DE BODEM VAN GRONINGEN

In deze reeks verschijnen toelichtingen bij de in 1961 gepubliceerde Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000:

DE BODEM VAN NEDERLAND, toelichting bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000. Samengesteld door de Stichting voor Bodemkartering, 1965.

DE BODEM VAN GRONINGEN, toelichting bij blad 1 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Dr. Ir. L. A. H. de Smet. 1965.

DE BODEM VAN FRIESLAND, toelichting bij blad 2 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. J. Cnossen. I.v.

DE BODEM VAN DRENTE, toelichting bij blad 1 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. B. van Heuveln. 1965.

DE BODEM VAN OVERIJSSEL, DE NOORDOOSTPOLDER EN OOSTELIJK FLEVOLAND, toelichting bij blad 3 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Dr. Ir. P. Ente, Dr. Ir. J. C. F. M. Haans en Ir. M. Knibbe. 1965.

DE BODEM VAN GELDERLAND, toelichting bij blad 4 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. J. C. Pape. I.v.

DE BODEM VAN UTRECHT, toelichting bij blad 6 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. J. N. B. Poelman. I.v.

DE BODEM VAN NOORDHOLLAND, toelichting bij blad 5 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Prof. Dr. Ir. L. J. Pons. I.v.

DE BODEM VAN ZUID-HOLLAND, toelichting bij blad 6 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. C. van Wallenburg. I.v.

DE BODEM VAN ZEELAND, toelichting bij blad 7 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. P. van der Sluijs, Ir. G. G. L. Steur en I. Ovaa. Ter perse.

DE BODEM VAN NOORDBRABANT, toelichting bij blad 8 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Dr. Ir. D. van Diepen. I.v.

DE BODEM VAN LIMBURG, toelichting bij blad 9 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, door Ir. J. M. M. van den Broek. Ter perse.

De benaming van de gronden in deze toelichtingen sluit aan bij de indeling, gebruikt in de legenda van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000. Binnenkort verschijnt een publikatie over het sinds het gereedkomen van genoemde kaart ontwikkelde systeem van bodemclassificatie en de daarbij behorende namen. De op deze bodemclassificatie gebaseerde nieuwe legenda wordt thans reeds algemeen gebruikt op de nieuwere bodemkaarten.

VERZORGING VAN DE UITGAVE: CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE, WAGENINGEN.
DRUK: N.V. NOORD-NEDERLANDSE DRUKKERIJ, MEPPEL.

DE BODEM VAN GRONINGEN

R 946
3
Met 8 losse bijln.

TOELICHTING BIJ BLAD 1 VAN DE
BODEMKAART VAN NEDERLAND
SCHAAL 1 : 200 000

door DR. IR. L. A. H. DE SMET

LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT
DEN HAAG
10 DEC. 1965
BIBLIOTHEEK

STICHTING VOOR BODEMKARTERING
WAGENINGEN 1965

65/1359

Inhoud

WOORD VOORAF IX

HOOFDSTUK 1

INLEIDING 1

HOOFDSTUK 2

GEOLOGIE

I PLEISTOCEEN 6
II HOLOCEEN 9

HOOFDSTUK 3

GEOGRAFIE

I HET KLEIGEBIED 14
II HET OVERGANGSGEBIED VAN KLEI NAAR VEEN EN ZAND 19
III HET VEENKOLONIALE GEBIED 21
IV HET ZANDGEBIED 26
V HET BUITENDIJKSE GEBIED 29

HOOFDSTUK 4

BODEMVORMING EN PROFIELONTWIKKELING

I BODEMVORMENDE PROCESSEN 32
Podzolering 32
Gleyvorming 34
Ontstaan van oude bouwlanddekken, ontginningen, enz. 34
Horizontbenaming 36
II INITIALE BODEMVORMING 36
III FYSISCHE RIJPING 37
IV CHEMISCHE RIJPING 39
Afzettingen van kalkloos slib 43
Primaire ontkalking 43
Secundaire ontkalking 43
Ontkalking door vegetatie 45
Bezetting van het adsorptiecomplex 45
Knik- of knipverschijnselen 46
Rodoorn- en rodoornige verschijnselen 46
V BIOGENE RIJPING 48
VI BODEMVORMING IN VEEN 48
Rijping, vooral in verband met spaltervorming 50
Verwering en veraarding van het veen 50
Uitspoeling van organisch materiaal 51

HOOFDSTUK 5

DE LEGENDA

I INDELING VAN DE LEGENDA 52
II KAARTEENHEDEN 53
III TOELICHTING OP DE TERMEN 54
Indeling in textuurklassen 54
Profielverloop 55
Indeling in koolzure-kalkklassen en naar het verloop van het koolzure-kalkgehalte in het profiel 55
Indeling in humusklassen 57
Dikte van de humushoudende bovengrond 57
Eigenschappen van de organische stof van de bovengrond 58
Vochthuishouding 59
Indeling in zeer arm en arm zand 59

HOOFDSTUK 6

BESCHRIJVING VAN DE KAARTEENHEDEN

I ZEEKLEIGRONDEN 60
Buitendijkse gronden 60
Jonge zeekleigronden 61
Kalkrijke klei- en zavelgronden 61
Ondiep kalkarme klei- en zavelgronden 63
Kalkarme klei- en zavelgronden 65
Ondiep kalkarme tot kalkrijke klei- en zavelgronden 69
Ondiep kalkarme tot kalkarme klei- en zavelgronden 69
II VEENGRONDEN 70
Veengronden. 70
Veenontginningsgronden 72
Laagveenontginningsgronden 72
Hoogveenontginningsgronden 72
III ZANDGRONDEN 75
Zandgronden 75
Associaties van Zand-, Leem-, Rivierklei- en Veengronden 79
IV LEEMGRONDEN 80
V ALGEMENE ONDERSCHEIDINGEN 80
Geklassificeerde gronden 80
Niet geklassificeerde gronden. 80
Afgetichelde kleigronden 81
Bebouwde kommen, enz. 81
VI TOEVOEGINGEN 81

HOOFDSTUK 7

VERKAVELING EN BODEMGEBRUIK

I VERKAVELING 83
Blokverkaveling 83
Strokenverkaveling zonder bewoning 83
Strokenverkaveling met bewoning 85
Modern rationele verkaveling 85

II BODEMGEBRUIK 85
Het kleigebied 88
Het overgangsgebied van klei naar veen en zand 89
Het veenkoloniale gebied 89
Het zandgebied 90

HOOFDSTUK 8

GESCHIKTHEID VAN DE BODEM VOOR LAND- EN TUINBOUW

I ZEER GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDSKAART VOOR AKKER- EN WEIDEBOUW 92
II GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDS- EN TUINBOUWKAART 100

HOOFDSTUK 9

GRONDVERBETERING

I MOGELIJKHEDEN TOT GRONDVERBETERING. 102
Omzetten van een kalkarme in een kalkrijke bovengrond 103
Diepspitten of diepploegen 103
Uitploegen. 104
Aftichelen 104
Ondergronden van sterk gelaagde zavelige klei 105
Bekleiïng van kalkarme kleigronden met kalkrijke, zavelige klei. 105
Bekleiïng van klei-op-veengronden en veengronden 105
Bezanding van veengronden en veenkoloniale gronden. 106
Breken en naar boven brengen van oerbanken 106
Ondergronden van oerbanken 107
Breken en/of verwijderen van storende leemlagen 107
Breken en verwijderen van spalter- en andere ongunstige veenlagen en naar boven brengen van bruin zand, enz. bij veenkoloniale gronden 107
Ondergronden van spalterveenlagen. 109
Zakken en verhogen van bij elkaar gelegen, droge respectievelijk natte profielen (egalisatie) . . 109
II BODEMGESCHIKTHEIDSKLASSIFICATIE EN DE ZEER GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDSKAART VOOR GRONDVERBETERING 110

LIJST VAN FIGUREN 112
LIJST VAN TABELLEN. 113
LITERATUUR 113

Bijlagen

1. Overzichtskaart van de Bodemkundige landschappen van Groningen.
2. A. Bodemkundig-landschappelijke indeling van de in Groningen voorkomende gronden.
B. Indelingsschema van de gronden in de legenda, voor zover zij voorkomen in de provincie Groningen.
3. Oppervlakten, ingenomen door de kaarteenheden en toevoegingen in de provincie Groningen.
4. Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw van Groningen.
5. Globale bodemgeschiktheids- en tuinbouwkaart van Groningen.
6. Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor grondverbetering van Groningen.

Woord vooraf

De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000[1] is vervaardigd met het doel bodemkundige gegevens te verschaffen voor het onderzoek naar de waterhuishouding in de Nederlandse gronden, uitgevoerd door de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland COLN.
De Nebo-kaart is in 9 kaartbladen en een legendablad verschenen. In 1964 verscheen een algemene toelichting bij de gehele kaart getiteld: De bodem van Nederland. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000. Voor een uitgebreider provinciaal overzicht van de bodemgesteldheid verschenen bij elk kaartblad afzonderlijk toelichtingen. Zo ook voor de provincie Groningen, kaartblad 1, waarvoor dit boek een uitgebreidere toelichting zal zijn.
De Bodemkaart is vervaardigd door de Stichting voor Bodemkartering. Het veldwerk heeft enkele jaren in beslag genomen. In de provincie Groningen werd het uitgevoerd in het najaar van 1953, in 1954 en in het voorjaar van 1955. In het kleigebied werd het verricht door J. J. Vleeshouwer en C. E. Wit, in het zuidelijk Westerkwartier door W. Heijink en J. A. van der Hurk, in de veenkoloniën door P. F. Veltman en W. Hebers en in het zandgebied Westerwolde door W. Hebers en C. E. Wit. Het karteringswerk stond onder leiding van Dr. Ir. L. A. H. de Smet, die ook de tekst verzorgde. Dr. G. C. Maarleveld voorzag het geologische gedeelte van de tekst van kritische opmerkingen.
De Nebo-kaart is een bodemkaart met een schaal 1 : 200 000, dit wil zeggen, dat 1 cm^2 een oppervlakte van 400 ha voorstelt. De waarnemingsdichtheid en de opnametechniek zijn uiteraard aan deze kleine schaal aangepast. Het aantal boringen is, de schaal van de kaart in aanmerking genomen, zeker niet gering, maar toch is het bij een dergelijke opname niet mogelijk de bodemgrenzen anders te benaderen dan door middel van secundaire kenmerken, die in hoofdzaak aan het landschap zijn ontleend. Bovendien zijn de kaarteenheden in het algemeen ruim omschreven. Al deze factoren maken de kaart tot een *globale bodemkaart*. Er zij gewaarschuwd tegen een veel voorkomend misbruik, dat van kleinschalige kaarten wordt gemaakt door deze te vergroten. Men gebruikt ze dan alsof ze met een veel grotere mate van nauwkeurigheid zijn opgenomen. De gebruiker dient zich steeds te realiseren, dat de kaart als overzicht is bedoeld en ook slechts als zodanig bruikbaar is.
Het doel van deze publikatie is de gebruiker van kaartblad 1 in te lichten omtrent de betekenis van de onderscheidingen, die op de kaart zijn gemaakt en over een aantal facetten ervan, die niet op de kaart staan aangegeven. Een keuze uit de uitgebreide literatuur maakt het mogelijk zich nader omtrent bepaalde onderwerpen te oriënteren.

Voorjaar, 1961

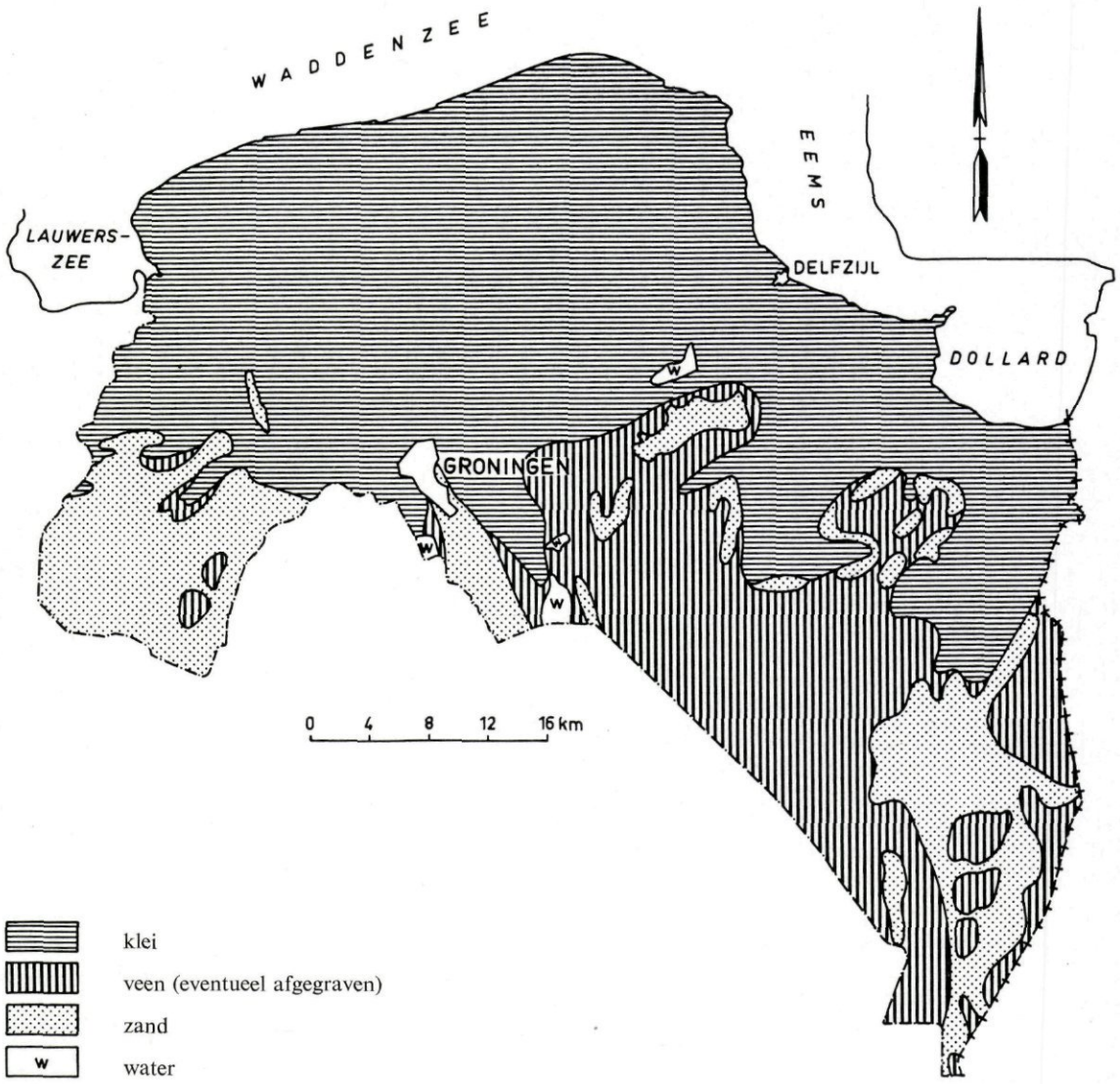
[1]) Reeds voor het verschijnen kreeg de kaart bekendheid onder de naam Nebo-kaart. Deze naam wordt ook in dit boek wel gebruikt.

Inleiding

Zonder de buitendijkse gronden heeft de provincie Groningen een oppervlakte van ca. 224 600 ha. Het grootste deel hiervan, namelijk 55% is als bouwland in gebruik, 27% als grasland en 3,5% gebruikt men voor tuinbouw. Het areaal bos is nagenoeg te verwaarlozen.
Aan de oppervlakte ligt klei, veen of zand (fig. 1). De noordelijke helft van de provincie bestaat uit klei met in het middengedeelte, op de overgang van klei naar veen, kleiïg veen en klei-op-veen. De grootste oppervlakten veen liggen in het zuidoostelijke gedeelte; deze zijn in de loop der tijden kleiner geworden door afgraving en verdwijning ten gevolge van agrarisch gebruik. In Westerwolde, het Gorecht en het zuidelijk Westerkwartier ligt zand, plaatselijk met enige keileem aan de oppervlakte.
Afgezien van de hoger gelegen wierden lijkt het kleigebied vrij vlak. Toch komen er hoogteverschillen voor (fig. 2). Een brede strook langs de kust, het zgn. Hogeland ligt boven NAP in tegenstelling met een groot deel van het gebied, dat hier ten zuiden aan grenst. In het zuidelijk Westerkwartier, de Veenkoloniën en Westerwolde wordt het terrein in zuidelijke richting weer hoger; in dezelfde richting nemen de hoogteverschillen op korte afstand geleidelijk toe.
In de provincie Groningen moeten, evenals in andere kustprovincies, grote gedeelten tegen overstromingen worden beschermd. Behalve deze bescherming is voor het in stand houden van de produktiviteit van de grond een goede ontwatering, of beter waterbeheersing, noodzakelijk. De hiervoor ingestelde waterschappen (zijlvestenijen), zijn reeds vanouds zeer goed gereglementeerd.
Vroeger, toen uitsluitend aandacht aan de ontwatering werd besteed, werd het peil vaak ingesteld op de laagst gelegen terreinen. Dit heeft veelal geleid tot een verdroging van de hoger gelegen gronden. Verdrogende gronden vindt men in de zandgebieden Westerwolde, zuidelijk Westerkwartier en in de oude veenkoloniën. Ook in bepaalde knikkleigronden treedt een zomerdepressie in de grasgroei op. Behalve aan de afvoer van een teveel aan water wordt in bepaalde gebieden nu ook aandacht geschonken aan het opheffen van een tekort.
De produktiviteit van de grond wordt, behalve door zijn kwaliteit, zijn waterstaatkundige toestand, enz., mede bepaald door de grootte van de kunstmestgiften. Op pas ingepolderde gronden is het mogelijk de eerste jaren zonder kunstmest te boeren. Op de zand- en veengronden is landbouw slechts mogelijk dank zij zware bemestingen. Tussen deze uitersten nemen vele kleigronden een tussenpositie in.

Ook het klimaat is van invloed op de produktiviteit. Nederland heeft een gematigd en regenachtig klimaat, dat agrarisch gunstig is.
De totale regenval bedraagt voor Nederland gemiddeld 715 mm per jaar. De meeste regen valt in de zomer en in de herfst, de minste in de lente.
Vooral voor hakvruchten, groenvoedergewassen en grasland zijn de regenmaxima in zomer en herfst voordelig. Voor granen zijn de vele regens in juli en augustus veelal nadelig. De betrekkelijk droge lente heeft voordelen ten aanzien van de voorjaarswerkzaamheden. Schraal weer is echter voor de opkomst en de eerste ontwikkeling van jonge planten een groot bezwaar; een minder goede oogst, vooral bij gevoelige gewassen, zoals vlas en blauwmaanzaad, is er vaak het gevolg van.

FIG. 1. *In de provincie Groningen ligt klei, veen of zand aan de oppervlakte.*



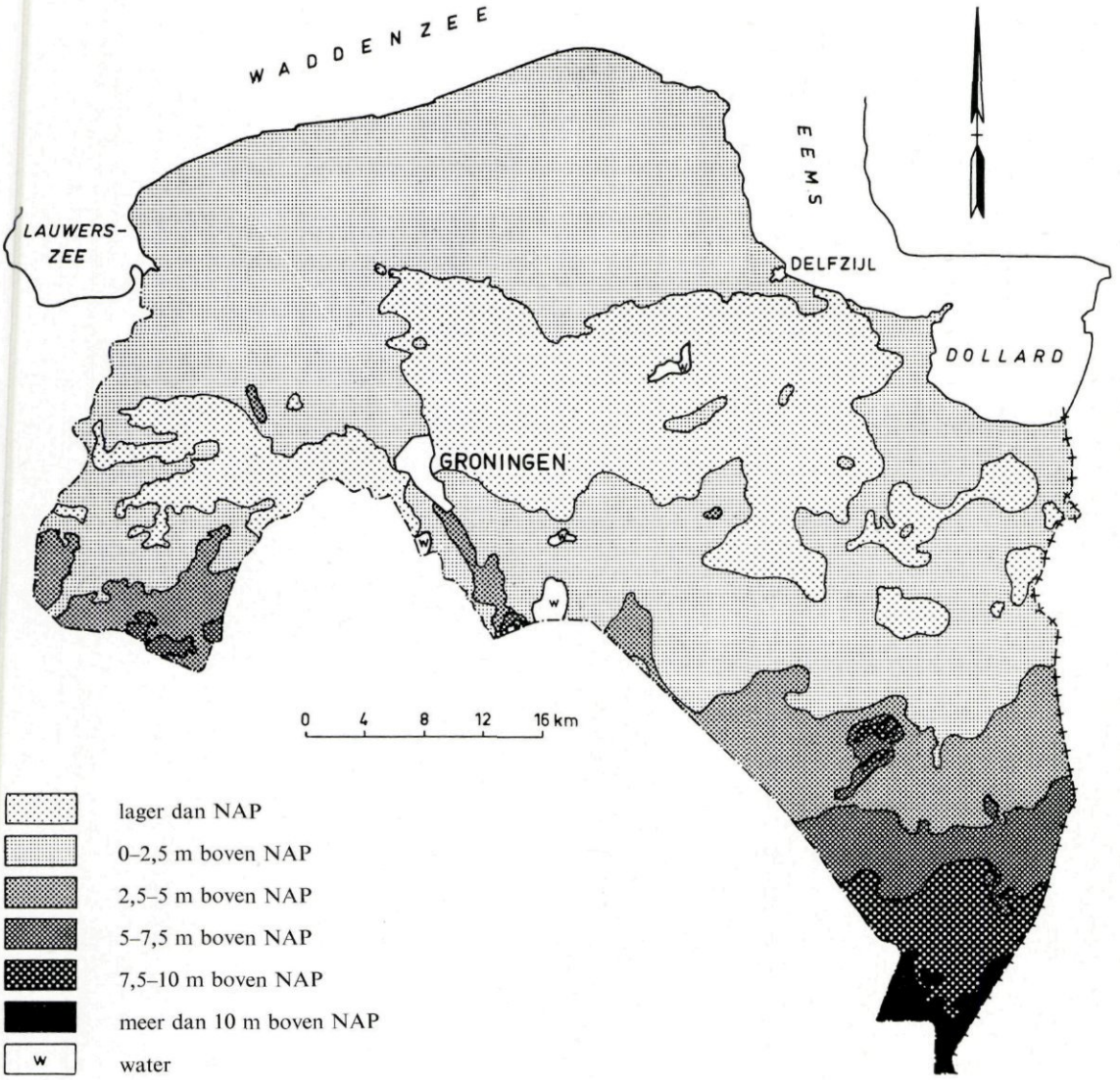
De regionale afwijkingen in de regenverdeling binnen de provincie zijn klein. Over het algemeen geldt dat het noordwesten en noorden het meest overeenkomen met het overige kustgebied van Nederland. In vergelijking hiermee zijn zuidelijk, zuidoostelijk en oostelijk Groningen iets natter.

De verdamping in de verschillende seizoenen loopt sterk uiteen. De betrekkelijk hoge regenval in de zomer wordt door de gemiddelde verdamping (ca. 280 mm) met bijna 80 mm overtroffen. In de winter is deze zo laag — gemiddeld nog geen 20 mm — dat er een groot overschot aan neerslag ontstaat. Ook in de herfst en in de lente bestaat er nog een overschot aan neerslag (fig. 3), dat bij vele gronden door ontwatering moet worden afgevoerd.

Het vochttekort in de zomer leidt tot verdroging van de gewassen, tenzij geprofiteerd kan worden van de vochtvoorraad in het bodemprofiel en/of van het grondwater.

De temperatuurschommelingen in Nederland zijn gering. De gemiddelde hoogste temperatuur voor de zomer bedraagt bijna 18°C, waarop die voor de herfst met 10,5°C, de lente met 9,5°C en de winter met bijna 3°C volgen. Tussen de delen van het land bestaan verschillen die in het begin van het voorjaar tussen het noorden en het zuiden

FIG. 2. *Hoogteverschillen in de provincie Groningen (vervaardigd uit topografische kaarten en enkele aanvullingen; naar Bon en Vrijhof, 1958).*



het grootst zijn. Door de invloed van de zee treedt langs de kust meer afkoeling op, waardoor de verschillen tussen west en oost het grootst worden (fig. 4). In vergelijking met Zeeland is de temperatuur gedurende het groeiseizoen in Groningen gemiddeld 1°C lager.

De kans op nachtvorst is in het noorden van Groningen op de klei duidelijk geringer dan in het zuiden op veenkoloniale grond en zand. De nachtvorsten in het voorjaar zijn voor de zware kleigronden van oostelijk Groningen evenwel welkom in verband met de voorjaarswerkzaamheden. In de veenkoloniën kunnen de late nachtvorsten veel schade toebrengen aan de aardappelteelt.

Het gemiddelde aantal uren zonneschijn per jaar bedraagt voor Nederland ca. 1600. Hierin bestaan vrij grote verschillen, zowel tussen de verschillende delen van het land als tussen de verschillende seizoenen. In vergelijking met het zuidwesten van het land komt de provincie Groningen, vooral in de zomer, een belangrijk aantal uren zonneschijn tekort. Dat in vergelijking met Zeeland de lagere suikerbietenopbrengsten van Groningen verband zouden houden met de mindere hoeveelheid licht, is echter geen uitgemaakte zaak.

FIG. 3. *Verloop van de gemiddelde neerslag en verdamping in mm in Groningen (naar maandoverzichten van het KNMI).*

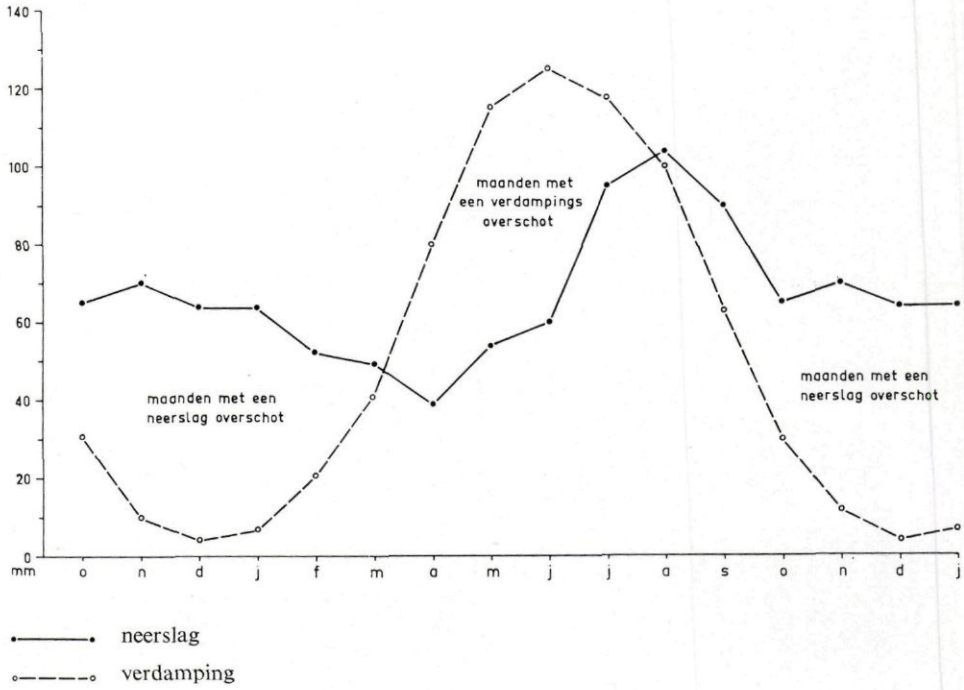
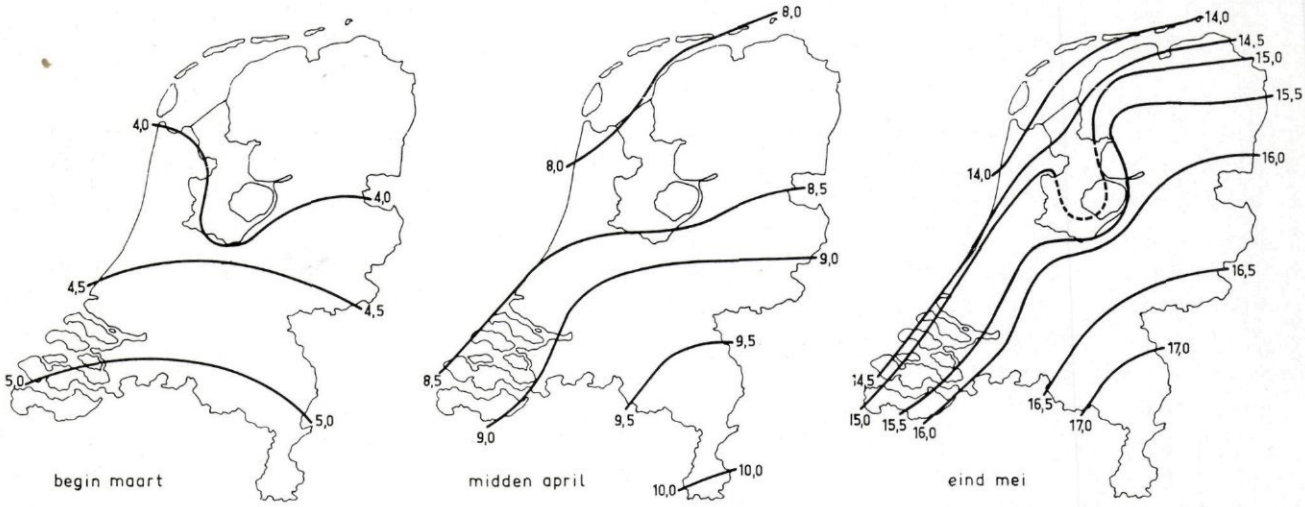


FIG. 4. *De gemiddelde temperaturen (in graden Celsius) in het voorjaar in Nederland (gemiddelden over 40 jaren) (naar de Landbouwatlas van Nederland).*



De wind kan eveneens de opbrengst beïnvloeden, vooral in de tuinbouw. Hoge snelheden zijn voor de fruitteelt vaak een beperkende factor. Overigens werkt de wind nivellerend op de verschillen in dag- en nachttemperaturen. Hij kan van invloed zijn op het optreden van bepaalde parasieten. Er zijn betrekkelijk weinig gegevens bekend over windkracht, windrichtingen en frequenties hiervan. Over het algemeen overheersen in het noordelijke deel van de provincie de zuidwesten- en westenwinden, evenals in het overige deel van de kuststrook van ons land.
De invloed, die de diverse klimaatsfactoren gezamenlijk op de plantenproduktie uitoefenen, is niet altijd duidelijk aan te geven. Het al of niet optreden van bijvoorbeeld luizen hangt in hoge mate af van o.a. temperatuur, vochtigheid en wind. Zo komt de vergelingsziekte bij bieten in het zuiden van het land aanzienlijk frequenter voor dan in Groningen. Dit verschil wordt veroorzaakt door de „koelheid" van het noordelijke klimaat, waardoor de overbrenger van het virus (de bladluis) minder kans heeft tot ontwikkeling te komen. Ook bepaalde andere parasieten komen in het noorden minder voor dan in het zuiden.
Samenvattend kan men stellen, dat de regionale verschillen tussen de diverse klimaatsfactoren betrekkelijk klein zijn en veelal geen duidelijk aanwijsbare invloed uitoefenen op de opbrengst en kwaliteit van landbouwprodukten. Ten slotte zij vermeld, dat in vergelijking met het zuidwesten van het land in Groningen de voorjaarswerkzaamheden op de klei later beginnen en de oogsttijd eveneens later valt. In een droog voorjaar en vroege zomer zijn deze verschillen kleiner dan in een nat jaar.

Aangezien het bodemprofiel voor de plantenproduktie van doorslaggevende betekenis is, kan met deze algemene beschrijving worden volstaan. In de volgende hoofdstukken wordt vooral de bodem vrij uitvoerig behandeld; op basis van het bodemprofiel wordt eveneens aandacht besteed aan de agrarische mogelijkheden.

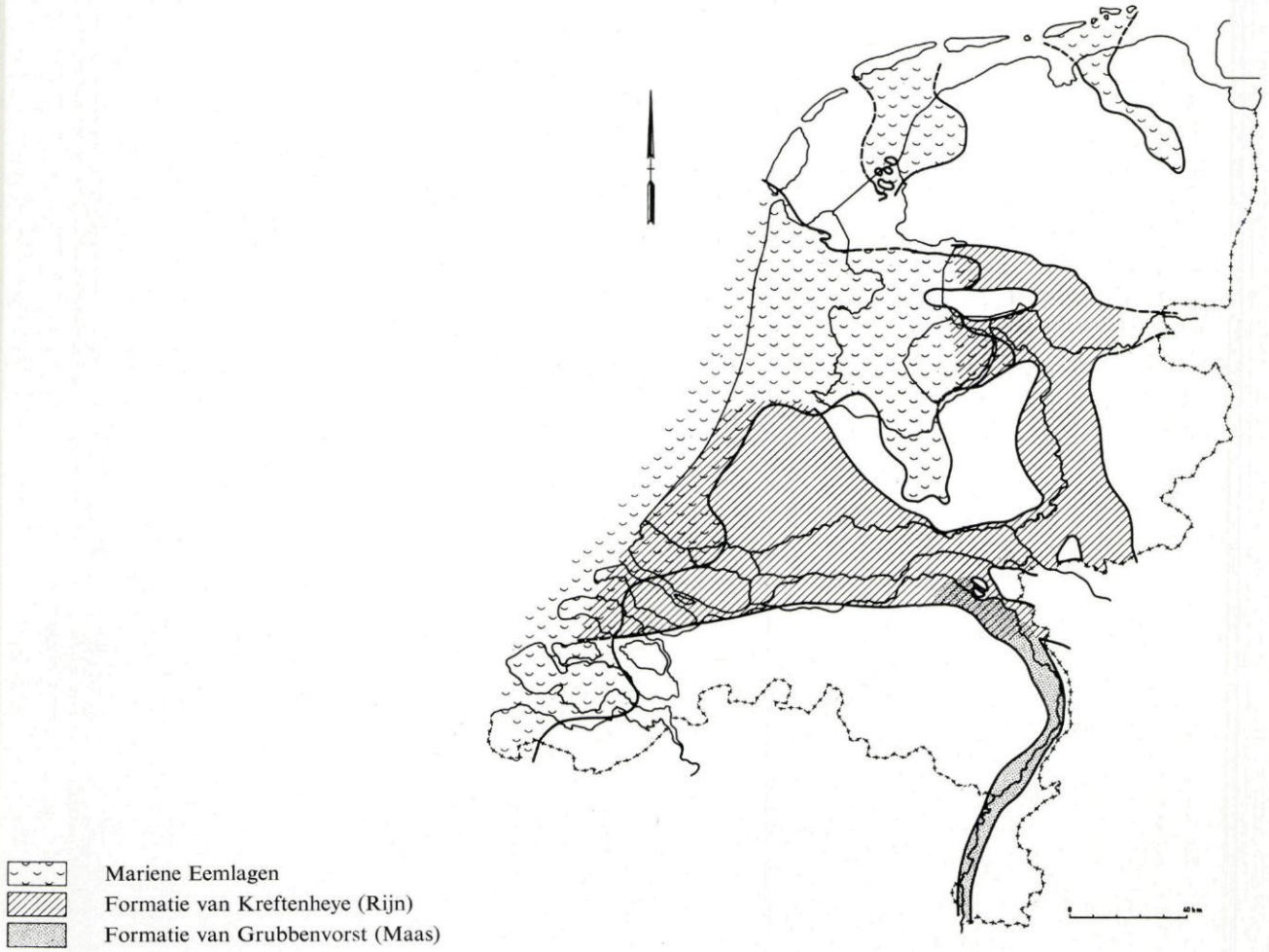
Geologie

De in de provincie Groningen aan de oppervlakte voorkomende geologische formaties zijn van verschillende ouderdom en op zeer uiteenlopende wijzen tot afzetting gekomen. Het zand, eventueel keileem is van pleistocene ouderdom. Het veen en de klei dateren uit het Holoceen. De variaties in de pleistocene vormingen zijn op bepaalde plaatsen groot. De holocene afzettingen worden door belangrijke verschillen gekenmerkt. Met deze variaties en verschillen hangen die van de bodemgesteldheid samen.

I PLEISTOCEEN

De laatste twee ijstijden zijn voor de vorming van onze zandgronden verantwoordelijk geweest. In de voorlaatste ijstijd (Riss-glaciaal), ca. 200 000 jaar geleden, werd noord-Nederland bedekt door landijs, dat zich in zuidelijke en westelijke richting voortbewoog. Dit landijs nam tijdens het transport losliggend materiaal op, de zgn. grondmorene. Deze morene is ontwikkeld als een zeer dichte leemlaag en is vaak rijk aan stenen (keileem). Na het terugtrekken van het ijs vormde deze keileem het landoppervlak. Door het smeltwater werd de keileem op verschillende plaatsen geërodeerd, waarbij geulen ontstonden, die nu nog vaak in het huidige landschap als meer of minder brede dalen van riviertjes worden teruggevonden.
Voor een groot deel van het gebied der oude veenkoloniën (voormalig Hunzedal) is het kenmerkend dat de keileem ontbreekt (Faber, 1942). Bij de ligging van het landijs in het oostelijk deel van Groningen stroomde het smeltwater van het landijs door dit dal af (Ter Wee, 1962). De diepe geulen verzandden en in de overige lage gebieden werd ook de keileem nog met zand bedekt.
Na het Riss-glaciaal volgde een warme periode (de Eemtijd). Het klimaat in deze periode was waarschijnlijk iets warmer dan het huidige. Doordat veel water vrijkwam steeg het zeeniveau aanzienlijk. Een gedeelte van het huidige oppervlak van ons land, voornamelijk Noordholland, de Geldersche Vallei en in Groningen op de plaats van het voormalige Hunzedal, werd overstroomd door de zogenaamde Eemzee, genoemd naar een riviertje in de Geldersche Vallei (Steenhuis, 1933 en 1941; Burck, 1951) (fig. 5).
De Eemzee-afzettingen bestaan in hoofdzaak uit zand en klei en zijn in het algemeen rijk aan schelpen. Op verschillende andere plaatsen was ook veengroei mogelijk.
Na het Eemien volgde de laatste ijstijd, de Würm-tijd, daterend van ca. 70 000 tot ca. 8 000 jaar voor Chr. Het landijs kwam echter niet verder dan tot ongeveer het huidige Hamburg. Het zeeniveau daalde en de bodem van de Eemzee werd weer land. Alhoewel het Würmijs ons land niet beroerde, is de indirecte invloed voor Nederland zeer groot geweest. Er heerste hier toen een periglaciaal klimaat, d.w.z. een klimaat zoals in zeer koude gebieden heerst (Edelman, Florschütz en Jeswiet, 1936; Edelman en Crommelin, 1939), en ons land kwam als gevolg hiervan binnen het bereik van de toendra te liggen, gekenmerkt door een permanent bevroren ondergrond. In de zomer ontdooide slechts de aan en nabij de oppervlakte liggende laag. Door de papperige bodemtoestand, die van de opdooi het gevolg was, kon de grond gemakkelijk in beweging komen. De bodem dreef als het ware en gleed, ook langs zeer zwakke

FIG. 5. *De Formaties van Kreftenheye en Grubbenvorst en de mariene Eemlagen (naar Zonneveld, 1958).*



hellingen, af naar de lager gelegen terreindelen en dalen, waardoor een afvlakking van het terrein plaatsvond (solifluctie).

Een ander verschijnsel dat verband houdt met het afwisselend bevriezen en opdooien van de bovenste grondlagen, is de zgn. kryoturbatie. Hierdoor ontstonden verwringingen van in hoofdzaak fijnkorrelige lagen. Er ontstonden dus onregelmatige structuren in de bodem (Edelman, 1938; fig. 6).

Het toendragebied had een zeer schaarse begroeiing, die alleen uit mossen, typische andere planten en op gunstiger plaatsen uit struiken bestond. Ten gevolge van deze begroeiing en mede als gevolg van de zeer krachtige poolstormen werd veel materiaal, in hoofdzaak zand te zamen met sneeuw, verplaatst. Men neemt algemeen aan, dat deze verplaatsing aanvankelijk door noordwestenwinden geschiedde. Een groot brongebied van het verstuivende zand lag in het droog gevallen Noordzeebekken, terwijl zich ook lokale verwaaiingen voordeden (Edelman, 1947 en 1951; Vink, 1949).

Bij het door de wind verplaatste zand trad sortering op. De grovere delen kwamen minder ver dan de fijnere. Het grootste gedeelte van de aan de oppervlakte liggende Nederlandse zandgronden werd door de wind afgezet. Ze bedekken, behalve de hoogste terreinen, vrijwel alle oudere afzettingen. Men spreekt in dit verband dan ook van

dekzand en dit vormt één geheel met de eveneens door de wind afgezette löss, die ook in het aangrenzende Duitsland, België en noord-Frankrijk grote oppervlakten inneemt.
Een ander kenmerkend verschijnsel als gevolg van het periglaciale klimaat zijn de zgn. dobben, die in de regel uit vrij diepe ronde gaten met meestal zwak ontwikkelde randen bestaan. Hun ontstaan wordt in verband gebracht met de werking van water en bodemijs (Maarleveld en Van den Toorn, 1955). Ook kan het ontstaan soms toegeschreven worden aan plaatselijke uitblazingen van het zand (Veenenbos, 1952). In de provincie Groningen kunnen de dobben in de verschillende zandgebieden, en ook in de oude veenkoloniën, als afvoerloze, laag gelegen kommen worden aangetroffen. Meestal heeft zich er veen in gevormd.
Het dekzand, dat ook in Groningen in de verschillende zandgebieden aan de oppervlakte ligt, vormt tevens de basis van de veen- en kleipakketten. De dekzandlaag varieert in dikte, welke gemiddeld 2 à 3 m is. Het dekzandlandschap heeft een golvend karakter.
In de dekzandafzettingen kunnen veelal een paar fasen worden onderscheiden (Van der Hammen, 1951). Het Oudere dekzand is onder zeer koude omstandigheden afgezet, horizontaal gelaagd en vaak met lemige laagjes doorspekt. De oorzaak van deze gelaagdheid zou te verklaren zijn doordat afwisselend hoog uit de lucht afkomstig stof en zich over het aardoppervlak voortbewegend zand tot afzetting kwamen. Later toen de temperatuur begon te stijgen, kwam de dekzandafzetting geleidelijk tot stilstand. Het landschap werd mettertijd begroeid met bos, bestaande uit berken

FIG. 6. *Kryoturbate verschijnselen in Eemienafzettingen en periglaciale afzettingen op ca. 10 m diepte in een sluisput te Delfzijl.*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R10–75)

en naaldbomen. Deze tijd heet de Allerødtijd en het bodemprofiel, dat toen in zandgrond werd gevormd de „laag van Usselo", genoemd naar de plaats in Twente, waar dit bodemprofiel het eerst werd ontdekt. De „laag van Usselo" bevat veelal houtskoolresten die waarschijnlijk afkomstig zijn van toenmalige bosbranden. Zij is soms vervormd door vorstwerking in de daarop volgende koudere periode. In deze laatste periode (de Jongere Dryastijd) werd, in meer of minder dikke lagen plaatselijk weer dekzand afgezet. Meestal is het ontleend aan de naaste omgeving en kan als regionaal dekzand worden opgevat (Vink, 1949).

II HOLOCEEN

Het Holoceen vangt aan met een periode, die het Preboreaal wordt genoemd. In deze periode kwam waarschijnlijk nog enig dekzand tot afzetting. Het klimaat werd echter langzamerhand warmer, de begroeiing nam toe en op bepaalde plaatsen kwam het tot veenvorming. Ook konden zich toen weer bossen ontwikkelen. Zo kwam aan de verstuiving van het zand een einde in het Boreaal.

De vorming van veen hield vooral verband met de stijging van het zeeniveau (ten gevolge van het afsmelten van het ijs) en de daarmee gepaard gaande stijging van de grondwaterstanden. De veenvorming begon dan ook op de laagste en daarmee de vochtigste terreindelen van het pleistocene landschap. Langzamerhand breidde het veen zich over hogere gronden uit. De betrekkelijk zeer hoog gelegen gronden, zoals die van Westerwolde, het zuidelijk Westerkwartier, de rug met Noord- en Zuidhorn en de Hondsrug met de stad Groningen, zijn echter nooit met veen bedekt geweest.

In het noorden van het land hield de veengroei niet overal gelijke tred met de stijging van het zeeniveau (Veenenbos, 1952; De Smet en Vleeshouwer, 1956; De Smet, 1960; Jelgersma, 1960). In het huidige kleigebied werd het veen zelfs op verschillende plaatsen, allereerst langs de dalen in de pleistocene ondergrond, aangetast. Op de hoger gelegen delen en meer landinwaarts bleef het veen gespaard. Het eerste begin van de vernietiging en overspoeling door zeewater moet hier waarschijnlijk tegen het eind van het Atlanticum (ca. 5 500–ca. 3 000 jaar voor Chr.) zijn opgetreden en verder in het begin van het Subboreaal. E_1 werden toen over vrij grote oppervlakten dikke lagen wadzand en klei afgezet. Deze afzettingen blijken dus iets jonger te zijn dan de Oude zeeklei uit het westen van het land. We zullen ze als laat-atlantische en vroeg-subboreale klei aanduiden (fig. 7).

In het Subboreaal vormden de oude duinen in het westen van het land een natuurlijke bescherming tegen de zee, met als gevolg een nieuwe veengroei (Oppervlakte-veen). In het noorden van het land ging de mariene-sedimentatie toen nog ongestoord voort, alhoewel meer zuidelijk de zee zich langzaam terugtrok. Over de daar gevormde kleilaag kon de veengroei zich weer herstellen.

Vooral in oostelijk Groningen, waar de invloed van de Eems groot is geweest, werd de herstelde veengroei op het eind van het Subboreaal nog onderbroken. Een tweede kleilaag wordt hier aangetroffen, die als laat-subboreale klei (middeloude zeeklei) is aan te merken (De Smet, 1962). Deze klei vormt alleen op die plaatsen, waar zijriviertjes van de voormalige Eems hebben gelopen, één geheel met de onderste, vroeg-subboreale kleilaag. In andere gevallen worden de twee kleilagen door veen gescheiden. Ook de tweede kleilaag is naderhand weer met veen overgroeid. In Groningen kon het veen van de zuidelijker gelegen pleistocene gebieden, dat buiten de invloed van de zee bleef, sedert het Boreaal ongestoord doorgroeien.

In het noordelijke gedeelte van het huidige zeekleigebied echter heeft de veengroei zich sedert het Subboreaal niet meer kunnen herstellen. Het eerste kleilandschap, dat op het eind van het Subboreaal werd gevormd, is het oude kwelderlandschap. Het is opgebouwd uit zandige ruggen, die ongeveer evenwijdig aan de kustlijn lopen. Enkele eeuwen voor onze jaartelling lag het droog en was het al bewoond (Van Giffen, 1936).

In het begin van het Subatlanticum werd het in Groningen gevormde Oppervlakte-veen op verschillende plaatsen aangetast of overslibd. Is het laatste het geval dan behoren de kleisedimenten tot de Jonge zeeklei. In de afzetting van de Jonge zeeklei kunnen verschillende fasen worden onderscheiden, vaak gemarkeerd door een oud vegetatievlak of een begroeiingshorizont (Rietema, 1914; De Smet en Vleeshouwer, 1957). De inbraakperioden (transgressies) namelijk werden afgewisseld door rustiger tijden. In het algemeen werd de kustwal op verschillende plaatsen met een

ritmische regelmaat doorbroken, waarbij het oude kwelderlandschap wel overstroomd, maar niet door de mens verlaten werd. Hij trok zich toen terug op terpen.

De eerste transgressie in het Subatlanticum de zgn. vroeg-Romeinse, begon hier een paar eeuwen voor Christus en duurde tot omstreeks het begin van onze jaartelling. In deze periode werd door de Eems en zijn zijriviertjes o.a. in oostelijk Groningen de zgn. Eemsklei afgezet. Op de plaats van de vroegere loop dezer riviertjes ligt de Eemsklei op de reeds eerder gevormde laat-subboreale klei, daarbuiten op veen. De afzetting, die elders als „groene klei" wordt onderscheiden en welke eveneens in een geulensysteem voorkomt, behoort zeer waarschijnlijk tot de fase van de Eemsklei.

Een rustige periode duurde tot 200 à 300 jaar na Chr. (fig. 8). Hierna begon weer een periode van inbraken, die tot 700 à 800 jaar na Chr. doorging (de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische transgressie). In deze transgressieperiode ontstonden in Groningen de knikkleigronden. Via openingen in de kwelderruggen, die gevormd werden door de Lauwers, de Hunze, de Fivel en de Eems, kwam het zeewater ver landinwaarts tot achter de oude kweldergronden. Dit milieu, waaraan de vorming van knikklei wordt toegeschreven, was min of meer brak. De knikklei rust op de oude kwelderafzetting, meer zuidwaarts op veen.

De vrij korte zgn. Karolingische of Ottoonse transgressie begon in de tiende eeuw en was o.a. voor Zeeland van veel, voor het noorden echter van weinig betekenis. Na de afzetting van de knikklei volgde hier eerst een rustperiode. De zee deed zich daarna weer gelden in een reeks van op elkaar volgende inbraken, die onder de naam laat-Middel-

FIG. 7. *Holocene opbouw, bestaande uit twee klei- en twee veenlagen, van het gebied om en nabij Delfzijl (sluisput ca. 10 m diep).*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R10–79)

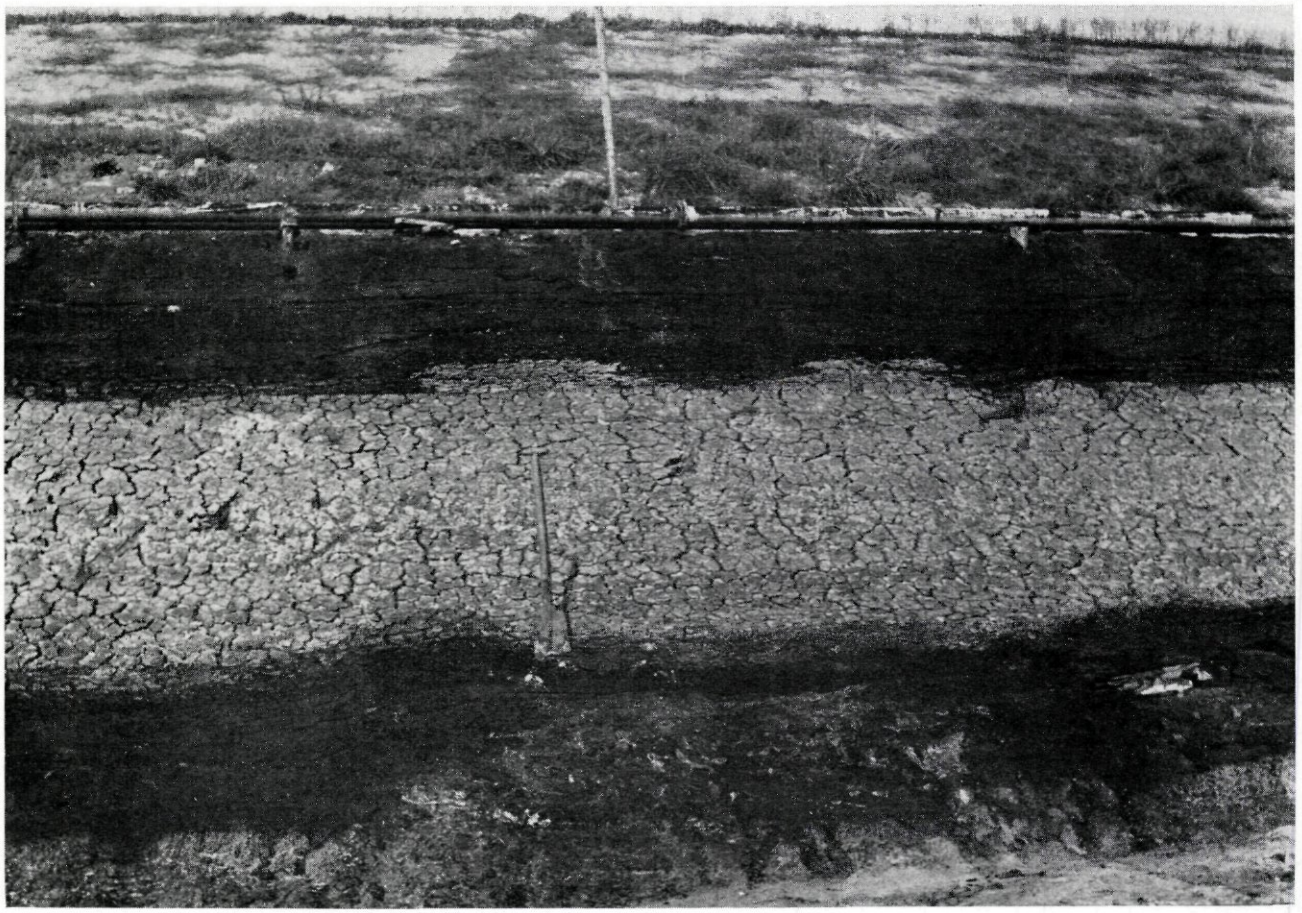
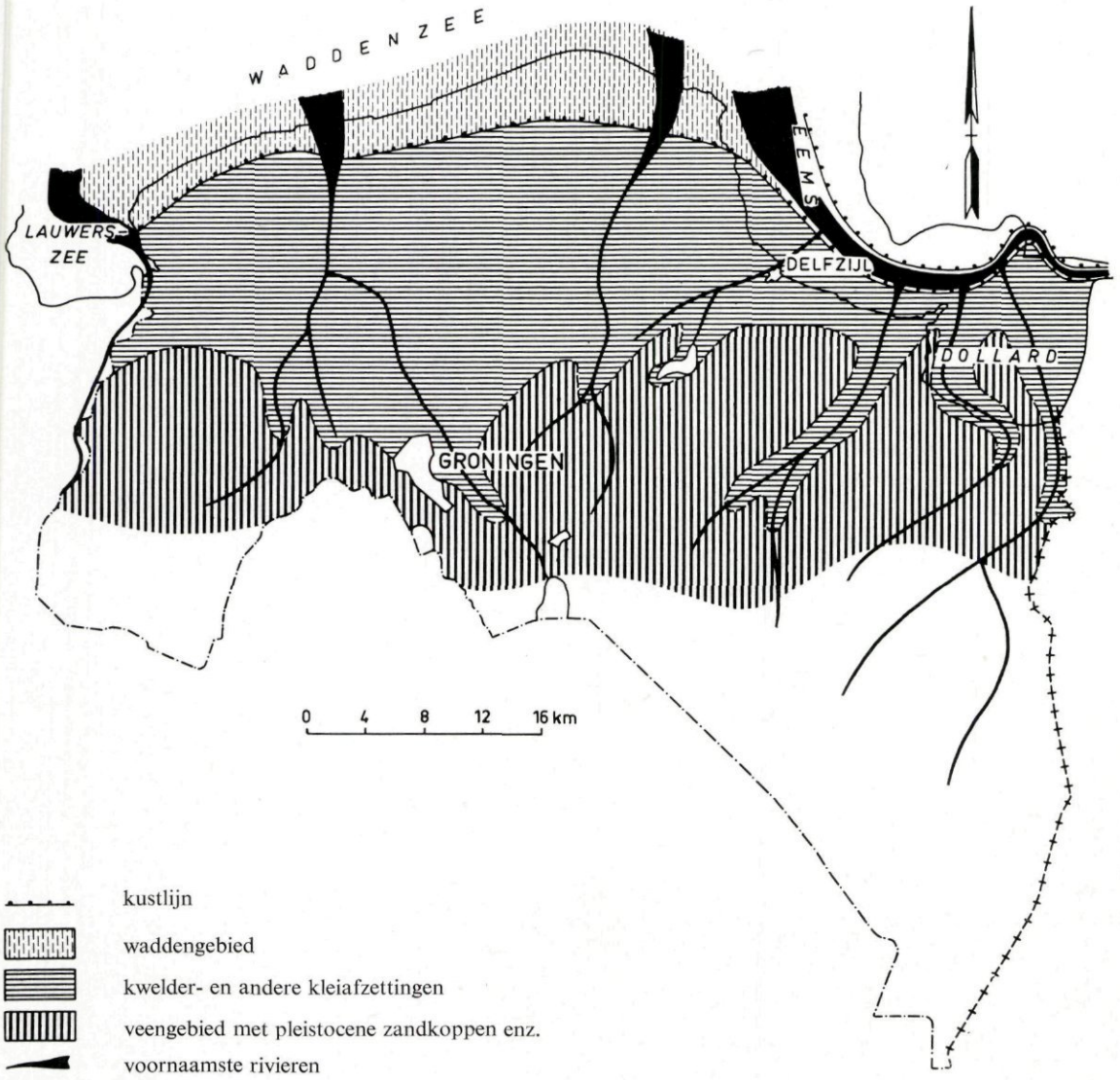


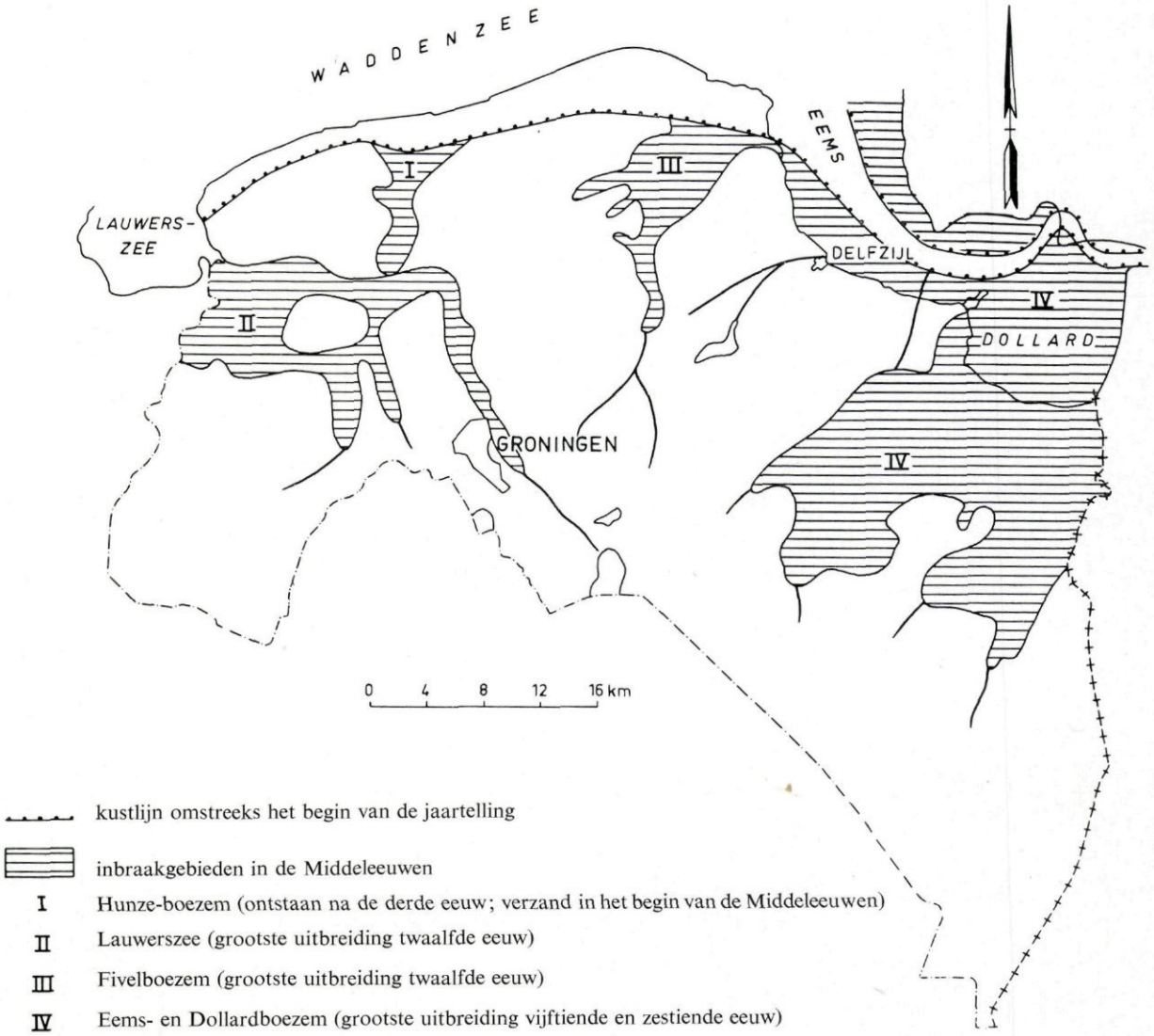
FIG. 8. *De provincie Groningen omstreeks het begin van de jaartelling. Samengesteld uit oude kaarten en gegevens van de Bodemkaart van Nederland.*



eeuwse transgressies bekend staan. Deze begonnen in de twaalfde eeuw en veroorzaakten een verwijding van de mondingsgebieden, vooral van de Eems en de Lauwers. Veel materiaal, afkomstig van het oude kwelderlandschap, is toen verplaatst en sedimenteerde vrijwel over het gehele knikkleilandschap en zelfs plaatselijk over het oude kwelderlandschap. Enkele zijtakken van de Lauwers en van de Eems slibden met hetzelfde materiaal dicht. De sedimentatie vond toen in een vrij brak milieu plaats en de afzetting kan dan ook als een brakwaterklei worden aangeduid.

In dezelfde periode verzandde o.a. ook de voormalige Hunzeboezem (Oer-Hunze), eveneens met afbraakmateriaal van het oude kwelderlandschap. De verzanding, die een zeer snel verloop had, vond niet in een brak milieu plaats. Mondde de voormalige Hunze aanvankelijk langs het huidige Pieterburen in zee uit, later boog zij af naar het westen en kwam via de Lauwers in zee.

FIG. 9. *De provincie Groningen in de Middeleeuwen.*



Zeer waarschijnlijk ontwikkelden zich tijdens de afzetting van de knikklei en later van de brakwaterklei op een belangrijke oppervlakte van de oude kweldergronden de zgn. woudgronden. Deze ontstonden als resultaat van een zeer langzame opslibbing en een begroeiing met moerasbos. Het hieruit ontstane humeuze dek is ca. 30 cm dik. Na de afzetting van de brakwaterklei heeft zich tijdens de laat-Middeleeuwse transgressie, die voor Groningen tot de zestiende eeuw heeft geduurd, nog een tweede optimum voorgedaan. Hierin vormden de Lauwers, de Fivel en de Eems grote binnenzeeën. Deze ontstonden niet tegelijk (fig. 9). De uitbreiding van de Lauwers en de Fivel vonden min of meer geleidelijk plaats. De Dollard (Eemsboezem) ontstond in een vrij korte tijd, nl. in de vijftiende en in het begin van de zestiende eeuw. Deze boezems zijn, na hun grootste uitbreiding weer dichtgeslibd en successievelijk ingedijkt. Dit proces vindt, voor wat de Lauwerszee en de Dollard betreft, nog steeds voortgang.
Na de laat-Middeleeuwse transgressies vervaagt het beeld van de elkaar opvolgende regressie- en transgressieperioden. Dit is zeer waarschijnlijk een gevolg van de bedijkingen. Reeds in de veertiende eeuw, maar vooral daarna, vonden

belangrijke bedijkingen plaats. Wellicht volgde op de laat-Middeleeuwse transgressies weer een periode van rust, waarvan we kunnen aannemen, dat deze tot ca. 1850 geduurd zal hebben. Na ca. 1850 kunnen we weer van een transgressieperiode spreken, waar we op het ogenblik nog midden in zitten. De beruchte stormramp van 1 februari 1953 moge daarvan getuigen.
Behalve het oude kwelderlandschap onderscheiden we ook nog het jonge, dat ten noorden van het oude is gelegen. Nadat de mens het oude kwelderlandschap door de aanleg van de zogenaamde Olddijk tegen de zee had beschermd, vonden buiten deze dijk opnieuw aanslibbingen plaats. In de laatste paar eeuwen werden en worden deze aanslibbingen regelmatig ingepolderd en zo ontstond het jonge kwelderlandschap.

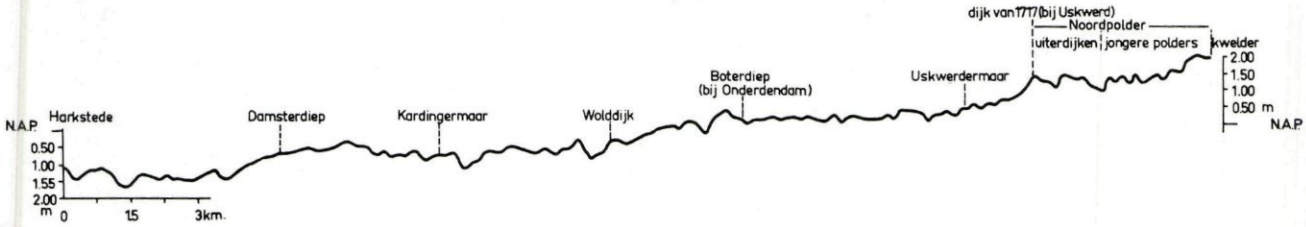
Geografie

De provincie Groningen kan men in de volgende gebieden verdelen: het kleigebied / het overgangsgebied van klei naar veen en zand / het veenkoloniale gebied / het zandgebied / het buitendijkse gebied.
Naar de wijze van afzetting en ontstaan is een onderverdeling mogelijk in zgn. landschappen (zie bijl. 1); deze worden in het volgende besproken.

I HET KLEIGEBIED

In het kleigebied worden de volgende landschappen onderscheiden: het jonge kwelderlandschap / het jonge zeeboezemlandschap / het oude kwelderlandschap / het oude zeeboezemlandschap / het kleilandschap met woudgronden / het kleilandschap met brakke boezemgronden / het knikkleilandschap.
De gronden van het oude kwelder- en het hierop aansluitende jonge kwelderlandschap zijn de hoogst gelegen gronden van het kleigebied. Het „Hoogeland" dankt hieraan zijn naam. Vooral de kwelderwallen vallen op, zoals de grote wal van Warffum naar Roodeschool, waarop ook Usquert en Uithuizen zijn gebouwd. Achter Uithuizermeeden ligt de Hefswal of Heefswal. Verder kennen we de wal, waarop Kloosterburen en Hornhuizen zijn gelegen. Zuidelijker, ligt de kleinere wal van Den Hoorn en Wehe naar Leens en Ulrum. De zuidelijker gelegen gronden, zoals de knikklei en de overgangsgronden op veen liggen duidelijk lager (Kooper, 1939; fig. 10).
Het ontstaan van het oude kwelderlandschap begon met de afzetting van wadzand in de vorm van platen en banken in het zeegebied, dat door vernietiging van het veenlandschap ontstaan was (Veenenbos, 1952). Later ging de opslibbing van deze platen en banken voort met in het algemeen zwaarder materiaal. Ten slotte kwam het „hoge" wad in het kwelderstadium, vermoedelijk mede als gevolg van de daling van het zeeniveau langs onze kusten tijdens het Subboreaal.
Slibben wadzandplaten regelmatig op, dan ontstaat er een vlak kwelderlandschap met betrekkelijk geringe hoogteverschillen en profielen, die naar beneden toe geleidelijk iets lichter worden. In het algemeen is de zeekant van zo'n vlak kwelderlandschap wat hoger gelegen en uit lichter materiaal opgebouwd dan de landzijde. Een dergelijke, rustige opslibbing komt echter weinig voor (Veenenbos, 1952; De Smet en Vleeshouwer, 1957).
De sterke gelaagdheid (gelaagd complex) en de grote verschillen in hoogteligging van het kwelderlandschap in Groningen staan ongetwijfeld in verband met stormvloedperioden, waarbij materiaal werd afgezet dat zandiger was dan de normale vloedsedimenten. Belangrijker nog was de invloed van de transgressies. Hierbij vond immers aan de zeezijde van een in ontwikkeling zijnde kwelder erosie plaats (fig. 11). Het geërodeerde materiaal werd verderop over de kwelder weer afgezet. Lichte zavel werd direct op de rand van de kwelder gedeponeerd; zware zavel en klei kwamen verder landinwaarts tot afzetting. Op deze wijze moeten de kwelderruggen of kwelderwallen ontstaan zijn. In sommige gevallen werden zelfs bij voortgaande erosie diepere en lichtere afzettingen aangesneden. Ook dit materiaal werd op de reeds gevormde kwelderwal afgezet. Hierdoor is het profiel bovenin vaak lichter dan onderin. Een kwelderwal is een secundaire vorming, aangezien deze ontstaat na afbraak van een oudere kwelderkust (fig. 12). Het lager gelegen gedeelte achter een kwelderwal heet kwelderbekken. Het oude kwelderlandschap is dus, in tegenstelling tot het jonge, onder natuurlijke omstandigheden ontstaan.

FIG. 10. *Zuid-Noord profiel door het Lage- en Hogeland van Groningen, naar Kooper, 1939 (uit: De Smet en Vleeshouwer, 1957).*



In tegenstelling tot de betrekkelijk reliëfrijke oude kweldergronden vertonen de knikkleigronden, die veelal met een dek van laat-Middeleeuwse klei zijn overspoeld, slechts geringe verschillen in hoogteligging. Vaak lopen ze in zuidelijke richting, waar de ondergrond uit veen bestaat, iets af. Bij de afzetting van het laat-Middeleeuwse dek werden in het oorspronkelijke knikkleilandschap kronkelende geulen (prielen) uitgeschuurd (De Smet en Vleeshouwer, 1957), die in het terrein vaak nog duidelijk terug zijn te vinden. Veelal fungeren ze nog als perceelsscheidingen en dikwijls worden ze begeleid door ruggetjes, die de vorm hebben van oeverwalletjes.

FIG. 11. *Het ontstaan van een erosieklif bij een buitendijkse kwelder.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R6–109)

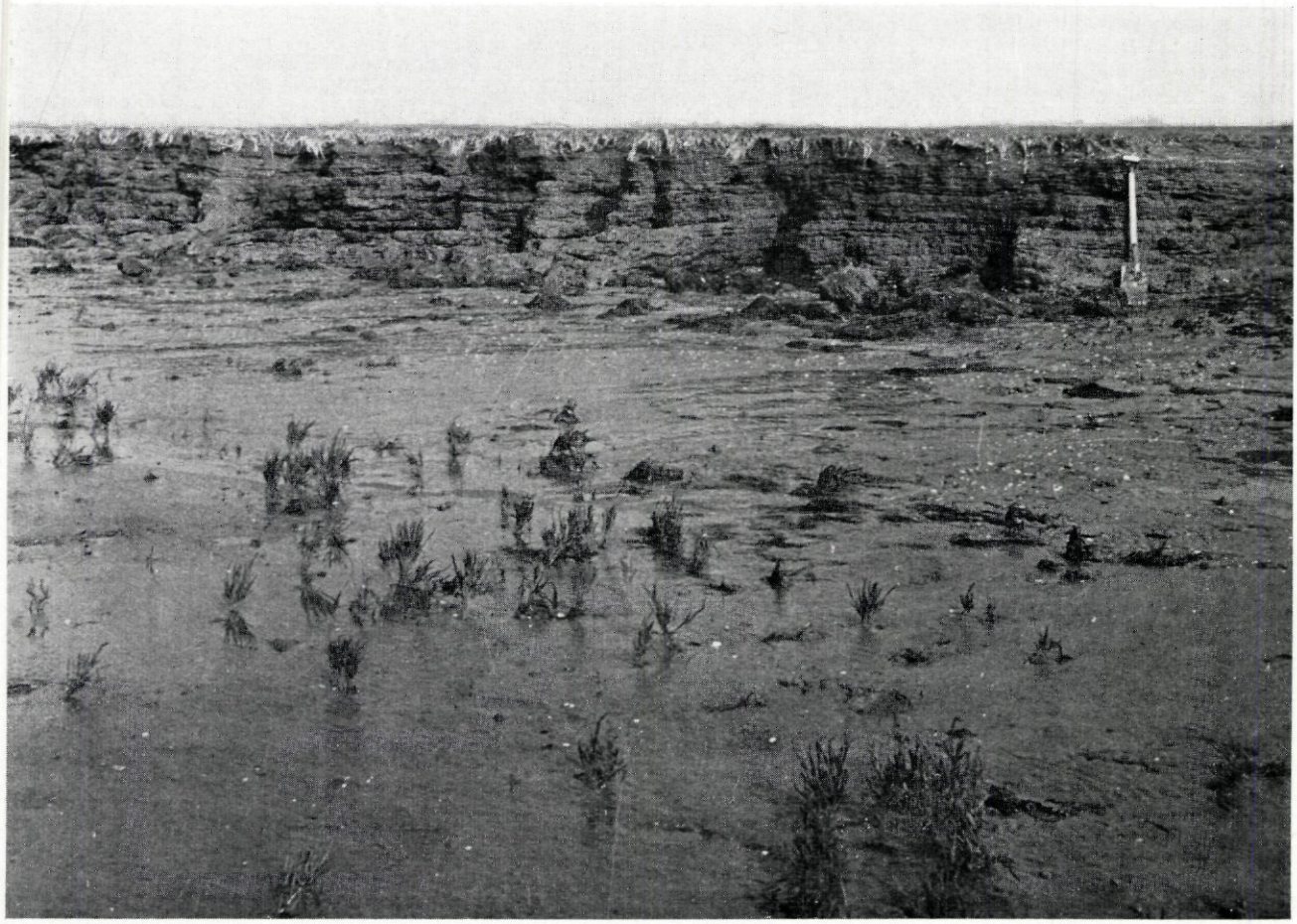
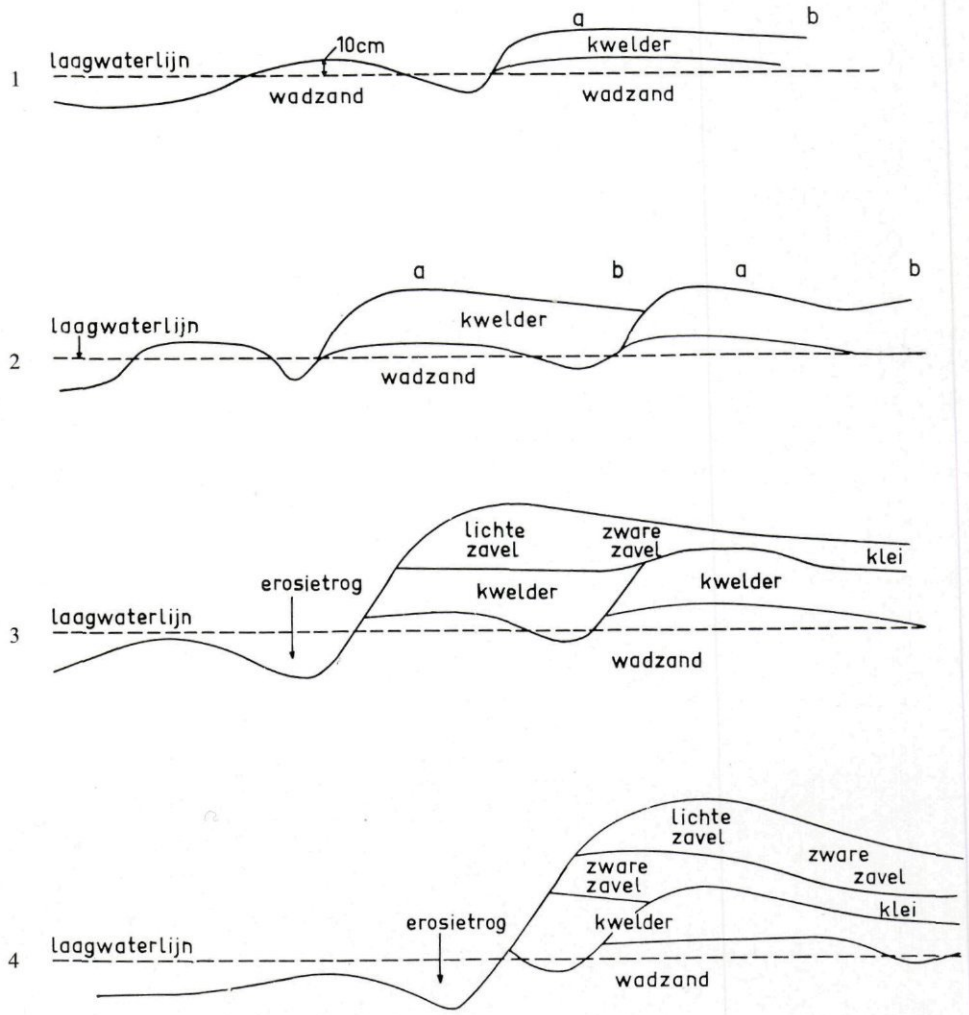


FIG. 12. *Een schematische voorstelling van het ontstaan van het oude kwelderlandschap.*



Situatie 1. Ontstaan van ,,hoog" wad en ,,vlakke" kwelder uit wadzandplaten die meer dan 10 cm boven de laagwaterlijn zijn ,,uitgegroeid"

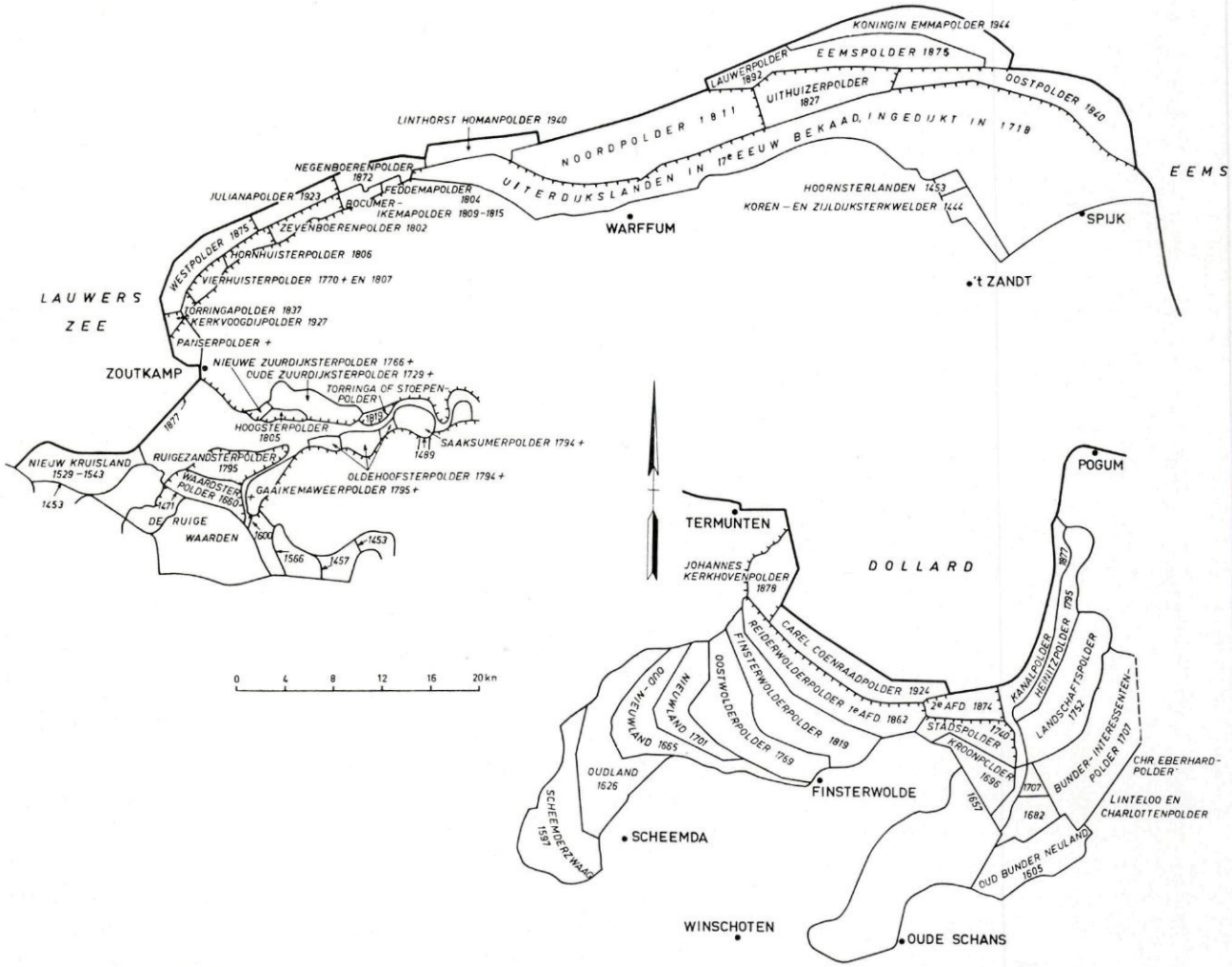
Situatie 2. Ontstaan van het ,,vlakke" kwelderlandschap met slechts geringe variaties in hoogteligging en zwaarte: d.w.z. de zeezijde van de kwelder (a) iets hoger en lichter dan de landzijde (b)

Situatie 3. Verstoring van het ,,vlakke" kwelderlandschap door erosie van de aan zeezijde gelegen gedeelten tengevolge van transgressies en/of stormvloeden met afzetting van lichter materiaal op het niet aangetaste deel van de kwelder

Situatie 4. Voortgaande erosie van het kwelderlandschap met afzetting van lichter materiaal tot ver in het achterland

De laat-Middeleeuwse afzetting wordt vaak ook in de lagere gedeelten van het oude kwelderlandschap als een dun dek aangetroffen. Veelal zit onder dit dunne dek een uitwiggende laag van knikklei met daaronder de normale gelaagde kwelderklei.
De gronden van de oude Hunze-boezem vertonen veel overeenkomst met die van de oude kwelderwallen, ze zijn eveneens licht-zavelig (De Smet en Vleeshouwer, 1957). Ook wat de hoogteligging betreft, komt de verzande zeeboezem veel overeen met het nabij gelegen oude kwelderlandschap. Er komt weinig bewoning voor, de boerderijen staan meestal op de overgang naar de oude kweldergronden.
In het gebied met woudgronden (Edelman en Van Liere, 1949; De Smet en Vleeshouwer, 1957) ten noorden van de Stad zijn de verschillen in hoogteligging vrij gering. Liggen woudgronden thans laag ten opzichte van hun omgeving, aanvankelijk moeten ze hoger hebben gelegen. Dat het gebied door de latere overstromingen nooit in zijn geheel verjongd werd, komt misschien door de aanleg van de zogenaamde Wolddijk omstreeks het jaar 1000. Deze dijk, een der oudste, zo niet de oudste van de provincie, beschermde het gebied aan de westzijde tegen het overstromingswater van de Hunze. De woudperiode leeft ook nog voort in de namen van dorpen, percelen en boerderijen. In tegenstelling tot het oude kwelder- en knikkleilandschap komen hier op een enkele uitzondering na, geen terpen voor. Een oude percelering blijkt onder de humeuze, zwarte bovengrond aanwezig te zijn.
De wijze van ontstaan en dichtslibbing is voor de verschillende zeeboezems niet gelijk (Westerhoff enAcker Stratingh, 1839; Kooper, 1939). Deze boezems vertonen dan ook verschillen in profielbouw en hoogteligging. Het zijn vooral de Lauwers en de Eems die zich in het begin van de laat-Middeleeuwse transgressieperiode sterk uitbreidden. De daarna dichtgeslibde gedeelten van het voormalige Lauwerssysteem worden in hoofdzaak gevormd door de zuidelijke vertakkingen. Met betrekking tot de afzetting van de Eems uit betreft het de streken, die ten noorden van de huidige Dollardpolders liggen. Hoogteverschillen zijn in deze gebieden merkbaar en worden vaak veroorzaakt door de aanwezigheid van al of niet oudere kleiafzetting in de ondergrond, zoals oude kwelderklei („groene" klei) en/of Eemsklei, die dan vaak in voormalige veengeulen worden aangetroffen. Bedijkingen komen hier nog nauwelijks voor, wel terpen en terpdorpen (Rietema, 1914).
Op het eind van de laat-Middeleeuwse transgressieperiode ontstonden in alle boezems nieuwe grote inbraken. Bij deze inbraken kan de uitbreiding van de Lauwerszee en de Fivelboezem in de twaalfde eeuw en later beschouwd worden als een min of meer geleidelijk proces, waarbij het bestaande land steeds verder werd aangetast, in hoofdzaak langs de bestaande geulen en prielen. De Dollard ontstond daarentegen in een vrij korte tijd. Bij deze inbraak werd namelijk een vrij groot laag gelegen veengebied verzwolgen.
De inbraken van de Lauwers verliepen nu vooral in zuidelijke en zuid-oostelijke richting, terwijl eveneens grote gebieden langs het huidige Reitdiep werden aangetast (Andreae, 1881; Zijlma, 1884; Rietema, 1925; Tuinstra, 1963). In zuidelijke richting vond aantasting plaats via geulen tot zelfs voorbij de Stad, waarvan verschillende nog duidelijk in het terrein zijn terug te vinden. Hier en daar zijn tussen de geulen enige eilanden gespaard gebleven, zoals het Oogh, waarop later het Munnikenzijl werd gesticht en vermoedelijk een gedeelte van de Westerwaard bezuiden Pieterzijl en het gebied Burum. Dit deel van de provincie en het aansluitende deel in Friesland moet toen een „Halligenkarakter" vertoond hebben, zoals we dat nu nog aan de kust van Sleeswijk-Holstein aantreffen.
Bij de uitbreiding van de Fivelboezem werd het oude land eveneens via geulen en zijgeulen aangetast (Van Veen, 1930). De aantasting vond in zuidelijke richting tot even voorbij Ten Post plaats. De zuidoost-zijde van de boezem liep over Loppersum, Zeerijp, Godlinze en Spijk. Vooral aan de westzijde ontstonden in het oude kwelderland kleinere inhammen. Evenals in de Lauwerszee bleven ook hier enkele eilanden behouden.
De rivier de Eems liep destijds met een sterk noordwaartse bocht langs Emden (Acker Stratingh en Veneman, 1855; Ramaer, 1909). Even oostelijk van deze bocht mondde de voormalige Ae met de Tjamme in de Eems. Langs deze zijrivieren vond de doorbraak van de Dollard plaats. Er werden twee inhammen gevormd, waartussen het voormalige schiereiland van Winschoten behouden bleef. De oostelijke inham ging tot aan Wedde in Westerwolde, de westelijke tot bijna aan het huidige Veendam.
Aanvankelijk werd in iedere boezem tot ver in het achterland lichte zavel gebracht en daar in de vorm van platen of oeverwallen afgezet (Goldhoorn, 1946; De Smet en Vleeshouwer, 1957). In een later stadium, wanneer de opslibbing een bepaald niveau bereikt had, werden eerst de zandige platen en oeverwallen bedekt met zware klei. Ten

FIG. 13. *Bedijkingen langs de Groningse kust in de vijftiende eeuw en later (naar Kooper, 1939).*



zeekerende dijk

oude zeekeringen, in stand te houden ingevolge de dijksverordening 1929 van Groningen

oudere vroegere zeekeringen

\+ aanwijzing, dat reeds in 1650, 1685 of 1702 opmeting plaatsvond van de ingepolderde gronden, zij het ook in afwijkende vorm

slotte werden ook de beddingen van de oude geulen hiermede opgevuld. Het lichtere materiaal kwam toen reeds meer zeewaarts tot bezinking. Later oefenden ook de bedijkingen, waarbij de boezems telkens verder werden ingeperkt, een belangrijke invloed uit op de zwaarte van de profielen. Vooral in de Lauwers en de Fivel liggen in de jongste polders de zwaartste gronden bij de oude en de lichtste bij de nieuwe dijk. De opbouw van de Dollardpolders wijken enigszins af van die van de vorige boezems (De Smet, 1962). De dichtslibbing van de Dollard begon eveneens met zavel en lichte klei. Het zware kleidek, dat hierop afgezet werd, is vrij uniform van samenstelling. Het is in de oudste polders erg dun, maar wordt in de richting van de jongste geleidelijk aan dikker. In de regel worden hier in één en dezelfde polder geen verschillen in zwaarte aangetroffen.

Met betrekking tot hoogteverschillen kan worden opgemerkt, dat in de oudste delen van de Lauwers en Fivel de

verschillen in hoogteligging tussen oeverwallen en dichtgeslibde geulen duidelijk merkbaar zijn. De hoogteligging van de jongere polders neemt in zeewaartse richting toe. Deze trapsgewijze ligging van de polders is voor de Dollard zelfs zeer opvallend. Binnen deze polders zijn de hoogteverschillen vrijwel te verwaarlozen.
Het beeld van het jonge bedijkte kwelderlandschap is totaal anders dan dat van het oude. Er worden geen ruggen aangetroffen, die afwisselen met lager gelegen terreindelen, maar het bestaat uit vrijwel vlak gelegen polders, die naar zeezijde echter wel iets oplopen. De jonge kweldergronden kunnen onderverdeeld worden in de Uiterdijkslanden en de jongere polders. De Uiterdijkslanden liggen langs de Olddijk, ongeveer vanaf Dijkum naar de Hefswal. Dit land werd in het begin van de achttiende eeuw bedijkt. De toen nieuw aangelegde dijk staat tegenwoordig bekend als de Middendijk, ten noorden ervan liggen de jongere polders. De meeste van deze polders zijn in de negentiende en twintigste eeuw bedijkt. De Uiterdijkslanden en de nog jongere polders geven, op enkele uitzonderingen na, hetzelfde beeld te zien. In iedere polder worden de gronden vanaf de oude naar de nieuwe dijk geleidelijk aan lichter. De overblijfselen van oude prielen vormen de laagst gelegen stroken. In de Uiterdijkslanden komen langs deze geulen de zwaarste gronden voor. Dit in tegenstelling tot de jongere polders, waar zeer dikwijls in de voormalige geulen of aan weerszijden van de nog bestaande, lichte zavel gevonden wordt.
Tot slot geven we in figuur 13 nog een overzicht van de bedijkingen langs de Groningse kust in de vijftiende eeuw en later.

II HET OVERGANGSGEBIED VAN KLEI NAAR VEEN EN ZAND

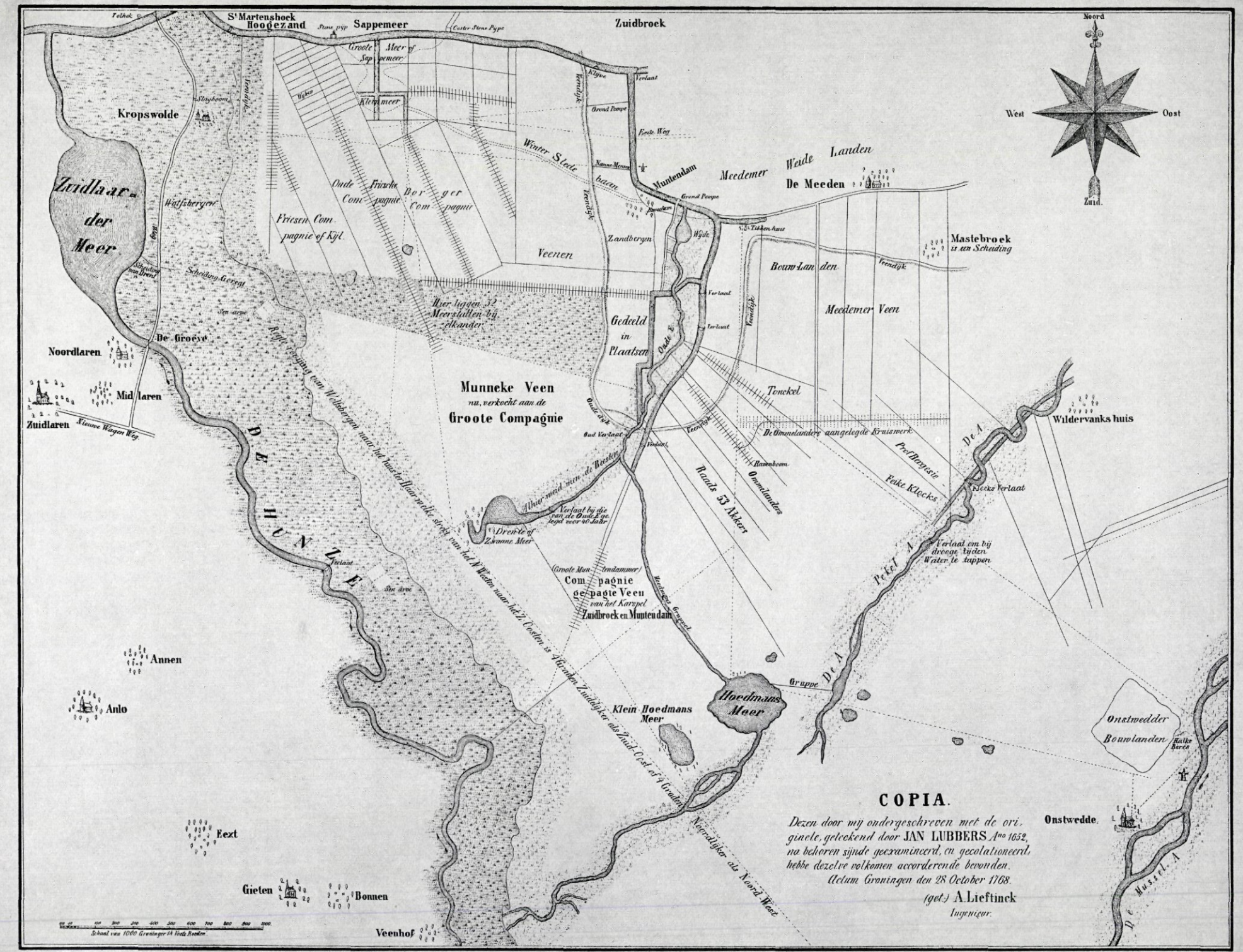
Dit overgangsgebied beslaat een smalle strook, die hoewel er verschillen zijn, landschappelijk niet wordt onderverdeeld. Ten opzichte van de aangrenzende gronden ligt deze strook lager. Lokale hoogteverschillen houden verband met opduikingen van de pleistocene ondergrond. De lage ligging blijkt ook uit de aanwezigheid van veel grasland en het hier en daar onder water komen in ongunstige perioden (Bon en Vrijhof, 1958). Bovendien worden in de strook ook de meren (fig. 14) en voormalige meren (drooggemalen) en verder de zogenaamde trekgaten van uitgeveende percelen aangetroffen.
De overgangsgronden liggen om het Dollardgebied op de overgang van de Dollardkleigronden naar de veenkoloniale gronden en zandgronden, in de Woldstreek, een vrij grote oppervlakte bij Wagenborgen en het Schildmeer alsmede in de strook even ten noorden van het Foxholstermeer en tussen dit meer en het Zuidlaardermeer. In het Gorecht liggen aan weerszijden van de in zuidoost naar noordwest gerichte hoge uitloper van de Hondsrug, waarop de Stad ligt, vrij brede venige laagten met een dun kleidek. In het zuidelijk Westerkwartier ligt ten noorden van het Leekstermeer een brede strook met lage veengronden, waarop een dun uitwiggend kleidek rust.Deze strook zet zich ten noorden van Grootegast en Sebaldeburen voort met hier en daar enkele zandopduikingen.
De bodem van het overgangsgebied is in hoofdzaak een uitwiggende kleilaag over veen. Bij een dikte van de kleilaag van ca. 30 cm en minder is de kleiafzetting humeus tot sterk humeus. Is de kleilaag dikker dan 30 à 40 cm dan is deze onder de bouwvoor meestal min of meer knikkig. Deze knikkige laag hangt dan vaak samen met de kniklaag van het knikgebied.
In het overgangsgebied van de Dollard is de kleilaag uit Dollardslib opgebouwd. Bij de overslibbing van het veen, dat bovenin meestal oligotroof is, plaatselijk mesotroof, ontstonden gronden, waaruit later op vele plaatsen de zgn. rodoorns zijn ontstaan (De Smet, 1951). Het zure veenwater, dat uit de voormalige zuidelijker gelegen veengebieden afkomstig was, is van groot belang geweest voor de vorming van deze gronden. Ten noordwesten van het Dollardgebied wordt de opbouw van de uitwiggende kleilaag in hoofdzaak bepaald door laat-Middeleeuwse kleiafzettingen. De gevormde klei-op-veengronden staan er eveneens bekend als rodoorns of rodoornige gronden.
In het overige gedeelte van het Woldgebied en verder oostelijk van de Stad zijn vrij veel klei-op-veengronden als verjongde knikgronden te herkennen. Plaatselijk komen er ook rodoorns voor. De uitwiggende kleilaag wordt er gevormd door knikklei, oude kwelderklei en laat-Middeleeuwse klei.
De klei-op-veengronden in het zuidelijk Westerkwartier en ten zuidwesten van de Stad bestaan in hoofdzaak uit verjongde knikgronden en slechts plaatselijk uit rodoorns. Vooral knik- en oude kwelderklei en laat-Middeleeuwse klei wigden hier over veen uit.

FIG. 14. *Het Foxholstermeer in het overgangsgebied van klei naar veen.*
Opname KLM AEROCARTO N.V., Archief Topografische Dienst, Delft)

Behalve de knikklei-op-veengronden en rodoorngronden kunnen ook nog de katteklei-op-veengronden worden onderscheiden. Deze komen veelal voor in de omgeving van oude geulen. Ze hebben meestal een slappe ondergrond, die in de regel uit kleiïg rietveen bestaat en evenals het kleidek vrij veel kattekleivlekken bevat. Ten noordwesten van het Dollardgebied komen ze veelal op die plaatsen voor waar Eemsklei in veengeulen uitwigt. Op andere plaatsen gaat katteklei meestal samen met uitwigging van oude kwelderklei („groene klei") over veen; eveneens in veengeulen.
De in het overgangsgebied voorkomende meren zijn het Leekstermeer, dat grotendeels in Drente ligt, en meer oostelijk het Paterswoldermeer. Het Zuidlaardermeer en het Foxholstermeer liggen aan de andere zijde van de uitloper van de Hondsrug. Ten zuiden van Appingedam liggen het Schildmeer en de kleine drooggemaakte meren. Hoe deze meren zijn ontstaan, is niet met zekerheid te zeggen. Waarschijnlijk heeft men er ook verveend en uit de ontstane plassen hebben zich door erosie meren ontwikkeld. De drooggemaakte meren zijn het Proostmeer, Kleine Meer, Meedhuizermeer, Woldmeer en Opwierdermeer. De bodemgesteldheid van deze meren is sterk wisselend. Het Meedhuizermeer bestaat uit zand en keileem; de andere in hoofdzaak uit veen.
In het zuidelijk Westerkwartier en plaatselijk in het Gorecht komen petgaten voor. Ten noorden van Tolbert treft men een gebied aan, waar veelvuldig turf gestoken of gebaggerd werd. Enkele kleinere petgaten worden in de lage veencomplexen ten noorden van het Leekstermeer aangetroffen. Deze gaten verdwijnen, aangezien ze drooggelegd en ontgonnen worden. Veelal zijn deze ontginningen bekleid of bezand.

III HET VEENKOLONIALE GEBIED

Het veenkoloniale gebied kan onderverdeeld worden naar de wijze, waarop het oorspronkelijke hoogveengebied ontsloten en afgegraven werd en de afgeveende terreinen ontgonnen werden: de randgebieden/oude veenkoloniën/middeloude veenkoloniën/jonge veenkoloniën.
Het hoogveengebied in zuidoost Groningen vormde met het Drentse veen oorspronkelijk een groot aaneengesloten complex (Venema, 1865; Top, 1893). Enkele kleinere complexen lagen in Westerwolde, namelijk langs de Duitse grens. Op hun beurt vormden zij een geheel met het over de grens voorkomende Bourtanger Moor. Het veen rustte op een zwak golvende zandondergrond. In het voormalig zandlandschap liepen riviertjes, welke alle in noordelijke richting stroomden, zoals de Oude A, de Pekel A en de Mussel A. Deze riviertjes hebben zich veelal ook in en na de veenvorming gehandhaafd. Zij ontsprongen meestal in plaatselijke depressies, poelen of plassen. Evenals de stroompjes bleven ook deze poelen in het veenlandschap bestaan. Het waren moerassige plaatsen of meren. Bekend zijn het Hoetmansmeer, Zwanemeer, Sappemeer, Scheemdermeer en nog enkele kleinere (Kooper, 1939). De kleinste plassen hadden de naam van meerstallen. Op de kaart van Lubbers uit 1652 (fig. 15), staan tussen Muntendam, Veendam en het Zuidlaardermeer 32 meerstallen aangegeven.
Als gevolg van de vervening zijn er op het ogenblik weinig gave en geen complete hoogveenprofielen meer (De Smet, 1959). In de huidige profielen worden vrijwel overal resten van oligotroof veen als bonkaarde of zwartveen aangetroffen, terwijl in de laagste terreindelen in de vaste veenondergrond overgangen naar meso- en eutroof veen voorkomen.
Het is niet bekend of de allerhoogste zandkoppen van het gebied met veen begroeid zijn geweest. De tegenwoordige buurt Westerbrink bij Veendam heette tot voor kort in de volksmond het „heideveld" (Keuning, 1933). Een ander voorbeeld staat op de kaart van Lubbers aangegeven als de „wintersledebaan" van Muntendam naar Kleinemeer, dat in de buurt van Sappemeer ligt. In het terrein is deze baan als een hoge zandrug teruggevonden.
Ten gevolge van de turfgraverij en het in cultuur brengen van de vrijgekomen ondergrond, de dalgrond, ontstond een totaal nieuw landschap, dat nu bekend staat als de veenkoloniën. De wijze waarop de afgraving en ontginning tot cultuurland plaatsvond, is niet overal en altijd dezelfde geweest. Hierin zijn enkele stadia te onderscheiden, elk met een eigen karakter en met een eigen resultaat (Keuning, 1933). De bodemgesteldheid van de huidige veenkoloniën hangt daarmede zeer nauw samen.
De eerste afgravingen begonnen aan de randen van de hoogveencomplexen (Venema, 1865; Keuning, 1933). Deze waren het gemakkelijkst te bereiken; de afgravingen werden door de plaatselijke bewoners van de omringende zandgebieden en van enkele in het veen gelegen zandruggen, de zgn. tangen, ter hand genomen. Meestal werd het veen



Steendr. v. J. H. v. d. Weyer: te Groningen.

Te Wildervank bij T. van Halteren.

hierbij op hoofd- en zijgoten gelegd en de plaatsen overdwars vergraven. De gewonnen turf diende voor eigen gebruik. Dergelijke verveningen vorderden zeer langzaam, aangezien niet meer werd afgegraven dan men nodig had. Tot voor kort konden deze randverveningen nog aangetroffen worden, waarbij zowel het bovenveen als de vrijkomende dalgrond werd bebouwd.
Bij de afgraving van de randen ging men meestal onsystematisch en dikwijls zeer willekeurig te werk. De toenmalige grondwaterstanden lieten het in de regel niet toe, dat het veen tot op het zand werd afgegraven. Meestal bleef vast veen zitten. In tegenstelling tot de latere ontginningen bleef hier geen bolster achter. Deze was reeds verdwenen ten gevolge van de destijds gebruikelijke boekweitbrandcultuur (Venema, 1856). De afgeveende gronden werden onmiddellijk in cultuur gebracht. Doordat er geen kanalen werden aangelegd, kwam nagenoeg geen zand vrij, zodat bezanding veelal achterwege bleef. Het „toemaken" van de afgeveende grond gebeurde met stalmest gemengd met afval van de boerderij. Later heeft men alsnog vrij veel van deze gronden bezand.
Volgens oude beschrijvingen had het oorspronkelijke terrein van de randveenontginningen reeds een opmerkelijk reliëf. De hoogste delen bestonden uit zeer dunne veenlagen op zandopduikingen. Tussen de zandkoppen was het terrein lager en het oorspronkelijk veenpakket dikker. Veelal werden de te dunne veenlagen niet verturfd, terwijl de dikkere pakketten tot aan en soms in het grondwater werden afgegraven. Op deze wijze werden de reeds aanwezige hoogteverschillen nog meer geaccentueerd.
De grote centrale delen werden pas later aangepakt. Deze ontginningen waren veel grootser van opzet en volgden geheel andere methoden. Hierdoor ontstond dan ook een totaal ander landschapstype (Keuning, 1933). Het aanvankelijk ontoegankelijke gebied werd met behulp van kanalen en wijken ontsloten. Afvoer van de turf en aanvoer van de benodigdheden voor de nieuwe nederzettingen en de compost voor de nieuwe ontginningen, werd op deze manier op ruime schaal mogelijk.
De gebieden, welke met behulp van wijken ontsloten werden, konden dieper worden afgeturfd. De afgraving had gelijkmatiger plaats. Vooral in de beginperiode was het toch nog niet overal mogelijk om het veen tot op de pleistocene zandondergrond te vergraven. Vaak bleef veel vast veen zitten. Ook het veen, dat niet geschikt was voor turf bleef in de regel achter. Het bovenste losse veen, de bolster of bonkaarde, dat voor de turfproduktie evenmin geschikt is, werd op de afgegraven grond teruggebracht.
Dat in het verleden niet altijd rekening is gehouden met de eisen, die de landbouw aan de grond stelt, is vooral een gevolg van het feit, dat de turfwinning als hoofddoel en het in cultuur brengen van de grond als bijzaak werd beschouwd. Hierdoor en ook door de geringe landbouwervaring op dit soort gronden zijn reeds bij de ontginning vele fouten gemaakt. Er bestonden geen voorschriften betreffende de wijze van ontginning. Later is in deze toestand verbetering gekomen. Men kreeg meer ervaring, waardoor betere ontginningsmethoden ontstonden. Verder werd van overheidswege aan de verveners de verplichting opgelegd de grond in zodanige toestand achter te laten, dat hiervan goede cultuurgrond gemaakt kon worden.

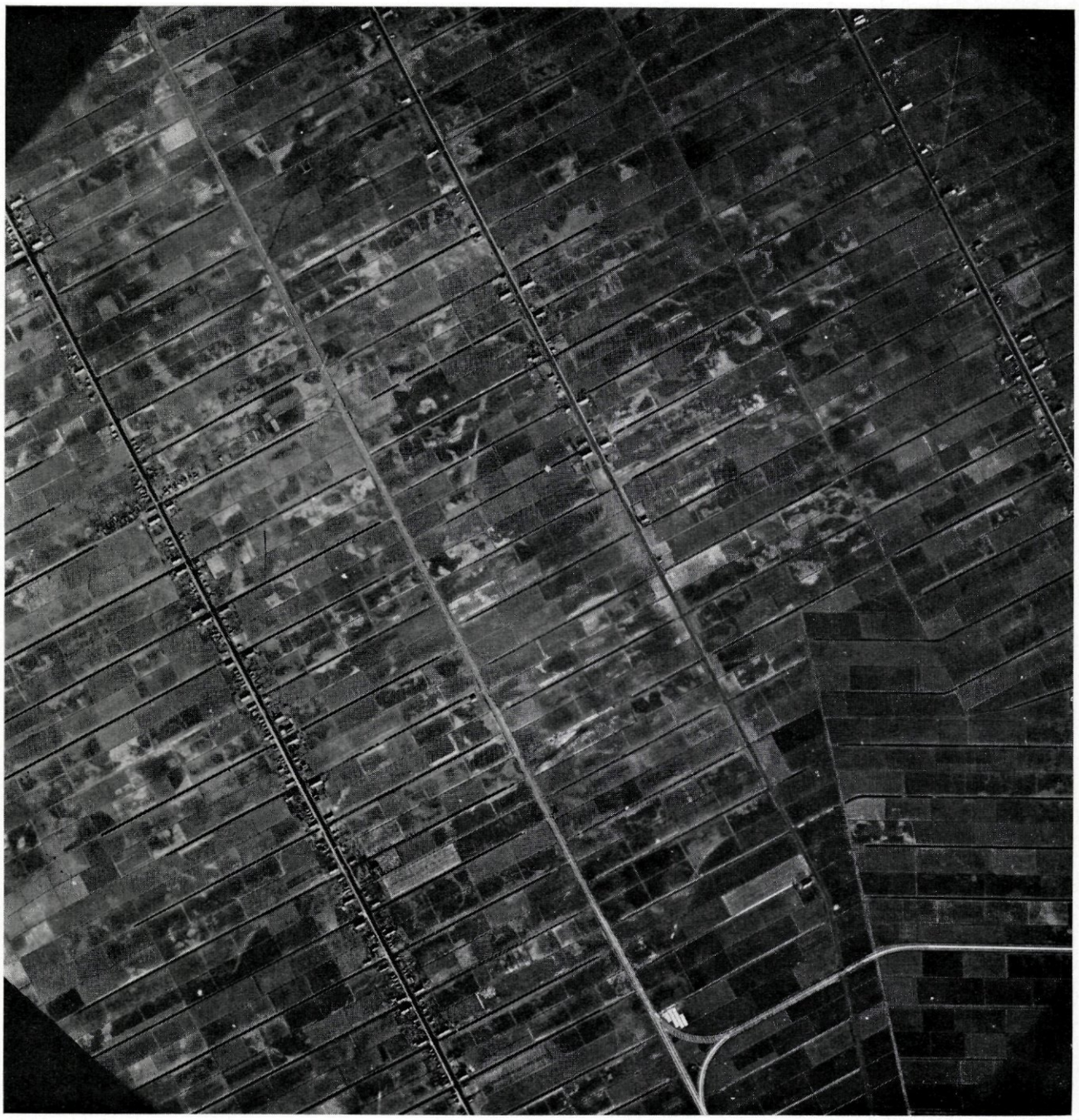
De bepalingen liepen in het begin voor de verschillende provincies nogal sterk uiteen. Het Koninklijk Besluit van 17 februari 1819, houdende bepalingen op het stuk der verveningen en ontgrondingen, maakte hieraan een eind. Naar aanleiding van dit K.B. hebben de meeste provincies bepalingen op de verveningen uitgevaardigd. Sindsdien werd in het algemeen beter afgebonkt, de bonkaarde gelijkmatiger over het afgeveende terrein verdeeld, beter bezand en meer van dergelijke maatregelen. De zandondergrond werd echter nog niet geëgaliseerd en niet overal het vaste veen doorgespit. De wet van 13 juni 1895, houdende bepalingen omtrent verveningen, betreft voorschriften over de dikte van de af te graven veenlaag, het doorspitten van restveenpaketten, de egalisatie van de ondergrond, de opruiming van kienhout, de gelijkmatige verdeling van het bonkveen over de percelen, enz.. De provincie Drente heeft op grond van deze wet aanleiding gevonden om de hoogveenontginningen goed te reglementeren. Het „Reglement op de Verveeningen in de provicie Drente van 10 Juli 1900" bepaalt o.a. de veendikte en de veensoort, welke bij

---

FIG. 15. *Meren en meerstallen in voormalig hoogveengebied (kaart van Lubbers) uit: Kooper, 1939.*
(Cliché welwillend in bruikleen afgestaan door J. B. Wolters' Uitgeversmaatschappij N.V., Groningen)

FIG. 16. *Een gedeelte van de Oude Veenkoloniën tussen Hoogezand en Veendam. Tintverschillen duiden op verschillen in bodemgesteldheid en de hiermee verband houdende verschillen in vroegheid. De lichte tinten komen overeen met de hoogste en droogste terreindelen; de donkere met de laagste en natste.*

(Opname KLM AEROCARTO N.V. Archief Topografische Dienst, Delft)



vergraving van hoogveen gebonkt moet worden. Bij iedere veenafgraving moet gemiddeld minstens 50 cm afbonksel, afkomstig van de bovenste veenlaag van het bovenveen, op de ondergrond achterblijven. Op Drente volgde Groningen met het treffen van bepalingen op de vervening van hoogveen. Het „Reglement op de verveeningen en ontgrondingen in de provincie Groningen van 18 November 1902" eist bij vervening van hoogveen de achterlating van minstens 40 cm bonkaarde.

Het gebied, waaruit de oude veenkoloniën zijn ontstaan, werd in de zestiende, zeventiende en achttiende eeuw afgegraven en in hoofdzaak in de zeventiende en achttiende eeuw ontgonnen (Top, 1893; Keuning, 1933). De belangrijkste vestigingen in deze oude veenkoloniën zijn Hoogezand, Sappemeer, Veendam, Wildervank, Oude- en Nieuwe Pekela, die aan de zogenaamde hoofddiepen of hoofdknanalen zijn gelegen. De meeste van deze hoofddiepen zijn meestal uit voormalige veenstroompjes ontstaan. Zo ontstond het Winschoterdiep bij Hoogezand en Sappemeer uit het Abrahamsdiepje. Te Veendam en Wildervank werd in de Oude A een nieuw kanaal gegraven. Ook de Pekel A werd gekanaliseerd. Daarna werden de wijken gegraven, die meestal onder een rechte hoek op onderlinge gelijke afstanden in het hoofddiep uitmonden. Een zgn. scheve inwijking is zelden toegepast.
Tussen twee wijken liggen twee plaatsen, die voor de oude veenkoloniën elk een breedte hebben van 75–80 m. Deze zijn gescheiden door de midden- of ruggenraai, die later door de landbouwers zwetsloot is genoemd. De breedte van de plaats hield verband met de eisen, die de verturving destijds stelde. Te brede plaatsen maakten het vervoer van de turf naar het vaarwater te duur, bij smallere werden de exploitatiekosten te hoog, omdat het aantal wijken groter moest zijn.
De afgraving geschiedde, in tegenstelling tot die van de randgebieden, gelijkmatiger. Toch werd slecht gebonkt. Veenlagen ongeschikt voor de verturving bleven zitten, evenals te diep in het grondwater liggende veenlagen. Zo kwamen de zandopduikingen na de vervening dicht aan de oppervlakte, terwijl daartussen vrij veel veen achterbleef. Bij het toemaken van de afgeveende terreinen werd de bonkaarde slecht verdeeld, vaste veenlagen werden niet doorgespit en zandkoppen niet geëgaliseerd. De bezandingen werden toen nog slecht uitgevoerd. Na de ontginning traden als gevolg van klink en veroudering van het veen hoogteverschillen op (fig. 16). Bolster wordt, vermoedelijk ten gevolge van aanploegen en veroudering, in de oude veenkoloniën vrijwel niet aangetroffen.
De middeloude veenkoloniën worden, evenals de oude, gekenmerkt door het voorkomen van wijken. De plaatsen tussen de wijken zijn hier gemiddeld iets breder, nl. 80–85 m. Deze koloniën liggen bij Stadskanaal en Musselkanaal en sluiten aan op die van de „monden" in Drente. Ze dateren uit de negentiende en uit het begin van de twintigste eeuw. In deze periode vond reeds zowel de afgraving van hoogveen als het in cultuur brengen van de dallen volgens bepaalde voorschriften plaats. De middeloude veenkoloniën zijn dan ook gunstiger dan de oude.
De reglementering heeft tot gevolg gehad dat, bij de toenmalige verveningen, het terrein voor zover mogelijk tot op het zand werd afgegraven en de bonkaarde op de ondergrond werd teruggezet. Veenlagen, welke te diep in het grondwater lagen, werden echter niet verturfd. Bij de ontginning werd de bonkaarde over het afgeveende terrein verdeeld; ongunstig veen werd weggestopt. Vaste veenlagen werden slechts in bepaalde gevallen doorgespit. Plaatselijke zandopduikingen werden destijds ook nog niet geëgaliseerd. De bezandingen zijn in die tijd vrij goed uitgevoerd. De klink en de vertering van het veen zijn in de middeloude veenkoloniën nog niet zover voortgeschreden als in de oude. Bolster komt nog voor, echter niet in voldoende mate. Hoogteverschillen zijn er nog niet opvallend.
De jonge veenkolonieën zijn van de laatste tijd. Niet overal zijn de wijken gehandhaafd. Men vindt ze in Westerwolde langs de Duitse grens en ten noorden van Winschoten. De verturving van het hoogveen en de daarna uitgevoerde ontginning heeft hier veelal op moderne wijze plaatsgehad. De meeste complexen zijn tot op het zand afgeveend. In gebieden met een te diepe ligging van de zandondergrond (bijv. ten noorden van Winschoten) is het onderste veen veelal blijven zitten. Bij de uitvoering van de ontginning is de op de ondergrond teruggezette bonkaarde verdeeld, terwijl ongunstig veen, zoals motveen en gliede, werd verwijderd. Vaste veenlagen zijn minstens tot 80 cm diepte doorgespit, zandkoppen geëgaliseerd en eventuele in de zandondergrond aanwezige oerbanken (B-horizonten) gebroken. Voor bezanding is in de regel zand van goede kwaliteit gebruikt, nl. het bruine B-zand. De jonge veenkoloniën worden nog steeds gekenmerkt door hun vlakke ligging. De variatie in de bodemgesteldheid is er betrekkelijk klein. De geaardheid van het in het profiel voorkomende veen kan echter nog wel verschillen vertonen.

IV HET ZANDGEBIED

Het zandgebied is onder te verdelen in:
middelhoge en hoge zandgronden / lage zandgronden / keileem- en keileemzandgronden.
In hoofdzaak worden de zandgronden, plaatselijk keizand- en keileemgronden, aangetroffen in Westerwolde en in het zuidelijk Westerkwartier. Verder op het zgn. „Schiereiland" van Winschoten, in het Gorecht op de uitloper van de Hondsrug, en op de rug van Noord- en Zuidhorn. Ten slotte noemen we nog de reeks zandruggen en zandkoppen vanaf Hoogezand naar Siddeburen en Wagenborgen en de nog kleinere zandkoppen en ruggen om en bij Noord- en Zuidbroek en Meeden.
De hoogteverschillen zijn bij de zandgronden aanmerkelijk groter dan bij de voorgaande. De grootste verschillen worden in Westerwolde aangetroffen, waar naast de hoog gelegen zandgronden de laag gelegen diep ingesneden beekdalen en complexen van laag gelegen veengronden voorkomen (Venema, 1865) (fig. 17). In het zuidelijk Westerkwartier zijn de verschillen geringer. In het algemeen mist men hier de diep ingesneden beekdalen. Complexen van lager gelegen veengronden zijn er ook geringer in aantal. De buiten deze twee gebieden op koppen en ruggen voor-

FIG. 17. *Beekdal met nabij gelegen essen in Westerwolde.*

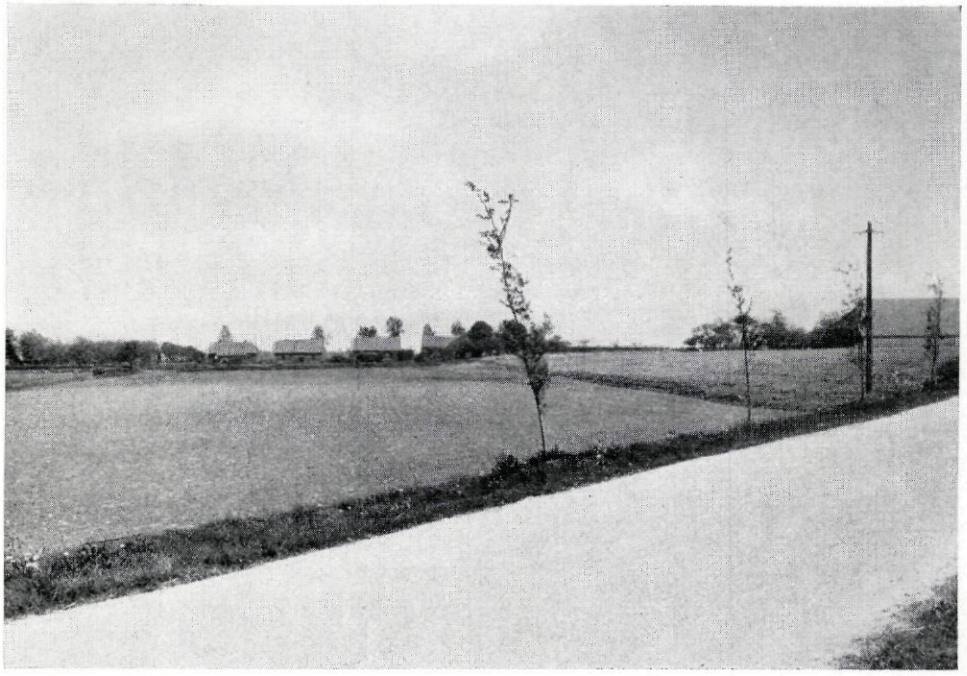
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 14023)

komende zandgronden zijn omgeven door lager gelegen veen-, slibhoudende tot kleiïge veen- en klei-op-veengronden en soms door kleigronden.

Westerwolde loopt van Wedde naar Ter Apel op van even beneden NAP tot meer dan 10 m boven NAP. De Onstwedder Holte, ten westen van Onstwedde, ligt gemiddeld 11 m boven NAP; een „hoogte" waarvan de ondergrond uit keileem bestaat. Een andere keileemopduiking, die in afmetingen echter aanmerkelijk kleiner is, is de Hasseberg op de Duitse grens onder Sellingen, die daar een hoogte bereikt van 14 m boven NAP. De laagst gelegen delen van het terrein worden gevormd door de beekdalen, waarin de oude kronkelende riviertjes stromen. Van zuid naar noord lopen de Mussel A en de Ruiten A. Deze vonden hun oorsprong in de voormalige Drentse venen en komen even ten zuiden van Wedde, bij Wessinghuizen, te zamen. Daar vormen zij dan de Westerwoldse A, die bij Nieuw Statenzijl in de Dollard uitmondt. De vroegere zijtakken van deze riviertjes voeren thans geen water meer af. Ze zijn echter als lager gelegen stroken in het terrein terug te vinden. Aan weerszijden van de beekdalen van de diverse riviertjes liggen de hoger gelegen stroken grond, waarop de essen voorkomen. De meeste liggen langs de Ruiten A. Zij steken echter niet zo hoog boven de omgeving uit als de reeds genoemde keileemopduikingen.
De tussen de hoger gelegen zandruggen voorkomende lage zandgronden liggen met de daarop aansluitende veenkoloniale gronden, zoals van het Weenderveld, het Sellingerveld, het Vledderveen, het Veelerveen, het Rederveld en het Hebrecht, vrij vlak.
Het zand in Westerwolde kan in hoofdzaak als dekzand worden opgevat. In verschillende profielen komt de Laag van Usselo voor. Dieper kunnen ook nog sporen van de Bøllingtijd (ca. 11 300–10 400 jaar voor Chr.) aanwezig zijn. In verschillende delen van Westerwolde wijkt de korrelgrootteverdeling van het zand af van die van het normale dekzand (top 150 mu). Plaatselijk, zoals onder Vlagtwedde, bevat het een hoog percentage aan fijne bestanddelen en doet dan vaak denken aan een lössachtig produkt. Hierdoor lijkt het niet onmogelijk, dat op deze plaatsen het premorenale zand dicht aan de oppervlakte komt (zie ook De Roo, 1952). Dit zand ligt dan op de middelhoge delen van het landschap. Ook op de plaats van de keileemopduikingen komen in de korregrootteverdeling afwijkingen voor. De hoger liggende delen, waarop de essen voorkomen, bestaan veelal uit zand, waarvan de korrelgrootteverdeling zeer weinig afwijkt van die van normaal dekzand.

In het zuidelijk Westerkwartier liggen de hoogste ruggen in het zuiden 5 à 6 m boven NAP en in het noorden 2 à 3 m boven NAP. Het terrein loopt naar het noorden toe af tot ca. 1 m beneden NAP. De ruggen met de daartussen gelegen dalen liggen vrijwel alle noordoost-zuidwest (zie ook Veenenbos, 1954; Cnossen en Heyink, 1958). De afmetingen van de verschillende ruggen en koppen lopen uiteen. De zuidoosthoek bestaat uit een vrij groot plateau met hoger gelegen delen, waarvan de rug van Heineburen en Breemen de grootste is. Het terrein wordt er verder gekenmerkt doordat er betrekkelijk weinig dalen zijn. De afgegraven veengebieden ten westen van Zevenhuizen vormen daar de belangrijkste laagten. Naar het noorden worden de ruggen en koppen geleidelijk kleiner en de ertussen gelegen dalen groter. De rug van Grootegast en Doezum en die van Opeinde tegen de Friese grens zijn er de grootste. Betrekkelijk kleine ruggen worden gevormd door o.a. Oosterzand, Westerzand en Lutjegast.
De in het algemeen gedeeltelijk met veen opgevulde, lager gelegen dalen kunnen als erosiedalen worden opgevat. Het grootste dal ligt ten noordwesten van de lijn Marum-Boerakker. Het bevat nog een restant van een oud riviertje, dat tot het Lauwerssysteem behoorde. Tot Balktil draagt het de naam van het Oude Diep, verderop tot Lukaswolde, Oude Dwarsdiep en tot Boerakkerweg heet het Wolddiep. Via dit diepje zijn mariene sedimenten ver landinwaarts afgezet. Een tweede riviertje van het Lauwerssysteem ligt langs de Friese grens en heet Lauwers. Ook dit heeft klei landinwaarts gesedimenteerd. In het zuiden van het zuidelijk Westerkwartier wordt het begin aangetroffen van een dal, dat zich in Friesland voortzet onder de naam van Koningsdiep of Boorne.
Een opvallend verschijnsel in het zuidelijk Westerkwartier is het voorkomen van een groot aantal kleinere en grotere ronde depressies of dobben. Verschillende van deze bevatten nog water of zijn met veen opgevuld. Ze zijn als pingo's op te vatten (Maarleveld en Van den Toorn, 1955).
Het zand, dat in het zuidelijk Westerkwartier aan de oppervlakte ligt, bestaat in hoofdzaak uit dekzand. In de ondergrond komt vaak keileem voor en op bepaalde plaatsen potklei. De keileem is veelal gereduceerd tot een keizand-

FIG. 18. *Noordwestelijke flank van een noordoost-zuidwest gerichte drumlin bij Winschoten. (naar De Smet, 1962).*



laagje of soms tot een keienvloertje. Het premorenale zand wordt dan in de regel ondiep aangetroffen. Bij voldoende dikte van het dekzandpakket kan op verschillende plaatsen de Laag van Usselo worden onderscheiden.
Het dekzand heeft in het zuidelijk Westerkwartier een vrij normale korrelgrootteverdeling en bevat ongeveer 7,5–10 à 15% < 50 mu met een mediaancijfer van 105–210 mu. Het premorenale zand is iets fijner.
De keileem is doorgaans kalkarm, plaatselijk echter kalkrijk. Behalve de normale grijze keileem wordt in het zuidelijk Westerkwartier ook nog de rode keileem aangetroffen, zoals te Kuzemerbalk (Ligterink, 1954). Tussen Nuis en Midwolde, ten noorden van de verkeersweg wordt potklei in de ondergrond gevonden. In kleinere oppervlakten vindt men deze klei ook bij Marum, Hamrik, ten zuiden van Tolbert en bij De Wilp. De potklei is zeer zwaar, donkergrijs tot zwart van kleur. Bovenin is de potklei in de regel kalkloos, onderin veelal kalkrijk.

De overige, min of meer verspreid liggende, zand- en keileemgronden hebben te zamen maar een betrekkelijk klein oppervlak. Het „Schiereiland" van Winschoten is een pleistocene opduiking, bestaande uit keileemruggen en zandkoppen. De ruggen hebben een noordoostelijk-zuidwestelijke strekking en zijn als drumlins op te vatten (Edelman en Maarleveld, 1958; De Smet, 1962) (fig. 18). De zandkoppen en ruggen om en bij Hoogezand, Siddeburen enz. treden in het landschap iets minder duidelijk naar voren dan die van het „Schiereiland". De ruggen hebben ook hier een min of meer noordoostelijk-zuidwestelijke strekking. De uitloper van de Hondsrug is in het terrein zeer opvallend en steekt ca. 8 m boven de aan weerszijden gelegen veendalen uit. Ook de rug van Noord- en Zuidhorn ligt hoog. Beide laatste ruggen hebben, evenals die van het „Schiereiland" een kern van keileem en potklei. Ze liggen echter anders gericht, nl. van noordwest naar zuidoost.
De ruggen van het „Schiereiland", de uitloper van de Hondsrug en de rug van Noord- en Zuidhorn bestaan in de regel uit lemige en leemhoudende zandgronden. In de ondergrond komen vaak stuwingsverschijnselen voor en in de bovengrond solifluctie- en kryoturbate structuren. Deze verschijnselen zijn oorzaak van grillige overgangen. De verspreid liggende zandkoppen van het „Schiereiland", Hoogezand enz. bestaan uit dekzand, veelal uit Ouder en Jonger dekzand opgebouwd. Plaatselijke afwijkingen in de korrelgrootteverdeling vinden in de regel hun oorzaak in een ondiepe ligging van keileem en/of premorenaal zand.

V HET BUITENDIJKSE GEBIED

Ten noorden van het jonge kwelderlandschap liggen buiten de zeewerende dijk de buitendijkse gronden. Ook in de nog niet volledig dichtgeslibde boezems van de Lauwers en de Dollard komen ze voor. Het landpunt van Reide, een overblijfsel van het landschap dat van vóór de Dollard-inbraak dateert, wordt eveneens tot het buitendijkse gebied gerekend. Verder vermelden we nog de afzonderlijke zandplaten, die in de Eemsmonding en in de verdere Waddenzee zijn gelegen. Ten slotte vallen ook nog de stranden en hoge zandplaten, al of niet met een begin van duinvorming,

FIG. 19. *Buitendijkse gronden nabij Rottumeroog.*

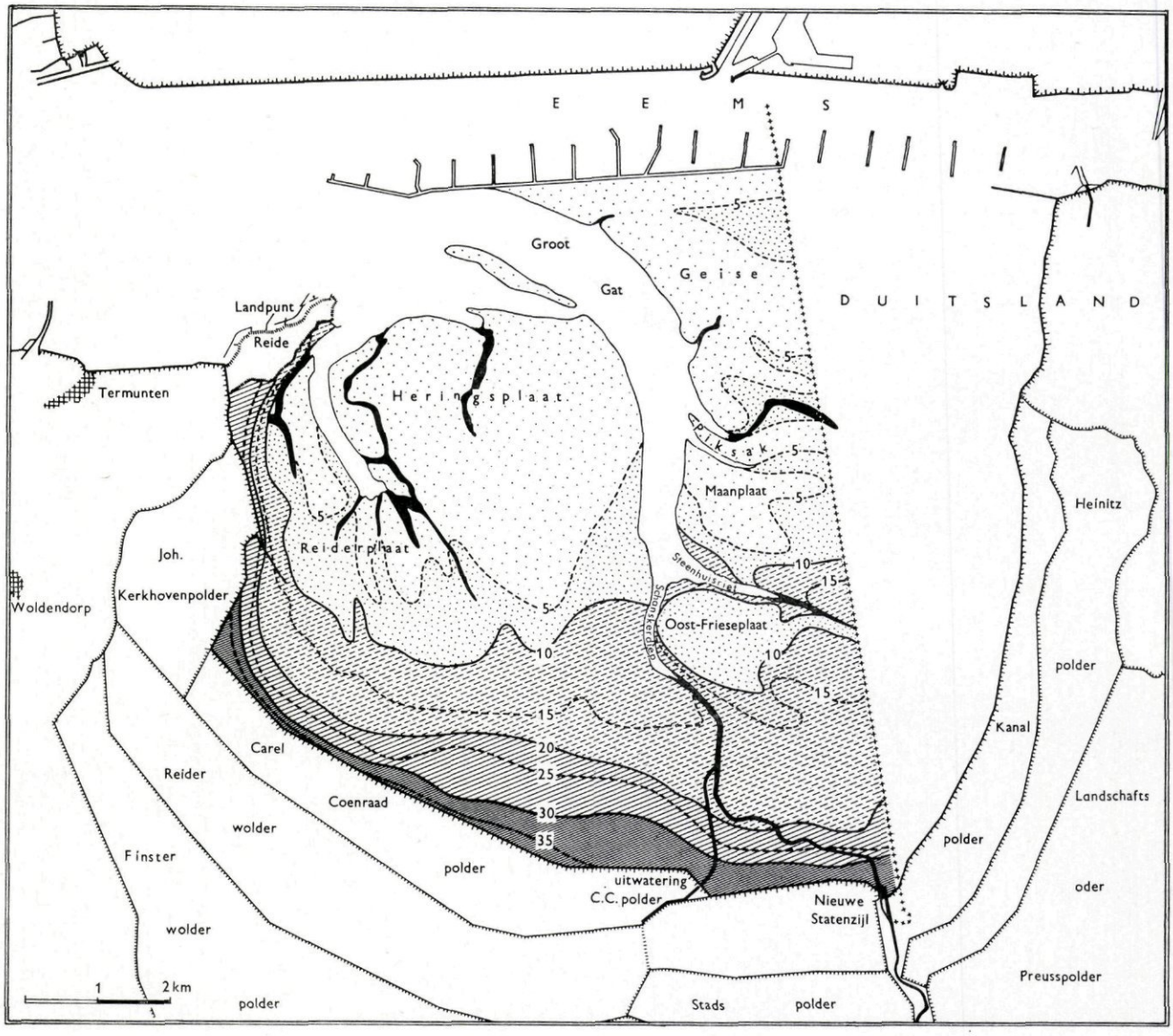
(Opname KLM AEROCARTO N.V., Archief Topografische Dienst, Delft)

onder de buitendijkse gronden (fig. 19). Voorbeelden hiervan zijn: Simonszand, Boschplaat, Rottummerplaat, Zuiderstrand en Rottummeroog.

De noordelijke grens van het Groninger deel van de Waddenzee wordt door hoge zandplaten gevormd. Tussen deze platen liggen geulen van wisselende breedte en diepte, die tot ver naar het zuiden doordringen en soms zeer dicht langs de kust lopen, zoals bijv. de Wester Eems. Ook in de grootte en hoogteligging van deze platen komen verschillen voor. De buitendijkse gronden kunnen in verband met verschillen in hoogteligging, aëratie, begroeiing en lutumgehalte met landschappelijke benamingen worden aangeduid, zoals lage en hoge zandplaten, slikken en kwelders (begroeid).

De lage zandplaten zijn niet begroeid, weinig of niet geaëreerd en liggen tussen gemiddeld laag water en gemiddeld hoog water. De hoge zandplaten met de stranden zijn ondiep geaëreerd en liggen omstreeks gemiddeld hoog water en daar boven. De slikken, die eveneens niet begroeid zijn, hebben weer een zeer ondiepe aëratie en zijn omstreeks

FIG. 20. *Kleigehalte van kwelder-, slik- en plaatgronden in de Dollard; naar Wiggers, 1960. De cijfers geven het percentage lutum aan in de laag van 0–25 cm.*



gemiddeld hoog water gelegen. De begroeide kwelders zijn ondiep geaëreerd en liggen boven gemiddeld hoog water. In de Dollard komen behalve zand- en slikgronden kweldergronden voor; zij liggen langs de buitendijk en hebben zware profielen. Zeewaarts worden ze geleidelijk lichter (Wiggers, 1960; fig. 20). In het oostelijk waddengebied overheersen de gronden, die vrijwel uit zuiver zand bestaan, d.w.z. gronden met minder dan 5% lutum. Ook het verdere gedeelte van het Groninger waddengebied bestaat in hoofdzaak uit zand. Een zeer smalle strook langs de kust is slik en plaatselijk komt begroeide kwelder voor. In de Lauwerszee is de situatie iets gunstiger. Alhoewel het grootste gedeelte nog uit zand bestaat, komen er naar verhouding meer slikgronden voor. Een smalle strook langs de kust bevat gronden, die nog iets zwaarder en tevens begroeid zijn.

Een belangrijk bodemkundig kenmerk van de meeste buitendijkse gronden is het niet gerijpt zijn (Zonneveld, 1960; Zuur, 1961). De mate van aëratie geeft dan ook het voornaamste verschil aan tussen de buitendijkse gronden en de overeenkomstige binnendijkse gronden, die immers na de bedijking een rijpingsproces hebben ondergaan, dat door een goede ontwatering en aëratie wordt ingeleid.

Een ander bodemkundig kenmerk is de kalkrijkdom. Op een enkele uitzondering na bevatten alle buitendijkse gronden koolzure kalk. Het kalkgehalte neemt over het algemeen toe bij stijgend lutumgehalte (Zuur, 1954; Zonneveld, 1960; Verhoeven, 1962). In de zwaardere afzettingen komen in het noorden in het algemeen geen hogere koolzure-kalkgehalten voor dan 12%. Bij zeer langzaam opgeslibde kwelders zijn de kalkgehalten gemiddeld iets lager in vergelijking met andere overeenkomstige kwelders (Maschhaupt, 1923 en 1948; Zonneveld, 1960).

Ook het gehalte aan organische stof houdt nauw verband met het lutumgehalte (Zonneveld, 1960). Bij toenemend lutumgehalte stijgt het organische-stofgehalte. Dit gehalte loopt echter sterk terug bij het rijpingsproces.

Reeds sinds een paar eeuwen wordt getracht door begreppeling de aanslibbing van het wad te bevorderen. Deze begreppeling heeft ten doel, het terrein een goede ontwatering te geven, waardoor het afgezette slib kan uitdrogen en zich aan de ondergrond kan hechten. De sedimentatie-omstandigheden worden hierdoor bovendien gunstiger. Het slib, dat in de greppels tot afzetting komt, wordt bij het regelmatig opschonen over het terrein verspreid.

Vroeger ging men eerst tot indijking over, wanneer het terrein was opgeslibd tot een niveau van enkele decimeters boven gemiddeld hoog water, een dikke slibhoudende grond aanwezig was en het kwelderstadium geheel was bereikt. Thans acht men een dek van ca. 60 cm dikte, dat uit materiaal (geklonken) bestaat met een lutumgehalte van 10%, voldoende, aangezien op een dergelijke grond volledige akkerbouw zonder infiltratie mogelijk is. In verband met de bodemgesteldheid van het waddengebied doet zich echter de vraag voor of het zin heeft om zeezandgronden in te polderen en voor landbouw te bestemmen. Het is bekend, dat men in Noordholland in de zeezandpolders Zijpe, Koegras en Anna Paulownapolder vrij gunstige ervaringen heeft opgedaan. Wordt aan bepaalde voorwaarden voldaan, dan kan landbouw op zeezand met succes worden bedreven. Om aan stuifgevaar te ontkomen, zal grasland het meest aangewezen bodemgebruik moeten zijn, waarbij een beperkte roulering met bouwland zeer goed mogelijk en zelfs wenselijk is. Met behulp van infiltratie zal men het vochttekort in het groeiseizoen moeten opheffen. Ten slotte verdient de bemesting, zowel kunstmest als organische mest op dergelijke gronden de volle aandacht. Het zal dan blijken, dat de zeezandgronden de vergelijking met de pleistocene zandgronden volledig kunnen doorstaan.

Bodemvorming en profielontwikkeling

De wijze waarop de verschillende gronden tot afzetting zijn gekomen (geogenese), is ongetwijfeld van grote invloed op de verschillen in profielbouw. De bodemvorming of pedogenese houdt in, dat er in het moedermateriaal processen optreden, die een min of meer belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van het profiel (Kubiëna, 1948). Ook de veranderingen, die in een reeds ontwikkeld bodemprofiel onder invloed van gewijzigde omstandigheden optreden, worden eveneens tot de bodemvorming gerekend.
De verschillende processen verlopen in de diverse afzettingen met zeer uiteenlopende snelheid. In alluviale gronden worden ze vaak al door de sedimentatie-omstandigheden bepaald en treden reeds tijdens de afzetting op. Veelal zijn deze processen van korte duur (Zonneveld, 1960; Zuur, 1961). Het podzoleringsproces in onze zandgronden verloopt daarentegen aanmerkelijk langzamer. Ook veen ondergaat na ontwatering en ontginning processen, die tot de pedogenese kunnen worden gerekend (Van Heuveln, Jongerius en Pons, 1960).
De verschillende factoren, die het verloop van de bodemvormende processen bepalen, hebben veelal een zeer nauwe onderlinge samenhang. Deze factoren en de hiermee samengaande processen worden slechts in het kort behandeld.

I BODEMVORMENDE PROCESSEN

De belangrijkste processen, die bij de profielontwikkeling plaatsvinden, zijn (Kuipers, 1958):
humusvorming / uitloging / inspoeling / homogenisatie / gleyvorming (oxydatie en reductie).
Zodra op een grond plantengroei mogelijk is, wordt humus gevormd. Bij uitloging verdwijnen bepaalde bestanddelen uit de bovengrond en zakken naar beneden. Zo verdwijnt bij kalkrijke kleigronden de koolzure kalk van uit de bovengrond naar beneden. Bij de vorming van een podzol zijn het vooral de colloïdale ijzer-, aluminium- en humusverbindingen, die verplaatst worden. De bestanddelen, die uit de bovengrond wegzakken, slaan op een bepaalde diepte in het profiel vaak weer neer (inspoeling). Volgens Veenenbos (1953) is dit het meest bekende voorbeeld van heterogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Hierbij spelen colloïd-chemische reacties een belangrijke rol. Bij de homogenisatie (Hoeksema, 1953) van de grond worden de oorspronkelijk aanwezige lagen of de bij de profielontwikkeling ontstane horizonten vermengd, als gevolg van het dieren- en plantenleven. Vooral in oudere gronden is de vermenging soms zeer groot. Behalve de bodemfauna moet hier ook nog de invloed van de mens worden genoemd.
De processen, die tot profielontwikkeling leiden, verlopen lang niet altijd gelijk. Daarom kunnen zeer uiteenlopende bodemprofielen ontstaan. De aard van de profielvorming in een bepaald geval is van verschillende factoren afhankelijk (Jenny, 1941). Deze zijn:
klimaat / moedermateriaal / topografie (hoogteligging) / biosfeer (vegetatie, bodemfauna, mens) / tijd.
Tussen deze factoren bestaat een wisselwerking. De vegetatie is bijvoorbeeld afhankelijk van klimaat, topografie, moedergesteente, enz..

PODZOLERING

Op grond van de jaarlijkse neerslag, de nuttige neerslag en het temperatuurverloop kan Nederland worden ingedeeld in het gebied van de zogenaamde podzolgronden. De podzolgrond is namelijk het meest uitgesproken bodemprofiel,

FIG. 21. *Podzolprofiel in arm zand (dekzand).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering)

dat zich binnen de zone van het podzolgebied vormt. Bij de podzolvorming gaat de bovenlaag over in loodzand door het verlies van oplosbare bestanddelen, die zich ophopen in een dieper liggende horizont. Podzolering is behalve aan de neerwaartse waterbeweging ook nog gebonden aan een zure reactie, die de beweeglijkheid van verschillende stoffen verhoogt. Deze zure reactie wordt vooral gevormd door humuszuren. De heidevegetatie vormt bijvoorbeeld een zeer zure humus.
In ons land heeft het klimaat dus de neiging loodzandprofielen te vormen (fig. 21). Deze vorming is op onze arme zandgronden het duidelijkst. Klei is weinig vatbaar en vertoont geen uitlogingsverschijnselen, vanwege het hoge basengehalte. Hieruit blijkt dus, dat het moedermateriaal bij de profielontwikkeling een zeer belangrijke rol speelt. De podzolen kunnen worden onderverdeeld in humuspodzolen en humusijzerpodzolen (Pape, 1961). Bij de *humuspodzolen* treft men in de inspoelingshorizont als kenmerkend materiaal of alleen humus aan of naast humus ook ijzer, maar dan meestal aan de onderzijde van de ingespoelde horizont. De humus bestaat uit disperse humus. Het hoogste percentage van de middelhoge en hoge zandgronden in Westerwolde, zuidelijk Westerkwartier enz. bestaat uit humuspodzolen. Ook de hoog en zelfs middelhoog gelegen profielen van de oude en middeloude veenkoloniën bevatten in de zandondergrond meestal een humuspodzol. Van de veenkoloniën kan dan ook gezegd worden, dat de podzolvorming in het zand reeds van vóór de veenvorming dateert en dus op zijn minst van boreale ouderdom is. Humusijzerpodzolen komen betrekkelijk weinig voor. Ze hebben gemiddeld lager gelegen profielen.

GLEYVORMING

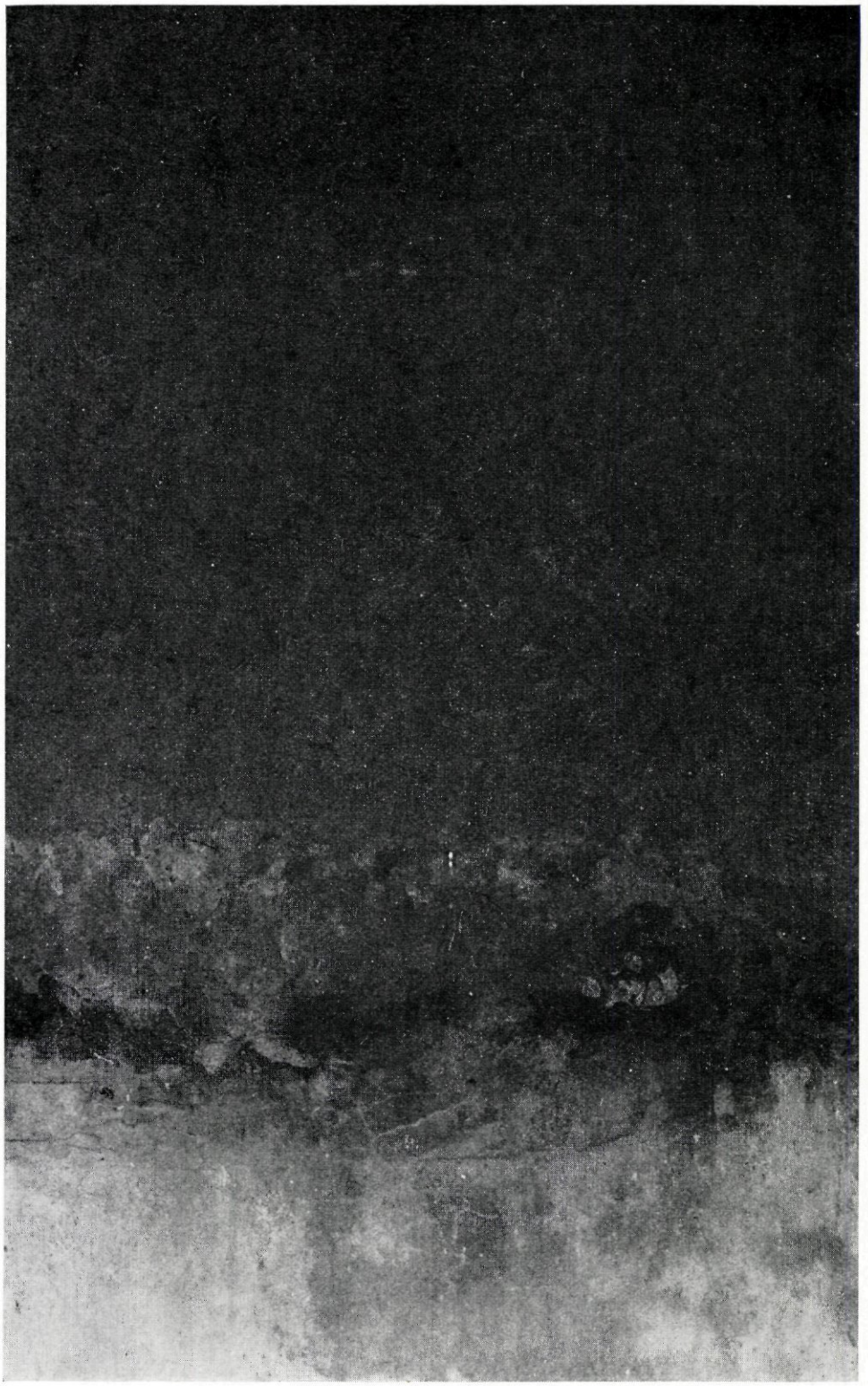
In een dekzandgebied hebben kleine hoogteverschillen op korte afstand vaak verschillen in grondwaterstand tot gevolg. Is de grondwaterstand zeer hoog, dan leidt dit niet meer tot podzolering maar tot gleyvorming. Hierbij ontstaat dan meestal een sterke ophoping van humus in de bovengrond, die veelal een venig karakter krijgt. Hieronder ligt dan vaak de oxydatie-reductiezone met roestvlekken en bleking met daaronder de grijze tot blauwgrijze, permanent gereduceerde zone. De beide laatste horizonten worden samen aangeduid als gley of gleyverschijnselen. Duidelijke gley ontstaat alleen daar, waar aanvoer van ijzerhoudend grondwater plaatsheeft. Zo kunnen okerkleurige en rodoornachtige gronden ontstaan.
Gley- en gleyachtige gronden komen in Westerwolde en het zuidelijk Westerkwartier vooral bij de laag gelegen zandgronden en in de beekdalen voor.
Behalve bij de lage zandgronden kunnen ook in de keileemruggen gleyverschijnselen worden waargenomen. Deze verschijnselen zijn vooral toe te schrijven aan de slecht doorlatende ondergrond, waarop het doorzakkende water stagneert en schijnspiegels veroorzaakt.

ONTSTAAN VAN OUDE BOUWLANDDEKKEN, ONTGINNINGEN, ENZ.

De invloed van de mens op de profielbouw is in ons land zeer groot (Rodengate Marissen, 1941; Edelman, 1950; Hellinga, 1954). Deze bestaat in hoofdzaak uit de volgende vormen:
ontbossing / ontginning / bemesting / grondverbetering, enz.
De verandering van de bosvegetatie tot heidevegetatie is in West-Europa door de mens veroorzaakt. In bepaalde gebieden heeft ontbossing door wind- en watererosie ernstige gevolgen gehad. De later uitgevoerde ontginningen van bos- en/of heidegronden tot cultuurland, en de daarbij regelmatig terugkerende grondbewerkingen, hebben in het algemeen geleid tot een vermindering van de hoeveelheid organische stof. Ook liep de hoeveelheid aan plantenvoedende stoffen, voornamelijk stikstof, sterk terug, waarmede dus de oerbosvruchtbaarheid verdween (roofbouw).
Vroeger, vóór de komst van de kunstmest, werden in de potstal heideplaggen, afkomstig van de toenmalige onverdeelde markegronden gebruikt (Oosting, 1940; De Roo, 1953). Voor deze heidevelden betekende dit een verarming. De potstalmest werd uitsluitend op de toenmalige bouwlanden aangewend. Het aantal stuks vee en de grootte van het bouwlandareaal van een bedrijf stond toen in nauwe relatie tot elkaar. De bouwlanden werden door het gebruik van de potstalmest geleidelijk aan iets opgehoogd, waardoor de zgn. esgronden zijn ontstaan (fig. 22). De potstalmest bevatte altijd wat zand, dat van de heidevelden afkomstig was.

FIG. 22. *Profiel van een oude zandbouwlandgrond (esgrond); het esdek is ca. 90 cm dik zonder aansluitende gley.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering)



Op het einde van de vorige eeuw deed de kunstmest zijn intrede. Hierdoor werd de vruchtbaarheid van de verschillende gronden opgevoerd. Dank zij de kunstmest was het mogelijk ook de heidevelden in cultuur te brengen.

HORIZONTBENAMING

Bij profielontwikkeling ontstaan horizonten, die van elkaar verschillen in samenstelling, kleur, structuur, dichtheid en vastheid. Deze horizonten kunnen in dikte variëren. Een horizont kan gedefinieerd worden als een laag, die ongeveer evenwijdig loopt aan het maaiveld, afwijkt van de er boven- en onderliggende lagen en ontstaan is ten gevolge van bodemvormende processen. Afwijkende lagen, die hun ontstaan danken aan geologische processen, worden nimmer als bodemhorizonten aangeduid (Kuipers, 1958).
Men onderscheidt drie hoofdhorizonten, die worden aangeduid met de letters A, B en C (zie Steur, 1961). Iedere horizont kan nog verder worden onderverdeeld. De A-horizont kan als volgt nog worden onderscheiden:

A0: duidt de boven op de grond gelegen al of niet verteerde plantenresten aan (strooisellaag etc.).

A1: geeft het bovenste deel van de A-horizont aan. Deze is in de regel donker van kleur, bevat relatief veel humus en wordt verder gekenmerkt door het voorkomen van biologische activiteit, zodat organische stof en minerale bestanddelen vermengd zijn. Bij gronden, die in bouwland liggen wordt de A1 als Ap aangeduid.

A2: ligt onder de A1 en is dat deel van de A-horizont waar de maximale uitspoeling heeft plaatsgevonden. Bij arme zandgronden wordt dit deel gevormd door de grijze loodzandlaag.

A3: vormt de overgang naar de B-horizont, maar bevat meer kenmerken van A dan van B. Is de overgang onduidelijk, dan wordt dit vaak aangegeven als AB.

De B-horizont is de inspoelingshorizont, waarin ijzer, aluminium of humus of een combinatie van deze stoffen worden geaccumuleerd. Deze horizont laat zich veelal onderverdelen in:

B1: geeft de overgang aan van A naar B, waarin echter de inspoelingskenmerken overwegen.

B2: duidt dat deel aan, waarin de maximale inspoeling heeft plaatsgevonden. Bestaat het ingespoelde materiaal in hoofdzaak uit humus, dan wordt dit nader aangegeven met B2h; is dit ijzer, dan met B2ir.

B3: vormt de overgang van B naar C, met overwegende kenmerken van B.

De C-horizont bestaat uit het vrijwel niet verweerde moedermateriaal. Is het moedermateriaal kalkarm, dan wordt dit vaak met C1 aangeduid. Kalkrijk moedermateriaal wordt met C2 aangegeven. Komt onder de C-horizont een afwijkende laag voor, bijv. materiaal van een andere geologische formatie, dan gebruikt men de letter D.

Bij gleygronden en andere gronden met gleyverschijnselen, dus profielen met een sterke invloed van grondwater, wordt de zone, gekenmerkt door neutrale grijze en blauwgrijze kleuren, met de letter G aangegeven. De roestverschijnselen, die boven deze zone zichtbaar zijn, duidt men aan met g.

Opgebrachte dekken of sterk antropogeen beïnvloede lagen, zoals esdekken e.d., worden aangegeven met behulp van het symbool an. Een esdek van bijvoorbeeld 50 cm dikte, wordt in zijn geheel opgevat als een A-horizont, die nader aangeduid kan worden door Aan + A1.

II INITIALE BODEMVORMING

In de internationale literatuur wordt in de regel onder bodemvorming het optreden van die processen verstaan, welke aanleiding geven tot de vorming van horizonten, waarbij in het profiel dus bepaalde discontinuïteiten ontstaan. Volgens deze opvatting is in kleigronden nauwelijks sprake van bodemvorming.
Toch moeten de processen, die zich in zeer jonge alluviale afzettingen afspelen, tot de bodemvormende worden gerekend. Deze processen zijn grotendeels van andere aard dan bijvoorbeeld die, waarbij een podzol ontstaat. De wijzigingen, ten gevolge van podzoleringsprocessen, verlopen zo langzaam dat wij ze als zodanig niet in de bodem kunnen vervolgen. De processen in de eerste periode van pas gevormde kleisedimenten verlopen daarentegen

aanmerkelijk vlugger. Dergelijke betrekkelijk snel verlopende processen worden aangeduid met bodemrijping of juister met initiale bodemvorming (Zonneveld, 1960 en 1961).
Onder initiale bodemvorming verstaan we het gehele complex van veranderingen, dat een vers afgezet, week sediment doorloopt. Daarin onderscheiden we drie processen namelijk de:
fysische-, chemische- en biogene rijping.
Deze rijpingsprocessen vinden min of meer tegelijkertijd plaats en zijn vrijwel onscheidbaar met elkaar verbonden.

III FYSISCHE RIJPING

Onder fysische rijping worden verstaan alle fysische veranderingen, die in het sediment optreden vanaf het moment van afzetting, totdat een rijpe bodem is gevormd (Zonneveld, 1960).
Bij de buitendijkse gronden wordt het pas afgezette slik gekenmerkt door een hoog watergehalte (hoog A-cijfer) en het daarmee samenhangende lage volumegewicht. Het watergehalte blijkt van de geaardheid van het materiaal en van de gehalten aan lutum en humus af te hangen. De hoge A-cijfers en de lage volumegewichten van het kwelderslik duiden aan, dat de structuur zeer los, vlokkig, min of meer sponsachtig is. Na indijking is het eerste bodemvormingsproces, dat de nog waterrijke massa ondergaat, een irreversibel verlies aan water, hetgeen betekent, dat de A-cijfers dalen en de volumegewichten stijgen. Dit indrogingsproces begint in de bovenste lagen en kan reeds in de kwelderperiode optreden. Het indrogen van de diepere lagen vordert betrekkelijk langzaam. Vooral een begroeiing bevordert de verdamping. Ook het uitdrogen van de grond in abnormaal droge zomers is van belang (Zuur, 1932; Domingo, 1951; Smits, 1953 en Zonneveld, 1960).
Bij de indrogingsprocessen ontstaan op plaatsen met de minste weerstand scheuren, die veelal uit drie splijtingen bestaan, waardoor het bodemoppervlak een polyederpatroon gaat vertonen (fig. 23). Ook in horizontale richting treden splijtingen op, doordat kleirijke laagjes met minder kleirijke afwisselen. Deze drogen ongelijk in, waardoor op het grensvlak spanningen ontstaan, die eveneens tot scheurvorming leiden. Ten slotte ontstaat er een fijnbrokkelige massa, waarvan de elementen min of meer scherphoekig zijn.
Aanvankelijk wordt dit eindstadium alleen in de bovenlaag bereikt. Dieper in de grond is de wateronttrekking door de planten geringer, de mogelijkheid van capillaire aanvulling door de nabijheid van het grondwater groter en de indroging dus kleiner. Mede door het optreden van allerlei andere processen, zoals oxydatie en afbraak van organische stof (door micro-organismen), dringt het indrogingsproces langzaam door tot in de diepere lagen. Op de duur vindt beneden een bepaalde diepte dit proces niet meer plaats. Voor de ingepolderde kleigronden ligt dit grensvlak op ongeveer 1,5 m beneden maaiveld.
Uit de onderzoekingen van Zuur en zijn medewerkers bleek dat de rijping van de grond meetbaar is (Zuur, 1958). Ter karakterisering van de mate van rijping wordt de waterfactor n gebruikt, die uit de volgende formule wordt gevonden:

Hierin is n = waterfactor

$$n = \frac{A - 20}{L + bH}$$

A = watergehalte per 100 g droge stof
L = lutumgehalte (% < 2 mu)
H = gehalte organische stof
b = adsorptievermogen voor water van org. stof t.o.v. lutum.

Een aantal rijpingstrappen, waarmee een bepaalde consistentie van het materiaal samengaat, is te onderscheiden. De rijpingstrap is met behulp van de consistentie, die geschat kan worden, vast te stellen (tabel 1).
De fijnbrokkelige massa in de bovengrond gaat naar beneden over in grotere structuurelementen. Dieper in het profiel zijn alleen verticale scheuren aanwezig, die vooral bij zware klei grote prisma's vormen. Bij min of meer gelaagde afzettingen zijn deze prisma's gesegmenteerd. Sterk gescheurde gronden hebben een goede doorlatendheid.

FIG. 23. *Polyederstructuur in drooggevallen grond.*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R22–174)

TABEL 1. Waterfactor, rijping en consistentie, naar Pons en Zonneveld (zie Steur, 1961)

rijpingstrap	*waterfactor n*	*consistentie van klei*
niet gerijpt	> 1,4	slap
half gerijpt	0,9–1,4	vrij slap
bijna gerijpt	0,5–0,9	vrij stevig
gerijpt	< 0,5	stevig

Zavelige profielen doorlopen de prismatische structuurvorming in mindere mate en zijn ten gevolge hiervan minder goed doorlatend.
De knikkleigronden en hiermede min of meer verwante gronden, maken een uitzondering op de boven beschreven rijpingsprocessen. Hoewel knik- en knikkige kleigronden uit zware profielen bestaan, vertonen ze zowel onder droge als onder natte omstandigheden bijzondere structuurbeelden. Onder extreem droge omstandigheden ontstaan er onder de zode zeer sterk ontwikkelde prisma's zgn. „mannetjes", die zeer hard en scherpkantig zijn (fig. 24). Bij nat weer zwelt de klei zeer gemakkelijk dicht, waardoor de doorlatendheid van het profiel zeer gering wordt. (Zie verder pag. 46.).
Het rijpingsproces leidt tot een toeneming van het volumegewicht, d.w.z. het volume neemt af of anders gezegd: „de grond klinkt in" (Hissink, 1935). Deze toeneming is het grootst in de bovengrond, alhoewel de bouwvoor — ten gevolge van de normale grondbewerkingen — hierop een uitzondering maakt. De inklinking, die dus aanvankelijk aan de oppervlakte het grootst is, breidt zich op de duur ook naar beneden uit. Zware werktuigen drukken de scheuren enigermate dicht, terwijl er bovendien grond invalt. De mate van inklinking is zeer afhankelijk van het lutumgehalte van de grond. Vooral bij zware kleigronden is de inklinking groot (fig. 25 en 26).
De afneming van de gescheurdheid leidt tot een vermindering van de doorlatendheid. Het duurt echter enkele honderden jaren, voordat de ondergrond van ingepolderde gronden zijn goede doorlatendheid verliest.
De in de bovengrond oorspronkelijk gevormde structuureenheden worden door de grondbewerking gebroken en door nieuwe vervangen. Vaak leidt dit tot een min of meer poreuze bouw, die op de duur in een kruimelstructuur overgaat, alhoewel een en ander afhangt van de omstandigheden. Op de lange duur echter gaat deze goede structuur weer verloren, tenzij men steeds de juiste bodembehandeling toepast. Onder akkerbouwomstandigheden is dit veelal niet het geval. De huidige grondbewerkingen leiden in de regel tot zogenaamde „wankelstructuren" van de bouwvoor, met op ca. 20 cm diepte een ploegzool.

IV CHEMISCHE RIJPING

Onder chemische rijping worden alle chemische en fysisch-chemische veranderingen verstaan, die in het sediment optreden vanaf het moment van afzetting, totdat een rijpe bodem is gevormd (Zonneveld, 1960). De voornaamste veranderingen berusten op omzettingen van organische en anorganische verbindingen in andere, op uitspoeling van bepaalde stoffen, op vrijmaking van bepaalde, gebonden mineralen en verschuiving in de bezetting van het adsorptiecomplex. Het resultaat van de chemische rijping is van grote betekenis voor de vruchtbaarheid van de bodem, zowel wat de chemische rijkdom als de structuur betreft.
De chemische rijping wordt door de fysische ingeleid. Door scheurvorming wordt de grond doorlatend voor lucht en water. Het regenwater ontzilt eerst de bovengrond (Zuur, 1936 en 1961). De ontzilting zet zich langzaam voort tot in de ondergrond. De diepere lagen kunnen, doordat er zo weinig water doorstroomt, nog lang zout blijven (fig. 27).
Behalve chloriden worden ook sulfaten uitgespoeld. Dit verloopt echter ingewikkelder dan bij de chloriden. De zuurstof, nodig voor de oxydatie van de vele organische stof in pas afgezet slib, wordt in een anaëroob milieu met

FIG. 24. *Sterk ontwikkelde structuurelementen in een knikkleigrond in de droge zomer van 1959. (Foto Stichting voor Bodemkartering)*

FIG. 25. *Volumegewichten van verschillende lagen in een kleigrond van ca. 40% lutum, naar Zuur (1961).*

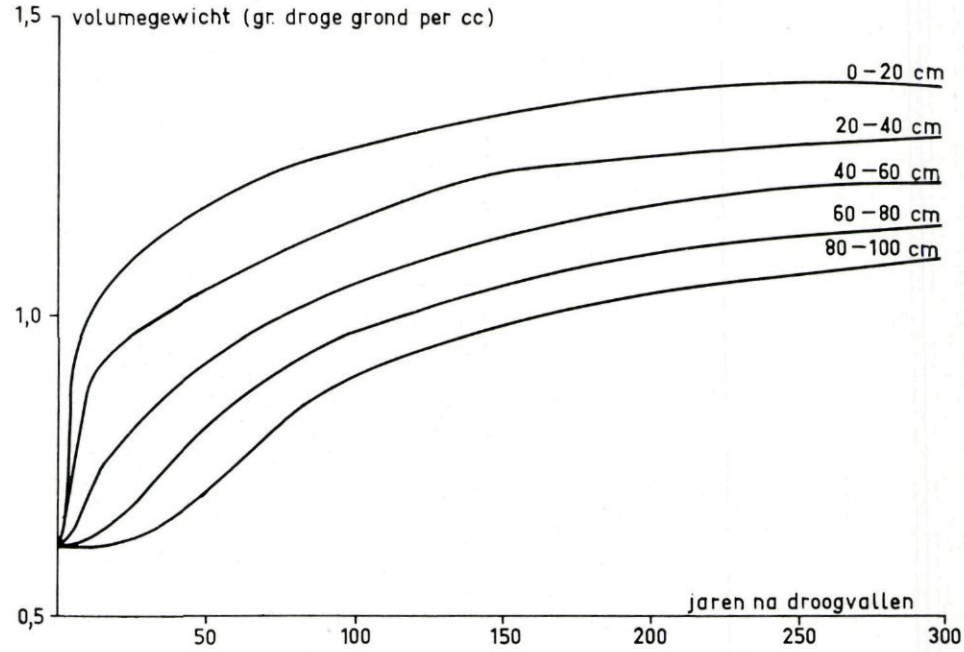


Fig. 26. *Inklinking van een kleigrond van ca. 40% lutum naar Zuur (1961).*

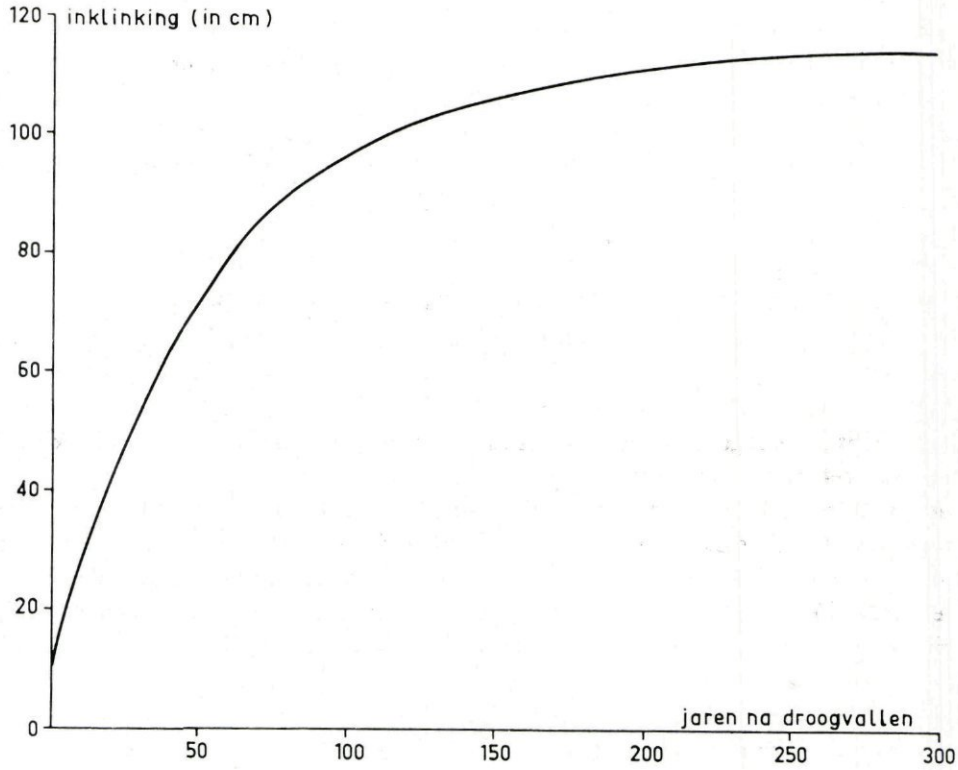
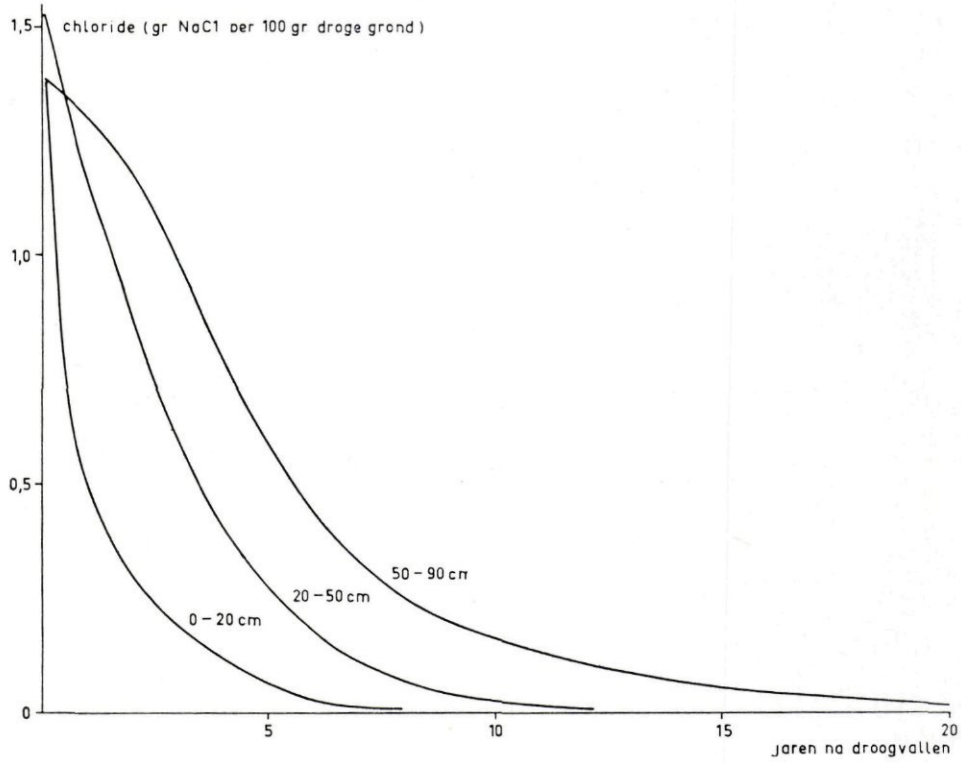


FIG. 27. *Chloridegehalte van een uit zout water drooggevallen grond, naar Zuur (1961).*



behulp van bepaalde bacteriën aan sulfaten onttrokken. Dit proces is vooral van betekenis voor zoute gronden, omdat zeewater tamelijk veel sulfaten bevat. De sulfaten worden nl. gereduceerd tot sulfiden, en wel tot ferrosulfide die een intense zware kleur heeft (Zuur, 1936; Van der Spek, 1952; Harmsen, 1954). Zo lang er gemakkelijk aantastbare organische stof aanwezig is, ontstaat er een ophoping van sulfiden in de grond. Het monosulfide (FeS) wordt op de duur grotendeels omgezet in pyriet (FeS_2).

Valt de grond droog en begint dus de fysische rijping, dan zullen door toetreding van lucht de sulfiden weer oxyderen, waarbij zwavelzuur en ijzersulfaat ontstaan volgens: $FeS_2 + 7O + H_2O \rightarrow FeSO_4 + H_2SO_4$. Deze verbindingen kunnen met de aanwezige koolzure kalk als volgt reageren:

$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$ ($= H_2O + CO_2$)

$FeSO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + FeCO_3$

$2FeCO_3 + 2H_2O + O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 2H_2CO_3$ ($= 2H_2O + 2CO_2$)

Bevat het slib niet voldoende kalk, dan ontstaat het basisch ferrisulfaat, dat gele vlekken geeft en katteklei heet, volgens:

$2FeSO_4 + H_2O + O \rightarrow 2Fe(OH)SO_4$

Katteklei is in de regel sterk zuur, maar kan worden geneutraliseerd door bekalking. Het basisch ferrisulfaat wordt dan omgezet in ijzerhydroxyde en gips.

Alhoewel de oxydatie van pyriet in wezen veel belangrijker is dan die van ferromonosulfide, is de laatste toch het meest opvallend. De oxydatie van FeS verloopt, zodra er lucht beschikbaar is met grote snelheid en de kleuromslag wordt dan ook geheel bepaald door de mate, waarin de lucht in de grond kan binnendringen.

De roestvlekken, die door oxydatie in het profiel ontstaan, zijn dus een gevolg van rijping en kunnen het beste met „rijpingsroest" worden aangeduid. Evenals de scheurvorming zelf dringt de oxydatie niet veel verder door dan tot 1,5 m onder maaiveld.

De pyrietoxydatie verloopt in de aanvangsfase eveneens zeer snel. Bevat de grond voldoende kalk, dan wordt er aanvankelijk meer gips gevormd dan er kan uitlogen. Het gips kristalliseert uit en er ontstaan zoutkristallen. Na

verloop van enige tijd echter gaat de uitloging overwegen en na enkele jaren zijn de gipskristallen verdwenen (Zuur, 1954).
Behalve uitspoeling van chloriden en sulfaten heeft ook uitspoeling van carbonaten plaats. Jonge mariene sedimenten bevatten voornamelijk calcium- en magnesiumcarbonaten. Deze zijn weliswaar onoplosbaar in water, maar kunnen door het koolzuurhoudend grondwater worden omgezet in oplosbare bicarbonaten, die kunnen worden uitgespoeld. Deze uitspoeling verloopt echter aanmerkelijk langzamer dan die van de chloriden en sulfaten.
De kalkarmoede van bepaalde kleigronden kan niet altijd worden toegeschreven aan ontkalking door uitspoeling via bicarbonaten (Edelman, 1950; Edelman en De Smet, 1951; Van der Spek, 1952; Bennema, 1953; De Smet, 1954; Pons, 1957; Zonneveld, 1960; Verhoeven, 1962).
De oorzaken van kalkarmoede kunnen zijn:

1. afzetting van kalkloos slib
2. ontkalking van het sediment tijdens de afzetting en rijping (primaire ontkalking)
3. ontkalking ten gevolge van de uitlogende werking van het koolzuurhoudende regenwater (secundaire ontkalking)
4. ontkalking door de vegetatie enz.

AFZETTINGEN VAN KALKLOOS SLIB

De meeste klei-op-veengronden zijn reeds van oorsprong kalkarm. De overslibbing van het veen vond in de regel onder zeer rustige omstandigheden plaats. Het water, waaruit het slib bezonk, was zelfs in vele gevallen zuur. Dit zure water was vooral afkomstig van de voormalige veenriviertjes.
Slechts zeer plaatselijk bevatten dunne kleidekken enige vrije koolzure kalk. Veelal betreft het dan lichtere afzettingen. Deze zijn blijkbaar onder minder ongunstige omstandigheden gesedimenteerd. Het zeewater kon hierbij het opperwater terugdringen, waardoor het milieu gunstiger werd voor het neerslaan van koolzure kalk.

PRIMAIRE ONTKALKING

Bij de primair ontkalkte gronden vond de ontkalking plaats in een brak milieu. In tegenstelling tot de secundaire ontkalking verloopt de primaire aanmerkelijk sneller. Deze vindt namelijk in hoofdzaak tijdens de rijping van het profiel plaats. De kattekleivorming is er een voorbeeld van. Andere vormen van primaire ontkalking kunnen we bij knikklei-, bepaalde diep kalkarme klei- en met betrekking tot de bovengrond van enkele ondiep kalkarme kleigronden aantreffen.
De knikkleigronden zijn in een rustige omgeving achter beschermende hoge kwelderwallen tot afzetting gekomen. Hierdoor was de directe invloed van de zee minder groot. Het achterland overstroomde alleen bij hoge vloeden, waardoor het toegevoerde zeewater snel werd vermengd met water, afkomstig van de zuidelijker gelegen veen- en zandgebieden. Bovendien was de natuurlijke ontwatering van het gebied slecht, wegens het oplopen van het land naar zeezijde. Het reeds vermengde zeewater werd dus nog meer verdund met neerslagwater. Door deze omstandigheden kon zich vrij gemakkelijk een vegetatie ontwikkelen en handhaven. De koolzure kalk kwam — voor zover deze nog neersloeg — tijdens en kort na de sedimentatie van het slib, weer tot oplossing.
Vele diep kalkarme kleigronden zijn op dezelfde wijze ontkalkt. Veelal hebben ze knikkige eigenschappen.

SECUNDAIRE ONTKALKING

De secundaire ontkalking vindt plaats door uitspoeling van de carbonaten met behulp van regenwater via de vorming van bicarbonaten. Dit proces gebeurt na de rijping van het profiel.
Tot de secundair ontkalkte gronden behoren vele ondiep kalkarme klei- en zavelgronden, zoals oude kweldergronden, de gronden van de oudste polders in de voormalige zeeboezems. Ook verschillende diep kalkarme klei- en zavelgronden zijn in hoofdzaak secundair ontkalkt. Al deze gronden zijn in een zout milieu tot afzetting gekomen, waren oorspronkelijk kalkrijk en hebben bij de rijping dus niet alle koolzure kalk verloren.

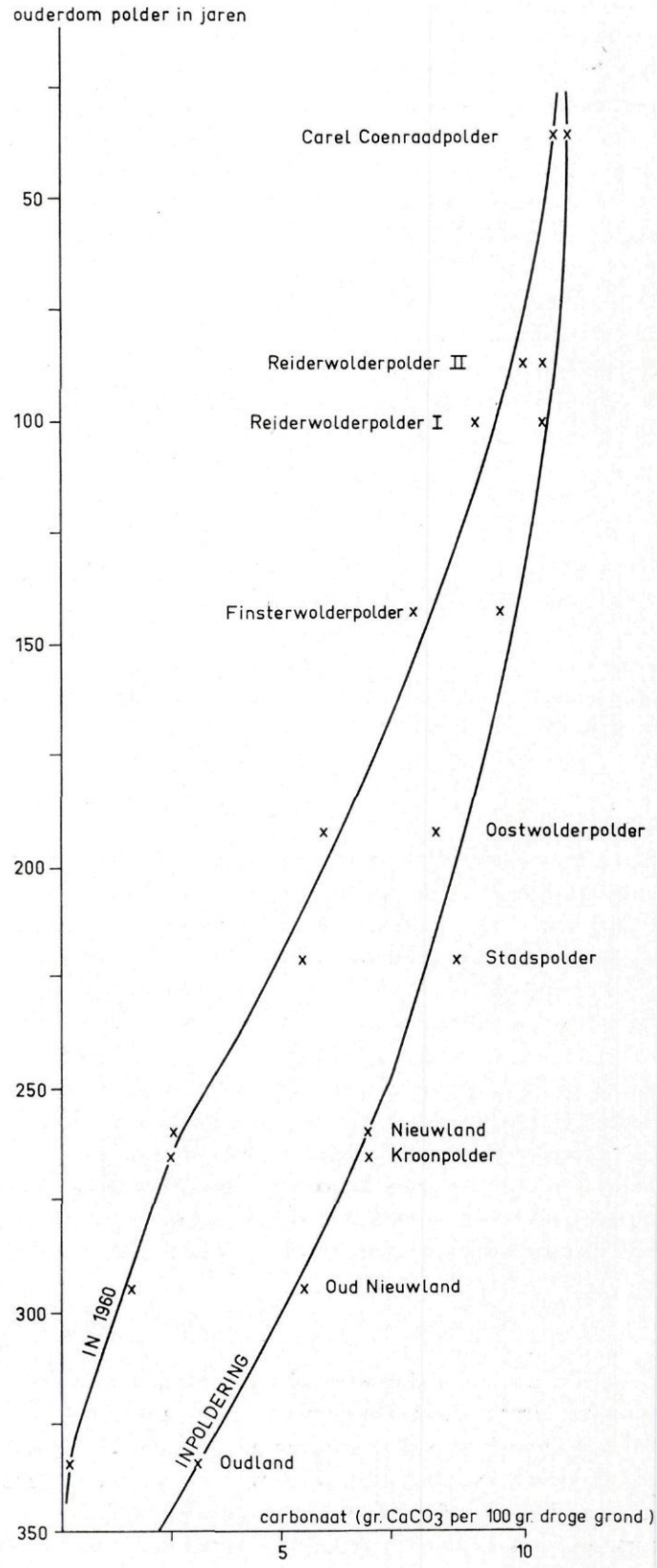


FIG. 28. *Carbonaatgehalte in Dollardkleigronden, naar Edelman en De Smet (De Smet, 1962).*

Evenals alle uitlogingsprocessen begint ook het ontkalkingsproces boven in de grond en gaat daarna pas geleidelijk naar beneden. Ten gevolge van de langzame oplossing neemt de uitloging veel tijd in beslag. Het duurt dan ook enkele honderden jaren voordat de bovengrond van oorspronkelijk kalkrijke gronden ontkalkt is. De ondergrond ontkalkt nog langzamer. De snelheid, waarmee de koolzure kalk uit de grond verdwijnt, hangt van enkele factoren af, zoals van het oorspronkelijk kalkgehalte, profielbouw, doorlatendheid, ontwatering, bodemgebruik enz..
Voor de Dollardpolders kunnen we aannemen, dat ongeveer 1% $CaCO_3$ in 90 jaar uit de bouwvoor verdwijnt. De oudere Dollardpolders, die reeds bij de inpoldering minder $CaCO_3$ bevatten dan de jongere, zijn nu nog slechts in de bovengrond geheel vrij van koolzure kalk (fig. 28).

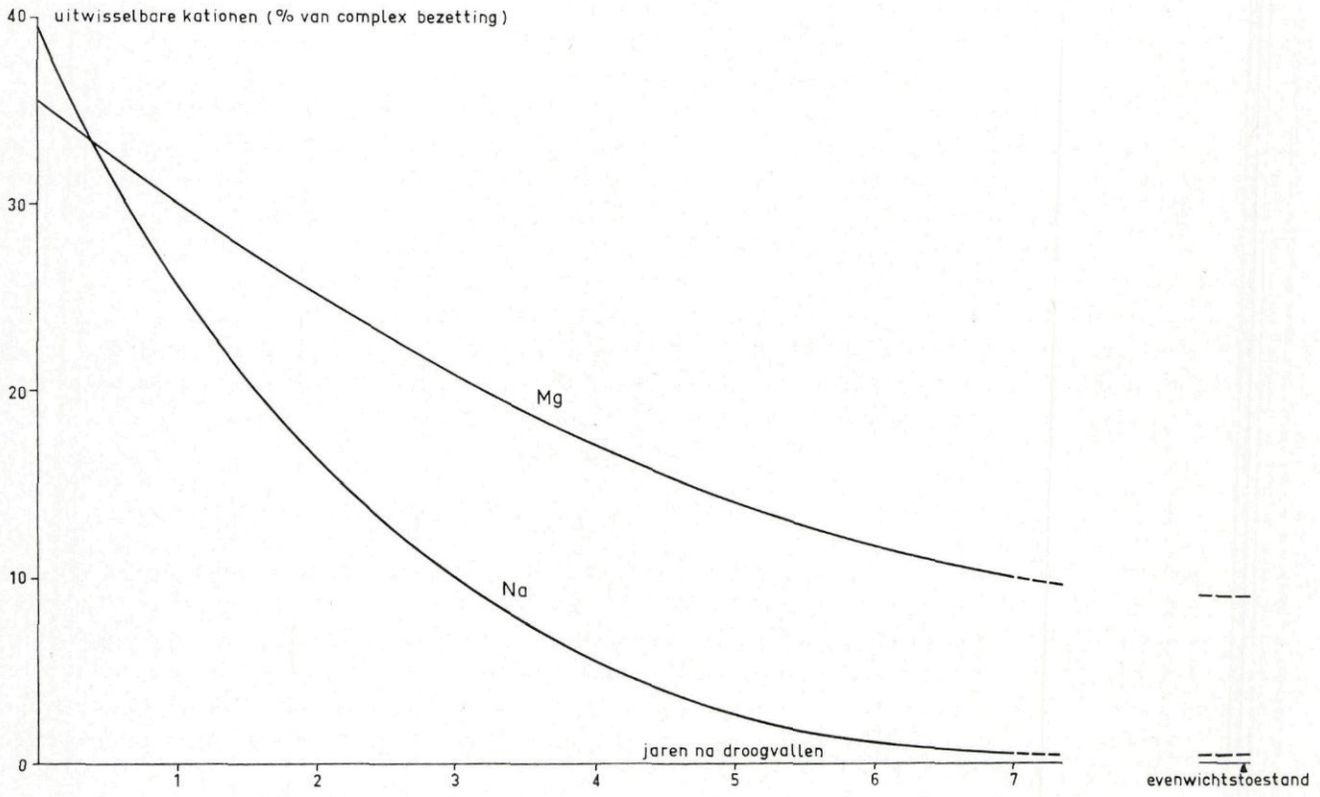
ONTKALKING DOOR VEGETATIE

Een vegetatie laat plantenresten achter, die vergaan en daarbij organische zuren en veel CO_2 produceren. Hierdoor verdwijnt koolzure kalk. Vooral tijdens de rijping treedt dit proces op. Ook andere levende wezens in de grond produceren, ten gevolge van de ademhaling, CO_2.
De CO_2-produktie is bij grasland groter dan bij bouwland. Percelen, die lang in gras liggen, hebben dan ook altijd lagere kalkgehalten dan de er naast gelegen en op hetzelfde bodemprofiel voorkomende bouwlandpercelen. Voor oudere polders bedraagt dit verschil ongeveer 2%.

BEZETTING VAN HET ADSORPTIECOMPLEX

Zo lang het profiel niet gerijpt is, is het adsorptiecomplex in evenwicht met de samenstelling van het bodemwater. Het zeewater bevat veel natriumzouten en ook vrij veel magnesiumzouten. Bij het droogvallen van de grond bestaan

FIG. 29. *Gehalten aan uitwisselbaar Na en Mg in een uit zout water drooggevallen Zuiderzeegrond. Laag 0–20 cm; naar Zuur, 1961.*



de uitwisselbare kationen dan ook voor een groot gedeelte uit natrium en magnesium, zulks in tegenstelling met volledig gerijpte gronden, waarbij de uitwisselbare kationen merendeels uit calcium-ionen bestaan.
Het gehalte aan natrium neemt na het droogleggen sterk af. Was dit niet het geval, dan zou dit aanleiding geven tot allerlei moeilijkheden ten aanzien van de structuur. De snelle verdwijning van natrium hangt samen met het ontstaan van zwavelzuur, dat zich bij de oxydatie van sulfiden vormt. Doordat dit zuur inwerkt op koolzure kalk, ontstaat gips. Aan het adsorptiecomplex wordt natrium door calcium verdreven. Het uitwisselbare natrium spoelt dan als natriumsulfaat uit. Dit proces duurt ongeveer 7 jaar, waarbij het gehalte aan uitwisselbare natrium tot ongeveer 1 % van het totaal der uitwisselbare kationen daalt (Zuur, 1936 en 1961).
Ook de overmaat aan uitwisselbare magnesium daalt door hetzelfde proces, evenwel langzamer dan die van het natrium. Magnesium zit namelijk vaster aan het complex gebonden en pas na ongeveer 10 jaar wordt een gehalte bereikt van ongeveer 8 % van het totaal der uitwisselbare kationen, eveneens uitgaand van kalkrijke marine sedimenten (fig. 29).
Het gehalte aan uitwisselbare magnesium aan het adsorptiecomplex kan in de loop van de tijd iets oplopen. De carbonaten in de grond bestaan grotendeels uit $CaCO_3$ met daarnaast $MgCO_3$ (ca. 10 % van het totaal aan carbonaten) (Bruin, 1938). Dit $MgCO_3$ lost moeilijker op dan $CaCO_3$. In de eerste fase van de ontkalking verdwijnt dus in hoofdzaak $CaCO_3$. Bij voortschrijdende ontkalking wordt echter ook het $MgCO_3$ aangetast. Dit is tevens van invloed op de kationenbezetting van het adsorptiecomplex, waardoor bij het ouder worden van de grond een Ca-klei overgaat in een Ca-Mg-klei. De relatief zeer hoge gehalten aan uitwisselbare magnesium bij knik- en knikkige kleigronden moeten echter worden toegeschreven aan de vorming van deze gronden in een brak milieu.

KNIK- OF KNIPVERSCHIJNSELEN

Knikgronden worden, zoals reeds eerder opgemerkt, gekenmerkt door een zeer ongunstige structuur onder zowel droge als natte omstandigheden. In vochtige toestand is de grond slempig, de klei peptiseert dan gemakkelijk. Deze peptisatie kan aanleiding geven tot verplaatsing van lutum van boven naar beneden. Kleihuidjes zijn vaak op de structuurelementen zichtbaar. De sterke zwel en krimp bij sommige knikkleigronden kan een bultig oppervlak van het land veroorzaken (verschijnsel van Jorwerd).
Bij de afzetting van de knikklei waren de gehalten aan koolzure kalk laag. Deze lage gehalten moeten zeer waarschijnlijk als één van de oorzaken worden gezien voor de hoge gehalten aan uitwisselbare Mg. Bij rijping van normale zoute kweldergronden worden immers de Na- en Mg-ionen vervangen door Ca-ionen. Bij knikvorming staan nu tegenover de Na- en Mg-ionen te weinig Ca-ionen, waardoor dus geen volledige vervanging van de Na en Mg plaatsvindt. (Veenenbos en Van Schuylenborgh, 1951). Verder is hierbij nog van betekenis het blijkbaar achterwege blijven van de oxydatie van de zwavelijzer en organische verbindingen. Oxydatie van pyriet leidt immers eveneens tot de vervanging van de uitwisselbare Na- en Mg-ionen, nu echter niet door Ca-, maar door H-ionen.
Ook zou bij de vorming van knikklei de sedimentatie van het slib in een brak milieu leiden tot het neerslaan van een kleiner vlokvolume. De dichte structuur zou hiermee verklaard kunnen worden. (Van Schuylenborgh en Veenenbos, 1951; Müller, 1955). In een zout milieu vindt de sedimentatie met een groter vlokvolume plaats.

RODOORN- EN RODOORNIGE VERSCHIJNSELEN

De rodoorn- en rodoornige gronden zijn in een brak milieu tot afzetting gekomen, nl. op de overgang van klei naar veen (De Smet, 1951). Met zuur veenwater werd veel mobiel ijzer meegevoerd. Eveneens werd ijzer uit kleideeltjes vrijgemaakt. De opgeloste ijzerverbindingen sloegen in de vorm van ijzerhumaten neer, die na drooglegging (rijping) en ontginning irreversibel indrogen. Ten behoeve van de akkerbouw zijn deze gronden vaak diep ontwaterd.
De bij de oxydatie ontstane ijzerhumaten zijn korrelig en geven aan de bouwvoor de donkerbruine tot rode kleur. Ook zijn de ijzerhumaten oorzaak van de meer losse, soms sterk stoffige, structuur. Onder bepaalde omstandigheden is de grond stuifgevoelig.

FIG. 30. *Profiel van een oude kwelderruggrond met kenmerken van „verbruining".*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 11804)

Ter plaatse van de oude veenstroompjes is het veen eveneens sterk ijzerhoudend. Hieruit heeft zich vaak moerasijzererts gevormd, dat in de regel bros, maar soms zeer hard is.

V BIOGENE RIJPING

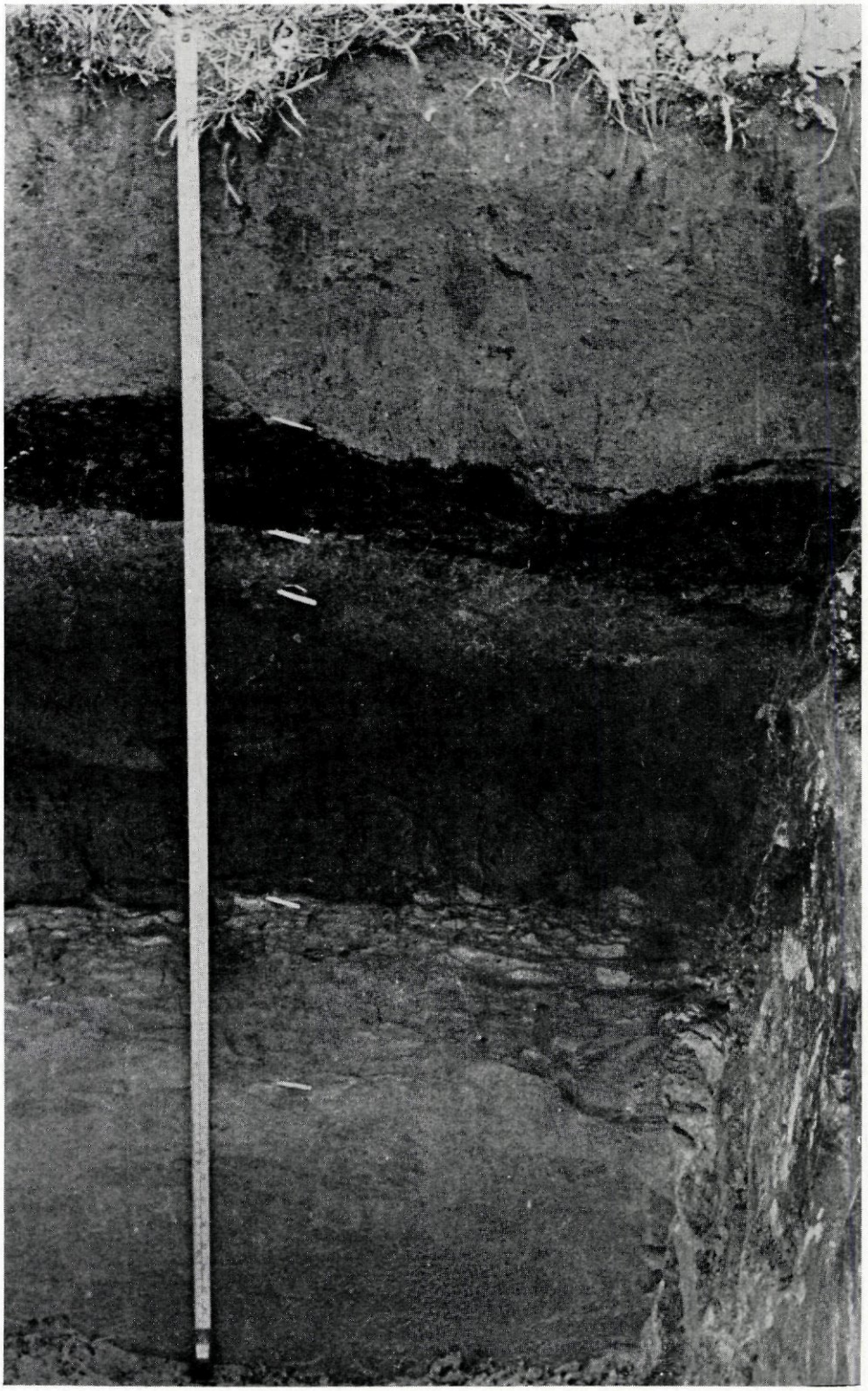
De biogene rijping is veelzijdig en houdt zeer nauw verband met alle reeds behandelde processen (Zonneveld, 1960). Bij reductie- en oxydatieprocessen spelen bacteriën steeds een meer of minder actieve rol. Het al of niet voorkomen van een vegetatie is voor de fysische rijping van zeer groot belang.
Een verschijnsel, dat bij de biogene rijping duidelijk morfologische kenmerken achterlaat, is de homogenisatie (Hoeksema, 1953). Van de kleigronden in Groningen zijn alleen de oude kwelderruggronden tot op een bepaalde diepte gehomogeniseerd. De andere gronden vertonen weinig of geen kenmerken van homogenisatie.
De betere, natuurlijke ontwatering van de hoger gelegen ruggronden en het ontbreken van storende lagen in de ondergrond hebben in het algemeen lagere gemiddelde grondwaterstanden tot gevolg. De lagere grondwaterstanden hebben een betere doorluchting van het profiel mogelijk gemaakt, met als gevolg een grotere biologische activiteit. De ruggronden worden dan ook veelal gekenmerkt door een zgn. „verbruining" tot op een diepte van ruim 50 cm beneden maaiveld (fig. 30). Deze verbruining is ontstaan door een intensieve menging van humus met minerale bestanddelen, waaronder ook roest. De overgangsgronden naar de kwelderbekkens hebben in veel geringere mate een homogenisatie van de bovengrond doorgemaakt. Ze bezitten derhalve nog vrijveel niet gehomogeniseerde roest en op een bepaalde diepte is de gelaagdheid nog aanwezig. De kwelderbekkengronden vertonen geen kenmerken van homogenisatie.
De woudgronden hebben in de regel, niettegenstaande ze een donker humeus dek hebben, een slecht gehomogeniseerde bovengrond. Veelal bevat het humeuze dek een donker tot donkerblauwe band op de overgang naar de grijze ondergrond. Onder deze band zit veelal roest opgehoopt.
Bij de knikkleigronden ontbreekt de homogenisatie bijna geheel, zodat de roest zich voortzet tot in de zode of direct onder de bouwvoor. Hetzelfde kan worden opgemerkt van de brakke klei- en aanverwante gronden.
Ook de jonge kwelder- en jonge zeeboezemgronden, die veelal, voor zover het de jongste polders betreft, van het begin af in bouwland zijn gelegd, bevatten roest tot onder de bouwvoor en een eventuele gelaagdheid is vaak nog duidelijk aanwezig. Alleen de oudste polders vertonen in de regel wel enige kenmerken van homogenisatie. Tot op een diepte van 25, soms 35 cm, is de bovengrond vrij homogeen, d.w.z. een eventuele gelaagdheid is er niet gemakkelijk meer in terug te vinden en roestvlekken hebben zich min of meer met de grond vermengd. Het is bekend, dat vaak de oudste polders, zoals in het Dollardgebied, lange tijd in gras hebben gelegen en pas op het eind van de vorige eeuw zijn gescheurd.
De homogenisatie, zoals deze hier besproken wordt, behoort eigenlijk niet meer tot de initiale bodemvorming. In zilte gronden is in de hoogst gelegen afzettingen weinig intensieve homogenisatie mogelijk. Op de hoogste niveau's, waar reeds aanzienlijke verzoeting optreedt, kunnen wormen nauwelijks leven. Merkwaardigerwijze treedt in deze gronden echter juist op laag niveau (omstreeks half tij tot even onder hoogwater) intensieve homogenisatie op, in een laag van ongeveer 2 à 3 dm dikte, gedurende de opslibbing. Het is de bekende wadpier (Arinicola), die deze homogenisatie veroorzaakt (Van Straaten, 1954). Op de laagste slikken komt hij ook wel voor, maar daar wordt de homogenisatie telkens weer vernietigd door erosie en aanslibbing. Waar het kwelderstadium (met grasgroei) begint, komt hij niet voor.

VI BODEMVORMING IN VEEN

Veen maakt na ontwatering en ontginning processen door, die in fysische, chemische en biologische kunnen worden onderscheiden. De voornaamste zijn de fysische rijping, verwering, veraarding en uitspoeling (Van Heuveln, Jongerius en Pons, 1960; Jongerius en Pons, 1962).

FIG. 31. *Profiel van een veenkoloniale veengrond met een irreversibel ingedroogde veenlaag (turfvorming).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering, nr 6914).



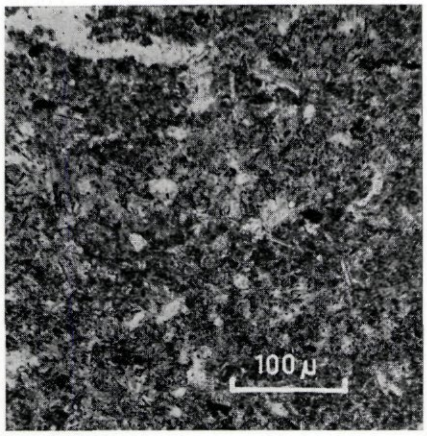
RIJPING, VOORAL IN VERBAND MET SPALTERVORMING

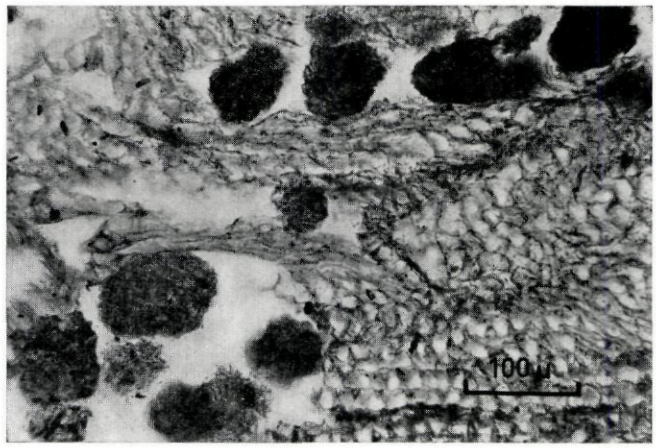
Bij ontwatering van veen vindt inklinking plaats, waarbij dus volumevermindering van de veenmassa optreedt. Deze inklinking gaat veelal gepaard met scheurvorming. Bij oud mosveen, dat in de oude veenkoloniën vaak als vast veen in het profiel nog aanwezig is, hebben de scheuren en scheurtjes een horizontaal verloop. Deze horizontale richting houdt nauw verband met de min of meer gelaagde afzetting van het veen. Door een te sterke ontwatering, waarbij te veel water aan het veen wordt onttrokken, wordt het proces landbouwkundig schadelijk. Er treedt dan namelijk turfvorming of irreversibele verdroging op (fig. 31). Te sterk ingedroogd veen laat zich moeilijk meer bevochtigen. De in de oude veenkoloniën en randgebieden veelvuldig voorkomende spalterveenlagen zijn op deze wijze ontstaan. Deze lagen vindt men meestal onder de bouwvoor in het bovenste gedeelte van de vaste veenlaag. Met de diepte neemt het spalterige karakter geleidelijk af. De spaltervorming staat hier dus in nauw verband met de fysische rijping van het veen. Het aanwezig zijn van een spalterveenlaag in het profiel is vooral voor een goede waterhuishouding nadelig. Bolster of bonkaarde, dat uit jong mosveen bestaat, is een zeer volumineuze veensoort met een groot waterbergend vermogen. Heeft de bolsterlaag steeds contact met het grondwater, dan wordt een groot bufferend waterreservoir gehandhaafd, dat zelfs sterke schommelingen in de grondwaterspiegel kan voorkomen.
Oud mosveen heeft niet de gunstige eigenschappen van bolster. Waarschijnlijk houdt dit ook nog — afgezien van de processen na ontwatering en ontginning — verband met de bodemvormende processen, die in het Subboreaal (droge periode) in dit veen zijn opgetreden.

VERWERING EN VERAARDING VAN HET VEEN

Tegelijk met de ontwatering heeft ook toetreding van lucht plaats. Dit betekent, dat allerlei chemische reacties, voornamelijk oxydatieprocessen, plaatsvinden. Daarnaast blijken vele lagere organismen, zoals schimmels, aktinomyceten en bacteriën gemakkelijk aantastbare stoffen af te breken, o.a. pectine, cellulose, enz. (Jongerius en Pons, 1962; Jongerius, 1961). Dit proces kan met verwering worden aangeduid, waarbij humine-achtige stoffen ontstaan, die de moeilijk aantastbare, zoals de houtachtige delen, sterk kleuren. Door deze kleuring onderscheidt de verweerde horizont zich duidelijk van de onderliggende niet ontwaterde horizonten, die veelal bruin tot roodbruin gekleurd zijn. Hierop maken de oude mosveenlagen min of meer een uitzondering. Deze zijn, doordat ze enige bodemvorming hebben doorgemaakt, donkerder.
Al naar de omstandigheden kunnen reeds tijdens de verwering, doch voornamelijk hierna, het optreden van diverse kleinere bodemdieren, zoals micro-arthropoden, enchytraeën en verschillende soorten van regenwormen, geconstateerd worden. Deze consumeren het organisch materiaal al of niet te zamen met minerale bestanddelen, waarbij de plantendelen worden verkleind en eventueel intensief met de minerale bestanddelen worden gemengd. Deze excrementen worden vaak weer opgenomen door andere bodemdieren. Ten gevolge van de sterke vergroting van het aantastbare oppervak nemen de bacteriële omzettingen in sterke mate toe. Bij deze laatste omzettingen verdwijnen op de duur zelfs de microscopisch nog zichtbare plantenstructuren. Men spreekt dan van veraarding.
Bij veraarding worden twee vormen onderscheiden, nl. vermodering en mullvorming (fig. 32). Wordt het organische bestanddeel niet intensief gebonden met het minerale, dan spreekt men van vermodering. Hierbij spelen vele microarthropoden een grote rol. Intensieve menging en binding van de organische stof met de minerale delen vindt bij mullvorming plaats, waarbij vooral regenwormen en enchytraeën optreden. Welke van beide veraardingsvormen plaatsvindt, hangt van verschillende factoren af. Het blijkt, dat mullvorming alleen in die veengronden optreedt, welke in de bovengrond lutum bevatten, een niet te lage pH hebben en waarin de hydrologische omstandigheden gunstig zijn. Vermodering vinden we in alle overige, met uitzondering van de extreem natte en zeer droge veengronden. In de extreem natte vindt immers geen rijping plaats en de zeer droge geven aanleiding tot verturving.
Het is duidelijk, dat de veraarding van de bovenlaag van de veenkoloniale gronden in de richting gaat van vermodering. Ten gevolge van minder gunstige omstandigheden kan zelfs gesproken worden van half-veraarde vormen. Door de intensieve grondbewerking en het ongunstige microklimaat wordt de levensgemeenschap in de grond op een laag niveau gehouden. Bovendien heeft de gevormde moder een sterke neiging te vervloeien, waarbij disperse humus ontstaat, die gemakkelijk uitspoelt. Alleen de houtige plantenresten blijven dan achter.

FIG. 32. *Vorming van moder en mull, naar Jongerius and Pons (1962).*
a. *(links)* Mull; homogeen klei-humus-complex (150 ×)
b. *(rechts)* Moder; vermodering van bolster met in de holten matig gehumificeerde excrementen (150 ×)





UITSPOELING VAN ORGANISCH MATERIAAL

Of de afbraakprodukten en de nieuwvormingen van de organische stof in de bovengrond blijven of uitspoelen wordt door verschillende factoren bepaald. De stabiliteit van de excrementen blijkt in hoge mate samen te hangen met een bepaald lutumgehalte en met de pH. Bij de veenkoloniale gronden zijn de verschillende factoren ongunstig voor de vorming van stabiele verbindingen. Er kunnen drie vormen van inspoeling in de diepere lagen worden onderscheiden. Bij diep ontwaterde hoogveenprofielen kan vaak langs scheuren en wortelgangen verplaatsing van organisch materiaal worden geconstateerd. Het opgehoopte amorfe materiaal, dat in de regel veel overeenkomt met doppleriet, wordt bij verschillende veenkoloniale gronden in de veenondergrond teruggevonden.
Eveneens bij zeer diepe ontwatering van hoogveen kan inspoeling van mobiele organische stof in de minerale ondergrond plaatsvinden. Het hoopt zich dan in een bepaalde horizont op (Van Heuveln, 1959).
Gliedelagen, die op bepaalde plaatsen op de overgang van het veen naar de minerale ondergrond aangetroffen worden, worden ook als inspoelingshorizonten gezien. Het ontstaan van deze lagen wordt dan als volgt verklaard. Doordat telkenjare sphagnumveen door het zanddek van de veenkoloniale bouwvoor wordt geploegd, ontstaat mede door de lage pH — vanwege de overheersende aardappelteelt — amorfe humus. Deze humus zou dan uitspoelen en tot afzetting komen op de zandondergrond (Van Heuveln, 1962). Voor de in de Groninger veenkoloniën voorkomende gliedelagen is deze verklaring echter niet afdoende (De Smet en Klungel, 1965).

De Legenda

De Bodemkaart van Nederland (Nebo-kaart), schaal 1 : 200 000, bestaat uit negen bladen. Op blad 1 zijn de provincies Groningen en Drente met aangrenzende delen van Friesland en Overijssel afgebeeld. Het indelingsschema van de legenda (blad 10) is voor alle bladen hetzelfde en bevat in totaal 157 kaarteenheden, die elk met een bepaalde kleurop de kaart zijn voorgesteld. Het komt voor, dat binnen bepaalde eenheden nog bijzonderheden in het bodemprofiel worden onderscheiden, welke dan als toevoegingen in de vorm van bepaalde signaturen over de kleur van de kaarteenheden heen, zijn aangegeven.
De in de vorige hoofdstukken voor de provincie Groningen onderscheiden en beschreven bodemkundige landschappen met de daarin voorkomende gronden zijn in de kaartlegenda op een bepaalde wijze ingedeeld en gegroepeerd. Het landelijk indelingsprincipe en de wijze, waarop deze gronden in de kaartlegenda zijn ingepast zullen hier in het kort worden behandeld.

I INDELING VAN DE LEGENDA

Om de veelheid van de bodemkundige onderscheidingen zo overzichtelijk mogelijk te maken, is de legenda volgens een bepaald systeem ontworpen. Bij dit ontwerp zijn 6 niveaus onderscheiden (zie bijlage 2). De legenda is deels op landschappelijke en deels op bodemkundige kenmerken van het profiel gebaseerd. Landschappelijke elementen zijn gehanteerd op de hogere niveaus en slechts in enkele gevallen ook op de lagere. De onderscheiding op het hoogste niveau (niveau VI) is zuiver landschappelijk:
Zeekleigronden / Rivierkleigronden / Veengronden / Zandgronden / Leemgronden / Algemene Onderscheidingen en Toevoegingen.
De indeling van de eerste vijf onderscheidingen kan men ook aantreffen in schoolatlassen. De Algemene Onderscheidingen omvatten gronden, die in verschillende landschappen kunnen worden aangetroffen.
Voor de provincie Groningen vallen op niveau VI de Rivierkleigronden weg. Op niveau V worden ook niet alle, landelijk voorkomende onderscheidingen aangetroffen; dit is schematisch weergegeven in bijlage 2.
Het landschappelijk en geogenetisch karakter van deze indeling blijkt duidelijk uit de gekozen namen. In de associaties van zand-, respectievelijk leemgronden komen deze gronden in een bepaald landschappelijk patroon te zamen met genoemde andere gronden voor en wel zo, dat ze op de gebruikte schaal niet afzonderlijk kunnen worden aangegeven.
Op niveau IV zijn bij de jonge zeekleigronden en de buitendijkse gronden in het algemeen de aan het profiel ontleende kenmerken bepalend voor de indeling. Het verloop van het kalkgehalte wordt bij de jonge zeekleigronden gehanteerd bij de verdere onderverdeling. Bij de buitendijkse gronden echter is de diepte van de aëratie als criterium gebruikt. Bij de veen- en veenontginningsgronden wordt de landschappelijke indeling voortgezet. De veengronden worden ingedeeld in laagveen en hoogveen. De veenontginningsgronden worden eveneens in laagveenontginningen en hoogveenontginningen (Veenkoloniën) onderscheiden. Bij zandgronden geldt als indelingscriterium het verloop van het kalkgehalte in het profiel. Groningen heeft alleen kalkarme zandgronden. Ook bij de Leemgronden en de geklassificeerde gronden van de Algemene Onderscheidingen is het verloop van het kalkgehalte bij de verdere onderverdeling gebruikt.

De verdeling op niveau III berust bij de kleigronden op het humusgehalte en de dikte van de humushoudende bovengrond. Bij de buitendijkse gronden is echter gelet op de mate van begroeiing. De Veengronden worden nog op basis van landschappelijke kenmerken gescheiden, namelijk in gedeeltelijk uit- of afgeveende en niet verveende gronden. De veenontginningsgronden worden ingedeeld deels naar de aard van de organische stof van de bovengrond, deels naar de vochthuishouding. Bij de Zand- en Leemgronden is de vochthuishouding eveneens als indelingscriterium gebruikt.
Op niveau II worden de Zeekleigronden verder onderverdeeld naar textuurverloop, naar het voorkomen van al of niet afwijkend materiaal, zoals veen in de ondergrond, enz.. Bij de Veengronden wordt de indeling gebaseerd op de aard van de veensoorten (rietveen, zeggeveen, enz.). De aard van het veenmateriaal speelt bij de veenontginningsgronden op laagveen (drooggemaakte meren, enz.) een rol. De verdere onderverdeling bij de veenkoloniën is meer van landschappelijke aard. De Zandgronden worden ingedeeld naar de aard van de bodemvorming (gleygronden, podzolen, oude bouwlanden), naar het gehalte aan verweerbare mineralen in het moedermateriaal (arm zand, zeer arm zand). In Groningen kennen we zand, dat vrijwel uitsluitend uit zeer arm zand bestaat. De Leemgronden worden eveneens naar de aard van de bodemvorming ingedeeld. Bij de geklassificeerde gronden van de Algemene Onderscheidingen worden het textuurverloop, het optreden van afwijkend materiaal in de ondergrond, enz. als criterium gehanteerd.
Op het laagste niveau worden de kleigronden naar de zwaarte van de bovengrond nader onderscheiden. Bij de Veengronden wordt, voor zover mogelijk, de onderscheiding eveneens naar textuur en eventueel naar humusgehalte doorgevoerd, enz..

II KAARTEENHEDEN

De op de Bodemkaart met kleuren voorgestelde onderscheidingen worden kaarteenheden genoemd en niet, zoals tot nu toe veelal gebruikelijk was, bodemtypen. Volgens de tegenwoordige opvattingen moet de laatste benaming gereserveerd worden voor de kleinste bodemkundige eenheid, die bij het klassificeren van gronden onderscheiden kan worden en welke meestal niet kan worden weergegeven op een kaart met een kleine schaal. Een kaarteenheid kan uit één bodemtype bestaan, maar zal in de regel opgebouwd zijn uit meer bodemtypen.
Een bepaalde op de kaart voorgestelde eenheid bevat gronden, die zo veel mogelijk aan de beschrijving in de legenda voldoen. Er zullen echter steeds insluitsels van andere in voorkomen. In het veld zijn namelijk niet zoveel waarnemingen gedaan, dat alle „onzuiverheden" konden worden opgespoord. Bovendien laat de schaal van de kaart niet toe, alle gevonden verschillen op de juiste wijze weer te geven. Er is echter naar gestreefd de kaarteenheden zo te begrenzen, dat de binnen een kaartvlak voorkomende gronden voor minstens 70% voldoen aan de beschrijving van de kaarteenheid in de legenda.
De verschillen in landschappelijke opbouw kunnen met zich meebrengen dat bepaalde kaarteenheden meer „onzuiverheden" bevatten dan andere. Bepaalde profielen in de veenkoloniën en zandgebieden wisselen op korte afstand zodanig — zoals in vochthuishouding, bodemvorming, enz. — dat het begrenzen van zo zuiver mogelijke kaarteenheden op aanmerkelijk meer moeilijkheden stuit dan bijvoorbeeld bij de Zeekleigronden met een in het algemeen vlakkere ligging van het maaiveld, een geringere profielontwikkeling enz..
Behalve op de verschillen in „onzuiverheden" binnen de kaartvlakken, dienen we hier ook nog te wijzen op verschillen in variabiliteit binnen de afzonderlijke kaarteenheden. Bij de meeste eenheden is de variatie in eigenschappen en kenmerken, zoals in de legenda beschreven, betrekkelijk gering; bij een aantal eenheden is deze echter aanmerkelijk groter. Vooral de kaarteenheden van bepaalde Zand- en Leemgronden en de geklassificeerde gronden van de Algemene Onderscheidingen vertonen vaak grote verschillen in lemigheid, in humusgehalte van de bovengrond, enz.. Verder kunnen binnen een provincie gronden voorkomen, die een vrij grote uniformiteit hebben en welke dus op een kaart vrij zuiver zijn weer te geven. Om landelijk het aantal kaarteenheden niet te groot te maken, zijn dergelijke gronden vaak met enigszins „afwijkende" gronden in andere delen van het land samengevat tot één kaarteenheid. Ook de op deze wijze ontstane variabiliteit wordt in de legenda zo goed mogelijk omschreven.
Zijn de verschillen in kenmerkende eigenschappen op korte afstand zeer groot, dan worden de kaarteenheden beschreven als associaties en complexen. Vooral bij bodemkaarten op kleine schaal wordt dit noodzakelijk, aangezien

het anders niet mogelijk is om het ingewikkelde patroon van de bodemverschillen op overzichtelijke manier uit te beelden. In vlakken van zulke kaarteenheden is dan ook een grote variabiliteit toegelaten.
Een kaarteenheid heet complex, wanneer deze uit een ingewikkeld systeem van meer profieltypen is opgebouwd, die slechts op kaarten met zeer grote schaal afzonderlijk kunnen worden voorgesteld. Een associatie bestaat eveneens uit een min of meer ingewikkeld systeem van meer profieltypen, maar deze kunnen op kaarten met grotere schaal vrij gemakkelijk afzonderlijk worden weergegeven. Uit deze definities blijkt, dat de verschillen tussen complexen en associaties niet steeds scherp zijn af te grenzen. In het algemeen zijn de associaties op de hogere niveaus onderscheiden, de complexen meer op de lagere. In Groningen zijn bepaalde veen- en zandgronden in complexen en associaties ondergebracht.
Ten slotte merken we nog op, dat bepaalde bijzonderheden in de profielbouw, die in gronden van verschillende kaarteenheden voorkomen, als toevoegingen met een bepaalde signatuur zijn aangegeven. In de legenda zijn ze onder het hoofd Toevoegingen opgesomd.

III TOELICHTING OP DE TERMEN

De bij de beschrijving van de kaartlegenda gebruikte termen houden in hoofdzaak verband met de indeling in textuurklassen, koolzure-kalkklassen, humusklassen, enz..

INDELING IN TEXTUURKLASSEN

De indeling in textuurklassen berust bij de kleigronden op het gehalte aan de fractie < 2 mu (lutum). In tabel 2 worden de termen, die bij de kaartlegenda worden gebruikt en de daarbij behorende percentages lutum genoemd. Aangezien voor vrijwel alle zavel- en kleigronden in de provincie Groningen de lutum-slib-verhouding (= verhouding tussen de gehalten aan de fracties < 2 mu en < 16 mu) 0,6 à 0,7 bedraagt, zijn in de tabel eveneens slibgrenzen aangegeven, benevens de bijbehorende praktijkaanduidingen.

TABEL 2. Indeling in textuurklassen bij kleigronden

Term		*% lutum*	*% slib*	*Praktijkterm*
kleiarm	zand	< 3	< 5	zand
zwak kleiïg	zand	3–5	5–8	slibhoudend zand
matig	kleiïg zand	5–8	8–12	uiterst lichte zavel
sterk	kleiïg zand	8–12	12–18	zeer lichte zavel
sterk	zandige klei	12–17½	18–27	lichte zavel
matig	zandige klei	17½–25	27–37	zware zavel
lichte	klei	25–35	37–50	lichte klei
matig zware	klei	35–50	50–75	zware klei
zeer zware	klei	> 50	> 75	zeer zware klei

De Zand- en Leemgronden zijn ingedeeld naar het gehalte aan deeltjes < 50 mu volgens tabel 3. Hierbij ligt de grens tussen zand en leem bij een gehalte van 32½% bestanddelen < 50 mu.
Het zand (<32½% < 50 mu) kan ook naar de grofheid worden ingedeeld. Veelal wordt hierbij het mediaancijfer gehanteerd. Dit cijfer geeft de korrelgrootte aan, waarboven (en waaronder) 50 gewichtspercenten van de fracties 50–2000 mu voorkomen (tabel 4).
Fijn zand is dus zand, waarvan meer dan de helft van de som van fracties van 50–2000 mu beneden de 200 mu-grens ligt. Bij *grof zand* ligt de grootste hoeveelheid boven de 200 mu-grens.

TABEL 3. Indeling in textuurklassen bij Zand- en Leemgronden

Term		*% fractie < 50 mu*
niet lemig zand		< 7½
zwak	lemig zand	7½–17½
sterk	lemig zand	17½–32½
sterk	zandige leem	32½–50
zwak	zandige leem	50–85
leem		> 85

TABEL 4. Indeling naar grofheid van het zand

Term	*M50, mediaan van de fractie > 50 mu*
fijn zand	< 200 mu
grof zand	> 200 mu

PROFIELVERLOOP

Bij de indeling van de kleigronden en bij enkele Algemene Onderscheidingen is op niveau II het profielverloop, dat samenhangt met de texturele opbouw van het profiel, gehanteerd. We noemen een profiel *aflopend*, wanneer het lutumgehalte bij toenemende diepte geleidelijk afneemt, en *homogeen*, wanneer bij toenemende diepte het lutumgehalte vrijwel gelijk blijft. In het algemeen zijn deze begrippen toegepast op de bovenste 80 cm van het profiel.
Is het lutumgehalte van de ondergrond hoger dan dat van de bovengrond, dan spreken we van gronden met een zwaardere ondergrond. Bij kleigronden en bij enkele Algemene Onderscheidingen komt deze vorm van profielverloop voor.
Komt in een profiel kleiarm zand binnen 80 cm voor dan spreken we van gronden met een ondergrond van kleiarm zand. Bij de buitendijkse gronden wordt deze onderscheiding gemaakt.
Ten slotte noemen we de gronden met veen in de ondergrond, waarbij het veen op een diepte tussen 40 en 80 cm begint. In Groningen wordt dit bij gronden van het overgangsgebied aangetroffen.
De Zand- en Leemgronden zijn niet ingedeeld naar profielverloop. Bij deze gronden zijn afwijkingen en andere bijzonderheden in de ondergrond veelal als toevoegingen op de kaart aangeduid. Ook bij de klei- en veengronden zijn bepaalde in de ondergrond optredende bijzonderheden nog met behulp van toevoegingen aangegeven.

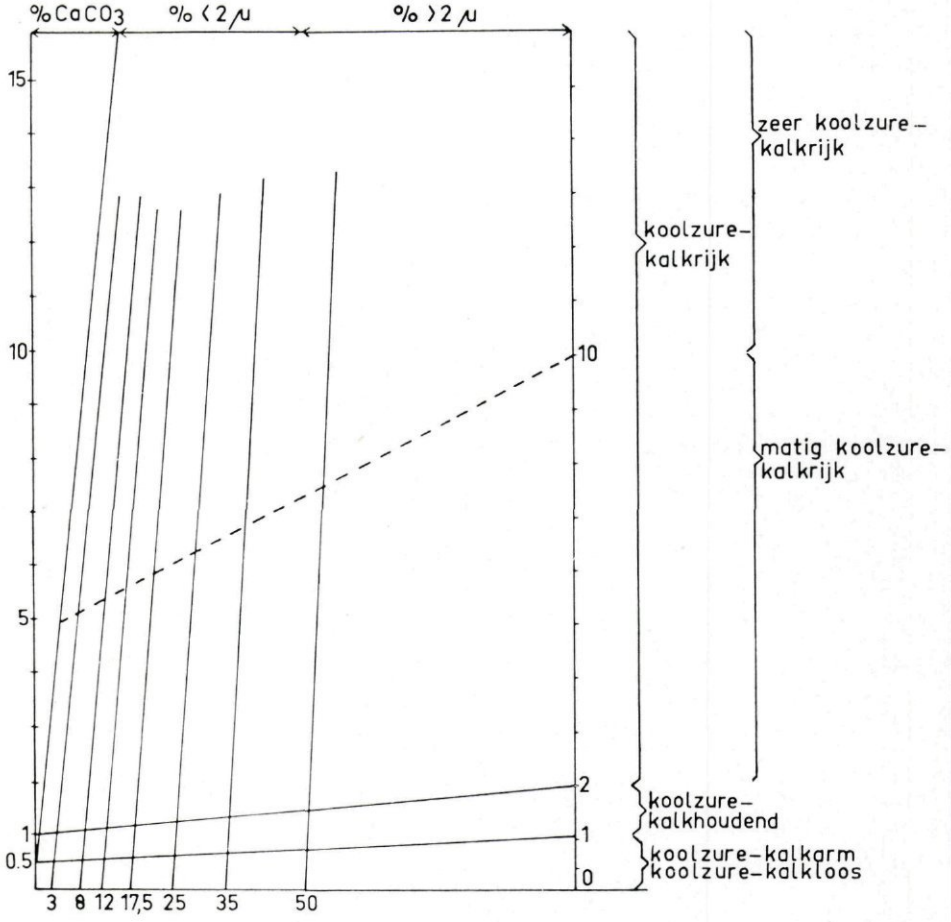
INDELING IN KOOLZURE-KALKKLASSEN EN NAAR HET VERLOOP VAN HET KOOLZURE-KALKGEHALTE IN HET PROFIEL.

De indeling in koolzure-kalkklassen is gebaseerd op het gehalte aan vrije koolzure kalk en verder op het lutumgehalte. Volgens deze indeling moet het koolzure-kalkgehalte van een grond met een hoger lutumgehalte hoger zijn om in een bepaalde kalkklasse geplaatst te kunnen worden. In tabel 5 worden de gebruikte termen genoemd, met de daarbij behorende koolzure-kalkgrenzen en lutumgrenzen.
Deze tabel is afgeleid uit de grafiek (fig. 33), die de indeling en benaming weergeeft van de koolzure-kalkklassen naar de ligging van het 2 mu-punt. Zijn van een grond de percentages aan koolzure kalk, aan fractie < 2 mu en fracties > 2 mu bekend, dan kan met behulp van de grafiek de koolzure-kalkklasse van het monster worden vastgesteld.

TABEL 5. Indeling in koolzure-kalkklassen

Term	*% $CaCO_3$ bij een lutumgehalte van*	
	0%	*100%*
kalkrijk	> 2½	> 5
kalkhoudend	2½–½	5–1
kalkarm en kalkloos	< ½	< 1

FIG. 33. *Indeling en benaming van koolzure-kalkklassen naar de ligging van het 2 mu punt. Samengesteld naar gegevens van: Haarlemmermeer, Bloembollenstreek, Dollard, Biesbosch, Zuidhollandse droogmakerijen, Duinzanden, Walcheren, IJ-polders, Kraayert-polders, Zeeland, Noordholland en Tieierwaard.*



Voor het verloop van het koolzure kalkgehalte in het profiel zijn de volgende benamingen toegepast.

TABEL 6. Indeling naar het verloop van het koolzure-kalkgehalte in het profiel

Term	*bovengrond*	*kalkgrens*	*ondergrond*
kalkrijk en kalkhoudend	kalkrijk, kalkhoudend of kalkarm	afwezig of < 30 cm	kalkhoudend of kalkrijk
ondiep kalkarm	kalkarm	30 à 50 cm	kalkhoudend of kalkrijk
kalkarm	kalkarm of kalkloos	—	kalkarm of kalkloos

INDELING IN HUMUSKLASSEN

Bij de indeling in humusklassen is ook van het principe uitgegaan dat naarmate de grond een hoger lutumgehalte heeft, het humusgehalte hoger moet zijn om de grond in een bepaalde humusklasse te kunnen plaatsen.

TABEL 7. Indeling in humusklassen[1]

	% org. stof bij een lutumgehalte van het minerale deel van:			
Term	*0%*	*12%*	*35%*	*100%*
humusarm	0–2½	0–3	0–4	0–5
matig } humeus	2½–5	3–6	4–7	5–10
zeer } humeus	5–8	6–9	7–11	10–16
humusrijk	8–15	9–18	11–21	16–30
venig	15–23	18–26	21–33	30–45
zandig } veen	23–35	26–43	—	—
zandig-kleiig } veen	—	26–43	33–53	—
kleiig } veen	—	—	33–53	45–70
kleiarm } veen	35–100	43–100	53–100	70–100

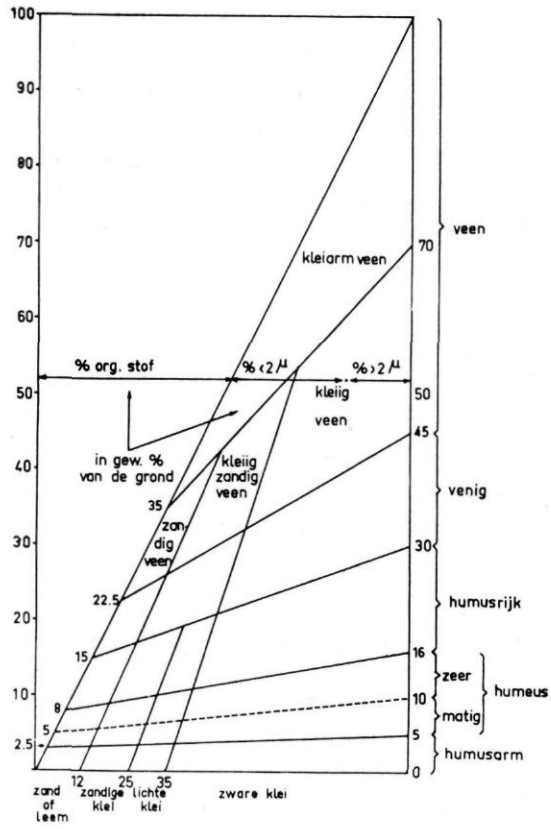
[1] De getallen in de 2e, 3e en 4e kolom, die gehalten aan organische stof aangeven, zijn soms afgerond (vergelijk fig. 34).

De tabel met humusklassen is afgeleid uit de grafiek, die de indeling en benaming weergeeft van de humusklassen naar de ligging van het 2 mu-punt (fig. 34). Met behulp van deze figuur kan men van een grond de humusklasse vaststellen, wanneer de gehalten aan organische stof, aan fractie < 2 mu en fracties > 2 mu bekend zijn.

DIKTE VAN DE HUMUSHOUDENDE BOVENGROND

De termen ondiep en diep slaan op de dikte van de humushoudende bovengrond. Met ondiep en diep worden in het algemeen humushoudende dekken bedoeld, die respectievelijk dunner en dikker zijn dan 30 cm.
Bij de Zeekleigronden zijn van elke kaarteenheid in de legenda de humusklasse en de dikte van de humushoudende

FIG. 34. *Indeling en benaming van humusklassen naar de ligging van het 2 mu punt.*



bovengrond (ondiep-diep) vermeld. De terpen, door menselijke bewoning tot grote diepte donker gekleurd (> 50 cm), zijn als toevoeging aangegeven.

De oude bouwlanden of esgronden hebben per definitie een zeer dikke humushoudende bovengrond (ca. 50 cm dik). Humushoudende bovengronden van oudere ontginningen (bij zandgronden en veenontginningsgronden) zijn als toevoeging j met een signatuur op de kaart aangegeven. Ontbreekt deze toevoeging, dan hebben we in de regel met een bovengrond te maken, die ondiep humushoudend is.

EIGENSCHAPPEN VAN DE ORGANISCHE STOF VAN DE BOVENGROND

Bij de onderverdeling van de Veengronden wordt de kwaliteit van de organische stof van de bovengrond betrokken. De kwaliteit van de organische stof kan onderscheiden worden in:

gunstig, neemt na verdroging gemakkelijk water op; *ongunstig*, neemt na verdroging moeilijk water op.

De kwaliteit van de organische stof bij veengronden wordt in hoge mate bepaald door de fysische rijping, verwering, enz. van het veen. Gaan deze processen namelijk in de richting van veraarding, dan ontstaat in de regel organische stof met gunstige eigenschappen. Treden in de bovengrond verturving en/of irreversibele verdroging op, dan vormt zich organische stof met ongunstige eigenschappen. In gronden met een te natte ligging, waarin het biologisch leven dus niet op gang kan komen, wordt eveneens gesproken van organische stof met ongunstige eigenschappen.

VOCHTHUISHOUDING

Bij de veenkoloniale gronden, de Zandgronden en de Leemgronden berust de onderverdeling op niveau III op de begrippen laag, middelhoog en hoog, al of niet met elkaar gecombineerd.
De kwalificatie laag, middelhoog en hoog is vrij betrekkelijk, aangezien hiermede steeds de hoogteligging ten opzichte van het grondwater is bedoeld. Lage gronden hebben in een groot deel van het jaar een hoge grondwaterstand (bijv. < 100 cm beneden maaiveld), of zijn lange tijd met water verzadigd. Deze gronden staan dus onder sterke invloed van water en zijn in de regel als zodanig dan ook ontwikkeld. De sterke grondwaterinvloed tijdens de profielvorming is aan bepaalde kenmerken in het profiel te herkennen, bijvoorbeeld aan gleyverschijnselen. Zijn lage gronden na hun vorming sterk ontwaterd, zodat de huidige grondwaterinvloed overeenkomt met die in middelhoge en hoge gronden, dan staan ze toch als laag op de kaart. De indeling laag, middelhoog, hoog geeft dus niet steeds het beeld weer van de werkelijke, actuele grondwaterstand.
De hoge gronden hebben een diepe grondwaterstand en de verzadiging met water van de bovenste 50 à 100 cm van het profiel komt, ten minste voor een tijdsduur van enige betekenis, niet voor. Deze gronden hebben zich zonder grondwaterinvloed ontwikkeld, wat blijkt uit bepaalde profielkenmerken. Dergelijke profielen worden als hangwaterprofielen gekenschetst, aangezien de plantenproduktie alleen kan profiteren van neerslagwater, dat in het bovenste deel van het profiel blijft „hangen".
De middelhoge gronden zijn ontwikkeld in een tussenpositie, d.w.z. met een tamelijk hoge grondwaterstand in de winter, waarbij het onderste deel van het profiel verzadigd is, en een ontbrekende grondwaterinvloed in de zomer. Dit beeld van de grondwaterhuishouding treft men ook nu nog aan, tenzij door ingrijpende maatregelen het grondwaterregime is gewijzigd.
Ten gevolge van de grillige opbouw van de meeste veenkoloniën en mede door de soms vrij grote verschillen in wijkpeilen zijn de middelhoge en hoge gronden van deze gebieden samengevoegd tot een associatie. Bij de Leemgronden en de geklassificeerde gronden van de Algemene Onderscheidingen zijn eveneens associaties gevormd, namelijk van laag en van middelhoog en hoog.

INDELING IN ZEER ARM EN ARM ZAND

De Zandgronden worden op niveau II onderscheiden naar de aard van het moedermateriaal. Een zeer belangrijk deel van de gronden in het pleistocene zandgebied bestaat uit zeer arm zand, namelijk vrijwel geheel uit kwarts. In andere provincies komen plaatselijk zanden voor, waarin het gehalte aan gemakkelijk verweerbare mineralen hoger is, waarbij de onderscheiding arm wordt gebruikt. Ze kunnen op het oog worden herkend door de bonte samenstelling van het zand.

Beschrijving van de kaarteenheden

Voor zover zij voorkomen op blad 1 van de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 200 000, binnen de provincie Groningen.

De verschillende gronden van de provincie Groningen worden volgens de indeling van de legenda behandeld. Bijlage 2 geeft een overzicht van de inpassing van deze gronden in de legenda. Het aantal kaarteenheden en toevoegingen bedraagt resp. 49 en 9. Van deze eenheden en groeperingen daarvan, wordt in bijl. 3 de oppervlakte, afgerond op 100 ha vermeld. De procenten hebben betrekking op het totale oppervlak van de provincie.
Aangezien in voorgaande hoofdstukken reeds een fysisch-geografische beschrijving van de provincie is gegeven, behoeft de Bodemkaart in dit opzicht hier geen nadere toelichting. In dit hoofdstuk worden de voornaamste kenmerken en eigenschappen van de gronden beschreven en van de belangrijkste horizonten de analysecijfers van het chemisch en fysisch onderzoek gegeven.
De kaarteenheden worden in de regel niet betiteld met de namen, zoals die op het Legendablad voorkomen. Deze moeten uit hoofde van de systematiek dikwijls lang en gecompliceerd zijn. De in de tekst gebruikte namen hebben meestal betrekking op de profielbouw, het landschap waarin ze voorkomen, en zijn — voor zover mogelijk — op de praktijk afgestemd.

I ZEEKLEIGRONDEN

Oppervlakte 122 700 ha.

Onderscheiden in: buitendijkse gronden/jonge zeekleigronden.

BUITENDIJKSE GRONDEN

Oppervlakte 9 000 ha.

Naar de hoogteligging ten opzichte van gemiddeld hoog en laag water, de aëratie, het kleigehalte en de dikte van het kleidek onderscheiden in:
Weinig of niet geaëreerde, lage zandplaatgronden; onbegroeid (eenheid 1; 2 400 ha)
Weinig of niet geaëreerde slikgronden; onbegroeid (eenheid 2; 4 000 ha)
Ondiep geaëreerde, hoge zandplaatgronden; niet begroeid (eenheid 3; 1 700 ha)
Ondiep geaëreerde kwelderkleigronden; kleidek dikker dan 80 cm (eenheid 4; 600 ha)
Ondiep geaëreerde kwelderklei-op-zandgronden; kleidek dunner dan 80 cm (eenheid 5; 300 ha).
De lage zandplaatgronden beslaan van het buitendijkse gebied de grootste oppervlakte, waarop respectievelijk de slik- en de hoge zandplaatgronden in oppervlakte volgen. De kwelderkleigronden nemen slechts zeer smalle stroken in langs de kust van de Dollard en Lauwers en verder langs de noordkust. Het landpunt van Reide is eveneens onder de kwelderkleigronden gerekend.

JONGE ZEEKLEIGRONDEN

Oppervlakte 113 700 ha.

Op basis van koolzure-kalkrijkdom, zwaarte, humusgehalte, dikte humushoudende dek en structuur van boven- en ondergrond zijn de kleigronden onder te verdelen. Als eerste onderverdeling kunnen de volgende groepen worden onderscheiden:

Kalkrijke klei- en zavelgronden, ondiep kalkarme klei- en zavelgronden, kalkarme klei- en zavelgronden, ondiep kalkarme tot kalkrijke klei- en zavelgronden en ondiep kalkarme tot kalkarme klei- en zavelgronden.

KALKRIJKE KLEI- EN ZAVELGRONDEN

Oppervlakte 28 400 ha.

Naar de zwaarte van de bovengrond onderverdeeld in:

Kalkrijke, lichte zavelgronden (< 25% afslibbaar) (eenheid 7; 7 100 ha)

Kalkrijke, zware zavel- en lichte kleigronden (25–50% afslibbaar) (eenheid 8; 13 600 ha)

Kalkrijke, zware kleigronden (> 50 % afslibbaar) (eenheid 9; 7 700 ha).

De eerste twee eenheden worden in hoofdzaak bij de jonge kweldergronden en in de jongste polders van Lauwers en Fivel aangetroffen. De lichte zavelgronden liggen veelal bij de nieuwe en de zware zavel- en lichte kleigronden bij de oude dijk. In een paar polders komen hierop uitzonderingen voor. De laatste eenheid beslaat vrijwel de totale oppervlakte van de jongste Dollardpolders.

De kalkrijke klei- en zavelgronden zijn tot in de bovengrond kalkrijk. Ze hebben, op enkele uitzonderingen na, een gunstige profielbouw, namelijk homogeen blijvend voor de zwaardere en aflopend voor de lichtere gronden (fig. 35). Deze profielbouw brengt met zich mee, dat bij een voldoende laag polderpeil het overtollig water snel genoeg via de drains kan worden afgevoerd. In verband met de detailontwatering kan hier gewezen worden op het feit, dat in vergelijking met de zware kleigronden de lichte zavelgronden over het algemeen intensiever gedraineerd moeten worden. Ten aanzien van de kalkrijke, zware kleigronden in het Dollardgebied is bekend, dat deze een zeer goede natuurlijke doorlatendheid bezitten. Deze doorlatendheid is beter naarmate de polder jonger is.

Om een indruk te krijgen van de verschillen in profielbouw wordt van een tweetal profielen beschrijvingen gegeven met bijbehorende analysegegevens.

Profielbeschrijving van een kalkrijke, lichte kleigrond

Ap	0–25	grijze tot donkergrijze, kalkhoudende lichte klei
C21g	25–60	lichtgrijze tot grijze, kalkrijke, zware zavel tot lichte klei; weinig of niet gelaagd; lichtbruine roestvlekken en vlekjes
C22g	60–120	lichtgrijze, kalkrijke, zware zavel tot lichte klei; iets gelaagd; lichtbruine tot oranjebruine roestvlekken en vlekjes.

Analysegegevens van enkele lagen in een kalkrijke, lichte kleigrond
(Profiel in Noordpolder, gem. Warffum; bouwland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*	*Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond*				
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–105*	*105–150*	*>150*			*Na^+*	*K^+*	*Mg^{2+}*	*Ca^{2+}*	*H^+*
0– 20	2,6	31	18	31	18	2	0,3	1,2	7,0	0,1	0,5	2,7	21,0	0,5
40– 60	1,0	27	14	31	26	1	0,1	7,3	7,2	0,2	0,3	1,5	15,6	0,4
80–100	1,0	30	17	32	17	0,5	0,3	9,9	7,3	0,2	0,4	2,5	17,4	0,5

FIG. 35. *Profiel van een kalkrijke zware zavelgrond op iets gelaagde kalkrijke lichte zavel (eenheid 8); Johannes Kerkhovenpolder.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R13–153)

Profielbeschrijving van een kalkrijke, zware kleigrond

Ap	0–18	donkergrijze, kalkrijke, zware klei
C21g	18–50	donkergrijze tot grijze, kalkrijke, zware klei; iets gelaagd; donkerbruine roest in grote en kleine vlekken
C22g	50–120	grijze, kalkrijke, zware klei; iets gelaagd tot gelaagd; donkerbruine en bruine roest in grote en kleine vlekken; vertikale scheuren en wortelgangen tot dieper dan 120 cm.

Analysegegevens van enkele lagen in een kalkrijke, zware kleigrond
(Profiel in Reiderwolderpolder II, gem. Beerta; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–53	53–90	90–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
20–40	2,6	37	26	30	7	0,3	0,2	9,5	7,2	0,3	0,6	1,5	22,6	0,7
60–80	2,0	44	31	20	4,5	0,3	0,2	10,3	7,3	0,4	0,7	2,7	23,0	0,7

ONDIEP KALKARME KLEI- EN ZAVELGRONDEN

Oppervlakte 47 300 ha.

Naar de zwaarte van de bovengrond en de dikte van het humushoudende dek onderscheiden in:
Ondiep kalkarme, lichte zavelgronden (eenheid 19; 11 400 ha)
Ondiep kalkarme, zware zavel- en lichte kleigronden (eenheid 20; 10 700 ha)
Ondiep kalkarme, zware kleigronden (eenheid 21; 19 900 ha)
Ondiep kalkarme, diep humeuze, zware kleigronden (eenheid 26; 5 300 ha)
De eerste drie onderscheidingen komen uitsluitend in het oude kwelderlandschap, de oude Hunzeboezem en de oudste polders van de voormalige jonge zeeboezems voor. De vierde eenheid bestaat uit woudgronden.
De bovengrond van deze gronden is kalkarm; de ondergrond daarentegen vanaf ca. 60 cm kalkhoudend tot kalkrijk. De lichtste gronden hebben een iets aflopende profielbouw; de zware zijn merendeels homogeen. De zwaardere profielen van het oude kwelderlandschap zijn vaak gelaagd en bevatten soms knikkige lagen. Plaatselijk komen ongunstige ondergronden voor (Eemsklei, „groene klei", enz.)
Over het algemeen is de doorlatendheid van de gronden hier minder dan van de overeenkomstige kalkrijke. De ontwatering loopt voor de diverse profielen nogal uiteen. In het Dollardgebied zijn de zware kleigronden goed gedraineerd en hebben daardoor een diepe ontwatering. In de andere boezems is het hiermede vaak minder gunstig gesteld. De kwelderbekkengronden leveren nogal eens moeilijkheden op ten aanzien van de ontwatering, die vooral worden veroorzaakt door de soms sterke gelaagdheid van de ondergrond en de topografisch lage ligging.
Hier volgen nog de beschrijvingen met de bijbehorende analyseresultaten van een drietal profielen.

Profielbeschrijving van een ondiep kalkarme, lichte zavelgrond

Ap	0–25	grijze tot donkergrijze, kalkarme, lichte zavel (slempig)
C1g	25–60	grijze tot grijsbruine, kalkarme, iets roestige (grotendeels gehomogeniseerd) zeer lichte zavel
C2g	60–120	grijze tot lichtgrijze, kalkhoudende tot kalkrijke, zeer lichte zavel; oranjebruine en lichtbruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een ondiep kalkarme, lichte zavelgrond (Profiel kwelderrug te Hornhuizen; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
0–25	2,0	8	6	24	51	10	1,5		5,1	0,1	0,1	0,7	6,3	2,0
30–50	0,8	8	5	27	50	10	1	0,1	5,7	0,1	0,1	0,8	5,5	0,6
70–90	0,2	8	3	22	60	6	0,3	4,3	7,4	0,2	0,1	0,6	4,8	0,1

Profielbeschrijving van een ondiep kalkarme, zware kleigrond

Ap	0–20	donkergrijze, kalkarme tot kalkhoudende, zware klei
C11g	20–43	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei; donkerbruine en bruine roestvlekken en vlekjes
C12g	43–51	donkergrijze, kalkarme zware klei; enkele donkerbruine roestvlekjes (vegetatiehorizont)
C13g	51–65	donkergrijze tot grijze, kalkarme, lichte tot zware klei; iets gelaagd tot gelaagd; donkerbruine roestvlekken
C2g	65–120	grijze, kalkrijke, zware zavel; gelaagd; bruine en lichtbruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een ondiep kalkarme, zware kleigrond (kwelderbekkengrond)
(Profiel kwelderbekkengrond te Zuurdijk; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
0–20	1,6	33	19	30	16	1	0,4	0,6	7,2	0,2	0,5	2,6	20,5	0,9
20–40	1,0	38	20	34	8	0,4	0,2	0,1	6,0	0,3	0,6	3,6	18,9	1,3
44–51	0,8	37	22	33	8	0,2	0,3	0,0	5,8	0,3	0,6	4,6	16,9	1,5
55–65	0,4	23	12	46	19	0,2	0,1	0,2	6,6	0,2	0,4	3,7	11,5	0,5
70–90	0,3	17	11	38	34	0,5	0,1	12,1	7,3	0,2	0,3	2,3	9,7	0,2

Profielbeschrijving van een ondiep kalkarme, diep humeuze, zware kleigrond (woudgrond)

A1p	0–17	donkergrijze tot zwarte, kalkarme, zware klei
A12g	17–27	donkergrijze tot zwarte, kalkarme, zware klei; donkerbruine roestvlekjes en stipjes
A13	27–38	zwarte, kalkarme, zware klei (vegetatiehorizont)
C11g	38–60	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei; donkerbruine roestvlekken
C12g	60–70	grijze, kalkarme zware klei; donkerbruine en bruine roestvlekken
C21g	70–85	grijze, kalkrijke, zware klei; iets gelaagd; bruine roestvlekken
C22g	85–120	lichtgrijze tot grijze, kalkrijke, lichte tot zware zavel; iets gelaagd tot gelaagd; lichtbruine en oranjebruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een ondiep kalkarme, diep humeuze, zware kleigrond (woudgrond)
(Profiel woudgrond te Zuidwolde; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
0–17	12,2	35	18	20	19	8	1		4,6	0,2	0,7	3,3	17,3	9,7
17–27	6,2	36	23	18	17	7	0,4		4,8	0,2	0,6	3,4	14,8	5,7
27–37	3,9	46	23	20	7	4	0,5		5,1	0,2	0,9	4,6	19,4	5,1
38–60	1,7	49	19	23	8	1,5	0,3		5,5	0,2	1,2	5,7	20,3	1,9
60–70	1,1	43	23	22	10	1,5	0,2	0,1	5,8	0,2	1,1	5,8	20,0	1,3
70–84	0,9	42	26	20	10	2,5	0,2	7,8	7,1	0,1	0,8	4,9	19,1	0,2
85–100	0,6	21	8	16	37	18	0,5	9,6	7,5	0,1	0,4	2,2	9,3	0,0

KALKARME KLEI- EN ZAVELGRONDEN

Oppervlakte 32 800 ha.

Naar de zwaarte van de bovengrond, de structuur van boven- en ondergrond en de dikte van de kleilaag onderscheiden in:

Kalkarme, zware zavel- en lichte kleigronden (eenheid 32; 3 400 ha)
Kalkarme, zware kleigronden (eenheid 33; 6 900 ha)
Knikkleigronden (eenheid 34; 100 ha)
Knikkleigronden met een dun dek van kalkarme, zware klei (verjongingsdek) (eenheid 37; 13 900 ha)
Knikkige klei-op-veengronden (kleidek 40 à 80 cm dik) (eenheid 38; 8 500 ha).

Alleen bij de kust langs de Eems en in de voormalige Lauwers komen zware zavel- en lichte kleigronden naast zware kleigronden voor (eerste twee eenheden). De knikkleigronden (eenheid 34) beslaan in de provincie Groningen een te verwaarlozen oppervlakte (ten zuidoosten van Baflo). Ten zuiden van het oude kwelderlandschap, voornamelijk op de overgang naar de klei-op-veengronden liggen de knikkleigronden met een verjongingsdek (eenheid 37). Een vrij grote oppervlakte van de klei-op-veengronden wordt door eenheid 38 ingenomen. Een groot gedeelte ervan sluit aan op eenheid 37.

Een algemeen kenmerk van deze groep is de kalkarmoede, zowel in boven als ondergrond. Alleen bij de eerste eenheid komen aflopende profielen voor. Eenheid 33 (fig. 36) bestaat in hoofdzaak uit homogene profielen, met plaatselijk zware ongunstige, veelal knikkige, kleilagen (Eemsklei) in de ondergrond. Over het algemeen is de ontwatering van de gronden binnen de kaarteenheden 32 en 33 vrij redelijk, plaatselijk echter onvoldoende. Wanneer het polderpeil op de juiste diepte kan worden ingesteld, is zelfs voor de minder gunstige profielen een voldoende drooglegging met behulp van een intensieve drainage mogelijk.

De knikkleigronden (eenheden 34 en 37) zijn zwaar tot zeer zwaar met een zeer slechte structuur. Ze zijn slecht doorlatend, waardoor ze in het voorjaar lang nat en koud blijven. In natte perioden worden ze spoedig drassig en in droge tijden kan de vegetatie niet van het grondwater profiteren.

Het kleidek van de knikkige klei-op-veengronden (fig. 37) komt in eigenschappen veel overeen met die van de knikkleigronden. Bij de meeste van deze gronden is de ontwatering niet diep ingesteld. Alleen bij de gronden om het Dollardgebied en in de Woldstreek (rodoorn- en rodoornige gronden) zijn de in bouwland gelegen percelen dieper ontwaterd.

Van een viertal profielen volgen hier nog de beschrijvingen met de bijbehorende analysegegevens.

FIG. 36. *Profiel van een kalkarme zware kleigrond; in de ondergrond met knikkige eigenschappen (eenheid 33), Heveskes.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 14101)

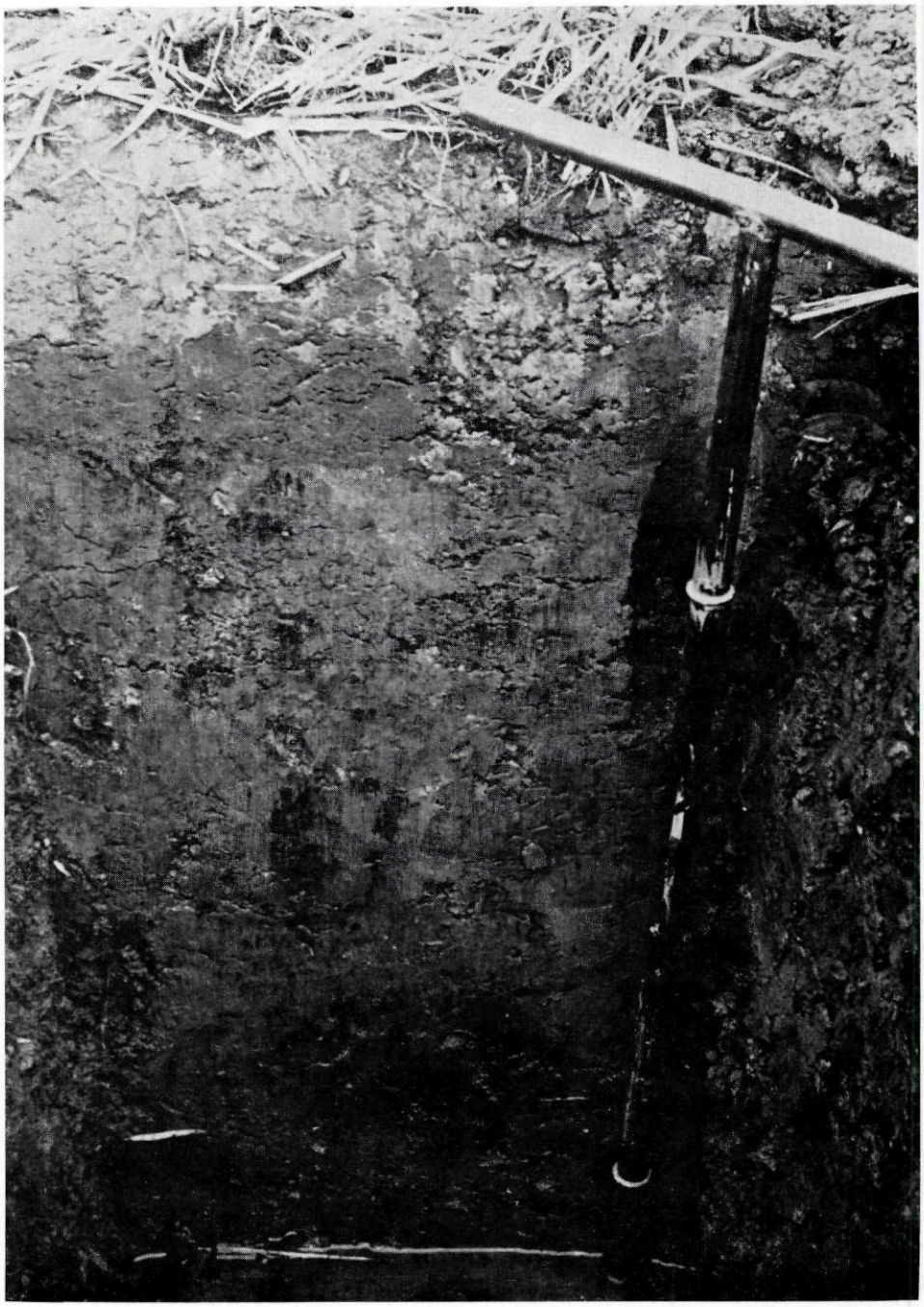


FIG. 37. *Profiel van een knikkige klei-op-veengrond (eenheid 38); Faan, zuidelijk Westerkwartier. (Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R13–146)*

Profielbeschrijving van een kalkarme, zware zavel- tot lichte kleigrond

Ap	0–20	grijze tot donkergrijze, kalkarme, zware zavel tot lichte klei (iets slempig)
A11g	20–65	grijze tot grijsbruine, kalkarme, zware zavel tot lichte klei; bruine roestvlekken
A12g	65–120	grijze tot donkergrijze, kalkarme, zeer zware klei (knikkig); donkerbruine roestvlekken en vlekjes.

Analysegegevens van enkele lagen in een kalkarme, zware zavel- tot lichte kleigrond (Profiel te Heveskes; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
5–20	1,7	22	12	32	32	1	0,3	0,3	7,2	0,1	0,3	1,1	15,7	0,5
35–48	1,1	22	12	36	29	1	0,3	0,3	6,5	0,1	0,3	2,3	12,0	0,6
75–90	1,5	60	26	13	0,5	0	0	0,1	6,2	0,3	1,0	9,4	23,3	1,3

Profielbeschrijving van een kalkarme, zware kleigrond

A1g	0–35	donkergrijze, kalkarme, zware klei (0–5 cm zode); puinresten; bruine roestvlekjes
C11g	35–60	grijze tot donkergrijze, kalkarme, zware klei; puinresten; bruine en donkerbruine roestvlekken
C12	60–65	donkergrijze tot zwarte, kalkarme, zware klei (vegetatie-horizont)
C13g	65–95	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware tot zeer zware klei; bruine en donkerbruine roestvlekken
C14	95–100	donkergrijze tot zwarte, kalkarme, zware tot zeer zware klei (vegetatie-horizont)
C15g	100–120	donkergrijze, kalkarme, zware tot zeer zware klei; donkerbruine en bruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een kalkarme, zware kleigrond (Profiel te Appingedam; grasland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
5–35	2,2	35	24	32	9	0,5	0,2	0,1	5,4	1,0	0,9	4,9	11,6	3,2
35–55	1,1	38	24	33	4,5	0,2	0,1	0,0	5,6	1,6	1,3	8,6	11,9	2,0
65–90	0,8	42	32	19	7	0,2	0,2	0,3	6,4	1,8	1,6	5,5	10,9	0,9

Profielbeschrijving van een verjongde knikkleigrond

A1g	0–25	donkergrijze, kalkarme, zware klei (0–5 cm zode; vanaf 15 cm bruine roestvlekken)
C11g	25–35	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei; puinresten; bruine roestvlekken
C12	35–45	donkergrijze, zwarte, kalkarme, zware klei (vegetatiehorizont; echter plaatselijk)
C13g	45–70	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei (knik); bruine tot groenbruine roestvlekken
C14g	70–120	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei (knikkig); iets gelaagd; bruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een knikkleigrond met een kalkarm zwaar kleidek (Profiel verjongde knikgrond te Ten Post; grasland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–53	53–90	90–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
5–20	3,2	36	28	29	7	0,5	0,5	0,0	5,7	0,4	0,9	2,7	21,0	2,8
35–45	1,1	43	26	26	5	0,3	0,2	0,1	5,8	0,7	1,1	5,2	18,6	1,4
45–70	0,7	39	26	27	7	1	0,5	0,1	5,8	0,7	1,0	7,0	14,9	1,1

Profielbeschrijving van een knikkige klei-op-veengrond

A1g 0–20 donkergrijze, kalkarme, zware klei; donkerbruine roestvlekjes tot in de zode (0–5 cm)
C11g 20–45 donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware tot zeer zware klei (knikkig); bruine en donkerbruine roestvlekken op breukvlakken
C12g 45–65 grijze, kalkarme, zeer zware klei (knikkig); bruine en donkerbruine roestvlekken
D 65–120 oligotroof veen overgaand in eutroof veen.

Analysegegevens van enkele lagen in een knikkige klei-op-veengrond (Profiel knikkige klei-op-veengrond te Faan (Zuidhorn); grasland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
20–30	4,9	45	27	23	3	1	1,5	0,0	5,2	0,3	0,5	5,6	23,8	5,0
45–60	3,7	54	28	17	1	0,2	0,3	0,0	5,2	0,4	0,7	7,3	25,4	4,2
65–75	89,9	25	22	31	8	2,5	11	0,0	5,1	0,9	0,2	13,2	75,5	35,2

ONDIEP KALKARME TOT KALKRIJKE KLEI- EN ZAVELGRONDEN

Oppervlakte 500 ha.

Tot deze groep behoort slechts één kaarteenheid die uit bodemprofielen met sterk wisselende opbouw bestaat. Ze kunnen omschreven worden als lage, ondiep kalkarme, plaatselijk kalkrijke, lichte zavel- tot zware kleigronden. Ze komen in hoofdzaak in het noorwestelijke gedeelte van het oude kwelderlandschap voor als laagten, die opgevat kunnen worden als overblijfselen van oude geulen of kreken.

ONDIEP KALKARME TOT KALKARME KLEI- EN ZAVELGRONDEN

Oppervlakte 4 700 ha.

Naar de zwaarte van de bovengrond, kalkrijkdom en diepte, waarop het profiel kalkrijk wordt, onderscheiden in:
Ondiep kalkarme tot kalkarme (kalkhoudende), zware zavelgronden (eenheid 44; 400 ha).
Ondiep kalkarme tot kalkarme, zware kleigronden (eenheid 45; 4 300 ha)

Eenheid 44 komt in de oude Hunzeboezem voor (verjongde, oude zeeboezemgronden) en eenheid 45 als verjongde woudgronden, ten westen, ten oosten en ten noorden van de Stad en plaatselijk als verjongde, oude kwelderbekkengronden.
De eerste eenheid bestaat uit gronden, die een gunstige profielbouw hebben, namelijk iets aflopend, en over het algemeen goed doorlatend zijn. Op wisselende diepte wordt het profiel kalkhoudend tot kalkrijk; plaatselijk is de bovengrond matig kalkhoudend. Niettegenstaande hun slempgevoeligheid, staan ze landbouwkundig vrij hoog aangeschreven.
De verjongde woud- en kwelderbekkengronden hebben een aanmerkelijk minder gunstige profielbouw. Ze bevatten vaak minder goed doorlatende, veelal knikkige horizonten binnen een diepte van 80 cm. De ondergrond is gelaagd en meestal kalkrijk. Over het algemeen is de ontwatering onvoldoende. Er wordt grasland op aangetroffen, plaatselijk ook bouwland.

Profielbeschrijving van een ondiep kalkarme, zware kleigrond (verjongde woudgrond)

Ap	0–20	donkergrijze, kalkarme, zware klei
C11g	20–30	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei; donkerbruine roestvlekken en vlekjes
C12	30–40	donkergrijze tot zwarte, kalkarme, zware tot zeer zware klei (vegetatie-horizont)
C13g	40–75	donkergrijze tot grijze, kalkarme, zware klei; donkerbruine en bruine roestvlekken
C2g	75–120	grijze tot lichtgrijze, kalkrijke, lichte klei; iets gelaagd; lichtbruine en bruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een ondiep kalkarme tot kalkarme zware kleigrond (verjongde woudgrond)
(Profiel verjongde woudgrond te St. Annen; bouwland)

diepte	% *humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						% $CaCO_3$	*pH (KCl)*	*Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond*				
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–105*	*105–150*	*>150*			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
0–20	3,3	35	24	31	9	4,5	0,5	0,3	7,2	0,1	0,5	1,9	23,9	0,6
30–40	2,9	48	27	23	1,5	0,1	0,0	0,1	6,6	0,2	0,8	3,1	26,1	1,5
40–60	0,1	42	27	28	2	0,1	0,1	0,1	6,2	0,1	0,8	3,9	22,0	0,9
80–90	0,7	28	16	32	24	0,3	0,1	10,0	7,1	0,2	0,5	2,1	1,5	0,1

II VEENGRONDEN

Oppervlakte 66 600 ha.

Onderscheiden in: veengronden/veenontginningsgronden.

VEENGRONDEN

Oppervlakte 18 700 ha.

Hiertoe behoren de in hoofdzaak in het overgangsgebied gelegen laagveengronden en een vrijwel te verwaarlozen oppervlakte onvergraven hoogveen.
Naar veensoort, dikte en aard van het al of niet aanwezige kleidek zijn de laagveengronden onderscheiden in:
Slibhoudende veengronden (eenheid 80; 2 500 ha)

Kleiïge veengronden (eenheden 81, 82 en 84; resp. 6 600, 600 en 500 ha)
Humeuze (venige) tot humusarme klei-op-veengronden (eenheid 86; 8 200 ha)
Complex van al of niet verlande trekgaten (gedeeltelijk ontgonnen) (eenheid 87; 200 ha)
Onvergraven hoogveen (eenheid 88; 100 ha)
Om het Dollardgebied en in de Woldstreek komen de eenheden 80, 81 en 86 in vrij grote oppervlakten voor. In het Gorecht treft men in hoofdzaak de eenheden 80, 82 en 84 aan en in het zuidelijk Westerkwartier eenheid 86. Eenheid 87 neemt een kleine oppervlakte in en komt vrijwel alleen in het zuidelijk Westerkwartier voor. Ook eenheid 88 wordt in het zuidelijk Westerkwartier aangetroffen.
De gronden van bovengenoemde eenheden liggen zowel topografisch als hydrologisch laag. In bepaalde streken komen ze 's winters nog wel eens onder water. In het Oldambt en in de Woldstreek worden de veengronden veelal gekenmerkt door een diepere ontwatering. Als gevolg hiervan zijn ze in de bovengrond rodoornig.

Profielbeschrijving van een slibhoudende tot kleiïge veengrond

A1g	0–13	donkergrijze, humeuze, kalkarme klei; donkerbruine roestvlekjes tot in de zode (0–5 cm)
C1g	13–23	donkergrijze, humeuze, kalkarme klei; donkerbruine en bruine roestvlekken en vlekjes
D11	23–45	zwart, oligotroof veen; bovenin iets ingedroogd
D12	45–120	donkerbruin tot bruin, eutroof veen; onderin slap.

Analysegegevens van enkele lagen in een slibhoudende tot kleiïge veengrond
(Profiel slibhoudende tot kleiïge veengrond te Meeden; grasland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)
		<2	2–16	16–50	50–110	110–150	>150		
2–13	23,8	36	24	9	9,5	9	11,5	0,0	5,2
13–23	19,1	45	27	10	6,5	5	6,5	0,0	5,0

Profielbeschrijving van een zware rodoorngrond

Ap	0–15	bruine tot roodbruine, kalkarme, zware klei; korrelige structuur
C11g	15–30	bruine tot roodbruine, kalkarme, zware klei (knikkig); donkerbruine tot roodbruine roest op breukvlakken
C12	30–45	roodbruine, kalkarme, humeuze klei; korrelige structuur
D11	45–80	roodbruine tot rode, moerasijzererts; korrelig
D12	80–120	zwart, oligotroof veen (structuurloos); plaatselijk korrelig.

Analysegegevens van enkele lagen in een zware rodoorngrond
(Profiel zware rodoorngrond te Meeden; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	Kationenbezetting in m.eq. per 100 g grond				
		<2	2–16	16–53	53–90	90–150	>150			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	H^+
0–15	11,4	30	20	26	6	9	9	0,2	5,4	1,2	0,4	1,8	26,2	8,0
15–30	5,8	37	28	27	2,5	3,5	3	0,1	4,6	0,6	0,2	2,1	22,7	8,5

VEENONTGINNINGSGRONDEN

Oppervlakte 47 900 ha.

Vooral naar de wijze van ontginning, hoogteligging en veensoort onderscheiden in: laagveenontginningsgronden/ hoogveenontginningsgronden.

LAAGVEENONTGINNINGSGRONDEN

Oppervlakte 600 ha.

Deze worden onderscheiden naar de aard en kwaliteit van de bovengrond en dikte en aard van de veenlaag of de laag, die uit venig materiaal bestaat:

Drooggemalen meren met veenbodem en restveengronden op zand (eenheid 92; 400 ha).

Bezande en bekleide veengronden (ontgonnen gronden van petgaten e.d.) (eenheid 93; 200 ha).

De drooggemalen meertjes komen in noordoostelijk Groningen voor. De totale oppervlakte hiervan is klein. De restveengronden op zand worden alleen in het zuidelijk Westerkwartier aangetroffen, evenals de bezande en bekleide veengronden. Ook de laatste gronden nemen betrekkelijk kleine oppervlakten in.

Alhoewel de gronden van eenheid 92 laag gelegen en vaak nat zijn, is de bovengrond veelal toch iets ingedroogd. De drooggemaakte petgaten, die op moderne wijze zijn ontgonnen, zijn veelal van een goede ontwatering voorzien.

HOOGVEENONTGINNINGSGRONDEN

Oppervlakte 47 300 ha.

Naar hoogteligging, wijze van ontginning, aard en dikte van het humushoudende dek, aard en dikte van het veen enz. onderscheiden in:

Lage zwartveenontginningsveen- en zandgronden (eenheid 94; 10 800 ha).

Lage, oudere veenkoloniale veen- en zandgronden (eenheid 95; 12 400 ha).

(Lage) jongere veenkoloniale veengronden (eenheid 96; 1 800 ha).

Middelhoge en hoge zwartveenontginningszand- en veengronden (eenheid 97; 9 900 ha).

Middelhoge en hoge, oudere veenkoloniale zand- en veengronden (eenheid 98; 10 500 ha).

(Middelhoge- en hoge) jongere veenkoloniale zand- en veengronden (eenheid 99; 1 900 ha).

De eenheden 94 en 97 komen in de randgebieden voor van de voormalige hoogveencomplexen, plaatselijk langs beken en op de overgang naar de klei-op-veengronden, de eenheden 95 en 98 in de oude- en middeloude veenkoloniën en de eenheden 98 en 99 in de jonge veenkoloniën.

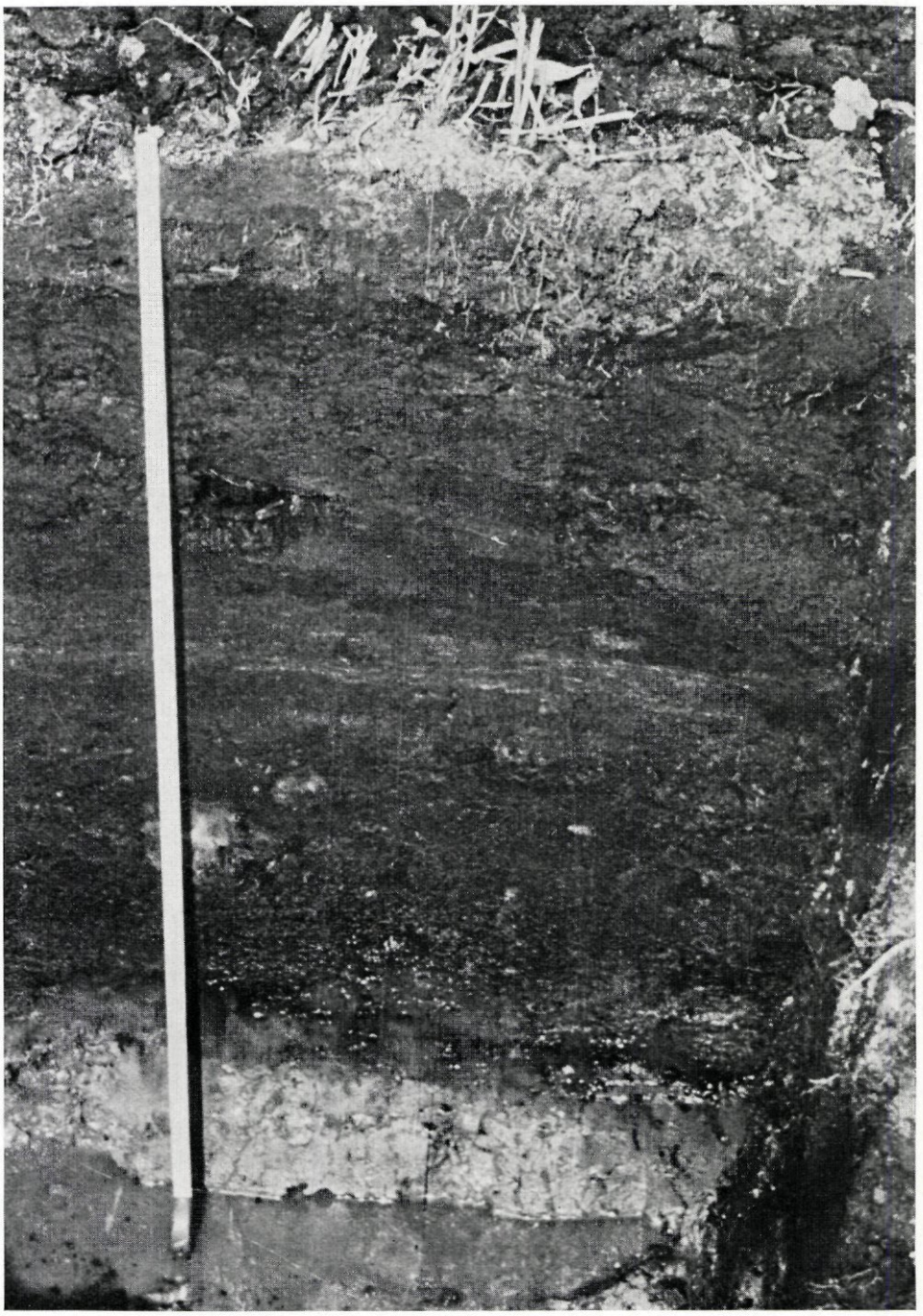
De meeste eenheden bestaan uit gronden, die in profielbouw grote verschillen kunnen vertonen. Zo bestaan de eenheden 94 en 95 in hoofdzaak uit veen- en zandgronden (fig. 38). Deze liggen in een complex, waarin over het algemeen de veengronden overwegen.

Ook de eenheden 97 en 98 bestaan uit complexen. Hierin overwegen echter de zandgronden. Bovendien zijn de laatste eenheden nog uit associaties opgebouwd van middelhoge en hoge gronden. Eenheid 99 bestaat eveneens uit zand- en veengronden, die echter een aanmerkelijk minder complexe ligging hebben. Voor deze eenheid is ook de associatie middelhoog en hoog minder van toepassing.

De eenheden 94 en 95 hebben een lage ligging. De laagst gelegen gronden zijn zelfs te nat. Eenheid 96 ligt ten opzichte van het grondwater aanmerkelijk gunstiger. De hoogst gelegen delen van de eenheden 97 en 98 hebben een te diepe grondwaterstand. Ze bestaan uit profielen met spalterige veenlagen, oerbanken, enz.. De profielen van eenheid 96 zijn het gunstigst, vanwege de bolsterlaag, die er nog in voldoende hoeveelheid aanwezig is.

De meeste veenkoloniale gronden zijn stuifgevoelig, vooral die met een schrale bouwvoor. Ze komen vooral bij de hoger gelegen gronden voor van eenheid 98. De bouwvoor van een groot percentage van de tot eenheid 94 behorende gronden heeft, vanwege de voormalige organische bemestingen, gunstige eigenschappen verkregen en is daardoor minder stuifgevoelig. De jonge veenkoloniale gronden hebben vaak een nog weinig gehomogeniseerde bouwvoor.

FIG. 38. *Profiel van een lage, oudere veenkoloniale veengrond (eenheid 95); Wildervank.*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 7729)



Profielbeschrijving van een hoge tot middelhoge zwartveenontginningszandgrond (bouwtegrond)

Aanp	0–22	donkergrijs tot zwart, humusrijk zand
C	22–32	zwart, spalterig tot korrelig veen; ingedroogd
D11	32–44	grijs, humusarm zand (loodzand) (A2)
D12	44–52	donkerbruin, verkit zand; plaatselijk lichter gekleurde vlekken (B21)
D13	52–58	donkerbruin tot roodbruin, verkit zand; plaatselijk lichter gekleurde vlekken (B22)
D14	58–62	geelbruin, humusarm zand; plaatselijk donkerder gekleurde vlekjes (B31)
D15	62–74	vaalbruin, humusarm zand; plaatselijk met lichter en donkerder gekleurde vlekjes (B32)
D16	74–97	vaalbruin tot geelgrijs, humusarm zand; min of meer gelaagd; plaatselijk bruine fibertjes (C11)
D17	97–100	bruin-donkerbruin, iets lemig zand; plaatselijk houtskoolresten en grover zand (laag van Usselo) (C12)
D18	100–120	geelgrijs, humusarm zand; gelaagd, lemiger laagjes, iets donkerder van kleur (C13).

Analysegegevens van enkele lagen in een hoge tot middelhoge bouwtegrond (Profiel bouwtegrond te Scheemda; bouwland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–90*	*90–150*	*>150*		
0–22	19,4	4	5,5	10	30	21	30	0,0	4,4
32–44	2,2	1,5	2	0	10	49	37	0,0	3,5
44–52	4,7	2	0,5	1	9	47	41	0,0	3,4
52–58	2,2	1,5	1	0	6	36	55	0,0	3,7
74–97	0,4	2,5	0,5	0	4,5	44	48	0,0	4,5
100–120	0,3	2,5	0,5	0	13	51	33	0,0	4,5

Profielbeschrijving van een hoge, oudere, veenkoloniale zandgrond

Aanp	0–12	donkergrijs, humeus zand
A2	12–20	grijs, humusarm zand (loodzand); plaatselijk grijsbruin zand
B21	20–27	donkerbruin, verkit zand
B22	27–40	donkerbruin tot roodbruin, verkit zand; plaatselijk donkerbruin fibertje
B31	40–50	roodbruin tot lichtbruin, iets verkit zand; plaatselijk roodbruine fibertjes
B32	50–65	lichtbruin tot geelbruin, iets verkit zand; roodbruine fibertjes
C	65–120	geel tot geelgrijs, humusarm, niet verkit zand.

Analysegegevens van enkele lagen in een hoge, oudere, veenkoloniale zandgrond (Profiel hoge, oudere, veenkoloniale zandgrond te Kalkwijk (Hoogezand); bouwland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–90*	*90–150*	*>150*		
0–12	4,7	2,5	2,5	6	15	45	30	0,0	4,6
20–27	4,4	3	5	4	18	44	26	0,0	4,3
27–40	2,8	1	2,5	8	18	46	24	0,0	4,1
65–85	0,8	1,5	0,4	10	26	41	22	0,0	4,3

Profielbeschrijving van een lage, oudere, veenkoloniale veengrond

Aanp	0–18	donkergrijs tot zwart, humeus tot humusrijk zand
C11	18–45	zwart, gelaagd, oligotroof veen (spalterveen)
C12	45–50	zwart glimmende gliede
C13(D)	50–70	donkerbruin, „kazig" veen
D	70–120	geelgrijs tot grijs, humusarm zand.

Analysegegevens van enkele lagen in een lage, oudere, veenkoloniale veengrond (Profiel lage, oudere, veenkoloniale veengrond te Borgercompagnie; bouwland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–90*	*90–150*	*>150*		
0–18	11,3	4	1,5	8	32	30	25	0,0	4,5
18–45	78,8	1	0	33	24	20	23	0,1	3,6
45–50	49,8	0,5	0,4	36	35	17	12	0,0	3,3
50–70	6,5	2	1	11	47	22	17	0,0	3,6
70–100	1,7	1,5	1,5	8	33	24	32	0,0	4,1

III ZANDGRONDEN

Oppervlakte 36 500 ha.

Onderscheiden in: zandgronden/associaties van zand-, leem-, rivierklei- en veengronden.

ZANDGRONDEN

Oppervlakte 30 700 ha.

Deze gronden zijn kalkarm. Naar hoogteligging, humusgehalte, dikte van het humushoudende dek, rijkdom van het zand, fijnzandigheid, podzolisatie enz. onderscheiden in:
Lage, gepodzoliseerde, fijnzandige zandgronden (eenheid 101; 5 800 ha).
Lage, lemige en zandige zandgleygronden (eenheid 102; 1 000 ha).
(Lage), sterk lemige en lemige zandgleygronden op keileem (eenheid 103; 900 ha).
Middelhoge, sterk lemige, fijnzandige oude bouwlandgronden (esgronden) (eenheid 106; 200 ha).
Middelhoge, gepodzoliseerde, fijnzandige zandgronden (eenheid 109; 14 200 ha).
(Middelhoge), gepodzoliseerde, sterk lemige en lemige zandgronden op keileem (eenheid 111; 400 ha).
Hoge en (middelhoge), fijnzandige, oude bouwlandgronden (esgronden) (eenheid 114; 1 300 ha).
Hoge, gepodzoliseerde, fijnzandige zandgronden (eenheid 118; 8 900 ha).
Kaarteenheid 101 bestaat uit laag gelegen gronden, die in Westerwolde, het Gorecht en in het zuidelijk Westerkwartier worden gevonden. Ook eenheid 102 bestaat uit laag gelegen profielen, die in hoofdzaak in het zuidelijk Westerkwartier en Westerwolde worden aangetroffen. De keileemruggen van het Schiereiland van Winschoten en een klein gedeelte van de uitloper van de Hondsrug bestaan in hoofdzaak uit gronden, die tot eenheid 103 behoren (fig. 39). De hoger gelegen zandgronden van Westerwolde, het zuidelijk Westerkwartier, het Schiereiland van Winschoten, de uitloper van de Hondsrug en de afzonderlijke zandruggen van Hoogezand naar Siddeburen zijn tot de eenheden 109 en 114 gerekend. Eenheid 111 komt op de rug van Noordhorn en Zuidhorn en verder nog op de uitloper van de

FIG. 39. *Profiel van een lemige zandgleygrond op keileem (met insluitsels van zand en potklei), eenheid 103, Groningen.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 11926)

Hondsrug voor. De esgronden van Westerwolde en op de uitloper van de Hondsrug behoren resp. tot de kaarteenheden 114 en 106.
Alle zandgronden bestaan uit arm zand. Plaatselijk is het zand rijker. Veelal bevinden er zich dan andere afzettingen in de ondergrond, zoals bijvoorbeeld keileem of potklei. De meeste profielen zijn zwak lemig (<7,5% <50 mu). Plaatselijke afwijkingen komen voor. Deze worden het meest bij de lager gelegen gronden en bij de gronden, met keileem en potklei in de ondergrond aangetroffen. De meeste zandgronden zijn gepodzoliseerd, tenzij ze te laag liggen of een te ondiepe keileem- of potkleiondergrond hebben.
Een algemeen kenmerk van de lage zandgronden is de „lage ligging" ten opzichte van het grondwater. De eenheden 101 en 102 liggen bovendien ook topografisch laag. In profielbouw kunnen ze echter sterk variëren. Het humusgehalte van de bovengrond loopt uiteén, maar is vrijwel altijd hoger dan dat van de hoger gelegen grond. Ook de gronden met een jong ontginningsdek hebben vaak nog een vrij hoog humusgehalte. De gepodzoliseerde gronden (humuspodzol of humusijzerpodzol) bevatten in de regel een harde B-horizont (oerbank), die bij jonge ontginningen veelal gebroken is. De meestal iets lemiger zandgleygronden zijn doorgaans roestig met in de richting van beekdalen, veengronden enz. een venige bovengrond. In het zuidelijk Westerkwartier komt bij deze gronden nogal eens keileem en/of potklei in de ondergrond voor.
De middelhoge en hoge zandgronden hebben een humusarme tot humeuze bouwvoor. Het humusgehalte en de dikte van het humushoudende dek variëren en hangen in hoge mate af van de ouderdom van de ontginning. De esgronden (106 en 114) hebben een humushoudend dek van 40 à 50 cm dik. Jonge ontginningsdekken zijn dun, humusarm en vaak stuifgevoelig. De meeste profielen zijn gepodzoliseerd (humuspodzol) en bevatten vaak harde B-horizonten. Ook hier zijn zij bij jonge ontginningen veelal gebroken. Vooral de hoge zandgronden hebben een diepe grondwaterstand.

Profielbeschrijving van een lage, zandige zandgleygrond

A1	0–30	donkergrijs, humeus zand; roestspikkels in de zode (0–5 cm)
C11g	30–50	grijs, humusarm zand; lichtbruine roestvlekken
C12g	50–80	grijs tot donkergrijs, humusarm tot humeus zand; bruine roestvlekken; plaatselijk iets leemhoudender lensjes
C13g	80–120	donkergrijs, humeus tot humusrijk zand; plaatselijk bruine tot donkerbruine roestvlekjes; enkele leemhoudende lenzen (iets donkerder van kleur); kryoturbatie.

Analysegegevens van enkele lagen in een lage, zandige zandgleygrond
(Profiel lage, zandige zandgleygrond te Midwolde (Gem. Leek); grasland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–105*	*105–150*	*>150*		
10–20	5,9	7	4	10	29	20	29	0,0	4,1
35–45	0,3	3	2	7	40	20	28	0,0	4,3
60–70	1,0	7	5	27	33	12	16	0,0	4,4
100–120	10,1	8	9	29	29	15	11	0,0	4,6

Profielbeschrijving van een lemige zandgleygrond op keileem

Ap	0–20	donkergrijs tot grijsbruin, humeus, lemig zand

C11g 20–90 grijze tot bruingrijze, humusarme, zandige leem tot leem; oranjebruine tot lichtbruine roest in aders en nesten; op ca. 70 cm grofzandige laag (kryoturbatie)

C12g 90–120 donkergrijze, humusarme, zware leem; overgangslaag naar potklei; donkerbruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een lemige zandgleygrond op keileem (Profiel lemige zandgleygrond op keileem te Aekamp (gem. Midwolda); bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)
		<2	2–16	16–50	50–110	110–150	>150		
0–15	5,7	18	8	9,5	26	17	21,5	0,0	4,8
25–50	1,4	48	16	5,5	14	8	8,5	0,0	3,9
100–120	1,6	62	14	6,5	14	3,5	0	0,0	4,2

Profielbeschrijving van een hoge, fijnzandige oude bouwlandgrond

Aanp 0–20 donkergrijs tot zwart, humeus tot humusrijk zand

Aan2 20–40 donkergrijs, humeus zand

A2 40–55 grijs, humusarm zand (loodzand); plaatselijk niet aanwezig

B2 55–75 donkerbruin, verkit zand

BC 75–85 bruin tot lichtbruin, niet verkit zand; plaatselijk dunne of bruine fibertjes, iets verkit

C 85–120 geelgrijs, niet verkit zand: plaatselijk dunne, bruine fibertjes; iets verkit.

Analysegegevens van enkele lagen in een hoge, fijnzandige, oude bouwlandgrond (Profiel esgrond te Vlagtwedde; bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150		
0–20	6,7	3	4	9	22	28	35	0,0	4,7
50–70	3,7	0,4	3	1	14	31	50	0,0	4,2
85–120	0,8	1,5	1,5	1,5	18	33	45	0,0	4,4

Profielbeschrijving van een hoge, gepodzoliseerde fijnzandige zandgrond

Ap 0–20 donkergrijs, humeus zand; plaatselijk variërende van 15–25 cm grijs, humusarm loodzand (A2)

B2 20–35 donkerbruin, matig verkit zand

BC 35–45 lichtbruin, niet verkit zand; plaatselijk spikkels

C11 45–90 geel tot geelgrijs, humusarm, niet verkit zand

C12 90–100 geelgrijs tot grijs zand; plaatselijk met uitstulpingen (Allerød)

C13 100–115 geelgrijs, humusarm zand

C14 115–120 grijs tot donkergrijs, humusarm zand.

Analysegegevens van enkele lagen in een hoge, gepodzoliseerde, fijnzandige zandgrond (Profiel te Hooge Traan (Gem. Leek); bouwland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)
		<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150		
5–15	2,6	2,5	2	3,5	12	26	55	0,0	4,2
25–35	1,5	3	1,5	2	11	27	56	0,0	4,2
45–55	0,6	2	1	2,5	7	23	65	0,0	4,4
90–100	0,2	0,5	3	0,1	15	29	53	0,0	4,6
115–120	0,4	1	2,5	12	30	16	41	0,0	4,5

ASSOCIATIES VAN ZAND-, LEEM-, RIVIERKLEI- EN VEENGRONDEN

Oppervlakte 5 800 ha

Deze gronden zijn eveneens kalkarm en worden in Groningen als de laagst gelegen gronden in de beekdalen van de zandgebieden Westerwolde en het zuidelijk Westerkwartier aangetroffen. Er worden twee eenheden onderscheiden, beide behorende tot de zogenaamde beekdalgronden (eenheden 132 en 133; resp. 300 en 5 500 ha). De profielbouw varieert zeer sterk. Op zeer korte afstand komen vaak wisselingen voor van zand- en veengronden (broekveen) met alle mogelijke overgangsvormen, zoals zandprofielen met venige lagen en venige profielen met zandige lagen. Alle beekdalgronden hebben een zeer humusrijke tot venige bovengrond. Veelal is het zand in het profiel lemig of bevat leemlagen. Sterk roestige profielen, gepaard gaand met een hoog ijzergehalte, komen veel voor.
's Winters komen de beekdalgronden nog wel eens onder water.

Profielbeschrijving van een beekdalgrond, namelijk een zandige zandgleygrond

Alg	0–20	donkergrijs tot zwart, humusrijk zand; bruine roestspikkels en concreties tot in de zode (0–5 cm)
C11	20–45	donkergrijs tot zwart, humeus, ijzerhoudend zand, afgewisseld met roodbruine, verkitte, ijzerhoudende laagjes
C12	45–70	grijs tot zwart, humeus, ijzerhoudend zand, afgewisseld met rode tot roodbruine, sterk verkitte, ijzerhoudende laagjes (vrij dik)
C13g	70–110	zwart, humeus tot humusrijk zand; enkele roestadertjes
C14	110–120	grijs, humusarm zand (gereduceerd).

Analysegegevens van enkele lagen in een beekdalgrond (zandige zandgleygrond) (Profiel beekdalgrond te Wedde; grasland)

diepte	% humus	In % van minerale delen in 0,001 mm						% $CaCO_3$	pH (KCl)	% Fe_2O_3
		<2	2–16	16–50	50–90	90–150	>150			
7–20	14,7	3,5	3	10	19	35	30	0,0	6,0	
20–45	2,7	6	2,5	7	16	50	18	0,0	6,2	7,96
45–70	4,2	11	2	9	25	45	9	0,0	6,4	13,66
70–110	11,0	7	2	14	24	46	7	0,0	5,7	

IV LEEMGRONDEN

Oppervlakte 100 ha.

Het Meedhuizermeer (oostelijk Groningen) met zijn zandbodem, plaatselijk keileem, wordt gerangschikt onder: Associaties van leem-, zand- en oude kleigronden en wel onder kaarteenheid 147 (oppervlakte 100 ha). Het meer heeft een goede ontwatering.

V ALGEMENE ONDERSCHEIDINGEN

Oppervlakte 4 000 ha.

Onderverdeeld in: geklassificeerde gronden / niet geklassificeerde gronden.

GEKLASSIFICEERDE GRONDEN

De verdere onderverdeling vindt plaats naar kalkrijkdom, humusgehalte, dikte van het humushoudende dek, zwaarte enz.. In Groningen kunnen twee kaarteenheden worden onderscheiden:
Overslaggronden (kalkarme zandige klei, max. 60 cm dik op zware klei; eenheid 152; 400 ha).
Gebroken gronden (slibhoudend tot kleïig zand op zand) (eenheid 153; 2 500 ha).
De totale oppervlakte, die eenheid 152 inneemt, is klein en komt alleen in het Dollardgebied voor. De gebroken gronden liggen vooral op de overgang van klei naar het Pleistoceen, nl. bij zandkoppen. De totale oppervlakte van de laatste gronden is groter.
Zowel de overslagen als de gebroken gronden, hebben een hard opdrogende bovengrond (betonstructuur), vanwege het vrij hoge gehalte aan „grof" pleistoceen zand.

Profielbeschrijving van een slibhoudende tot kleïige zandgrond

Ap	0–25	donkergrijze, humeuze, kalkarme, zandhoudende klei
C11	25–40	donkergrijze tot grijze, humeuze, kalkarme, zandhoudende klei
C12	40–70	grijs, humusarm, kalkarm zand (dekzand)
C13g	70–120	grijs tot bruingrijs, humusarm, kalkarm zand (dekzand); lichtbruine roestvlekken.

Analysegegevens van enkele lagen in een slibhoudende tot kleïige zandgrond
(Profiel slibhoudende tot kleïige zandgrond te Westerlee (Scheemda); bouwland)

diepte	*% humus*	*In % van minerale delen in 0,001 mm*						*% $CaCO_3$*	*pH (KCl)*
		<2	*2–16*	*16–50*	*50–110*	*110–150*	*>150*		
0–25	7,4	16	6,5	5	35	22	15,5	0,0	5,5
25–40	6,0	14	4,5	4,5	44	22	11	0,0	5,1
40–60	1,0	3	1	2,5	60	27	6,5	0,0	4,6

NIET GEKLASSIFICEERDE GRONDEN

Hieronder zijn gerangschikt: afgetichelde kleigronden (eenheid 156; 1 100 ha)/bebouwde kommen, enz.

AFGETICHELDE KLEIGRONDEN

Deze worden vooral in het knikkleigebied en in de oudste polders van het Dollardgebied aangetroffen. De afgegraven gronden (60 à 90 cm diep afgegraven) wisselen sterk in profielbouw. In de regel bestaan ze uit kalkarme, plaatselijk kalkrijke, zavel en klei. Ten gevolge van de lage ligging komen ze 's winters nogal eens onder water.

BEBOUWDE KOMMEN, ENZ.

Hiermede worden die gronden bedoeld, die voor burgerlijke doeleinden in gebruik zijn. Hieronder vallen de aaneengesloten bebouwingen en uitbreidingen van dorpen en gemeenten met inbegrip van parken, sportterreinen, enz.

VI TOEVOEGINGEN

Voor de provincie Groningen onderscheiden we de volgende toevoegingen:

d. Oude bewoningsgronden (terpen, wierden)
f. Verstoorde gronden
g. Rodoornige bovengrond
j. Humushoudende bovengrond van oude ontginningen
q. Zware, storende klei (Eemsklei enz.) beginnend tussen 80 en 120 cm
s. Keileem plaatselijk met potklei binnen 125 cm
t. Potklei binnen 125 cm
u. Veen of veenslik binnen 120 cm
v. Gronden, die als rug tussen andere gronden liggen

d. Oude bewoningsgronden (terpen, wierden)
De terpen liggen vooral op het oude kwelderlandschap, verder in het knikkleigebied en in aangrenzende gebieden. Ze bestaan, ten gevolge van menselijke bewoning, uit diep donkergekleurde, fosfaatrijke gronden. Het profiel is uit kalkarme zavel en klei opgebouwd. Hier en daar zijn terpen of gedeelten ervan afgegraven. De terpaarde werd voor bemesting aangewend.
f. Verstoorde gronden
Over het algemeen zijn dit gronden, die door de mens verstoord zijn, maar waarvan het oorspronkelijke profiel nog bekend is. Plaatselijk is deze onderscheiding in het zuidelijk Westerkwartier toegepast.
g. Rodoornige bovengrond
De gronden met een rodoornige bovengrond worden vooral in het overgangsgebied om het Dollardgebied en in de Woldstreek bij bepaalde klei-op-veengronden aangetroffen. Deze zijn hierboven reeds besproken.
j. Humushoudende bovengrond van oude ontginningen
In vergelijking met de jongere ontginningen hebben de oudere een humusrijkere en dikkere bovengrond. In Groningen varieert de humushoudende bovengrond van oude ontginningen van 20 tot 40 cm in dikte. Deze bovengronden komen bij verschillende zandgronden voor, verder bij bepaalde hoogveenontginningsgronden (bouwtegronden) en op de overgang hiervan bij een enkele laagveengrond (Woldstreek). Een en ander kwam in het voorgaande reeds ter sprake.
q. Zware, storende klei (Eemsklei enz.) beginnend tussen 80 en 120 cm
Zware klei in de ondergrond, tussen 80 en 120 cm, kan bij die profielen worden onderscheiden waarbij in de ondergrond zware Eemsklei, oude zware kwelderklei („groene klei") enz. wordt aangetroffen. Vooral in oostelijk Groningen is deze onderscheiding van belang.
s. Keileem, plaatselijk met potklei binnen 125 cm
Het onderscheiden van keileem en/of potklei in de ondergrond dieper dan 125 cm is bodemkundig en landbouw-

kundig eveneens belangrijk. Deze onderscheiding komt bij een aantal profielen voor, die op of nabij keileemopduikingen zijn gelegen, zoals op het Schiereiland van Winschoten, op de uitloper van de Hondsrug en in het zuidelijk Westerkwartier.

t. Potklei binnen 125 cm

Deze onderscheiding is toegepast in het zuidelijk Westerkwartier, waar bij enkele zandgronden zuivere potklei in de ondergrond werd aangetroffen.

u. Veen en veenslik binnen 120 cm

Ten noordoosten van de stad Groningen wordt onder het kleidek van de verjongde woudgronden (eenheid 45) veenslik en veen aangetroffen. Hiervoor is de onderscheiding u gebruikt.

v. Gronden, die als rug tussen ander gronden liggen

Met deze onderscheiding wordt o.a. de hogere ligging van de kwelderruggronden, die onder de eenheden 19 en 20 zijn gerangschikt, aangegeven en tevens afgegrensd van die gronden, welke eveneens tot de eenheden 19 en 20 behoren.

Verkaveling en bodemgebruik

Het produktievermogen van de grond werd — vooral vroeger — behalve door zijn profielbouw mede bepaald door de ontwateringstoestand en de natuurlijke rijkdom aan plantenvoedende stoffen. De wijze, waarop het eerste gebruik van de grond plaatsvond, hangt hiermee dan ook zeer nauw samen. De verbeterde ontwatering en de komst van kunstmest hebben in de regel geleid tot meer ontginningen en tot scheuring van graslandpercelen. Vanzelfsprekend hebben ook andere factoren hierbij een rol gespeeld.
Aangezien de ontginning en verkaveling in nauw verband staan met het bodemgebruik en de ontwikkeling hiervan, zullen we eerst een kort overzicht geven van de in Groningen voorkomende verkavelingen. Daarna zal de ontwikkeling van het bodemgebruik iets uitvoeriger worden behandeld.

I VERKAVELING

We kunnen in Groningen volgens Hofstee en Vlam (1952) de volgende vormen van verkaveling onderscheiden:
1. blokverkaveling
2. strokenverkaveling zonder bewoning
3. strokenverkaveling met bewoning
4. modern rationele verkaveling.

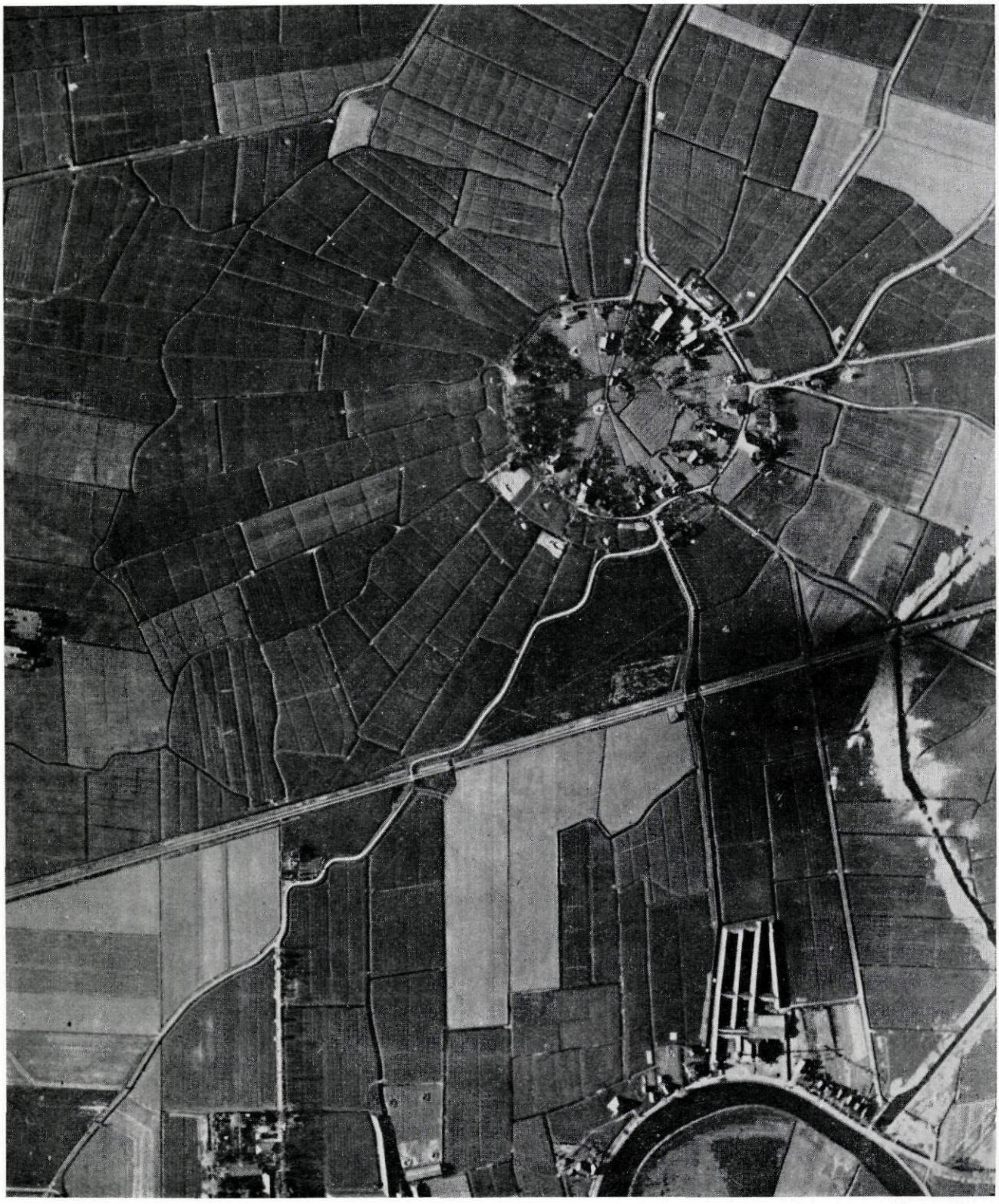
BLOKVERKAVELING

Een blokverkaveling of „Blockflur" wordt gekenmerkt door een aaneenschakeling van onregelmatige percelen (fig. 40). Het blok is namelijk het produkt van een verdeling van de grond zonder bewuste opzet (Hofstee; 1937). Er was aanvankelijk nog geen schaarste aan land. De geschiktste stukken werden toen het eerst uitgezocht, waarna van lieverlede de minder vruchtbare delen aan de beurt kwamen. Waarschijnlijk heeft dit systeem van verkavelen plaatsgevonden tot omstreeks het jaar 1000, misschien iets langer. Bij de eerste gebruikneming moeten de boerderijen temidden van hun landerijen gelegen hebben. Onder invloed van overstromingen heeft de bewoning zich teruggetrokken op terpen en naar men mag aannemen, heeft men in tussenliggende regressies zich min of meer weer over het land verspreid.
Het grootste gedeelte van het kleigebied wordt door een blokverkaveling ingenomen. De jonge kweldergronden, de zeeboezemgronden en de overgangsgronden van klei naar veen worden door een andere verkaveling gekenmerkt.

STROKENVERKAVELING ZONDER BEWONING

In de zandgebieden van Westerwolde en het Gorecht onderscheidden Hofstee en Vlam (1952) een strokenverkaveling zonder bewoning op de kavels. Deze komt zowel bij de es- als bij de markegronden voor.
Het grondpatroon van de verkaveling van de essen wordt veelal gevormd door een aantal vrij regelmatige blokken, die de indruk maken later door ontginning van de tussenliggende, onregelmatige en geervormige percelen aan elkaar

FIG. 40. *Verkavelingstype (blokverkaveling) van een Gronings terpdorp; Biesum.*
(Opname van de Geallieerde Luchtmacht, Luchtfoto-Archief Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.)
24 april 1945; archief nr. 111-III-7; schaal ca. 1 : 8 000



te zijn gebreid. Uit de strookvormige percelering, waaruit ieder blok bestaat, blijkt dat de afzonderlijke blokken collectief zijn ontgonnen en daarna onder de belanghebbenden zijn verdeeld. De essen zijn reeds van vroeg-middeleeuwse ouderdom. In de oorspronkelijke strokenverkaveling van de essen zijn later ten gevolge van erfdelingen wijzigingen ontstaan.
De naast de essen voorkomende marken bleven aanvankelijk grotendeels onontgonnen, alhoewel ze in het toenmalige agrarische systeem een onmisbare rol vervulden. Voor zover deze gronden verdeeld waren, is hier echter het oude verkavelingspatroon niet gefixeerd gebleven, maar werd ten gevolge van de veranderde verhoudingen, vooral op maatschappelijk gebied, nieuw ontwikkeld (Hofstee en Vlam, 1952).

STROKENVERKAVELING MET BEWONING

Strokenverkaveling met bewoning op de kavels komt in Groningen in die streken voor, waar het recht van opstrek heeft gegolden en werd toegepast (fig. 41). Men vindt deze verkaveling vooral in het overgangsgebied van klei naar veen en zand en aangrenzende delen. Verder wordt in de jonge polders ten noorden van de blokverkaveling van het Hogeland eveneens een strokenverkaveling aangetroffen.
Na de Karolingische tijd was de bevolkingsdichtheid op de klei toegenomen. Mede ten gevolge van de Middeleeuwse overstromingen ontstond toen min of meer een schaarste aan grond. Bovendien viel op technisch gebied vooruitgang te constateren, aangezien men zich tegen het water kon verdedigen door middel van bedijking en bekading. In Groningen kan de aanvang van de kolonisatie en ontginning van de zgn. Wolden omstreeks het jaar 1000 of kort daarna worden gesteld. De verkaveling ging meestal uit van de bewoonde zandruggen. Zowel in de woeste zand- en veengronden als in de kleiaanwassen kon ieder bedrijf zijn zwetsloten doortrekken volgens het recht van opstrek. Kwamen nieuwe inpolderingen buiten het „opstrekkingsgebied" van de bestaande bedrijven te liggen, dan ontstonden in de regel nieuwe vestigingen aan dijken en kaden. De strokenverkaveling in de jonge kweldergronden gaat uit van de aan de oude dijk gelegen maar tot het oude kwelderlandschap behorende boerderijen.

MODERN RATIONELE VERKAVELING

Deze verkaveling treffen we in de veenkoloniën en in de allerjongste polders aan. Dit systeem, waarbij aan de verdeling van de grond een zekere rationaliteit ten grondslag ligt, dateert van omstreeks de zeventiende eeuw en daarna. Er doen zich in het grondpatroon, dat uit een rechthoek bestaat echter nog allerlei variaties voor. Deze hielden en houden vaak ook nu nog verband met waterstaatkundige omstandigheden, de stand van de techniek en het bodemgebruik, die te zamen de lengte en breedte van de percelen bepaalden, of bepalen (in verband met veel of weinig sloten). De wijze waarop de verturving enz. in de veenkoloniën heeft plaatsgevonden is vooral van invloed geweest op de verkaveling en de grootte en vorm van de „plaatsen". In de oude veenkoloniën zijn deze niet altijd even gunstig. De meest economisch verantwoorde kavelmaten zijn van betrekkelijk recente datum.

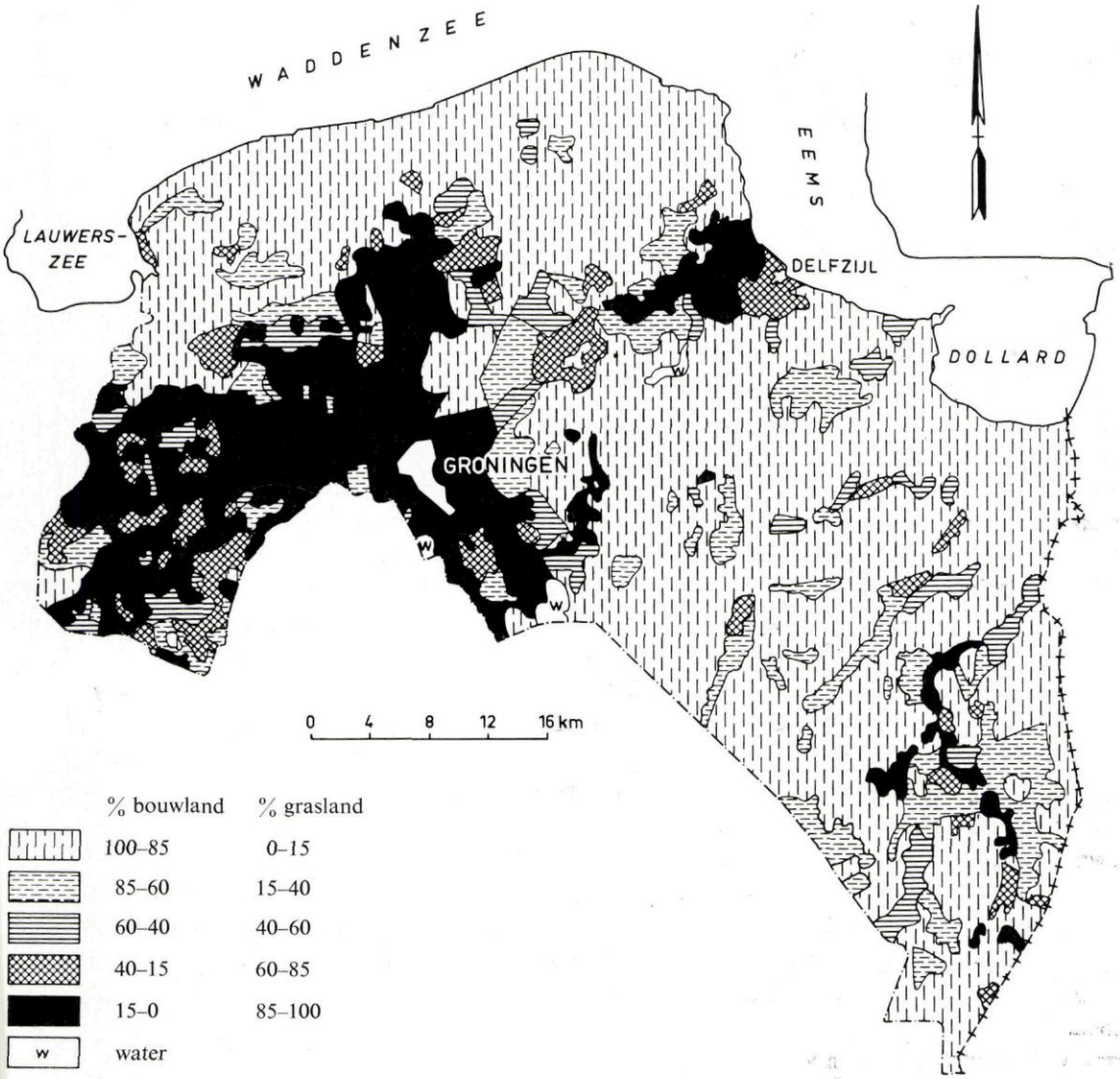
II BODEMGEBRUIK

In de provincie Groningen vindt men overwegend akkerbouw. Deze komt behalve op de allerbeste gronden ook voor op minder geschikte gronden en zelfs vaak op gronden, waarop elders in Nederland gras ligt. Hier en daar treft men op het Hogeland enige tuinbouw aan. Een belangrijk centrum vormt Hoogezand-Sappemeer met in hoofdzaak glastuinbouw op veenkoloniale grond.
Fig. 42 geeft globaal de verhouding bouwland-grasland weer. Om en bij de Stad op knikgronden, laaggelegen klei-op-veen en veengronden en verder vooral in het zuidelijk Westerkwartier komt zeer veel grasland voor. Een aanmerkelijk kleiner graslandgebied ligt bij Appingedam en ten noorden van Delfzijl op knik- en knikovergangsgronden. De rest van de provincie bestaat, op enkele uitzonderingen na, voor meer dan driekwart uit bouwland.
Het grote percentage aan bouwland is van betrekkelijk recente datum en dateert pas van na het midden van de vorige

FIG. 41. *Strokenverkaveling met bewoning; opstrekkende heerden bij Bellingwolde.*

(Opname KLM AEROCARTO N.V., Archief Topografische Dienst, Delft)

FIG. 42. *Verhouding bouwland-grasland in de provincie Groningen, naar Bon en Vrijhof (1958).*



eeuw. Vanaf die tijd werd vooral op de klei groenland gescheurd. Zelfs in het overgangsgebied werden toen klei-op-veengronden in bouwland gelegd. Door de komst van de kunstmest werden in zandgebieden veel woeste gronden ontgonnen. Het afgraven van veen en het ontginnen van de afgeveende terreinen vonden reeds veel vroeger plaats. Veelal werden de veenontginningsgronden in bouwland gelegd maar uit oude gegevens blijkt, dat naast bouwland toch ook nog vrij veel grasland voorkwam. In het kort zal een globaal overzicht van het bodemgebruik en de ontwikkeling hiervan worden gegeven.

HET KLEIGEBIED

Van het kleigebied liggen de gronden van het jonge- en oude kwelderlandschap, het jonge- en oude zeeboezemlandschap in hoofdzaak in bouwland. Ook een groot gedeelte van het woudgebied is in bouwland gelegen. De brakke boezemgronden in het Lauwersgebied worden gekenmerkt door het voorkomen van meer grasland dan bouwland; in het Klei-Oldambt echter door aanmerkelijk meer bouwland dan grasland. Op de knikkleigronden komt vrijwel uitsluitend grasland voor. Alleen op de gronden met een vrij dik verjongingsdek (ca. 40 cm) treft men nog wel bouwland aan.

De voorkeur van de Groningse boer voor akkerbouw blijkt dus wel duidelijk uit het voorkomen van bouwland op gronden, die er nauwelijks voor geschikt zijn, namelijk de verjongde knikgronden. Deze zijn zeer matig produktief, maar zijn ongetwijfeld van iets betere kwaliteit dan de Friese knipgrond. Behalve de genoemde voorkeur houdt het vele bouwland ongetwijfeld ook verband met de ontwikkeling van de landbouwindustrie in Groningen. De vervaardiging van karton uit stro deed de graanbouw toenemen. De praktijk had bovendien geleerd, dat de zware, kalkarme kleigronden nog vrij goed geschikt zijn voor de teelt van granen.

Voor het midden van de vorige eeuw kwam op grote delen van het kleigebied aanmerkelijk meer grasland voor dan tegenwoordig. Op de minder vruchtbare en vaak slecht ontwaterde gronden werd vrijwel uitsluitend grasland aangetroffen. Het groenland werd, voor zover het zich daartoe leende, nu en dan eens gescheurd en bracht een paar jaar lang een akkerbouwgewas op (meestal een graangewas). De vruchtbaarheidstoestand van deze percelen moest met behulp van stalmest, braak en weer groenlegging op peil worden gehouden. De stalmest kwam in de regel op het bouwland terecht. Op de hoger liggende gronden, d.w.z. gronden met een betere ontwatering kwam veel meer bouwland voor. In de vorige eeuw werden de gronden van de nieuwe polders reeds meteen bebouwd en hebben nauwelijks een graslandperiode gekend. Het zijn polders, die van het begin af goed werden ontwaterd en vaak nu nog steeds worden gekenmerkt door een goede natuurlijke vruchtbaarheidstoestand.

De runderpest, die vooral in de achttiende eeuw en daarna Nederland teisterde is de voornaamste aanleiding geweest tot het scheuren van grasland. Ten gevolge van deze ziekte stierf in vele stallen bijna al het vee. Het vee werd schaars en de meeste boeren konden onmogelijk hun veestapel op peil houden. Het scheuren van grasland betekende een grondige wijziging van de agrarische structuur, die niet zonder moeilijkheden plaatsvond. Deze moeilijkheden lagen vooral op het gebied van de ontwatering, instandhouding van de vruchtbaarheidstoestand en bewerking, vooral van de kalkarme, zware kleigronden.

Een verlaging van het polderpeil werd in het begin verkregen met behulp van windmolens, later met stoomgemalen. Alleen de laatste gemalen waren in staat om de meeste percelen te vrijwaren tegen een te grote wateroverlast. De zucht en zuchtigheid van zware kleigronden, die verband hielden met het niet volledig gerijpt zijn van het profiel en welke vooral bekend waren in het Oldambt, konden bovendien na het toepassen van buizendrainage definitief worden verholpen.

In de vorige eeuw was de ontwatering in vergelijking met tegenwoordig, nog verre van ideaal. In die tijd werden er nog vrijwel geen waterafvoerende sloten en tochten gegraven. Aangezien verder nog geen drainage werd toegepast, legde men met behulp van greppels de akkers min of meer „rond", zodat een oppervlakte-afwatering kon plaatsvinden. Dit bracht vaak met zich mee, dat in de winter het water niet weg kon, met het gevolg, dat het laagst gelegen land — toen meestal nog groenland — onder water kwam te staan. De ronde ligging en oppervlakte-afwatering is zelfs tegenwoordig nog te constateren op percelen — alhoewel ze nu veelal gedraineerd zijn — van het oude kwelderlandschap.

Op het scheuren van groenland waren ongetwijfeld ook de bekleiïngen van grote invloed. Deze werden vooral in oostelijk Groningen toegepast en wel in die streken, waar kalkrijke en soms zeer kalkrijke zavel en klei op bereikbare diepte in de ondergrond werd aangetroffen. Behalve de zgn. „woelklei" werden ook klei van oude dijken en vers slib, buitendijks, o.a. van de Dollard, aangewend om de vruchtbaarheidstoestand van kalkarme kleigronden op peil te houden. Vaak werd ook grond van afgegraven terpen gebruikt. Door de komst van de kunstmest en kalkmeststoffen op het eind van de vorige eeuw en mede door de stijging van de arbeidslonen geraakte het bekleien steeds meer op de achtergrond. De meeste percelen werden van toen af met behulp van schuimaarde op peil gehouden.

De bodemvruchtbaarheid is nu een kwestie geworden van bemesting met kunstmest.
De grondbewerkingsmogelijkheden op zware kleigronden, bepaalden eveneens het al dan niet scheuren van grasland. Vooral kalkarme, zware kleigronden zijn moeilijk bewerkbaar, hebben een nauwe bewerkingsmarge en zijn in het voorjaar laat. Om het land in het voorjaar op tijd te kunnen inzaaien, vinden vooral in het Oldambt de voorjaarsbewerkingen en vaak ook de voorjaarsinzaai over een licht bevroren grond plaats. Hierdoor treedt geen structuurbederf op. De grond wordt zelfs al door een lichte bewerking „vroeger" en kan vlugger zaaiklaar worden gemaakt.
De verschillende verbeteringen, die in de vorige eeuw toepassing vonden, betekenden voor de meeste landbouwers grotere welvaart, vooral voor diegenen, die op minder goede gronden zaten. Diverse maatregelen maakten een ruimere gewassenkeuze mogelijk, leidden tot hogere opbrengsten, enz.. Van de Dollardpolders is bijvoorbeeld bekend, dat de eerste bekleïngen op de alleroudste inpolderingen opbrengsten gaven, die toen te vergelijken waren met die van de toenmalige jongste polders.
De tuinbouw op de klei is beperkt tot enkele kleine centra op het Hogeland. Op de kwelderruggronden kan men naast glastuinbouw ook enige vollegrondstuinbouw aantreffen. Op akkerbouwbedrijven komen plaatselijk enkele boomgaarden voor. Deze vindt men uitsluitend op de betere grond. Op het Hogeland worden in akkerbouwverband nog wel eens tuinbouwprodukten geteeld, zoals spruiten, bewaarkool, e.d..

HET OVERGANGSGEBIED VAN KLEI NAAR VEEN EN ZAND

In het oostelijke deel van Groningen ligt een groot gedeelte van het overgangsgebied in bouwland. In het Westerkwartier en om en bij de Stad ligt het grootste deel in gras. In het algemeen zijn de overgangsgronden in het Oldambt en de Woldstreek beter ontwaterd dan in de andere delen van de provincie.
Het scheuren van graslandpercelen op klei-op-veengronden vond eveneens plaats na het optreden van de runderpest. Ten gevolge van een diepere ontwatering zijn vrij veel van deze gronden rodoornig geworden (hoofdstuk 4). De uitgevoerde bekleïngen hebben uiteindelijk ook hier de doorslag gegeven om de gescheurde percelen blijvend in bouwland te houden. Ten slotte zijn de grondbewerkingen „over de vorst" hier eveneens noodzakelijk om de gronden in het voorjaar op tijd te kunnen inzaaien.
De aanvankelijke moeilijkheden met akkerbouw op rodoorns en rodoornige gronden waren vrij groot. Deze betroffen niet alleen de ontwatering, de gewassenkeuze, enz. maar ook de bemesting. In bepaalde gewassen deden zich nl. gebreksverschijnselen voor, die destijds door zware bekleïngen en tegenwoordig door voldoende schuimaardegiften en een evenwichtige bemesting konden worden verholpen.
De drooggemaakte meren in oostelijk Groningen hebben, vanwege de verschillen in de bodemgesteldheid, een wisselende kwaliteit voor akkerbouw, niettegenstaande een goede waterbeheersing. De ontgonnen petgaten in het zuidelijk Westerkwartier, die in grasland liggen, zijn eveneens van een goede waterbeheersing voorzien. Het zijn goede graslanden, alhoewel de zode gevoelig is voor vertrappen.
Plaatselijk komt op de overgangsgronden enige tuinbouw voor, waaronder zelfs glastuinbouw. Deze is overigens van weinig betekenis.

HET VEENKOLONIALE GEBIED

Het overgrote deel van de veenkoloniën is in gebruik als bouwland. Op de overgang naar klei-op-veengronden komt wat meer grasland voor en plaatselijk, waar de ontwatering wat minder goed is, uitsluitend grasland. Om en bij Hoogezand en Sappemeer wordt tuinbouw aangetroffen. De landbouw heeft zich overigens aangepast aan de plaatselijke landbouwindustrie, t.w. de strokarton- en de aardappelmeelindustie. De tuinbouw produceert in hoofdzaak voor de export naar Duitsland.
Aanvankelijk werd alleen op de randen van de voormalige hoogveencomplexen de boekweitbrandcultuur uitgeoefend. Na afgraving en ontginning van deze randen werd naast boekweit, haver en nadat de aardappel zijn intrede had gedaan, ook dit laatste gewas verbouwd. De gewassen, die nu — na de komst van de kunstmest — worden geteeld, bestaan uit aardappelen, rogge, haver, gerst en op de vruchtbaarste percelen ook tarwe en bieten. Ook op de gronden van de oudere en jongere veenkoloniën worden deze gewassen verbouwd. Aanvankelijk vormden op de oudste

veenkoloniale gronden rogge en haver de hoofdteelten. De veehouderij was toen nog belangrijk. Deze was noodzakelijk voor de levering van stalmest.
De fabrieksaardappel is uiteindelijk het gewas, dat de veenkoloniën heeft groot gebracht. Deze teelt verkreeg namelijk uitbreiding met de opkomst van de aardappelmeelfabrieken rond 1840. De sterkste uitbreiding vond plaats na de intrede van de kunstmest. De teelt besloeg tot voor kort tot ruim de helft van de oppervlakte bouwland. Na de totstandkoming van de wet op de aardappelmoeheid is het areaal teruggelopen tot 30% van de oppervlakte. De teelt van suikerbieten is hiervoor min of meer in de plaats getreden, waarvan de opbrengsten en het suikergehalte redelijk zijn. Het niet rendabel kunnen maken van de koppen en verder de vereisten, die voor het welslagen van de teelt noodzakelijk zijn, zoals een neutraal-alkalisch reagerende bodem, een dikkere bouwvoor, enz. staan uitbreiding ervan nog in de weg.
De veenkoloniale gronden worden zeer goed bemest. Ze zijn ook zeer dankbaar, voor stalmest en compost met name de schrale koppen. De onkruidbestrijding is zeer lastig, vooral op lage natte percelen.
De tuinbouw in de veenkoloniën is vrijwel geheel geconcentreerd in Sappemeer en Hoogezand. Boomkwekerijen en de teelt van rozenzaailingen komen voor bij Veendam, Pekela's en Winschoten. Gezien de oppervlakte zijn deze laatste teelten van minder betekenis.
Op het laatst van de vorige eeuw ontstonden de eerste tuinbouwbedrijven, die zich vooral toelegden op de teelt van enkele vollegrondsgewassen, bestemd voor conservenfabrieken in Duitsland. In het begin van de twintigste eeuw werd de teelt onder glas geïntroduceerd; teelten meestal bestemd voor directe consumptie. In de jaren twintig heeft de tuinbouw zich sterk uitgebreid. De hoofdteelten zijn op het ogenblik komkommer en tomaten onder glas en sla, bloemkool en spitskool in de open grond, maar in de winter en in het voorjaar vervroegd onder glas. Verder komt nog de pronkbonenteelt voor en ten slotte worden ook nog druiven- en bloemkassen aangetroffen. De tuinbouw is vooral gericht op export.
De grond in de oude veenkoloniën is zonder meer niet geschikt voor de teelt van tuinbouwgewassen. In veel kassen wordt gewerkt met kleigraszoden, gemengd met stalmest, welke later weer op de volle grond worden uitgespreid. In het algemeen worden zeer hoge stalmestgiften aangewend. Alle tuinbouwgronden vallen dan ook op door hun dikke bovengrond, die een rulle, kruimelige structuur bezit. De meeste tuinbouwgronden vindt men op de lager gelegen profielen, evenwel met een gunstige grondwaterstand.

HET ZANDGEBIED

De geschiedenis van de ontginning en het bodemgebruik hangt in de twee voornaamste zandgebieden (Westerwolde en zuidelijk Westerkwartier) zeer nauw samen met hun waterstaatkundige toestand. De ontwatering in Westerwolde is op het ogenblik zodanig, dat op de meeste percelen bouwland voorkomt. Het veenkoloniale bedrijf is echter mede van invloed geweest op de ontwikkeling van het Westerwoldse bedrijf in de richting van akkerbouw.
In Westerwolde wijzen de vele esnamen op het voorkomen van gronden, die als de oudste cultuurgronden van de provincie kunnen worden beschouwd. Vooral na de verbeterde ontwatering en de komst van de kunstmest konden ook de lager gelegen zandgronden langzamerhand worden ontgonnen, waarna ten slotte de laag gelegen heide- en veengronden aan de beurt kwamen. Aanvankelijk leidden de eerste ontginningen soms tot nog grotere wateroverlast, aangezien het sterk bufferend vermogen, vooral van de aangesneden venen sterk werd verminderd. In die tijd heeft men toen op verschillende plaatsen de zgn. veen- en leidijken aangelegd om het water van „anderen" te weren. De grootste verbetering op waterhuishoudkundig gebied ontstond in het begin van deze eeuw toen het Mussel A- en het Ruiten A-kanaal werden gegraven. Ten slotte noemen we nog het pas uitgevoerde waterbeheersingsplan door het Waterschap Westerwolde.
Op het ogenblik liggen in Westerwolde alleen de gronden van de beekdalen in gras, waarvan die met een venige zode gemakkelijk zijn te vertrappen. De lage zandgronden buiten de beekdalen liggen in hoofdzaak in bouwland, dus evenals de middelhoge en hoge zandgronden en esgronden. Hier en daar zijn enkele gedeelten van de hoger liggende gronden bebost.
In het algemeen worden in Westerwolde de normale zandgewassen verbouwd, zoals rogge, haver en aardappelen

met op de betere percelen gerst, zomertarwe, bieten en een enkel zaadgewas. Het produktiefst zijn de middelhoge zandgronden, alhoewel ze in zeer droge zomers van droogte te lijden hebben. Het meest droogtegevoelig zijn de hoge zand- en esgronden. De lage gronden hebben nog weleens last van waterschade, uitwinteren van wintergewassen, enz.. Alle gronden van Westerwolde moeten zwaar worden bemest.
In het zuidelijk Westerkwartier had men vroeger eveneens in erge mate met het water te kampen. Nog geen 50 jaar geleden stonden de lage delen van het najaar tot laat in het voorjaar onder water. De ontginning, die ook hier grotendeels samenging met de verbeterde waterhuishouding, is dus betrekkelijk jong.
Het in cultuur brengen van de gronden vond vanuit de bewoonde zandruggen plaats. In tegenstelling tot Westerwolde komen hier op de zandruggen geen essen voor. Dit wijst ongetwijfeld op een latere bewoning van het gebied. Opvallend voor het zuidelijk Westerkwartier is echter de houtbegroeiing langs perceelsscheidingen (sloten). Deze begroeiing wordt het meest op de hoge en middelhoge gronden aangetroffen. De hoge- en middelhoge zandgronden met een armelijke begroeiing, zoals bij Trimunt, Opeinde, enz. tegen de Friese grens, in de omgeving van Bremen enz. blijken jonge en zelfs zeer jonge ontginningen te zijn.
Aanvankelijk heeft men in het zuidelijk Westerkwartier evenals in Westerwolde door bedijking en aanleg van leidijken het opperwater van anderen kunnen weren, waardoor het plaatselijk mogelijk werd om lager gelegen delen te ontginnen. Uiteindelijk heeft men ook hier door het graven van nieuwe afvoerkanalen, zoals de Doezumertocht, de Grotegastertocht en het Wolddiep de ontwatering van het gebied aanmerkelijk kunnen verbeteren, waarna de ontginning en de ingebruikneming van de grond op veel groter schaal konden plaatsvinden.
Het overgrote deel van het zuidelijk Westerkwartier bestaat uit grasland. Alleen op de hoge ruggen en koppen komt het meest bouwland voor. Ook op de middelhoge zandgronden wordt bouwland aangetroffen, echter in mindere mate. Opmerkelijk is voorts, dat rond Grootegast, waar zich de keileem zeer ondiep beneden maaiveld bevindt, vrij veel percelen in bouwland zijn gelegen.
De gewassen, die op de bouwlanden worden verbouwd, bestaan in hoofdzaak uit rogge, haver, aardappelen en voederbieten. De hoogst gelegen zandgronden zijn verdrogend. De lage zand- en venige zandgronden zijn de beste graslanden; de venige hebben een slappe zode en worden gemakkelijk vertrapt.
Het bodemgebruik van de zandgronden in het Gorecht en van die, welke in oostelijk Groningen hier en daar op afzonderlijke koppen liggen, komt overeen met dat van het zuidelijk Westerkwartier respectievelijk van Westerwolde. De tuinbouw op zand is van weinig betekenis. Alleen op iets slibhoudende, humeuze zandgronden komt plaatselijk enige tuinbouw voor.

Geschiktheid van de bodem voor land- en tuinbouw

De eisen, die de gewassen aan de chemische en fysische eigenschappen van een grond stellen, zijn verschillend. In het algemeen is er nog veel te weinig onderzoek verricht naar het verband tussen bodemgesteldheid en teeltmogelijkheden. In hoofdstuk 5 werd bij de indeling van de verschillende gronden reeds rekening gehouden met enkele eigenschappen van het profiel, die voor de plantenproduktie belangrijk zijn. De dikte, de zwaarte, de natuurlijke rijkdom aan koolzure kalk en de structuur van de klei vormen bij de kleigronden de voornaamste eigenschappen, die de cultuurwaarde van deze gronden bepalen. Bij zand- en veenkoloniale gronden spelen vooral de humushoudendheid en de dikte van het humushoudende dek, de hoogteligging van het profiel een zeer belangrijke rol op de plantenproduktie. Hierbij wordt echter geen rekening gehouden met o.a. de bemestingstoestand en de ontwatering van de grond. Deze eigenschappen heeft de grondgebruiker — echter afhankelijk van financiële omstandigheden — in de hand en kunnen door hem worden beïnvloed.
Mede door het globale karakter van de Nebo-kaart zal in het volgende de bodemgeschiktheid voor akker- en weidebouw en voor tuinbouw ook slechts globaal kunnen worden behandeld. Hierbij zal de „Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw van Nederland", schaal 1 : 200 000, die de Nebo-kaart tot grondslag heeft, worden besproken, voor zover het de provincie Groningen betreft. De mogelijkheden voor tuinbouw zullen aan de hand van de „Globale bodemgeschiktheids- en tuinbouwkaart van Groningen", schaal 1 : 100 000 (Van Dam en Hulshof, 1961) worden behandeld. Voor gedetailleerdere geschiktheidskaarten wordt verwezen naar De Smet (1957), De Smet en Wagenaar (1959), De Smet (1962) en De Smet (1963).

I ZEER GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDSKAART VOOR AKKER- EN WEIDEBOUW
(Bijlage 4)

De legenda van de Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw (l.v.) is, behalve op de kennis van de Nederlandse gronden, gebaseerd op de teeltmogelijkheden. Deze laatste zijn door o.a. de provinciale karteringsleiders en de land- en tuinbouwconsulentschappen bijeengebracht. De hoofdindeling bestaat uit vijf hoofdklassen, aangegeven met de lettersymbolen: BG, GB, B, G en O. Bij deze symbolen heeft de letter B steeds betrekking op akkerbouw (*B*ouwland), de letter G op weidebouw (*G*rasland), terwijl de letter O (*O*ngeschikt) op die gronden betrekking heeft, die overwegend weinig geschikt zijn voor akker- en weidebouw. Het ontbreken van de letters B of G in het symbool van de hoofdklasse duidt erop, dat deze gronden in het algemeen minder geschikt worden geacht voor de desbetreffende vorm van grondgebruik en voor de normale bedrijfsvormen weinig of niet geschikt zijn.
De legenda ziet er als volgt uit:
Hoofdklasse BG: *Bouw- (en) graslandgronden*
Gronden die in het algemeen meer of minder geschikt zijn voor akkerbouw en tevens veelal voor weidebouw.
Klasse BG 1: Zeer veelzijdig geschikte bouwgraslandgronden
Klasse BG 2: Veelzijdig geschikte bouwgraslandgronden

Subklasse BG 2a: met beperkingen ten gevolge van chemische en/of fysische eigenschappen (zwaarte, structuur, kali-fixatie, kalkarmoede, geilheid)
Subklasse BG 2b: met beperkingen ten gevolge van helling en/of ouderdom van de gronden
Klasse BG 3: Vrij beperkt geschikte bouwgraslandgronden
Klasse BG 4: Beperkt geschikte bouwgraslandgronden
Klasse BG 5: Zeer beperkt geschikte bouwgraslandgronden
Klasse BG 6: Bouwgraslandcomplex met sterk wisselende geschiktheid
Klasse BG 7: Beperkt geschikt bouwgraslandcomplex
Hoofdklasse GB: *Gras- (en) bouwlandgronden*
Gronden in het algemeen meer of minder geschikt voor weidebouw en in vele gevallen tevens voor akkerbouw.
Klasse GB 1: Vrij beperkt geschikte grasbouwlandgronden
Klasse GB 2: Beperkte geschikte grasbouwlandgronden
Klasse GB 3: Beperkt geschikt grasbouwlandcomplex
Hoofdklasse B: *Bouwlandgronden*
Gronden die in het algemeen meer of minder geschikt zijn voor akkerbouw maar meestal weinig of niet geschikt voor weidebouw.
Klasse B 1: Beperkt geschikte bouwlandgronden
Klasse B 2: Zeer beperkt geschikte bouwlandgronden
Klasse B 3: Uiterst beperkt geschikte bouwlandgronden
Hoofdklasse G: *Graslandgronden*
Gronden die over het algemeen meer of minder geschikt zijn voor weidebouw, maar meestal weinig of niet geschikt voor akkerbouw.
Klasse G 1: Stevige gevoelige graslandgronden
Klasse G 2: Stevige late graslandgronden
Klasse G 3: Slappe gevoelige graslandgronden
Klasse G 4: Graslandgronden met wisselende geschiktheid
Klasse G 5: Matig geschikte graslandgronden
Hoofdklasse O: *Ongeschikte gronden*
Gronden overwegend weinig geschikt voor akker- en weidebouw.
Klasse O 1: Overwegend te droge gronden
Klasse O 2: Overwegend te natte gronden
In verband met de inpassing van de onderscheiden eenheden in de legenda van de landelijke geschiktheidskaart (tabel 8) volgt nu een korte beschrijving van de verschillende mogelijkheden van de diverse in de provincie voorkomende gronden.
De kalkrijke klei- en zavelgronden (de eenheden 7, 8 en 9) zijn zeer geschikt voor de teelt van de meeste akkerbouwgewassen. Ze zijn oogstzeker en geven goede tot zeer goede opbrengsten. De lichte zavelgronden zijn voor de teelt van karwij- en kanariezaad iets minder produktief. De zware kleigronden zijn minder geschikt voor de teelt van hakvruchten (rooimoeilijkheden) en gevoelige gewassen (vlas, blauwmaanzaad). Ook voor grasland zijn de kalkrijke gronden — althans bij een goede waterbeheersing — op te vatten als goed geschikt. Op de lichte zavelgronden mag echter zomerdepressie worden verwacht. In de landelijke klassificatie passen de eenheden 7 en 8 in BG1. De toenemende mechanisatie brengt met zich mee, dat de zwaardere kleigronden in geschiktheid voor akkerbouw sterk verminderen; eenheid 9 kan dan ook het beste onder klasse BG2a worden geplaatst.
De ondiep kalkarme klei- en zavelgronden (de eenheden 19, 20, 21, 26 en 44) hebben bij een goede verzorging van bodem en gewas bijna even grote teeltmogelijkheden als de kalkrijke klei- en zavelgronden. De lichte gronden geven hier eveneens beperkingen ten aanzien van de verbouw van karwij- en kanariezaad. De zware kleigronden zijn voor de teelt van aardappelen en suikerbieten minder geschikt (fig. 43). In het algemeen kan worden opgemerkt, dat in vergelijking met de kalkrijke gronden de ondiep kalkarme iets hogere produktiekosten hebben en gemiddeld iets lagere opbrengsten. De zeer lichte zavelgronden zijn slempig (fig. 44). De bewerkbaarheid, vooral van die van de

TABEL 8. Inpassing van de kaarteenheden[1] in de legenda van de Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor Akker- en Weidebouw (i.v.)

Onderscheiden geschiktheidsklassen	*Kaarteenheden van de Bodemkaart van Nederland*
BG1	7, 8
BG2a	9, 19, 19v, 20, 20v, 44
BG3	21, 26, 32, 33, 45
BG5	98, 99, 106
BG7	97, 97j
GB1	102, 102j, 111j, 153
GB2	94, 94j, 95, 96, 101, 101j
GB3	37, 92
B2	109, 109j, 114
B3	118, 118j
G1	38, 86, 86g
G2	34
G3	81, 81g, 82, 84
G4	43, 80, 103j, 132, 133, 147
O2	87, 88

[1] Voor zover zij voorkomen op blad 1 van de Bodemkaart van Nederland, binnen de provincie Groningen.

FIG. 43a. *Suikerbieten op ondiep kalkarme zware kleigrond (45% lutum) met slechte structuur (eenheid 26). Woudgrond te Zuidwolde (opname 15 juli 1959).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering, nr 11224).

zware gronden, is moeilijker dan die van de overeenkomstige kalkrijke gronden. Een goede structuur moet, zowel voor de lichte als voor de zware gronden, verkregen en in stand worden gehouden met behulp van ruime giften aan schuimaarde en verbouw van groenbemestingsgewassen. Voor grasland hebben de gronden hier wellicht dezelfde geschiktheid als de vorige met op de lichte gronden meer of minder sterke zomerdepressie.
De eenheden 19, 20 en 44 worden gerangschikt onder klasse BG2a, de eenheden 21 en 26, vanwege hun minder goede structuur in BG 3.
De eenheden 32, 33 en 45, de kalkarme klei- en zavelgronden, passen het beste in klasse BG3. Zij zijn aanmerkelijk minder produktief dan de reeds hiervoor besproken gronden. De zavelgronden zijn geschikt voor de teelt van granen, enkele zaadgewassen, bieten en aardappelen. De zware gronden zijn vrijwel uitsluitend geschikt voor de verbouw van granen en zaadgewassen. In vergelijking tot de eerste gronden zijn hier de produktiekosten duidelijk hoger. De kalkbehoefte en de behoefte aan andere meststoffen zijn zeer hoog. De opbrengsten blijven veelal lager. Bij een goede waterbeheersing zijn de gronden goed geschikt voor grasland met goede veevoederkwaliteit.
Eenheid 37, de verjongde knikkleigronden, is onder klasse GB3 gerangschikt. Hierop treft men nog vrij veel bouwland aan. Als bouwland is ze dan zeer matig produktief. Alleen granen en zaadgewassen kan men er op telen. De knikkleigronden (eenheid 34, klasse G2) met een dun of zonder een verjongingsdek zijn vrijwel ongeschikt voor akkerbouw. Voor grasland zijn de al of niet verjongde knikkleigronden goed geschikt. Ze geven goede produkties. In droge zomers kampen ze min of meer met sterke zomerdepressies.
Eenheid 38, de knikkige klei-op-veengronden, is ondergebracht in klasse G1. Ze is weinig geschikt voor akkerbouw. Op deze gronden komt, met uitzondering van de gronden in het Oldambt en de Woldstreek, uitsluitend grasland voor. De bouwlandpercelen met een rodoornige structuur horen eigenlijk in een hogere klasse thuis.

FIG. 43b. *Suikerbieten op ondiep kalkarme lichte zavelgrond (12% lutum) (eenheid 19). Kwelderruggrond te Hornhuizen (opname 15 juli 1959).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 11326)

De gronden van eenheid 43 zijn geklassificeerd als G4. Ze beslaan een zeer kleine oppervlakte en hebben vanwege hun sterk wisselende opbouw en hoogteligging van het profiel een tamelijk variërende kwaliteit.
Eenheid 152, bestaande uit overslaggronden, wordt in hoofdzaak in de oudste Dollardpolders aangetroffen. Deze gronden zijn op grond van de kaartschaal samen met de Dollardgronden in klasse BG3 geplaatst.
Van de eenheden 80, 81, 82 en 84, de slibhoudende- en kleiïge veengronden passen 81, 82 en 84 in klasse G3 en 80 in G4. Zij zijn alleen bij een goede waterbeheersing goed geschikt voor grasland. Ze hebben echter een gevoelige zode. De gronden met een rodoornstructuur zijn dieper ontwaterd en dan geschikt voor akkerbouw met granen, enkele zaadgewassen en hakvruchten als voornaamste gewassen. Deze lichte rodoorns, passen hoewel ze matig produktief zijn, dus in een hogere klasse.
Eenheid 86, de humeuze tot humusarme klei-op-veengronden, is onder G1 gerangschikt. Die met een rodoornstructuur liggen in bouwland (Oldambt en Woldstreek) en horen eigenlijk in een hogere klasse te worden geplaatst.
De al of niet verlande petgaten, eenheid 87, staan in klasse O2.
Eenheid 88, onvergraven hoogveen, staat eveneens in klasse O2.
De drooggemalen meren met veenbodem en de restveengronden op zand (eenheid 92) en de ontgonnen petgaten (eenheid 93) zijn in klasse GB3 ondergebracht. In hoofdzaak wordt op deze gronden grasland aangetroffen.
Het drooggemaakte Meedhuizermeer met zand- en plaatselijk keileemgrond (eenheid 147) ligt in bouwland. Een

FIG. 44. *Dichtgeslempte bovengrond in het voorjaar van een ondiep kalkarme lichte zavelgrond (14% lutum) (opname maart 1961).*
(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R23–72)

uitgebreide vruchtwisseling is op deze gronden mogelijk, aangezien dit meer door een goede waterbeheersing wordt gekenmerkt. Vanwege de kaartschaal staat dit meer in klasse G4 gerangschikt, maar het past eigenlijk in een hogere klasse.

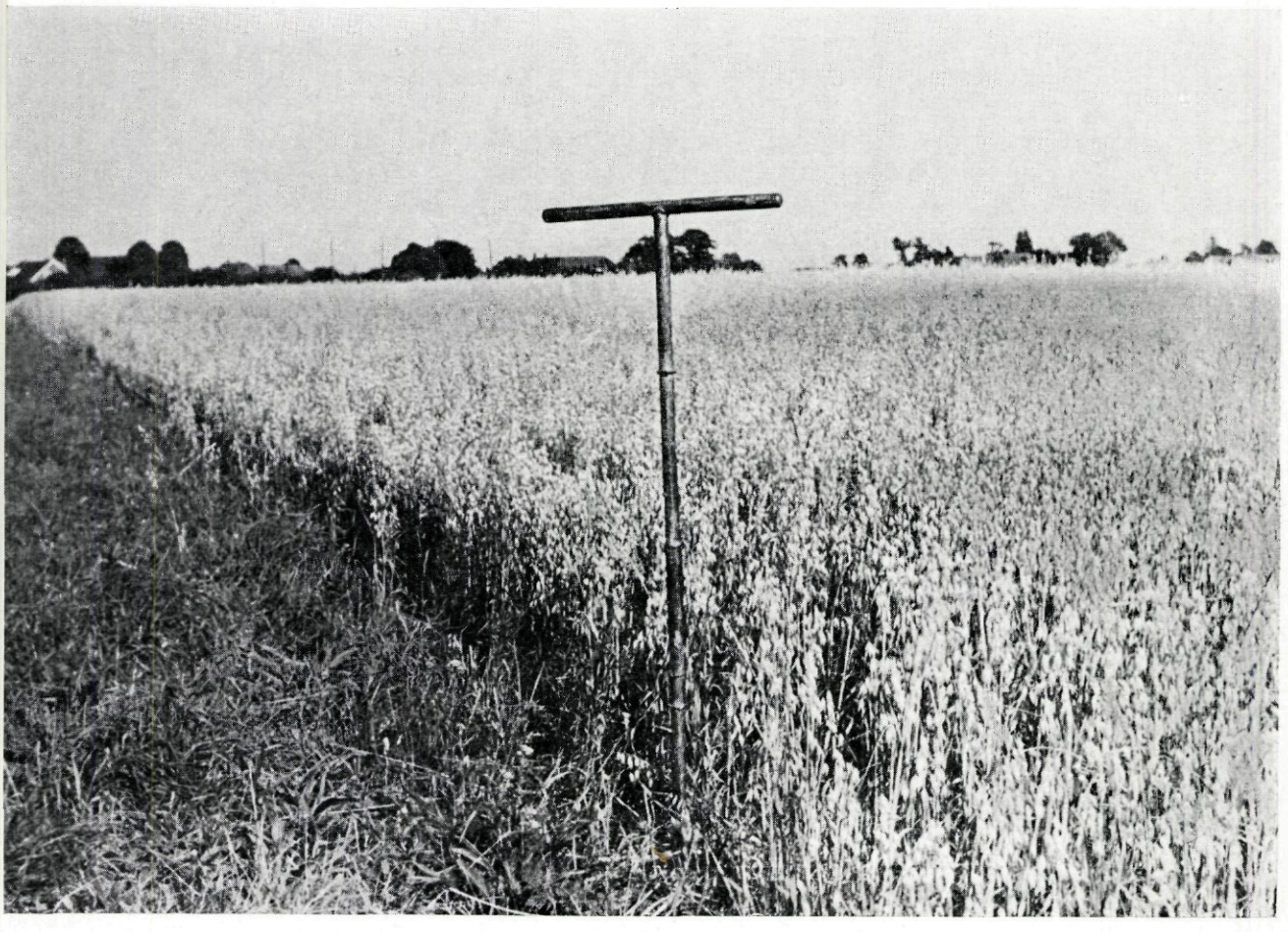
Eenheid 94, de lage zwartveenontginningsveen- en zandgronden, en eenheid 95, de lage, oudere veenkoloniale veen- en zandgronden passen het beste in klasse GB2. Zij zijn voor een vrij groot percentage matig produktief. De betere percelen lenen zich nog wel voor een uitgebreide, lichte vruchtwisseling. De verbouw van wintergewassen is op de nattere delen zeer riskant. Ook in verband met de moeilijkheden bij het machinaal aardappelrooien zijn de nattere delen minder geschikt voor de teelt van fabrieksaardappelen. Voor grasland lijken ze vrij goed geschikt, evenwel met een gemakkelijk te vertrappen zode.

De lage, jongere veenkoloniale veengronden (eenheid 96) zijn eveneens gerangschikt onder klasse GB2. Zij hebben weliswaar geen ruime vruchtwisseling, maar de opbrengsten liggen er gemiddeld iets hoger (fig. 45). De geschiktheid voor grasland kan eveneens als vrij gunstig worden beoordeeld. In vergelijking met de eenheden 94 en 95 is de rangschikking van 96 iets te ongunstig.

Eenheid 97, de middelhoge en hoge zwartveenontginningszand- en veengronden, is gerangschikt onder BG7. Deze gronden zijn geschikt voor de teelt van rogge, haver en aardappelen met mogelijkheden voor voederbieten, soms suikerbieten en zomertarwe op de middelhoge gronden. Alleen de middelhoge kunnen geschikt geacht worden voor grasland, echter met meer of minder sterke zomerdepressie.

FIG. 45a. *Haver op hoge, oudere veenkoloniale zandgrond (eenheid 98); Borgercompagnie (opname 16 juli 1959).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering, nr 10910).



De middelhoge en hoge, oudere veenkoloniale zand- en veengronden (eenheid 98) zijn ondergebracht in klasse BG5. Van deze gronden hebben de hoge eveneens een beperkte vruchtwisseling. De middelhoge zijn, behalve voor de normale zandgewassen, bovendien nog min of meer geschikt voor de teelt van suikerbieten, zomertarwe en een enkel zaadgewas.

Eenheid 99, jongere veenkoloniale zand- en veengronden, is eveneens ondergebracht in klasse BG5. Ze is geschikt voor een uitgebreide, lichte vruchtwisseling. Ook hier zijn in droge zomers bepaalde delen min of meer verdrogend.

De lage, gepodzoliseerde fijnzandige zandgronden (eenheid 101) passen het beste in klasse GB2. De ligging van deze gronden is veelal iets te nat. Ze zijn min of meer geschikt of geschikt te achten voor een uitgebreide vruchtwisseling. De verbouw van wintergewassen is riskant. Voor grasland zijn ze goed geschikt. In Westerwolde liggen deze gronden veelal in bouwland; in het zuidelijk Westerkwartier in grasland.

De lage, lemige en zandige zandgleygronden (eenheid 102), in hoofdzaak in het zuidelijk Westerkwartier gelegen, hebben een natte ligging en worden vrijwel uitsluitend als grasland geëxploiteerd. Ze hebben een goede geschiktheid voor grasland. Bij een betere drooglegging zijn ze geschikt voor bouwland met een uitgebreide lichte vruchtwisseling. Deze gronden zijn ondergebracht in klasse GB1.

Eenheid 103, de sterk lemige en lemige zandgleygronden op keileem, past het beste in klasse G4. Ze bestaat uit wisselvallige gronden, namelijk afwisselend te nat en te droog. De gepodzoliseerde, sterk lemige en lemige zandgronden op keileem (eenheid 111) hebben een diepere ligging van de zware keileem, ten gevolge hiervan zijn ze min

FIG. 45b. *Haver op jongere veenkoloniale veengrond (eenheid 96); Hebrecht (opname 17 juli 1959).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 11104)

of meer geschikt voor bouwland. Verschillende delen lenen zich voor een uitgebreide lichte vruchtwisseling. Ze kunnen in klasse GB1 geplaatst worden.
De middelhoge, gepodzoliseerde fijnzandige zandgronden (eenheid 109) liggen ten opzichte van het grondwater vrij gunstig. Behalve rogge, haver en aardappelen kunnen op de betere percelen van deze gronden ook bieten en soms tarwe verbouwd worden. Ze worden in klasse B2 geplaatst.
Eenheid 118, de hoge, gepodzoliseerde fijnzandige zandgronden, valt in klasse B3. Deze grond ligt te hoog boven het grondwater en daardoor min of meer verdrogend vaak matig geschikt voor akkerbouw. Er kunnen dan ook alleen rogge, haver en aardappelen worden geteeld.
De esgronden, respectievelijk de eenheden 106 en 114, hebben ongeveer dezelfde hoogteligging als de hoge zandgronden. De gemiddelde dikte van het humeuze esdek (40 cm) (fig. 46) maakt het mogelijk, dat deze gronden in dezelfde klasse als die van de middelhoge zandgronden geplaatst kunnen worden (klasse B2), voor zover het eenheid 114 betreft. Eenheid 106 past zelfs in klasse BG5.
De slibhoudende en sterk slibhoudende zandgronden (eenheid 153) op de overgang naar de kleigronden zijn goed geschikt voor een uitgebreide lichte vruchtwisseling. Ook voor grasland zijn ze goed geschikt. Deze zogenaamde „gebroken gronden" staan in klasse GB1.
De eenheden 132 en 133, de beekdalgronden, zijn in klasse G4 ondergebracht. De gronden zijn laag gelegen en het grootste deel van het jaar nat. Ze zijn meestal als hooiweiland of als normaal grasland in gebruik.

FIG. 46. *Haver op een oude bouwlandgrond (esgrond; eenheid 114). Groeiverschillen worden veroorzaakt door verschillen in dikte van het humushoudende dek. Westerwolde (opname juli 1959).*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 11207)

De buitendijkse gronden zijn niet op hun landbouwkundige geschiktheid beoordeeld, evenals de niet geklassificeerde gronden van de Algemene Onderscheidingen en de Toevoegingen.

II GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDS- EN TUINBOUWKAART (Bijlage 5)

De Globale bodemgeschiktheids- en tuinbouwkaart, die ten behoeve van de tuinbouwvestiging is samengesteld, berust in hoofdzaak op de Nebo-kaart, waarbij tevens gebruik werd gemaakt van een aantal reeds gereedgekomen of in bewerking zijnde bodemkaarten en rapporten en van gegevens verstrekt door het Rijkstuinbouwconsulentschap te Groningen.

De legenda van deze kaart bestaat uit zes onderscheidingen:

1. Gebieden, waarin meer dan 50% van de gronden voor tuinbouw in gebruik zijn.
2. Gebieden, waarin 15 tot 50% van de gronden voor tuinbouw in gebruik zijn.
3. Gebieden, die uitstekend geschikt zijn voor tuinbouw, doch die niet als zodanig worden gebruikt.
4. Gebieden, die grotendeels of onder zeker voorbehoud geschikt zijn voor tuinbouw, doch die niet als zodanig worden gebruikt.
5. Gebieden, die overwegend minder geschikt of ongeschikt zijn voor tuinbouw.
9. Gebieden, die niet geklassificeerd zijn.

Bepaalde gronden in de gebieden vallende onder de punten 1 en 2 zijn soms reeds jaren voor tuinbouw in gebruik. Deze zijn vaak door de goede verzorging en de jarenlange zware organische bemestingen „onvervangbaar" geworden. Oud tuinland heeft op deze wijze eigenschappen verkregen, die jongere tuingronden in de regel nog missen. Zelfs kan hierbij naar voren worden gebracht, dat verschillende „onvervangbare" gronden oorspronkelijk uit minder goede bodemprofielen bestonden. Met nadruk zij hier opgemerkt, dat dit „onvervangbaar" maken met veel kosten en moeite gepaard is gegaan.

De gronden, waarop reeds tuinbouw aanwezig is, behoren in hoofdzaak tot de bodemeenheden 7 en 8 (slechts kleine oppervlakten), 19, 20, 21 en 26 (hier en daar belangrijke oppervlakten), 80 en 81 (slechts kleine oppervlakten), 94, 95 en 96 (hier en daar belangrijke oppervlakten) en 101, 109, 111 en 153 (slechts kleine oppervlakten).

De tot punt 3 behorende gronden bestaan uit profielen met een goede structuur in boven- en ondergrond, die dan in de regel niet uit zware en zeer zware klei zijn opgebouwd. Het zijn in hoofdzaak gronden van de eenheden 7, 8, 19 en 44. Aangezien de beoordeling grotendeels is gebaseerd op de Nebo-kaart, die vanuit tuinbouw-standpunt zeker globaal kan worden genoemd, kan niet altijd worden gezegd, dat alle gronden van deze klasse voor 100% geschikt zijn voor één of meer vormen voor tuinbouw. Over het algemeen zal het percentage weinig geschikte gronden gering zijn.

De gronden vallende onder punt 4, zijn in zekere zin beperkt geschikt. Voor deze beperkte geschiktheid kunnen de volgende oorzaken worden aangegeven.

a. De afwisseling van zeer geschikte en minder geschikte gronden kan zodanig zijn, dat dit niet afzonderlijk op een kaart is aan te geven.
b. De gronden hebben van bepaalde vormen van tuinbouw een uitnemende geschiktheid, voor andere vormen echter een mindere.
c. Bepaalde gronden hebben in de huidige toestand beperkingen, die echter met behulp van eenvoudige cultuurtechnische maatregelen zijn op te heffen.

Onder punt 4 zijn verschillende kaarteenheden of gedeelten ervan gerangschikt. Eenheid 9 behoort er in zijn geheel toe. De beperktheid wordt hier vooral veroorzaakt door de zwaarte van boven- en ondergrond. De mindere geschiktheid van eenheid 21, die eveneens in zijn geheel is opgenomen, wordt vooral veroorzaakt door de heterogeniteit in de profielbouw. Eenheid 21 is gedeeltelijk gerangschikt (Dollardpolders) en wel die profielen, die in de ondergrond een gunstige structuur hebben. Voor zover de eenheden 80 en 81 een gunstige boven- en ondergrond hebben, zijn ze gerangschikt. Van de veenkoloniale gronden konden, dank zij de aanwezigheid van voldoende gegevens uit enkele

gedetailleerde bodemkaarten, de eenheden 94, 95 en 96 grotendeels en hier en daar de eenheden 97 en 98 gedeeltelijk worden opgenomen. Ten slotte zijn van de zandgronden de eenheden 101, 109 en 153, voor zover ze een gunstige bovengrond hebben, onder punt 4 ondergebracht. De wisseling in geschiktheid voor tuinbouw is voor de gedeeltelijk gerangschikte eenheden vaak nog groot vanwege de sterk variërende profielbouw en de grillige ligging van de verschillende profielen. Bepaalde bezwaren zouden vaak door eenvoudige middelen te verhelpen zijn.
Tot punt 5 behoren die bodemeenheden, welke in het voorgaande nog niet zijn genoemd en gedeelten van bepaalde eenheden, die wel reeds werden gerangschikt. Onder dit punt vallen alle gronden, die vrijwel ongeschikt voor tuinbouw worden geacht. Het is de grootste oppervlakte van de provincie. Hierbij zij echter opgemerkt, dat binnen deze klasse oppervlakten kunnen voorkomen, die voor tuinbouw wel geschikt zijn, maar die niet zijn aangegeven, vanwege de te geringe oppervlakte of omdat gedetailleerde bodemkaarten niet voorhanden waren. Ten slotte moet het voor mogelijk worden gehouden, dat in de toekomst — dank zij de voortschrijdende ontwikkeling van techniek en wetenschap — ook minder goede gronden voor tuinbouw geschikt zijn te maken.
Onder punt 6 zijn de oudere veenkoloniën gebracht. Door onvoldoende gedetailleerde bodemkaarten was geen klassificatie op verantwoorde wijze mogelijk.

Grondverbetering

Het blijkt, dat een vrij groot percentage van de voor akker-, weide- en tuinbouw minder geschikte gronden zijn te verbeteren door meer of minder ingrijpende cultuurtechnische maatregelen. De geschiktheid kan dan zelfs die van de beste nabij komen. De te nemen maatregelen zullen in hoofdzaak bestaan uit een wijziging van de profielbouw. Daarnaast zal de waterbeheersing vaak ook verbeterd moeten worden. Of bepaalde grondverbeteringen economisch verantwoord zijn, blijft hier buiten beschouwing. Evenmin zal worden ingegaan op de techniek van de verschillende methoden van uitvoering. Alleen de mogelijkheden voor grondverbetering in de zin van profielverbetering zoals diepspitten, diepploegen, het breken van ondoorlatende lagen en het verwijderen van ongunstige lagen, zullen hier in beschouwing worden genomen. Een geschiktheidsclassificatie en een Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor grondverbetering (bijlage 6) zal hierbij tevens worden besproken.

I MOGELIJKHEDEN TOT GRONDVERBETERING

Op minder produktieve gronden werden vroeger reeds grondverbeteringen toegepast (hoofdstuk 6). Zo zijn de bekleiïngen algemeen bekend. Deze werden door de individuele boer met zijn arbeiders in handwerk uitgevoerd. Meestal vond dit in de wintermaanden plaats. Langzamerhand werden ook andere verbeteringen uitgevoerd, zoals het bezanden van slappe, laaggelegen veengronden, het breken van oerbanken bij zandgronden en van spalterveenlagen bij veenkoloniale gronden. Vooral in de crisisperiode van 1930 en daarna werden van overheidswege veel grondverbeteringen tot stand gebracht. Deze vonden uitsluitend met de schop plaats. Het handwerk of het gebruik van eenvoudige middelen bleef tot zelfs na de Tweede Wereldoorlog overwegen. Pas in 1945 begon men met zware machines. Een volledige mechanisatie ligt op het ogenblik nog niet helemaal binnen de mogelijkheden.
De grondverbeteringen, die reeds vroeger en/of nu nog worden toegepast en verder die, welke tegenwoordig mogelijk zijn, kunnen voor de verschillende gronden als volgt worden onderverdeeld:
Omzetten van kleigronden met kalkarme bovengrond in kleigronden met kalkrijke bovengrond (diepploegen, enz.)
Ondergronden van sterk gelaagde zavelige klei
Bekleiïng van kalkarme kleigronden met kalkrijke zavelige klei (woelklei); kalkrijke klei ter plaatse in ondergrond en diepere ondergrond aanwezig.
Bekleiïng van klei-op-veengronden en veengronden; klei ter plaatse in geulen of directe omgeving aanwezig.
Bezanding van veengronden, slecht bezande veenkoloniale gronden, enz., zand ter plaatse in koppen of in de ondergrond aanwezig.
Breken en naar bovenbrengen van harde, verkitte horizonten (oerbanken), wegwerken van loodzandlagen, enz. (diepspitten, diepploegen, enz.)
Ondergronden van oerbanken
Breken en/of wegwerken van storende keileem- en andere leemlagen
Breken en/of wegwerken van storende veen- (spalterveen, gliede, enz.) en andere vaste veenlagen, naar boven brengen van eventueel bruin zand, enz. (diepspitten, diepploegen, enz.)
Ondergronden van spalter- en/of andere vaste veenlagen
Zakken en verhogen van bij elkaar gelegen, droge respectievelijk natte profielen, enz. (egalisatie).

OMZETTEN VAN EEN KALKARME IN EEN KALKRIJKE BOVENGROND

Een belangrijk percentage van de kalkarme kleigronden heeft een kalkrijke ondergrond. Vaak zijn deze ondergronden lichter, en met behulp van de volgende methoden in kalkrijke om te zetten:
diepspitten of diepploegen;
„uitploegen" en/of verwijderen van de ongunstige kleilagen;
„afticheln" van de kalkarme kleibovengrond.

DIEPSPITTEN OF DIEPPLOEGEN

Hierbij worden ongunstige lagen in de bovengrond verwisseld met lagen van betere kwaliteit uit de ondergrond. Is het materiaal in de ondergrond bovendien nog zavelig, dan zijn zij voor een dergelijke bewerking bij uitstek geschikt. Zowel bij diepspitten als bij diepploegen moet alle aandacht worden geschonken aan de diepte, waarop in de ondergrond ongeschikt materiaal voorkomt, zoals zure klei, loopzand en veen.

FIG. 47. *Diepploegen van een ondiep kalkarme, zware kleigrond (40% lutum) met een kalkrijke zware zavelondergrond (20% lutum), eenheid 21.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. 12330)

Diepspitten in handwerk, met de schop, is kostbaar en langdurig, maar geeft in de praktijk de beste resultaten. Deze methode wordt niet meer toegepast. Een goed resultaat verkrijgt men ook langs mechanische weg, bijv. met de dragline, waarbij eveneens een volledige verwisseling van lagen is te verwezenlijken. Deze werkwijze is aanmerkelijk goedkoper en sneller.
Diepploegen is een andere vorm van mechanische uitvoering (fig. 47). De verwisseling van lagen vindt hier lang niet zo goed plaats als bij diepspitten. Er wordt echter voldoende kalkrijke klei en/of zavel naar boven gebracht.
Het in eigen bedrijf uitvoeren van grondverbeteringen is alleen bij die kleigronden mogelijk, welke op een diepte van ca. 25 cm kalkrijk worden. Deze gronden kunnen dan door een ploeg met een diepgang van bijv. 40 cm worden bewerkt.
Een voldoende drooglegging van de te verbeteren percelen is een vereiste. De uitvoering kan het beste plaatshebben in de zomer, bijv. direct na de oogst van een vroeg gewas. Het bodemprofiel is dan het sterkst uitgedroogd. Zijn de percelen gedraineerd, dan is het vaak nodig om gelijktijdig met de grondverbetering een nieuwe drainage aan te brengen. Het leggen van de nieuwe drains kan het beste vóór de eigenlijke uitvoering van de grondverbetering plaatsvinden.
Het al of niet bovenhouden van de oude bouwvoor is een probleem dat nog niet goed is onderzocht. Het diepploegen verloopt aanmerkelijk vlotter en is veel goedkoper, wanneer de oude bouwvoor met de ongunstige kleibovengrond naar beneden wordt geploegd.
Het naar boven brengen van kalkrijke, zware klei door middel van een diepe grondbewerking vraagt belangrijke voorzieningen, vooral ten aanzien van de structuur van de verse, zware klei. Voor het in orde brengen van deze structuur is veel organische mest nodig. De fosfaat- en kalivoorziening stelt hier minder zware eisen dan bij zavelgronden. Of de voordelen van het naar boven brengen van kalkrijke, zware klei veel groter zullen zijn dan zware schuimaardegiften, valt moeilijk te beoordelen. Deze in hoofdzaak economische kwestie blijft hier buiten beschouwing.

UITPLOEGEN

Het „uitploegen" en verwijderen van een onder de bouwvoor voorkomende ongunstige kleilaag kan ook bij die profielen plaatsvinden, welke voor diepspitten of diepploegen in aanmerking komen. Bij deze methode wordt de kalkarme, stugge bovengrond, uitgezonderd de bouwvoor, verwijderd. Na verwijdering van de stugge kleilaag kan men de kalkrijke keren en vermengen met de achtergebleven bouwvoor. Is de bouwvoor arm aan plantenvoedende stoffen, dan kan de afvoer van deze met de rest van de bovengrond worden overwogen. Wordt de bovengrond in zijn geheel afgevoerd dan zal men voor het verkrijgen van een nieuwe bouwvoor hoge giften aan organische en andere mest nodig hebben. Vanzelfsprekend zal wegens de verlaging van het maaiveld de ontwatering moeten worden aangepast. In de regel zal men moeten overgaan tot het leggen van een nieuwe drainage. Is het polderpeil te hoog en is verlaging onmogelijk, dan zal tot onderbemaling moeten worden overgegaan.

AFTICHELEN

Een methode, die met de vorige veel overeenkomt is het „afticheleu" van kalkarme, zware kleibovengronden. Bij het afticheleu wordt de kalkarme kleilaag — en hier wordt dus alleen gedacht aan de werkelijk kalkarme, bovenste kleilaag — afgegraven en naar de steenfabriek afgevoerd. Is de bouwvoor „uitgeboerd", dan kan men overwegen om ook deze te zamen met de kalkarme klei te laten afvoeren. In het Groninger kleigebied zijn reeds vele percelen afgeticheld. De kleiwinning heeft hierbij steeds op de voorgrond gestaan waardoor behalve kalkarme kleilagen vaak ook kalkrijke klei- en zavellagen verdwenen. Door een te diepe afgraving zijn dan percelen achtergebleven, die een te dunne kleilaag hebben overgehouden, een te lage en te natte ligging hebben, enz.. Voor akkerbouw zijn ze dan niet meer te gebruiken. Evenals bij de vorige methode zal ook hier aandacht besteed moeten worden aan de ontwatering.

ONDERGRONDEN VAN STERK GELAAGDE ZAVELIGE KLEI

Profielen met een sterk gelaagde ondergrond komen vooral op het oude kwelderlandschap voor. Een sterke gelaagdheid stoort in meer of mindere mate de waterhuishouding, terwijl de bewortelbaarheid van het profiel voor vele gewassen beperkt wordt. Dergelijke profielen, die meestal een kalkarme bovengrond hebben, terwijl de gelaagde ondergrond kalkrijk is, zijn door middel van diepspitten of diepploegen te verbeteren. Is verbetering door diepploegen te duur, dan kan een aanmerkelijk goedkopere methode gevonden worden in het zgn. ondergronden. Dit, ook wel woelen genoemd, moet men niet verwarren met het hierna te bespreken kleiwoelen.
Bij het ondergronden blijven de grondlagen op hun plaats. De kwaliteit van een ondergrondsbewerking zal met het oog op de diepteligging en de dikte van het gelaagde complex, vooral afhangen van de diepte, waarop de ondergrond wordt losgemaakt en van de onderlinge afstanden, waarop wordt geploegd. Het ondergronden kan het beste geschieden na de oogst van een vroeg gewas. Het profiel is dan op zijn droogst en het „smeren" wordt zoveel mogelijk voorkomen. Het herhaaldelijk over het land rijden van zware werktuigen kan nadelig voor de structuur van de bovengrond zijn.

BEKLEIÏNG VAN KALKARME KLEIGRONDEN MET KALKRIJKE, ZAVELIGE KLEI

Onder kleiwoelen wordt hier verstaan het vanuit de ondergrond naar boven brengen en over het land verspreiden van kalkrijke klei en zavel. Deze methode werd vooral in de vorige eeuw in de provincie Groningen toegepast. In oostelijk Groningen zijn op deze wijze veel percelen verbeterd. De zogenaamde woelklei werd met behulp van woelgoten, die soms tot 3 m en dieper reikten, naar boven gespit. Door de komst van de kunstmest is dit woelen in onbruik geraakt. In handwerk zal het kleiwoelen, vanwege de hoge lonen, wel niet meer worden toegepast. Nu deze de verbetering ook langs machinale weg kan worden uitgevoerd, komt ze weer in de belangstelling. Met behulp van zgn. woelmachine („Untergrundförderer") worden kalkrijke klei en zavel vanuit de diepere ondergrond (> 1,25 m) door middel van een vijzel naar boven gebracht. Ook de dragline kan het ouderwetse kleiwoelen volledig vervangen. Het kleiwoelen en bekleien hebben belangrijke voordelen. Voor jarenlang kan de grond van een behoorlijke kalkgift worden voorzien. Vaak kan door het opbrengen van zavelige klei de bovengrond lichter worden gemaakt. Bij een juiste werkwijze kan de bestaande drainage worden gehandhaafd. Bovendien zal men in de eerste jaren kunnen profiteren van een extra goede ontwatering als gevolg van de diepe, door de machine gemaakte sleuven. Er zijn ook nadelen, zoals het niet volledig opheffen van profielgebreken en het eventueel naar boven brengen van slempig materiaal.

BEKLEIÏNG VAN KLEI-OP-VEENGRONDEN EN VEENGRONDEN

Ook klei-op-veen- en veengronden, waaronder rodoornige en rodoorngronden, werden in de vorige eeuw eveneens reeds bekleid, vooral in oostelijk Groningen. Vele percelen konden vanaf die tijd van grasland in bouwland worden omgezet. Met dit omzetten ging vanzelfsprekend een verlagen van het grondwaterpeil gepaard (hoofdstuk 7). Zelfs op de rodoornige en rodoorngronden verkreeg men als gevolg van de bekleiïngen opbrengsten vergelijkbaar met die van de beste gronden.
De gronden van het overgangsgebied zijn meestal behandeld met klei, die van elders afkomstig was. Veelal werd woelklei gebruikt, verder kalkrijk, vers slib, bijv. uit de Dollard, of klei van oude dijken en in bepaalde gevallen terp- of wierdegrond. Zeer plaatselijk komen in het klei-op-veengebied geulen in de veenondergrond voor, die opgevuld zijn met kalkrijk materiaal. Ook dit materiaal werd in de regel aangewend op de in de omgeving in aanmerking komende percelen. Met de komst van de kunstmest en kalkmeststoffen is ook deze vorm van bekleien op de achtergrond geraakt.

BEZANDING VAN VEENGRONDEN EN VEENKOLONIALE GRONDEN

Bij het afgraven en ontginnen van de grote veengebieden werden bezandingen uitgevoerd met zand uit de wijken. De dikte van de zandlaag, die over het achtergebleven, min of meer geëgaliseerde veen werd uitgespreid, was in hoge mate afhankelijk van de hoeveelheden zand, die vrijkwamen.
De bezandingen waren nodig voor het verkrijgen van een draagkrachtiger grond, terwijl door vermenging van het zanddek met wat van het eronder liggende veen een bouwvoor ontstond, waarin cultuurgewassen kunnen worden geteeld.
Behalve de dikte van het zanddek speelt bij de bezandingen ook de kwaliteit van het zand een belangrijke rol. Bij de meeste ontginningen werd het loodzand gemeden. Bruin zand, afkomstig van de B-horizont, werd over het algemeen het meest geschikt geacht.
Vooral in de eerste periode zijn veenkoloniale veen- en andere veengronden slecht bezand. Vooral in latere perioden en bij de uitvoering van herontginningen in de eerste helft van deze eeuw zijn vrij veel slecht bezande percelen opnieuw bezand of van een dikker zanddek voorzien. Het zand was dan meestal afkomstig uit zandkoppen, e.d.. Bij deze bezandingen ging men toen ook meestal uit van bruin zand. De dikte van de zandlaag paste men aan bij de voor de aardappelcultuur meest gewenst geachte bouwvoordikte van 12 à 15 cm. Vanzelfsprekend moeten ook bij deze nieuwe bezandingen extra voorzieningen worden getroffen inzake organische en andere bemestingen.
Behalve veenkoloniale gronden zijn hier en daar ook andere veengronden, nl. al of niet slibhoudende, laaggelegen grasland- en andere percelen bezand. Het zand kwam hier uit sloten, greppels of van nabij gelegen zandkoppen. Ook dunnere kleilagen op veen zijn soms van een dun zanddek voorzien. Vooral de slappe graslandpercelen hebben veelal ten gevolge van deze bezandingen een steviger zode verkregen.
Het met de schop opnieuw bezanden van slecht bezande veenkoloniale veen- en andere veengronden, als werkverruimingsobject ook nog na de Tweede Wereldoorlog vrij veel toegepast, geraakt op de achtergrond nu mechanisatie bij de grondverbetering geleidelijk aan meer ingang vindt. Voor het bezanden van diepe veengronden wordt thans de bezandingsmachine (Untergrundförderer) gebruikt. Voor de verbetering van gronden met een dunne veenlaag gaat men steeds meer in de richting van diepploegen, vooral wanneer de veenlaag spalterig is.

BREKEN EN NAAR BOVEN BRENGEN VAN OERBANKEN

Veel zandgronden met harde, ondoorlatende oerbanken zijn destijds in werkverruiming door diepspitten verbeterd. Bij deze methode is het onder de bouwvoor voorkomende loodzand naar beneden gewerkt, terwijl de oerbank werd gebroken en onder de bouwvoor gebracht. De resultaten van het diepspitten zijn over het algemeen zeer gunstig, maar wel duur. De rentabiliteit van diepspitten wordt in hoge mate beïnvloed door het al of niet effen liggen van het terrein, door de hardheid of dikte van de bank en door de diepte, waarop gespit moet worden.
Gronden met een oerbank kunnen ook gediepploegd worden. Bij de ontginning van de vroegere heidevelden werd veelal een diepploeg met een beperkte diepgang gebruikt. Een dergelijke ploeg was niet in staat om een harde bank te breken en volledig naar boven te halen. Veel oerbanken zijn toen blijven zitten.
Wil het diepploegen volledig aan de eisen voldoen, dan zal het nodig zijn om de bouwvoor zoveel mogelijk boven te houden. Ook moet het loodzand op voldoende diepte (ca. 80 cm) geheel onder in de voor terecht komen. Ten slotte moet de oerbank gebroken worden en het bruine zand naar boven worden geploegd. Het ploegen van een oerbank vraagt vrij veel trekkracht, afhankelijk van de ploegdiepte en de dikte en hardheid van de bank. De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat in bepaalde gevallen, wanneer de oerbank zeer hard en dik is, te hoge eisen aan het materiaal worden gesteld. Waarschijnlijk verdient het dan overweging om eerst de oerbank tot op zijn volle diepte te breken met een ondergronder. Daarna kan het perceel worden gediepploegd.
In de regel kan men bij diepploegen minder goed aan de te stellen eisen en wensen voldoen dan bij diepspitten. Het meeste succes bij diepploegen zal men bij die percelen bereiken, welke vlak liggen en waarvan de verschillende grondlagen op gelijke diepten in het profiel voorkomen. Een perceel met grote hoogte- en diepteverschillen komt voor diepploegen niet in aanmerking.

ONDERGRONDEN VAN OERBANKEN

Een andere methode om percelen met een harde oerbank te verbeteren, bestaat in het breken van de bank met een ondergrondsploeg of een ondergronder. De grondlagen blijven hierbij op hun plaats. Vanzelfsprekend heeft het breken van een oerbank met een ondergronder minder goede resultaten dan diepspitten. Hier staat echter tegenover, dat het ondergronden aanmerkelijk goedkoper is. Bij het ondergronden wordt vooral de waterhuishouding verbeterd, terwijl de bewortelingszone voor de gewassen vergroot wordt.
Behalve bij zandgronden wordt het ondergronden ook toegepast bij veenkoloniale zandgronden. Het ondergronden met eenvoudige middelen werd in de veenkoloniën veel toegepast. In de laatste tijd gaat men er steeds meer toe over om het breken van dikke en sterk verkitte banken te laten doen door cultuurmaatschappijen.

BREKEN EN/OF VERWIJDEREN VAN STORENDE LEEMLAGEN

In bepaalde gedeelten van de provincie wordt keileem, in hoofdzaak bij zandgronden, in het profiel aangetroffen. Over het algemeen is keileem storend, tenzij deze op een gunstige diepte zit. Profielen met keileem zijn meestal zeer moeilijk te verbeteren. Dunne keileemlagen kunnen gebroken en eventueel verwijderd worden. Dit is duur, aangezien een dergelijke verbetering het beste met de schop kan worden uitgevoerd. Het verwijderen van keileem vindt nog wel eens plaats, wanneer dit materiaal voor bepaalde doeleinden wordt gebruikt, zoals vroeger in de bouwnijverheid en nu ook nog wel in o.a. de wegenbouw.
Behalve keileem komen ook nog andere leemlagen plaatselijk voor, zoals in de veenkoloniën of in beekdalen. Veelal vindt men deze bij laaggelegen gronden. In de praktijk worden ze niet verwijderd. Over het algemeen zou dit wel een grondverbetering inhouden.

BREKEN EN VERWIJDEREN VAN SPALTER- EN ANDERE ONGUNSTIGE VEENLAGEN EN NAAR BOVEN BRENGEN VAN BRUIN ZAND, ENZ. BIJ VEENKOLONIALE GRONDEN

Zoals reeds opgemerkt, hebben de hoog en middelhoog gelegen profielen in de oude veenkoloniën een dunne, spalterige veenlaag onder de bouwvoor. Onder dit veen zit zand, dat in de regel een oerbank bevat. Plaatselijk zit tussen het veen en het zand een smeerlaag. Deze profielen kunnen door diepspitten, al of niet mechanisch uitgevoerd, worden verbeterd. Hierbij kunnen de verschillende lagen op de juiste wijze worden verwisseld.
Is het terrein enigszins vlak gelegen en komen de verschillende grondlagen op gelijke diepten voor, dan zijn dergelijke gronden door diepploegen te verbeteren.
Afhankelijk van het ploegtype — zoals ristervormen en werkbreedte — zal de diepploeg de verschillende bodemlagen meer of minder intensief vermengen of diagonaal in het nieuwe profiel plaatsen (fig. 48). Zelfs bij een „diagonale gelaagdheid" is de verbetering evident, wat o.a. blijkt uit de waterhuishouding, die geen stagnatie meer ondervindt, en de dieper gaande beworteling. De bestaande bouwvoor kan voor het eigenlijke diepploegen opzij worden gezet door middel van een bulldozer. Gemakkelijker is het om de bouwvoor meteen over te zetten met behulp van een bovengrondstransporteur. Ook kan een afschuifrister worden gebruikt, die echter alleen op blijvend grasland en kunstweiden goede resultaten levert. Overigens is het laatste woord over het al of niet boven houden van de bouwvoor, ook bij de veenkoloniale gronden, nog niet gesproken.
Ook verschillende laag gelegen profielen in de oude veenkoloniën kunnen voor diepploegen in aanmerking komen. Bij een dikke veenlaag zal echter steeds getracht moeten worden om voldoende zand vanuit de ondergrond naar boven te ploegen en eventuele smeerlagen niet te veel naar boven te halen. Een vaste veenlaag wordt hierbij eveneens gebroken en diagonaalsgewijs in het profiel geplaatst. Voor zover het veen hier nog niet spalterig is of andere ongunstige eigenschappen bezit, zal het op deze wijze beter geconserveerd worden, aangezien oxydatie, verturving en klink min of meer achterwege blijven. Profielen met een te dikke laag veen lenen zich niet om gediepploegd te worden.

FIG. 48. *„Diagonale gelaagdheid" van een verbeterde veenkoloniale grond.*

(Foto Stichting voor Bodemkartering nr. R10–34)

ONDERGRONDEN VAN SPALTERVEENLAGEN

Veenkoloniale profielen met spalterveen onder de bouwvoor werden in vroegere jaren door verschillende boeren met een eenvoudige ondergronder verbeterd. Door het breken van het spalterveen wordt de waterhuishouding van het profiel gunstiger. Langs de verticale scheuren zakt altijd wel wat materiaal van de bouwvoor na, wat meestal een goede invloed op de beworteling heeft. De verbetering door een ondergrondbewerking zal, in verband met de dikte van de spalterlaag, vooral afhangen van de diepte en van de onderlinge afstanden waarop men met de ondergronder door het perceel gaat.
Tegenwoordig zal men zoveel mogelijk een ondergrondbewerking van een spalterveenlaag combineren met een eventueel in de zandondergrond voorkomende oerbank. Voor dergelijke profielen verdient het diepploegen of een andere diepe grondbewerking eveneens overweging.
Voor ondergronden, met het doel spalterlagen te breken, komen het meest in aanmerking de profielen met een dik veenpakket. Als werkverruimingsobject zijn dergelijke gronden destijds met de schop tot ca. 80 cm doorgespit, waarbij de lagen veelal werden verwisseld.

ZAKKEN EN VERHOGEN VAN BIJ ELKAAR GELEGEN, DROGE RESPECTIEVELIJK NATTE PROFIELEN (EGALISATIE)

Evenals in de rest van Nederland worden ook in Groningen de zandgronden gekenmerkt door een zwak golvend microreliëf d.w.z. met op korte afstand hoogteverschillen van één of enkele meters. Vorm en afmetingen van de hogere en lagere delen zijn doorgaans onregelmatig. Deze hoogteverschillen worden ook aangetroffen bij de oudste veenkoloniale gronden. Landbouwkundig zijn zij nadelig omdat zij bij de lagere terreindelen aanleiding geven tot een te natte ligging, en bij de hogere delen tot verdroging. Verder geven de hoogteverschillen moeilijkheden bij drainage en het gebruik van landbouwwerktuigen veroorzaakt vertraging en bemoeilijking van de voorjaarswerkzaamheden door ongelijke vroegheid en brengen ten slotte een ongelijke afrijping van het gewas teweeg. Al deze bezwaren kunnen in meer of mindere mate worden weggenomen door het laten zakken van droge en het verhogen van natte bij elkaar gelegen profielen, dus door een egalisatie van het perceel. Dergelijke verbeteringen zullen veelal gepaard gaan met andere, zoals het breken van oerbanken of het verwijderen van ongunstige lagen. De bouwvoor zal te allen tijde boven moeten blijven, zodat het eigenlijk egaliseren in de ondergrond plaatsvindt.
Bij een dergelijke egalisatie laat men een hoge grond zakken door zand uit de ondergrond weg te nemen. Ook in de laagten moet de oorspronkelijke bovengrond aan de oppervlakte blijven. Het egaliseren kan in handkracht en ten dele of geheel gemechaniseerd worden uitgevoerd. Egalisatie, in welke vorm ook, is kostbaar, en daar een geringe, golvende ligging van het terrein vaak weinig hindert, moet het dan ook tot het hoognodige worden beperkt.
Percelen met veel zandkoppen zijn vaak door verkoop van zand, bijv. voor wegenbouw en andere doeleinden, vrij goedkoop te verbeteren. Bij zandwinning moet men er wel op bedacht zijn, dat de bovengrond en het bruine zand niet worden afgegraven. Bovendien mag de afgraving niet te diep plaatsvinden.
In de veenkoloniën komen de wijken als afwateringskanaal en vaarwater steeds meer in onbruik. Vele wijken worden niet meer in stand gehouden en worden zelfs gebruikt om er afval in te deponeren. Er bestaat belangstelling om deze wijken te dempen. In die gedeelten van de veenkoloniën, waar veel hoge gronden voorkomen, zijn mogelijkheden voor dempen dan ook ruimschoots aanwezig. Vele zandkoppen kan men dan laten zakken door het overtollige zand voor het dempen van de wijken te gebruiken. Een dergelijke verbeteringsmethode kan alleen in groter verband worden uitgevoerd en is in wezen een egalisatie op grote schaal. Een eventuele uitvoering hiervan stuit veelal op grote moeilijkheden.
Wijken worden tegenwoordig wel gedicht door middel van kleine zandzuigers, waarbij een kleine oppervlakte grond wordt prijsgegeven om op die plaats zand tot op grote diepte weg te zuigen. Het zand wordt met behulp van een pijpleiding in de te dempen wijk geperst. Tegenover het verlies van grond ten behoeve van een zandgat staat echter een winst van een veel groter oppervlakte van de gedempte wijk.

II BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE EN DE ZEER GLOBALE BODEMGESCHIKTHEIDSKAART VOOR GRONDVERBETERING

Bij de beoordeling van de geschiktheid voor grondverbetering is uitgegaan van de hierboven besproken mogelijkheden. De verschillende gronden zijn in verband hiermede in een aantal klassen ingedeeld. De klassen zijn op een van de Bodemkaart afgeleide kaart weergegeven (bijlage 6).

De onderscheiden klassen kunnen in het kort als volgt worden omschreven:

Klasse A Deze omvat de allerbeste gronden van de provincie, die geen verbetering behoeven.

Klasse B Hiertoe behoren die gronden van het oude kwelderlandschap, welke een meer of minder sterk gelaagde ondergrond hebben. Deze gronden zijn door diepploegen of diepspitten, ondergronden of bekleïng met kalkrijk materiaal vanuit de ondergrond te verbeteren.

Klasse C Deze klasse bevat gronden van de oudste polders van de jonge zeeboezems en woudgronden. Zij komen in aanmerking voor plaatselijke mogelijkheden van diepploegen en bekleïng.

Klasse D Hiertoe zijn alleen de gronden gerekend met plaatselijke mogelijkheden van bekleïng.

Klasse E Hieronder vallen de knikgronden. Deze zeer moeilijk te behandelen gronden zijn in een aparte klasse geplaatst, alhoewel ze wat betreft de eventueel toe te passen verbeteringsmogelijkheden overeenkomen met de gronden van klasse C.

Klasse F Deze klasse bestaat uit de gronden van het overgangsgebied van klei naar veen, uit andere, laag gelegen veengronden en beekdalgronden. Over het algemeen zijn op de overgangsgronden mogelijkheden van bekleïng en/of bezanding aanwezig en op de andere gronden alleen van bezanding.

Klasse G Hiertoe behoren de hoge en middelhoge zandgronden, slibhoudende zandgronden, keileemgronden, enz. met mogelijkheden van diepploegen, enz., ondergronden van oerbanken, breken van leemlagen en egalisatie. Niet alle gronden komen voor de opgesomde mogelijkheden in aanmerking.

Klasse H Deze omvat de lage zandgronden met eventuele mogelijkheden van diepploegen, ondergronden en breken van leemlagen.

Klasse I Hiertoe zijn gerekend de hoge gronden van de randveenontginningen en de middelhoge gronden van de oudere veenkoloniën. Alle met mogelijkheden van bezanding, ondergronden van oerbanken, breken van eventuele leemlagen en spalterveenlagen, diepploegen of diepspitten en egalisatie.

Klasse J Tot deze laatste klasse behoren de lage gronden van de randveenontginningen en van de oudere veenkoloniën. De grondverbeteringsmogelijkheden bestaan hier in het bezanden, het breken van oerbanken en eventueel leem- en spalterveenlagen als ook het diepploegen of diepspitten.

De tot de verschillende klassen ingedeelde kaarteenheden worden in tabel 9 gegeven.
De bodemgeschiktheidskaart voor grondverbetering is slechts als oriënterende kaart op te vatten en kan derhalve niet dienen voor praktisch gebruik.

TABEL 9. Indeling kaarteenheden in grondverbeteringsklassen

Grondverbeteringsklasse	*Geklassificeerde kaarteenheden*
A	7, 8, 9, 19v, 20 (gedeeltelijk), 44, 96, 99
B	20v, 21 (gedeeltelijk), 45 (gedeeltelijk)
C	20 (gedeeltelijk), 21 (gedeeltelijk), 26, 45 (gedeeltelijk)
D	32, 33
E	34, 37
F	38, 80, 81, 81g, 82, 84, 86, 86g, 87, 88, 92, 93, 132, 133
G	103j, 106, 109, 109j, 111j, 114, 118, 118j, 147, 153
H	101, 101j, 102, 102j
I	97, 97j, 98
J	94, 94j, 95

LIJST VAN FIGUREN

Fig.		Pag.
1	In de provincie Groningen ligt klei, veen of zand aan de oppervlakte	2
2	Hoogteverschillen in de provincie Groningen	3
3	Verloop van de gemiddelde neerslag en verdamping in mm in Groningen	4
4	De gemiddelde temperaturen (in graden Celsius) in het voorjaar in Nederland	4
5	De Formaties van Kreftenheye en Grubbenvorst en de mariene Eemlagen	7
6	Kryoturbate verschijnselen in Eemienafzettingen en periglaciale afzettingen op ca. 10 m diepte in een sluisput te Delfzijl	8
7	Holocene opbouw, bestaande uit twee klei- en twee veenlagen, van het gebied om en nabij Delfzijl	10
8	De provincie Groningen omstreeks het begin van de jaartelling	11
9	De provincie Groningen in de Middeleeuwen	12
10	Zuid-Noord profiel door het Lage- en Hogeland van Groningen	15
11	Het ontstaan van een erosieklif bij een buitendijkse kwelder	15
12	Een schematische voorstelling van het ontstaan van het oude kwelderlandschap	16
13	Bedijkingen langs de Groningse kust in de vijftiende eeuw en later	18
14	Het Foxholstermeer in het overgangsgebied van klei naar veen	20
15	Meren en meerstallen in voormalig hoogveengebied (kaart van Lubbers)	22
16	Een gedeelte van de Oude Veenkoloniën tussen Hoogezand en Veendam	24
17	Beekdal met nabij gelegen essen in Westerwolde	26
18	Noordwestelijke flank van een noordoost-zuidwest gerichte drumlin bij Winschoten	28
19	Buitendijkse gronden nabij Rottumeroog	29
20	Kleigehalte van kwelder-, slik- en plaatgronden in de Dollard	30
21	Podzolprofiel in arm zand (dekzand)	33
22	Profiel van een oude zandbouwlandgrond (esgrond)	35
23	Polyederstructuur in drooggevallen grond	38
24	Sterk ontwikkelde structuurelementen in een knikkleigrond in de droge zomer van 1959	40
25	Volumegewichten van verschillende lagen in een kleigrond van ca. 40% lutum	41
26	Inklinking van een kleigrond van ca. 40% lutum	41
27	Chloridegehalte van een uit zout water drooggevallen grond	42
28	Carbonaatgehalte in Dollardkleigronden	44
29	Gehalten aan uitwisselbaar Na en Mg in een uit zout water drooggevallen Zuiderzeegrond	45
30	Profiel van een oude kwelderruggrond met kenmerken van „verbruining"	47
31	Profiel van een veenkoloniale veengrond met een irreversibel ingedroogde veenlaag (turfvorming)	49
32	Vorming van moder en mull	51
33	Indeling en benaming van koolzure-kalkklassen naar de ligging van het 2 mu punt	56
34	Indeling en benaming van humusklassen naar de ligging van het 2 mu punt	58
35	Profiel van een kalkrijke zware zavelgrond op iets gelaagde kalkrijke lichte zavel (eenheid 8)	62
36	Profiel van een kalkarme zware kleigrond; in de ondergrond met knikkige eigenschappen (eenheid 33)	66
37	Profiel van een knikkige klei-op-veengrond (eenheid 38)	67
38	Profiel van een lage, oudere veenkoloniale veengrond (eenheid 95)	73
39	Profiel van een lemige zandgleygrond op keileem (eenheid 103)	76
40	Verkavelingstype (blokverkaveling) van een Gronings terpdorp; Biesum	84

Fig.		pag.
41	Strokenverkaveling met bewoning; opstrekkende heerden bij Bellingwolde	86
42	Verhouding bouwland–grasland in de provincie Groningen	87
43	a. Suikerbieten op ondiep kalkarme zware kleigrond (45% lutum) met slechte structuur (eenheid 26)	94
	b. Suikerbieten op ondiep kalkarme lichte zavelgrond (12% lutum) (eenheid 19)	95
44	Dichtgeslempte bovengrond in het voorjaar van een ondiep kalkarme lichte zavelgrond (14% lutum)	96
45	a. Haver op hoge, oudere veenkoloniale zandgrond (eenheid 98)	97
	b. Haver op jongere veenkoloniale veengrond (eenheid 96)	98
46	Haver op een oude bouwlandgrond (esgrond: eenheid 114)	99
47	Diepploegen van een ondiep kalkarme, zware kleigrond (40% lutum) met een kalkrijke zware zavelondergrond (20% lutum), eenheid 21	103
48	,,Diagonale gelaagdheid" van een verbeterde veenkoloniale grond	108

LIJST VAN TABELLEN

Tabel		pag.
1	Waterfactor, rijping en consistentie	39
2	Indeling in textuurklassen bij kleigronden	54
3	Indeling in textuurklassen bij Zand- en Leemgronden	55
4	Indeling naar grofheid van het zand	55
5	Indeling in koolzure-kalkklassen	56
6	Indeling naar het verloop van het koolzure-kalkgehalte in het profiel	57
7	Indeling in humusklassen	57
8	Inpassing van de kaarteenheden in de legenda van de Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor Akker- en Weidebouw	94
9	Indeling kaarteenheden in grondverbeteringsklassen	111

LITERATUUR

ACKER STRATINGH, G. EN G. A. VENEMA 1855 De Dollard, of geschied-, aardrijks- en natuurkundige beschrijving van dezen boezem der Eems. *Groningen.*

ANDREAE, A. J. 1881 De Lauwerszee.

BENNEMA, J. 1953 De ontkalking tijdens de opslibbing bij Nederlandse alluviale gronden. *Boor en Spade 6, 40–51, Wageningen.*

BODEMKUNDE 1963 Voordrachten gehouden op de B-cursus ,,Bodemkunde" van 14–18 september 1959. *'s-Gravenhage*

BON, J. EN B. VRIJHOF 1958 De landbouwwaterhuishouding in de provincie Groningen. *'s-Gravenhage. C.O.L.N. rapport no. 2.*

BRUIN, P. 1938 De aanwezigheid van calcium-magnesiumcarbonaat naast calciumcarbonaat in kleigronden en de ontleding dezer carbonaten onder invloed van zoutzuur, azijnzuur en bodemzuren. *'s-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 44 (15) A.*

BURCK, H. D. M. 1951 Het continentale Riss-Würm interglaciaal. *Geologie en Mijnbouw N.S. 13, 290–293.*

BURCK, H. D. M. *e.a.* 1956 Geologische geschiedenis van Nederland; toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland op de schaal 1 : 200 000. *'s-Gravenhage*

BURINGH, P. 1962 Bodemvernieuwing in de Veenkoloniën. *Tijdschr. Ned. Heidemij. 73, 177–180.*

CNOSSEN, J. EN W. HEYINK 1958 Enkele opmerkingen omtrent de bodemgesteldheid van de zandgronden in een deel van noordoost-Friesland. *Boor en Spade 9, 156–172.*

CULTUURTECHNIEK 1955 Voordrachten behandeld op de B-cursus van 8–11 september 1953. *'s-Gravenhage.*

DAM, J. G. C. VAN EN J. A. HULSHOF 1961 Bodemkundig rapport behorende bij de globale geschiktheids- en tuinbouwkaart van Groningen. *'s-Gravenhage.*

EDELMAN, C. H. 1938 Over de verbreiding van kryoturbate verschijnselen in het Nederlandsche Pleistoceen. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 55, 73–78.*

EDELMAN, C. H. 1947 Iets over veldnamen en perceleringen. *Landbouwk. Tijdschr. 59, 85–95.*

EDELMAN, C. H. 1947 Les limons et les sables de couverture des Pays-Bas. La géologie des terrains récents dans l'ouest de l'Europe. *Session extra ord. Soc. Belges de Géologie, 303–310.*

EDELMAN, C. H. 1950 Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. *Amsterdam.*

EDELMAN, C. H. 1950 Some unusual aspects of soil science. *Trans. Fourth Int. Congr. Soil Sci. vol. 4, 17–25.* Tevens *Boor en Spade 5, 184–193. Ned. tekst. Utrecht (1952).*

EDELMAN, C. H. 1951 Niveo-aeolische afzettingen. *Geologie en Mijnbouw N.S. 13, 288–289.*

EDELMAN, C. H. EN R. D. CROMMELIN 1939 Over de periglaciale natuur van het Jong-Pleistoceen in Nederland. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 56, 502–513.*

EDELMAN, C. H., F. FLORSCHÜTZ UND J. JESWIET 1936 Über spätpleistozäne und frühholozäne kryoturbate Ablagerungen in den östlichen Niederlanden. *Verh. Geol. Mijnb. Gen. voor Ned. en Kol. Geol. serie, dl. 11, 301–336.*

EDELMAN, C. H. EN W. J. VAN LIERE 1949 Over woudgronden op de zeeklei van westelijk en noordelijk Nederland. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 66, 257–263.* Herdrukt in *Boor en Spade 4, (1951) 14–21.*

EDELMAN, C. H. UND G. C. MAARLEVELD 1958 Pleistozäne-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. *Geol. Jahrb. 73, 639–684. Hannover.*

EDELMAN, C. H. EN L. A. H. DE SMET 1951 Over de ontkalking van de Dollardklei. *Boor en Spade 4, 104–114. Utrecht.*

FABER, F. J. 1942 Nederlandsche Landschappen. *Grorinchem.*

GIFFEN, A. E. VAN 1936 Die Siedlungen in den Warfen Hollands, besonders in dem Dorfwarf Ezinge. *Forschungen und Forschritte 12 Jahrg., nr. 15, 189–191. Abb. 1–3.*

GOLDHOORN, T. 1946 Eenige opmerkingen over de zeeklei van het noordoostelijk deel van Groningen. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 63, 135–141.*

HAMMEN, TH. VAN DER 1951 Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. *Leiden. Diss. Leiden.*

HARMSEN, G. W. 1954 Observations on the formation and oxidation of pyrite in the soil. *Plant and Soil 5, 324–348.*

HELLINGA, F. 1954 De cultuurtechniek, historisch overzicht met cultuurtechnische perspectieven. *Cultuurtechniek, 1–14. 's-Gravenhage.*

HEUVELN, B. VAN 1959 Ouderdomsbepaling van humus in een humuspodzolprofiel onder veen volgens de C14-methode. *Boor en Spade 10, 27–38. Wageningen.*

HEUVELN, B. VAN 1962 Organic B in high moor peat and high moor peat reclamation soils. *Boor en Spade 12, 169–177. Wageningen.*

HEUVELN, B. VAN, A. JONGERIUS AND L. J. PONS 1960 Soil formation in organic soils. *Transact. VII. Int. Congr. of Soil Science. Madison (Wisc.) Vol. IV, 195–204.*

HISSINK, D. J. 1935 De bodemkundige gesteldheid van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders; bijdrage tot de kennis van het verouderingsproces van de zware zeekleigronden. *'s-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 41B, 47–172.*

HOEKSEMA, K. J. 1953 De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. *Boor en Spade 6, 24–30. Wageningen.*

HOFSTEE, E. W. 1937 Het Oldambt. *Groningen. Diss. Amsterdam.*

HOFSTEE, E. W. EN A. W. VLAM 1952 Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. *Boor en Spade 5, 195–235. Utrecht.*

JELGERSMA, S. 1960 Die palynologische und C14-Untersuchung einiger Torfprofile aus dem N.S.-Profil Meedhuizen-Farmsum. *Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie, deel XIX, 25–32.*

JENNY, H. 1941 Factors of soil formation, a system of quantitative pedology. New York/London.

JONGERIUS, A. 1961 De micromorfologie van de organische stof. *Bodemkunde, 43–58. 's-Gravenhage.*

JONGERIUS, A. AND L. J. PONS 1962 Soil genesis in organic soils. *Boor en Spade 12, 156–168.*

KEUNING, H. J. 1933 De Groninger Veenkoloniën, een sociaal-geografische studie. *Amsterdam. Diss. Utrecht.*

KEUNING, H. J. 1961 Siedlungsform und Siedlungsvorgang. Einige Gedanken über die Entwicklung der ländlichen Siedlungen in den niederländischen Sandgebieten. *Zeitschr. f. Agrargeschichte und Agrarsoziologie, 9, Heft 2.*

KLUNGEL, A. E. EN L. A. H. DE SMET 1962 Groeiverschillen in graangewassen op esgronden in Westerwolde. *Landbouwvoorlichting 19, 35–42.*

KOOPER, J. 1939 Het waterstaatsverleden van de provincie Groningen. *Groningen/Batavia.*

KUBIËNA, W. L. 1948 Entwicklungslehre des Bodens. *Wien.*

KUIPERS, S. F. 1958 Bodemkunde, 6e dr. *Zwolle.*

LANDBOUWATLAS VAN NEDERLAND 1959 Zwolle.

LIGTERINK, G. H. 1954 De Hondsrug en het dal van de Oer-Eems. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 71, 105–121.*

MAARLEVELD, G. C. EN J. C. VAN DEN TOORN 1955 Pseudo-Sölle in Noord-Nederland. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 72, 344–360.*

MASCHHAUPT, J. G. 1923 Verslag van een onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den Dollard met het oog op inpoldering. *Bijdr. kennis der prov. Groningen. Nw. reeks, 2. Groningen.*

MASCHHAUPT, J. G. 1948 Bodemkundige onderzoekingen in het Dollardgebied. *'s-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 54.4.*

MÜLLER, W. 1955 Verdichtungserscheinungen in Marschböden. *Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk. 71, 225–232.*

MUNTINGA, J. E. 1946 Het landschap Westerwolde. *Diss. Wageningen.*

NIEMEYER, G. 1938 Eschprobleme in Nord-West Deutschland und in Östlichen Niederlanden. *C.R. Congr. Inst. Geogr. Amsterdam. II, Sect. V, 27.*

OOSTING, W. A. J. 1940 De ouderdomsbepaling van onze bouwlanden op het pleistoceen en het vraagstuk der ophoging door plaggenbemesting. *Landbouwk. Tijdschr. 52, 695–704.*

PAPE, J. C. 1961 De zandgronden. *Bodemkunde, 156–172. 's-Gravenhage.*

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. *'s-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.11. Bodemkundige Studies 3. Diss. Wageningen.*

RAMAER, J. C. 1909 De vorming van den Dollart en de terpen in Nederland, in verband met de geografische geschiedenis van ons polderland. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 26, 1–61 en 264–265.*

RIETEMA, S. P. 1914 Over wierden en dijken; Schets eener geschiedenis van de Noordzeekust tuschen Lauwers en Eems. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 31, 161–175 301–345.*

RIETEMA, S. P. 1925 Het Westerkwartier van de provincie Groningen. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 42, 189–225.*

RODENGATE MARISSEN, J. Z. TEN 1941 Grondverbetering; 2e dl.; Ontginning van veen- en heidegronden; bew. door J. Elema. *Groningen.*

ROO, H. C. DE 1952 Over de oppervlakte-geologie van het Drentse plateau. *Boor en Spade 5, 102–118. Utrecht.*

ROO, H. C. DE 1953 Enkele bodemkundige aantekeningen over de Drentse essen. *Boor en Spade 6, 59–76. Utrecht.*

SCHUYLENBORGH, J. VAN EN J. S. VEENENBOS 1951 Over de invloed van magnesium op de structuur van sedimenten. *Landbouwk. Tijdschr. 63, 709–714.*

SMET, L. A. H. DE 1951 Rodoorngronden in het Dollardgebied. *Boor en Spade 4, 114–122. Utrecht.*

SMET, L. A. H. DE 1952 De bodemgesteldheid van de oudste Dollardpolders met betrekking tot eventuele grondverbetering. *Boor en Spade 5, 141–149. Utrecht.*

SMET, L. A. H. DE 1954 Grondverbeteringsmogelijkheden in de Veenkoloniën. De Bodemkartering in de Veenkoloniën III. *Landbouwcourant voor de Veenkoloniën en Omliggende Streken, nr. 3, 23 januari.*

SMET, L. A. H. DE 1954 Enkele opmerkingen over kalkarme zeekleiafzettingen. *Boor en Spade 7, 169–173. Wageningen.*

SMET, L. A. H. DE 1957 Het bouwplan op verschillende bodemtypen van de zeekleigronden. *Landbouwk. Tijdschr. 69, 326–332.*

SMET, L. A. H. DE 1959 De bodemkundige verkenningskaart van de veenkoloniën in zuidelijk Groningen, Drente en noordelijk Overijssel. *Boor en Spade 10, 143–156. Wageningen.*

SMET, L. A. H. DE 1960 Die holozäne Entwicklung des niederländischen Randgebietes des Dollarts und der Ems. *Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. XIX, 15–23.*

SMET, L. A. H. DE 1962 Zwaarte van de grond en gewassenkeuze in het Groninger kleigebied. *Landbouwvoorlichting 19, 515–521.*

SMET, L. A. H. DE 1962 Het Dollardgebied. Bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen in het kader van de bodemkartering. *Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 67.16. Serie: De Bodemkartering van Nederland, dl. 20. Diss. Wageningen.*

SMET, L. A. H. DE 1963 Grondbewerkings- en mechanisatiemogelijkheden op zware kleigronden. *Landbouwvoorlichting 20, 186–197. 's-Gravenhage.*

SMET, L. A. H. DE 1963 Bodemgeschiktheidsonderzoek en geschiktheidsclassificatie in de provincie Groningen. Enkele onderzoekingen over de bodemgeschiktheidsclassificatie voor akker- en weidebouw. *Wageningen. Bodemk. Studies 6, 21–31.*

SMET, L. A. H. DE EN A. E. KLUNGEL 1965 De ouderdom van veenpakketten en gliedelagen in de Groninger Veenkoloniën. *Boor en Spade 14. Wageningen.*

SMET, L. A. H. DE EN J. J. VLEESHOUWER 1957 De bodemkundige opbouw van het Groninger kleigebied. *Boor en Spade 8, 142–159.*

SMET, L. A. H. DE EN K. WAGENAAR 1959 De geschiktheid van de bodem van Noord-Groningen voor de tuinbouw. *Meded. Dir. Tuinbouw, 22, 312–320.*

SMITS, H. 1953 Over de inklinking van oostelijk Flevoland. Directie Wieringermeer, *Kampen.*

SPEK, J. VAN DER 1952 Over het verdwijnen van koolzure kalk uit zeekleiafzettingen ten gevolge van oxydatie van hierin aanwezige sulfiden. *Landbouwk. Tijdschr. 64, 473–478.*

STEENHUIS, J. F. 1933 De kustlijn der Eemzee op Nederlandsch gebied. *De Ingenieur, 48, 194–195.*

STEENHUIS, J. F. 1941 Het verloop van de kustlijn van de Eemzee in Groningen. *Jaarversl. Geol. Stichting, 65–70.*

STEUR, G. G. L. 1961 Bodemvorming. *Bodemkunde 112–126, 's-Gravenhage.*

STRAATEN, L. M. J. U. VAN 1954 Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands. *Leidse geologische mededelingen XIX.*

STRAATEN, L. M. J. U. VAN 1960 Aerial Photographs. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. serie XIX, 37–38. Symposium Ems-Estuarium (Nordsee).*

TANIS, K. 1961 De resultaten van mechanische herontginningen in de oude veenkoloniën. *Tijdschr. Ned. Heide Mij. 72, 62–69.*

TOP, H. J. 1893 Geschiedenis der Groninger Veenkoloniën. *Veendam.*

TUINSTRA, U. 1963 Van water tot land. *It Beaken, 25, 5–58,. De Lauwerszee.*

VEEN, JOH. VAN 1930 De Fivel en hare verzanding. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 47, 673–691 en 773–800.*

VEENENBOS, J. S. 1952 Landschapsvormen en cultuurvormen in pleistoceen Noord-Nederland in verband met de waterhuishouding. *Boor en Spade 5, 149–155. Utrecht.*

VEENENBOS, J. S. 1952 De bodem van Friesland. Friesland toen, nu en straks. blz. 7–11. *Leeuwarden.*

VEENENBOS, J. S. 1953 Heterogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. *Boor en Spade 6, 7–24. Wageningen.*

VEENENBOS, J. S. 1954 Het landschap van zuidoostelijk Friesland en zijn ontstaan. *Boor en Spade 7, 111–136. Wageningen.*

VEENENBOS, J. S. EN J. VAN SCHUYLENBORGH 1951 Het knip- of knikverschijnsel van kleigronden. *Boor en Spade 4, 24–38. Utrecht.*

VENEMA, G. A. 1856 De Hooge Veenen en het Veenbranden.

VENEMA, G. A. 1865 De venen en veenkoloniën in de provincie Groningen. *Groningen.*

VENEMA, G. A. 1865 De bodem van het Oldambt en van Westerwolde. Tegenwoordige staat van Groningen.

VERHOEVEN, B. 1962 On the calciumcarbonate content of young marine sediments. *Neth. J. Agr. Sci. Vol. 10, 58–71.*

VINK, A. P. A. 1949 Bijdrage tot de kennis van loess en dekzanden in het bijzonder van de zuidoostelijke Veluwe. *Wageningen. Diss. Wageningen.*

VINK, A. P. A. *e.a.* 1963 Enkele onderzoekingen over de bodemgeschiktheidsclassificatie voor akker- en weidebouw. *Wageningen. Bodemk. Studies 6.*

WEE, M. W. TER 1962 The Saalian glaciation in the Netherlands. *(Exc. C. Jub. Conv.) – Meded. Geol. Stichting, N.S., nr. 15.*

WESTERHOFF, R. EN G. ACKER STRATINGH 1839 Natuurlijke historie van de provincie Groningen. *Groningen.*

WIGGERS, A. J. 1960 Die Korngrösseverteilung der holozänen Sedimente im Dollart-Ems-Estuarium. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie XIX. 111–128.*

ZONNEVELD, J. I. S. 1958 Litho-stratigraphische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. *Meded. Geol. Stichting, N.S. 12, 31–64.*

ZONNEVELD, I. S. 1960 De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. *Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 65.20. Bodemk. Studies 4. Diss. Wageningen.*

ZONNEVELD, I. S. 1961 De minerale alluviale gronden. *Bodemkunde 194–218. 's-Gravenhage.*

Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor Akker- en Weidebouw van Nederland, op schaal 1 : 200 000; met toelichting. Stichting voor Bodemkartering, o.r.v. A.P.A. Vink en E. J. van Zuilen (I.v.).

ZUUR, A. J. 1932 Over de ontzilting van den bodem in den Andijker Proefpolder. *Meded. 2 Comm. v. Advies omtrent landb. techn. aangelegenheden betr. Proefpolder nabij Andijk, 185–275.*

ZUUR, A. J. 1936 Over de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer. *'s-Gravenhage.*

ZUUR, A. J. 1954 Bodemkunde der Nederlandse Bedijkingen en Droogmakerijen. Deel B. De hoofdsamenstelling en enkele andere z.g. chemische bestanddelen van de op het water gewonnen gronden. *Kampen.*

ZUUR, A. J. 1958 Bodemkunde der Nederlandse Bedijkingen en Droogmakerijen. Deel C. Het watergehalte, de indroging en enkele daarmee samenhangende processen. *Kampem.*

ZUUR, A. J. 1961 Initiële bodemvorming bij mariene gronden. *Meded. Landbouwhogesch. en Opzoekingsstations van de Staat te Gent. Dl. XXVI, no. 1, 7–33.*

ZIJLMA, J. 1884 De Marne. *Groningen.*