

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ONDERZOEK NAAR DE RELATIE VEGETATIE-WATERHUISHOUDING

IN HET KOMGRONDENRESERVAAT TIELERWAARD-WEST

Deelrapport 1: BESCHRIJVING VAN HET GEBIED EN
ONDERZOEKSOPZET

ing. P.C. Jansen en drs. R.H. Kemmers

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	1
2.1. Landschap	1
2.2. Geologie en geohydrologie	3
2.3. De bodemgesteldheid	5
2.4. De waterbeheersing	10
3. PROEFOPZET	11
3.1. Hypothesen	11
3.2. Grondwater en vegetatie	12
4. SAMENVATTING	22
5. LITERATUUR	23
BIJLAGE	26

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

In landinrichtingsprojecten zal, indien gewenst, het voortbestaan van natuurgebieden, gesitueerd in een gebied met agrarische bestemming, veilig gesteld dienen te worden. Hiertoe wordt veelal het inrichten van een bufferzone tussen natuur- en landbouwgebied voorgesteld. In veel gevallen zijn dit bufferzones met betrekking tot waterhuishoudkundige aspecten. Door een gebrekkige kennis van de waterhuishoudkundige randvoorwaarden, nodig voor het voortbestaan van verschillende (half-)natuurlijke vegetatietypen, berusten de voorstellen tot omvang en aard van de bufferzones vaak op minder gefundeerde argumenten. Hiertoe is in het komgrondenreservaat in de Tielerwaard-West een onderzoek gestart dat tot doel heeft inzicht te verkrijgen in de relaties tussen vegetaties en de waterhuishouding.

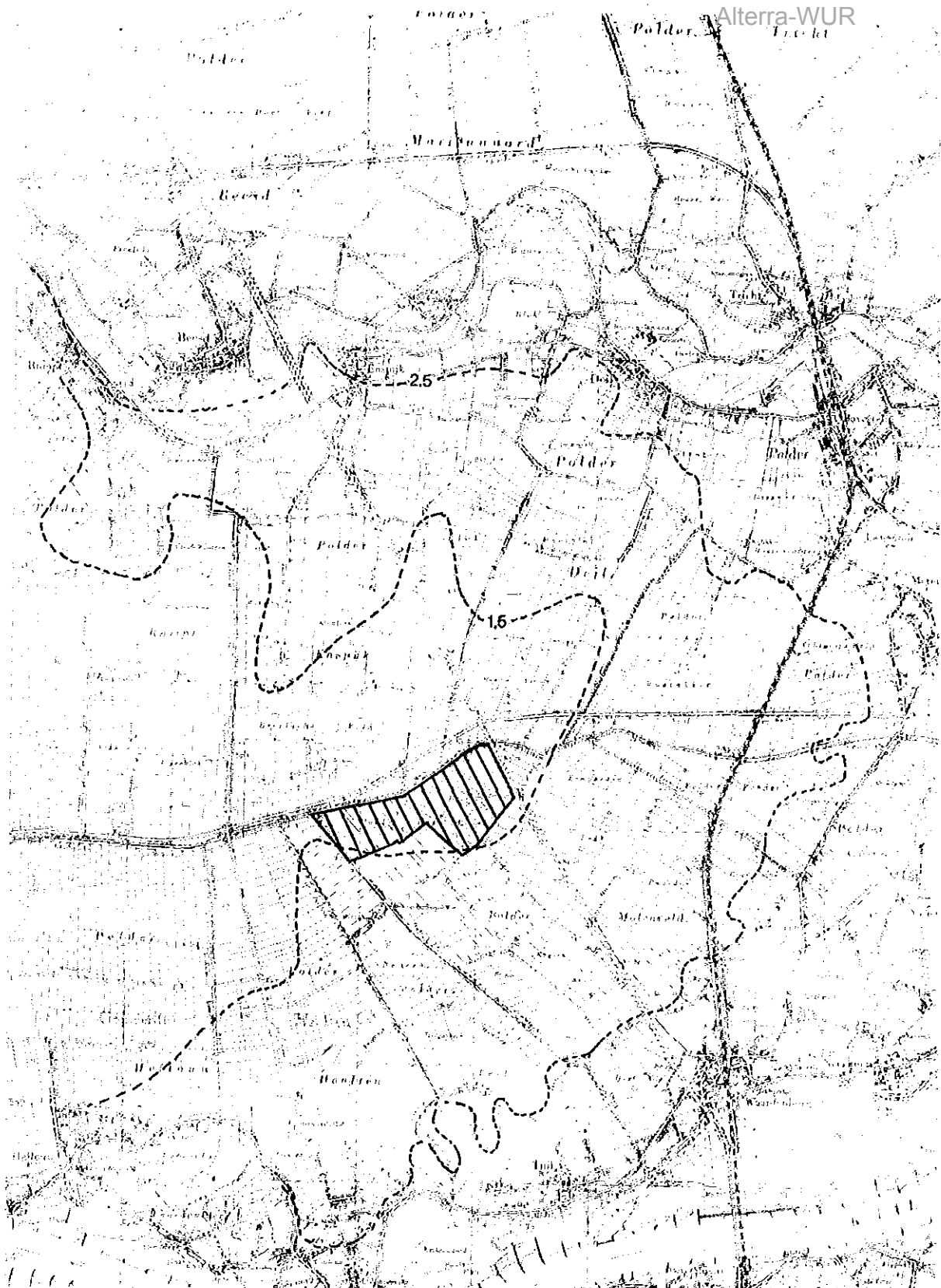
In dit deelrapport zal ingegaan worden op de beschrijving van het gebied en de proefopzet.

2. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

2.1. L a n d s c h a p

2.1.1. Opbouw

Het komgrondenreservaat is ongeveer 70 ha groot en ligt bij het verkeersplein Deil, ingeklemd tussen de weg naar Rotterdam en de weg naar Den Bosch. De komvormige laagte waarin het ligt, wordt begrensd door de Linge, de Waal en in het Oosten door de weg Waardenburg-Geldermalsen (Kaart 1). In het midden van deze kom zijn vroeger veel eendenkooien en griendbosjes aangelegd. Bebouwing was er oorspronkelijk alleen op de hogere randen rond de kom. Hoe verder het grasland



Kaart 1. Topografie en hoogteligging (NAP) van het komgrondenreser-
 vaat in de Tielerswaard-West (top. kaart 1957)

van de bebouwing aflag, des te slechter het werd onderhouden. Zulke percelen waren als hooiland in gebruik. In het reservaat werden voor de ruilverkaveling de graslandpercelen als vochtig tot te nat en als slecht bemest en gebruikt gekarteerd (Rapp. voor de Ruilverkaveling Tielerwaard-West).

Naast de graslandpercelen zijn er in het reservaat een aantal percelen met populieren ingeplant. Verder zijn er twee eendenkooien, omgeven door opgaand hout en een restant van een eendenkooi, omgeven door een griendbosje. Het huis van de beheerder en een molen staan aan de rand van het gebied (Kaart 2). Door de boerderijverplaatsing in ruilverkavelingsverband zijn er een aantal moderne melkveehouderijen rond het reservaat gesticht. Het open karakter van het komgrondegebied is mede hierdoor sterk veranderd.

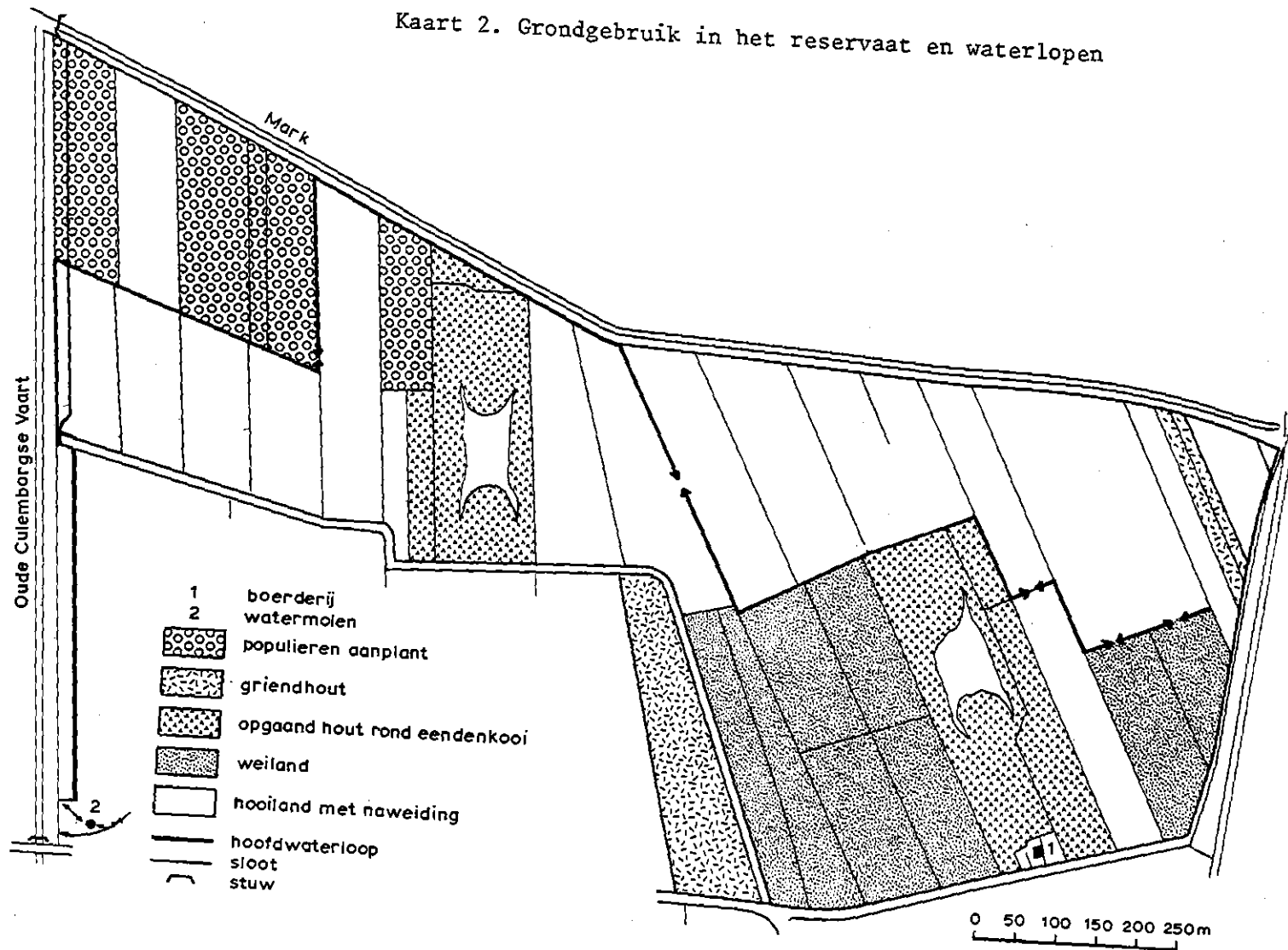
2.1.2. Beheer

Het huidige beheer van het reservaat is erop gericht de toestand van voor de ruilverkaveling te handhaven. De graslandpercelen worden daartoe niet bemest, één of tweemaal per jaar gemaaid en daarna nageweid met wat jongvee. Ook door het hoog opzetten van het winterpeil probeert men de vroegere situatie na te bootsen. Alleen de percelen ten zuiden van de oostelijke eendenkooi en het perceel in het uiterste oosten van het gebied (Kaart 2) worden beweid door jongvee, wat paarden en schapen. Daartoe worden deze percelen licht bemest.

2.2. G e o l o g i e e n g e o h y d r o l o g i e

Door de commissie ter bestudering van de waterbehoefte van de Gelderse landbouwgronden (1963) is in de Tielerwaard-West uitvoerig onderzoek verricht naar de geologie en de geohydrologie van het gebied. In dit gebied behoren de oudst gevonden afzettingen uit het Pleistoceen tot de formatie van Tegelen. Hierboven ligt de formatie van Kedichem. Deze laag bestaat uit fijne zanden en zware kleien en vormt de basislaag van het watervoerend pakket. De bovenkant van deze laag varieert van 35-40 m-NAP in het westen van het gebied tot zo'n 60 m in het Oosten bij Waardenburg.

Kaart 2. Grondgebruik in het reservaat en waterlopen



Het watervoerend pakket wordt gevormd door de formatie van Vuren, de formatie van Waardenburg en de formatie van Kreftenheyen. In het westen is de dikte van deze lagen 25-30 m met een kD-waarde van 1500-2000 m²/etm. Dit in tegenstelling tot het Oosten van het gebied waar zowel de dikte als de kD-waarde het dubbele bedraagt.

Tijdens het Holocene is in de Tielerwaard door de rivieren overwegend fijn materiaal afgezet. In de lagere, ver van de rivieren gelegen delen bezonk het fijnste materiaal (komklei) terwijl de grovere delen dichter bij de rivieren sedimenteerden (stroomruggronden). Plaatselijk is veen ontstaan dat later door klei en zand is afgedekt. Het geheel vormt een min of meer slecht doorlatende deklaag van 7-10 m in het westen tot 5-8 m in het oosten. Dat niet het hele dek slecht doorlatend is, blijkt uit de grote verschillen in c-waarden welke door de genoemde commissie zijn gevonden. Deze bedraagt op sommige plaatsen tegen de 10 000, maar op de meeste plaatsen 200-600 etm/m. Soms is de c-waarde erg klein, bijvoorbeeld daar waar diepe sloten gegraven zijn of waar zogenaamde zandbanen liggen. Zandbanen zijn uit het Holocene stammende beddingen die tot de pleistocene ondergrond reiken en met met fijne zanden zijn opgevuld. Voor het komgrondenreservaat geldt bij benadering een situatie zoals voorgesteld in fig. 1. De deklaag kan echter plaatselijk sterk afwijken door het voorkomen van veen, zandbanen en vergravingen.

In het reservaat is van vier boringen tot een diepte van 10 m-maaiveld een verticale dwarsdoorsnede afgeleid (Ter Hoeve), fig. 2. Hieruit blijkt hoe de dikte van het holocene pakket over kleine afstanden verschilt.

De situering van de boringen staan op kaart 4 (bijlage) met een zwart vierkantje aangegeven.

2.3. D e b o d e m g e s t e l d h e i d

Komgronden zijn zware, meestal kalkarme rivierkleigronden die ontstaan zijn door bezinking van slibrijk materiaal in de laaggelegen kommen van het rivierlandschap.

Een komkleiprofiel ziet er in het algemeen als volgt uit:
Onder een humeuze bovengrond van hooguit 20 cm ligt een eerst nog

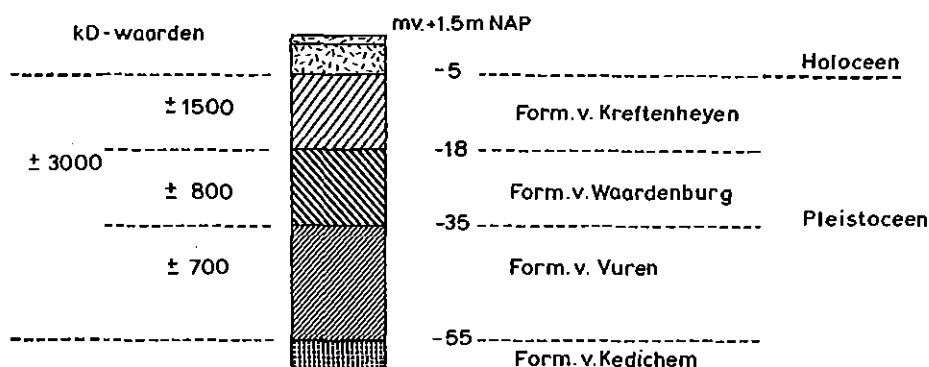


Fig. 1. Geologisch profiel en KD-waarden onder het reservaat afgeleid uit diepboringen in de nabijheid

bruin-grijze, dieper een grijze, roestige, kalkloze, zeer zware klei die slecht doorlatend is. Daaronder komen zware-, humeuze, of venige kleilagen en soms zandlagen voor.

In het reservaat vond BANNINK (1967) slechts geringe verschillen in zwaarte van de bovengrond en de dikte van de kleilaag (Kaart 3). In het noordwesten van het gebied werd tussen de 1,50 en 2,00 m-m.v. zand aangetroffen. Bij eigen onderzoek werd nabij de oostelijke hoek van de westelijk gelegen eendenkooi een dun zandlaagje aangetroffen op 1,50 m-m.v.

Analyses van grondmogsters uit eigen onderzoek verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek toonden aan dat de bovenste meter van het gebied uit zware klei (> 50% lutum) bestaat. Behalve een afgegraven strook in het zuidwesten is het hele gebied een poldervaaggrond. De afgegraven strook is een broekeerdgrond in gerijpte klei.

Vergelijking van profielbeschrijvingen van Bannink met eigen boor- en profielkuilgegevens laat zien dat er weliswaar wat variatie is in dikte en diepte van de onderscheiden lagen, maar dat er steeds overeenkomst is met bovenstaande algemene profielbeschrijving. Het

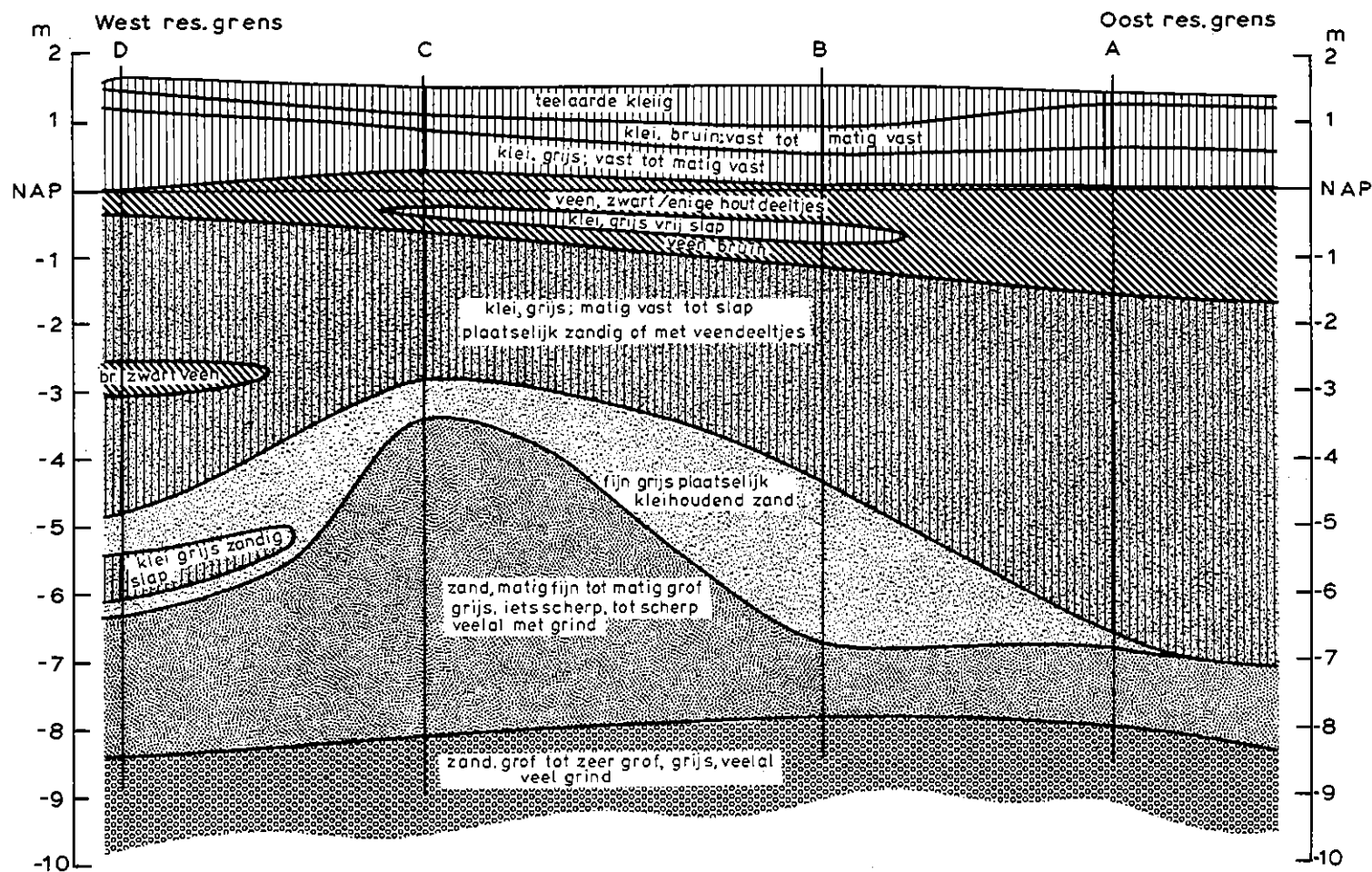
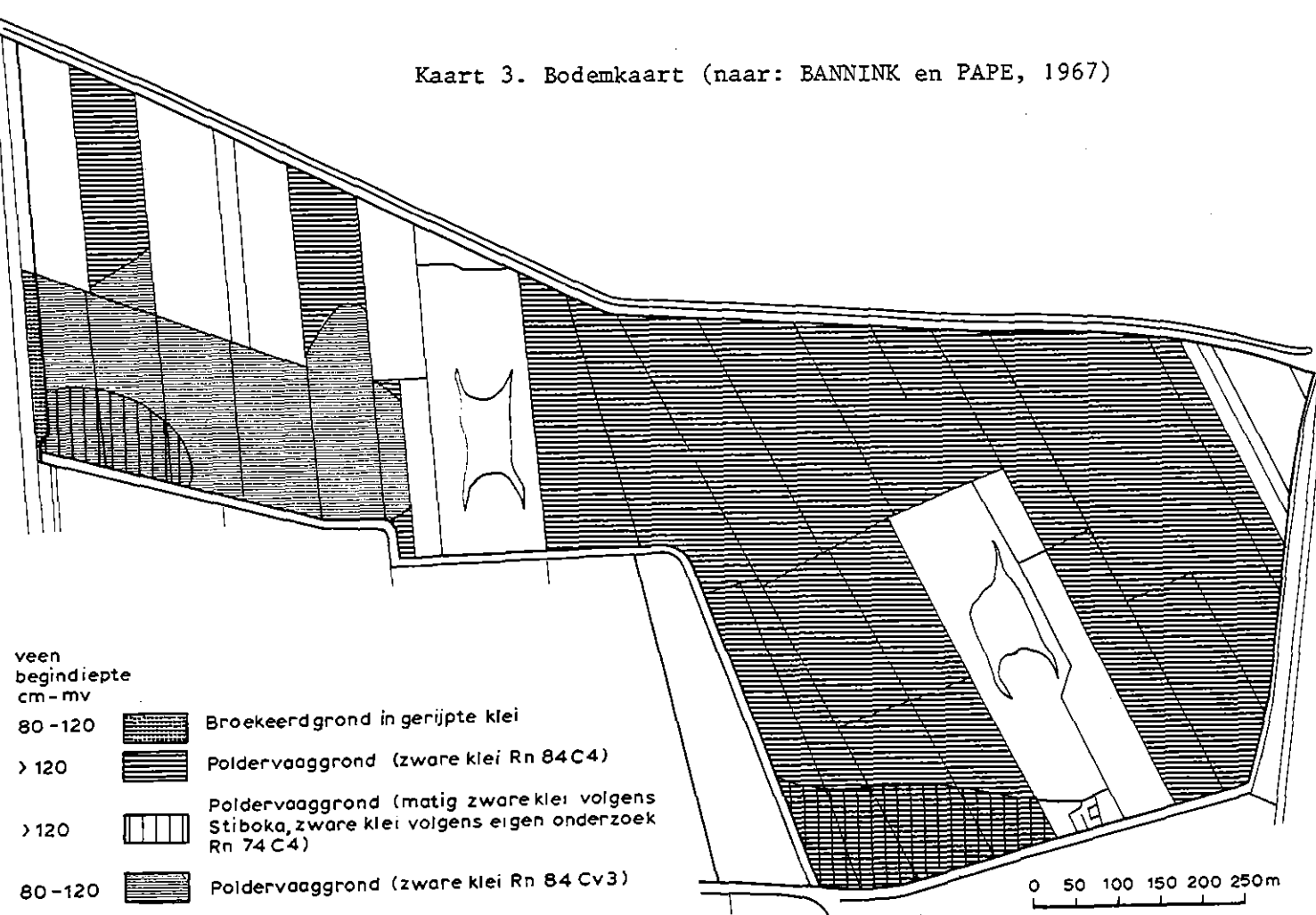


Fig. 2. Verticale doorsnede C.R.M. object komgrondenreservaat
 Tielerwaard naar boringen op 23 september 1969
 H. Haitjema & Zn., N.V. (naar: SBB, tz-nb april 1979)

Kaart 3. Bodemkaart (naar: BANNINK en PAPE, 1967)



donkere laagje op 50-80 cm-m.v. komt echter niet duidelijk voor. In profielkuilen was dit laagje nog het beste te herkennen. De begin-
 diepte van de veenondergrond, die uit venige klei (21-45% org. stof)
 tot kleiïg veen (32-70% org. stof) bestaat, vertoont wel variatie
 (zie kaart 3).

Het profiel is overal goed doorworteld tot een diepte van 30 cm-
 -m.v. Alleen bij de afgegraven strook in het zuidwesten zijn de wor-
 tels van liesgras dieper doorgedrongen. Om te zien of eventuele ver-
 schillen in vegetatie mede bepaald worden door verschillen in samen-
 stelling van de wortelzone (0-30 cm) zijn in fig. 3 de hoofdbestand-
 delen van de grond tegen elkaar uitgezet. De nummers komen overeen
 met de nummers van de grondwaterstandsbuizen (kaart 4, bijlage). Het
 percentage CaCO_3 is in dit figuur verwaarloosd omdat dit meestal
 0,1% bedraagt maar in ieder geval < 1% is. Ook in de laag van
 50-120 cm-m.v. is dit gehalte nergens noemenswaardig hoger.

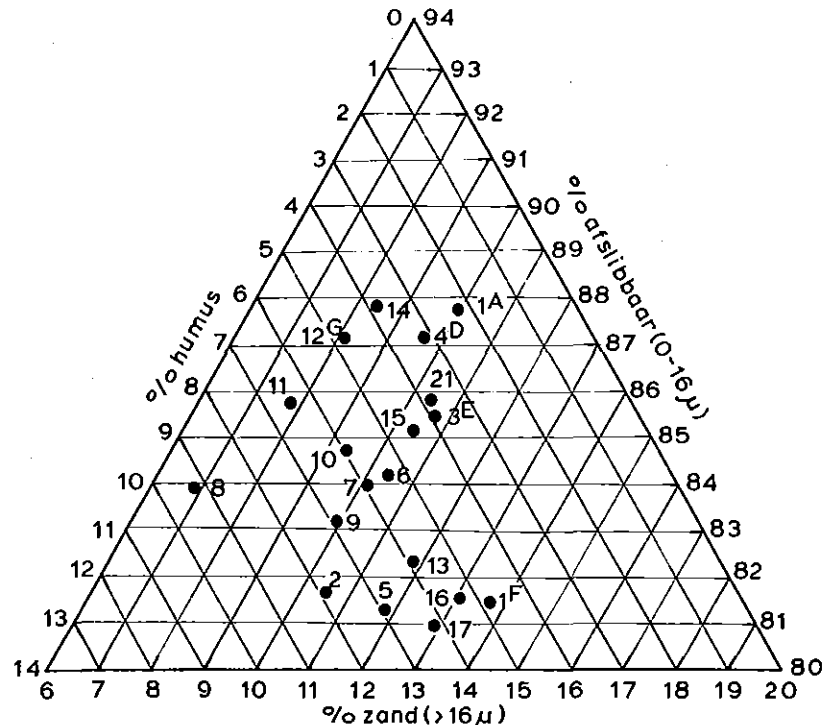


Fig. 3. Indeling van de bovenste 30 cm van de bodem naar humus-
 percentage, slib- en zandfractie

2.4. De waterbeheersing

In het komgrondengebied is de afwatering eeuwenlang een groot probleem geweest. Het water moest over de hoger gelegen stroomruggronden op de rivieren worden geloosd. Hierdoor konden 's winters hele delen van het gebied onder water komen te staan. Deze problemen zijn, mede door de ruilverkaveling, geminimaliseerd. De ontwatering, ook van gedraineerde percelen, blijft vaak nog moeilijkheden opleveren. Om de vroegere situatie, zoals die ten tijde van de natte hooilanden heerste, te kunnen handhaven, heeft het reservaat een eigen waterbeheersing gekregen. De molen die vroeger voor de afwatering van het gebied op de Oude Culemborgse Vaart zorgde, voorziet het gebied nu in de herfst en winter van water. Door de diepe peilen in herfst en winter in de omringende gebieden kan er niet altijd over voldoende water beschikt worden. In de winter wordt in het reservaat naar een peil van 1,30-1,40 m + NAP gestreefd. Dat betekent dat een aantal percelen blank komen te staan. Op de hoogtekkaart (kaart 4, bijlage) is te zien dat deze percelen verspreid over het gebied liggen. In het noorden ligt de laagste plek. In principe vindt er geen afwatering plaats. Het oude afwateringssluisje in de westpunt van het gebied heeft dan ook geen functie meer. Door wegzijging van water blijft de waterbalans in evenwicht. Onttrekkingen in en rond het reservaat ten behoeve van drinkwatervoorziening zorgen voor een grotere wegzijging dan vroeger het geval was (JANSEN en KEMMERS, 1979). In het grootste gedeelte van het reservaat heerst één slootpeil. Een windmolentje kan het peil voor de oostelijke eendenkooi wat variëren.

Een griendbosje dat buiten het onderzoeksgebied valt heeft hetzelfde peil als het aangrenzende landbouwgebied. De ligging van de voornaamste waterlopen in en rond het reservaat staan op kaart 2 aangegeven. De begreppeling van alle percelen is intensief. De afstanden tussen de greppels varieert van 7 tot 14 m. Onderhoud wordt er echter niet meer aan gepleegd. De greppelafstand is volgens VAN HOORN (1960) een maat voor de ontwateringsbehoefte. In het reservaat zijn geen duidelijke verschillen tussen de greppelafstanden van de percelen aan te tonen.

3. PROEFOPZET

3.1. Hypothesen

Deze studie wordt opgezet ten einde meer inzicht te krijgen in de ruimtelijke relaties tussen waterhuishouding en vegetatie enerzijds (zgn. patroonstudie) en de invloed van veranderingen in de waterhuishouding op concrete vegetatietypen anderzijds (zgn. processtudie).

Als uitgangspunt wordt hierbij aangenomen dat de vegetatie in een terrein van plaats tot plaats kan verschillen afhankelijk van de variatie in abiotische en biotische factoren van het milieu. Daarbij is elke concrete vegetatie de resultante van alle abiotische en biotische factoren die op die vegetatie inwerken en de mate waarmee dit gebeurt.

Vooraf in Amerikaanse literatuur wordt veelal uitgegaan van continue veranderingen in het ruimtelijke vegetatiepatroon. Milieucomponenten welke ten grondslag liggen aan dit patroon van geleidelijke verandering kunnen met ordinatietechnieken goed onderkend worden.

Ogenschoonlijk hiermee in tegenspraak (ANDERSON, 1965) staat de meer Europese ervaring dat het vegetatiepatroon veelal een discontinu karakter vertoont. In geval van discontinuïteit lenen vegetaties zich goed voor classificatietechnieken.

Er is sprake van een wederzijdse aanpassing van vegetatie en processen van biotische en abiotische aard zoals die zich in het terrein afspelen. Het eigen karakter van een vegetatietype is sterk afhankelijk van een constant verloop van deze processen. De op energetische basis dominant veronderstelde positie van licht over donker, warm over koud, voedselrijk over voedselarm, nat over droog etc. zou tevens betekenen dat deze hoge waarden een dynamische situatie vertegenwoordigen (VAN LEEUWEN, 1966, 1976). Dynamiek betekent onrust, verandering; een situatie waarbij vegetaties minder interessant zijn, in de zin van weinig zeldzame soorten, minder soorten per oppervlakte-eenheid etc. In sterk wisselende, dynamische milieus zullen over het algemeen slechts enkele soorten massaal optreden, terwijl in zeer constante milieus de basis aanwezig is voor soortenrijkdom.

In het kader van deze studie kan als hypothese gesteld worden dat op plaatsen in het terrein waar de bodem doorlopend vochtig tot nat is, over het algemeen minder soorten gevonden zullen worden dan op plaatsen waar de bodem droger is. Daarentegen zou een hoge grondwaterstand (nat) minder dynamiek betekenen dan voor een lagere grondwaterstand (minder nat), welke laatste aan grotere fluctuaties onderhevig is, hegeen meer dynamiek c.q. minder plantesoorten zou inhouden. Deze paradoxale situatie kan gemakkelijk tot verwarring en verkeerde conclusies leiden. Bovendien kunnen menselijke beïnvloedingen van het terrein extra verwarrend werken.

Naast hydrologische factoren speelt ook de rijkdom aan voedingsstoffen een rol bij de samenstelling van een vegetatie. Het samenspel van abiotische factoren zowel ruimtelijk als in de tijd maakt het zeer moeilijk een oorzakelijk verband te leggen tussen vegetatie en milieufactoren.

3.2. G r o n d w a t e r e n v e g e t a t i e

Veel studies zijn reeds verricht over de relatie tussen plantensoorten en grondwaterstanden. LONDO (1975) onderscheidt planten die duidelijk aan het grondwater gebonden zijn (freatofyten) en planten die indifferent voor een bepaalde grondwaterstand zijn (afreatofyten). De structuur en textuur van de grond kunnen echter de oorzaak ervan zijn dat planten op een bepaald bodemtype (b.v. zandgronden) duidelijk freatofyt zijn, terwijl ze op een ander bodemtype (kleigronden) onafhankelijk van het grondwater voorkomen.

De vochtleverantie van de bodem als combinatie van de variabelen grondwaterstand en bodemtype lijkt een van de mogelijke ingangen voor een relatie-onderzoek vegetatie-waterhuishouding.

Daarnaast kan de verdamping een indicatie zijn voor de waterbehoefte van een vegetatietype. Als potentiële en actuele verdampingen bekend zijn kunnen relaties gelegd worden tussen watertekorten en vegetatietypen. Bovendien worden door de verdamping te bepalen ook klimaatsfactoren in de waterhuishouding betrokken, hetgeen bij het meten van grondwaterstanden minder duidelijk het geval is. Zo kan de plantesoort Echt Duizendguldenkruid in het atlantische, vochtige

klimaat van de Noord Franse en Engelse duinen ver boven het grondwater groeien, terwijl hij in de duingebieden van het minder vochtige, gematigde zeeklimaat van Nederland duidelijk het karakter van een freatofyt heeft (LONDO, 1975).

In deze studie zal getracht worden te zoeken naar correlaties tussen het hydrologisch complex van factoren en die variatie in de vegetatie waaraan het hydrologisch complex van factoren ten grondslag verondersteld wordt te liggen. Hierbij wordt de vegetatie geanalyseerd door middel van vegetatie-opnamen. Voor waarneming aan de abiotische factoren wordt een zestal proefveldjes ingericht. Bovendien worden $\pm$ 45 ondiepe grondwaterstandsbuizen verspreid over het terrein geplaatst.

3.2.1. Hydrologisch onderzoek

Onder het hydrologisch complex van factoren worden die factoren verstaan welke de vochtleverantie van de bodem en de verdamping van de vegetatie bepalen. Deze factoren zijn in termen van een waterbalans als volgt weer te geven (PANKOW, 1976):

$$A - K = N - E - \Delta V \quad (1)$$

waarin:

A = afvoer

K = kwel

N = neerslag

E = verdamping

ΔV = verandering van de vochtinhoud voor het profiel

De waterbalans van de wortelzone kan ook op de volgende manier worden weergegeven (V.D. BERG, 1974):

$$E_A = N + V_c - \Delta V \quad (2)$$

waarin:

E_A = actuele verdamping

V_c = capillaire flux aan de onderzijde van de wortelzone

Hierbij is V_c te beschouwen als het saldo van $A - K$.

N e e r s l a g. Ter bepaling van de neerslagintensiteit zal een zelfregistrerende regenmeter worden geïnstalleerd. De gegevens zullen vergeleken worden met waarnemingen van weerstations in de omgeving (Haafden, Geldermalsen, Zaltbommel).

A f v o e r / k w e l. Ter bepaling van de factoren A en K zijn metingen nodig van:

- slootwaterstanden
- diepe grondwaterstanden
- ondiepe grondwaterstanden

De ondiepe grondwaterstandsbuizen zullen enerzijds verspreid over het terrein (grondwaterverkenning), anderzijds in vier gevallen langs een raai van een aanvoerende sloot naar het midden van het perceel worden geplaatst. Voor nauwkeurige bepaling van afvoer en kwel dienen de drainageweerstand y en de verticale weerstand van het afdekkende pakket (c) berekend te worden (PANKOW, 1976).

Diepe grondwaterbuizen zullen op drie van de zes proefveldjes in combinatie met een ondiepe buis gekoppeld worden aan een hydrograaf om berekeningen van kwel mogelijk te maken.

Van de hydrograaf zijn veranderingen in de grondwaterstand over korte perioden zoals na regenbuien af te lezen, waardoor berekening van het bergend vermogen van de grond mogelijk is.

V o c h t v e r a n d e r i n g p r o f i e l. Ter bepaling van de vochtverandering in het profiel zal in de zes proefveldjes een permanente opstelling worden ingericht voor het meten van de massa van de bodem door middel van y -transmissie. Wanneer het droog volumegewicht van de grond niet verandert in de tijd zijn de gemeten veranderingen in de bodemmassa directe veranderingen in het vochtgehalte van de bodem (PANKOW, 1976).

De opstelling bestaat uit een tweetal buizen (tot ± 130 cm diep) op 40 cm afstand van elkaar. Door in de ene buis een stralingsbron en in de andere een detector aan te brengen kan de tussenliggende massa worden gemeten (RYHINER en PANKOW, 1969).

C a p i l l a i r e f l u x. Ter bepaling van V_c zijn gegevens nodig over (V.D. BERG, 1974).

- vochtkarakteristiek bovengrond
- vochtkarakteristiek ondergrond

Van alle zes proefveldjes zullen de karakteristieken worden bepaald.

- $k - \Psi$ relatie ondergrond. Hiertoe zal in elk proefveldje een onge-roerd monster van het profiel gestoken worden.
- dikte wortelzone
- grondwaterstand

RIJTEMA (1969) geeft voor een aantal standaardgronden de relatie tussen de zuigspanning, de afstand van de onderkant van de wortelzone tot het grondwater en de capillaire opstijging van het grondwater. De zuigspanning kan uit de γ -metingen bepaald worden. De hoogte boven het grondwater kan worden bepaald via meting.

De in proefveldjes te meten bodemfysische constanten zullen geëxtrapoleerd worden naar terreingedeelten die in bodemprofiel verondersteld worden overeen te komen met dat van de proefveldjes, die echter in hoogteligging daarvan afwijken. Deze plaatsen worden wel van een grondwaterstandsbuis voorzien.

De actuele verdamping kan berekend worden uit klimatologische gegevens, zuigspanning in de wortelzone en gewasfactoren.

Voor grasland* zijn de gewasfactoren berekend uit experimenten van RIJTEMA (1965). Bij berekening wordt in 1 A - K en in 2 Vc de restfactor. Deze restfactoren zijn gelijk aan elkaar.

C h e m i s c h e f a c t o r e n. Naast hydrologische factoren zal ook de chemische samenstelling van het bodemvocht een aandeel in de variatie van een vegetatie kunnen veroorzaken. Ook chemische processen in de tijd zijn van belang. Het zij vermeld dat de chemische samenstelling van de bodem beïnvloed kan worden door verandering in de waterhuishouding. Met name nitraten kunnen vrijkomen door toenemen-

*Hoewel elke plantesoort verondersteld mag worden een specifiek gedrag ten aanzien van de regulatie van de verdamping te bezitten (zowel betreffende morfologische als fytiologische aanpassingen) lijkt het 'gemiddelde verdampingsgedrag' van alle voorkomende soorten, zoals in het grasland onderzoek van Rijtema een redelijk uitgangspunt. Pas als twee plaatsen met homogene begroeiingen van duidelijke verschillende plantesoorten met elkaar vergeleken worden, lijken nadere specifieke gegevens van het gewas noodzakelijk

de mineralisatie van organische stof als tengevolge van dalende grondwaterstand de aëratie van de bodem toeneemt.

Om na te gaan in welke mate nitraten vrijkomen in de bodem zal op een aantal proefveldjes de vegetatie over een oppervlakte van $1\frac{1}{2}$ à 2 m^2 worden afgeplagd, waarna de bodem regelmatig zal worden bemonsterd. Het verwijderen van de vegetatie voorkomt dat de nitraten door de planten worden opgenomen.

Daar verwacht mag worden dat bodem en grondwater elkaar in sterke mate beïnvloeden in afhankelijkheid van bijvoorbeeld verblijftijden en fluctuaties van het grondwater, zullen verspreid over het hele terrein enige grondmonsters van de bovengrond worden genomen ter bepaling van een aantal chemische parameters. Hierbij gaat het meer om de plaatselijke verschillen dan om de absolute waarden. De monsterpunten zullen steeds in de directe omgeving van een vegetatie-opname liggen.

3.2.2. Vegetatiekundig onderzoek

3.2.2.1. A n a l y s e. Het analyseren van de vegetatie geschiedt met behulp van vegetatiekundige opname. Deze opnamen zijn in feite te beschouwen als het nemen van een monster uit een grotere vegetatie-eenheid. Het is van belang dat dit monster representatief is voor de vegetatie-eenheid. De vegetatie dient derhalve homogeen te zijn. Het monster moet ook voldoende groot zijn om alle elementen van een vegetatietype te kunnen bevatten. Anderzijds moet het om praktische redenen weer niet te groot worden. Ten einde de juiste grootte te kiezen is het gebruikelijk het minimum areaal van een vegetatietype te bepalen. Binnen een zeer klein vierkant (b.v. 1 dm^2) wordt het aantal soorten geteld. Een aantal malen wordt de oppervlakte van het vierkant verdubbeld, waarbij telkens het aantal soorten wordt geteld. Het minimum areaal is die oppervlakte waarbij na verdubbeling van de oppervlakte het aantal soorten niet meer toeneemt. Is het minimum areaal bepaald dan wordt bij alle vegetatie-opnamen deze oppervlakte aangehouden. Binnen een homogeen vegetatietype moeten een aantal opnamen gemaakt worden om een juist beeld van de vegetatie te krijgen (DEN HELD en DEN HELD, 1973).

Men kan de plaats van een vegetatie-opname markeren en een vol-

gend jaar hetzelfde monster nog eens analyseren. Men kan zodoende een beeld krijgen van de ontwikkeling en verandering in de vegetatie. Deze permanente kwadraten worden in de regel in voor- en nazomer geanalyseerd om daarmee het seizoensaspect in een vegetatie te kunnen betrekken.

De werkelijke analyse van de vegetatie bestaat uit een aantal onderdelen:

- a. het noteren van de in de opnamen voorkomende soorten,
- b. het vaststellen van het aantal en de bedekking van de individuen van elke soort (gecombineerde schatting),
- c. het bepalen van de verdeling der soorten in de opname (solitair, groepjes, pollen etc.) de zogenaamde sociabiliteit,
- d. het noteren van de fenologische toestand, de vitaliteit en de fertiliteit van elke soort.

In dit onderzoek zal in de directe nabijheid van elke grondwaterstandsbuis en van elk proefveldje een vegetatie-opname gemaakt worden*. Hierbij kan de grondwaterstandsbuis als vast referentiepunt dienen, zodat de vegetatie-opnamen een permanent karakter krijgen. Aanvullende opnamen van een vegetatietype zullen niet altijd bij een grondwaterstandsbuis mogelijk zijn.

3.2.2.2. S y n t h e s e. Als de resultaten van alle vegetatie-opnamen vergeleken worden zullen duidelijke en minder duidelijke verschillen aanwezig zijn. Ogenschojnlijk lijkt er geen lijn in deze verschillen te bestaan. Het is onduidelijk of het verschil in vegetatie is ontstaan doordat op andere plaatsen andere abiotische factoren in het spel zijn, dan wel doordat eenzelfde abiotische factor op verschillende plaatsen met een andere intensiteit werkzaam is.

*In de regel wordt bij vegetatiekundig onderzoek de omgekeerde volgorde in werkwijze aangehouden. Eerst wordt een vegetatie gekarteerd. Aan de hand van de onderscheiden vegetatietypen worden abiotische factoren gemeten ter nadere omschrijving van die vegetatietypen. Het plaatsen van grondwaterstandsbuizen en het inrichten van de proefveldjes na de vegetatiekartering zou in dit geval een jaar vertraging in het onderzoek betekenen. Er is getracht de grondwaterstandsbuizen en proefveldjes juist daar te plaatsen waar vegetatieverschillen verwacht kunnen worden

Zoals in 3.1 reeds werd opgemerkt is het mogelijk van een verzameling van vegetatie-opnamen volgens twee verschillende methoden tot een synthese te komen: classificatie en ordinatie. Beide technieken kunnen worden toegepast en zullen daarom kort worden behandeld. Het doel van beide technieken is het ordenen van de vegetatie-opnamen volgens overeenkomsten en verschillen. Men noemt deze fase van het vegetatiekundig onderzoek wel de synthese.

C l a s s i f i c a t i e. Het doel van de classificatie in het bijzonder is het vaststellen in welke eenheden de onderzochte vegetatie kan worden verdeeld. Daartoe worden alle opnamen in een tabel verenigd. Het eerste dat in zo'n tabel opvalt zijn de verschillen in percentage van voorkomen van de soorten (presentie). Op grond van criteria als gelaagdheid, bedekking, aantal individuen per soort, sociabiliteit en vitaliteit kunnen overeenkomsten en verschillen tussen de opnamen opgespoord worden. Hierbij heeft elke soort een even groot gewicht. Deze methode welke niet alleen op dominante of presentie der soorten afgaat, maar vooral ook op de gehele floristische samenstelling en de structuur wordt wel de 'Frans-Zwitserse school' genoemd (zie ook WESTHOF, 1965).

Door nu kolommen die overeenstemmen naast elkaar te plaatsen en soorten die steeds in bepaalde opname gezamenlijk voorkomen onder elkaar te plaatsen ontstaat de definitieve vegetatietabel, waarbij sommige soorten in een bepaalde groep van opnamen meer voorkomen dan in andere groepen. Soorten die in een bepaalde gemeenschap meer voorkomen dan in alle andere gemeenschappen noemt men kensoorten.

Deze terminologie is gebaseerd op het principe van 'trouw'. Daar absolute trouw slechts zelden optreedt spreekt men liever van differentiërende soorten.

De betekenis van het criterium trouw is hierin gelegen dat de op deze basis onderscheiden vegetatie-eenheden een eigen en kenmerkende relatie met hun milieu bezitten.

De meest fundamentele eenheid in de vegetatiekunde waarin kensoorten kunnen optreden is de associatie. De associatie is des te typerischer ontwikkeld naarmate de factoren van het milieu dichter bij het optimum van de associatie zijn gelegen. Bij verwijdering vanuit het optimum nemen andere soorten groepen in betekenis toe, totdat zij

in evenwicht geraken, zodat men met een andere associatie te maken heeft. Men denkt dit ook wel uit door te zeggen dat de associatie een continu verloop heeft. Dit continue karakter van de vegetatie staat centraal in vooral Amerikaanse literatuur.

Deze zienswijze vraagt 'continue' beschrijvingsmethoden van de vegetatie. Ordinatietechnieken vormen hiertoe een mogelijkheid.

VAN LEEUWEN (1965) heeft deze tegenover elkaar staande zienswijzen van continuïteit en discontinuïteit op een lijn gebracht door vegetaties te beschouwen vanuit hun betrekkingen in grensmilieus.

O r d i n a t i e. Met behulp van multivariante analysemethoden is het eveneens mogelijk een zekere ordening aan te brengen in de vegetatie-opnamen. In de vegetatiekunde kan hiertoe een ordinatietechniek gebruikt worden. 'Ordinatie berust op de veronderstelling dat de betrekkingen tussen vegetatie-opnamen zijn weer te geven in een meer dimensionaal ruimtelijk model, waarvan elke dimensie wordt bepaald door een milieu component die een zekere variatie in de vegetatie oproept. De bedoeling van een ordinatie is het opsporen van een 1e, 2e en 3e factor in volgorde van veronderstelde invloed op de variatie in de vegetatie' (V.D. MAAREL, 1966).

Bij de ordinatie kan van een zogenaamde R-techniek gebruik gemaakt worden. Hierbij komt het erop aan van de vegetatie-opnamen (individueen) de verschillen of overeenkomsten aan te geven in het ruimtelijk model. De soorten in de opname worden als attributen voor de statistische bewerking gebruikt. Na de ordinatie kan een Hoofd Componenten Analyse worden uitgevoerd. Hiermee wordt getracht een relatie te vinden tussen de opnamen (individueen) en de hoofdcomponenten (assen), langs welke de variatie door de soorten (attributen) is bepaald (V.D. MAAREL, 1969).

In de oorspronkelijke methode wordt de positie van de opnamen in het ruimtelijk model door constructie bepaald (BRAY, CURTIS, 1957). In eerste instantie moet de mate van overeenkomst en verschil tussen alle opnamen bepaald worden. Als basis hiervoor kan de similariteits-index van Sørensen (C_s) gebruikt worden, die later door VAN DER MAAREL (1966) in die zin is gewijzigd dat bij de index ook een maat voor het verschil is betrokken (C_m). Deze index C_m kan worden omgezet in een maat voor de Euclidische afstand tussen twee opnamen (D_m)

door het complement van C_m te nemen: $D_m = 1 - C_m = 2(1 - C_s)$

$$C_s = \frac{2P_{jk}}{P_j + P_k}$$

waarin:

P_j = de som van de bedekkingsgraad van de soorten in opname j.

P_k = de som van de bedekkingsgraad van de soorten in opname k

P_{jk} = de som van de laagste waarden van de bedekkingsgraad van de soorten die zowel in opname j als k voorkomen

Er kan nu een matrix worden opgesteld waarin de (euclidische) afstand D_m tussen alle opnamen onderling wordt weergegeven. De uitersten van de matrix zijn de waarden 0 (maximale overeenkomst) en 2 (maximaal verschil). Nu worden die punten geselecteerd die niet alleen de grootste D-waarde, maar waarvan de bijbehorende matrixkolommen ook de grootste negatieve correlatie ten opzichte van elkaar bezitten. Deze referentiepunten A en B geven de maximale variatie aan. Zij worden als de uitersten van de x-as beschouwd.

Voor alle andere opnamen kan nu de afstand tot de beide referentiepunten op de x-as worden berekend via de stelling van Pythagoras. In principe zijn nu ook de c-coördinaten van alle opnamen bekend.

Door de twee punten C en D op de x-as die vrijwel of exact midden tussen de punten A en B liggen, maar volgens de matrix een grote afstand tot elkaar bezitten, wordt de y-as opgericht. Deze staat loodrecht op de x-as als de punten C en D samenvallen. Vallen C en D niet samen en staat de y-as dus niet loodrecht op de x-as dan wordt ter correctie een rotatiefactor ingevoerd. Zoals voor de x-as kunnen nu ook voor de y-as de coördinaten van alle opnamen worden bepaald.

Zijn hierna in de nabijheid van de oorsprong nog opnamen aanwezig die dicht bij elkaar liggen in het model, maar een grote D_m -waarde ten opzichte van elkaar hebben, dan kan nog een z-as, analoog als voor de x- en y-as, worden opgericht. Ter toetsing van het model kan de correlatiecoëfficiënt tussen de afstanden van de opnamen in het ruimtelijk model en de afstanden volgens de matrix berekend worden.

3.2.3. Correlatie vegetatie en abiotische factoren

Indien bij alle opnamen ook abiotische factoren gemeten zijn, kan gezocht worden naar een correlatie tussen de variatie in de vegetatie zoals die in het ruimtelijk model tot uiting komt en de variatie in abiotische factoren (verdamping, verdampingstekort, vochtleverantie, voedingstoestand bodem etc.).

De opnamen worden op telkens één van de assen geprojecteerd. Deze as wordt als abscis beschouwd. Op de ordinaat worden de waarden van een bepaalde abiotische factor die bij de betreffende opnamen behoren geplaatst. Hierna wordt een eenvoudige correlatietoets uitgevoerd. Daar de opnamen op elk van de drie assen geprojecteerd kunnen worden, wordt elke abiotische factor driemaal aan een correlatietoets onderworpen. De as waarmee de grootste correlatie wordt gevonden, wordt verondersteld een variatie in vegetatie te bezitten, die door de betreffende abiotische factor wordt opgeroepen. De resultaten van de ordinatie kunnen ook op een synecologische wijze worden geïnterpreteerd. Veel in het veld onderscheiden soorten bezitten een diagnostische waarde, omdat zij als trouwe of differentiërende soort een bepaalde plantengemeenschap karakteriseren. Ook een combinatie van soorten kan een bepaalde gemeenschap karakteriseren. In het ruimtelijke model kunnen lijnen worden getrokken (isocenes) welke die opnamen verbinden die een gelijk percentagesoorten bevatten die voor een bepaalde plantengemeenschap karakteristiek zijn (V.D. MAAREL, 1969). Op deze wijze kan een zwaartepunt in het model worden onderscheiden waar de betreffende plantengemeenschap zich optimaal ontwikkelt. Dit patroon van isocenes kan tenslotte weer in relatie gebracht worden met de variatie in abiotische factoren en met de vegetatie-eenheden die met classificatie onderscheiden konden worden.

Indien de opnamen in permanente kwadraten een aantal jaren achtereen worden verricht, kunnen eventuele verschuivingen van de punten in het ordinatiemodel worden gesignaleerd door van elk jaar de gegevens opnieuw in het model in te voeren. Uit de aard van de verschuivingen kan worden afgeleid welk abiotisch proces hiervoor verantwoordelijk gesteld zou kunnen worden.

Zijn bepaalde relaties gevonden tussen vegetatietype en verdamping dan wel vochtleverantie, dan kan dit vertaald worden naar de

voorwaarden waaraan een bufferzone dient te voldoen. Voorzichte voor-
spellingen over de richting waarin vegetatietypen zich zullen ont-
wikkelen bij een geleidelijk veranderende waterhuishouding lijken
tot de mogelijkheden te behoren. Antwoord op de vraag of verschui-
vingen in de vegetatie waardevolle of minder waardevolle elementen
oplevert valt buiten het bestek van dit onderzoek.

4. SAMENVATTING

Binnen het kader van het onderzoek naar de voorwaarden voor hy-
drologische bufferzones tussen natuur- en landbouwgebieden is een
project in voorbereiding waarin de relatie waterhuishouding-(half)
natuurlijke vegetatie onderzocht zal worden.

Het veldonderzoek zal verricht worden in het komgrondenreservaat
in de Tielerwaard-West.

Het komgrondenreservaat is ongeveer 70 ha groot en gelegen in een
komvormige laagte tussen Waal en Linge. Het gebied heeft een open
karakter.

Binnen het reservaat wisselen graslandpercelen en opgaand hout
elkaar af. Het beheer van de graslandpercelen is gericht op handha-
ving van het natte en onbemeste karakter van de oorspronkelijke kom-
gronden.

Het reservaat kan hiertoe een eigen waterbeheer voeren. Vaak is
wateraanvoer in herfst en winter noodzakelijk om de door grondwater-
onttrekking in de nabijheid en de naar de dieper ontwaterde omringen-
de landbouwgebieden optredende wegzijging te compenseren en het hoge
peil in het reservaat te handhaven. Het watervoerend pakket in de
Tielerwaard-West wordt gevormd door de formaties van Vuren, Waarden-
burg en Kreftenheyen. Het afdekkende pakket bestaat uit overwegend
zware kleien en is 5-10 m dik. De c-waarden van dit pakket variëren
echter sterk. In het reservaat komen vrijwel uitsluitend poldervaag-
gronden voor met een begindiepte van het veen > 1,20 m-m.v. Deze
gronden bestaan uit matig zware en zware kleien. Plaatselijk komt
het veen voor op een begindiepte tussen 80-120 m-m.v.

Het ligt in de bedoeling van natuurlijke vegetaties de actuele

en potentiële verdamping te bepalen aan de hand van meteorologische bodemfysische-, hydrologische- en gewasfactoren. Daarnaast zal de vochtleverantie van de verschillende profielen worden berekend. De berekende of gemeten abiotische factoren zullen met de variatie in de vegetatie, die bepaald kan worden door midden van soortsaanstelling en/of aantal soorten per oppervlakte-eenheid, in verband gebracht worden door correlatiecoëfficiënten te bepalen. Daar chemische componenten in het bodemvocht eveneens variatie in een vegetatie kunnen oproepen, zal ook hier gezocht moeten worden naar correlaties. Om het temporele aspect te betrekken in het onderzoek zal het nodig zijn de abiotische factoren en de vegetatie over een aantal jaren te volgen.

Met behulp van classificatie en ordinatietechnieken is het mogelijk vegetatie-opnamen te ordenen. Bij classificatie vormt discontinuïteit het uitgangspunt hetgeen zal leiden tot het onderscheiden van vegetatie-eenheden. Bij ordinatietechnieken wordt het uitgangspunt gevormd door continuïteit, waarbij aan het patroon van de vegetatie meer een gradiënt karakter ten grondslag gedacht wordt te liggen. Deze gradiënten ontstaan door geleidelijke ruimtelijke veranderingen van milieucomponenten.

De ordinale rangschikking van de vegetatie-opnamen in een meer dimensionaal model wordt geacht een weerspiegeling te zijn van het verloop van verschillende milieucomponenten. Elke dimensie vertegenwoordigd hierbij een milieucomponent. Classificatie en ordinatietechnieken kunnen elkaar aanvullen bij het correlatie-onderzoek tussen vegetatie en milieucomponenten.

5. LITERATUUR

- ANDERSEN, D.J., 1965. Classification and ordination in vegetation science: controversy over a non-existent problem? J. of Ecology 53 (521-525).
- BANNINK, J.F. en J.C. PAPE, 1967. De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Komgronden Tielerwaard' Stiboka rapp. 709.

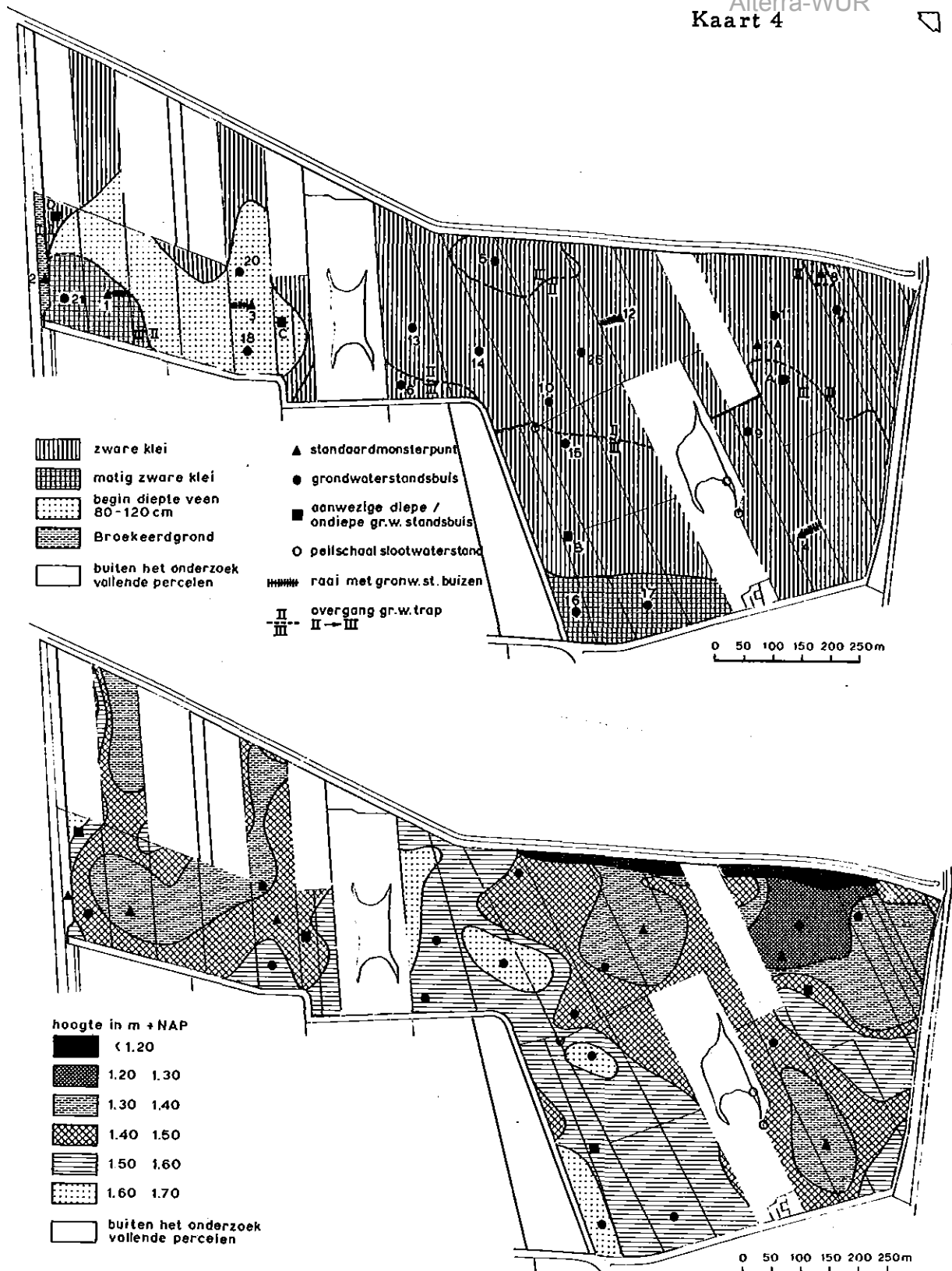
- BERG, J. VAN DEN, 1974. Vochtleverantie van bosgronden, berekend volgens de methode Rijtema-De Laat en de groei van de Japanse Lariks. Scriptie L.H. afd. Cultuurtechniek.
- BRAY, J.R. and J.T. CURTIS, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27 (325-349).
- COMMISSIE TER BESTUDERING VAN DE WATERBEHOEFTE VAN DE GELDERSE LANDBOUWGRONDEN, 1963. De waterbehoefte van de Tielerwaard-West, Wageningen.
- HELD, J.J. DEN en A.J. DEN HELD, 1973. Beknopte handleiding voor vegetatiekundig onderzoek. Wetensch. Mededel. K.N.N.V. nr 97.
- HOEVE, J., TER. Diverse notities naar aanleiding van het komgrondenreservaat in de Tielerwaard-West, S.B.B., tz-nb.
- HOORN, J.W. VAN, 1960. Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssysteem. Versl. Landbouwk. Onderz. nr 66.10, Wageningen.
- JANSEN, P.C. en R.H. KEMMERS, 1979. Onderzoek naar de relatie vegetatie-waterhuishouding in het komgrondenreservaat Tielerwaard-West, deelrapport 2 I.C.W.-nota 1143.
- LEEUWEN, Chr.G. VAN, 1965. Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapsvormen, gezien vanuit de betrekkingen in grensmilieus. Gorteria 2.
- 1966. A. relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. Wentia 15 (25-46).
- 1976. Ruimtelijke grenzen en rangorde. Notitie. Werkgemeenschap Landschapsoecologisch Onderzoek.
- LONDO, G., 1975. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- MAAREL, E. VAN DER, 1966. Over vegetatiestructuren, -relaties en -systemen, in het bijzonder in de duingraslanden van Voorne. Proefschrift, Utrecht.
- 1969. On the use of ordination models in phytosociology. Vegetatio 19 (21-46).
- PANKOW, J., 1976. Waterbalansonderzoek aan twee graslandpercelen bij het waterwinstation Fikkersdries. Nota I.C.W. 926.

- RAPPORT VOOR DE RUILVERKAVELING TIELERWAARD-WEST, 1959. Min. van
Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. Cult. techn. Dienst.
- RIJTEMA, P.E., 1965. An analysis of actual evapotranspiration. Agri-
cultural Research Reports. Pudoc, Wageningen.
- 1969. Soil moisture forecasting. Nota I.C.W. 513.
- RYHINER, A.H. and J. Pankow, 1969. Soil moisture measurement by the
gamma transmission method. Techn. Bull. 66 I.C.W.
- WESTHOFF, V., 1965. Uit de plantenwereld (pp 288-349). Palladium
reeks nr 15. Zeist, Arnhem.

SITUERING STANDAARDMONSTERPUNTEN EN GRONDWATERSTANDSBUIZEN

De proefveldjes (op kaartje 4 aangeduid als standaard monsterpunt) zijn zodanig gekozen in het terrein dat elk punt een ander bodemprofiel dan wel een andere grondwatertrap (sensu Stiboka) vertegenwoordigt. Als uitgangspunt hiervoor is een bodemkartering 1:5000 (BANNINK en PAPE, 1967) genomen. Op plaatsen in het terrein die betreffende het bodemprofiel gelijk verondersteld worden aan die van de standaard monsterpunten maar daarvan in hoogteligging afwijken, zijn verkennende grondwaterstandsbuizen geplaatst. Als uitgangspunt voor de hoogteligging van het maaiveld is een hoogtekaart, vervaardigd door het S.B.B., gekozen. Aldus zijn de in de onderstaande tabel onderscheiden mogelijkheden aangegeven (zie ook kaart 4).

Grondwatertrap	Profiel	Nr standaard monsterpunt	Nr grondwaterstands- buis	Bemesting
I	Broekeerdgrond	2	-	-
I	zware klei, begindiepte veen >120 cm	8	-	-
II	zware klei, begindiepte veen >120 cm	12	13, 14, 10, 7, 11	-
II	zware klei, begindiepte veen 80-120 cm	3	20, 18, c, d	-
III	zware klei, begindiepte veen >120 cm	4	6, 5, 9, a 15, b	- +
III	matig zware klei, begindiepte veen >120 cm	1	21 16, 17	- +



Situering standaardmonsterpunten/grondwaterstandsbuizen in het Komgrondenreservaat Tielerswaard-west in relatie tot de bodemgesteldheid en de hoogteligging.