling) optredende verrijking van de bodem met verse mineralen en de bewegelijke grondwaterstand die voor een constante luchtbeweging in de bodem zorgt, kan men op deze groeiplaatsen een hoge houtproduktie verwachten, die de groei op binnendijkse gronden wellicht zal overtreffen. De grote vitaliteit van de talrijk op dergelijke gronden aangeplante knotpopulieren wijst ook in deze richting. De opbrengsten aan populierenhout zijn zodanig, dat zelfs het in stand houden van eventuele kaden zeker rendabel zal zijn. Op de nog minder stijve, maar reeds voldoende hoog liggende bodem (Heracleumtype) zal een schutrand van opgaande wilgen aan de windzijde stormschade kunnen voorkomen. Een intensieve begroeiing van opgaand hout met een ondergroei van wilgen zal het fysisch rijpingsproces van de bodem versnellen en het Heracleumtype (V2) zonder dat de bodem hoger behoeft te worden ten opzichte van de tijcurve, over doen gaan naar het Circaeatype. Het behoeft geen nader betoog, dat inten-

sieve begreppeling daarbij van veel betekenis is.

Onzes inziens is de teelt van opgaand populierenhout voor griendtelers met voldoende kapitaal, wat voor een bosbouw met een langere looptijd dan de hakgrienden nu eenmaal nodig is, op de rijpste buitendijkse gronden die geindiceerd zijn door het Circaeatype (V0) dan ook zeer de moeite van het overwegen waard, vooral daar waar het kleidek dun is en wilgen mede daardoor slechts matig kunnen produceren.*)

In hoofdstuk X werd reeds uiteengezet, dat andere bomen als iepen, eiken en essen van nature op de rijpste buitendijkse gronden zouden kunnen groeien. Hoewel de omloop langer is dan die van populieren menen wij, dat ook de teelt van opgaande essen op genoemde gronden op den duur rendabeler zal zijn dan die van wilgengrienden. Tot dezelfde associatie (Cariceto remotae-Fraxinetum) behorende groeiplaatsen zijn elders (Duitsland, Zwitserland) beroemd om hun produktievermogen, wat betreft essen. Aanwascijfers van 10 cm^3 per ha per jaar en meer zijn daar bekend (LEIBUNDGUT, 1948). Ook de teelt van opgaand wilgenhout (Salix alba, fragilis en alba calva) zou kunnen worden overwogen, ook op de lagere standplaatsen (type V3) waar de andere genoemde soorten nog niet kunnen groeien. Daarbij kunnen echter wel moeilijkheden worden verwacht van de jarenlang in dit centrum van griendcultuur gekweekte ziekten, zoals wilgentak- en twijgmug en vele andere die de kwaliteit van het hout ernstig zouden kunnen schaden. Proeven met uit het gebied zelf afkomstig ziektevrij hout zouden zeker ook de moeite lonen.

Een voordeel van de wilgen boven de populieren en essen is voornamelijk, dat de aalscholvers ze met rust zullen laten (XI.5.2). Het milieu van het zoetwatergetijdengebied bergt, blijkens de uitzonderlijke vitaliteit van schier alle, er groeiende gewassen, een potentie in zich tot een organische stofproduktie groter dan welk ander milieu in de gematigde zone ook. Het is slechts de vraag, of er economisch waardevolle gewassen te vinden zijn, die deze groeikracht kunnen benutten. Op de lagere plaatsen is het riet nog tot hoge massaproduktie in staat. De wilgen hebben als hakhout hun vermaardheid overleefd, schadelijke organismen vormen zoals gezegd helaas een ernstige hinderpaal voor de wilgensoorten om als opgaande bomen te worden geteeld. Op de hogere plaatsen moeten daarom populieren en essen een kans krijgen.*)

*) Zie aanhangsel op blz. 353a/b.

AANHANGSEL

De beschouwingen in dit hoofdstuk gelden voor de huidige hydrologische toestand van ons zoetwatergetijdengebied. Na uitvoering van de deltaplannen, die intussen vaste vorm hebben aangenomen, zal zich echter in het grootste deel van ons zoetwatergetijdengebied en in ieder geval in en vlak rond de Biesbosch veel wijzigen. Globaal kan worden aangenomen dat het dagelijks tijverschil zal worden gereduceerd tot enkele cm à dm. Er zal echter wel een aanzienlijke fluctuatie in de loop van het jaar kunnen optreden, die de meter aanzienlijk kan overschrijden. Er zal dus meer overeenkomst ontstaan met het milieu van onze bovenrivieren. Het karakter van kustvlakterivier blijft echter wel gehandhaafd door de invloed van de zee, die in rustige tijden nivellerend werkt op extreme opperwaterstanden en tijdens stormvloeden daarentegen nog hoge waterstanden kan veroorzaken, bovendien steeds nog een, zij het zwakke, dagelijkse getijbeweging bewerkt. De betekenis van dit nieuwe hydrologische milieu voor de culturen en de natuurwetenschappelijke waarde is elders door ons uitvoerig behandeld (ZONNEVELD, 1955a, 1957b en c). Er zij hier echter de nadruk op gelegd, dat de aldaar aangenomen gemiddelde waterstand vermoedelijk iets te laag is geschat. Verhoging ervan zal een gunstig effect hebben op de rietcultuur; echter een ongunstig effect op de teelt van griend en opgaand hout. Het grootste deel van de huidige grienden zou dan wel eens ongeschikt kunnen worden voor een rendabele teelt van hout. Slechts de smalle, van nature in absolute zin hoog liggende oeverwallen zouden hiervoor nog mogelijkheid bieden. De grote oppervlakte van de komgedeelten ligt echter betrekkelijk laag, mede als gevolg van de klink tijdens de bekading en vaak niet hoger dan de meeste rietgorzen (zie o.a. bijlage 5, fig. K). Zij danken hun betrekkelijk "droog" hydrologisch milieu grotendeels aan kaden en duikers. Bij het wegvallen van de laagwaterstanden vervalt de werking van deze laatste en zal het grondwater, ook als de gronden niet overspoeld worden, gemakkelijk enige dm capillair kunnen opstijgen en de meeste lucht uit de bodem kunnen verdrijven. Dit geldt in meer of mindere mate ook voor de met griend ingepote weipoldertjes met vegetatietype V0 die dank zij de intensieve bekading juist sterk zijn gerijpt en geklonken, evenals voor de door vloedkomeffect relatief hoog, maar in absolute zin vrij laag liggende V0-dragende opwassen in de Sliedrechtse Biesbosch (X.2.1.1). Aldaar zal zonder bemaling de hierboven voor de huidige hydrologische omstandigheden aanbevolen populierenteelt niet mogelijk zijn. Voor zover we ons in bovengenoemde publikaties dus optimistisch hebben uitgelaten omtrent de toekomst van de cultuur van griend en opgaand hout, dient dit hier voorlopig te worden ingetrokken aangezien de werkelijk te verwachten waterstanden niet bekend of althans geheim zijn. Voor de natuurwetenschappelijke betekenis maakt het verschil in waterstanden in het algemeen niets uit. Wel zal uiteraard het karakter van het landschap

anders zijn bij hogere waterstanden dan bij lagere. Hier zij nog vermeld dat na de voltooiing van de werken in Haringvliet en Volkerak het natuurlijk verhang op Merwede en Haringvliet zal vervlakken. Daardoor zullen de meer stroomafwaarts gelegen op- en aanwassen relatief dieper in het water komen te liggen dan de meer stroomopwaarts gelegene, met alle gevolgen voor de culturen daaraan verbonden.

5. DE AKKER- EN WEIDEBOUW

5.1 Algemeen

Ongeveer tweederde van de Brabantse Biesbosch bestaat uit bedijkt akker- en weideland. Daarvan is het bouwland verreweg het belangrijkst. De meeste boeren hebben typische bouwbedrijven, waar hoogstens enkele stuks vee voor eigen melkvoorziening worden gehouden. Daarnaast komen echter ook enkele grotere en kleinere gemengde bedrijven voor. Op dijken, weitjes en op de stoppel wordt vrij veel vee van buiten de Biesbosch ingeschaard.

In tabel X worden enkele gegevens over de geteelde gewassen vermeld. Deze cijfers werden beschikbaar gesteld door de Heer P.H.den Hollander, assistent bij de Landbouwvoorlichtingsdienst te Werkendam.

De bedrijven zijn over het algemeen groot, enkele beslaan zelfs een oppervlakte van meer dan 100 ha. Slechts een gering percentage van de oppervlakte wordt ingenomen door bedrijven met een oppervlak van minder dan 15 ha.

De bedrijfsgebouwen en woningen liggen overwegend in de onmiddellijke nabijheid van het erbij behorende land. Versnippering van eigendom, respectievelijk pachtgronden komt slechts voor in het uiterste oosten van het gebied, onder andere in de omgeving van de dorpen Nieuwendijk en Werkendam (Vervoornepolder, Karnemelkspolder).

De bedrijven zijn in het algemeen op moderne leest geschoeid. De mechanisatie is er ver gevorderd. Moeilijkheden in de arbeidsvoorziening hebben hiertoe meegewerkt. Paarden treft men er nauwelijks meer aan. Zo liepen er in 1956 op 66 landbouwbedrijven, aangesloten bij de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting, met een gezamenlijke oppervlakte van 3200 ha, 160 tractoren met een gezamenlijk aantal pK van 4988 (schrift. meded. P.H.den Hollander te Werkendam). Vele boeren bezitten voorts een maaidorser. Praktisch al het graan van de Biesbosch wordt thans hiermee geoogst. Het stro van de zuivere bouwbedrijven wordt soms verbrand, soms in balen geperst aan de veebedrijven in Zuid-Holland verkocht evenals een deel van het bietenblad.

Het overheersen van akkerbouwbedrijven dateert uit de laatste decennia; oude topografische kaarten geven een veel grotere oppervlakte aan groenland te zien.

Zoals in hoofdstuk XI reeds werd opgemerkt, was vroeger, toen de bekadingen nog veel geringer waren, hooibouw een belangrijk middel van bestaan.

De scheurplicht in de wereldoorlog heeft een belangrijke stoot gegeven tot de toename van de akkerbouw in dit waterstaatkundig eigenlijk nog niet geheel geconsolideerd gebied.

Het akkerbouwbedrijf wordt in de hand gewerkt door de geschiktheid van de grond bij een goede ontwatering, maar in het bijzonder ook door de moeilijkheden bij de arbeidsvoorziening. Er zijn namelijk weinig arbeidersvrouwen genegen de dorpen te verlaten en bij

de boerenhoeven te gaan wonen, mede als gevolg van betrekkelijke onveiligheid bij stormvloeden. Daarom blijven, in het bijzonder op de verder van de dorpen gelegen plaatsen, de arbeiders van maandag tot vrijdag in een zogenaamde keet bij de boeren om net als grond- en rietwerkers alleen van vrijdag tot maandag thuis te zijn. Daarom heet Werkendam ook wel "de Vrouwenhemel".

De meeste boeren zitten hierdoor gedurende dit grote weekeinde zonder hulp. De melkerij leidt dan voor de boer en zijn gezin tot een slavig bestaan. Vandaar de neiging naar zo min mogelijk melkerij. Op het verband tussen de reeds vroeg aangevangen mechanisatie en de moeilijke arbeidersvoorziening is reeds gewezen.

Het teruglopen van de oppervlakte van de meer arbeidsintensieve gewassen van 1952 tot 1956 (tabel X) wijst erop, dat de laatste tijd het arbeidersvraagstuk zich meer en meer toespitst. Dit is in het bijzonder op de als eiland liggende polders in het zuiden het geval.

Uit de cijfers van tabel X volgt, dat in 1952 de belangrijkste geteelde produkten waren: suikerbieten, tarwe en vlas. Het overheersen van de suikerbietenteelt hangt behalve met de bodemgesteldheid ook samen met de geografische ligging en in het bijzonder met de van oudsher goedkopere transportmogelijkheden over het water naar de fabrieken, voornamelijk Puttershoek, Dinteloord en Breda.

Vergelijking met opbrengstgegevens uit andere kleistreken doet zien, dat de Biesbosch ondanks de in VI.5 en 6 beschreven storingen in K- en P-huishouding daarmee geen belangrijke verschillen vertoont. Aardappels blijken duidelijk op kalibemesting te reageren. Volgens een mondelinge mededeling van W. van 't Sant (voormalig assistent van de Landbouwvoorlichtingsdienst) is er bij granen, hoewel geen massaverschil, toch wel een kwaliteitsverschil, dat vermoedelijk te wijten is aan kali-armoede.

In de hoofdstukken V, VI en VII werden de fysische en chemische landbouwkundige eigenschappen van de bodemprofielen reeds besproken. Daar werd ook reeds behandeld hoe de waterhuishouding de alles beheersende factor is voor de produktiemogelijkheden op de Biesboschgronden.

5.2 De betekenis van de bodemkartering

Daar de bodemkartering niet gericht was op de actuele maar op de potentiële eigenschappen van de grond, kunnen we hier niet diep ingaan op de huidige landbouwkundige eigenschappen van de verschillende bodemtypen.

De cultuurtechnici zullen, gebruikmakend van de bodemkaart in combinatie met de hoogtekaart, plannen en adviezen kunnen opstellen.

De bodemtypen zijn zonder uitzondering onderscheiden door de in cm en percentage afslibbaar uitgedrukte grootheden. De symbolen zijn zo gekozen, dat deze grootheden daaruit direct blijken. Er is dus geen noodzaak ten behoeve van het praktische gebruik afgeleide kaarten samen te stellen.

Een uitzondering vormt de kaart, die de hoogte ten opzichte van NAP van de grens zand-klei aangeeft, in het vervolg kortweg genoemd "zanddieptekaart" (bijlage 3). Deze kaart werd samengesteld met behulp van de gegevens uit de bodemkaart en de hoogtecijfers van het maaiveld, zoals die voorkomen op de rivierkaart, welke ook als basis voor de kartering diende.

Na het tot stand komen van een intensievere waterpassing kan de zanddieptekaart nog worden verbeterd. Thans zijn de gedetailleerdheid van de bodemkaarten en die van de waterpassing niet met elkaar in overeenstemming.

De op deze zanddieptekaart verwerkte gegevens vormen de voornaamste grondslagen voor het vaststellen van de polderpeilen, zowel in de huidige toestand als bij eventueel uit te voeren waterstaatkundige en cultuurtechnische werken op grote schaal.

Naast een direct praktisch belang heeft deze kaart, zoals in hoofdstuk IX bleek, ook nog een wetenschappelijke betekenis bij het onderzoek naar de wordingsgeschiedenis van het gebied.

5.3 De waterhuishouding van de polders

5.3.1 Algemene karakteristiek

De landbouwkundige verschillen tussen de polders worden sterk beïnvloed door de waterhuishouding. Hoewel het proces van aaneengroeien van de vele kleine polders nog steeds doorgaat, geldt nog steeds dat in vele gevallen het land van een of enkele boeren tezamen een waterstaatkundige eenheid vormt. Het hele landbouwgebied is opgebouwd uit een groot aantal van dergelijke, van elkaar vrijwel onafhankelijke, in waterhuishouding verschillende eenheden. Dit was mede de reden waarom de door het grondwater bepaalde eigenschappen van de grond niet voor het gehele gebied in kaart werden gebracht (hst.VII).

De waterhuishouding van de polders staat geheel onder invloed van de getijdenbeweging. In principe lozen de polders via duikers, op natuurlijke wijze op het buitenwater tijdens de lage waterstanden. Op sommige polders is een vijzel aangebracht om bij langdurige hoge waterstanden de afwatering beter in de hand te hebben. De capaciteit van deze gemalen is echter in verhouding tot de natuurlijke lozing zeer gering. Slechts bij enkele vroeg bedijkte polders (Prikpolder, Vervoornepolder) is bemaling de voornaamste wijze van ontwatering; in de laatste nog via een oude windwatermolen, de enige in de Biesbosch. In het zuidoosten van het gebied is een rijksbemaling aanwezig, die dateert uit de tijd van het graven van de Bergse Maas. De verhoging van de waterstanden, die daarvan het gevolg was (III.2.2) noodzaakte het Rijk deze polders te doen bemalen, daar de hoogte van het maaiveld ten opzichte van het buitenwater na de kunstmatig veranderde waterstaatkundige toestand geen afdoende natuurlijke lozing meer toeliet. Slechts bij bepaalde hogere waterstanden op de Maas mogen genoemde gemalen werken, daar bij lagere

waterstanden geacht wordt, dat de toestand niet afwijkt van de omstandigheden, die voor het graven van de Bergse Maas bestonden.

De dooradering met getijdengeulen, gepaard met de in hoofdstuk VII geschetste doorlatendheid van de grond in vrijwel het gehele gebied is de oorzaak van een tweede algemene karakteristiek, de zoete kwel. Ook zonder waterstandmetingen is aan de vele, steeds ijzerhoudend water voerende sloten duidelijk af te lezen, dat kwel een veel voorkomend verschijnsel is in de Biesbosch. Deze kwel, gepaard met de periodieke vermindering van afvoer ten gevolge van hoge waterstanden, is de oorzaak van de sterke schommeling van de grondwaterstanden in de polders. Deze kwel is, te meer daar ze absoluut niet zout is, in het algemeen zeker niet nadelig. Vaak, vooral bij dikke kleiprofielen of zeer laag gelegen gronden, kan de kwel echter wel nadelig zijn. Bij gronden met dunne kleidekken en hoge ligging evenwel, is de aanwezigheid van zoete kwel een levensvoorwaarde voor de boer.

5.3.2 Actuele toestand van de ontwatering

Zoals reeds werd medegedeeld varieert de waterhuishoudkundige toestand van de polders onderling sterk. Naast goed ontwaterde polders zijn er, die te diep in het water liggen.

In het algemeen is het oordeel van de Biesboschboer "beter te droog dan te nat". In een land waar kwel en stormvloeden zo'n sterke invloed hebben en bovendien nog vrij veel, niet geheel fysisch gerijpte gronden met relatief hoge gehalten aan hydratatiewater en humus aanwezig zijn, weet men echter nauwelijks wat verdroging is, zodat deze uitspraak met de nodige reserve moet worden aangehoord.

Men kan zeggen dat de waterhuishouding van de polders afhankelijk is van de volgende factoren:

a. hoogteligging ten opzichte van het buitenwater,
b. diepte van de getijdengeul waarop wordt geloosd,
c. niveau, waarop de duikers zijn aangebracht,
d. detailontwatering en hoofdsloten,
e. boezeminhoud (open waterberging) binnen de polder.

We zullen deze factoren achtereenvolgens nader bezien.

a. De oorzaken van hogere of lagere ligging zijn in hoofdstuk V uiteengezet. In vele gevallen, doch niet in alle, kan men bij te lage ligging zeggen dat de polder "te vroeg van de moeder is gegaan". De voordelen van hoge ligging bij natuurlijke lozing spreken voor zichzelf.

b. In een dynamisch land als onze zoetwatergetijdendelta kan het voorkomen, dat een geul, die lange tijd een grote diepte heeft gehad, begint dicht te slibben. Dit kan het gevolg zijn van verzanding aan de monding door stromingsverschijnselen in de hoofdgeul, waarop de betreffende kreek uitmondt. Meestal is de reden het wegvallen van komberging (III.2) door inpoldering van buitenland in het boven-

eind van de betreffende geul. Uitbaggeren kan in sommige gevallen voor vele jaren verbetering brengen. Van groot belang is echter, dat de duiker regelmatig voldoende water heeft te lozen. Dikwijls komt het voor, dat verschillende polders de duikers op eenzelfde geul hebben liggen. Dergelijke regelmatig veel water afvoerende kreken hebben zelden last van verzanding.

c. Een veel voorkomende kwaal is, dat de duikers niet diep genoeg liggen. Het verval binnen de polder is dan niet groot genoeg. Regelmatig komt het voor, dat de onderkant van de duiker op minder dan een meter onder maaiveld ligt. Vrijwel al deze ondiep gelegde duikers dateren uit de tijd, dat de polders hoofdzakelijk in gras lagen. Een diepe ontwatering was toen niet nodig en zelfs ongewenst. Bovendien was het op plaatsen, waar het slibarme zand reeds op geringe diepte begint, veel moeilijker om de duikers in het zogenaamde "losse klapzand" te leggen. Later, nadat de dijken konden worden verhoogd, ging men meer en meer over tot akkerbouw. Langzamerhand werd de ontwatering aan de nieuwe eisen aangepast. De meest vooruitstrevende eigenaars of pachters gingen voor; bij andere duurde het langer en nog zijn er polders waar de waterstaatkundige toestand de verandering in bedrijfstype niet heeft gevolgd. De oorzaken hiervan zullen later besproken worden.

d. Het onderhoud van sloten en tochten is zeer verschillend. In het bijzonder bij de natuurlijke lozing is het zaak, dat het water zo snel mogelijk tijdens de soms korte perioden van laag water geloosd kan worden. Over het algemeen echter wordt er wel redelijk de hand aan gehouden. Door moeilijkheden bij de voorziening van arbeidskrachten kan bij sommige boeren het schoonhouden van de sloten wel te wensen overlaten. Drainage met drainbuizen komt nog betrekkelijk weinig voor. De doorlatende ondergronden, ook zelfs in profielen, die net nog dikker zijn dan 80 cm (Middelste Kievitswaard), maken een redelijke (detail)ontwatering zonder buizen mogelijk. Toch zijn er boeren, die beweren zelfs op betrekkelijk dunne zandplaatgronden profijt van een buizendrainage te hebben. Het is waarschijnlijk, dat via de buizen een deel van een eventueel te intensieve kwel wordt afgevoerd, waardoor te nat worden van de bouwvoor wordt voorkomen. Bij het snel toenemen van het gebruik van mechanische tractie bij de grondbewerking en de mechanisering van de oogst, in het bijzonder in de jaren na de oorlog, is er een streven om de blokken groter te maken. Daartoe worden sloten gedicht en de in lage blokken vroeger algemeen aanwezige greppels opgevuld. De ervaring van sommige boeren is, dat rijshout op de bodem van deze oude sloten gelegd, afgedekt met bladriet en dergelijke, zeer lang een goede drainerende werking heeft. In een land met veel kwel zou een dergelijke drainage op de lage plaatsen zelfs voordelen hebben boven buizen, die gemakkelijk verstopt kunnen raken. Rijshout is in deze streek ongelimiteerd en goedkoop verkrijgbaar, daar bij vele polders gedeelten griend behoren of een kopwilgensingel de polders

omzoomt.

e. Waar elke polder haar eigen waterhuishouding heeft, is de beschikbare open waterberging binnen elke polder afzonderlijk van betekenis. In vrijwel iedere polder zijn nog wel oude kreekrelicten aanwezig; vaak ook treft men wielen als restanten van dijkdoorbraken aan, die naast de sloten en tochten een rol spelen bij de waterberging binnen de dijken. Vele van deze kreekrelicten en wielen zijn echter in de loop van de tijd bijna geheel dichtgegroeid. Ook zijn er de laatste tijd vele van deze oude kreken geëgaliseerd, hetzij door een rigoureuze cultuurtechnische ingreep, hetzij door geleidelijk aan dichtploegen. In het bijzonder heeft het opruimen van sloten ten behoeve van een efficiëntere mechanische bewerking niet alleen de snelheid van afvoer, maar ook het volume aan boezem in sommige polders wellicht te veel verminderd tot schade van de waterhuishouding. In andere is dit weer goedgemaakt door het schoonmaken, verruimen en verdiepen van oude kreekrelicten en het graven van nieuwe brede en diepe sloten, waardoor èn de afvoer werd verbeterd èn de boezeminhoud werd vergroot.

5.3.3 De dijken en kaden

Een belangrijke factor, die ook onder de bespreking van de waterhuishouding gerangschikt kan worden is het reeds genoemde risico van dijkdoorbraak. De ligging van vele polders als betrekkelijk kleine eilanden of zoals in het noordelijk deel van het gebied, het dooraderd zijn met lange kronkelende getijdengeulen, brengt met zich mee, dat de kade of dijklengte per oppervlakte-eenheid bedijkt cultuurland zeer groot is (gemiddeld voor het gehele gebied ca. 30 m per ha). Het onderhoud van deze waterkeringen, die veelal het midden houden tussen dijken en kaden, is dus relatief duur. In het bijzonder is het risico van dijkdoorbraak bij een zo lange dijklengte aanzienlijk.

De meeste bouwpolders hebben thans dijken (op ca. 330 à 360 cm +NAP), die een normale stormvloed kunnen keren. Een enkele kleine polder (o.a. de Visplaat) heeft een bekading op ca. 2.60 m +NAP welke bij een stormvloed overloopt. De gebouwen staan overwegend op vloedrijke heuvels; op de best bekade (bedijkte) polders vindt men echter ook reeds bedrijfsgebouwen en woonhuizen op de begane grond (Kroon, Zalm, Klevitswaard, Maltha). Het water is steeds zoet, slechts bij de zeer abnormale stormvloed van februari 1953 was het water op de laat ingelopen polders iets brak, zo weinig echter, dat geen schade aan de bodem is ontstaan. Overstroming zonder dijkdoorbraak levert daarom weinig ander ongerief op dan enige schade aan slootwanden en dergelijke. Wintergewassen kunnen alle een kortstondige inundatie met zoet water goed verdragen. De polder loopt via de duikers of zelfs sluizen steeds spoedig weer leeg als de hoge buitenwaterstand weer is gezakt. De enorme watermassa's die dan door sluizen en duikers geloosd worden, werken gunstig op het profiel van

de afvoergeulen.

Het gevaar van dijkdoorbraken ten gevolge van druk van het buiten tegen de dijk staande water is op dergelijke polders minder groot, omdat de polder in korte tijd volloopt en de druk buiten en binnen even groot wordt. Het spreekt vanzelf dat de dijk, althans in eventueel aanwezige "plasbermen", zeer resistent moet zijn tegen erosie door de over de dijk stromende watermassa's.

Voor een intensieve cultuur wordt het echter in het algemeen gunstiger geacht als ook de stormvloeden buiten de kade blijven. Vooral ook omdat vrij vroeg in het najaar en vrij laat in het voorjaar stormvloeden van aanzienlijke hoogte kunnen voorkomen.

De schade bij eventuele dijkbreuk is groot (een 50 à 100.000 gulden per gat is daar gauw mee gemoeid) maar ook het zand, dat als overslag over het maaiveld wordt afgezet, levert extra kosten bij het wegrijden. De stormvloed van februari 1953 heeft geleerd, dat ook zelfs de gebouwen die op de dijken staan gevaar lopen, daar juist dicht bij deze gebouwen dijkdoorbraken kunnen voorkomen. De reden hiervan is, dat dicht bij boerenhoeven steeds hekken of heiningen op de dijken zijn aangebracht. Langs deze heiningen ontstaan steeds "koeienpaadjes" loodrecht op de lengterichting van de dijk. De kruin wordt daardoor langs het hek kaal getrapt; erosie door regen doet geleidelijk aan bij elke afscheiding een verlaging van de kruin ontstaan.

In perioden nu, wanneer in lange tijd geen ernstige stormvloeden zijn voorgekomen, bestaat de neiging om aan deze algemeen voorkomende dijkbeschadiging niet de nodige aandacht te besteden, met kans op noodlottige gevolgen tijdens de eerstkomende, de kruin bereikende hoge waterstand.

Hoe het zij, het risico van dijkdoorbraken (fig. 154) geldt in het gehele gebied ook voor die polders, waar de waterhuishouding verder goed in orde is. Dit is dan ook de oorsprong van het gezegde, dat, als men een polder in de Biesbosch heeft, men eenzelfde polder in zijn brandkast moet hebben. Het risico van dijkdoorbraken kan slechts door een groot kapitaal gedragen worden. Het meeste land in de Biesbosch is dan ook in handen van het grootgrondbezit. Zo behoort een belangrijk deel van het bedijkte gebied tot het Kroondomein; een aantal polders is eigendom van maatschappijen, die speciaal voor het beheer van deze polders zijn opgericht.

De pachten zijn, in het bijzonder wegens de risicofactor, over het algemeen betrekkelijk laag. Er is een streven en dat ligt ook in de lijn van de ontwikkeling van het gebied, de polders steeds tot grotere eenheden aaneen te doen groeien, om zodoende de dijklengte ten opzichte van de oppervlakte te doen verminderen en verbindingen over land te verbeteren.

5.3.4 Oorzaken van verwaarlozing

Bij het nagaan van de factoren, die bij de waterhuishouding van belang zijn, krijgt men de indruk, dat de op vele plaatsen heersen-

de, minder gunstige toestanden in onze tijd met subsidie voor allerlei cultuurtechnische werken betrekkelijk gemakkelijk zouden kunnen worden verbeterd. Dat dit niet gebeurt, heeft verscheidene oorzaken. Een belangrijke reden echter, welke men steeds opnieuw hoort is de volgende: "waarom zullen we geld uitgeven als er toch een inpoldering met ruilverkaveling komt en alles van de grote hoop gaat". Het is echter zo, dat er reeds ruim vijf eeuwen lang inpolderingsplannen bestaan. Filips de Goede en Karel de Vijfde hebben reeds, onder allerlei strafbedreigingen, een algehele inpoldering bevolen. Sinds de tijd van deze vorsten is er in en rond het gebied van de Zuidhollandse Waard meer watervrij cultuurland teruggewonnen dan er vroeger voor de Elizabethsvloed is geweest en zelfs van betere kwaliteit dan deze potentaten ooit hadden kunnen dromen. De algehele inpoldering is echter nog steeds niet tot stand gekomen.

De oude Biesboschboeren vertellen, dat reeds 50 jaar geleden voor zeker werd verteld, dat de inpoldering binnen enkele jaren een feit zou zijn. Vlak voor de laatste wereldoorlog begonnen de plannen echter vaste vormen aan te nemen, maar tot de huidige dag is er geen definitieve beslissing genomen. De plannen, die na de ramp van februari 1953 omtrent onze kustverdediging urgent zijn geworden, zijn hierbij ook van betekenis. Hoe het zij, het is vrijwel zeker, dat de onzekerheid omtrent een eventuele inpoldering een schadelijke invloed uitoefent op de bereidheid tot het doen van op zichzelf rendabele investeringen in de landbouw in de Biesbosch.

Ook op de culturen in het buitendijkse gebied heeft de in de lucht hangende inpoldering invloed. Er is ook daar een risico verbonden aan het investeren van kapitaal in aanleg of verbetering, omschakelen van oude, versleten culturen en dergelijke. De inpolderingsplannen werden kort na februari 1953 weer sterk beinvloed door het plotseling vaste vorm krijgen der deltaplannen. Uitvoering daarvan zal het risico van dijkdoorbraken vrij aanzienlijk verminderen, zodat de voornaamste, oorspronkelijke stimulans tot algehele inpoldering aan kracht heeft ingeboet. Daarentegen zullen veranderingen in het waterregiem de natuurlijke lozing onmogelijk maken en zullen voorzieningen moeten worden getroffen om de waterafvoer via bemaling te regelen. In hoeverre dit doelmatiger kan geschieden via gedeeltelijke dan wel algehele samenvoeging der verschillende polders, dient te worden onderzocht. Dit is een probleem, waarbij naast landbouw- en waterstaattechnische, ook planologische factoren (o.a. met betrekking tot natuurbescherming en recreatie) een belangrijke rol spelen.

Het is hier niet de plaats uitvoerig in te gaan op het gehele inpolderingsprobleem, waarbij vele belangen tegenover elkaar staan. De voornaamste belanghebbenden zijn: landbouw, waterstaat, natuurwetenschap, natuurbescherming en recreatie. Zeker is, dat alle belangengroepen gebaat zijn bij een spoedige beslissing over de toekomst van de streek.

5.3.5 Enkele beschouwingen omtrent de meest gunstige grondwaterstand

Wij zijn aan de hand van het beeld, dat de Biesbosch te zien geeft, geneigd te geloven, dat een met een bepaalde amplitude en golflengte schommelende grondwaterstand niet ongunstiger, zo niet gunstiger op de groei van de gewassen kan werken dan een constante. Nader onderzoek, dat verre van eenvoudig zal zijn, zal dit echter moeten bevestigen. HOEKSEMA (mond.meded.) ziet ook voordelen in tijdelijke, hoge waterstanden zoals in de uiterwaarden optreden, in verband met de luchthuishouding en de omloop van mineralen.

Bij de zandplaatgronden, die een vrij groot oppervlak beslaan, in het bijzonder in de typen P1 en P2, speelt de kwel, gepaard met tijdelijk verminderde afvoer een belangrijke rol. Men kan zich voorstellen, dat tijdens perioden van hoge waterstanden, variërend van enkele uren tot enkele dagen, het grondwater gelegenheid krijgt het kleidek te bevochtigen. Voor het waterhoudend dek echter te vochtig gaat worden, is het water dat er vlak onder of net in heeft gestaan, al weer weg. Voordat de verdamping een tekort aan water doet ontstaan, is de volgende bevochtiging reeds weer ophanden. Bij vele van deze profielen (o.a. Vogelenzang en Kijfhoek) toont de bovenste halve meter van het zand door het voorkomen van roest- en reductievlekken, dat daar inderdaad een schommeling in grondwater optreedt.

Gesteld, dat men in staat zou zijn het grondwater op elk gewenst peil constant te houden, dan zijn er in principe drie standen mogelijk bij gronden met een slechts enkele dm dik, slibhoudend dek:

a. het grondwater staat tot in het waterhoudende dek,
b. het grondwater staat net onder dit dek en heeft er capillair contact mee,
c. het grondwater heeft geen capillair contact met het slibhoudend dek, omdat het er te diep onder staat.

Het is duidelijk, dat bij constante grondwaterstand slechts de onder b. genoemde mogelijkheid landbouwkundig gewenst is; bij a. is de bouwvoor voor akkerbouw te nat, bij c. treedt verdroging op (VII.2.2).

In het bijzonder bij deze dunne gronden zijn wij geneigd aan te nemen, dat een schommelende grondwaterstand gunstiger zal zijn dan de constante uit voorbeeld b. Naast de betekenis voor de lucht- en mineraalhuishouding lijkt ons de kans op tijdelijk te droge en tijdelijk te natte perioden bij een door de natuur gegeven schommeling geringer dan bij een zoveel mogelijk constant gehouden waterstand. Indien de beheersing van het water volmaakt zou kunnen zijn, is er wat dit laatste betreft natuurlijk geen verschil.

Tot nog toe hebben we slechts gesproken over de reactie op één bepaald bodemtype. In de Biesbosch treft men echter op vele polders een vrij sterke wisseling aan tussen dikke en dunne profielen. Hier leidt het vaststellen van een bepaald peil, in het bijzonder als dit

constant moet zijn, steeds tot een compromis. Een laag peil is gunstig voor de dikke kleidekken, die niet of nauwelijks te diep ontwaterd kunnen worden; de zandplaatgronden echter, die ongelukkigerwijze dikwijls niet lager, maar eerder hoger gelegen zijn, eisen een hogere grondwaterstand.

In het bijzonder wanneer van beide bodemtypen grote complexen naast elkaar voorkomen, zodat men het ene niet ten koste van het andere kan verwaarlozen, lijkt het ons niet onwaarschijnlijk, dat een schommelende grondwaterstand aanzienlijke voordelen biedt. Men kan verwachten, dat de oppervlakte, die in zo optimaal mogelijke toestand verkeert, na bepaling van het zo gunstig mogelijke compromis, bij een schommelende grondwaterstand groter zal zijn dan bij het onder omstandigheden meest gunstige, constant gehouden freatisch niveau. De meest afdoende oplossing zou zijn de dikte van het slibhoudend dek waar nodig, door grondverbetering te vergroten. Dit is echter uiterst kostbaar, terwijl het de vraag is of het zand en de klei steeds wel een gunstig mengsel zullen opleveren. De dunne, extreem hoog liggende kleidekken blijven ook bij schommelende waterstanden zoals in de meeste, diep ontwaterde polders in de Biesbosch voorkomen, te droog. Met plaatselijk opzetten van sloten tracht men de laatste jaren in deze dun bedekte gebieden hieraan wel tegemoet te komen. De ook onder de dikke profielen voorkomende, meestal sterk doorlatende ondergronden veroorzaken hierbij echter grote moeilijkheden; onder andere in de polder Kijfhoek zijn onderzoekingen, op initiatief van de grondgebruiker, in samenwerking met Landbouwvoorlichting en Cultuurtechnische Dienst aan de gang. Het betreft hier meestal de P1-typen met matig grofzandige ondergrond, welke zoals uit het kaartbeeld blijkt, slechts zelden binnen één bepaalde polder een aanzienlijke oppervlakte beslaan. Na uitvoering van de inpolderingsplannen zou infiltratie, ook in de grote complexen zandplaatgronden, overweging verdienen. De gronden met dikkere kleidekken zouden dan dieper ontwaterd kunnen worden.

De bovenstaande beschouwingen berusten slechts op een algemene indruk van de waterhuishouding van het gebied. Slechts wat men op het oog waarneemt ligt eraan ten grondslag. De problemen waar het hier om gaat, achten wij echter van betekenis, wanneer men over wil gaan tot verbetering van de algemene waterhuishoudkundige toestand van het gehele gebied. Plaatselijk bestaat voor deze verbetering zeker aanleiding; er zijn echter ook gedeelten, waar (afgezien van het risico van dijkbreuk) moeilijk een verbetering van het produktieniveau door middel van cultuurtechnische werken verkregen kan worden, omdat deze reeds optimaal is. Met name zijn dit polders, die grote oppervlakten aan zandplaatgronden bevatten en tevens nu reeds een diepe afwatering bezitten. Het zou gewenst zijn naar de opbrengst van deze polders, in verband met de invloed van het grondwater een onderzoek te doen, alvorens over te gaan tot ingrijpen in de huidige omstandigheden. Het lijkt ons gewenst de gedachtengang van de bovenstaande beschouwing bij een dergelijk onderzoek

in het oog te houden.

Enkele algemene principes

Ten slotte volgen hier enkele principes, berustend op landbouwkundige ervaring, die van belang zijn bij wijzigingen in de waterhuishouding. Zij gelden, hetzij dat deze wijzigingen werden aangebracht binnen de huidige polders in hun actuele staat, of ook in het kader van enkele grotere zelfstandige eenheden tot welke het gehele gebied samengevoegd zou kunnen worden, hetzij bij de volledige bedijking van het gehele gebied.

Overal waar het kleidek dunner is dan 80 cm, dus op alle P-, PL- en GO-profielen, zal het grondwater contact moeten houden met het slibhoudende dek. Het freatisch niveau mag daarom nimmer gedurende lange tijd veel meer dan een tiental centimeters onder de grens zand-klei komen. Evenmin mag het grondwater langdurig boven dit niveau komen te staan.

Voor alle overige gronden is het niet nodig dat de onderkant van het slibhoudend dek steeds contact met het grondwater heeft.

Een grondwaterstand van ca. 120 cm in de zomer en zo mogelijk meer in de winter kan hier op grond van de algemene ervaring worden aanbevolen. In het bijzonder in de naaste omgeving van de zandplaatgronden (dit geldt ook bij zware G4-profielen zoals bv. op de Middelste Kievitswaard) en op in jonge toestand bedijkte en dus meestal laag liggende plaatsen, is het slibhoudend dek weinig dikker dan 80 cm. Aldaar zal een grondwaterstand van een 100 cm weinig afwijken van de optimale.

Waar de gelaagde laag zeer fijnzandig en/of sloefig is, zoals in het uiterste oosten en zuidwesten plaatselijk het geval is (hst. VII), moet men liefst iets sterker ontwateren, omdat deze fijnzandige laag een sterk capillair geleidingsvermogen bezit. De sterke sloefigheid gaat daar (binnen ons karteringsgebied) meestal weinig dieper dan 100 cm, zodat men met 120 cm ook wel kan volstaan.

Wanneer de kalkloze laag storend werkt, is daar waar deze voorkomt, een wat ondiepere zomerstand te prefereren en een zo diep mogelijke winterstand, dit laatste onder andere om scheuring van de laag te bevorderen.

Het wordt in het algemeen gunstig geacht om 's winters de grondwaterstand laag te houden, in het algemeen om in het voorjaar de grond zo spoedig mogelijk droog te hebben. In de zandplaatgrond betekent dit, dat het grondwater geen contact met het slibhoudend dek mag hebben, voor de andere gronden zal men de waterstand zo ver mogelijk beneden het zomerpeil dienen te houden.

Ongelukkigerwijze liggen, zoals uit vergelijking van de bodemkaart en de zandhoogtekaart blijkt, de zandplaatgronden overwegend hoog ten opzichte van de overige bodemtypen. Indien geen wijziging in de profielbouw wordt aangebracht (hetgeen een kostbare zaak is), zal elk in te stellen polderpeil over een enigszins grote oppervlakte dus steeds een compromis betekenen, waarbij afgewogen dient te

worden hoe zoveel mogelijk voordeel bij zo min mogelijk schade verkregen kan worden. Het plaatselijk opzetten van water in delen, rijk aan zandplaatgronden, zal overweging verdienen; men dient echter te onderzoeken of dit in een gebied dat overwegend doorlatende ondergronden heeft, redelijk mogelijk is. In tabel Y (zie Engelse samenvatting) zijn voor alle typen de volgens thans geldende normen, meest gunstige zomer- en wintergrondwaterstanden aangegeven. Deze gegevens, die na overleg met de toenmalige specialist voor hydrologie en cultuurtechniek van de Stichting voor Bodemkartering, Dr.Ir. F.Sonneveld, werden opgesteld, gelden voor constant gehouden grondwaterstanden.

5.3.6 Overige voor de waterhuishouding van belang zijnde bodemeigenschappen

De overige voor de waterhuishouding van belang zijnde eigenschappen van de verschillende lagen, waaruit de profielen zijn opgebouwd, werden reeds behandeld in hoofdstuk VII.

In hoofdstuk V en XIV.5.5 worden de nauwe wisselwerking tussen de fysische rijpingsprocessen en de daarmee inherente klinkverschijnselen besproken.

Bij het vaststellen van bepaalde peilen in gronden, die uit onrijpe stadia worden ontgonnen, is het in V.2 behandelde van het grootste belang. Het fysisch rijpingsstadium van het slibhoudend dek is ten slotte van grote invloed op de vochtvoorziening van de plant. In jonge, nog veel hydratatiewater bevattende gronden zal ook in dunne, diep ontwaterde kleidekken voorlopig geen verdroging kunnen optreden.

Ook bij de keuze van het materiaal, waarmee dijken en kaden bekleed dienen te worden, dient men aan de fysische rijpheid van de klei aandacht te besteden. Al te vaak gebruikt men de gemakkelijk te bewerken rietgorsklei voor dit doel. Ook bij het herstel van de dijken na de ramp van februari 1953 is op vele plaatsen dit ondeugdelijk materiaal toegepast. Door de enorme klink van deze klei moet deze fout zich vroeg of laat wreken.

5.4 Enkele algemene opmerkingen over de geschiktheid voor de landbouw van de belangrijkste bodemtypen

Over de beschikbaarheid van plantenvoedende bestanddelen werd in hoofdstuk VI het een en ander medegedeeld.

Het gehalte aan plantenvoedende mineralen blijkt over het algemeen voldoende te zijn voor een goede produktie. De fosfaat- en kalivoorziening zijn aan de lage kant. Voorlopig lijkt ons de aanbeveling van sommige praktijkdeskundigen, om het kali- en fosfaatgebrek door een goede humushuishouding via groenbemesters zoveel mogelijk te beperken, onder de gegeven omstandigheden het meest doeltreffend. Het voorkomen van mangaangebrek op fysisch niet geheel rijpe gronden werd in VI.3 reeds behandeld. In de praktijk

blijkt een bespuiting op het blad de kwaal in de regel afdoende te verhelpen.

Zavel- en kleigronden met een lutumgehalte beneden 25% zijn in het algemeen zeer goed bewerkbaar. In de Biesbosch zijn dit alle typen met een zwaarte b en c. Deze typen zijn geschikt voor fijnzadige gewassen (vlas, blauwmaanzaad), te meer omdat op deze gronden de kali-armoede het minst extreem is. Een voordeel is ook de mogelijkheid tot het mechanisch oogsten van hakvruchten.

Gronden met een lutumgehalte tussen 25 en 35%, dat is dus de zwaarteklasse d, zijn nog redelijk bewerkbaar. Mechanisch oogsten van hakvruchten wordt hier reeds bezwaarlijker, zij het onder gunstige omstandigheden nog wel mogelijk. Een voordeel ten opzichte van de lichtere gronden is, dat men minder last heeft van zomeronkruiden.

Wanneer de zwaarte van de bouwvoor tussen 35 en 45% lutum ligt, zwaarteklasse e, wordt de bewerkbaarheid reeds moeilijk. We kunnen echter nog van vrij goed bouwland spreken. Mechanische rooiing van hakvruchten wordt echter bezwaarlijk. Ook de teelt van fijnzadige gewassen wordt lastiger, terwijl de aanslag van groenbemesters vaak te wensen over zal laten.

Komt de zwaarte boven 45% lutum, heeft men dus te maken met klasse f, dan is de grond nog nauwelijks geschikt voor bouwland. Toch treft men nog vrij redelijk bouwland op gronden aan, die als f zijn gekarteerd. Veelal liggen de zwaarten niet ver boven genoemde grens van 45% lutum. Op den duur zal grasland hier echter waarschijnlijk economischer zijn.

De diepkleiige profielen van de "ongelaagde gronden" (G4) vertegenwoordigen, mits ze niet te zwaar zijn (zie boven), een gunstig profieltype, dat echter zeer gevoelig is bij grondwateroverlast. Diepe ontwatering doet de ondergrond scheuren, hetgeen een zeer gunstig effect heeft. Een groot oppervlak van de G4-typen heeft een zware bouwvoor (e en f) en is onder de huidige omstandigheden niet al te best ontwaterd, zodat gras hier dan het aangewezen gewas is.

Voor alle overige profielen met een slibhoudende laag dikker dan 80 cm geldt hetzelfde als voor de G4-profielen. Wateroverlast werkt bij een lichtere ondergrond iets minder vlug ongunstig hoewel zij nimmer bevorderlijk is. Een diepe ontwatering is hier steeds wenselijk; de zo gewenste intensieve scheuring van de ondergrond wordt hier in het algemeen minder goed verwezenlijkt. Waar deze gronden in het zandplatengebied voorkomen, is het niet zo bezwaarlijk, omdat de zandlagen in het profiel redelijk doorlatend zijn. Verder naar de randen van het gebied, vooral naar het oosten toe wordt de gelaagdheid steeds minder duidelijk. De opdrachtigheid zal daardoor toenemen, waardoor aan de ontwatering hogere eisen moeten worden gesteld.

De gronden met een slibhoudend dek van 55 à 80 cm (P3) zullen, wanneer het grondwater geen contact meer heeft met het kleidek alleen, in droge jaren voor droogtegevoelige gewassen, zoals suiker-

bieten en dergelijke, duidelijke opbrengstderving te zien geven. Bij P2-typen (met 35-55 cm slibhoudend dek) geldt dit voor genoemde gewassen ook in normaal vochtige jaren. Voor alle andere gewassen treedt hier in uitgesproken droge jaren ook opbrengstderving op. Uiteraard geldt dit alleen wanneer geen contact met het grondwater mogelijk is. Het type P1 geeft in alle jaren voor alle gewassen een aanzienlijke oogstdepressie.

5.5 Iets over inpolderingsrijpheid

Het begrip "rijp" wordt in de bodemkunde in verschillende betekenissen gebruikt. Drie daarvan komen in deze studie ter sprake. Dat zijn de "fysische en chemische rijpheid", dus rijpheid wat initiale bodemvorming in alluviale gronden (pedogenese) betreft, zoals in de hoofdstukken V en VI is beschreven; de sedimentologische rijpheid, zoals die in hoofdstuk IV tot uiting komt en de thans te behandelen "inpolderingsrijpheid", hetgeen op zichzelf reeds een complex begrip is.

Men verstaat hieronder de geschiktheid, die de grond na inpoldering heeft voor het doel waartoe men deze grond heeft bedijkt. In het algemeen is dit een landbouwkundig doel. De belangrijkste criteria die tegenwoordig worden aangelegd, zijn de eigenschappen van de grond inzake de factor vocht. Zoals in hoofdstuk VII werd uiteengezet, is de dikte van het slibhoudend dek als moeilijk te beinvloeden factor daarbij van doorslaggevende betekenis. Daarnaast is de hoogteligging van het maaiveld ten opzichte van het in te stellen grondwaterpeil van belang, zoals in het vorige onderdeel uiteengezet werd.

Uit het rijpingsonderzoek is nu gebleken, dat bij inpoldering direct uit het rietgorsstadium betrekkelijk lage gronden ontstaan die, hoewel zij vrij kleiig kunnen zijn, bij voldoende diepe ontwatering omstreeks of zelfs aanzienlijk beneden NAP kunnen dalen (V.2). Bij hogere grondwaterstand zal de daling niet zo ver voortschrijden, maar dan zal de bodem ook nooit tot een optimale diepte (meer dan 80 cm) kunnen worden ontwaterd.

De in onrijpe toestand reeds laag liggende gorzen zullen overwegend dunnere kleidekken opleveren na inpoldering; ze zullen echter ook zo laag liggen, dat ze vermoedelijk nooit optimaal bouwland zullen kunnen opleveren. Dit geldt in het bijzonder voor de dunnere PL-typen (biezengorzen etc.).

Bij inpoldering vanuit het griendstadium ontstaan gronden van overwegend hogere ligging, die in het algemeen goede bouwgronden zullen kunnen opleveren. De daarin voorkomende gronden van het zandplaattype (P) zullen bij langere blootstelling aan aanslibbing weinig dikker meer kunnen worden, afgezien van een zeer gering oppervlak van nog zeer jong en extreem laag gelegen grienden. De lage ligging van uit gors ingepolderde gronden behoeft niet steeds nadelig te zijn, wanneer men de waterstand lokaal volledig kan beheersen. Een langere blootstelling aan opslibbing verhoogt hier de toekomstige

ligging aanzienlijk. Hiervoor is het echter wenselijk dat deze via het griendstadium geschiedt. Ten gevolge van de aan dit laatste stadium gebonden intensieve doorluchting van de grond treedt onder meer een inklinking op tijdens de opslibbing, waardoor een versnelde sedimentatie mogelijk wordt. Er treedt dus een aanslibbing op tot dicht tegen het gemiddelde hoogwaterniveau zonder dat het maaiveld aanzienlijk hoger meer wordt. Na inpoldering en beëindiging van het daaropvolgende versnelde proces van initiale bodemvorming (fysische rijping) komt het hoogteverschil, dat potentieel nu reeds aanwezig is, eerst tot uiting.

Een voordeel van het spoedig overgaan tot het griendstadium is tevens, dat de ontkalking daarin, blijkens hoofdstuk IV, waarschijnlijk minder snel geschiedt dan onder overigens gelijke omstandigheden in een gors. De huidige lagere rentabiliteit van de grienden ten opzichte van het rietgors is een tegenwerkende factor, die leidt tot een juist zo laat mogelijk overgaan naar het griendstadium.

Er zij evenwel bij dit alles op gewezen, dat alle opgegeven waarden en begrippen van hoog en laag betrekking hebben op een tijdstip, waarop de klink zo goed als afgelopen is. Dit tijdstip zal vermoedelijk niet veel eerder bereikt worden dan over ongeveer 80 jaar (V.2.2.2). In die tussentijd zal het maaiveld hoger liggen en zullen de slibhoudende dekken dikker zijn. Bovendien zal de eventuele ongunstige invloed van dunne dekken lange tijd zo lang het rijpingsproces niet tot een einde is genaderd, volledig worden gecompenseerd door grote hoeveelheden vrij komend hydratatiewater.

Resumerend kan worden gezegd, dat het, wat hoogte en ligging van het maaiveld betreft, wellicht wat minder gunstig is grote oppervlakten zoetwatergetijdengors in te polderen, hoewel men van de ongunstige lage ligging de eerste jaren nog niet veel bemerken zal. Deze gronden zullen slechts optimale landbouwgronden kunnen opleveren bij een zeer diepe ontwatering. De relatief grote oppervlakte aan betrekkelijk dunne kleidekken, die in dat geval ontstaan of reeds aanwezig zijn, leveren dan echter weer plaatselijk verdrogingsgevaar op, dat eventueel via infiltratie of beregening moet worden bestreden. Het is een zaak van tegen elkaar afwegen van vele factoren en belangen of men zal besluiten tot inpoldering, of wel zal wachten tot de aanslibbing in een rijper stadium is gekomen. De rentabiliteit en waarde der buitendijkse aanslibbingsstadia vergeleken met de waarde na bedijking zijn daarbij van betekenis.

Bij het voorkomen van dunne kleidekken bij niet al te jonge en te lage grienden mag men van een langere opslibbing geen te grote verwachtingen koesteren, wat betreft aanzienlijke diktetoename van het kleidek.

Het open water met zand- en slikplaten (resp. PLa en PL1c) moet als "onrijp" voor inpoldering worden beschouwd. Dit geldt in het bijzonder als men bij de nieuw te scheppen ontwateringseenheden een kunstmatige lozing wil toepassen. In dat geval is een minder grote boezem vereist dan bij natuurlijke lozing het geval zou zijn. Open

water inclusief zand- en slikplaten, behoeven dan dus niet als boezem te worden ingepolderd. Voor de grotere aaneengesloten zand- en slikplaten geldt, dat er bij een strenge waterbeheersing redelijk grasland van zou kunnen worden gemaakt.

De vraag, in hoeverre het rendabeler is en nu reeds matig rendabel land te winnen, of te wachten en in de toekomst land van veel hogere waarde te kunnen bedijken, kan evenals bij de inpoldering van rietgorzen slechts door nauwkeurig afwegen van alle factoren worden beantwoord.

Naast de rentabiliteit in economische zin spelen echter nog andere, minstens even belangrijke factoren bij de wenselijkheid tot inpoldering in het Biesboschgebied en ook daarbuiten een rol.

Slechts op planologisch niveau kan in ons dichtbevolkte land hierover een beslissing worden genomen. De landbouwkundig-bodemkundige factoren vormen daarbij slechts één facet van het gehele probleem.*)

*) De tijdsduur die zal verlopen voor de werken in Haringvliet en Volkerak gereed zijn, is intussen ook een factor van betekenis bij bovengenoemde beslissingen.

XV DE BETEKENIS VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK VOOR DE RECONSTRUCTIE VAN DE NATUURLANDSCHAPPEN IN NEDERLAND EN DE BODEMVORMING DAARIN

1. INLEIDING

Het bodem- en vegetatiekundig onderzoek van de Biesbosch kan bijdragen tot een beter begrip van de voormalige landschappen in westelijk Nederland. De buitendijkse culturen hebben net zoveel ruimte aan de natuur overgelaten, hetzij binnen de culturen zelve, hetzij op verwaarloosde plaatsen, dat een reconstructie van de natuurlijke vegetatie zoals die zou zijn zonder de invloed van de mens mogelijk is.

In hoeverre de omstandigheden van vroeger met de huidige overeenkomen, hangt in hoge mate af van het klimaat. Een andere factor van betekenis is de invloed van de tijd op de migratie van bepaalde planten. Zo was bijvoorbeeld Angelica archangelica tijdens ons onderzoek bezig het Nederlandse zoetwatergetijdengebied binnen te dringen en konden de vorderingen worden gevolgd. Het is niet onmogelijk, dat andere planten hetzelfde ook eerst relatief kort geleden hebben gedaan. De algemene aard van de vegetatie zal echter niet sterk zijn gewijzigd sinds het begin van het Atlanticum.

Op vegetaties, zoals de in deze studie beschouwde, hebben geringe schommelingen in het klimaat geen ingrijpende invloed, daar de edafische en hydrologische factoren sterk overwegen. In het bijzonder zal een iets continentaler of meer atlantisch worden van het klimaat weinig betekenis hebben voor de dominanten. Landschappelijk beschouwd zijn slechts de vegetatievormende soorten, dat wil zeggen de dominanten, van betekenis en het is wel waarschijnlijk, dat deze laatste gedurende de laatste tientallen eeuwen aanwezig zijn geweest. Het landschap na de laatste ijstijd heeft in onze streken onophoudelijk onder invloed gestaan van de schommelingen in de stand van het zeewater. In hoofdstuk IX werd uiteengezet hoe de resultante van de acties, uitgeoefend door de elkaar onderling nog beinvloedende factoren: klink, organische en minerale sedimentatie, zeespiegelrijzing of -daling en eventuele, tectonische bewegingen van het land, bepalend was voor de aard van het landschap. Bij een vloedkomgebied komt daar de verhouding tussen de veranderingen in grootte van de kom en de toevoerwegen nog bij.

Is de zeespiegelrijzing zo snel, dat de sedimentatie haar niet kan bijhouden, dan transgredeert de zee over het land. Het zoute water kan verder naar binnen dringen met alle gevolgen van dien voor de plantengroei. Is daarentegen de zeespiegelrijzing van geringere orde of is zelfs van een daling sprake, dan kan het land zich via organische of minerale sedimentatie weer vergroten ten koste van de zee.

Tussen beide uitersten zijn alle overgangen mogelijk. Beschouwen we bijvoorbeeld een getijdengebied als de Biesbosch waarin de mens is uitgeschakeld als regulerende factor. Bij snelle stijging van de gemiddelde waterstanden zal de sedimentatie moeite hebben de platen zo sterk op te hogen, dat de gemiddelde hoogwaterstanden worden bereikt. De hoogste vegetatietypen, in het bijzonder die welke een hoge graad van fysische rijping van het substraat eisen (zoals bv. het bostype V0, Cariceto remotae-Fraxinetum), zullen dan weinig of niet voorkomen. Hoe minder snel de stijging is, des te meer zullen de hoge typen in oppervlakte toenemen; met andere woorden hoe sneller een jonge, onrijpe opwas, zowel wat bodemgesteldheid als vegetatie betreft, overgaat in een oude, rijpe; dat wil zeggen, tot een zeker evenwicht komt, dat weinig meer verandert.

In de hoofdstukken IV, V, VI, IX, X en XI werd dit reeds ter sprake gebracht. Het zeer schaarse voorkomen van het hoogste vegetatietype in de Biesbosch buiten de dijken is wellicht een gevolg van het nog steeds voortduren van de in IX.4.2.3.9 behandelde, in de negentiende eeuw aangevangen transgressiefase.

Wanneer we dus bij de reconstructie van het natuurlandschap het heden als sleutel tot het verleden willen gebruiken, dient behalve aan de reeds genoemde factoren, ook steeds te worden gedacht aan de betekenis van het verschil in snelheid van de stijging van de zee.

Voor gebieden die een getijdenbeweging hebben gekend van dezelfde orde van grootte als de huidige Biesbosch, levert het Biesboschonderzoek natuurlijk de beste resultaten. Globaal gezien kan het huidige Biesboschlandschap ook nog, bij gebrek aan beter, een inzicht geven in het milieu van andere, minder aan regelmatig getij onderhevige gebieden, waar minerale en organische sedimentatie tegelijk hebben plaatsgevonden.*)

De Biesbosch stelt ons nu, onder voorbehoud van de genoemde, beperkende factoren in staat, ons een voorstelling te maken van het landschap van een getijdenrivier. In het bijzonder op de overgang van de grote veengebieden naar de riviersedimenten werpt de bestudering van de Biesbosch licht. Helaas wordt dit beperkt door de omstandigheid, dat vrijwel nergens over een oppervlak van meer dan enkele hectaren een ongestoorde ontwikkeling van bodem en vegetatie mogelijk is. Een natuurreservaat van enkele honderden hectaren zou reeds een nauwkeuriger studie veroorloven. Zowel onder de hui-

*) Na uitvoering van de deltaplannen zal in de Biesbosch het laatste milieu, waarin een veel belangrijker deel van ons land is gevormd, in het extreme getijdengebied juist optimaal aanwezig zijn (ZONNEVELD, 1955a en 1957b en c; zie ook aanhangsel achter XIV.4.3 blz. 353a en b).

dige omstandigheden als vooral ook in de toekomst na de afsluiting van de zeegaten zal een dergelijk reservaat van algemeen wetenschappelijke betekenis zijn (ZONNEVELD, 1955a).*) Tot nu toe moeten wij ons echter behelpen met wat uit de overwegend onder anthropogene invloed groeiende bodem en vegetatie kan worden afgeleid.

2. DE GETIJDENRIVIER

2.1 Beschrijving aan de hand van bodemkundige en geologische gegevens

Volgens EDELMAN (1949) wordt een getijdenrivier gekenmerkt door een brede bedding met zandbanken; uitgestrekte oeverwallen, zoals bij de meer bovenstrooms liggende delen van de rivieren, komen niet voor. Slechts relatief smalle kleibanen omzomen de stroom. Bij de in Nederland voorkomende getijdenrivierlandschappen liggen iets verder van de rivier uitgestrekte veengebieden, die de plaats van de uit zware klei bestaande komgronden van het meer stroomopwaarts liggende gebied innemen. Een dergelijke opbouw met dikke veenlagen behoort bij een langzaam stijgende zeespiegel. De rivier, rustend in de diluviale ondergrond, groeit langzaam op met het veen. Gaat de stijging van de zee iets sneller, dan krijgt de rivier een voorsprong op het veen en zet er kleilagen op af; de tij-amplitude is hierbij ook van belang, zoals we nader zullen zien. Gaat de stijging wat langzamer, dan kan het veen de kleilagen weer overgroeien. De dikte en zwaarte van de kleilaag is ook afhankelijk van de aard en de hoeveelheid van het aangevoerde materiaal. Er is steeds een zone, waar op de overgang van veen en klei een gedeeltelijk mineraal, gedeeltelijk organisch en meestal slap sediment wordt afgezet. BENNEMA (1949) beschrijft hoe het milieu vanaf de getijdenstroom van zeer eutroof en kleiige venen geleidelijk aan steeds voedselarmer wordt, totdat op enige kilometers afstand het rivierwater weinig invloed meer heeft en het regenwater in de grote veenvlakten oligotrofe venen doet ontstaan. Het hangt weer af van het reeds besproken evenwicht (klink, zeespiegelrijzing ten opzichte van het land, snelheid van organische-stofproduktie) en intensiteit van regenval en verdamping, of de oligotrofe venen slechts veenmosbegroeiingen blijven dragen of dat ook meer dwergstruiken (*Calluna* e.d.) of zelfs bomen (berk, *Salix aurita* etc.) zullen opslaan en min of meer dichte bossages zullen doen ontstaan.

Op verschillende plaatsen in ons land en elders in West-Europa kan de grote lijn in de oligotrofe en ook mesotrofe veenvorming nog aan recente, levende venen worden gevolgd. Minder is bekend over

*) zie noot vorige bladzijde en aanhangsel achter XIV.4.3 blz.353a/b

de vegetatie en de eronder optredende sedimentatie dichter bij de bedding van de getijdenrivier. De natuurlijke omstandigheden zijn daar vrijwel steeds zo grondig veranderd, dat uit de recente toestand weinig meer valt te reconstrueren. Op kleine schaal en ook vrij sterk beïnvloed vindt men er iets van terug in de Bure valley broads in Norfolk, Engeland (JENNINGS and LAMBERT, 1953).

2.2 De Biesbosch als landschap van de getijdenrivier

De in de zoetwatergetijdendelta opwassende zand- en slikplaten zullen wat begroeiing betreft geheel overeenkomen met de begroeiing van de zandbanken in de getijdenrivier met een gelijk tij-amplitude. Ook de sedimentatie zal in grote lijnen gelijk zijn. De zoetwatergetijdendelta van de Biesbosch immers moet worden beschouwd als een zeer brede getijdenrivier en onder de huidige omstandigheden, na de aanleg van de bandijk in het noorden en westen, kunnen de Biesboschgeulen worden opgevat als zijarmen van een getijdenrivier, die in het omringende land doodlopen.

Op de grotere opwassen binnen de rivier zal zich de gehele successie hebben voltrokken, zoals die zich thans onder natuurlijke omstandigheden in de Biesbosch voordoet. Langs de randen zullen oeverwallen van hoogstens enkele tientallen meters breed aanwezig zijn geweest, meer naar het centrum de meer komachtige delen. Al naar de snelheid van opslibbing, die weer afhankelijk is van de snelheid van de zeespiegelstijging, zal de ontkalking in de niet-gedereerde kommen en dergelijke zijn voortgeschreden; bij snelle stijging van de zeespiegel langzaam, bij vertraagde of opgehouden stijging sneller. Dicht langs en in de banen waar de ijsgang het hevigst was, zal de houtgroei lang achterwege zijn gebleven. In rustiger binnenbochten zal reeds op laag niveau *Salix purpurea* zijn opgeslagen. Op de kleiige oevers zal in tijden van niet al te snelle zeespiegelstijging een wilgen-essenbos, gemengd met populier, eik en iep met een ondergroei, analoog aan het beschreven griendtype V0 (*Fraxinetum*), de rivier hebben begeleid. Op glooiende oevers in binnenbochten zal dit woud aan de rivierzijde voorafgegaan zijn door wilgenbossen, overeenkomend met de verschillende, in deze studie beschreven griendtypen al naar de overspoelingsinvloed en bodemgesteldheid. Bij langdurige stilstandsfasen zullen zich bostypen op de oeverwallen hebben kunnen vestigen, rijker aan iepen, essen en eiken, verwant aan de tot het "Ulmion" (OBERDORFER, 1953) te rekenen bossen, die men thans op de rivierklei aantreft in oude buitens en dergelijke. In tijden van snellere stijging zullen deze bossen plaats moeten maken voor de lagere typen en zal de wilg ook op de hogere delen van de oevers domineren. De eiken, kersen, iepen en later ook de essen en populieren zullen bij een inzetten van zulk een "transgressie" langzamerhand afsterven. De aard van begroeiing, die verder van de oever af op het langzaamaan mesotrofer wordende mengsel van veen en klei wortelt, hangt weer af van de stijgings-

snelheid van de waterstanden. Zolang de overspoelingsinvloed betrekkelijk intensief is zal een bostype aanwezig geweest kunnen zijn, nauw verwant aan het in X.6.4 beschreven Salix purpurea-Sparganium erectum kombos (V6). Dit zal het geval geweest kunnen zijn waar dergelijke komachtige plaatsen op jonge opwassen voorkwamen (dus geheel vergelijkbaar met de toestand in de huidige Biesbosch) en ook op de lagere delen direct achter de oeverwal op de overgang naar het veen, maar dat alleen tijdens perioden van relatief sterk stijgende zeespiegelstanden. Ook in het laatste geval kunnen zich aldaar lange tijd Typha-Phalaris- en Stachys-ruigten (type Reh) hebben gehandhaafd bij sterke stijging van de zeespiegel. Mooie voorbeelden van dergelijke vegetaties in betrekkelijk natuurlijke staat zijn thans nog langs het Hollandsch Diep bij Roode Vaart in betrekkelijk grote oppervlakten aanwezig.

Achter de oeverbossen, aan de veenzijde dus, zal de overspoelingsintensiteit echter meestal betrekkelijk gering zijn geweest, omdat de Sphagnumvenen die buiten de rivier- en zee-invloed een belangrijke plaats in de kustvlakte innemen (BENNEMA, 1949) omhoog groeien, dus betrekkelijk hoog liggen en naar de rivier toe een geleidelijke daling van het maaiveld plaatsvindt. Komen uitgestrekte mesotrofe, dus lager liggende venen langs de rivier voor, dan moet het water bij overstroming zich over een zo grote vlakte uitbreiden, dat het ook geen hoog peil kan bereiken. De dichte vegetatie remde voorts het water zo sterk af, dat alle grove sedimenten zeer kort bij de rivier bleven, zodat slechts het zeer fijne slib over grotere afstanden kon worden afgezet. De op enige afstand van de oevers reeds gebrekkige waterafvoer, gepaard aan aanvoer van oligotroof veenwater, de grote produktie van organische stof en het rustige milieu van afzetting, zal een sterke ontkalking respectievelijk kalkarme afzetting van het slib hebben veroorzaakt. De geijkte boomsoort voor een slechts hoogstens oppervlakkig iets gedereerd, vrij mesotroof milieu is de els (Alnus glutinosa). Deze zal op de overgang van oeverwal naar oligotroof veen dan ook grote oppervlakten hebben beslagen. Bij geringe getijbeweging langs open water zullen deze bossen plaatselijk het karakter van de door JENNINGS and LAMBERT (1953) beschreven drijvende elzenbroeken hebben gehad.*) Bij niet te snelle stijging van de zeespiegel kunnen ook eiken, zij het niet zeer vitaal, in deze natte, mesotrofe gronden groeien, onder andere Diemontsbos in het Naardermeer. Blijkens vondsten in bos-

*) Dergelijke drijvende elzenbroeken zijn na uitvoering van de deltawerken in Haringvliet en Volkerak plaatselijk ook in de buitendijkse Biesbosch te verwachten.

veen (zie o.a. IX.4.1.5) kwamen zelfs zo eutrofe venen voor, dat er ook essen konden groeien. Mogelijk ook zijn de stammen er slechts ingespoeld vanaf de oeverwal. Eerder dan op de oeverwallen zullen de eiken en essen in de venen bij een versnelde zeespiegelstijging te gronde gaan. Het voorkomen van eikenstammen op bepaalde niveaus in de Hollandse venen (BENNEMA, 1949) zou hiermee kunnen worden verklaard. Wanneer de kommen groot zijn, zullen de elzengordels langs de rivieren langzaam in berken- en wilgenstruwelen overgaan en via deze in meer ombrogene veenmosvegetaties, tenzij de stijging van eutroof grondwater of wat op hetzelfde neerkomt, sterke, oppervlakkige ontwatering die klink tot gevolg heeft, deze onmogelijk maakt. Het laatste kan door de mens geschieden door het graven van sloten en dergelijke, maar ook geheel natuurlijk door zich invretende getijgeulen waarin lage ebstanden optreden. Wanneer de stromen dichter bij elkaar liggen, kunnen de elzengordels elkaar raken en weinig ruimte overlaten voor de meer oligotrofe begroeiingen (Alblasserwaard).

De elzenbossen zullen bij een sterk versnelde stijging van het water en de daardoor vergrote minerale sedimentatie voornamelijk plaats maken voor zeggevegetaties, zoals die in de hoogste kommen in de Biesbosch in beginsel worden aangetroffen. In figuur 48 (VII.i, j, k en l) werd een en ander schematisch voorgesteld.

2.3 Vergelijking van het neolithische getijdenlandschap bij Hekelingen met de Biesbosch

Een fraai voorbeeld van een prehistorisch bewoond Biesboschachtig landschap werd gevonden in Hekelingen, waar een getijdenkreek, deel uitmakend van het Maasestuarium, werd aangetroffen met een laat-neolithische woonplaats uit de overgangsperiode van het Atlanticum naar het Subboreaal. De vondsten van dieren- en vegetatieresten komen overeen met de fauna en flora die thans in de Biesbosch aanwezig zijn, of er onder natuurlijke omstandigheden te verwachten zouden zijn. Bij vergelijking van het door BENNEMA (1953) gegeven profiel (fig. 2 op blz. 11) met ons schema van figuur 48 blijkt een duidelijke overeenkomst. De orde van grootte is gelijk aan wat men in de Biesbosch ziet. De getij-amplitude zal vermoedelijk iets geringer zijn geweest en wellicht omstreeks 1 à 1½ meter bedragen hebben. Het hoogteverschil van 2 meter tussen de kruin van de oeverwallen en de diepste plaats uit de kreek wijst hierop. De fijnere vertakking van de kreken, waartoe BENNEMA besluit uit de plaatselijke aanwezigheid van kleilenzen in het veen, is in overeenstemming met wat thans in de Biesbosch kan worden waargenomen.

2.4 Vergelijking van de genese van het Westland met de Biesbosch

VAN LIERE (1948) beschrijft in het Westland een aantal vormingen die gedeeltelijk in zoet getijdenmilieu zouden zijn ontstaan. In de eerste plaats beschrijft hij een geulenstelsel, dat het veengebied van-

uit de Maasmond binnendrong en dat gedurende de laatste eeuwen voor onze jaartelling ontstond (systeem VLAM, 1947). Ten dele liggen de stroombanen van deze geulen nog in het landschap aan de oppervlakte. Door omkering van het reliëf vormen de voormalige kreken nu ruggen. Een jonger systeem van inbraken heeft een betrekkelijk egaal kleidek vanuit de Maasmond over de oevers afgezet, waardoor het oudere geulenstelsel voor een deel werd bedolven. Volgens VAN LIERE zou ook dit kleidek deels in zout, brak en zoet water zijn afgezet. Schelpen alsook rietresten zouden hierop duiden. Het zoutgehalte van het milieu was afhankelijk van de wisselingen in grootte van de Maasmond gedurende de tijd van afzetting.

Dit Westlanddek nu, vertoont in verschillende opzichten veel overeenkomst met het westelijk deel van het Land van Heusden en Altena (zie ook VIII.2.4). In beide gebieden treden er in het kleidek over korte afstand geen abrupte verschillen op. De kreken die bij de afzetting behoren hebben slechts zwak golvende vormen; op geringe afstand is de invloed daarvan op de bodemgesteldheid al niet meer merkbaar. Dit laatste is een algemeen kenmerk van de afzettingen in het dichtbegroeide zoete tot brakke gebied, zoals in IV.4 werd uiteengezet. Vanaf een hoogte, waarop de vegetatie sterk begint op te treden, werkt deze in het zoete gebied sterk egaliserend op de sedimentatie. Het minder sterk kronkelende verloop van de grotere kreken in het zoete gebied ten opzichte van het zoute, hangt wellicht ook samen met de weerstand, die de vegetatie tegen erosie biedt naast de invloed van de intensiteit der getijdenbeweging en de daardoor veroorzaakte erosie.

Daar, waar in het huidige zoetwatergetijdengebied niet-anthropogeen beïnvloede kreken stromen, treedt echter toch ook wel plaatselijk een aanzienlijke kronkeling op (gorzen van de Roode Vaart). Daar er vrijwel geen ongestoorde kreeklopen van enige omvang zijn, is voor dit verschijnsel voorlopig geen zekere verklaring te geven. Merkwaardig is, dat de in het Westland veel voorkomende naam G a n t e l voor de bij het Westlanddek behorende kreken ook in Heusden en Altena in een soortgelijk, alleen 10 eeuwen later gevormd landschap voor overeenkomstige geulen in gebruik is (IX.4.2.4.2).

Ook de invloed van de onderliggende bodem ten gevolge van ongelijke klink is in het oostelijk deel van de recente zoetwatergetijdenafzettingen gelijk aan die in het Westland. In het eerste gebied zijn het de oude stroomruggen van de Maas en zijrivieren (SCHIJEN, 1948; SONNEVELD, 1954), in het Westland de ruggen van het vroegere inbraaksysteem. In het algemeen staan de lage gronden in het verjongde deel van het Land van Heusden en Altena echter minder onder invloed van het grondwater. Vermoedelijk zal de vegetatie in het Westland wel meer invloed van zout hebben ondervonden dan in het Land van Heusden en Altena het geval is geweest. Voornamelijk zullen rietvegetaties afgewisseld met heen (S c i r p u s m a r i t i m u s) en melde (A t r i p l e x h a s t a t a), om de belangrijkste vegetatievormende planten te noemen, het landschap hebben beheerst (vergelijk

de vegetatie langs het Haringvliet (Scheelhoek)). In de verst van de zee gelegen gedeelten zal vermoedelijk groei van een meer zoete vegetatie en ook hout mogelijk zijn geweest. Tijdens het steeds verder terugtrekken van de zee zullen de vloedbossen zich verder naar het zuiden en westen kunnen uitbreiden, om bij een verdere daling echter al spoedig hun vloedboskarakter te verliezen, daar de getijdeninvloed steeds minder werd. De ontkalking zal in de laagst gelegen delen (broekgronden) het intensiefst zijn geweest.

De vloedkreken van het oude systeem zullen in tijden van niet te snelle stijging van de zee, voor zover ze niet brak of zout waren, op de oevers zeker ook vloedbossen hebben gedragen. De donkere kleur, die de gronden van vele dezer oevers thans hebben en waaraan de naam woudgrond voor deze gronden is ontleend, is vermoedelijk niet aan deze vloedbosvegetatie te danken. Dit zou kunnen blijken uit de waarneming dat de ruggen van het systeem VLAM, waar ze zijn overdekt door het Westlanddek, niet die donkere kleuren vertonen. Daarbij moet echter wel rekening worden gehouden met de omstandigheid, dat de later overdekte gedeelten vroeger ook het dichtst bij zee hebben gelegen en dus ten gevolge van het zoutgehalte een minder geschikt milieu van houtgroei opleverden. Na dit stadium zullen ze echter ook bosvegetaties hebben gedragen, mogelijkerwijs tijdens de volgende transgressieperiode. Dit moeten aanvankelijk vrij natte bostypen met els en later weer meer droge wouden met es, eik en dergelijke zijn geweest. De huidige bosvegetaties in de Biesbosch geven, wat betreft de kleur van de bodem, weinig uitkomst omdat, zoals in hoofdstuk X werd beschreven, belangrijke houtsoorten als es, eik en iep kunstmatig worden geweerd. Zo geven elzen en waarschijnlijk ook essen aanleiding tot zeer donkergekleurde tot zwarte profielen. Onder de thans ook in de hogere typen uitsluitend uit wilgen bestaande houtvegetaties in de Biesbosch worden bruine gronden gevormd. Over de invloed van de vegetatie op de blijvende kleuren in het bodemprofiel, ook nadat de vegetatie reeds lang is veranderd, is voor zover wij weten echter in het algemeen weinig exacts bekend. Wat in de literatuur hierover wordt vermeld berust grotendeels op veronderstellingen. Een belangwekkend terrein van onderzoek ligt hier nog braak.

2.5 Veengroei in een getijdengebied en modderklei

2.5.1 Veengroei in een getijdengebied

Een voorwaarde voor het ontstaan van venen is, behalve de aanwezigheid van een snel groeiende vegetatie, dat de afgestorven plantenresten weinig of niet kunnen mineraliseren. Aan deze voorwaarde wordt vrij goed voldaan, wanneer de plantenresten in anaerobe condities worden geaccumuleerd. Het meest voorkomende anaerobe milieu is stagnerend water. Hier is namelijk spoedig al de voor oxydatie noodzakelijke zuurstof verbruikt.

In vlakke alluviale kustgebieden worden vaak venen aangetroffen, zowel in tropische (Nieuw-Guinea, Borneo) als gematigde streken (Noordwest-Europa). Kennelijk treedt in die kustvlakte stagnatie op van water. De oorzaak van deze stagnatie is onder andere het geringe verhang van de rivieren, zo dicht bij de erosiebases (monding) en de vorming van oeverwallen en kustbarrières, die afwatering slechts door relatief kleine openingen toestaan.

Naarmate de getij-amplitude groter is, zullen de aldus ontstane kommen sterker gedraineerd kunnen worden. Daling van de zeespiegel zal een drainage van de eenmaal gevormde afzettingen vergroten en daardoor het voor veenvorming geschikte milieu verkleinen; een stijging zal stagnatie van water bevorderen en daardoor veenvorming begunstigen. Een versnelde stijging kan echter de veengroei teniet doen, omdat dan de accumulatie van organische stof de stijging van het water niet kan bijhouden. Is er voldoende slib aanwezig in het water, dan kunnen de veenpakketten worden overdekt met meer of minder organische stof bevattende minerale sedimenten. Dit laatste zal het gemakkelijkst optreden op plaatsen, waar het zoute zeewater toegang krijgt, omdat het organische stofproducerend vermogen van de vegetatie dan ten gevolge van het hogere zoutgehalte sterk afneemt. In zwak-brakke en zoete gebieden kunnen onder dergelijke omstandigheden, onder een dichte vegetatie de straks te behandelen modderkleien ontstaan. Voor de vorming van zeer dikke eutrofe veenpakketten in de kustvlakte is een stijgende zeespiegel noodzakelijk, omdat deze niet boven een bepaalde gemiddelde waterstand kunnen uitgroeien. Oligotrofe venen, die verder van de rivier en de kust ontstaan (BENNEMA, 1949) kunnen dit wel. Volgens VISSCHER (1949) worden deze thans als ze ver boven het grondwater uitgroeien, echter te sterk gedraineerd om in ons (subatlantisch) klimaat nog verder te kunnen groeien (zie ook wat over deze oligotrofe venen werd opgemerkt in XV.2.2).

In West-Europa zijn, zij het sporadisch, nog wel levende hoogvenen ter bestudering aanwezig. Levende, eutrofe met de rivieren in contact staande venen zijn uiterst zeldzaam. De reeds vermelde door JENNINGS and LAMBERT (1953) beschreven venen in de Bure valley in Norfolk, Engeland, vormen een voorbeeld van onder geringe getijdeninvloed groeiende deltavenen. In de Biesbosch komt onder de huidige omstandigheden geen veenvorming voor. Wel ontstaan er minerale afzettingen, die reeds een hoog gehalte aan organische produkten bezitten. Zo bestaat een rietgors in natte toestand reeds voor ca. 50 volumeprocenten uit organische stof (V.2.2.1.3). Kennelijk is de aanvoer van minerale delen en de drainage ten gevolge van het grote tijverschil thans nog te groot, terwijl om tot veenvorming te kunnen komen, bovendien vooral de invloed van de mens (begreppelen) te intensief is. Bij uitsluiting van de menselijke activiteit zou het wellicht thans reeds mogelijk zijn dat een eerste begin van veenvorming optrad. Zij het dan, dat het gevormde veen kleihoudend zou zijn. Na uitvoering van het deltaplan, wanneer de getij-amplitude

sterk is gedaald zal dit op beschutte, komvormige plaatsen, waartoe het minerale sediment vrijwel geen toegang meer zal hebben, in sterkere mate het geval zijn. Het ware wenselijk, dat deze ontwikkeling in voldoend grote natuurreservaten gevolgd zou kunnen worden.

2.5.2 Modderklei

Geeft het huidige levende estuariummilieu dus nog weinig aanknopingspunten voor de bestudering van de deltavenen, de modderklei kan men er in allerlei fasen zien ontstaan. Onder modderklei verstaat men de slappe, gedeeltelijk organische, gedeeltelijk minerale afzettingen die overwegend stratigrafisch bij de oude (atlantisch-subboreale) zeeklei behoren en deze aan de land- en rivierzijde vaak begrenzen.

Het is duidelijk, dat de in hoofdstuk V uitvoerig beschreven bodem van de levende, nog groeiende rietgors-, biezengors- en ruigtekommen, als dergelijke modderkleien in wording kunnen worden opgevat. De cijfers in hoofdstuk V wijzen dit duidelijk uit. Een dergelijke intensieve menging van klei en organische bestanddelen als in de modderklei optreedt is alleen mogelijk in zoet en brak milieu. Een grote aanvoer van slib in brak of zoet milieu is gebonden aan de nabijheid van rivieren. Ook de echte modderklei is dus aan de nabijheid van rivieren gebonden. Is er geen rivier in de nabijheid, dan ontstaan onder dichte riet- en biezenvegetaties rietvenen, geen rietkleien. In hoofdstuk X is beschreven, dat de natuurlijke ruigtevegetaties in het riviergebied wel voor een belangrijk deel, maar niet geheel uit riet bestaan. Dat men toch voornamelijk riet tegenkomt, wordt vermoedelijk veroorzaakt door de grote resistentie van dit gewas tegen vertering. Dikwijls treft men ook slappe kleien aan, waarin slechts wat fijne worteltjes als voornaamste resten worden aangetroffen. Hier moet men denken aan biezen van diverse soorten en eventueel ook aan andere planten als Typha, Stachys, Phalaris, Atriplex en andere, waarvan de resten niet meer herkenbaar zijn. Een, niet al te sterke zoutinvloed kan op betrekkelijk hoog liggende plaatsen, waar in zoet milieu een kombosvegetatie of een ruigtevegetatie aanwezig zou kunnen zijn, deze doen overgaan in een rietgors, omdat riet toleranter is ten opzichte van zout, dan de meeste ruigteplanten en houtgewassen van het zoete gebied. In de huidige Biesbosch verandert de modderklei tijdens de groei gedeeltelijk onder menselijke invloed. De doorluchting, die in natuurlijke omstandigheden slechts langs de oevers zou plaatsvinden, treedt nu, ten gevolge van de begreppeling, over de gehele oppervlakte van het groeiende land op en doet nu het proces van fysische rijping ook overal doordringen. Na het griendstadium is van de oorspronkelijke natuur van de modderklei niets meer te bespeuren. Voor het ontstaan van dikke pakketten modderklei is daarom nodig, dat er geen afwatering optreedt, bovendien moet de zee geleidelijk stijgen. De stijging moet niet te snel gaan, want dan kan het gewas sterven en ontstaat er een onderwaterafzetting; is de stijging te langzaam of treedt

er een stilstand in, dan wordt te weinig mineraal sediment aangevoerd en ontstaat er veen. Gaat de stijging relatief langzaam, dan krijgt de modderbodem kans, wat uit te zakken, dus wat vaster te worden. Tegelijk ook kan het in hoofdstuk VI beschreven ontkalkingsproces leiden tot vrijwel absolute ontkalking. Kwel uit de ondergrond bijvoorbeeld uit een achterliggend heuvelland, kan deze ontkalking, als zijdelingse afvoer van de kalk niet mogelijk is, evenals een zeer ondoorlatende ondergrond, natuurlijk tegenwerken.

Snelle stijging van het algemene waterniveau leidt tot slappe modderklei. Het proces van opslibbing kan dan zo snel gaan, dat de ontkalking minder snel verloopt. De plaatselijke kalkrijkdom van modderkleien kan, wanneer de bovengenoemde remming van de ontkalking niet aanwezig is, aan een dergelijke oorzaak worden toegeschreven. In gebieden, waar veel sulfaat wordt toegevoerd, bijvoorbeeld door zeewater, is er in de geheel of gedeeltelijk ontkalkte modderkleien niet, of net voldoende $CaCO_3$, om het bij oxydatie uit FeS_2 gevormde zwavelzuur te neutraliseren. De oorspronkelijke, nog wat kalk bevattende, modderklei kan dan na oxydatie overgaan in een zure klei, de zogenaamde katteklei, of in een kalkloze klei.

3. KNIPKLEI EN LAKLAGEN

3.1 Knipklei

Knipklei en laklagen zijn te beschouwen als de meest extreme kleigronden ontstaan in kommilieu. Uit de geografische ligging blijkt dat de eerste, mede onder mariene invloed, de laatste uitsluitend in zoet milieu zijn gevormd. Er zal hier niet diep op de theoriën omtrent de ontstaanswijze worden ingegaan. Voor de knip zij verwezen onder andere naar VEENENBOS en VAN SCHUYLENBORGH (1951), voor laklagen naar EDELMAN c.s. (1952).*) We willen hier echter slechts wijzen op de kalkarmoede, die onzes inziens een van de belangrijkste factoren is, waarvan de voor beide gronden zo kenmerkende slechte structuur, zowel direct als indirect een gevolg is.

Deze kalkarmoede moet ontstaan zijn als gevolg van de in VI.4.1 en VI.4.2 geschetste processen. De meest extreme knik komt in West-Europa vooral in het noordelijk gedeelte voor (West- tot Oost-Friesland) waar, zoals we hebben gezien, in VI.4 het vers afgezette sediment reeds gemiddeld wat kalkarmer is dan in het zuiden. Belangrijker nog is echter, dat in de omgeving van de knip aldaar geen grote, veel eutroof water aanvoerende rivieren aanwezig zijn en de aanvoer van veel zuur veenwater uit de aangrenzende venen zeer aannemelijk is.

*) Zie ook PONS (1958).

Een tekort nu aan "de grote beschermer" van het absorptiecomplex in de grond, het calcium-ion, dat na uitspoeling (inclusief niet neerslaan) van alle vrije kalk kan optreden, stelt deze klei bloot aan allerlei structuurbedervende invloeden. Volgens VEENENBOS en VAN SCHUYLENBORGH (1951) zou dit bij knip vooral Mg en ook natrium zijn.*) Merkwaardig is het ontbreken van kattekleiverschijnselen in de knipgronden. Blijkbaar is er niet voldoende pyriet voor aanwezig (VI.4.2.5). Men zou namelijk kunnen verwachten, dat in een brak milieu door pyriet-oxydatie, bij ontbreken van $CaCO_3$ veel H-ionen zouden worden gevormd die de klei tot een H-klei gemaakt zouden hebben, die in ieder geval een betere structuur zou vertonen dan de knip. Bovendien zou men dan intensieve roestverschijnselen verwachten, die kenmerkend zijn voor kattekleigronden, ook wanneer de pH reeds lang weer is hersteld na aanvoer van kalk van elders. De problemen rond het al of niet voorkomen van pyriet en de mogelijkheid van later uitwissen van eventuele kattekleiverschijnselen, dienen te worden onderzocht en opgelost voor de knip geheel kan worden verklaard.

3.2 Laklagen

Ook bij de laklagen zijn alle omstandigheden voor kalkarme afzetting en latere ontkalking in anaeroob milieu uitermate gunstig. De langzame opslibbing met uiterst fijn sediment, het gereduceerde milieu dat mede door dit laatste en de ligging in de kommen veroorzaakt wordt, de verdunning van het rivierwater met regenwater in de uitgestrekte komgebieden, de overeenkomst met het veenmilieu, wat blijkt uit de geleidelijke overgang in synchroon ontstane veenlagen en de ongetwijfeld dichte begroeiing in dit zoete, niet zeer arme milieu (EDELMAN c.s., 1952), duiden hier alle op. Het belangrijkste verschil met het knipmilieu is enerzijds de aard van de begroeiing die in het brakke knipgebied zeker niet zoals in het zoete, deels uit houtgewassen zal hebben bestaan, maar vermoedelijk uit zouttolerante kruiden en grassen. (Volgens mondelinge mededeling van Prof.dr.ir.C.H.Edelman moet het knipgebied grotendeels gras hebben gedragen blijkens de uit historische bronnen bekende gegevens omtrent rundveeteelt in die gebieden tijdens de vorming van de knip). Een specifieke invloed van de soortensamenstelling van de vegetatie op ontkalking verwachten we tussen zouttolerante en niet-zouttolerante vegetaties op onze kleigronden echter niet. Slechts de hoeveelheid reductiemiddel (organische stof) die de vegetatie produceert is

*) Volgens mondelinge mededeling van Ir.J.Cnosse is het Na-gehalte van de meeste knipgronden echter laag en dus niet van betekenis.

van belang en dat is in zoete gebieden in ons gematigd klimaat steeds per tijdseenheid meer dan in zoute. In het brakke milieu waarin de knipklei ontstond zal deze hoeveelheid echter wel voldoende zijn geweest om de ontkalking te bewerken, te meer daar het met schraal zand- en veenwater verdunde zeewater reeds aanleiding gaf tot weinig kalkrijk vers slib. Een ander verschil is de directe invloed van het zeewater dat in het knipgebied Mg (en Na) aanvoert, maar dat in het zoete gebied afwezig is. Ook in dit laatste gebied zal echter een gebrek aan vrije $CaCO_3$ het Ca aan het absorptiecomplex beinvloeden. Ook hier zou een onbeschermd absorptiecomplex voor de structuur schadelijke invloeden kunnen ondergaan onder invloed van klimaat en plantengroei. Wij achten het zelfs ook hier mogelijk, dat de slechte structuur mede onder invloed van een relatief hoog Mg-gehalte ten opzichte van Ca ontstaat. Het is immers bekend dat bij ontkalking (waarschijnlijk ook bij kalkarme afzetting) complexe calcium-magnesiumverbindingen, moeilijker oplosbaar blijken dan zuiver calcium-carbonaten (BRUIN, 1938). Dit valt ook uit de in bijlage 17 vermelde analyseresultaten te berekenen. Daar blijkt dat bij de twee monsters, genomen in de zware kalkarme laag in het waardengebied (zie IX.4.2.3.5), de gewichtsverhouding tussen het totale MgO- en het uit CO_2-gehalte bepaalde $CaCO_3$-gehalte respectievelijk 7 en 11% is. Bij 13 overige monsters die deels in vers slib, deels in rijpe polderbodem, maar alle in kalkrijke lichtere gronden zijn genomen, bleek deze verhouding kleiner dan 3% en overwegend < 1½% te zijn. Bij gelijk kalkgehalte blijkt deze verhouding nog aanzienlijk toe te nemen bij toenemend lutumgehalte. In de veel extremer ontkalkte zeer zware laklagen nu, kan deze relatieve toename van Mg veel groter proporties hebben aangenomen en zo groot geworden zijn, dat de invloed op het absorptiecomplex merkbaar zou kunnen zijn. Een onderzoek naar de kationenbezetting van deze gronden, hetgeen voor zover ons bekend, nog nergens is gepubliceerd, zou hierover uitsluitsel moeten geven. Mocht blijken, dat hier, althans mede een oorzaak van het verschijnsel van de laklagen ligt, dan is de schakel tussen knipklei en laklaag gelegd. De sterke ontkalking in vroeg stadium als gleyverschijnsel (inclusief de kalkarme afzetting) die het Mg in staat stelt zijn destructieve invloed uit te oefenen, zou dan van beide een belangrijke primaire oorzaak zijn.*)

*) Volgens mondelinge mededeling van Ir. C.van Wallenburg schijnen recente onderzoekingen naar de kationenbezetting, bovenstaande veronderstellingen te bevestigen.

Inleiding blz.

Deel I ALGEMEEN GEDEELTE

I Bodem- en vegetatiekunde en hun praktische toepassing

1 Algemeen 1
2 Overeenkomst 2
3 Onderscheid 3
4 Besluit 6

II Landschap en wijze van gebruik der natuurlijke hulpbronnen

1 Landschap en omgrenzing van het gebied 8

1.1 Omgrenzing en algemene karakteristiek 8
1.2 Landschap van het buitendijkse gebied 9
1.3 Landschap van de polders 10

2 Wijze van gebruik der natuurlijke hulpbronnen 11

2.1 Economisch gebruik 11
2.2 Recreatie 12

III Milieufactoren

1 Algemeen 14
2 Hydrologische factoren 16

2.1 Algemene karakteristiek 16
2.2 Schets van de getijdenbeweging in de Biesbosch en de veranderingen daarin onder antropogene invloed 17
2.3 De factor overspoeling 19

2.3.1 Frequentie van overspoeling 19
2.3.2 Duur van overspoeling 20
2.3.3 Hoogte van overspoeling 22
2.3.4 Belangrijke punten aan de getijcurve 22
2.3.5 Stroomsterkte bij overspoeling 23

2.4 Methode van hoogtemeting 26
2.5 Invloed van de bekading op de overspoeling 27

2.5.1 Algemeen 27
2.5.2 Meting vloedkomeffect in de grienden van De Dood 28

2.6 Het grondwater 31

Deel II BODEMKUNDIG EN GEOLOGISCH ONDERZOEK

IV Sedimentatie en textuur der sedimenten

1 Inleiding 34
2 De relatieve korrelgrootteverdeling 34

blz.

2.1 Wijze van voorstelling 34
2.2 Vergelijking van zee- en rivierafzettingen 35
2.3 De relatieve korrelgrootteverdeling in het zoetwatergetijdengebied 35
2.4 Oorzaken van de lage lutum-slibverhouding 37
2.5 Oorzaak van de verschillen in het zoetwatergetijdengebied 38

3 Zwaarte en gelaagdheid 38

3.1 Oorzaak van de gelaagdheid 38
3.2 Homogenisatie 39
3.3 Algemeen verloop van de zwaarte binnen het profiel 40

4 Invloed van de vegetatie op de sedimentatie 40
5 Het natuurlijk verloop van de opslibbing 42

5.1 Eb- en vloedscharen 42
5.2 Verticale opslibbing 43
5.3 Vlaaivorming 44
5.4 Laterale opslibbing 45
5.5 Erosie 45

6 De antropogene invloed op de sedimentatie 45

6.1 Begreppeling 45
6.2 Bekading 46

7 Schematische voorstelling van de landgroei 47
8 Nabeschouwing 48

V Initiale bodemvorming en inklinking

1 Fysische rijping 50

1.1 Inleiding 50
1.2 Methode van onderzoek 53
1.3 Het water- en humusgehalte in het zoetwatergetijdengebied 54

1.3.1 Inleiding 54
1.3.2 Humusgehalte 55
1.3.3 Het watergehalte (A-cijfer) 57
1.3.4 Het verloop der veranderingen in het bodemprofiel tijdens het rijpingsproces 60
1.3.5 De aandelen van humusafbraak en verdamping (dehydratatie) in het waterverlies 62
1.3.6 Vergelijking met de kwelders 62
1.3.7 Oorzaken van het verschil in het verloop der fysische rijping 63

2 De inklinking 64

2.1 Inleiding 64

blz.

2.2 De inklinking van de bovengrond 64

2.2.1 Het volume van de bodemcomponenten 64

2.2.1.1 Inleiding 64
2.2.1.2 Het luchtvolume 65
2.2.1.3 Het volume van het water en de vaste delen in natte toestand 66
2.2.1.4 Het volume der vaste bodembestanddelen in droge toestand 66

2.2.2 De klink in de bovengrond in verband met de factor tijd 68
2.2.3 Het hoogteverlies van het maaiveld door egalisatie 69
2.2.4 De berekening van de toekomstige bodemprofielen 70
2.2.5 De toekomstige hoogteligging van het maaiveld 71

2.3 De inklinking van de ondergrond 73

3 Profielbeschrijvingen van de monsterplaatsen ten behoeve van het rijpingsonderzoek in de Biesbosch 76

VI Het gedrag van enkele belangrijke elementen tijdens de initiale bodemvorming (chemische rijping)

1 Inleiding 90
2 IJzer 90

2.1 Inleiding 90
2.2 Het verloop van de kleur van de grond bij rijping en de oorzaak daarvan 90
2.3 Hernieuwde reductie 93
2.4 Verplaatsing van ijzerverbindingen in de grond 95
2.5 Gebruik van ijzerverbindingen als indicatie van de oxydatietoestand van de grond 97

3 Mangaan 98
4 Kalk 99

4.1 Kalkgehalte van vers slib 99

4.1.1 Kalkgehalte van vers slib buiten de Biesbosch 99
4.1.2 Kalkarme afzetting in zuur water 101
4.1.3 Kalkgehalte van vers gesedimenteerd slib in de Biesbosch 101
4.1.4 Besluit 103

4.2 Ontkalking 103

4.2.1 Inleiding 103
4.2.2 Ontkalking als gleyverschijnsel 103
4.2.3 De kalkarme laag in het "Waardengebied" 107
4.2.4 Het verschil in kalkgehalte bij vers, gelijktijdig gesedimenteerd slib in de Biesbosch 107
4.2.5 Sulfaatreductie en oxydatie van sulfiden 108

	blz.
4.3 Besluit	110
5 Kalium	111
5.1 Het kaligehalte	111
5.2 Kalifixatie	112
6 Fosfor	115
7 Zwavel	117
8 Stikstof	118
VII De bodemkartering	
1 Inleiding	120
2 De betekenis van de waterhuishouding als karteringskenmerk en als leidraad voor de indeling der gronden	120
2.1 Algemene opmerkingen	120
2.2 De betekenis van de dikte van het slibhoudend dek	122
3 Indeling van de Biesboschgronden	123
3.1 Algemene opmerkingen	123
3.2 Profielopbouw en dikte der lagen	124
3.3 Zwaarte	125
3.4 Kalkarme lagen	125
3.5 Ligging in het veld	126
3.6 Namen der bodemeenheden	126
4 Beschrijving van de bodemkaart	126
4.1 Inleiding	126
4.2 Beschrijving van de "bodemgebieden"	127
4.3 Verjongingen	129
4.4 De verwerkte gronden	130
4.5 Reliëf	131
VIII Vergelijking van de bodemgesteldheid met die van andere gebieden via een beschouwing over de systematische indeling	
1 Buitenland	133
2 Nederland	133
2.1 Inleiding	133
2.2 Estuariumlandschap	134
2.3 Zuidwestelijk zeekleigebied	135
2.4 Westlanddek en gorsgronden	139
2.5 Buitendijkse gronden	140
IX Geologie en genese	
1 Bronnen en gegevens	141
2 Stratigrafie	141
3 Het Pleistoceen	142

blz.
3.1 Preglaciaal ouder dan hoogterras II 0 142
3.2 Hoogterras II 1 142
3.3 Laagterras II 8 143

4 Het Holoceen 144

4.1 De afzettingen voor de St.Elizabethsvloed 144

4.1.1 Algemene opbouw 144
4.1.2 Het pollendiagram van het profiel in de bouwput van de Spieringsluis 145
4.1.3 Geologische klinkverschijnselen 145
4.1.4 Het kleidek op het veen 146
4.1.5 Het milieu van afzetting van veen en klei 147
4.1.6 De loop der oude rivieren 148

4.2 Het na de St.Elizabethsvloed gevormde deel van het Holoceen 149

4.2.1 Inleiding 149
4.2.2 Algemene beschrijving van het verloop van de transgressiefase waartoe de St.Elizabethsvloed behoort 150
4.2.3 Meer gedetailleerde beschrijving van de genese der St.Elizabethsafzettingen 153

4.2.3.1 Bronnen en gegevens 153

4.2.3.1.1 Analyse van de huidige toestand 153
4.2.3.1.2 Historische en recente topografische kaarten 154
4.2.3.1.3 Data van enkele belangrijke gebeurtenissen 156

4.2.3.2 De Cardiumlaag 157
4.2.3.3 Het zandpakket 157
4.2.3.4 De Vervoornepolder 159
4.2.3.5 Het waardengebied, de kalkloze laag en de regressie van 1600 159
4.2.3.6 Het zandplatengebied en het gebied met gelaagde gronden 161

4.2.3.6.1 Beschrijving van het ontstaan 161
4.2.3.6.2 Invloed van oude stroomruggen op de vorming van hoge zandplaten 163
4.2.3.6.3 Bijzondere zandplaatgronden 163

4.2.3.7 Het gebied met ongelaagde kleigronden 164
4.2.3.8 De invloed van waterstaatkundige werken 164
4.2.3.9 De invloed van de transgressiefase in de 19e eeuw 166
4.2.3.10 De vorming van kleidekken op de kalkarme laag 167
4.2.3.11 De lichte oeverstroken en de verjongingen in het waardengebied 167
4.2.3.12 Schaarsystemen en stromingsbeelden 171
4.2.3.13 De bedijkingsgeschiedenis in verband met de regressie- en transgressiefasen 173

blz.

4.2.4 Enkele nog niet behandelde gegevens over toponymie in verband met de genese 174

4.2.4.1 Namen eindigend op -polder 174
4.2.4.2 Waternamen 175
4.2.4.3 Iets over enkele andere, voor het gebied kenmerkende veldnamen 175

4.2.5 De verkavelingstypen 177

Deel III HET VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK

1 Methoden van onderzoek 179
2 De toegepaste methode 180

X Beschrijving der plantengemeenschappen in het buitendijkse gebied van de Biesbosch

1 Inleiding 185

1.1 Indeling van de vegetatie 185
1.2 Schematisch overzicht van de vegetatie-eenheden in verband met hun milieu 186

2 De vegetatie van permanent overspoelde plaatsen 186

2.1 Inleiding 186
2.2 Gemeenschap van Nuphar luteum, Potamogeton perfoliatus en Potamogeton pectinatus (V) 186

2.2.1 Edafische en hydrologische factoren 186
2.2.2 Floristische samenstelling 187
2.2.3 Ecologie en fysiognomie 187

2.3 De vegetatie van Hydrocharis morsus-ranae 188

3 De gemeenschap van ruigten en biezengorzen 189

3.1 Inleiding 189
3.2 De oeverwalreeks 189

3.2.1 Gemeenschap van Scirpus triqueter en Scirpus maritimus (Rdq) (Scirpetum triquetri et maritimi typicum) 189
3.2.2 Gemeenschap van Scirpus maritimus en Phalaris arundinacea (Rdh) (Scirpetum triquetri et maritimi phalaridetosum) 192
3.2.3 Gemeenschap van Senecio paludosus, Lythrum salicaria en Scirpus maritimus (Rc) (Scirpetum triquetri et maritimi senecietosum paludosae) 193
3.2.4 Gemeenschap van Epilobium hirsutum en Phalaris arundinacea (Rb) (Phragmition eurosibiricum Koch (1926) Molinietalia coeruleae Koch (1926)) 194

blz.

3.2.5 Gemeenschap van Heracleum sphondylium en Valeriana officinalis (Ra) (Valerianeto-Filipenduletum Westhoff (1949); Filipenduleto-Geranietum Koch (1926)) 195
3.2.6 Gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper (Rp) (Glycerieto-Sparganion) 196
3.2.7 Ruigten op kribben, strekdammen en andere kunstmatig opgeworpen plaatsen (I). (Voornamelijk Tanaceto-Artemisietum Tüxen (1937) Sissingh (1950)) 199

3.3 De komreeks 201

3.3.1 Inleiding 201
3.3.2 De vegetatie van de lage kom (Rf en Rdf). (Sagittaria-rijke variant van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum) 202

3.3.2.1 Inleiding 202
3.3.2.2 Gemeenschap van Scirpus lacustris en Sagittaria sagittifolia f.sagittifolia (Rf) (Typische subvariant van de Sagittaria sagittifolia f.sagittifoliarijke variant) 202
3.3.2.3 Gemeenschap van Scirpus lacustris en Lythrum salicaria (Rdf) (Lythrumrijke subvariant van de Sagittaria sagittifolia f.sagittifoliarijke variant van het Scirpeto-Phragmitetum calthetosum) 203

3.3.3 De gemeenschap van de middelhoge kom (Rc en Rce) (Scirpeto-Phragmitetum calthetosum typicum). Gemeenschap van Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Re) (typische subvariant) en de gemeenschap van Typha latifolia en Typha angustifolia (Rce) (subvariant van Typha angustifolia) 205

3.3.3.1 Beschrijving van de gemeenschappen 205
3.3.3.2 Riet 206

3.3.4 Gemeenschap van Stachys palustris, Typha latifolia en Sparganium erectum ssp.polyedrum (Reh). (Scirpeto-Phragmitetum calthetosum; Stachysrijke variant). 208

4 Drijftilvegetatie (IV) 210
5 De rietgorsgemeenschappen 212

5.1 Inleiding 212
5.2 Synsystematische indeling van de rietgorsvegetatie 213
5.3 De rietgorsgemeenschappen van de oeverwal. (Phragmites-Poa+Ficariasociatiegroep G1, G2, G2h en G3). 214

5.3.1 Inleiding 214

blz.

5.3.2 Gemeenschap van Phragmites communis en Heracleum sphondylium (G1) (Phragmites-Heracleum-Poa+Ficariasociatie) 215
5.3.3 Gemeenschap van Phragmites communis en Anthriscus silvestris (G2h) (Phragmites-Anthriscus-Poa+Ficariasociatie) 216
5.3.4 Gemeenschap van Phragmites communis, Poa trivialis en Ficaria ranunculoides (G2) (Phragmites-Poa+Ficariasociatie) 216
5.3.5 Gemeenschap van Phragmites communis, Caltha palustris, Poa trivialis en Ficaria ranunculoides (G3) 218

5.4 De rietgorsgemeenschappen van de kom 219

5.4.1 Inleiding 219
5.4.2 Caltharijke gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5r) (Caltharijke Phragmites-Calthasociatie) 220
5.4.3 Gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5) (Phragmites-Calthasociatie) 220
5.4.4 Caltha-arme gemeenschap van Phragmites communis en Caltha palustris (G5q) (Caltha-arme Phragmites-Calthasociatie) 221

5.5 Verwilderings(regressie)typen van het rietgors 222

5.5.1 Inleiding 222
5.5.2 Gemeenschap van Phragmites communis en Myosotis scorpioides (G4) (Phragmites-Myosotissociatie) 222
5.5.3 De Caltharijke gemeenschap van Phragmites communis en Myosotis scorpioides (G4r) (Phragmites-Caltha+Myosotissociatie) 223
5.5.4 Rietgors-ruigtegemeenschap (Gr) (Sociaties van Phragmites en div.species) 223

5.6 Het kruidenloze rietgors 224

6 De griend- en vloedbosgemeenschappen 225

6.1 Inleiding 225
6.2 Griend- en vloedbosgemeenschap met Circea lutetiana en Carex remota (V0) (Cariceto remotae-Fraxinetum anthriscetosum) 226

6.2.1 Ecologische en floristische typering 226
6.2.2 Fysiognomie en seizoenaspecten 227

6.3 De middelhoog gelegen griend- en vloedbosgemeenschappen (V1, V2, V3, V3r en V3q) (Salicetum albae cardaminetosum) 228

6.3.1 Ecologische en floristische typering 228

blz.

6.3.2 Fysiognomie en seizoenaspecten 228
6.3.3 Gemeenschap van Salix alba en Scrophularia nodosa (VI) (Scrophulariavariant van het Salicetum albae cardaminetosum) 229
6.3.4 Gemeenschap van Salix alba en Heracleum sphondylium (V2) (Heracleumvariant van het Salicetum albae cardaminetosum) 230
6.3.5 Gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Anthriscus silvestris (V3) (Salicetum albae cardaminetosum typicum) 231
6.3.6 Gemeenschap van Salix alba, Anthriscus silvestris en Caltha palustris (V3r) (Caltharijke subvariant van het Salicetum albae cardaminetosum typicum) 232
6.3.7 Gemeenschap van Salix alba, Cardamine amara en Vaucheria species (V3q) (Vaucheriasubvariant van het Salicetum albae cardaminetosum typicum) 233

6.4 De relatief laag gelegen vloedbos- en griendgemeerschappen (V4, V5 en V6)(Salicetum albae alismetosum) 234

6.4.2 Fysiognomie en seizoenaspect 236
6.4.3 Gemeenschap van Salix (div.spec.), Apium eu-nodiflorum Thlng en Rumex obtusifolius ssp.silvester (V4) (Rumex obtusifolius ssp.silvestervariant van het Salicetum albae alismetosum) 237
6.4.4 Gemeenschap van Salix purpurea, Alisma plantago-aquatica en Apium eu-nodiflorum Thlng (V5) (Salicetum albae alismetosum typicum) 238
6.4.5 Gemeenschap van Salix purpurea en Sparganium erectum ssp. polyedrum (V6) (Sparganium erectum ssp. polyedrumvariant van het Salicetum albae alismetosum) 239

6.4.5.1 Algemene floristische en ecologische beschrijving 239
6.4.5.2 Fysiognomie 240
6.4.5.3 Mogelijke successie van het kombos 240

6.5 De kruidenarme griend (V7) (Salicetum albae Issler (1926) Meyer Drees (1936)) 241

7 De lagere planten 244

7.1 Inleiding 244
7.2 Mossen 244
7.3 Diatomeeën, groen- en blauwwieren 245

8 Successie 248

8.1 Allogene en autogene successie 248
8.2 Successie-onderzoek in de Biesbosch 250

blz.

XI Synecologie

1 Inleiding 251

1.1 Ethologische en mesologische synecologie 251
1.2 Methode van onderzoek der mesologische synecologie 251

2 Hydrologische factoren 252

2.1 Getijdenbeweging 252
2.2 Chemische samenstelling van het water 253

3 Edafische factoren 253

3.1 Roestdiepte 253
3.2 Consistentie 254
3.3 Granulaire en chemische eigenschappen en geomorfologie 255
3.4 Waterbeweging in de grond 255

4 Hoogte-roestdiagrammen 256
5 Biotische factoren 256

5.1 Vegetatie 256

5.1.2 Rhizoom-vicinisme 257

5.2 Fauna 258

5.2.1 Vreterij 258
5.2.2 Excrementen 258
5.2.3 Bodemfauna 259

5.3 Antropogene invloed 259

5.3.1 Indirecte invloeden: begreppeling en bekading 259
5.3.2 Directe invloeden: planten, onderhoud, wieden, oogsten 260

6 Levensvormen 261

6.1 Inleiding 261
6.2 Levensvormen van Raunkiaer 263
6.3 Hydrotypen van Iversen 264

6.3.1 Uitgangspunt en methode 264
6.3.2 Indeling van de hydrotypen 265
6.3.3 Heterofyllie 266
6.3.4 Telmatofyten 268

6.4 Sklerotypen 269
6.5 Vitaliteit 269
6.6 "Luchtwortels" 270
6.7 Levensvormenspectra 271

7 Verband tussen vegetatie en milieu 272

blz.

7.1 Verband en oorzaak tussen ligging van synmorfologisch bepaalde grenzen en gemeten (mesologisch) ecologische grootheden 273

7.1.1 Inleiding 273
7.1.2 Bespreking van hoogte-roest (bodemaeratie)diagrammen 273
7.1.3 Aeratie-effect 277

7.2 Resultaten met levensvormenspectra 278

7.2.1 Levensvormen volgens Raunkiaer 278
7.2.2 Hydrotypen (Iversen) en Sklerotypen 279

7.3 Het vraagstuk van de met constante waterspiegel analoge niveaus (duikereffect) 283

8 Enkele opmerkingen over de verspreidingswijze der planten 286

8.1 Voorbeelden van vegetatieve vermeerdering 286
8.2 Voorbeelden van generatieve vermeerdering 287

XII De vegetatiekartering

1 Inleiding 289
2 Methode 289
3 Luchtfoto's 291
4 Beschrijving van de vegetatiekaart 292

4.1 Inleiding 292
4.2 Het kaartbeeld 293

5 Vergelijking tussen bodemkaart en vegetatiekaart 296

5.1 Inleiding 296
5.2 Enkele voorbeelden 296

XIII Vergelijking van de vegetatie in de Biesbosch met die van andere gebieden en verantwoording van de synsystematische indeling

1 Inleiding 298
2 Nauw verwante gebieden en overgang naar aangrenzende landschappen 298

2.1 Het buiten de Biesbosch gelegen zoetwatergetijdengebied 298

2.1.1 Dordtse (inclusief Sliedrechtse) Biesbosch 298
2.1.2 Het overige deel van het zoete gebied van de "benedenrivieren" 299

2.2 De overgang van de vegetaties van het zoetwatergetijdengebied naar die van de aangrenzende gebieden 300

2.2.1 Overgang naar het brakke gebied 300
2.2.2 Overgang naar het gebied van de "bovenrivieren" 302

	blz.
3 Vergelijking met in het systeem van de Frans-Zwitserse school ondergebrachte vegetaties uit andere gebieden en indeling van de Biesboschgemeenschappen in dit systeem	304
3.1 Iets over het systeem der Frans-Zwitserse school	304
3.2 De kruidenvegetaties	307
3.2.1 De vegetatie van de permanent overspoelde plaatsen (Potamion eurosibiricum Koch (1926))	307
3.2.2 De pionier-, oever- en oeverwalgemeenschappen (Scirpetum triquetri et maritimi en Phragmition eurosibiricum Koch (1926) Tx(1942) Br.-Bl. et S.(1942))	308
3.2.3 De komvegetatie Scirpeto-Phragmitetum medio europaeum Koch (1926) Tüxen (1941) calthetosum	311
3.2.4 De gemeenschap van Veronica anagallis-aquatica en Polygonum hydropiper (Rp) (Glycerieto sparganium Br.-Bl. et S.(1942))	319
3.2.5 De boven gemiddeld hoogwater liggende ruigten. De gemeenschap van Heracleum sphondylium en Valeriana officinalis (Ra) Valeriano-Filipenduletum Westhoff (1949b) Filipenduleto-Geranietum Koch (1926)	321
3.2.5.2 Tanaceto-Artemisietum Br.-Bl. (1931, 1929) zie ook Sissingh (1950)	322
3.2.6 De rietgorsvegetaties (Phragmitesconsociatie)	324
3.3 De bosvegetaties	326
3.3.1 De rivieren-begeleidende bossen	326
3.3.2 De wilgengordel	327
3.3.3 Beschreven associaties, die met de griend- en vloedbosgemeenschappen in de Biesbosch verwant zijn	330
3.3.4 Vergelijking van de getijdegriend(vloedbos)gemeenschappen in de Biesbosch met het van elders beschreven Salicetum albae Issler (1926), Knapp (1944), Wendelberger-Zelinka (1952) e.a., zie ook Oberdorfer (1953)	331
3.3.5 Vergelijking van de griend- en vloedbosgemeenschap met Circaea lutetiana en Carex remota (V0) met het Cariceto remotae-Fraxinetum Koch (1926)	333
3.3.6 Ecologische overeenkomst tussen de Nederlandse vloedbosassociaties en die van het "Auenwald" langs de Donau	336
3.3.7 Indeling vloedbosgemeenschappen in het systeem van de Frans-Zwitserse school	337
3.3.8 Iets over de synsystematiek van wilgenbossen in het algemeen	338

blz.

XIV De cultures in de Biesbosch en de toepassingsmogelijkheden daarbij van de resultaten van het bodem- en vegetatie-onderzoek

1 Inleiding 342
2 De biezenteelt 342
3 De rietteelt 343

3.1 Algemeen 343
3.2 De betekenis der vegetatie-eenheden 344
3.3 Onkruidbestrijding 346
3.4 Vormen van het riet 347

4 De griend- en houtteelt 348

4.1 Algemeen 348
4.2 De betekenis der vegetatie-eenheden 349
4.3 De teelt van opgaand hout 351
Aanhangsel 353a en 353b

5 Akker- en weidebouw 354

5.1 Algemeen 354
5.2 De betekenis van de bodemkartering 355
5.3 De waterhuishouding van de polders 356

5.3.1 Algemene karakteristiek 356
5.3.2 Actuele toestand van de ontwatering 357
5.3.3 De dijken en kaden 359
5.3.4 Oorzaken van verwaarlozing 360
5.3.5 Enkele beschouwingen omtrent de meest gunstige grondwaterstand 362
5.3.6 Overige voor de waterhuishouding van belang zijnde factoren 365

5.4 Enkele algemene opmerkingen over de geschiktheid voor de landbouw van de belangrijkste bodemtypen 365
5.5 Iets over inpolderingsrijpheid 367

XV De betekenis van de resultaten van het onderzoek voor de reconstructie van de natuurlijke landschappen in Nederland en de bodemvorming daarin

1 Inleiding 370
2 De getijdenrivier 37'

2.1 Beschrijving aan de hand van bodemkundige en geologische gegevens 372
2.2 De Biesbosch als landschap van de getijdenrivier 373
2.3 Vergelijking van het neolithische getijdenlandschap bij Hekelingen met de Biesbosch 375
2.4 Vergelijking van de genese van het Westland met de Biesbosch 375

	blz.
2.5 Veengroei in een getijdengebied en modderklei	377
2.5.1 Veengroei in een getijdengebied	377
2.5.2 Modderklei	379
3 Knipklei en laklagen	380
3.1 Knipklei	380
3.2 Laklagen	381