
*Blad 40 West
Arnhem*

*Blad 40 Oost
Arnhem*



Bodemkaart

van

Schaal 1:50 000

Nederland

Uitgave 1975

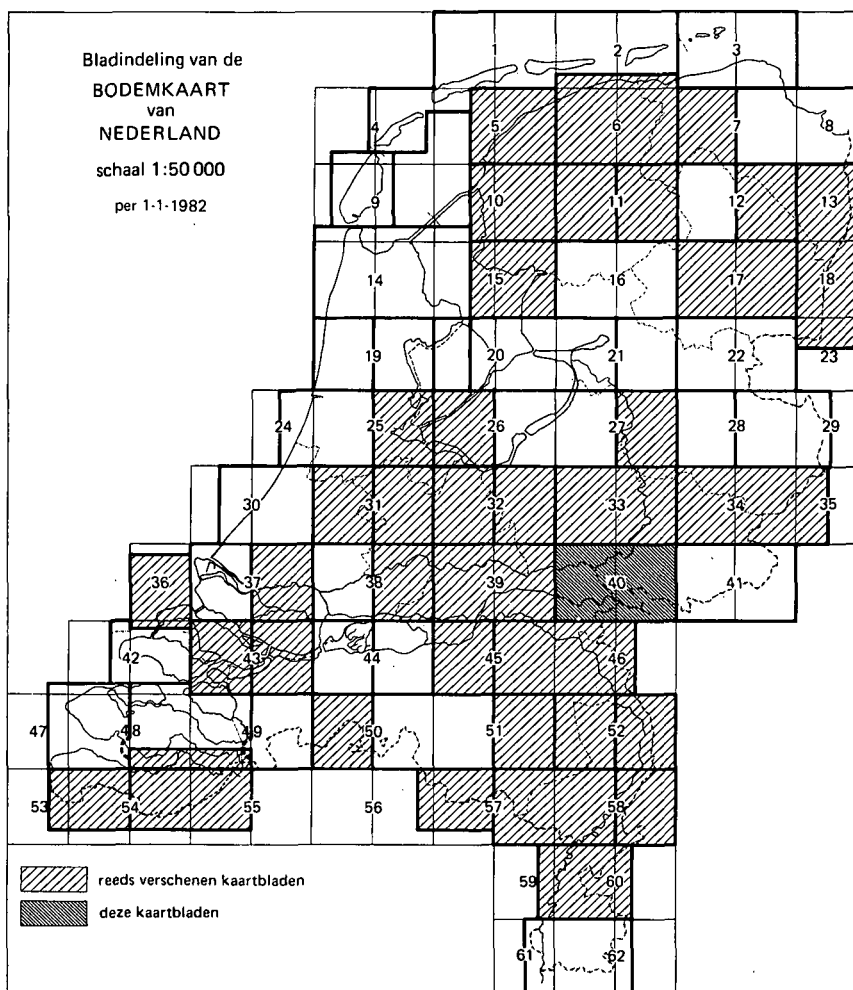
Stichting voor Bodemkartering



De minister van Landbouw en Visserij heeft de Stichting voor Bodemkartering opgedragen een bodemkaart van Nederland te vervaardigen op de schaal 1:50000. Deze kaart wordt uitgegeven in bladen, genummerd volgens de indeling van de Topografische Kaart. De meeste bladnummers bestaan uit een afzonderlijk westblad en oostblad.

Bij de kaartbladen behoren Toelichtingen. Sommige gelden voor één blad, andere voor een combinatie van bladen. Kaart en Toelichting vormen één geheel en vullen elkaar aan. Men moet dus beide bronnen raadplegen, als men geïnformeerd wil zijn over de bodemgesteldheid van het desbetreffende gebied.

De uitgave is verkrijgbaar bij de boekhandel en bij PUDOC, Postbus 4, 6700 AA Wageningen. De kaart is ook afzonderlijk verkrijgbaar (gevouwen en ongevouwen) bij de Stichting voor Bodemkartering, Staringgebouw, Marijkeweg 11, Postbus 98, 6700 AA Wageningen (tel.: 08370-19100). Er worden ook werkbladen uitgegeven. Daarop staan alle onderscheidingen van de bodemkaart, maar de kaart is niet gekleurd. Deze werkbladen zijn o.a. bestemd voor gebruikers die de kaarteenheden voor een speciaal doel zouden willen samenvatten, of die bepaalde facetten van de bodemgesteldheid willen bestuderen. De Stichting voor Bodemkartering is bereid nadere inlichtingen en adviezen hierover te geven.



Bodemkaart van Nederland
Schaal 1 : 50 000

Toelichting bij de kaartbladen
40 West Arnhem
en
40 Oost Arnhem

Wageningen 1975
Stichting voor Bodemkartering



Druk: Van der Wiel-Luyben, B.V., Arnhem

Offset-facsimile: Krips Repro, Meppel, 1981

Presentatie: Pudoc, Wageningen

Copyright: Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1975

ISBN 90 220 0588 7

Inhoud

1	Inleiding	9
1.1	Het gekarteerde gebied	9
1.2	Opname en gebruikte gegevens	9
1.3	Bodem, bodemvorming en bodemkartering	10
1.4	De bodemkaart en haar onderscheidingen	12
1.4.1	<i>Enkelvoudige kaartenheden</i>	12
1.4.2	<i>Samengestelde kaartenheden</i>	13
1.4.3	<i>Toevoegingen en overige onderscheidingen</i>	13
1.4.4	<i>Grondwatertrappen</i>	13
2	Algemeen gebruikte indelingen en hun benamingen	15
2.1	Textuurindeling	15
2.1.1	<i>Indeling naar het lutumgehalte</i>	15
2.1.2	<i>Indeling naar het leemgehalte</i>	16
2.1.3	<i>Indeling naar de mediaan van de zandfractie</i>	16
2.1.4	<i>Benaming van de kaartenheden naar de textuur</i>	17
2.2	Indeling naar het gehalte aan organische stof	18
2.3	Indeling naar het profielverloop	18
2.3.1	<i>Omschrijving van de profielverlopen</i>	18
2.3.2	<i>Benaming en codering van de profielverlopen</i>	20
2.4	Indeling naar het koolzure-kalkgehalte	20
2.4.1	<i>Kalkverloop en kalkverloopklassen</i>	20
2.5	Indeling naar grondwatertrappen	21
2.6	Het bodemprofiel en zijn horizonten	24
2.6.1	<i>Horizontbenamingen</i>	24
2.6.2	<i>Kleurbeschrijving van horizonten</i>	25
3	Codering en benaming van de kaartenheden	26
3.1	Codering van de enkelvoudige kaartenheden	26
3.1.1	<i>Codering bij de veengronden, V</i>	26
3.1.2	<i>Codering bij de moerige gronden, W</i>	26
3.1.3	<i>Codering bij de moderpodzolgronden, Y</i>	27
3.1.4	<i>Codering bij de humuspodzolgronden, H</i>	27
3.1.5	<i>Codering bij de dikke eerdgronden (zand), EZ</i>	27
3.1.6	<i>Codering bij de kalkloze zandgronden, Z</i>	28
3.1.7	<i>Codering bij de kalkhoudende zandgronden, Z . . . A</i>	28
3.1.8	<i>Codering bij de rivierkleigronden, R</i>	29
3.1.9	<i>Codering bij de oude rivierkleigronden, KR</i>	29
3.1.10	<i>Codering bij de leemgronden, L</i>	30
3.2	Codering van de samengestelde kaartenheden	30

3.3	Codering van de toevoegingen	30
3.4	Codering van de grondwatertrappen	30
3.5	Benaming van de kaarteenheden	30
4	Geologie	33
4.1	Inleiding	33
4.2	Het Pleistoceen ouder dan de landijsbedekking	33
4.3	De landijsbedekking in het Saalien	35
4.4	Het Eemien en het Weichselien (Würmtijd)	37
4.5	Holoceen	41
4.5.1	<i>Het zandgebied</i>	41
4.5.2	<i>Het rivierkleigebied</i>	41
4.5.3	<i>Veevorming</i>	45
5	Landschap en bodemgesteldheid	46
5.1	Invloed van de mens op het landschap en de bodemgesteldheid	46
5.1.1	<i>Bewoning en ontginning in de zandgebieden</i>	46
5.1.2	<i>Bedijking van het rivierkleigebied</i>	48
5.1.3	<i>De klei- en zandwinning</i>	52
5.1.4	<i>IJzerwinning in het Montferland</i>	53
5.2	De stuwwallen	54
5.3	Het Fuvio-glaciaal	56
5.4	Het dekzand	56
5.5	De rivierduinen	57
5.6	De oude rivierklei	57
5.6.1	<i>Het gebied van de Oude IJssel</i>	58
5.6.2	<i>Het gebied van Maas en Waal</i>	58
5.7	De jonge rivierklei	59
5.7.1	<i>De stroomruggen, de oever- en overslaggronden en de bedijkte uiterwaarden</i>	59
5.7.2	<i>De kommen</i>	61
5.7.3	<i>De gebroken gronden</i>	62
5.8	De uiterwaarden	63
6	Veengronden en moerige gronden	65
6.1	De kaarteenheden van de veengronden	65
6.2	De kaarteenheden van de moerige gronden	66
7	Podzolgronden	68
7.1	Bodemvorming	68
7.1.1	<i>De duidelijke podzol-B</i>	68
7.1.2	<i>De aard van de duidelijke podzol-B</i>	69
7.1.3	<i>Hydromorfe kenmerken</i>	69
7.2	Enige chemische gegevens	70
7.3	De kaarteenheden van de moderpodzolgronden	71
7.4	De kaarteenheden van de humuspodzolgronden	78
8	Dikke eerdgronden	85
8.1	Ontstaan	85
8.2	Indeling	86
9	Kalkloze zandgronden	92
9.1	De kaarteenheden van de zandeerdgronden	92
9.2	De kaarteenheden van de zandvaaggronden	96
10	Kalkhoudende zandgronden	101

11 Rivierkleigronden	102
11.1 Bodemvorming	102
11.1.1 <i>Rijping en homogenisatie</i>	102
11.1.2 <i>Koolzure-kalkgehalte</i>	103
11.1.3 <i>Hydromorfe kenmerken</i>	104
11.1.4 <i>Vorming van de A1-horizont</i>	104
11.1.5 <i>Structuur</i>	104
11.2 Indeling van de rivierkleigronden	108
11.3 De kaarteenheden van de rivierkleigronden	111
12 Oude rivierkleigronden	129
12.1 De kaarteenheden van de oude rivierkleigronden	130
13 Leemgronden	135
13.1 De kaarteenheden van de leemgronden	135
14 De samengestelde kaarteenheden	139
14.1 Associaties van twee enkelvoudige kaarteenheden	139
15 Toevoegingen en overige onderscheidingen	142
15.1 Toevoegingen	142
15.2 Overige onderscheidingen	145
16 De geschiktheid van de gronden voor akker- en weidebouw	148
16.1 Inleiding	148
16.2 De geschiktheid van de grond voor akkerbouw	149
16.2.1 <i>De beperkingen</i>	149
16.2.2 <i>De teeltmogelijkheden</i>	152
16.2.3 <i>Toelichting bij de subklassen</i>	153
16.3 De geschiktheid van de grond voor weidebouw	156
16.3.1 <i>De beperkingen</i>	156
16.3.2 <i>Toelichting bij de subklassen</i>	158
Literatuur	161
Aanhangsel 1a Alfabetische lijst van kaarteenheden en hun oppervlakte (blad 40 West)	166
Aanhangsel 1b Alfabetische lijst van kaarteenheden en hun oppervlakte (blad 40 Oost)	168
Aanhangsel 2 Analyse-uitslagen van grondmonsters	172
Aanhangsel 3 Globale geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw	180
Aanhangsel 4 Globale geschiktheidsbeoordeling voor weidebouw	184
Aanhangsel 5 Excursieroute	187

I Inleiding

1.1 Het gekarteerde gebied

Dit rapport geeft een toelichting bij de bladen 40 West en 40 Oost. Het gekarteerde gebied behoort geheel tot de provincie Gelderland en wel tot het zuidelijk deel. Het grenst in het zuiden grotendeels aan Duitsland. Op deze twee kaartbladen komen de volgende gemeenten of delen daarvan voor ¹:

Angerlo, Arnhem, Bommel, Bergh, Beuningen, Didam, Doesburg, Doetinchem, Duiven, Ede, Elst, Ewijk, Gendringen, Gendt, Groesbeek, Hengelo (Gld.), Herwen en Aerd, Heteren, Huissen, Hummelo en Keppel, Millingen a/d Rijn, Nijmegen, Pannerden, Renkum, Rheden, Rozendaal, Steenderen, Ubbergen, Valburg, Wehl, Westervoort, Wisch, Wijchen, Zelhem en Zevenaar.

Uitgestrekte bebouwde kommen, industrieterreinen en andere terreinen voor burgerlijk gebruik zijn niet gekarteerd.

1.2 Opname en gebruikte gegevens

Het gebied is in de jaren 1967 t/m 1968 systematisch gekarteerd. Het veldwerk werd uitgevoerd door D. A. Eilander, P. Harbers en Ing. J. L. Kloosterhuis. De tekst werd in hoofdzaak samengesteld door Ing. J. L. Kloosterhuis. De leiding berustte bij Ir. J. C. Pape. Met de algehele coördinatie waren Ir. G. G. L. Steur en Ing. W. Heijink belast.

Bij het vervaardigen van deze bodemkaart is gebruik gemaakt van een aantal reeds aanwezige, meer gedetailleerde bodemkaarten (afb. 1).

De genoemde kaarten werden omgezet in de 50 000-legenda. Daarbij was aanvullend veldwerk noodzakelijk.

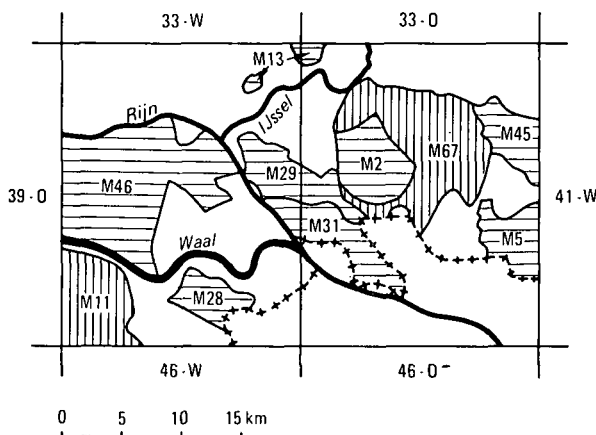
Een aantal gegevens over grondwaterstanden, gedurende een reeks van jaren gemeten in stam- en peilbuizen, zijn welwillend ter beschikking gesteld door de Dienst Grondwaterverkenning TNO te Delft. Deze gegevens zijn zeer belangrijk als referentiepunten bij het schatten van het verband tussen profielkenmerken en de actuele grondwaterhuishouding.

De bodemkartering zou niet kunnen worden uitgevoerd zonder de toestemming van landeigenaren en -gebruikers hun percelen te betreden en de boringen uit te voeren. Deze toestemming is steeds door alle betrokkenen welwillend gegeven. Velen hebben bovendien waardevolle inlichtingen verschaft over hun ervaringen met het gebruik en de behandeling van de grond. Deze zijn van grote betekenis geweest, met name voor de landbouwkundige waardering van de verschillende gron-

¹ Naar de gemeentelijke indeling op 1 januari 1972.

den. De Stichting voor Bodemkartering en haar medewerkers zijn erkentelijk voor deze bereidwilligheid en hulp.

De basis van de bodemkaart wordt gevormd door de topografische kaart, schaal 1 : 50 000, verstrekt door de Topografische Dienst. Ter



Schaal 1:10 000



- M2 Didam (Pijs, 1948)
- M5 Azewijn (Koenigs, 1949)
- M13 Middachten en Beekhuizen (Vink, 1949)
- M28 Ooijpolders (Pons, 1951)
- M29 Westervoort, Duiven en Zevenaar (Pons, 1953)
- M31 Spijkse Overlaat - Driedorpenpolder (Pons, 1952)
- M45 Doetinchem (Van der Schans en Vleeshouwer, 1956)
- M46 Over-Betuwe (Van der Schans en Steeghs, 1957; Zandbergen en Zegers, 1958)

Schaal 1:25 000



- M11 Land van Maas en Waal (Pons, 1966)
- M67 Bevermeer (Kloosterhuis, 1965)

Afb. 1 Geraadpleegde en deels verwerkte bodemkaarten.

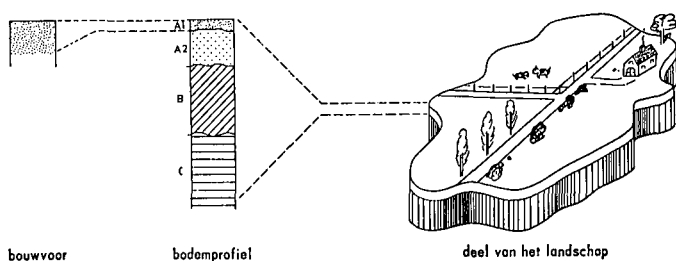
wille van de leesbaarheid van de bodemkundige gegevens is deze basiskaart sterk vereenvoudigd. Vele wegen, waterlopen en andere topografische details zijn weggelaten. Voor een nauwkeurige plaatsbepaling zal het soms gewenst zijn een normale topografische kaart te raadplegen.

1.3 Bodem, bodemvorming en bodemkartering

De bodem is het buitenste deel van de aardkorst. Het materiaal waaruit de bodem bestaat (het zgn. moedermateriaal) is in ons land grotendeels van elders aangevoerd (gesedimenteerd). Dit is o.a. gebeurd door de wind (löss, dekzand, stuifzand), de rivieren (rivierklei en -zand) en door het landijs (smeltwaterafzettingen). Ook kan het moedermateriaal ter plaatse zijn ontstaan, zoals dat het geval is bij ophoping van organische stof (veen). De afzettingwijze van het moedermateriaal kan tijdens de sedimentatie variëren, waardoor dit materiaal een andere gelaagdheid kan vertonen. Ook kunnen verschillende afzettingen op elkaar liggen, hetgeen eveneens gelaagdheid tot gevolg heeft (bijv. klei op veen of dekzand op löss).

Onder invloed van het klimaat, de waterhuishouding, de planten- en dierenwereld en ook van de mens, treden in het moedermateriaal veranderingen op, die met de naam *bodemvorming* worden aangeduid. Deze

veranderingen bestaan o.a. uit ophoping, uitspoeling en soms dieper in de grond weer neerslaan van minerale en organische stoffen. Door deze processen ontstaat in het moedermateriaal een gelaagdheid, die oorspronkelijk niet aanwezig was.



Afb. 2 De bodem als bouwvoor, bodemprofiel en deel van het landschap.

Elke grond heeft dus, zowel als gevolg van de afzettingwijze (geogenese) als van de bodemvorming (pedogenese), een opeenvolging van min of meer horizontale lagen die verschillen in samenstelling en eigenschappen. Deze lagen, die we kunnen zien aan de wand van een kuil, worden *horizonten* genoemd (zie 2.6). De opeenvolging van deze horizonten vertoont zekere wetmatigheden, die deels worden bepaald door de afzetting van het moedermateriaal, deels door de bodemvorming. De karakteristieke samenstelling en opeenvolging van horizonten – het *bodemprofiel* – is voor de ene grond anders dan voor de andere. Daardoor is het mogelijk gronden met een ongeveer gelijke profielopbouw – en dus met overeenkomstige kenmerken en eigenschappen – als een eenheid te beschouwen en af te scheiden van gronden met een andere profielopbouw (afb. 2).

De bodem en het *landschap* hangen nauw samen. Beide zijn aspecten van dezelfde uitwendige omstandigheden, zoals de geologische vormingswijze, het reliëf, de begroeiing en de waterhuishouding. Voor het geoefende oog geeft het landschap dikwijls duidelijke aanwijzingen over de aard en het patroon van de bodemgesteldheid. Veranderingen in het landschap gaan vaak gepaard met een andere opbouw van het bodemprofiel. Dit is van groot belang bij de *bodemkartering*, omdat het daardoor mogelijk is met betrekkelijk weinig boringen de grenzen tussen de verschillende gronden op te sporen en op een bodemkaart af te beelden. De *schaal* van de kaart bepaalt de mate van detail waarmee de bodemgesteldheid kan worden weergegeven. Op zeer grote schaal (bijv. 1 : 5 000) kan dit zeer gedetailleerd gebeuren. De onderscheiden eenheden zijn in zo'n geval nauw omschreven; er is dus weinig verschil in profielopbouw binnen een zelfde eenheid. Naarmate de schaal kleiner wordt, moet de omschrijving van de eenheden ruimer worden gesteld; binnen dergelijke eenheden kan dus de opbouw van de bodem grotere verschillen vertonen. Dit is bij de bodemkaart, schaal 1 : 50 000, bij vele eenheden het geval. De schaal van de kaart maakt het bovendien moeilijk oppervlakten van minder dan ca. 10 ha weer te geven (1 cm² op de kaart is 25 ha in het terrein).

De kaartschaal en de daarmee samenhangende gedetailleerdheid van de indeling bepalen ook de *boringsdichtheid*. Voor de bodemkaart schaal 1 : 50 000 is gemiddeld per 4 à 8 ha één boring tot een diepte van 1,20 m uitgevoerd. Het zal duidelijk zijn, dat deze kaart zich niet leent voor het beoordelen van percelen. De kaart is een *overzichtskaart* en is dus niet geschikt voor gedetailleerd gebruik.

1.4 De bodemkaart en haar onderscheidingen

De eenheden, die in het veld zijn onderscheiden, worden als *kaarteenheden* op de bodemkaart aangegeven door middel van een code en een kleur.

De *legenda*, die naast de kaart is afgedrukt en die in de hoofdstukken 6 t/m 15 van dit rapport uitvoerig wordt toegelicht, is een systematisch overzicht van alle onderscheidingen van de bodemkaart. In de legenda is ter wille van de overzichtelijkheid een bepaalde ordening aangebracht. De hoofddeling die op de kaart in kapitale letters van een groot lettertype is gedrukt, berust op de aard van het moedermateriaal (bijv. veengronden en rivierkleigronden) en op de belangrijkste bodemvormende processen (bijv. podzolgronden en eerdgronden). Deze hoofdklassen van de legenda geven tevens een globaal beeld van de voornaamste landschapsvormen. Dit beeld spreekt uit de kaart vooral door de keuze van de kleuren, die erop gericht is het landschappelijke patroon van de bodemgesteldheid te accentueren. Zo zijn voor de kaarteenheden uit de rivierklei geelgroene kleuren gekozen, voor het zand gele, rode en bruine tinten en voor het veen paarse.

De verschillende kaartvlakken worden van elkaar gescheiden door bruine lijnen, de bodemgrenzen. Deze wekken de suggestie, dat de grenzen ook in werkelijkheid scherp zijn. Soms deelt de bodemgrens echter een brede overgangszone ongeveer middendoor. Zij is dan meer een 'middellijn' van een overgangsgebied dan een exacte aanduiding van de plaats waar de ene eenheid overgaat in een andere.

Ook kan de bodemgrens een sterk geschematiseerde weergave zijn van in werkelijkheid grillig verlopende grenzen tussen kaarteenheden.

De gronden binnen een kaartvlak voldoen in het algemeen aan de omschrijving van de aangegeven kaarteenheid. In vrijwel ieder kaartvlak komen evenwel ook afwijkende gronden voor. Dit wordt o.a. veroorzaakt door de globale kartering van de werkelijke grenzen, het weglaten van te kleine oppervlakten of het niet-opmerken daarvan als gevolg van de geringe boringsdichtheid en de kleine kaartschaal. Er is naar gestreefd deze afwijkingen, die *onzuiverheden* worden genoemd, te beperken tot ten hoogste ca. 30% van de oppervlakte van elk kaartvlak. Tot dit percentage worden de onzuiverheden verwaarloosd en worden de kaartvlakken aangegeven als *enkelvoudige* kaarteenheden (zie 1.4.1). Indien de onzuiverheid van een bepaald vlak groter is geeft een enkelvoudige kaarteenheid een te onnauwkeurig beeld. In zulke gevallen zijn *samengestelde* kaarteenheden gebruikt (zie 1.4.2).

1.4.1 Enkelvoudige kaarteenheden

Enkelvoudige kaarteenheden bestaan voor ten minste 70% van de oppervlakte van elk afzonderlijk kaartvlak uit de door de codering en kleur aangegeven eenheid. Over voorkomende onzuiverheden geeft de kaart geen nadere informatie.

De enkelvoudige kaarteenheden zijn elk met een bepaalde code voorgesteld, die in hoofdstuk 3 nader wordt verklaard. De kaartvlakken van deze enkelvoudige kaarteenheden zijn begrensd door een niet-onderbroken, bruine lijn. De meeste enkelvoudige kaarteenheden hebben een eigen kleur. In enkele gevallen zijn verwante eenheden met dezelfde kleur aangegeven; het verschil blijkt dan slechts uit de code. Dit is op de legenda die naast de kaart is afgedrukt, aangegeven door de gekleurde legendahokjes tegen elkaar te plaatsen. Ook bij de beschrijving van de eenheden is het gebruik van één kleur voor twee eenheden steeds vermeld.

De enkelvoudige kaarteenheden worden besproken in de hoofdstukken 6 t/m 13.

1.4.2 Samengestelde kaarteenheden

Indien het percentage onzuiverheden groter is dan ca. 30%, wordt de bodemgesteldheid door middel van *samengestelde kaarteenheden* aangegeven. Deze bestaan uit twee enkelvoudige kaarteenheden, die in het veld een zo gecompliceerd patroon vormen, dat ze op de kaartschaal 1 : 50 000 niet meer als afzonderlijke vlakken kunnen worden voorgesteld. Op een kaart met een grotere schaal (bijv. 1 : 10 000) zal dit meestal wel het geval zijn. Samengestelde kaarteenheden die bestaan uit een *associatie van twee enkelvoudige kaarteenheden*, dragen de codering van de samenstellende delen. De rangorde binnen de code zegt niets over de relatieve belangrijkheid. Voor de code is namelijk de volgorde van de enkelvoudige kaarteenheden uit de legenda aangehouden. Associaties van twee enkelvoudige kaarteenheden zijn aangegeven met verticale banden in de kleuren van de samenstellende eenheden, als deze ten minste een verschillende kleur hebben.

De samengestelde kaarteenheden worden nader toegelicht in hoofdstuk 14.

1.4.3 Toevoegingen en overige onderscheidingen

Bepaalde, belangrijke bodemkundige kenmerken komen voor bij vele, onderling sterk verschillende gronden (bijv. grind bij allerlei podzolgronden en pleistocene zand onder kleigronden). Als deze verschijnselen bij de enkelvoudige kaarteenheden waren ondergebracht, zou dit een grote uitbreiding van de legenda hebben veroorzaakt. Om dit te voorkomen is een aantal van deze kenmerken die min of meer los van de afzonderlijke kaarteenheden staan, aangegeven en afgegrensd als *toevoegingen*. Een toevoeging die slechts voor een deel van een kaartvlak geldt, is begrensd door een bruine streeplijn. Indien de grens van de kaarteenheden en de toevoeging samenvallen, is slechts die van de kaarteenheden aangegeven (niet-onderbroken, bruine lijn), of van de grondwatertrap (niet-onderbroken blauwe lijn).

Toevoegingen worden voorgesteld met behulp van een *cursieve letter*, een cursieve letter gecombineerd met een *signatuur* of alleen een *signatuur*. Enkele, in hoofdzaak geografische bijzonderheden zijn ook nog op de kaart onderscheiden. Ze zijn samengebracht onder het hoofd *overige onderscheidingen*.

De toevoegingen worden behandeld bij de enkelvoudige kaarteenheden, waarbij ze voorkomen. Ze zijn bovendien samengevat in hoofdstuk 15 waarin ook de overige onderscheidingen worden besproken.

1.4.4 Grondwatertrappen

De bodemkaart geeft een globale aanduiding van het niveau en de fluctuatie van het grondwater, uitgedrukt in zeven klassen die grondwatertrappen (afgekort Gt's) worden genoemd (zie 2.5). Elke Gt wordt gedefinieerd door de diepte van de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand. De Gt wordt in het veld geschat met behulp van kenmerken, die men aan het bodemprofiel kan waarnemen. Deze kenmerken hebben echter niet overal dezelfde betekenis. Zij worden daarom per gebied geijkt aan metingen in waterstandsbuizen, waarin de grondwaterstand gedurende een reeks van jaren regelmatig is opgenomen.

Op grond van de schattingen bij de verschillende boorpunten en ge-

steund door terreinkenmerken wordt aan elk kaartvlak een Gt toegerekend. Zo nodig wordt een kaartvlak nog opgedeeld in gebieden met afzonderlijke Gt's.

Op de bodemkaart zijn de Gt's gecodeerd met blauwe Romeinse cijfers. Voor zover de Gt-grenzen niet samenvallen met de niet-onderbroken bruine lijn van de kaarteenheden, worden ze aangegeven met een niet-onderbroken, blauwe lijn.

Evenals bij de kaarteenheden, wordt bij de begrenzing van de grondwatertrappen een onzuiverheid van ca. 30% toegelaten. Komen grotere oppervlakten met een afwijkende Gt voor die niet afzonderlijk kunnen worden weergegeven, dan wordt een complexe Gt-eenheid onderscheiden (bijv. VI/VII). Een aparte positie nemen in de kleigebieden Gt III* en het Gt-complex V/VI in (zie 2.5).

In de uiterwaarden zijn geen grondwatertrappen aangegeven.

2 *Algemeen gebruikte indelingen en hun benamingen*

In de legenda worden een aantal begrippen en indelingen op gelijke wijze gehanteerd en bij vele hoofdklassen van de legenda toegepast. Zo wordt in alle podzolgronden en zandgronden de textuur op dezelfde manier benoemd en ingedeeld; bij de kleigronden wordt een andere textuurindeling, die voor alle kleigronden gelijk is, toegepast. De volgende paragrafen geven een nadere toelichting op deze algemeen gebruikte indelingen en hun benamingen. De overige indelingscriteria, die voor de diverse hoofdklassen van de legenda verschillen, worden behandeld bij de bespreking van de kaarteenheden (hoofdstuk 5 t/m 13).

2.1 **Textuurindeling**

De korrelgrootteverdeling is een van de belangrijkste en onveranderlijkste kenmerken van de grond. Ze beïnvloedt vele eigenschappen, zoals structuur, consistentie, vochthoudend vermogen, bewerkbaarheid e.d.

De korrelgrootteverdeling van een grond, ook wel textuur genoemd, wordt uitgedrukt in gewichtspercentages van een aantal slib- en zeef-fracties, berekend 'op de minerale delen'. Onder minerale delen verstaat men het over een 2 mm zeef gezeefde en bij 105° C gedroogde monster, na aftrek van de aanwezige organische stof en koolzure kalk.

De textuurindeling berust op de onderlinge verhoudingen tussen de drie zgn. hoofdfracties, nl.:

de lutumfractie: fractie $< 2 \mu$ ($< 0,002 \text{ mm}$)

de siltfractie : fractie 2–50 μ (0,002–0,05 mm)

de zandfractie : fractie 50–2000 μ (0,05–2 mm).

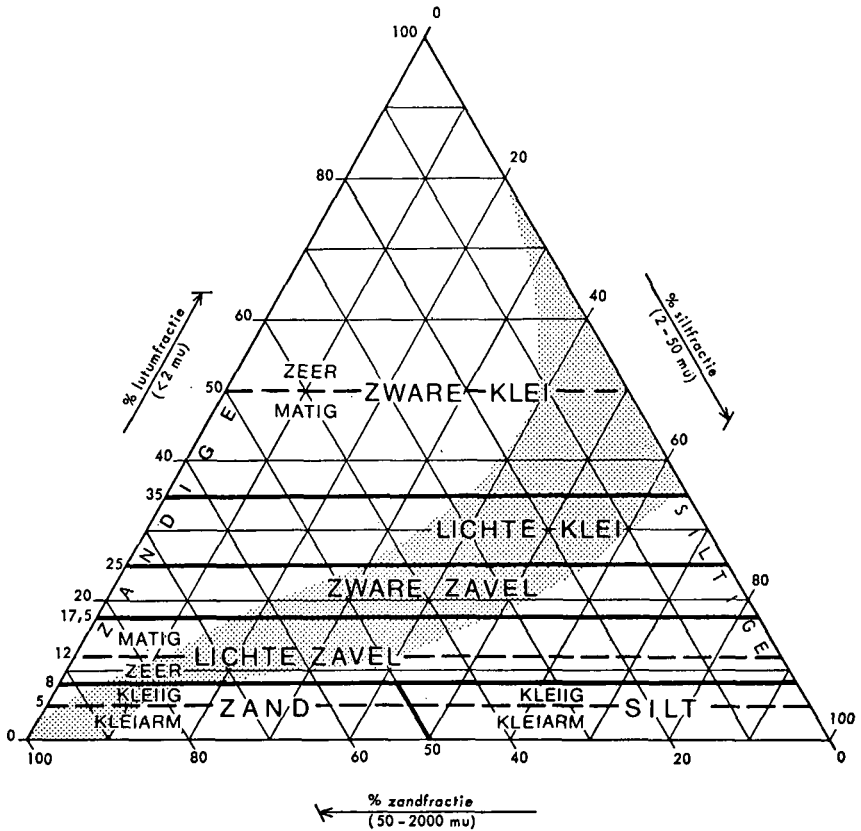
De fractie die groter is dan 2000 μ (2 mm) wordt grind genoemd. Het minerale materiaal wordt ingedeeld ofwel naar het percentage van de lutumfractie – kortweg *lutumgehalte* genoemd –, ofwel naar het percentage van de lutumfractie + de siltfractie, dwz. naar het percentage $< 50 \mu$. Dit noemt men het *leemgehalte*.

2.1.1 **Indeling naar het lutumgehalte (percentage $< 2 \mu$)**

Alle niet-eolische afzettingen (o.a. rivierklei) met meer dan 8% lutum en in enkele gevallen ook die met minder dan 8% lutum, worden ingedeeld en benoemd naar het *lutumgehalte* (afb. 3 en tabel 1). De grijze zone in afbeelding 3 markeert het traject waarbinnen de meeste grond-monsters liggen. Gronden die buiten deze zone vallen, hebben een abnormaal hoog zand- of siltgehalte. In het eerste geval wordt de term *zandig* voor de naam van de lutumklasse gevoegd, in het tweede geval de term *siltig*.

2.1.2 Indeling naar het leemgehalte (percentage < 50 mu)

Alle windafzettingen, in hoofdzaak dus duinzand, dekzand en löss, worden ingedeeld naar het leemgehalte (afb. 4 en tabel 2). Ook voor andere sedimenten met minder dan 8% lutum is deze indeling gevolgd. De



Afb. 3 Indeling en benaming naar het lutumgehalte (percentage < 2 mu). Het merendeel van de monsters uit rivier- en zeeleigebieden ligt in de grijze zone.

indelingen naar het lutumgehalte en het leemgehalte overlappen elkaar in de zgn. zandhoek, het linker ondergedeelte van beide driehoeken. De benamingen kunnen hier door elkaar en eventueel gecombineerd worden gebruikt. Het meest wordt echter de indeling naar het leemgehalte gevolgd.

2.1.3 Indeling naar de mediaan van de zandfractie (M50)

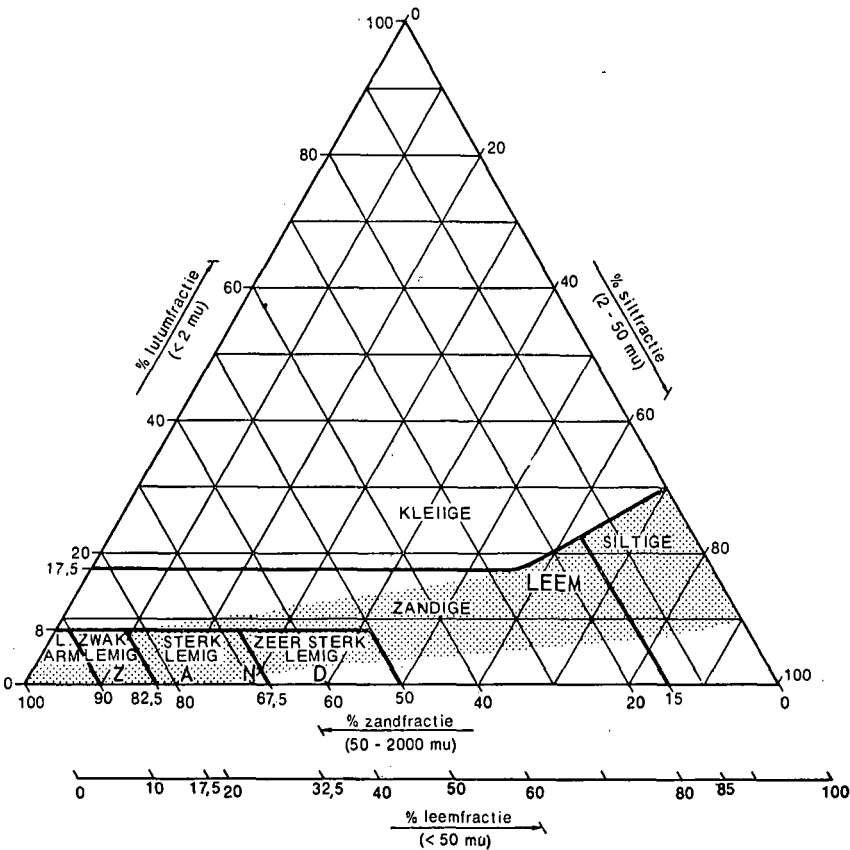
Om de korrelgrootteverdeling van zand goed te omschrijven wordt,

Tabel 1 Indeling en benaming naar het lutumgehalte

% lutum	naam	samenvattende naam
0 - 5	kleiarm zand	} zand ¹
5 - 8	kleiig zand	
8 - 12	zeer lichte zavel	} lichte zavel
12 - 17,5	matig lichte zavel	
17,5- 25	zware zavel	
25 - 35	lichte klei	} zware klei
35 - 50	matig zware klei	
50 -100	zeer zware klei	

¹ Tevens meer dan 50% zandfractie (50-2000 mu).

behalve naar het lutum- en/of leemgehalte, ook ingedeeld naar de mate van grofheid. Deze is van belang voor de doorlatendheid en het vocht-houdend vermogen. Ook is het hierdoor mogelijk grovere pleistocene afzettingen (bijv. stuwwallen) te scheiden van fijnere (zoals dekzand).



Afb. 4 Indeling en benaming naar het leemgehalte (percentage < 50 mu). Het merendeel van de monsters uit dekzand- en lössgebieden ligt in de grijze zone.

Voor een nadere karakteristiek van de grofheid van het zand is de mediaan van de zandfractie (M50) gekozen (tabel 3). Hieronder wordt verstaan die korrelgrootte waarboven en waarbeneden 50% van het gewicht van de zandfractie (50-2000 mu) ligt.

2.1.4 Benaming van de kaartenheden naar de textuur

Bij de op deze kaart voorkomende podzolgronden en kalkhoudende zandgronden wordt de textuurklasse van de kaartenheden in het algemeen bepaald in de bovenste 30 cm van het bodemprofiel.

Tabel 2 Indeling en benaming naar het leemgehalte

% leem	naam	samenfassende naam
0 - 10	leemarm zand	} leemig zand
10 - 17,5	zwak leemig zand	
17,5- 32,5	sterk leemig zand	
32,5- 50	zeer sterk leemig zand	
50 - 85	zandige leem	} leem
85 -100	siltige leem	

¹ Tevens minder dan 8% lutum.

Bij de kleigronden wordt ingedeeld naar de bouwvoorwaarte. Deze wordt, ongeacht het bodemgebruik, vastgesteld in de laag tussen ca. 15 en 30 cm en uitgedrukt in de reeds genoemde lutumklassen (2.1.1):

Tabel 3 Indeling en benaming naar de mediaan van de zandfractie

M50 tussen	naam	samenvattende naam
50 en 105 mu	uiterst fijn zand	} fijn zand
105 en 150 mu	zeer fijn zand	
150 en 210 mu	matig fijn zand	
210 en 420 mu	matig grof zand	} grof zand
420 en 2000 mu	zeer grof zand	

2.2 Indeling naar het gehalte aan organische stof

Deze indeling berust op het gewichtspercentage organische stof (ook wel humusgehalte genoemd) en op het lutumgehalte. Het gewichtspercentage organische stof wordt berekend op de over een 2 mm zeef gezeefde en bij 105° C gedroogde grond, het lutumgehalte op de minerale delen. Uit afbeelding 5 blijkt, dat zwaardere grondsoorten een hoger humusgehalte moeten hebben om in dezelfde organische-stofklasse te vallen als lichte (zie ook Bennema, in Hooghoudt, 1960).

Zo valt bijvoorbeeld een grondmonster dat 10% organische stof bevat bij 10% lutum 'op de minerale delen' in de organische-stofklasse humusrijk; een monster met evenveel organische stof, maar met 35% lutum wordt zeer humeus genoemd.

De organische-stofklassen humusarm, humeus en humusrijk, worden naar de textuur van het minerale deel onderverdeeld volgens het lutum- of het leemgehalte (zie 2.1). Zij worden samenvattend mineraal genoemd. De beide volgende klassen worden in tweeën gedeeld, naar gelang er minder of meer dan 8% lutum 'op de minerale delen' voorkomt. Bij minder dan 8% lutum spreken we van *venig zand* en *zandig veen*; bij meer dan 8% lutum van *venige klei* en *kleilig veen*. In de organische-stofklasse *veen* wordt geen indeling naar de textuur van het minerale deel gemaakt. De klassen 'venig' en 'veen' worden samen *moerig* genoemd.

2.3 Indeling naar het profielverloop

Behalve de textuur van de bovengrond is ook de verandering van de aard en de samenstelling van het moedermateriaal met de diepte, het zgn. *profielverloop*, van belang. Deze veranderingen treden vooral op in kleigronden. Daarom is daar het profielverloop naast de bouwvoorwaarte als indelingscriterium gehanteerd.

Er worden vijf profielverlopen onderscheiden. Zij worden in het onderstaande besproken. Van ieder profielverloop wordt een globale omschrijving, zoals 'klei-op-veen' gegeven, gevolgd door een definitie.

2.3.1 Omschrijving van de profielverlopen

Profielverloop 1 - 'klei-op-veen'

Kleigronden met meer dan 40 cm moerig materiaal (humusklasse veen of venig), beginnend tussen 40 en 80 cm.

Profielverloop 2 - 'klei-op-zand'

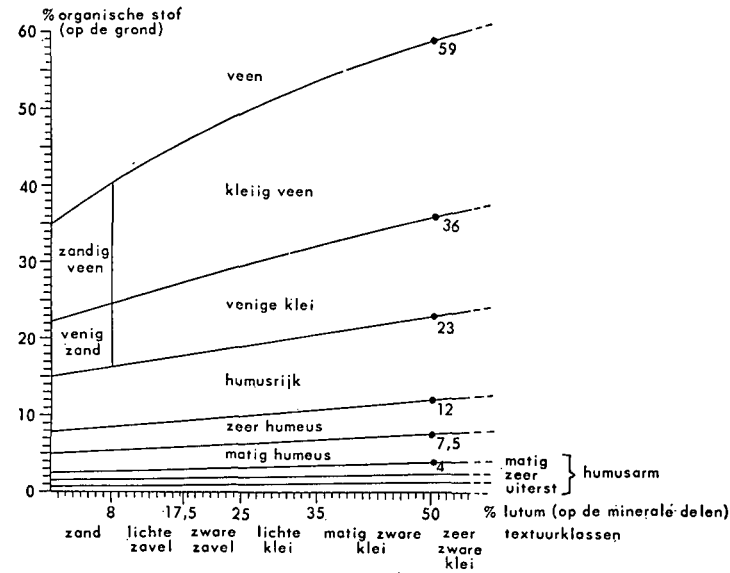
Kleigronden met een zandlaag van meer dan 20 cm dikte, beginnend tussen 25 en 80 cm. Uitgezonderd profielen met:

- a kleilig, uiterst fijn zand (5–8% lutum; M50 < 105 mu),

- b boven het zand een niet-kalkrijke, zware kleilaag, die voldoet aan de eisen gesteld bij profielverloop 3.

Profielverloop 3 - 'met een tussenlaag van niet-kalkrijke, zware klei'

Kleigronden met een niet-kalkrijke, zware kleilaag (> 35% lutum) die:



Afb. 5 Indeling en benaming naar het gehalte aan organische stof (humus) in gewichtsprocenten op de grond.

veen ¹	} moerig	humusrijk	} mineraal ³
zandig veen ²		zeer humeus	
kleilig veen ²		matig humeus	
venig zand ²		matig humusarm	
venige klei ²		zeer humusarm	
		uiterst humusarm	

¹ geen indeling naar textuur

² geen verdere indeling naar textuur

³ textuurindeling volgens afbeelding 3 of 4.

- a òf begint binnen 25 cm en doorloopt tot ten minste 40 cm,
b òf begint tussen 25 en 80 cm en ten minste 15 cm dik is en die rust op een lichtere en/of kalkrijke ondergrond die:
1 òf binnen 80 cm begint en ten minste 40 cm dik is,
2 òf dieper dan 80 cm begint en doorloopt tot dieper dan 120 cm.

Profielverloop 4 - 'met een ondergrond van niet-kalkrijke, zware klei'

Kleigronden met een niet-kalkrijke, zware kleilaag die voldoet aan de eisen gesteld bij profielverloop 3 en die:

- a òf doorloopt tot ten minste 120 cm,
b òf tussen 80 en 120 cm overgaat in moerig materiaal dat doorloopt tot ten minste 120 cm,
c òf ten hoogste is onderbroken door lichtere en/of kalkrijke en/of moerige lagen, die te zamen dunner zijn dan 40 cm en die binnen 120 cm weer overgaan in niet-kalkrijke, zware klei.

Profielverloop 5 - 'homogene, aflopende en oplopende profielen'

Alle profielen die niet vallen onder de definities van de profielverlopen 1 tot en met 4. Daartoe behoren behalve de homogene, aflopende en

oplopende profielen van de globale omschrijving, dus ook alle gronden met dunne veen-, zand-, of niet-kalkrijke, zware kleilagen e.d.

2.3.2 Benaming en codering van de profielverlopen

De globale omschrijving is niet als 'roepnaam' voor de profielverlopen gebruikt, omdat daardoor de definities geweld wordt aangedaan. Profielverloop 2 omvat alleen maar zavel en klei op grof, matig fijn en zeer fijn zand en op kleiarm, uiterst fijn zand. Het voorkomen van kleilig, uiterst fijn zand (5–8% lutum en $M_{50} < 105$), dat per definitie ook onder het begrip zand valt, plaatst een profiel echter nooit in profielverloop 2.

De profielverlopen worden daarom steeds aangeduid met hun nummer dat ook in de codering is opgenomen. In een aantal gevallen zijn echter enkele profielverlopen gecombineerd. Dit wordt aangegeven door in de omschrijving van de kaarteenheden de nummers van de profielverlopen achter elkaar te zetten. Zo komt bijvoorbeeld op dit kaartblad voor de combinatie 3, of 3 en 4 (in de code van de kaarteenheden als 7 aangegeven). Deze combinatie betekent, dat het kaartvlak met deze omschrijving geheel kan bestaan uit profielverloop 3, of dat de profielverlopen 3 en 4 naast elkaar in hetzelfde kaartvlak voorkomen.

2.4 Indeling naar het koolzure-kalkgehalte

Met behulp van zoutzuur kan men op eenvoudige wijze een globale indruk verkrijgen over het al dan niet aanwezig zijn van koolzure kalk. Bij aanwezigheid van carbonaten ontstaat onder inwerking van zoutzuur een waarneembare gasontwikkeling (CO_2). Deze carbonaten bestaan grotendeels uit CaCO_3 , bij hogere gehalten voor ca. 90%. De rest wordt gevormd door MgCO_3 of het calcium-magnesiumdubbelzout. Bij carbonaatgehalten van ca. 1 à 2% neemt het relatieve aandeel van het calciumcarbonaat sterk af en overwegen magnesium- en calcium-magnesiumcarbonaat.

Bij de kartering schat men het kalkgehalte aan de mate van opbruisen met verdund zoutzuur. Er worden drie kalkklassen onderscheiden:

- 1 kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising, overeenkomend met meer dan ca. 1 à 2% CaCO_3 , analytisch bepaald ¹
- 2 kalkarm materiaal: hoorbare opbruising, overeenkomend met ca. 0,5–1 à 2% CaCO_3
- 3 kalkloos materiaal: geen opbruising, overeenkomend met minder dan ca. 0,5% CaCO_3 .

2.4.1 Kalkverloop en kalkverloopklassen

In een grond kunnen lagen met verschillend kalkgehalte boven elkaar voorkomen. Deze verschillen kunnen zijn ontstaan doordat de lagen reeds bij hun afzetting een verschillend kalkgehalte hadden; ze kunnen echter ook het gevolg zijn van ontkalking.

Naar het verloop van het koolzure-kalkgehalte in het profiel zijn drie kalkverlopen geformeerd.

Kalkverloop a - kalkrijk, hoogstens ondiep kalkloos:

- 1 profielen die tot ten minste 50 cm diepte kalkrijk zijn
- 2 profielen die tot ten minste 30 cm diepte kalkrijk zijn en niet kalkloos worden binnen 80 cm
- 3 profielen die tot ten hoogste 50 cm diepte kalkarm zijn en daaronder tot ten minste 80 cm diepte kalkrijk

¹ De geanalyseerde hoeveelheid CO_2 , omgerekend in procenten CaCO_3 (op de grond).

- 4 profielen die tot ten hoogste 30 cm diepte kalkloos zijn en daaronder tot ten minste 80 cm diepte kalkrijk.

Kalkverloop c - kalkloos:

- 1 profielen die tot ten minste 50 cm diepte kalkloos zijn
- 2 profielen waarvan de laag tot 30 cm diepte na mengen kalkloos is en waarvan tevens de som van de kalkloze lagen tussen 30 en 80 cm diepte groter is dan 20 cm
- 3 profielen waarvan de laag tot 30 cm diepte na mengen kalkarm is en waarvan de som van de kalkloze lagen tussen 30 en 80 cm diepte groter is dan 30 cm.

Kalkverloop b - alle overige profielen

Bovenstaande drie kalkverlopen zijn, o.a. in verband met de karteerbaarheid steeds zo gecombineerd, dat er twee combinaties ontstaan (tabel 4).

Tabel 4 Combinaties van kalkverlopen bij de rivierkleigronden en bij de zandgronden

kalkverloop	benaming en codering ¹
a, of a en b, of b, of a en b en c b en c, of c	} kalkhoudend A kalkloos C

¹ De kalkcode vormt steeds de laatste letter van het symbool, een eventueel voorkomende cursieve lettertoefoeging niet meegerekend. Bij de kalkloze zandgronden is de code C gemakshalve achterwege gelaten.

De codering . . . A in een kaartvlak betekent dus dat in dat kaartvlak:

- alleen kalkverloop a voorkomt of
- zowel kalkverloop a, als kalkverloop b voorkomen of
- alleen kalkverloop b voorkomt of
- zowel kalkverloop a als b en c voorkomen.

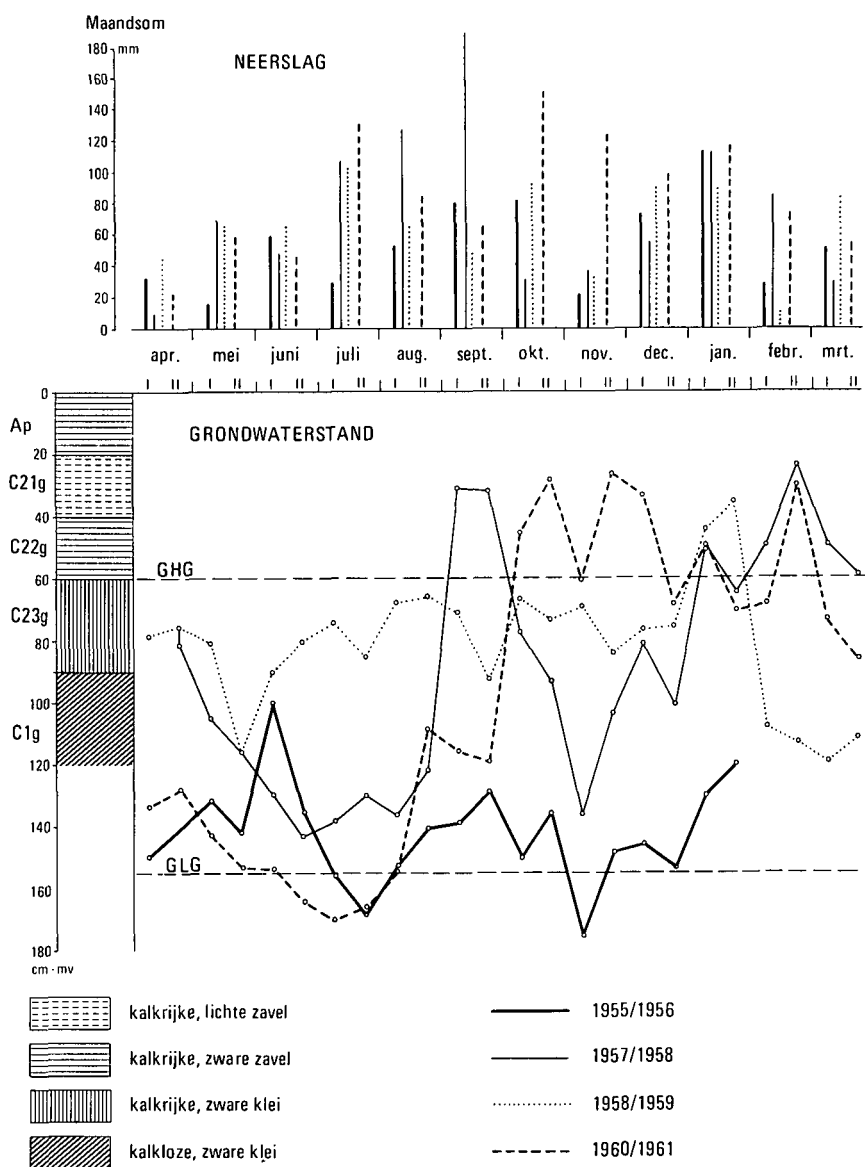
2.5 Indeling naar grondwatertrappen

De grondwaterstand en zijn fluctuatie zijn van grote betekenis voor de water- en luchthuishouding van de grond en nemen een belangrijke plaats in onder de factoren die bepalend zijn bij de beoordeling van de gebruikswaarde van de grond. Daarom is het gewenst dat een bodemkaart er informatie over geeft.

De grondwaterstand op een bepaalde plaats varieert in de loop van een jaar. In het algemeen zal het niveau in de winter hoger zijn dan in de zomer. Bovendien zullen ook van jaar tot jaar verschillen optreden, m.a.w. de lijnen die het verband tussen de diepteligging van de grondwaterspiegel beneden maaiveld en de tijd aangeven (tijdstijghoogtelijnen), zullen van jaar tot jaar een verschillend verloop vertonen (afb. 6). Het is mogelijk uit langjarige waarnemingen de *gemiddeld hoogste* (afgekort GHG), resp. de *gemiddeld laagste* (afgekort GLG) grondwaterstand te berekenen. Een goede benadering kan worden verkregen door de drie hoogste grondwaterstanden per hydrologisch jaar (april t/m maart) te middelen en dit te herhalen over een periode van ten minste ca. 8 jaar. Het gemiddelde hiervan levert de GHG. Door op dezelfde wijze te

handelen met de drie laagste grondwaterstanden per hydrologisch jaar, kan men de GLG berekenen (Van Heesen, 1971).

Het gemiddelde verloop van de grondwaterstand op een bepaalde plaats kan – schematisch – worden gekarakteriseerd door de GHG en de GLG.



Afb. 6 Vier tijdstijghoogtelijnen van de COLN-stambuis nr. 2969 in een kalkrijke rivierkleigrond (Rn95A) met Gt VI.

Profielschets met korrelgroottesamenstelling links van de grondwaterstandscurven. Uit de waarnemingsperiode 1955-1961 zijn vier karakteristieke jaren afgebeeld. De aangegeven GHG en GLG zijn berekend uit de volledige gegevens.

Boven de grondwaterstandscurven is de maandsom van de neerslag in dezelfde vier jaren aangegeven (KNMI-station Nijmegen).

Gegevens Dienst Grondwaterverkenning TNO, Archief van Grondwaterstanden.

De waarden die men voor deze grootheden vindt, kunnen van plaats tot plaats vrij sterk variëren. Daarom is de klassenindeling, die is ontworpen op basis van de GHG en de GLG, betrekkelijk ruim van opzet (tabel 5). Elk van deze klassen – de *grondwatertrappen* (Gt's) – is gedefinieerd door

een combinatie van een zeker GHG- en GLG-traject (bijv. GHG 40–80 cm met GLG > 120 cm beneden maaiveld, Gt VI), of alleen door een GLG-traject (bijv. GLG 50–80 cm, Gt II); in het laatste geval ligt de GHG nl. vrijwel steeds in de buurt van het maaiveld.

Tabel 5 Grondwatertrappenindeling

Grondwatertrap:	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	—	—	<40	>40	<40	40–80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50–80	80–120	80–120	>120	>120	>120

Wanneer aan een vlak van een kaarteenheid of aan een deel ervan een bepaalde Gt is toegekend, wil dat zeggen dat de GHG's en de GLG's van de gronden binnen het vlak, afgezien van afwijkingen ten gevolge van het voorkomen van onzuiverheden, zullen variëren binnen de grenzen gesteld voor de desbetreffende Gt. Daarmee wordt dus informatie gegeven over de grondwaterstanden die men er circa juni–juli (GLG), resp. circa december–februari (GHG) in een *gemiddeld* jaar mag verwachten.

Bij het karteren wordt de Gt die aan een grond wordt toegekend, door schatting vastgesteld. Men leidt uit de profielopbouw, meer speciaal uit de kenmerken die met de actuele waterhuishouding samenhangen – zoals bepaalde roest-, reductie- en blekingsverschijnselen – de GHG en de GLG en daaruit de Gt af. Kennis van deze kenmerken wordt verkregen door profielstudie op plaatsen waar gedurende een lange reeks van jaren regelmatig grondwaterstanden zijn gemeten, nl. bij Stambuizen van de Dienst Grondwaterverkenning TNO. Verder wordt bij de kartering, vooral bij het trekken van Gt-grenzen, gebruik gemaakt van landschappelijke en topografische kenmerken, zoals reliëf, bodemgebruik, slootwaterstanden e.d.

Wanneer in een kaartvlak een complexe Gt-eenheid is aangegeven, bijv. Gt VI/VII, betekent dit dat in dat vlak zowel Gt VI als Gt VII voorkomt. Een iets uitgebreidere betekenis heeft het Gt-complex V/VI, voor zover dit aangegeven is in het rivierkleigebied. Dit is nl. vooral daar gebruikt, waar gronden liggen met een GHG tussen ca. 30 en 50 cm. Wanneer in dergelijke gevallen wordt getracht een scheiding te maken tussen Gt V en Gt VI, krijgt men grenzen die weinig reëel zijn en die bovendien geen landbouwkundige betekenis hebben. Deze situatie doet zich vooral voor in de kleipolders, waar de GHG bij een gegeven polderpeil in hoofdzaak wordt bepaald door de detailontwatering (drainafstand en -diepte, e.d.).

In het rivierkleigebied zijn in recente tijden op verschillende plaatsen ruilverkavelingen uitgevoerd. Daarbij werd ook de waterbeheersing van de laag gelegen, zeer zware kleigronden verbeterd. Hoewel de grondwaterstanden in deze gronden als gevolg van hun gering vochtbergend vermogen in de winter en het voorjaar nog zeer hoog oplopen, onderscheiden ze zich van de overeenkomstige gronden in de niet verkavelde gebieden door minder frequente en kortere perioden met grondwaterstanden tot aan of in het maaiveld.

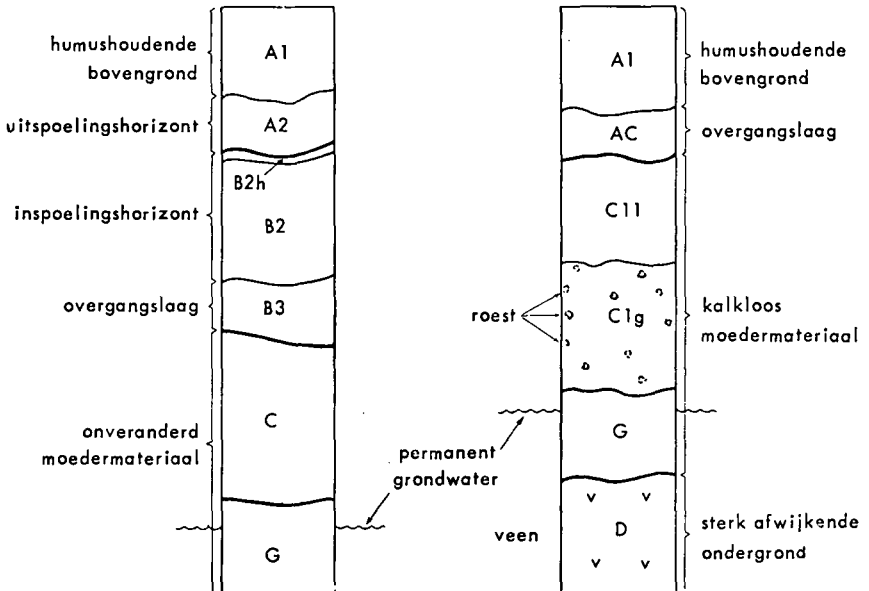
De GHG blijft evenwel boven 40 cm en de GLG tussen 80 en 120 cm, zodat de gronden nog grondwatertrap III hebben. Om echter de gewijzigde grondwaterhuishouding toch aan te geven, is Gt III* onderscheiden.

In sommige samengestelde kaarteenheden en in alle kaarteenheden van de buitendijkse gronden is geen grondwatertrap aangegeven.

2.6 Het bodemprofiel en zijn horizonten

2.6.1 Horizontbenamingen

De lagen die men in een doorsnede van de bodem – het bodemprofiel – kan waarnemen, worden *horizonten* genoemd. Ze verschillen van elkaar



Afb. 7 Hypothetische bodemprofielen met aanduiding van de belangrijkste horizonten.

door bijv. hun gehalte aan humus, ijzer, lutum, kalk of door kleur, structuur en consistentie.

Om verschillende gronden op uniforme wijze te beschrijven, geeft men min of meer overeenkomstige bodemhorizonten met vaste letter- en cijfercombinaties aan (afb. 7). Bij de profielbeschrijvingen van de verschillende kaartenheden zijn de volgende horizontbenamingen gebruikt. *Hoofdhorizont A*: de bovenste lagen van ieder bodemprofiel, waarin verse organische stof wordt omgezet tot humus en waaruit eventueel gemakkelijk oplosbare bestanddelen kunnen uitspoelen. Deze hoofdhorizont wordt onderverdeeld in:

- A0: strooisellaag van onverteerde of weinig verteerde planteresten
- A1: bovenste, donker gekleurde laag met meestal maximale biologische activiteit en met een relatief hoog gehalte organische stof, die intensief met minerale bestanddelen is gemengd
- Ap: geploegde laag (bouwvoor)
- Aan: een door menselijke activiteit (bijv. ophoging) gevormd dek dat dieper reikt dan een normale bouwvoor
- A2: minerale laag die als gevolg van uitspoeling relatief het armst is aan kleimineralen, ijzer, aluminium of aan alle drie
- AB: een geleidelijke overgang van een A- naar een B-horizont
- AC: een geleidelijke overgang van een A1- naar een C-horizont

Hoofdhorizont B: horizont waarin door inspoeling materiaal is afgezet

- B1: een geleidelijke overgang van een A2- naar een B2-horizont
- B2: laag met maximale inspoeling
- B2h: B2 die in bijzonder sterke mate is verrijkt met amorfe humus
- B2ir: B2 die in bijzonder sterke mate is verrijkt met ijzer

B3: een geleidelijke overgang van een B2- naar een C-horizont
 BC: een zeer geleidelijke overgang van een B- naar een C-horizont
Hoofdhorizont C: niet of slechts weinig veranderd materiaal. In soortgelijk materiaal heeft de ontwikkeling van de bovenliggende horizont(en) plaatsgevonden.
 C1: kalkloos of licht verweerd moedermateriaal
 C2: kalkrijk moedermateriaal
Hoofdhorizont D: van het moedermateriaal afwijkende, niet of weinig door bodemvorming veranderde laag, bijv. veen onder een kleilaag
Hoofdhorizont G: volledig niet-geaëreerde horizont, meestal grijs of blauwgrijs van kleur, die bij oxydatie sterk van kleur verandert; er komt geen roest voor.

Lettertoevoegingen:

... g duidelijke roestvlekken, bijv. A1g, C2g
 ... G vrijwel geheel niet-geaëreerde laag, gekenmerkt door grijze tot blauwgrijze kleuren, waarin nog enige roest voorkomt, bijv. CG
 ... b horizont van een 'begraven' profiel: alleen gebruikt als het begraven profiel door een sediment of een Aan is bedekt.

Behalve door bovenstaande toevoegingen kunnen de bodemhorizonten worden onderverdeeld door achtervoeging van doorlopende cijfers. Zo kan men bijv. de A1-horizont splitsen in A11, A12, enz.

2.6.2 Kleurbeschrijving van horizonten

In de verschillende horizonten kunnen grote kleurvariaties voorkomen. Een enkele maal, als het kleurverschil samenhangt met belangrijke bodemkundige verschijnselen (duidelijke podzol-B, zwarte en bruine enkeerdgronden), is de kleur als indelingscriterium gehanteerd (De Bakker en Schelling, 1966).

Bij de kleurbeschrijving van bodemprofielen is gebruik gemaakt van een Amerikaans standaardkleurenschema, de Munsell Soil Color Charts, waarin het gehele traject van de in de grond voorkomende kleuren is ingedeeld in een groot aantal eenheden, die onderling slechts minieme verschillen vertonen. De aanduiding van de kleuren geschiedt door een code, waarin zowel de kleurtoon en de helderheid (licht en donker) als de verzadiging is verwerkt.

De kleurtoon (hue) wordt aangegeven door het eerste cijfer, gevolgd door een of twee hoofdletters (bijv. 10YR); helderheid (value) wordt voorgesteld door het eerste cijfer achter de hoofdletter(s) en de verzadiging (chroma) door het laatste cijfer. Voor de verschillende kleuren wordt in deze toelichting een eigen, gestandaardiseerde nomenclatuur gebruikt.

3 Codering en benaming van de kaarteenheden

3.1 Codering van de enkelvoudige kaarteenheden

De op deze kaartbladen voorkomende hoofdklassen van de legenda zijn als volgt, met behulp van één of twee hoofdletters gecodeerd:

Veengronden	: V
Moerige gronden	: W
Moderpodzolgronden	: Y
Humuspodzolgronden	: H
Dikke eerdgronden	: EZ
Kalkloze zandgronden	: Z
Kalkhoudende zandgronden	: Z . . . A
Rivierkleigronden	: R
Oude rivierkleigronden	: KR
Leemgronden	: L

De verdere codering is aangegeven met letters en cijfers, die voor de diverse hoofdklassen gedeeltelijk een verschillende betekenis hebben. Het coderingssysteem van elke hoofdklasse wordt in de volgende paragrafen toegelicht. Als geheugensteun is achter de lettercodes tussen haakjes een woord geplaatst, dat met die letter begint. De betekenis ervan dekt bij benadering het begrip dat met de lettercode wordt aangeduid.

3.1.1 Codering bij de veengronden, V

De *kleine letter voor* de hoofdletter V duidt op de aard van de bovengrond.

p (= prominent) : zavel- of kleidek met minerale eerdlaag of humusrijke bovengrond tot ten minste 15 cm diepte

k (= klei) : zavel- of kleidek zonder minerale eerdlaag

z (= zand) : zanddek

De *kleine letter achter* de hoofdletter V geeft de veensoort aan of de aard van de minerale ondergrond, indien deze binnen 1,20 m begint.

c (= carex) : zeggeveen, rietzeggeveen en (mesotroof) broekveen

z (= zand) : zand, zonder humuspodzol

Voorbeeld: kVc is een veengrond (V) met een zavel- of kleidek waarin geen minerale eerdlaag is ontwikkeld (k) rustend op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen (c). Het is een waardveengrond.

3.1.2 Codering bij de moerige gronden, W

De *kleine letter voor* de hoofdletter W wijst op de aard van de bovengrond.

z (= zand) : zanddek

v (= veen) : moerige bovengrond

De *kleine letter achter* de hoofdletter W geeft de aard van de ondergrond aan.

p (= podzol) : zand met een duidelijke humuspodzol-B

z (= zand) : zand zonder duidelijke humuspodzol-B

Voorbeeld: zWp is een moerige grond (W) met een humushoudend zanddek (z) en een zandondergrond met een duidelijke humuspodzol-B (p).

3.1.3 Codering bij de moderpodzolgronden, Y

De *kleine letter voor* de hoofdletter Y geeft de dikte van de humushoudende bovengrond aan.

geen letter : dun (dunner dan 30 cm)

c (= cultuurdek) : matig dik (30–50 cm)

Het *eerste cijfer* is de codering voor de mediaan van de zandfractie (M50).

2.: fijn zand ($M50 < 210 \mu$)

3.: grof zand ($M50 > 210 \mu$)

Het *tweede cijfer* geeft de indeling naar het leemgehalte (percentage $< 50 \mu$).

.0: geen indeling

.1: leemarm en zwak lemig (minder dan 17,5% leem)

.3: lemig (10–50% leem)

Voorbeeld: cY21 is een moderpodzolgrond (Y) met een matig dikke humushoudende bovengrond (c). Het profiel is ontwikkeld in fijn (2), leemarm en zwak lemig (1) zand. Het is een looppodzolgrond.

3.1.4 Codering bij de humuspodzolgronden, H

De *kleine letter voor* de hoofdletter H geeft de dikte van de humushoudende bovengrond aan.

geen letter : dun (dunner dan 30 cm)

c (= cultuurdek) : matig dik (30–50 cm)

De *kleine letter achter* de hoofdletter H zegt iets over de hydromorfe kenmerken.

n (= nat) : met hydromorfe kenmerken (zonder ijzerhuidjes)

d (= droog) : zonder hydromorfe kenmerken (met ijzerhuidjes)

Het *eerste cijfer* is de codering voor de mediaan van de zandfractie (M50).

2.: fijn zand ($M50 < 210 \mu$)

3.: grof zand ($M50 > 210 \mu$)

Het *tweede cijfer* is de codering voor het leemgehalte (percentage $< 50 \mu$).

.0: geen indeling

.1: leemarm en zwak lemig (minder dan 17,5% leem)

.3: lemig (10–50% leem)

Voorbeeld: Hd30 is een humuspodzolgrond (H) zonder hydromorfe kenmerken (d) en met een dunne humushoudende bovengrond (geen letter). Het profiel is ontwikkeld in grof (3), al dan niet lemig (0) zand. Het is een haarpodzolgrond.

3.1.5 Codering bij de dikke eerdgronden (zand), EZ

De *kleine letter voor* de hoofdletters EZ geeft de kleur van de minerale eerdlaag weer.

b (= bruin) : bruine minerale eerdlaag

z (= zwart) : zwarte minerale eerdlaag

Het *eerste cijfer* is de codering voor de mediaan van de zandfractie (M50).

2.: fijn zand ($M50 < 210 \mu$)

3.: grof zand ($M50 > 210 \mu$)

Het *tweede cijfer* is de codering voor het leemgehalte (percentage < 50 mu).

.0: geen indeling

.1: leemarm en zwak lemig (minder dan 17,5% leem),

.3: lemig (10–50% leem)

Voorbeeld: bEZ23 is een hoge (geen code) dikke zandeerdgrond (EZ) met een bruine minerale eerdlaag (b) in fijn (2) lemig (3) zand. Het is een hoge bruine enkeerdgrond.

3.1.6 Codering bij de kalkloze zandgronden, Z

De *kleine letter* voor de hoofdletter Z geeft de dikte van de minerale eerdlaag aan.

c (= cultuurdek) : matig dikke minerale eerdlaag (30–50 cm dik)
p (= prominent) : dunne of matig dikke minerale eerdlaag (15–50 cm dik)

geen letter : geen minerale eerdlaag

De *kleine letter achter* de hoofdletter Z zegt iets over de hydromorfe kenmerken, of is de code voor een zwakke bodemvorming.

g (= gley) : met hydromorfe kenmerken (zonder ijzerhuidjes) en doorlopende roest beginnend ondieper dan 35 cm

n (= nat) : 1 bij gronden *met* minerale eerdlaag (pZn . . , gooreerdgronden): zonder ijzerhuidjes en zonder roest of met roest beginnend dieper dan 35 cm of met roest beginnend ondieper dan 35 cm en over meer dan 30 cm onderbroken
2 bij gronden *zonder* minerale eerdlaag (Zn . . , vlakvaaggronden): zonder ijzerhuidjes

d (= droog) : zonder hydromorfe kenmerken (met ijzerhuidjes)

b (= bodemvorming): zonder hydromorfe kenmerken (met ijzerhuidjes) en met een zwakke bodemvorming

Het *eerste cijfer* is de codering voor de mediaan van de zandfractie (M50).

2.: fijn zand (M50 < 210 mu)

3.: grof zand (M50 > 210 mu)

Het *tweede cijfer* is de codering voor het leemgehalte (percentage < 50 mu).

.0: geen indeling

.1: leemarm en zwak lemig (minder dan 17,5% leem)

.3: lemig (10–50% leem)

Voorbeeld: pZg23 is een kalkloze zandgrond (Z) met een minerale eerdlaag dunner dan 50 cm (p), zonder ijzerhuidjes en met doorlopende roest beginnend ondieper dan 35 cm (g). Het zand is fijn (2) en lemig (3). Het is een beekerdgrond.

3.1.7 Codering bij de kalkhoudende zandgronden, Z . . . A

Het ontbreken van de *kleine letter* voor de hoofdletter Z duidt er op dat in dit gebied geen minerale eerdlaag bij deze gronden voorkomt. Het zijn dus alle vaaggronden.

De *kleine letter achter* de hoofdletter Z zegt iets over de hydromorfe kenmerken.

n (= nat) : met hydromorfe kenmerken (zonder ijzerhuidjes)

Het *eerste cijfer* is de codering voor de mediaan van de zandfractie (M50).

3.: grof zand (M50 > 210 mu)

Het *tweede cijfer* is de codering voor het leemgehalte (percentage < 50 mu).

.0: geen indeling

De *hoofdletter achter* de cijfers is de kalkcode.

.. A: kalkhoudend; kalkverloop a, of a en b, of b, of a en b en c

Voorbeeld: Zn30A is een kalkhoudende zandgrond (Z . . . A) met hydromorfe kenmerken (n) in grof (3) al dan niet lemig (0) zand. Het is een vlakvaaggrond.

3.1.8 Codering bij de rivierkleigronden, R

De *kleine letter voor* de hoofdletter R geeft de kleur van de klei.

b (= bruin) : zonder minerale eerdlaag; kleur van de klei
bruin

indien een *kleine letter voor* de hoofdletter ontbreekt, wil dat zeggen dat een minerale eerdlaag ontbreekt.

De *kleine letter achter* de hoofdletter zegt iets over de aan- of afwezigheid van bepaalde hydromorfe kenmerken.

v (= veen) : moerige ondergrond beginnend tussen 40 en 80 cm

o (= ongerijpt) : niet-gerijpte minerale ondergrond beginnend ondieper dan 80 cm

n (= nat) : met hydromorfe kenmerken (o.a. roest en grijze vlekken ondieper dan 50 cm beginnend)

d (= droog) : zonder hydromorfe kenmerken (roest en grijze vlekken dieper dan 50 cm beginnend)

Het *eerste cijfer* is de codering voor de bouwvoorwaarde (percentage < 2 mu).

0.: geen indeling (wel steeds meer dan 8% lutum)

1.: lichte zavel (8–17,5% lutum)

4.: zware klei (meer dan 35% lutum)

5.: zavel (8–25% lutum)

6.: zavel en lichte klei (8–35% lutum)

8.: klei (meer dan 25% lutum)

9.: zware zavel en lichte klei (17,5–35% lutum)

Het *tweede cijfer* is de codering voor het profielverloop.

.0: geen indeling

.1: profielverloop 1

.2: profielverloop 2

.4: profielverloop 4

.5: profielverloop 5

.6: profielverloop 3, of 3 en 4, of 4

.7: profielverloop 3, of 3 en 4

De *hoofdletter achter* de cijfers is de kalkcode.

A: kalkhoudend; kalkverloop a, of a en b, of b, of a en b en c

C: kalkloos; kalkverloop b en c, of c

geen letter: geen indeling naar kalkverloop

Voorbeeld: Rn95A is een rivierkleigrond (R) met hydromorfe kenmerken (n). Het profiel heeft een bouwvoor van zware zavel of lichte klei (9), is homogeen, aflopend of oplopend (5) en kalkhoudend (A). Het is een poldervaaggrond.

3.1.9 Codering bij de oude rivierkleigronden, KR

Het ontbreken van een *kleine letter voor* de hoofdletters KR wil zeggen dat in dit gebied geen minerale eerdlaag bij deze gronden voorkomt. Het zijn dus alle vaaggronden.

De *kleine letter achter* de hoofdletters zegt iets over de hydromorfe kenmerken.

- n (= nat) : met hydromorfe kenmerken (o.a. roest en grijze vlekken ondieper dan 50 cm beginnend)
d (= droog) : zonder hydromorfe kenmerken (roest en grijze vlekken dieper dan 50 cm beginnend)

Het *cijfer* is de codering voor de bouwvoorwaarte (percentage < 2 mu).

1: lichte zavel (8-17,5% lutum)

2: zware zavel (17,5-25% lutum)

8: klei (meer dan 25% lutum)

Voorbeeld: KRn2 is een oude rivierkleigrond (KR) met hydromorfe kenmerken (n) en met een bovengrond van zware zavel (2). Het is een poldervaaggrond.

3.1.10 Codering bij de leemgronden, L

Het ontbreken van een *kleine letter voor* de hoofdletter L wil zeggen dat in dit gebied geen minerale eerdlaag bij deze gronden voorkomt. Het zijn dus alle vaaggronden.

De *kleine letter d* (= droog) *achter* de hoofdletter L duidt op het ontbreken van hydromorfe kenmerken (o.a. roest en grijze vlekken ondieper dan 50 cm beginnend).

Het *cijfer* 5 is de codering voor zandige leem.

3.2 Codering van de samengestelde kaarteenheden

De codering van samengestelde kaarteenheden bestaande uit een associatie van twee enkelvoudige kaarteenheden, geschiedt door combinatie van de codes van de samenstellende delen in de volgorde, waarin deze in de legenda voorkomen. De codes worden door een schuine, staande streep gescheiden. Voor zover er geen misverstand kan ontstaan over de betekenis is de code van de samengestelde kaarteenheden samgetrokken. Enkele voorbeelden mogen dit verduidelijken. De code Hn/Zb21 geeft een associatie weer van de enkelvoudige kaarteenheden Hn21 en Zb21 en de code Rn52/95A van de enkelvoudige kaarteenheden Rn52A en Rn95A.

3.3 Codering van de toevoegingen

Een toevoeging wordt aangegeven met een *cursieve* letter, al dan niet gecombineerd met een *signatuur*, of alleen met een *signatuur*. Heeft de toevoeging betrekking op de bovengrond, dan staat de *cursieve letter voor* de andere codetekens, in alle overige gevallen *erachter*. Voor vergravingen wordt alleen een *signatuur* gebruikt.

De toevoegingen worden besproken in hoofdstuk 15.

3.4 Codering van de grondwatertrappen

Deze is aangegeven met de blauwe Romeinse cijfers I tot en met VII (zie 2.5). Complexen van grondwatertrappen zijn aangeduid door een combinatie van codes, bijvoorbeeld VI/VII.

3.5 Benaming van de kaarteenheden

De enkelvoudige kaarteenheden hebben niet alleen een symbool, waarmee ze kunnen worden aangeduid, ze hebben ook een naam. Deze namen zijn ontleend aan de namen van de subgroepen van het Nederlandse systeem van bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, 1966). Zij stammen gedeeltelijk uit de bestaande terminologie (zoals veengronden, pod-

zolgronden). In andere gevallen zijn Middelnederlandse woorden (bijv. eerd) of kunsttermen (bijv. vaag voor gronden met weinig of geen bodemvorming) gebruikt.

De roepnamen van de kaarteenheden bestaan uit genoemde termen, voorafgegaan door kernwoorden of woordstammen van plaats- of veldnamen.

Deze voorvoegsels zijn zo gekozen, dat zij vaak voorkomen in gebieden waar ook de desbetreffende gronden worden gevonden.

De op dit kaartblad gebruikte namen voor de kaarteenheden (in alfabetische volgorde) hebben de volgende betekenis.

Akker (in akkereerdgrond). Plaatselijk de naam voor wat oudere ontginningen. De matig dikke A1-horizont wordt ermee aangegeven. In Noordbrabant is het ook een naam voor de oude bouwlanden, die op de bodemkaart enkeerd (zie aldaar) heten.

Beeke (in beekerdgrond). De zo genoemde gronden komen veel langs beken voor.

Drecht (in drechtvaaggrond). Een waternaam, die uitsluitend is gekozen omdat in de gebieden waar deze gronden veel voorkomen ook drecht-namen worden aangetroffen.

Duin (in duinvaaggrond). Het overgrote deel van de duinen, zowel in het binnenland als aan de kust, bestaat uit gronden, die met deze naam worden aangeduid.

Eerd (o.a. in eerdgrond, minerale eerdlaag, moerige eerdlaag). Oude spelling en uitspraak van het woord aarde. Van Dale noemt als betekenis in het bijzonder teelaarde (d.i. donkere bovengrond).

Enk (in enkeerdgrond). De meeste enkeerdgronden zijn zgn. oude bouwlanden in de zandgebieden. Zij dragen in het noorden en midden van ons land vaak de namen es, eng, enk; in het zuiden is de naam ervan veld of akker. Uit deze verscheidenheid is de enknaam gekozen.

Goor (in gooreerdgrond). Laag gelegen land, moeras. De naam slaat meer op stilstaand dan op stromend water en is als zodanig typerend voor deze gronden.

Haar (in haarpodzolgrond). Het toponiem heeft betrekking op hoge zandgronden, vaak liggend te midden van lage gronden. De naam wordt hier gebruikt om hoge humuspodzolgronden met een dunne A1 aan te geven.

Holt (in holtpodzolgrond). Een holt is veelal een gebruiksbos. Onder bossen die nu nog als holt (o.a. Speulderholt) worden aangeduid, komen de holtpodzolgronden veel voor.

Humus (in humuspodzolgrond). Het Latijnse woord voor aarde of grond. Gebruikt o.a. om de bijzondere rol aan te geven die de organische stof in de B-horizont van deze gronden speelt. Ook vaak gebruikt als synoniem voor organische stof.

Hydro (o.a. in hydromorfe kenmerken). Afgeleid van het Griekse woord hydoor (= water). Gebruikt als voorvoegsel om aan te geven dat bepaalde kenmerken, ontstaan onder sterke invloed van (grond)water, aanwezig zijn of om gronden te benoemen, waarin de bodemvorming sterk is beïnvloed door de aanwezigheid van (veel) water.

Laar (in laarpodzolgrond). De naam heeft betrekking op een open plaats in een bos. Het is een middeleeuwse ontginningsnaam die vermoedelijk iets jonger is dan loo en mogelijk daarom ook meer in lagere (nattere) gebieden voorkomt. Deze gronden hebben vaak een matig dikke, humushoudende bovengrond.

Loo (in loopodzolgrond). Evenals laar is loo een open plaats in een bos. Het is een ontginningsnaam uit de vroege Middeleeuwen. De naam

werd gekozen, omdat in dergelijke oude ontginningen vaak een matig dikke A1 voorkomt.

Meer (in meerveengrond). Behalve op open water kan 'meer' ook betrekking hebben op min of meer verlande plassen. De meerveengronden komen in die situatie veel voor.

Moder (in moderpodzolgrond). Duits voor molm. Vakterm voor de humusvorm van de organische stof in de B-horizont van moderpodzolgronden. De organische stof is duidelijk te herkennen als uitwerpselen van bodemdieren.

Moerig (o.a. organische-stofklasse). Term gebruikt om de organische-stofklassen veen + venig samen te kunnen benoemen.

Nes (in nesvaaggrond). Land dat in zee- of rivierarm uitsteekt. Deze ligging is met de vertraagde rijping van de ondergrond geassocieerd.

Ooi (in ooivaaggrond). Weidegrond langs een rivier. De naam is gekozen omdat gronden van deze eenheid vaak worden aangetroffen op plaatsen waar oinamen voorkomen.

Podzol (o.a. in podzolgrond). Het woord komt uit het Russisch en heeft betrekking op de askleurige loodzandlaag (A2-horizont), die veel in deze gronden voorkomt.

Polder (in poldervaaggrond). In verreweg de meeste polders komen gronden voor, die tot deze kaarteenheid behoren.

Rauw (in rauwveengrond). Rauw heeft hier de betekenis: weinig veranderd, d.w.z. weinig veraard.

Vaag (in vaaggrond). Gebruikt in de betekenis van onbepaald, onduidelijk. Daarom toegepast op gronden met de minst duidelijke bodemvorming.

Veen (in veengrond, venig zand, venige klei, kleilig veen enz.). De naam veen is ontleend aan het normale spraakgebruik. Van Dale geeft als omschrijving 'aard- of grondsoort, die grotendeels is samengesteld uit gedeeltelijk verkoolden plantestoffen'.

Veld (in veldpodzolgrond). In Noord- en Midden-Nederland veel voorkomende naam van nog woeste heidevelden die tot het eind van de vorige eeuw tussen de ontginningen rondom de oude nederzettingen lagen. Door de late ontginning hebben deze gronden een dun humushoudend dek. In Zuid-Nederland heeft de naam veld de betekenis van oud bouwland. De eerste betekenis is gekozen.

Vlak (in vlakvaaggrond). Ontleend aan vlak (flake, vlake, vlaak): zandplaat. Het zijn laag gelegen zandgronden (zeezanden of stuifzanden) zonder donkere bovengrond.

Vorst (in vorstvaaggrond). De naam is gekozen omdat in de omgeving van Grubbenvorst (L.) deze gronden veel voorkomen.

Waard (in waardveengrond). Waard is door water omsloten land. In de waarden, zoals de Alblasserwaard, de Krimpenerwaard enz., liggen veel waardveengronden.

Weide (in weideveengrond). Een willekeurig gekozen naam. Wel komt op weideveengronden vrijwel uitsluitend grasland voor.

4 *Geologie*

4.1 Inleiding

De afzettingen in het gebied van deze kaartbladen dateren zowel uit het Pleistoceen als uit het Holoceen (tabel 6). Het Pleistoceen omvat een aantal warme en koude tijden, waarvan voor ons voornamelijk de voorlaatste en de laatste koude tijden (ijstijden) van belang zijn. Gedurende de voorlaatste ijstijd, het Saalien (Rissijstijd), bereikte het landijs ons land en overdekte een deel van de sedimenten die voordien waren afgezet door de grote rivieren.

Na een warme tussentijd, het Eemien, werd het gedurende de laatste ijstijd, het Weichselien (Würmijstijd), opnieuw zeer koud; het landijs bereikte echter deze keer Nederland niet. Ongeveer ter plaatse van het huidige rivierkleigebied sedimenteerden de rivieren gedurende het Eemien en het Weichselien dikke lagen, meestal grove zanden. Ten noorden en ten zuiden van het tegenwoordige rivierkleigebied werden in verschillende perioden van het Weichselien grote hoeveelheden fijn zand door de wind verplaatst en als dekzanden weer afgezet.

Aan het eind van het Pleistoceen begonnen de rivieren zich in hun eigen afzettingen in te snijden. In die tijd en in het begin van het Holoceen (dat omstreeks 8000 v. Chr. begon) is een dun kleidek op de oudere, grove rivierzanden afgezet. Vanaf het Atlanticum tot aan de bedijking in de twaalfde eeuw werden dikke lagen klei en zavel gesedimenteerd. Dit gebeurde in enkele fasen, afgewisseld met perioden van veenvorming. De geologische veranderingen in het zandgebied zijn gedurende het Holoceen beperkt gebleven tot het ontstaan van enkele stuifzandcomplexen en in geringe mate de vorming van veen.

4.2 Het Pleistoceen ouder dan de landijsbedekking

Gedurende dit deel van het Pleistoceen werden door de grote rivieren dikke pakketten grof en ook wel fijn materiaal afgezet. Ten westen van Heesum zijn deze voornamelijk aangevoerd door de Rijn en de Maas en verder naar het oosten vooral door de Rijn (afb. 8). Zij worden aangeduid als de Formatie van Urk (tabel 6). Ten noorden en ten oosten van Arnhem vinden we hier en daar zanden van oostelijke herkomst aan het oppervlak (Formatie van Enschede en soms van Harderwijk). Deze zanden zijn ouder dan de eerder genoemde sedimenten van Rijn en Maas. Ze worden wel 'witte zanden' genoemd, in tegenstelling tot de 'bruine zanden' van Rijn en Maas. Behalve in kleur verschillen ze ook in mineralogische samenstelling (Crommelin, 1953). De witte zanden bevatten minder gemakkelijk verweerbare mineralen. Ook de samenstelling van het grind is anders (Maarleveld, 1956).

Kleilagen uit dit deel van het Pleistoceen worden sporadisch gevonden en zijn zelden geschikt voor datering. Teunissen en Florschütz (1957) beschrijven op de Duno bij Oosterbeek een kleilaag die vermoedelijk in het Cromerien (tabel 6) is afgezet. Uit dezelfde omgeving (in het Zweiers-

Tabel 6 Stratigrafisch overzicht van de beschreven afzettingen

Jaren voor Chr. ca.	Tijdsindeling			Lithostratigrafie en genese			
				afzettingen van de grote rivieren noord - Ned. zuid - Ned.	overige afzettingen		
700	Holocene	Subatlanticum			Afzettingen van Tiel (R + M)	veenvorming en lokale verstuivingen	
3 000		Subboreaal					
5 500		Atlanticum					
7 500		Boreaal					
8 200		Preboreaal					
8 200	Pleistoceen	Weichselien (Würm)	Laat - Glaciaal	Jonge - Dryastijd	Formatie van Kreftenheye (R + M)	rivier - duinen 1)	Jonger dekzand II
8 900				Allerød-tijd			lokale veenvorming bodemvorming (laag van Usselo)
9 700				Oudere - Dryastijd			Jonger dekzand I
9 900				Bølling-tijd			zwakke bodenvorming (Bølling-laag)
10 300		Pleniglaciaal	Boven	Ouder dekzand / löss			
27 000			Midden	diverse afzettingen			
45 000			Onder				
60 000		Vroeg - Glaciaal				geen afzettingen bekend	
90 000		Eemien				lokale veenvorming dalopvulling	
200 000		Saalien (Riss)				glaciale stuwing Formatie van Drenthe	
300 000		Holstenien				Formatie van Urk (R)	
700 000	Elsterien (Mindel)						
900 000	Cromerien			Formatie van Enschede (N)	Formatie van Sterksel (R + M)		
1 600 000	Menapien				Formatie van Harderwijk (N)	Formatie van Kedichem (R + M)	
2 300 000	Waalien			Formatie van Zuidlaren (N)		Formatie van Tegelen (R + M)	
	Eburonien						
	Tiglien						
	Praetiglien						

 warme tijd (interglaciaal)

 koude tijd (glaciaal)

 relatief koude tijd (stadiaal)

 relatief warme tijd (interstadiaal)

} tijdens het Laat - Glaciaal

¹⁾ eolisch

R = Rijn

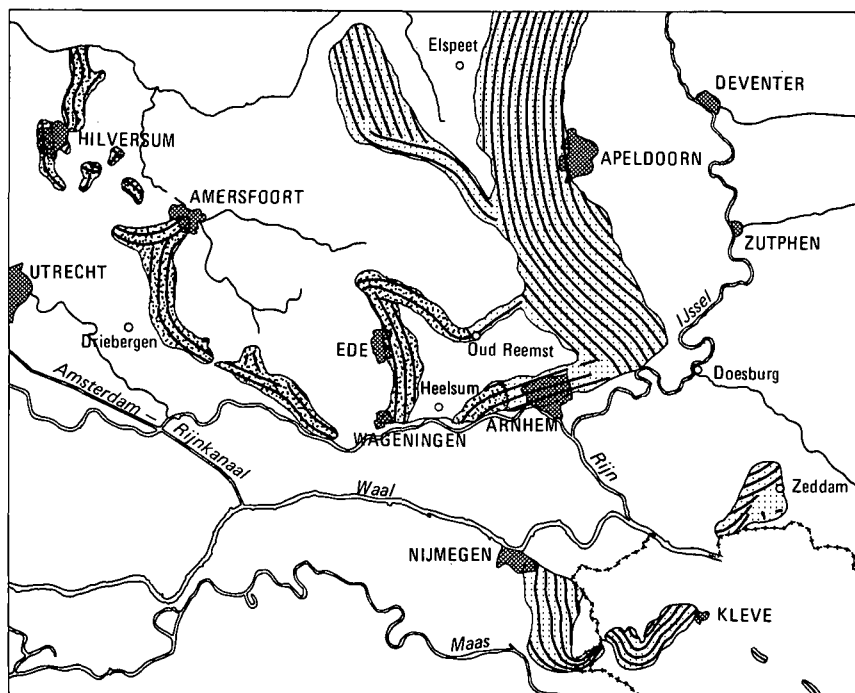
M = Maas

N = rivier met noordoostelijke en oostelijke aanvoer (Weser, Elbe)

dal) onderzocht Teunissen (1958) een kleilaag die naar zijn mening ontstond in de nabijheid van de zee en vermoedelijk uit het Tiglien dateert. In het Montferland worden hier en daar kleilagen gevonden uit het Waalien.

4.3 De landijsbedekking in het Saalien

Gedurende het Saalien drong het ijs vanuit het noorden de dalen van de grote rivieren binnen. Hierdoor werd de afwatering naar het noorden belemmerd en werden de Rijn en de Maas gedwongen hun loop naar het



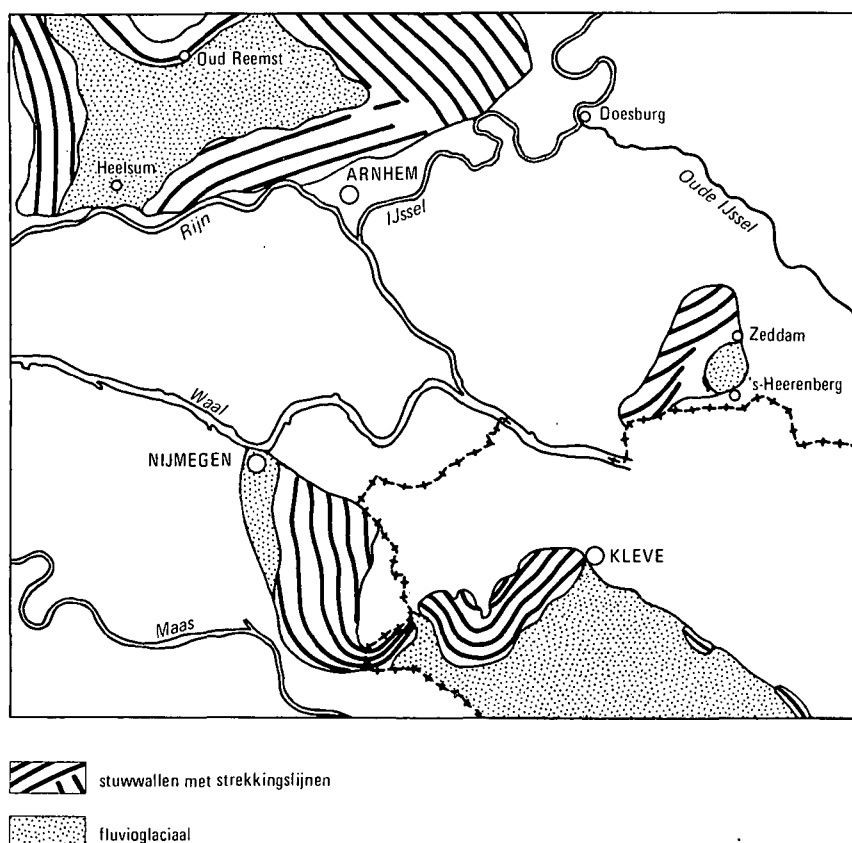
-  afzetting met veel Maas materiaal
-  afzetting met veel Rijn materiaal

Afb. 8 De verbreiding van Maas- en Rijnafzettingen, nabij het oppervlak in de stuwwallen van Midden-Nederland (naar Maarleveld, 1956).

westen te verleggen, ongeveer ter plaatse van de huidige Betuwe. Bij het binnendringen van de ijsmassa's werd de ondergrond weggeperst en opgestuwd. Langs de randen van de ijslobben ontstonden hierdoor lang-gerekte heuvels, de *stuwwallen*. Een overzicht van de op deze kaart voorkomende stuwwallen geeft afb. 9. Op enkele plaatsen reiken ze in dit gebied tot 90 à 100 m + NAP.

De oorspronkelijk horizontaal gelaagde rivierzanden zijn in de stuwwallen schuin en soms zelfs verticaal omhoog geperst. De richting loodrecht op de stuwing, de strekkingsrichting, is op de bodemkaarten met bruine lijnen aangegeven. De diepte tot waar de stuwing plaats vond, was afhankelijk van de druk van het ijs. Deze was in het voormalige Rijndal het grootst, zodat daar zelfs de diep liggende witte zanden gestuwd werden. Het bij de stuwing betrokken materiaal werd verplaatst in grote, hard bevroren schollen die langs en over elkaar schoven, waarbij klei- of leemlagen dikwijls als glijvlak dienden (De Jong, 1955). Het resultaat hiervan is, dat de gestuwde lagen vaak dakpansgewijs (schubvormig) op elkaar liggen. Bij het verschuiven werden de lagen gekraakt, zodat op veel plaatsen barsten en scheuren voorkomen die later weer met andere materiaal zijn opgevuld. De stuwwallen zijn vermoedelijk

door het ijs overdekt en daarbij enigszins afgevlakt. Hiervan getuigen kleine zwerfstenen die op de hoge delen van de stuwwallen voorkomen (Maarleveld, 1951).

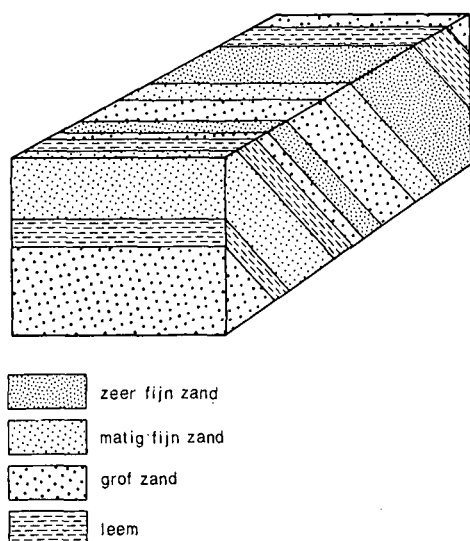


Afb. 9 Overzicht van de voorkomende stuwwallen en fluvioglaciale afzettingen (in hoofdzaak naar Edelman en Maarleveld, 1958).

Waar de gestuwde lagen aan het oppervlak komen (dagzomen) vindt men in de stuwricting (dus loodrecht op de strekkingslijnen) op korte afstand een grote afwisseling in korrelgrootte, leemgehalte enz. van de zanden (afb. 10). Het gestuwde materiaal bestaat overwegend uit grindrijk 'bruin', grof zand, dat relatief vrij veel gemakkelijk verweerbare mineralen bevat (vergeleken o.a. met fluvioglaciaal zand en dekzand). Er zijn grofzandige moderpodzolgronden (eenheid gY30) in gevormd. Waar slecht doorlatende kleilagen in het gestuwde materiaal voorkomen zijn soms meertjes of plassen ontstaan. Dit is o.a. het geval bij Warnsborn, ten noorden van Arnhem (afb. 11) en bij het Peeske ten zuidoosten van Beek, aan de voet van het Montferland.

Onder het ijs werd een grondmorene afgezet, bestaande uit materiaal dat door het ijs in het gebied van oorsprong (Scandinavië), en gedurende het transport uit de ondergrond werd opgenomen, fijngeveven en aangest (keileem). Door erosie is de grondmorene op de hellingen van de stuwwallen grotendeels verdwenen. Er is slechts een dunne bestrooiing van keien en grind, waarin materiaal van noordelijke herkomst voorkomt, overgebleven. In het centrum van het IJsseldal wordt op een diepte van 80 à 100 m keileem aangetroffen.

Toen het ijs begon te smelten, stroomde een groot deel van het smeltwater over de laagste plaatsen van de stuwwallen. Aan de achterzijde hiervan werd grof, kriskras gelaagd materiaal afgezet: smeltwaterafzettingen (sandr). Een dergelijke vlakte bevindt zich tussen de stuw-



Afb. 10 Wijze waarop de scheefgestelde lagen van het gestuwde Preglaciaal dagzomen.

wallen van Ede, Oud Reemst, Arnhem en de oostelijke Veluwe. Ook ten westen van de stuwwal van Nijmegen ligt een soortgelijke sandrvlakte. In beide gevallen helt het gebied in de richting van de afvoer. Een duidelijk dal, dat ongeveer van Terlet naar Heelsum loopt, is in de eindfase waarschijnlijk een belangrijke afvoergeul van smeltwater geweest. De fluvioglaciale zanden zijn scherp, tamelijk grof en mineralogisch armer dan de fluviatiele bruine zanden; ze zijn ook leemarm, omdat de fijnste bestanddelen door het water zijn uitgespoeld. Voor het merendeel zijn er haarpodzolgronden (gHd30) in gevormd.

Bij het smelten van het ijs en in de tijd direct daarna vond een sterke aantasting van het landschap plaats en werden de door het ijs gevormde, diepe laagten (tongbekkens) voor een groot deel opgevuld.

4.4 Het Eemien en het Weichselien (Würmtijd)

Tijdens de warme Eemtijd steeg de zee zover dat deze op veel plaatsen de lage, glaciale tongbekkens binnendrong. Merkwaardigerwijs is dit niet gebeurd met het sterk uitgediepte IJssedal. Hier ontstonden alleen enkele veenlagen en fluviatiele afzettingen. Wel zal er in deze tijd een intensieve bodemvorming zijn opgetreden waardoor de keileem tegen de flanken van de stuwwallen, voor zover nog aanwezig, sterk is verweerd. In het Weichselien (Würmijstijd), de koude tijd die op de Eemtijd volgde, bereikte het landijs Nederland niet. Wel traden er belangrijke wijzigingen in het landschap op.

In het gebied van de grote rivieren (Rijn en Maas) en in het gebied ten oosten van de IJssel werd een dik pakket grove rivierzanden afgezet, die worden aangeduid als de Formatie van Kreftenheye (Verbraeck, 1970). Bij het smelten van sneeuw en ijs moest in het voorjaar in korte tijd veel water worden afgevoerd, waarbij ook veel sediment werd ver-



Foto Stiboka R34-169

Afb. 11 Vijver op het gestuwde Preglaciaal (45 m + NAP) op het landgoed 'Warnsborn' ten noorden van Arnhem. Het uittredende drangwater stagneert op oude kleilagen.

plaatst. De rivierbeddingen werden hiermee snel opgevuld, zodat het water zich een nieuwe weg moest zoeken. In het brede dal ontstond een zogenaamd verwilderd of vlechtend riviersysteem met een patroon van talrijke, zich vertakkende en weer samenkomende geulen. In droge perioden kon gemakkelijk op grote schaal winderosie optreden. Het door de wind verplaatste materiaal is vermoedelijk een belangrijke bron geweest voor het dekzand en de löss.

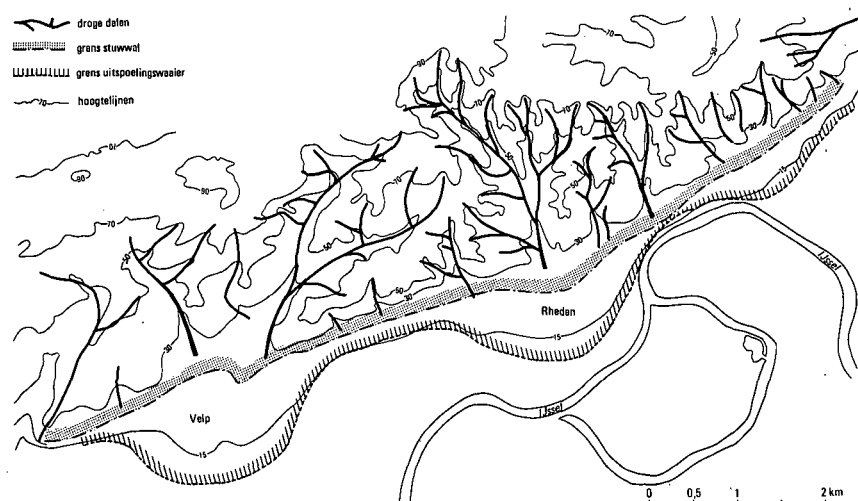
Als in de zomermaanden de bovenlaag van de diep bevroren grond ontdooide, kwam vooral op de hellingen van stuwwallen veel materiaal als een modderbrij in beweging. Op de hellingen ligt dan ook veelal een ca. 1 m dik solifluctiedek aan het oppervlak.

Dit onderscheidt zich van de oudere afzettingen van de stuwwallen en van het smeltwatermateriaal door het ontbreken van gelaagdheid. Ook is het leemgehalte meestal iets hoger dan dat van het onderliggende zand.

Boven de harde, ondoorlatende permafrost verzamelde zich in het voorjaar aanzienlijke hoeveelheden sneeuwsmeltwater. Dit water stroomde naar lagere plaatsen, waardoor vaak diepe dalen in de stuwwallen en zeer brede, ondiepe dalen in de betrekkelijk vlakke gebieden werden uitgeslepen. Vooral waar zich een aantal dalen verenigde, vond sterke, laterale erosie plaats. Opvallend is de grote breedte van de dalen die hierbij zijn ontstaan. Een voorbeeld van een dergelijk breed dal vindt men in het Montferland, waar het de scheiding vormt tussen het ge-

stuwde preglaciale materiaal en het gestuwde materiaal bedekt door een smeltwaterafzetting.

Voor de mond van de dalen liggen op veel plaatsen grote hoeveelheden meestal grof materiaal, dat uit de dalen werd geschuurd. Dit zijn de zg.



Afb. 12 De ligging van de droge dalen en de uitspoelingswaaier aan de Zuid-Veluwe tussen Arnhem en Dieren.

uitspoelingswaaiers (afb. 12). Men treft ze vooral aan rondom het Montferland en langs de rand van de Veluwe tussen Dieren en Arnhem.

Na het verdwijnen van de permafrost liep er in het algemeen geen water meer door de hooggelegen dalen, omdat het water nu in de goed doorlatende grond kon wegzakken. Veel van deze zg. 'droge dalen' hebben een asymmetrisch dwarsprofiel. Ze hebben een steile oosthelling en een veel minder steile westhelling. Zeer fraai is dit te zien in de omgeving van de Posbank (afb. 13).

In het Boven-Pleniglaciaal was het zeer koud en droog. Door het ontbreken van een vegetatiedek werd bij hevige stormen, vooral ten oosten van de IJssel, veel materiaal van de Formatie van Kreftenheye verplaatst. Het opnieuw afgezette materiaal bestaat voornamelijk uit een afwisseling van lemige en minder lemige laagjes. Deze afzetting wordt aangeduid als Ouder dekzand. Het komt veel voor in de Lijmers. Ook de lössafzettingen langs de stuwwal tussen Dieren en Arnhem en die ten oosten van Nijmegen dateren vermoedelijk uit deze tijd. De droge dalen zijn vaak, voornamelijk op de westhelling, eveneens bekleed met Ouder dekzand of soms met löss, die tot grote diepte is ontkalkt. In het lössgebied van Groesbeek komt hier en daar op enige diepte nog löss met kalkconcreties voor.

Het is niet bekend of de löss als stof werd aangevoerd met noordwestelijke winden en tot afzetting kwam in de luwte van de stuwwallen, of dat ze door oostelijke winden vanuit het Rijndal werd aangevoerd en tegen de met vegetatie bedekte zuidoostelijke hellingen van de stuwwallen werd afgezet.

Tijdens het laatste deel van het Weichselien, het Laat-Glaciaal, was het minder koud. In het klimaat traden echter vrij sterke schommelingen op, waarbij relatief warme tijden (interstadialen) afwisselden met relatief koude tijden (stadialen). Het Laat-Glaciaal begint met een relatief warme tijd, de Bøllingtijd (zie tabel 6). Op sommige plaatsen



Foto Stiboka R34-176

Afb. 13 Het in het Weichselien sterke door erosie aangetaste stuwwallengebied in de omgeving van de Posbank bij Rheden. Op de voorgrond een asymmetrisch droog dal met zijdalén. Op de achtergrond is nog vaag de IJssel en een schoorsteenpijp van een steenfabriek zichtbaar.

in Nederland zijn in deze periode dunne veenlaagjes gevormd en is ook zo hier en daar een min of meer duidelijke bodemvorming opgetreden. Of dat ook het geval is in het gebied van deze kaartbladen is niet bekend.

Daarna werd het weer kouder. In deze zg. Oude Dryastijd waren de klimatologische omstandigheden weer van dien aard dat er, evenals in het Boven-Pleniglaciaal, zandverstuivingen optraden.

Het bij deze verstuivingen opnieuw afgezette zand wordt Jonger dekzand I genoemd. In het gebied van deze kaartbladen wordt dit zand voornamelijk aangetroffen ten oosten van de IJssel. Het is vaak minder lemig en vertoont meer reliëf dan het Ouder dekzand.

In de daarna volgende relatief warme Allerødtijd is weinig zand verstoven. Plaatselijk was toen een begroeiing met o.a. berken en dennen aanwezig, waaronder een zwakke bodemvorming plaatsvond. Deze bodemvorming onderscheidt zich door een bleke laag (laag van Usselo) in het bovenste deel van het Jonger dekzand I. Toen het na de Allerødtijd weer kouder werd, nam vooral in de hogere, droogste delen van het landschap de begroeiing weer af en traden er opnieuw zandverstuivingen op. Het tijdens deze Jonge Dryastijd afgezette zand duidt men aan als Jonger Dekzand II. Het komt veel voor in de omgeving van Zelhem en langs de randen van de stuwwallen. Plaatselijk treft men het ook aan op de stuwwallen.

Welk Jonger dekzand in de omgeving van Didam aan het oppervlak ligt is moeilijk te zeggen, omdat hier de Laag van Usselo ontbreekt en er tot de diepte waarop het lemig Ouder dekzand begint, geen verschil in samenstelling van het zand is waar te nemen.

Naarmate het klimaat in het Laat-Glaciaal verbeterde en het vegetatiedek meer gesloten werd, voerden de rivieren minder sediment aan, waardoor ze zich met enkele hoofdgeulen in hun afzettingen begonnen in te snijden.

Uit pollen onderzoek blijkt dat dit reeds in de Bollingtijd heeft plaatsgevonden (Teunissen en Van Oorschot, 1967). Bij overstromingen werd vanuit deze hoofdgeulen over de grove zanden van de Formatie van Kreftenheye geleidelijk een dunne laag klei gesedimenteerd die eveneens tot deze formatie wordt gerekend. Deze naar boven geleidelijk zwaarder wordende afzetting, die vroeger als rivierleem is beschreven (Edelman, 1950a; Schelling, 1951) ligt rondom Azewijn, ten noorden en ten zuiden van Doetinchem-Dieren en ten westen van Nijmegen aan het oppervlak (kaarteenheden oude kleigronden, KRn1, 2 en 8).

4.5 Holocene

4.5.1 Het zandgebied

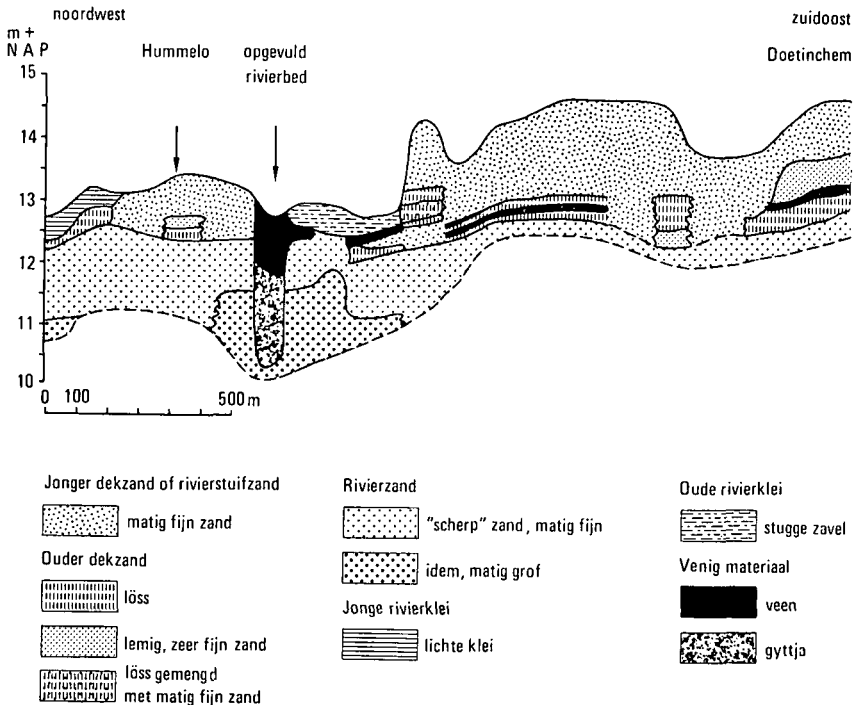
Het zandoppervlak raakte vanaf het begin van het Holocene geleidelijk begroeid. De veranderingen, die daarna nog hebben plaatsgevonden, zijn beperkt tot verstuiwingen op plaatsen waar het begroeiingsdek – al dan niet door het ingrijpen van de mens – werd verstoord. Vooral de Jonge dekzanden bleken gevoelig voor verstuiwing, mede doordat de vegetatie zich hier moeilijker herstelde dan op wat rijker moedermateriaal, zoals de preglaciale zanden. Er zijn o.a. stuifzandgebieden ontstaan op de Veluwe ten noorden van de stuwwal Arnhem-Velp-Rheden, bij Schaarsbergen en ten noordwesten van Wolfheze (eenheid Zd21). In deze gebieden heeft veelal omkering van het reliëf plaatsgevonden. Op de laagste en dus vochtigste plekken bleef de vegetatie meestal min of meer in stand of kon zich enigermate herstellen. Hier werd het stuivende zand vastgehouden en opgehoopt, waardoor opgestoven hoogten ontstonden, terwijl de hoogste en droogste plekken werden uitgeblazen tot uitgestoven laagten (Schelling, 1955).

Op blad 40 Oost is in het gebied van de rivierduinen gedurende het Holocene ook nog veel zand verplaatst. De duinen ten noordwesten (Kruisberg) en ten zuidoosten (Oosseld) van Doetinchem zijn hiervan voorbeelden. Ten zuiden van het Montferland ligt bij Stokkum een gebied met grof zand (eenheid Zb30) dat eveneens als holocene stuifzand wordt beschouwd.

4.5.2 Het rivierkleigebied

Met de definitieve verbetering van het klimaat, die ca. 10.000 jaar geleden begon, traden in het gebied van de grote rivieren grote veranderingen op. Onder de periglaciale omstandigheden tijdens het Weichselien (Würmijstijd) was de begroeiing schaars en kon veel bodemmateriaal in beweging komen. Als gevolg daarvan kregen de rivieren periodiek grote hoeveelheden sediment te verwerken. De ingetreden klimaatverbetering, die de overgang van het Pleistoceen naar het Holocene kenmerkt, had een geleidelijke uitbreiding van de begroeiing, o.a. met bossen, bestaande uit dennen en berken, tot gevolg. Daardoor werd de bodem vastgelegd en nam de aanvoer van materiaal naar de rivier sterk af. Ook werd de waterafvoer van de rivieren regelmatig, waardoor het vlechtende karakter ervan langzamerhand verdween. De vele geulen verenigden zich tot één of enkele hoofdstromen, die hun bed sterk verbreedden en ook verdiepten. De rivier sneed zich in de bestaande sedimenten in, waarbij grote hoeveelheden zand in beweging kwamen. Dit werd voor een deel op de oevers geworpen, waar het soms opstootte tot rivierduinen van aanzienlijke hoogte. Dergelijke duinen komen o.a. voor ten noorden van de Oude IJssel tussen Doetinchem en Doesburg (afb. 14). Tussen Doetinchem en Azewijn en bij Duiven zijn deze zandafzettingen

geleidelijk door dikke lagen jonge rivierklei bedekt. Alleen de hoogste toppen steken nog boven de rivierklei uit. Ook liggen veel oude bewoningsplaatsen (bijzondere onderscheiding T) op dergelijke zandopduikingen, o.a. Groessen, Persingen (afb. 15) en Rijkerswoerd.



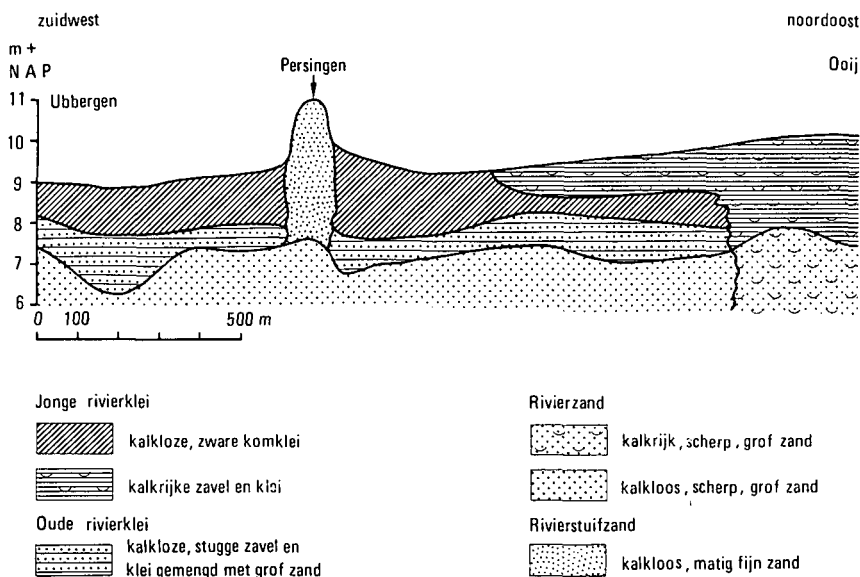
Afb. 14 Doorsnede van een gebied met rivierduinen tussen Doetinchem en Hummelo.

Doordat de zeestand nog vele meters beneden het huidige peil lag, was het verval en daarmee de stroomsnelheid groot. Daarom was er nog nauwelijks sprake van sedimentatie van kleiig materiaal. Pas omstreeks de overgang van het Atlanticum naar het Subborea, toen de zeestand was gestegen tot ca. 4 m beneden het huidige peil, kregen de rivieren in dit gebied meer en meer het karakter van een benedenloop en werd sedimentatie van kleiig materiaal mogelijk. In het grootste deel van het Subborea was het overstromingsgebied nog zeer groot en ontstond er weinig differentiatie in de sedimenten (Afzettingen van Gorkum). Pas in het Laat-Subborea en in het Subatlanticum trad een duidelijke differentiatie in oeverwallen en kommen op (Afzettingen van Tiel).

De opbouw van een dergelijk oeverwallen- en kommensysteem is een gevolg van het afzettingsmechanisme van de meanderende rivier. Deze stroomt doorgaans in één enkele, betrekkelijk nauwe geul. Bij een geringe toename van de afvoer treedt het water reeds buiten de bedding. De stroomsnelheid wordt daarbij direct kleiner, waardoor het meegevoerde, grove materiaal tot afzetting komt. Aan beide zijden van de bedding ontstaat een oeverwal, waartussen de rivier wordt ingesloten. Naarmate de oeverwallen verder worden opgehoogd, zullen ze uit fijner materiaal bestaan. Ver van de bedding zal het water nog slechts zeer langzaam stromen of stilstaan. In dit gebied (kom) bezinkt daardoor alleen het fijnste materiaal (zwarte klei). Op veel plaatsen vindt men in de komkleiafzettingen donkere banden, de zg. 'laklagen'. Dit zijn oude be-

groeiings(vegetatie)horizonten, die zijn ontstaan in perioden dat er weinig of geen opslibbing plaatsvond.

Havinga (1969) kon door datering van laklagen een viertal perioden onderscheiden die van Laat-Neolitische, Bronstijd en Romeinse ouderdom bleken te zijn.



Afb. 15 Doorsnede van een rivierkleigebied met rivierstuifduin ten oosten van Nijmegen.

Tengevolge van de grotere stroomsnelheid van het rivierwater in de buitenbochten van de stroomgeul, worden deze steeds verder uitgeschuurd. De rivier gaat steeds sterker meanderen. In de binnenbochten ontstaan hierbij zandbanken. Omdat de bedding geleidelijk wordt opgevuld, zal de rivier op een gegeven ogenblik door haar oeverwal breken, gewoonlijk in een buitenbocht. Er ontstaat dan in het naastliggende (kom)gebied een nieuwe loop, waarlangs opnieuw oeverwallen worden opgebouwd. In deze oeverwallen treft men dan licht materiaal op een zware ondergrond aan (eenheden Rn94C, Rn67C, Rn66A). Het gebeurt ook dat een lage oude oeverwal bedekt wordt door komklei (eenheden Rn46A, Rn47C). Het gebied tussen de nieuwe en de oude oeverwallen vormt nu een kom met zware tot zeer zware kleiafzettingen (eenheid Rn44C).

De voortdurende stroomverleggingen hebben tot gevolg, dat afzettingen van zeer verschillende texturen op elkaar liggen. Daardoor is een groot aantal eenheden met verschillende profielverlopen, bouwvoorwaarden en kalkgehalten op de bodemkaart onderscheiden. De twee oeverwallen van een verlaten riviergedeelte worden te zamen met de dichtgeslibde bedding 'stroomrug' genoemd (Edelman c.s., 1950). Voorzover ze de boven beschreven profielopbouw hebben, worden de gronden evenals die van de oeverwallen van de nog functionerende rivieren, aangeduid als stroomruggronden (eenheden Rd10A, Rd10C, Rd90A, Rd90C, Rn15C, Rn95A, Rn95C). De tussen de oeverwallen gelegen vroegere bedding, vaak dichtgeslibd met zeer zware klei, is meestal wegens de geringe breedte alleen als een bijzondere onderscheiding op de bodemkaart aangegeven.

Door de talrijke stroomverleggingen is er ook een grote differentiatie in ouderdom van de verschillende stroomrugsystemen, die o.a. blijkt uit de bewoningsgeschiedenis. Een aantal belangrijke, grote stroomruggen uit het Land van Maas en Waal en uit de Over-Betuwe zijn in de preromeinse tijd (500-200 v. Chr.) ontstaan (Pons, 1957). Een voorbeeld hiervan is de grote rug van Elst naar Driel. Deze preromeinse stroomruggen zijn in de Romeinse tijd (eerste eeuw na Chr.) intensief bewoond geweest (Modderman, 1955). In die tijd moeten de rivieren dus weinig materiaal afgezet hebben, wat ook blijkt uit het ontstaan van een laklaag in de komklei, die door Havinga (1969) als 'Romeins' werd gedateerd. Tussen 250 en 600 na Chr. zijn de rivieren weer in belangrijke mate gaan sedimenteren. De afzettingen uit deze periode worden door Pons (1957) als postromeinse afzettingen aangeduid. Het rivierenstelsel onderging in deze periode belangrijke veranderingen. De Rijn verplaatste zich meer oostwaarts en ging via Doornenburg en Huissen onder langs Arnhem stromen. Edelman (1950b) en Pons (1957) veronderstellen, dat de mens bij deze verandering in de loop van de rivier een zekere rol heeft gespeeld.

De Waal die in de periode tussen 250 en 600 na Chr. als een belangrijke aftakking van de Boven Rijn ontstond, heeft langs haar oevers brede, jonge oeverwallen gevormd, in tegenstelling met de nieuwe loop van de Rijn waarlangs slechts smalle oeverwallen aanwezig zijn. Uit mededelingen van Modderman (1955) blijkt dat tussen 600 en 800 na Chr. het rivierkleigebied weer goed bewoonbaar is geweest, hetgeen samenging met weinig sedimentatie door de rivieren.

In de negende en tiende eeuw veranderde door klimaatwisseling het regime van de rivieren (Pons, 1957). Deze gingen meer water afvoeren, waardoor het sedimentatiebeeld zich wijzigde. Aan de rivierzijde van reeds bestaande oeverwallen werden zeer zandige sedimenten afgezet. Ook werden de oeverwallen op veel plaatsen doorbroken. De daarbij gevormde 'natuurlijke overslagen' en de zojuist beschreven zeer zandige afzettingen zijn door Pons (1966) oevergronden genoemd. Grote delen van eenheid Rd10A bestaan uit dit materiaal. Op deze lichte gronden wordt veel tuinbouw aangetroffen (o.a. bij Huissen).

Grote veranderingen vonden plaats toen men omstreeks 1300 overging tot het aanleggen van dijken. Ongeveer in diezelfde tijd werden de woonsteden aanmerkelijk opgehoogd. Dit houdt ongetwijfeld verband met de aan de gang zijnde bedijking, die er de oorzaak van was dat op voorheen nog redelijk bewoonbare plaatsen de waterstand zo hoog opliep, dat het ophogen van de woonplaats nodig werd. Veel zg. pollen dateren uit deze tijd.

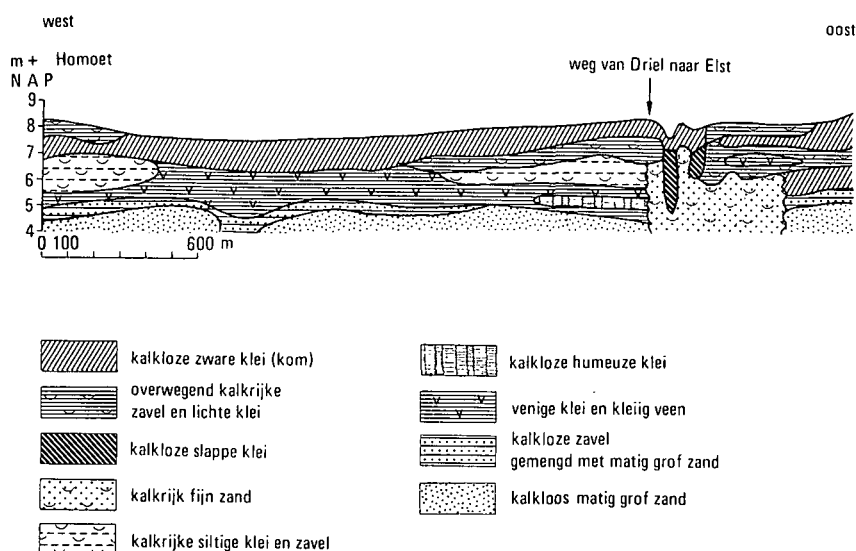
De waterstand in de rivier tussen de dijken liep hoger op dan daarvoor bij de onbedijkte rivier. Dit bracht een verhoogde stroomsnelheid mee, waardoor een aanzienlijke bodemerosie plaatsvond. Hierbij werd de buitenbocht steeds verder aangetast. Het losgewoelde zand werd door de naar de binnenbocht gerichte onderstroom langs de binnenbocht in sikkelvormige ruggen hoog op de oever geworpen. Vooral in de uiterwaarden zijn op deze manier de zg. kronkelwaarden (Havikerwaard en Beimerwaard) ontstaan.

Na de bedijking moest het slib van de rivier tussen de dijken worden afgezet, waarbij telkens een dun laagje werd gesedimenteerd. Hierdoor ontstonden hoog opgeslibde, goed gehomogeniseerde gronden (nl. de eenheden Rd10A en Rd90A). Veel van deze gronden zijn afgegraven voor de steenbakkerijen.

Tot voor kort werd door de grote rivieren veel kolenslik afkomstig van

de mijnen afgevoerd. In de uiterwaardafzettingen is dit kolenslik, vooral in de laagste delen, als een zwarte bijmenging of als zwarte bandjes terug te vinden.

Een ander gevolg van de bedijking waren de dijkdoorbraken, waarbij



Afb. 16 Doorsnede door het komkleigebied van het Hollanderbroek ten oosten van Homoeet.

diepe gaten werden geslagen waaromheen het zand waaivormig werd uitgespreid (overslagen). Anders dan bij de doorbraken door de oeverwallen, waarbij het wiel een langgerekte vorm heeft, ontstond bij deze dijkdoorbraken een rond wiel.

4.5.3 Veenvorming

Op verscheidene plaatsen is in het gebied van deze kaartbladen veenvorming opgetreden. In verschillende geulen van het vlechtende riviersysteem in de omgeving van Azewijn, Doetinchem, Keppel en ten westen van Nijmegen begon de vorming al in het Laat-Glaciaal. Onder in de geulen treft men soms meerbodemachtig materiaal aan. Verder heeft het veen meestal een mesotroof tot eutroof karakter met aan de bovenzijde broekveen.

In het gebied van de grote rivieren vond in het Atlanticum en daarna op lage plaatsen eveneens veenvorming plaats. Dit veen is later overdekt met een laag zware komklei. Een aantal van zulke gebieden vindt men op blad 40 West bij Valburg, het Hollanderbroek (afb. 16) en het Elderveld en op blad 40 Oost in het Duivensebroek.

5 *Landschap en bodemgesteldheid*

In dit hoofdstuk wordt de relatie tussen landschap en bodemgesteldheid besproken. Daarbij wordt aandacht besteed aan de activiteiten van de mens, zoals ontginning, bedijking, verkaveling en het winnen van delfstoffen.

In het gebied van de kaartbladen 40 West en Oost zijn de volgende bodemkundig-geografische gebieden te onderscheiden, die voornamelijk gebaseerd zijn op de geologie (afb. 17). Ze omvatten:

- de stuwwallen,
- het Fluvioglaciaal,
- het dekzand,
- de rivierduinen,
- de oude rivierklei,
- de jonge rivierklei.

5.1 Invloed van de mens op het landschap en de bodemgesteldheid

Het landschap zoals zich dat nu aan ons voordoet, draagt in sterke mate het stempel van de mens. In de loop der eeuwen zijn uitgestrekte heidevelden en woeste gronden herschapen in landbouwgebieden of bos. Het rivierkleigebied, dat onder natuurlijke omstandigheden geregeld werd overstroomd, werd door dijken beveiligd.

5.1.1 Bewoning en ontginning in de zandgebieden

In de zandgebieden komt van oudsher het gemengde bedrijf voor, met bouwland op de hoge, en grasland op de lager gelegen gronden. De boerderijen en ook veel woonkernen ontstonden op de overgang van hoog naar laag. Veel nederzettingen worden daarom aan de ene zijde begrensd door hoge, oude bouwlanden en aan de andere zijde door laag grasland. Zo liggen de dorpen Heesum, Oosterbeek, Velp, Rheden, 's-Heerenberg, Kilder, Zeddam en Beek aan de voet van de stuwwallen. Drempt, Laag-Keppel en Doetinchem zijn ontstaan op de overgang van de hoge rivierduinen naar de lage rivierkleigronden van de Oude IJssel. Ook in het centrum van de Lijmers, bij Didam, vinden we verspreide, kleine buurschappen, zoals Loil, Holthuizen en Greffelkamp, juist op de overgang van hoge naar lage gronden (Pijls, 1948). In het dekzandgebied rond Keyenborg-Velswijk ligt de situatie iets anders. Ook hier is de bewoning duidelijk aangepast aan het natuurlijke reliëf, maar we treffen er hoofdzakelijk een verspreide bewoning aan. De hoeven staan op de rand van de vele, kleine, hoge engen met bouwland, waaromheen de lage gronden met grasland liggen.

Vroeger werd het bouwland bemest met materiaal uit de potstal. Dit was een mengsel van mest, zand, plaggen of ander strooisel. Door deze



Afb. 17 Verbreiding van de bodemkundig-geografische gebieden.

bemestingsmethode, die eeuwenlang is toegepast, zijn de bouwlanden opgehoogd met een dikke laag zwarte of bruine grond. Ook op lage, oude graslandgronden is op veel plaatsen een dergelijk cultuurdek, zij het in geringere mate, aanwezig. Voor de bemesting zijn in deze streken waarschijnlijk diverse materialen gebruikt. De oude bouwlanden in de Lijmers bij Didam, Wehl en Braamt en in de buurt van Drempt, Keyenborg en Velswijk hebben overwegend sterk lemige, soms lutumrijke, bruine cultuurdekken. Deze zijn ontstaan omdat men grasplaggen heeft gebruikt uit lemige of kleiige, laag gelegen gronden (Pijls, 1948). Elders hebben de oude bouwlanden een zwart dek. Hier heeft men voor de bemesting heideplaggen gebruikt.

De vruchtbaarheid van de oude cultuurgronden in de zandgebieden kon alleen in stand worden gehouden dankzij een groot areaal woeste gronden, waar men het benodigde strooisel voor de potstallen kon winnen en waar men tevens schapen en runderen kon weiden. De cultuurgronden namen slechts een geringe oppervlakte in en lagen geconcentreerd rondom de dorpen en gehuchten. De rest van het zandgebied bestond tot in de tweede helft van de negentiende eeuw uit heidevelden, stuifzanden, hakhoutbossen en wilde graslanden. Flinkke oppervlakten hiervan lagen op de Veluwe, in de Lijmers en langs de Oude IJssel. Een groot deel is na de invoering van de kunstmest ontgonnen (afb. 18).

De hoge zandgebieden zijn in de negentiende en twintigste eeuw op grote schaal met naaldhout (voornamelijk grove den) bebost. Op enkele plaatsen zijn ook bouwlandontginningen ontstaan, o.a. bij Heelsum en Wolfheze. Dit zijn grote complexen bouwland, die door hun ligging tussen de bossen het landschap een aantrekkelijke afwisseling geven.

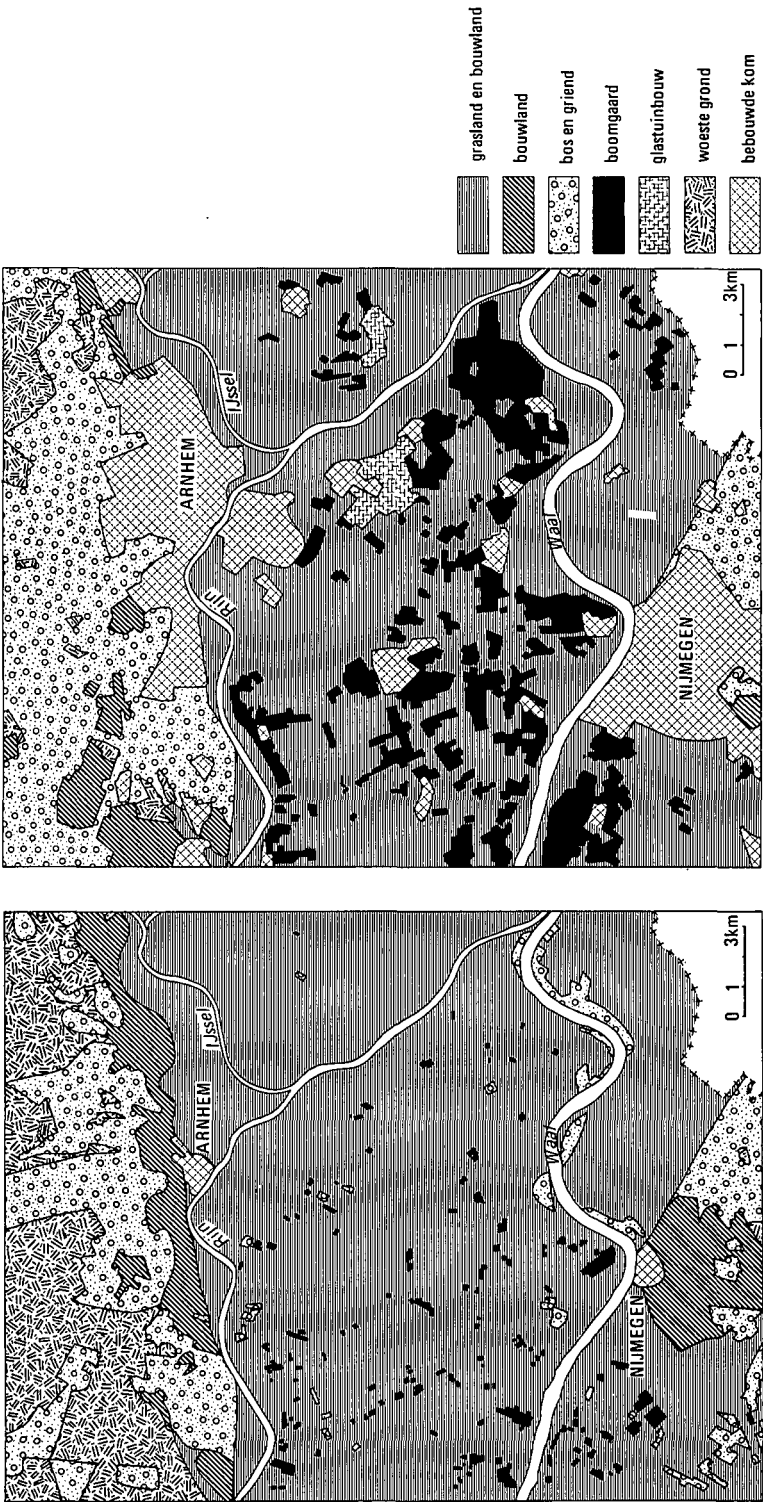
In de Lijmers zijn veel woeste gronden reeds in het begin van de negentiende eeuw bebost. Omstreeks 1900 is men begonnen de overgebleven heidevelden op de lage zandgronden onder Beek en Braamt te ontginnen. Toen is ook een deel van het uitgestrekte bosbezit van het Huis Bergh verkocht en door de nieuwe eigenaren, kleine boeren en handwerkslieden, ontgonnen en in landbouwgrond omgezet. Hierdoor ontstond bij Nieuw-Dijk, Kilder en Braamt een gebied met kleine ontginningsbedrijven. In het Beeksche Broek zijn de bedrijven wat groter. Jonge ontginningsgronden hebben geen mestdek. In vers geploegde toestand is de bouwvoor vaak vlekkelig en heterogeen (zg. lappendeken), omdat soms een deel van de humuspodzol-B, en soms loodzandlagen zijn bovengeploegd. Hier en daar liggen tussen de jonge ontginningen kleine oppervlakten oude ontginningsgronden. Deze hebben door de potstalbemesting een matig dik, zwart of bruin cultuurdek gekregen. Het zijn laarpodzolgronden (cHn . .), looppodzolgronden (cY . .) en akkereerdgronden (cZd . .).

5.1.2 Bedijking van het rivierkleigebied

Het rivierkleigebied is door dijken vrijwel geheel tegen overstromingen beschermd. Alleen de gebieden tussen de winterdijken, de zg. uiterwaarden, komen in tijden van veel waterafvoer blank te staan. De uiterwaarden hebben in dergelijke perioden een dubbele functie, nl. verbreding van de rivierbedding waardoor meer water kan worden afgevoerd, maar ook vergroting van de waterberging, waarbij grote hoeveelheden water tijdelijk kunnen worden opgeslagen.

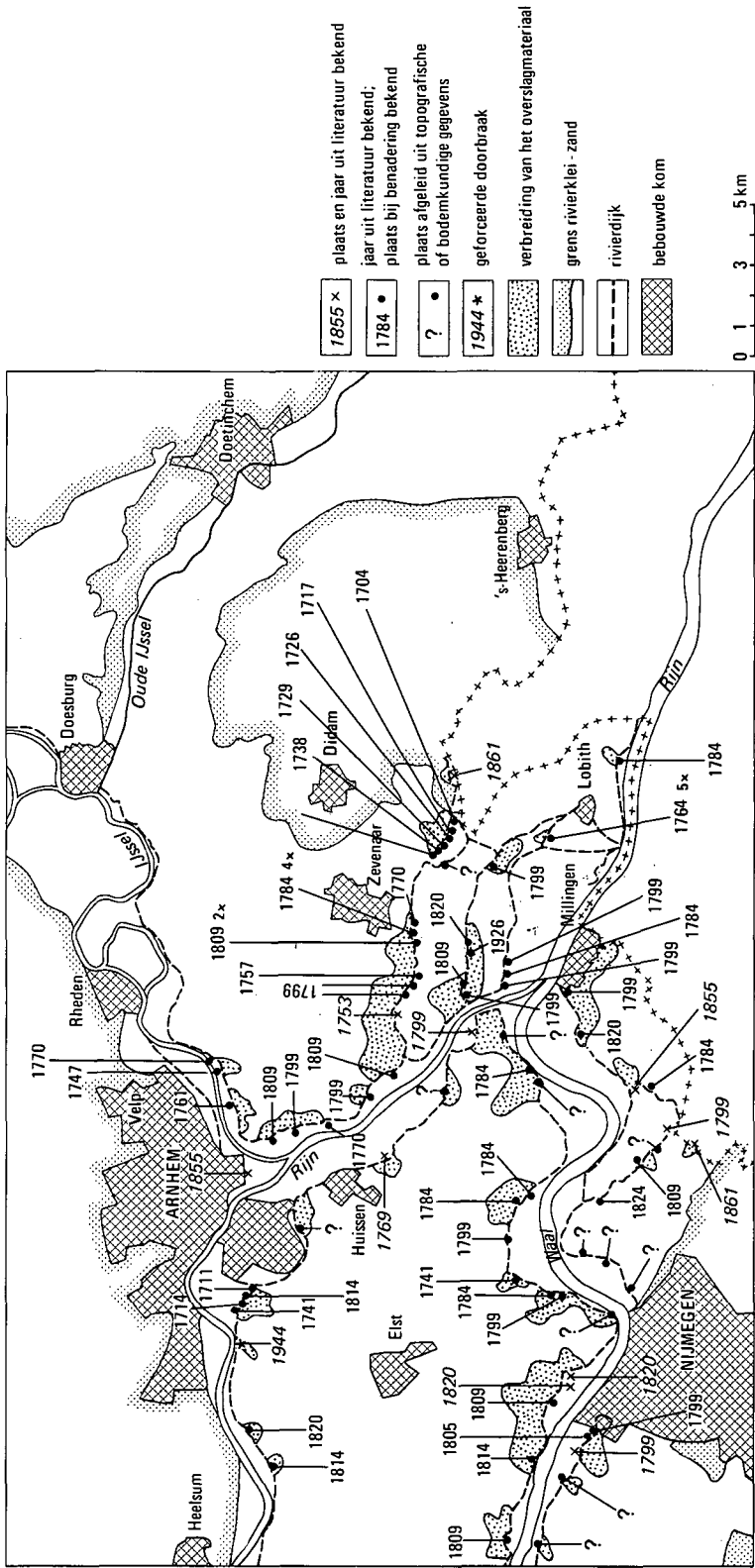
De metershoge, min of meer evenwijdig aan de rivier lopende winterdijken zijn niet altijd zo hoog en sterk geweest. Toen men in de twaalfde eeuw met het bedijken begon heeft men aanvankelijk slechts kaden en tamelijk primitieve, lage dijken opgeworpen en deze in de loop der

tijden geleidelijk opgehoogd en verstevigd. De vele voormalige dijk-doorbraken (afb. 19) en de daarbij ontstane kolken of wielen zijn nu nog de stille getuigen van een langdurige strijd tegen het hoge water. Op sommige plaatsen was deze zeer hardnekkig en heeft hij veel slachtoffers geëist, o.a. bij de splitsing van de Rijn en de Waal, tussen Pannerden en



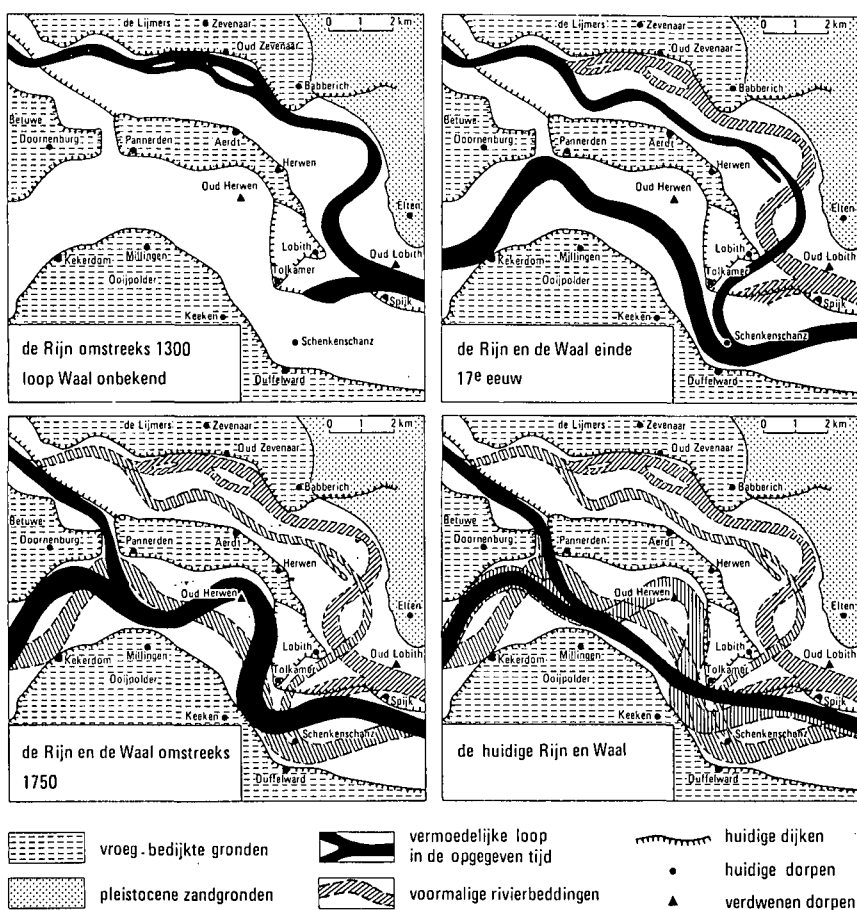
Afb. 18 Het bodembebruik op blad 40 West omstreeks 1850 (links) en 1965 (rechts). Gegevens ontleend aan de Topografische kaart, uitgave 1850 en 1966.

Lobith. Dit punt is door zijn strategische ligging, maar vooral ook door zijn waterstaatkundige problemen bekend geworden (Pons, 1952). In het gebied, dat door de plaatsen Pannerden, Oud-Zevenaar, Babberich,



Afb. 19 Dijkdoorbraken in het rivierkleigebied vanaf ca. 1700. Gedeeltelijk ontleend aan gegevens van Bauer (1861), Glimmerveen (1856) en Staats Evers (1877).

Aerd, Herwen, Lobith, Tolkamer en Spijk wordt begrensd, hebben talrijke dijkdoorbraken, overstromingen en verleggingen van de rivierbedding plaatsgehad. Daarbij werd ook de splitsing van Rijn en Waal enkele malen verlegd. Afbeelding 20 geeft een reconstructie van de loop



Afb. 20 Reconstructie van de loop van de Rijn en de Waal vanaf 1300 bij de splitsing in de omgeving van Lobith (naar gegevens van Pons, 1953b).

van de rivier sedert 1300. In deze tijd bedijkte men de Driedorpenpolder, die toen deel uitmaakte van de Betuwe. De splitsing van Rijn en Waal lag namelijk ten oosten van de tegenwoordige Tolkamer en de Rijn liep vlak ten zuiden van Babberich en Oud-Zevenaar, dicht langs de hoge pleistocene rand. De Oude Rijnstrang, een overblijfsel van deze loop, werd kort na 1300 verlaten.

De rivier verplaatste zich vervolgens naar het zuiden en nam na 1500 steeds meer in betekenis af. Niet ver van de splitsing, die in de zeventiende eeuw bij Schenkenschanz lag, nam de verzanding zodanige vormen aan, dat het Franse leger in 1672 ongehinderd de bijna droogliggende rivier kon passeren. Daarna heeft men door het smalste gedeelte van de Betuwe, tussen Doornenburg en Pannerden, een gracht gegraven, die omstreeks 1707 als gevolg van een serie dijkdoorbraken zowel met de Waal als met de Rijn verbinding maakte. Door een verdere uitdieping ontstond het Pannerdensch Kanaal, waardoor een nieuwe aftakking van de Rijn een feit werd. Hierdoor werd de Driedorpenpolder definitief van de rest van de Betuwe afgesloten.

In 1711 brak de dijk van de Boven Rijn tussen Tolkamer en Schenkenschanz door, waarna al het water van de Rijn door de Waal stroomde en de brede Rijntak langs Lobith, Herwen en Aerdt definitief buiten gebruik werd gesteld. De splitsing van Rijn en Waal werd daarna geheel naar Pannerden verplaatst. De voormalige Rijnbedding, thans nog bekend als Oude Rijn, bleef open water en kon met de aangrenzende uiterwaarden via de Spijksche Overlaat bij hoge rivierstanden worden overstroomd.

De Waal, die al sinds 1500 in betekenis was toegenomen, was nu de voornaamste tak geworden. Een grote meander drong steeds verder noordwaarts op en vormde lange tijd een ernstige bedreiging voor de Driedorpenpolder. Herhaaldelijk brak de Waal – later weer Boven Rijn genoemd – tussen Lobith en Pannerden door zijn dijken. In de achttiende eeuw werd het dorp Herwen verzwolgen en iets noordelijker herbouwd. Door het graven van het Bijlandsch Kanaal tussen 1773 en 1776 (genoemd naar het omstreeks 1750 bij een overstroming vernielde kasteel Den Bijlandt) werd de gevaarlijke meander afgesneden en bevestigde men de Boven Rijn. Daarna was het gevaar voor de Driedorpenpolder geweken en was de situatie zoals we die thans kennen: een betrekkelijk rechte Boven Rijn, gedeeltelijk Bijlandsch Kanaal genaamd, met de splitsing van Rijn en Waal bij Pannerden.

Alleen het Oude-Rijntraject werd via de Spijksche Overlaat nog overstroomd. In 1968 werd tenslotte de overlaat op bandijkhoogte gebracht en het omliggende uiterwaardengebied benedenstrooms door een nieuwe dijk afgesloten, waarmee ook de laatste gebieden voor overstroming werden gevrijwaard.

5.1.3 De klei- en zandwinning

In het rivierengebied wordt reeds eeuwenlang klei gewonnen om stenen te bakken. Op kaartblad 40 West en ook op enkele plaatsen van kaartblad 40 Oost, vindt men veel steenfabrieken, vooral langs de oevers van Rijn, Waal en IJssel.

De ligging van de steenfabrieken langs de rivieren is goed te verklaren. Men kan immers in de uiterwaarden klei van de vereiste samenstelling vinden. Voorts was de vestiging van de steenfabrieken vlak langs de rivier, in verband met het transport van de stenen en de brandstof, economisch aantrekkelijk. Niettemin is op enkele plaatsen ook binnendijs rivierklei afgegraven. Zo werd en wordt ook nu nog klei gewonnen in de Ooijpolder, bij Gendt en bij Azewijn.

Op de meeste winplaatsen is het maaiveld 2 à 3 meter verlaagd. Na de kleiwinning zijn de afgegraven gronden weer geschikt gemaakt voor de cultuur, waarbij bijna uitsluitend grasland werd aangelegd. Een deel van de uiterwaarden is zo diep afgegraven, dat zij zelfs bij lage rivierstanden min of meer dras staan en daardoor waardeloos zijn als cultuurgrond (afb. 21). Deze landvernieling heeft vooral langs de Waal plaatsgevonden. Toen na de tweede wereldoorlog de behoefte aan baksteen toenam en de ontgronding steeds grotere vormen aan ging nemen, heeft men dit bij de wet geregeld. Er kan nu alleen ontgronding plaatsvinden na toestemming van de Provincie, waarbij als voorwaarde wordt gesteld dat het af te graven terrein na de ontgronding weer in de goede cultuurtoestand wordt gebracht. De kwaliteit van de meeste afgegraven gronden is echter aanzienlijk lager dan die van de oorspronkelijke uiterwaarden. Veel van deze afgravingen zijn bij enigszins hoge rivierstanden te nat, bij lage rivierstanden treedt spoedig verdroging op.

Rivierzand werd reeds lang op beperkte schaal door zand- en grind-



Foto Stiboka R34-184

Afb. 21 Kleinwinning in de uiterwaarden langs de Waal. De afgraving vond vroeger plaats met de schop; thans gebeurt het machinaal. Op de achtergrond een steenfabriek.

schippers uit de rivier gebaggerd. Toen dit verboden werd, zocht men wingebieden in de uiterwaarden. Het gevolg hiervan was, dat op de plaatsen van de zandwinningen aanzienlijke oppervlakten open water zijn ontstaan. Deze winplaatsen zijn vaak vele meters diep. Zo is een groot deel van het uiterwaardengebied 'De Bijland' ten westen van Lobith in een grote waterplas herschapen. Dit gebied wordt in toenemende mate voor de recreatie, voornamelijk watersport en kamperen, benut.

Zand en grind worden behalve langs de rivieren, ook nog in diverse groeven in het heuvelgebied ten noorden van Arnhem en in het Montferland gewonnen.

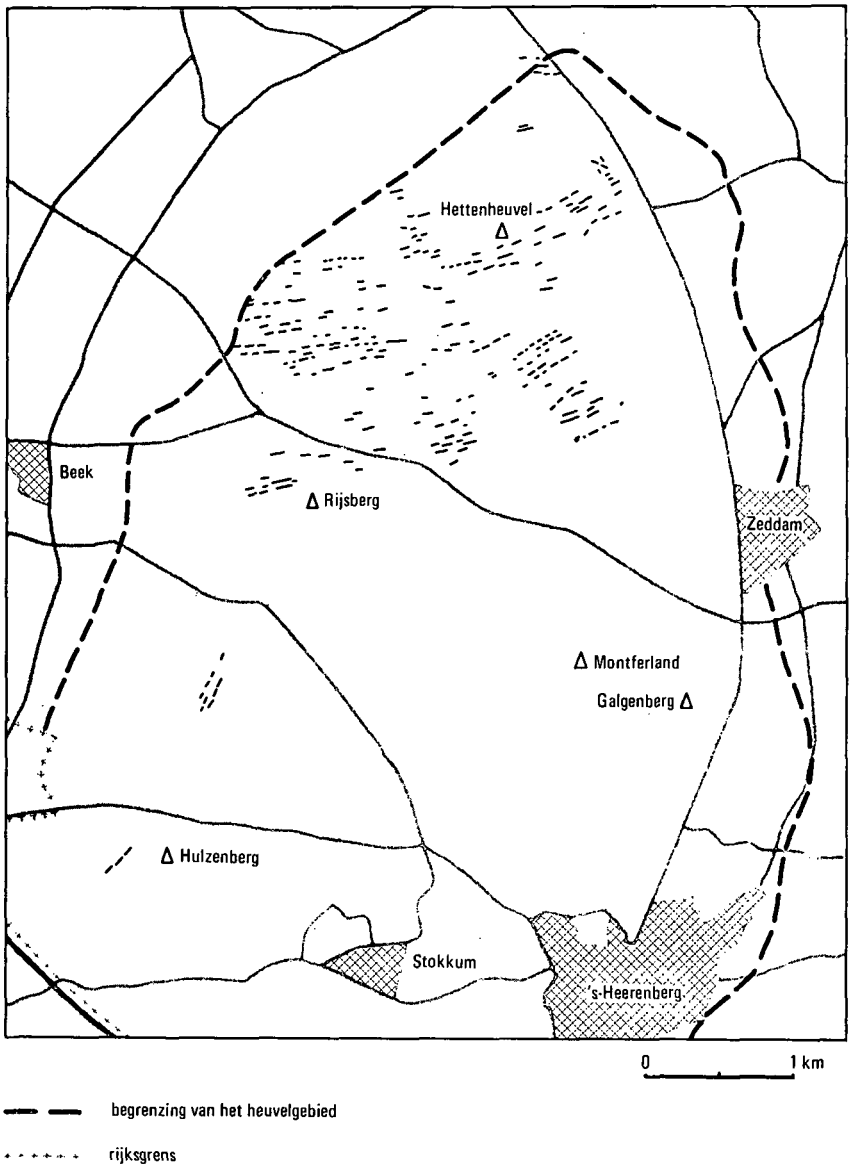
5.1.4 IJzerwinning in het Montferland

In het bosgebied in het noordelijk deel van het Montferland komen op tal van plaatsen langgerekte kuilen en ruggen voor. Van Heek (1952) vestigde er de aandacht op dat deze kuilen reeds in het begin van de historische tijd zijn gegraven. Naar analogie van de vondsten van Moerman (1928) op de Veluwe, toonde hij aan dat het ijzerwinplaatsen zijn geweest ten behoeve van een primitieve ijzerindustrie. Men heeft hier zg. klapperstenen, een bros ijzerhoudend gesteente, gewonnen om deze in de lage gebieden nabij het Montferland te smelten. Weliswaar heeft men de primitieve smelterijen niet gevonden maar men heeft wel op talrijke plaatsen o.a. bij de dorpen Beek, Kilder en Wehl, slakkenhopen met afvalresten van klapperstenen aangetroffen. Düffel (1942) veronderstelt dat de primitieve ijzerindustrie vanaf de Romeinse tijd tot in de vroege Middeleeuwen heeft bestaan.

De kuilen lopen, zoals afb. 22 laat zien, alle min of meer evenwijdig aan elkaar en zijn oost-west gericht. Van Heek (1952) constateerde dat klapperstenen uitsluitend in bepaalde dagzomende lagen van de stuwwal voorkomen, en leidde hier uit af dat dit gebied vanuit het noorden is opgestuwd door het landijs. De strekkingslijnen lopen daar dus oost-west, zoals op de bodemkaart is te zien.

5.2 De stuwwallen (zie afbeelding 17)

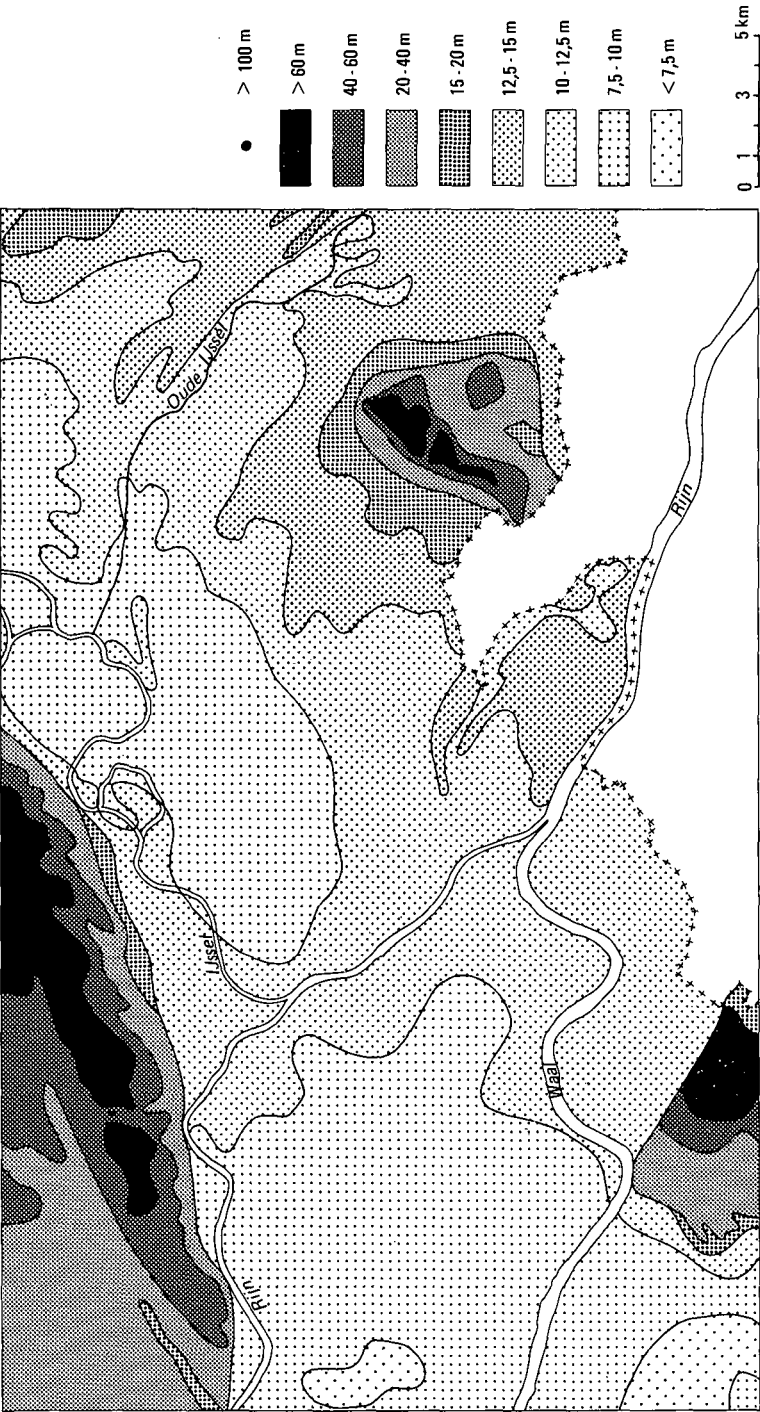
Langs de zuidelijke Veluwezoom, bij Nijmegen en in het Montferland, steken heuvelruggen die door glaciële stuwing zijn ontstaan, verscheidene tientallen meters boven het niveau van de aangrenzende rivierklei- en dekzandgebieden uit.



Afb. 22 Ligging van de ijzerkuilen in het Montferland (naar Van Heek, 1952).

Het gehele stuwwallengebied ligt tussen ca. 40 en ruim 100 m + NAP (afb. 23). Uit de verte zijn aan de golvende lijn van de horizont duidelijk hoogteverschillen in de stuwwallen waar te nemen. Enkele hoge punten van de Veluwe, zoals de Tafelberg en de Zijpenberg, komen iets boven 100 m + NAP; de Hattenheuvel in het Montferland ligt net boven 90 m + NAP, de hoogste top bij Nijmegen reikt tot ca. 85 m + NAP. Op de stuwwallen komen voornamelijk grindrijke, grofzandige holt-

podzolgronden (gY30) voor. Zij zijn, voor zover niet bebouwd, grotendeels bebost. Op enkele plaatsen, o.a. bij Heelsum en ten noordoosten van Arnhem (Bakenberg), ligt wat bouwland. Langs de Veluwezoom en aan de noordelijke rand van de Nijmeegse en Groesbeekse heuvels komen zeer steile hellingen en diep ingesneden erosiedalen voor.



Afb. 23 Globale hoogtekaart in m + NAP.

Tussen Dieren en Velp liggen, op de geleidelijk hellende voet van de stuwwal, sterk lemige oude bouwlanden (bEZ23). Deze zijn ontstaan op löss die op puinwaaiermateriaal is afgezet. Behalve langs de voet van de stuwwal komen ook hoger in de erosiedalen vrij dikke pakketten löss (Ld5) voor. Tussen Nijmegen en Groesbeek treft men löss over een grotere oppervlakte tussen de heuvels aan. Deze gronden zijn begroeid met loof- en naaldbossen van opvallend goede kwaliteit. Alleen waar het reliëf dit toelaat, o.a. bij Groesbeek, wordt in de dalen akkerbouw en grasland aangetroffen.

In verschillende dalen langs de Veluwezoom ontspringen bronnen, die drangwater uit de heuvels ontvangen. Dit water wordt via verschillende beken, o.a. de Heelsumsche Beek en de Rozendaalsche Beek afgevoerd. Op enkele plaatsen aan de voet van het Montferland en langs de Veluwezoom (o.a. langs de Fonteinallee bij Doorwerth en in de Warnsborn bij Arnhem) vormt het drangwater kleine plasjes.

5.3 Het Fluvioglaciaal (zie afbeelding 17)

De stuwwal van de Veluwezoom gaat naar het noorden over in een vrij vlak, van noordoost naar zuidoost hellend gebied van fluvioglaciaal, grove zanden (eenheid gHd30), die bijna geheel zijn begroeid met arm naaldbos of eikehakhout. Alleen ten noorden van Heelsum en bij Wolfheze zijn deze gronden tot bouwland ontgonnen. Plaatselijk is het reliëf, door het voorkomen van smalle, fijnzandige dekzandruggen, wat grilliger.

De scheiding tussen de stuwwallen en het fluvioglaciaal gebied valt op de bodemkaart grotendeels samen met de grens tussen de eenheden gY30 en gHd30. In het westelijk deel van het gebied wordt de scheiding gevormd door een vrij diep erosiedal, waarin de Heelsumsche Beek ligt. Dit dal, het zg. Papendal, dat naar het noordoosten breder wordt en ver in het fluvioglaciaal gebied doordringt, is op veel plaatsen met dekzand (eenheid Hd21) opgevuld. Ook ter hoogte van het Rozendaalsche Veld ligt in de laagte tussen het Fluvioglaciaal en de noordelijke helling van de stuwwal, vrij veel dekzand (Hd21). Het is hier grotendeels verstoven, waardoor een reliëfvrij gebied met jonge stuifduinen is ontstaan (Zd21).

De fluvioglaciaal mantel bij Nijmegen is bijna geheel onder de uitbreiding van de stad verdwenen. Het overgebleven gebied bestaat uit bos (gY30) en wat cultuurland (gcY30 en gpZn30).

5.4 Het dekzand (zie afbeelding 17)

Dekzandgronden komen voor in de Lijmers, ten westen van het Montferland en in het gebied tussen Keyenburg en Zelhem. Het zijn overwegend landbouwstreken, waar bouw- en grasland elkaar afwisselen, slechts hier en daar onderbroken door kleine complexen bos. De gronden zijn, vooral ten zuiden van de Oude IJssel, sterk beïnvloed door rivierklei, waardoor het dekzand in de bovengrond lutumhoudend is. De wilde flora wijkt hier af van die van een 'gewoon' dekzandgebied (Sissingh, 1953).

In het algemeen is het oppervlak golvend, met laagten waarin veelal grof rivierzand ondiep voorkomt. Op sommige plaatsen is het reliëf vrij sterk. Zo liggen tussen Didam en Wehl en in de buurt van Keyenburg en Velswijk grote, 3 tot 4 meter hoge dekzandkoppen en kleine, onregelmatig gevormde ruggen. Dikke pakketten hoog gelegen dekzand treft men o.a. aan rondom het Montferland en tussen Keyenburg en Zelhem. Tussen Beek en Didam daarentegen is het landschap vlak.



Foto Stiboka R35-127

Afb. 24 Rivierduin bij Doetinchem met op de voorgrond oud bouwland (enkeerdgronden, bEZ21).

Hier rust slechts een dunne laag dekzand op een ondergrond van oude rivierklei en lössleem.

Waar duidelijke hoogteverschillen aanwezig zijn, gaat dit meestal samen met een verschil in bodemgesteldheid en bodemgebruik. Men treft bouwland aan op de dekzandhoogten, met daarnaast lage gronden in gras. Grote complexen enkeleerdgronden komen voor op de hoge dekzanden rondom het Montferland bij Beek, Kilder en Braamt, voorts rondom Didam, Wehl, Keyenburg en Zelhem.

In het lage dekzandgebied wisselen vlakvaag-, beekeerd- en veldpodzolgronden elkaar af. Als gevolg van verschillen in grondwaterstand komt zowel bouwland als grasland voor.

5.5 De rivierduinen (zie afbeelding 17)

Langs de noordzijde van de Oude IJssel ligt een 500 à 2000 meter brede strook rivierduinen. Men treft hier hoofdzakelijk schraal bos aan op humusarm, leemarm, matig fijn zand (vorstvaaggronden, Zb21). Rondom Drempt, Laag-Keppel en Hoog-Keppel komt oud bouwland voor. Hier is op het rivierduinzand een dik, humushoudend dek opgebracht (bEZ21 of bEZ23; afb. 24).

Tussen Hummelo en Doetinchem liggen tussen de hoge rivierduinen brede laagten, die tamelijk nat zijn (Hn21, pZg21). Hier komt behalve bos ook grasland en bouwland voor. In de Kruisbergsche Bosschen zijn de oorspronkelijke rivierduinen plaatselijk verstoven tot sterk geaccidenteerde stuifzandgebieden. Daardoor komen plaatselijk duinvaaggronden (niet op de bodemkaart aangegeven) voor.

In sommige komkleigebieden steken rivierduinen door de rivierklei heen. Ze bestaan uit smallë oost-west verlopende ruggen van 50 à 100 meter breed, die zich enige kilometers lang voortzetten (Rn62Cp en T). Voorts liggen de plaatsen Valburg, Huissen en Duiven op rivierduinen, die breder en minder langgerekt zijn. Ook het dorpje Persingen, gelegen in het komkleigebied ten oosten van Nijmegen, is fraai gesitueerd op een rivierduin (zie afbeelding 60).

5.6 De oude rivierklei (zie afbeelding 17)

Dit gebied wordt voornamelijk in het oostelijk deel van kaartblad

40 Oost aangetroffen. Het ligt tussen 11 en 15 m + NAP, dus gemiddeld 4 à 5 meter hoger dan het jonge rivierkleigebied. Het gebied heeft een vrij sterk verval van het zuidoosten naar het noordwesten. Langs de Oude IJssel, waar de grootste oppervlakte voorkomt, daalt het maaiveld tussen Azewijn en Laag-Keppel (12 km) van 14 à 15 m + NAP tot 10 à 11 m + NAP. Naar het westen daalt het sneller. Tussen Zevenaer en Dieren duikt de oude rivierklei weg onder de jonge rivierkleiafzettingen. Een kleine oppervlakte oude rivierklei treffen we voorts nog aan ten westen van Nijmegen, op een hoogte tussen 7,5 en 9 meter + NAP. Ook hier ziet men de oude rivierklei onregelmatig wegduiken onder jongere afzettingen.

De gebieden langs de Oude IJssel en in het Land van Maas en Waal worden hieronder afzonderlijk besproken.

5.6.1 Het gebied van de Oude IJssel

Dit is hoofdzakelijk een gevarieerd landbouwgebied. Doordat afwatering door middel van sloten, althans in de hogere gedeelten, ontbreekt, ziet men veel heggen als perceelsgrenzen. Het landschap heeft daardoor een besloten karakter (coulistenlandschap). De veelal grote boerderijen liggen verspreid op de hoge delen van het terrein. Onder Hummelo-Keppel vindt men vrij veel buitenplaatsen met bos.

Op korte afstand komen tussen de hoge, lichte zavelgronden (KRd1 en KRn1) en de lager gelegen zwaardere zavel- en kleigronden (KRn2 en KRn8) hoogteverschillen van 0,5 tot 1 meter voor. De hogere gronden worden hoofdzakelijk voor bouwland, de lagere voor grasland gebruikt. Tussen Doetinchem en Azewijn komt vaak oude rivierklei afwisselend met jonge rivierklei voor. De jonge rivierklei heeft de brede geulen en laagten van het oude rivierkleisysteem opgevuld (Rn47C, Rn44C en Rn67C). Ook in het dal van de tegenwoordige Oude IJssel vindt men een strook jonge zavel- en kleigronden (Rd10C, Rn15C en Rn95C). Ze vormen een ondiepe, maar brede insnijding in de oude rivierkleigronden. Het verschil in niveau van de jonge en de oude rivierklei is hier zichtbaar aan een terrasrandje.

Op veel plaatsen, met name tussen Doetinchem en Azewijn, steken smalle, langgerekte zandruggen boven het oppervlak van de oude rivierklei uit. Dit zijn verspreide, geïsoleerd liggende rivierduinen (Zb23 of Zb30). In het zuidelijke, oude rivierkleigebied is hierop het dorp Azewijn ontstaan.

Tussen Angerlo en Laag-Keppel vormt de oude rivierklei, hier bestaande uit bruine, lichte zavelgronden (KRd1, Gt VII), een brede hogere rug in het terrein, de zg. rug van Eldrik.

Karakteristiek zijn de talrijke verlaten beddingen. Deze variëren van nauwelijks waarneembare laagten tot brede, soms diep ingesneden geulen. De diepste zijn meestal met veen opgevuld. Een fraai voorbeeld hiervan ligt tussen Hummelo en de Kruisberg, waar een 100 meter brede laagte in het terrein geheel is opgevuld met houtrijk broekveen (pVc). Tussen Azewijn en Doetinchem zijn de geulen 100 à 200 meter breed en liggen 1 à 2 meter beneden het niveau van de oude rivierklei.

5.6.2 Het gebied van Maas en Waal

De oude rivierkleigronden liggen hier tussen het hoge, fluvioglaciale zandgebied ten westen van Nijmegen en de noordelijke rand van de stuifzandgordel van Woezik tot Wychen. Het reliëf is hier minder duidelijk, en het geulensysteem minder diep, uitgezonderd de brede met veen opgevulde geul langs het Fluvioglaciaal. Het hoogteverschil tussen de

hoge, lichte gronden (KRd1) en de lage, zwaardere gronden (KRn2 en KRn8) bedraagt gewoonlijk niet meer dan 50 à 75 cm. In het oosten van het gebied komen enkele koppen voor met grindrijk, grof zand (*kZn30*). De oude rivierkleigronden in het oosten van het gebied zijn met vrij veel grind vermengd (toevoeging *g... of ...g*), afkomstig van het nabijgelegen Fluvioglaciaal.

5.7 De jonge rivierklei (zie afbeelding 17)

De jonge rivierklei beslaat verreweg het grootste deel van het gebied van deze kaartbladen. Het betreft de stroomgebieden van de Rijn, de Waal, de IJssel en de Oude IJssel en bestaat uit een bedijkt en een onbedijkt deel.

Het *bedijkte deel* wordt gekenmerkt door een afwisseling van boomgaarden, bouw- en graslanden met hier en daar groenteteelt. Het reliëf is vrij gering. Slechts enkele pleistocene opduikingen en oude bewoningsplaatsen komen duidelijk boven het vlakke landschap uit. De overige, geringe hoogteverschillen hangen samen met het verval van oost (9 à 10 m + NAP) naar west (7 à 8 m + NAP). Daarnaast zijn er hoogteverschillen van 0,5 à 1 m tussen de kommen en de oeverwallen.

Bij een nadere beschouwing valt het bedijkte gebied uiteen in drie delen:

- a de stroomruggen, de oever- en overslaggronden en de bedijkte uiterwaarden (5.7.1)
- b de kommen (5.7.2)
- c de gebroken gronden (5.7.3).

Het *onbedijkte deel* bestaat geheel uit uiterwaarden (5.7.4).

5.7.1 De stroomruggen, de oever- en overslaggronden en de bedijkte uiterwaarden

Deze gronden nemen verreweg de grootste oppervlakte van het jonge rivierkleigebied in. Ze bestaan overwegend uit lichte klei- of zavelgronden met een relatief hoge ligging en een goede ontwatering. Ze hebben mede daardoor goede eigenschappen voor land- en tuinbouw. Men treft er boomgaarden, bouwland, grasland en tuingrond op aan. Sloten ontbreken, heggen en draadafzettingen vormen meestal de perceelscheidingen.

De *stroomruggen* komen het meest voor; men vindt er de dorpen, oude wegen en boerderijen op. Deze gronden zijn van verschillende ouderdom. De oudste zijn diep ontkalkte (matig grofzandige) zavel- en kleigronden (Rn95C en Rd90C). Zij vormen zeer flauwe verhogingen binnen het gebied van de stroomruggronden. Men vindt ze in de Betuwe o.a. bij Elst, Slijk-Ewijk en Bemmelen, in het land van Maas en Waal bij Beuningen en Weurt en in de Ooijpolder. De oude stroomruggronden vertonen nogal eens verdrogingsverschijnselen.

De jonge stroomruggen (Rn95A, Rd90A) in het centrum van de Betuwe zijn meestal tot enige diepte ontkalkt. Ze lopen in verschillende richtingen, bijv. zuid-noord (stroomrug Elst-Driel) of oost-west zoals de stroomrug van Elst naar Herveld. In het centrum van de ruggen kan men vaak de dichtgeslibde oude bedding als een doorlopende, slingerende, lage strook herkennen. Meestal liggen de oude wegen in of vlak langs de oude beddingen.

De jongste stroomruggen zijn de oeverwallen van de huidige rivieren. Zij vormen brede vlakken zonder oude beddingen en gaan geleidelijk over in komgronden. Deze gronden zijn veelal vanaf het maaiveld kalkrijk.



Foto Stiboka R34-187

Afb. 25 Een buitengedijkt wiel in de uiterwaarden bij Oosterhout.

De jonge stroomruggronden zijn de beste gronden van het rivierkleigebied. Men vindt er relatief veel bouwland en boomgaarden. In sommige stroomruggen is zand en grind gewonnen, o.a. bij Elst en Milingen.

De *overgangen naar de kommen* worden meestal gevormd door zg. stroom- op komgronden en door stroom- op kom- op stroomgronden. Hier ligt in veel gevallen lichte klei of zavel op zware klei, met in de ondergrond weer lichter materiaal (Rn67C, Rn94C, Rn66A en Rn46A). Deze overgangen variëren in breedte van enkele honderden meters tot verscheidene kilometers. Door de meestal strookvormige verkaveling met sloten als afscheiding en het ontbreken van bewoning, begint het landschap al te lijken op de komgebieden.

De stroom- op komgronden hebben landbouwkundig meer mogelijkheden dan de komgronden; men vindt er naast grasland ook fruitteelt en soms wat akkerbouw. Sommige behoren door hun ligging in feite tot het komgrondengebied. Dit betreft de grotere, laag gelegen vlakten die meestal geheel overdekt zijn met een dunne laag kalkrijke klei of zavel. Voorbeelden hiervan zijn de kommen bij Valburg, het gebied tussen Elst en Bemmelen en Het Broek ten noorden van Haalderen.

De *oever- en overslaggronden* zijn de jongste rivierafzettingen. De oevergronden zijn als brede stroken zeer zandige sedimenten afgezet aan de rivierzijde van reeds bestaande oeverwallen. Deze afzettingen zijn ontstaan in de negende en tiende eeuw toen de rivieren meer water gingen afvoeren (Pons, 1957). Ook werden op veel plaatsen reeds bestaande stroomruggen en oeverwallen doorbroken, waarbij licht materiaal, vaak ook zand, op reeds aanwezige, zwaardere sedimenten werd gededponeerd. Grote delen van de eenheden Rn15A, Rn15C en Rd10A bestaan uit dit oever- en 'natuurlijk' overslagmateriaal.

De andere overslaggronden zijn het gevolg van dijkdoorbraken. Ze zijn meestal wat grofzandiger, soms zelfs grindhoudend en vaak met wat kleilig materiaal gemengd (Pons, 1953a). Het maaiveld van deze overslaggronden heeft vaak een ongelijke ligging.

Bodemkundig en landschappelijk is het verschil tussen de oevergronden en de overslaggronden van dijkdoorbraken niet erg scherp. De oever-



Foto Stiboka R35-132

Afb. 26 Het bedijkte Oude-Rijngebied (voormalige uiterwaard) van de Grootte Geldersche Waard bij Oud-Zevenaar. Rechts de oude rivierdijk die de Lijmers voor overstromingen behoedde.

gronden liggen in een zeer brede strook langs de rivieren; de overslaggronden komen voor in een min of meer waaivormig patroon rondom de plaats van de dijkdoorbraak met een oppervlakte van enkele tot tientallen hectaren. In het veld zijn ze te kennen aan een bocht in de dijk en aan de metersdiepe, min of meer ronde wielen of kolken (afb. 25). Deze liggen zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de dijk, die ter plaatse vaak een scherpe bocht maakt. Veel overslaggronden en sommige oevergronden hebben bij hoge rivierstanden last van kwel (Van Schaik, 1948). Om de kwel tegen te gaan heeft men soms om de kolk een kwelkade aangelegd, o.a. bij Elden.

Op de oevergronden en ook wel op de overslaggronden komt tuinbouw voor. In de omgeving van Huissen, Groessen, Bommel en Zevenaar ziet men groente- en bloementeel, zowel in de volle grond als in kassen.

Bedijkte uiterwaarden komen voor tussen Pannerden en Lobith (afb. 26). Dit zg. Oude Rijngebied heeft veel verlaten beddingen en geulen en vertoont daardoor nog de kenmerken van een uiterwaard (zie 5.7.4). Het werd eerst in 1968 definitief van het buitenwater afgesloten. Voordien werd dit gebied bij hoge standen van de Rijn geheel overstroomd (afb. 27). Het bodemgebruik is hoofdzakelijk grasland, maar dit verandert snel. Er komt al vrij veel bouwland voor in de reeds eerder bedijkte of bekaide uiterwaardgedeelten, zoals in De Ossenwaard tussen Herwen en Lobith. In de naaste toekomst zijn hier ook mogelijkheden voor de vestiging van fruit- en groenteteelt.

Langs de Oude IJssel komt een smalle strook *jonge zavel- en kleiafzettingen* (Rn15C, Rd10C en Rn95C) voor. Deze gronden hebben een hoog ijzergehalte. Ze zijn veelal donkerbruin tot roodbruin van kleur. Het voorkomen van veel ijzer is aangegeven met de toevoeging *f* . . . Op veel plaatsen komt dit ijzer in dunne vaste lagen (oer) in de grond voor. Vroeger werden deze lagen wel als ijzererts verwerkt in kleine ijzer-smelterijen. Hiervan resten nu nog enkele ijzergieterijen, o.a. bij Doetinchem, Laag-Keppel en Gaanderen. Het ijzererts wordt echter niet meer gewonnen.



Foto Stiboka 4816

Afb. 27 Het voormalige uiterwaardengebied van de Oude Rijn liep voor 1968 bij hoge standen van de Rijn geheel onder water. De foto is genomen bij hoog water in het voorjaar van 1952.

Landschappelijk vertoont deze strook verwantschap met het nabijgelegen oude rivierkleigebied (zie 5.6.1), o.a. door zijn afwisselend bodemgebruik (bouwland en grasland) en door zijn enigszins versnipperd en onregelmatig verkavelingspatroon, als gevolg van de vele verlaten beddingen (de belangrijkste zijn met een onderbroken lijn op de kaart aangegeven).

5.7.2 De kommen

Het uitgestrekte, kale, onbewoonde graslandgebied van de komgronden vormt een opvallende tegenstelling met het bewoonde en begroeide gebied van de stroomruggen. De komgronden zijn laag gelegen, zware kleigronden (Rn44C en Rn47C), omringd door hoger gelegen stroomruggen. Ze hebben dientengevolge meestal een centrale ligging in de rivierklei.

Edelman schreef er nog in 1950 over: 'De bedijking heeft aan de moerasige ligging van de kommen weinig veranderd. Zij bleven de verzamelplaatsen van het overvloedige water van de hogere gronden en liepen eerst laat in het voorjaar droog. Ze zijn ook van oudsher als hooiland in gebruik. Mede in verband met de afgelegen ligging zijn zij nooit bemest. De vruchtbaarheidscijfers van deze kleigronden zijn dan ook bijzonder laag'.

De komgebieden zijn vermoedelijk eerst na 1400 verkaveld en hebben een strokenverkaveling. De smalle kavels zijn gescheiden door sloten waarin de waterstand meestal hoog is. Door het ontbreken van wegen zijn sommige komgebieden nog steeds moeilijk toegankelijk. Door het uitvoeren van ruilverkavelingen (Over-Betuwe, Maas en Waal, het Duivensche Broek) is hier reeds veel verbeterd.

De lage komgronden (Rn44C) zijn, vooral in de Betuwe, omgeven door een strook wat hoger gelegen kom- op stroomgronden (Rn47C). Deze komen ook wel in de eigenlijke komgebieden als smalle of brede ruggen voor. Ze zijn beter ontwaterd en hebben in sommige gevallen een bruine bovengrond (bRn46C). Men ziet er wat meer begroeiing, in de vorm van meidoornhagen.

De vlakke komgronden worden op enkele plaatsen onderbroken door opduikingen van jong-pleistocene of oud-holocene rivierduinen. Een

zeer duidelijke reeks van deze rivierduinen treft men aan in de Over-Betuwe bij Rijkerswoerd, ten zuiden van Elden. De hoogste opduikingen steken ongeveer 1,5 meter boven het komkleigebied uit en bestaan geheel uit scherp, matig fijn zand. De lagere delen zijn overslibd met een dun zavel- of kleidek dat intensief vermengd is met zand. Deze gronden hebben een gebroken karakter (Rn62C).

Bij Azewijn en Doetinchem is het komkleigebied minder vlak. De gronden rusten hier op oude rivierklei, waarvan het reliëf in het maaiveld zichtbaar is (Rn67C, Rn47C). De laagste gedeelten liggen in smalle, soms tot enkele honderden meters brede geulen, met in de ondergrond veen (Rn44C_v) of met een moerige tussenlaag (Rn44C_w). Door het voorkomen van heggen zijn deze gebieden ten zuiden van Azewijn minder kaal dan de meer westelijk gelegen kommen.

5.7.3 De gebroken gronden

Deze gronden vormen een brede overgangsstrook tussen de oude en de jonge rivierklei enerzijds en het dekzand anderzijds. Men vindt ze in de Lijmers ten noorden van Didam en Wehl, ten oosten van het Montferland tussen 's-Heerenberg en Kilder en voorts in een strook ten noorden van Drempt en Hummelo. Deze gebroken gronden vormen in hoofdzaak een laag gelegen graslandgebied met plaatselijk wat bouwland. Het heeft voornamelijk een strokenverkaveling met percelen die door sloten van elkaar gescheiden zijn. Langs de sloten staan veel populieren, wilgen en elzen.

De bodem bestaat voornamelijk uit een 40 à 60 cm dikke laag roodbruin gekleurde, sterk roestige zavel tot lichte klei op zand (Rn62C). De zavel of klei heeft een zg. 'gebroken karakter', d.w.z. bestaat uit een typisch mengsel van lutum en zand, dat na opdrogen zeer hard wordt. Het oppervlak van deze gronden is zwak golvend. Hier en daar komen opvallende laagten en flauwe opduikingen voor. Ten noorden van Hummelo worden duidelijke erosiegeulen aangetroffen. Ze zijn op de bodemkaart aangegeven met een onderbroken blauwe lijn.

Van oudsher hebben deze gebieden veel wateroverlast gekend; de vele broeknamen o.a. Velswijkerbroek, Greffelkampsche Broek en Meerenbroek, herinneren hier aan. Nog altijd moeten ze overtollig water opvangen van de hoger gelegen klei- en zandgebieden. Door de verbreding en het rechte trekken van beken en weteringen, zoals de Wehlsche Beek, de Hummelosche Beek en de Angerlosche Wetering, behoort de wateroverlast nu goeddeels tot het verleden.

5.7.4 De uiterwaarden (zie afbeelding 17)

De uiterwaarden bevinden zich aan weerszijden van de rivier, tussen de winterdijken (bandijken) en zijn, met inbegrip van de rivier, 1 tot 2 km breed. Ze liggen gemiddeld enkele meters boven het zomerpeil van de rivier. Alleen bij zeer hoge rivierstanden, voornamelijk in de winter, worden ze overstroomd. Dan staat het water van dijk tot dijk. Sommige uiterwaarden worden beschermd door kaden. Deze bieden alleen bescherming tegen wat hogere waterstanden in de zomermaanden en worden daarom zomerkaden genoemd.

De gronden van de uiterwaarden bestaan hoofdzakelijk uit kalkrijke zavel en klei (Rd90A). Omdat ze periodiek worden overstroomd, zijn ze niet in gebruik als bouwland, hoewel zij daarvoor zeer geschikt zijn. Alleen op enkele zeer hoog gelegen uiterwaarden, o.a. langs de IJssel, vindt men enige akkerbouw.

Het oppervlak van de uiterwaarden is van nature niet vlak. De rivier

heeft zich vaak een weg gebaad dwars door de uiterwaarden en heeft daarbij zg. strangen of geulen gevormd (op de bodemkaart aangegeven met een onderbroken blauwe lijn). Langs de strangen zijn smalle, hoger gelegen oeverwallen van lichte zavel of zand opgebouwd en in de laag gelegen bedding is zware klei gesedimenteerd. Strangenstelsels zijn het duidelijkst aanwezig op plaatsen waar de rivier sterk heeft gemeanderd (kronkelwaarden). Voorbeelden hiervan vinden we langs de IJssel en in het gebied van de Boven-Rijn en het Bijlandsch Kanaal, tussen Lobith en Pannerden. De grote meanders werden soms afgesneden. Op veel plaatsen is in de uiterwaarden klei gedolven ten behoeve van de steenfabrieken. O.a. langs de Waal, is dit op grote schaal zo diep gebeurd dat er plassen of moerassen zijn ontstaan (zie 5.1.3).

De rivier, het dominerende element in de uiterwaarden, blijft in de zomer door kaden of kribben gebonden aan haar eigen bedding. De kribben hebben een dubbele functie. Ze versmallen de eigenlijke rivierbedding, waardoor de stroomsnelheid van het water wordt vergroot en het dichtslibben of verzanden van de rivier wordt tegengegaan. Bovendien beschermen ze de oevers, vooral in de buitenbochten, tegen erosie.

6 *Veengronden en moerige gronden*

De *veengronden* bestaan binnen 80 cm diepte voor meer dan de helft uit moerig materiaal (zie 2.2). In dit gebied zijn het gronden met een minder dan 40 cm dik klei-, zavel-, of zanddek, waarin al dan niet een eerdlaag aanwezig is. Het moerige materiaal bestaat uit zeggeveen of broekveen. De moerige gronden hebben een minder dan 40 cm dikke, moerige bovengrond, of een 15 à 40 cm dikke moerige tussenlaag. Ze liggen in dit gebied steeds in depressies te midden van andere gronden. In de zandondergrond is al dan niet een humuspodzol ontwikkeld.

6.1 De kaartenheden van de veengronden

WEIDEVEENGRONDEN

Weideveengronden zijn veengronden met een zavel- of kleidek dat binnen 40 cm overgaat in moerig materiaal. Het zavel- of kleidek is tot dieper dan 15 cm donker gekleurd en humusrijk (minerale eerdlaag). De verbreiding ervan is in dit gebied zeer gering.

pVc *Weideveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen; Gt II*
Deze gronden liggen tussen Hummelo en Doetinchem en ten westen van Nijmegen in laag gelegen, voormalige rivierbeddingen. Ze hebben een 20 à 30 cm dikke bovengrond die meestal bestaat uit zeer donkergrijze, humeuze tot humusrijke, lichte klei. Zeer plaatselijk komt venige klei of kleilig veen voor. Door bezanding of door bemesting met potstalmest is de bovengrond op veel plaatsen verschaald en bestaat dan uit humeuze zavel met veel, vrij grof zand. Onder de bovengrond ligt houtrijk broekveen, dat bovenin zwart en geoxydeerd is; vanaf ca. 70 cm diepte is het bruin en niet-geoxydeerd.

Het zijn gronden die door hun lage ligging veel wateroverlast hebben; in de winter staat het water soms op het land.

Het bodemgebruik is dan ook uitsluitend grasland.

Een profiel ten oosten van Hummelo ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 1)

A11	0— 12 cm	zwarte (10YR2/1), zeer humeuze zavel met veel grove zandkorrels; roestig; snelle overgang naar
A12g	12— 28 cm	zeer donker grijze (10YR3/1), humusrijke zavel met veel grove zandkorrels; sterk roestig; vrij snelle overgang naar
C	28— 65 cm	zwart (10YR2/1), geoxydeerd, kleilig broekveen
G	65—120 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/2), niet-geoxydeerd, kleihoudend broekveen met resten van elzewortels en berketakken.

WAARDVEENGRONDEN

Ook dit zijn veengronden met een zavel- of kleidek dat binnen 40 cm overgaat in moerig materiaal. In dit zavel- of kleidek is echter – in tegen-

stelling tot dat van de weideveengronden – geen minerale eerdlaag ontwikkeld. De matig humeuze tot humusrijke bovengrond is steeds dunner dan 15 cm.

kVc *Waardveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen*¹

Deze veengronden liggen tussen De Steeg en Dieren aan de voet van de stuwwal in een brede, verlande rivierbedding.

De bovenste 10 cm van het 20 à 40 cm dikke kleidek bestaat uit matig tot sterk humeuze, kalkloze, lichte klei, daaronder uit donkergrijze, sterk roestige, compacte, kalkloze, zware klei. Deze zware klei ligt op de meeste plaatsen scherp op veen, dat aan de voet van de stuwwallen overwegend uit zeggeveen, meer oostelijk overwegend uit broekveen bestaat. Het veen is tot ca. 70 cm zwart en geoxydeerd, daaronder bruin en niet-geoxydeerd. In de ondergrond komt, plaatselijk zelfs binnen 120 cm, oude rivierklei (rivierleem) voor. Door de slechte doorlatendheid van het zware kleidek hebben deze gronden spoedig wateroverlast. Bovendien is de grondwaterstand ten gevolge van drangwater uit de stuwwal voortdurend hoog. Omdat het gebied bij hoog water van de IJssel wordt overstroomd, is geen grondwatertrap aangegeven.

De gronden zijn uitsluitend in gebruik als grasland; ze hebben in natte perioden een geringe draagkracht en zijn daardoor zeer gevoelig voor vertrappen.

MEERVEENGRONDEN

Meerveengronden zijn veengronden met een zanddek dat dunner is dan 40 cm. In dit gebied hebben ze een zandondergrond die ondieper dan 120 cm begint en waarin geen humuspodzol-B is ontwikkeld.

zVz *Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm; Gt II*

Deze gronden liggen slechts in één vlak ten oosten van Doetinchem. Het betreft een relatief laag gebied, dat te midden van iets hoger gelegen beekkeerdgronden (pZg21) ligt. Oorspronkelijk lagen hier veengronden met een weinig veraarde bovengrond. Door bezanding is er echter een 5 à 15 cm dik, matig humeus zanddek op ontstaan. Het veen daaronder is veelal samengesteld uit kleiarm zeggeveen of broekveen; de zandondergrond, die op 60 à 100 cm diepte begint, bestaat uit grijs, niet-geaëreerd, lemig fijn zand. Plaatselijk worden humeuze leemlagen tussen het veen en de zandondergrond aangetroffen.

De gronden worden uitsluitend als grasland gebruikt.

6.2 De kaarteenheden van de moerige gronden

De moerige gronden met een duidelijke humuspodzol-B in de zandondergrond heten moerige podzolgronden; de overige worden moerige eerdgronden genoemd.

zWp *Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag; Gt III*

Van deze eenheid komt slechts een kleine oppervlakte voor ten zuiden van Zeddam. Het is een laag gebied, dat omgeven wordt door hoger gelegen enkeerdgronden.

De gronden hebben een 20 à 30 cm dikke bovengrond van donker gekleurd, roestig, zeer humeus, leemarm, matig fijn zand. Daaronder ligt

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

20 à 30 cm zwart, geoxydeerd veen. In de leemarme en matig fijne zand-ondergrond is een diep doorgaande, lichtbruine tot grijsbruine, duidelijke humuspodzol-B ontwikkeld.

Deze voor vertrapping gevoelige gronden zijn in gebruik als grasland.

vWz *Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand; Gt II*

Deze gronden komen voor in enkele smalle, ondiepe laagten – voor-malige erosie- of afwateringsgeulen – in het rivierkleigebied ten noord-oosten van Hummelo.

De bodemgesteldheid in deze gebieden wisselt sterk. In het algemeen hebben de gronden een 15 à 20 cm dikke bovenlaag van venige klei of kleilig veen met daaronder een 10 à 30 cm dikke, humeuze kleilaag. De ondergrond bestaat uit matig fijn tot matig grof rivierzand. Tussen de klei en het rivierzand ligt op veel plaatsen een 10 à 20 cm dik veenlaagje. De dikte van de verschillende lagen kan plaatselijk sterk afwijken.

Het grondwater staat gemiddeld hoog (Gt II) en in natte perioden kan wateroverlast optreden. Door de hoge waterstanden en het hoge humusgehalte in de bovengrond, zijn deze gronden, die uitsluitend in gras liggen, sterk gevoelig voor vertrappen.

7 Podzolgronden

7.1 Bodemvorming

In Nederland geeft men de naam podzol in het algemeen aan gronden waarin een inspoelingshorizont (B) voorkomt, mits deze is ontstaan door inspoeling van organische stof, al dan niet te zamen met sesquioxiden (ijzer en aluminium).

Wanneer de neerslag groter is dan de verdamping, vindt in een deel van het jaar een neerwaarts gerichte waterstroming in de grond plaats. Daardoor kunnen in water oplosbare bodembestanddelen naar beneden worden verplaatst en geheel of gedeeltelijk uitgespoeld. Dit is o.a. het geval met een deel van de organische stof, nadat die door microbiologische activiteit veranderingen heeft ondergaan.

Als gevolg van deze uitspoeling kan onder de A1 een horizont ontstaan, waaruit humus, ijzer en aluminium geheel of gedeeltelijk zijn verdwenen. Dit is de zgn. A2-horizont of loodzandlaag. Onder bepaalde omstandigheden kan een deel van de uitgespoelde stoffen, met name humus, aluminium en ijzer, onder de A2 weer worden afgezet in een inspoelings- of B-horizont. Men noemt dit *podzolering*. De podzolering is in het algemeen sterker, naarmate het moedermateriaal armer is aan gemakkelijk verweerbare mineralen, het materiaal grover is of minder leem bevat, en het grondwater hoger staat.

7.1.1 De duidelijke podzol-B

De podzolgronden worden in Nederland onderscheiden op grond van de ontwikkeling van de B-horizont. Dit gebeurt, omdat de A-horizonten door ontginning, herhaalde grondbewerking en soms ophoging, dikwijls hun typische podzolkarakter verloren hebben.

Een grond wordt eerst dan tot de podzolgronden gerekend, indien de B-horizont goed is ontwikkeld. De B2-horizont moet daartoe aan bepaalde kleureisen voldoen. Daarbij geldt als regel dat de dikte groter moet zijn naarmate het kleurverschil met de C-horizont geringer is. Hoe kleiner het kleurverschil is, des te lager is namelijk het gehalte aan ingespoelde organische stof (De Bakker en Schelling, 1966).

Gronden met een duidelijke podzol-B zijn echter niet tot de podzolgronden gerekend, wanneer ze:

- overdekt zijn met meer dan 40 cm veen. Het zijn dan veengronden (hoofdstuk 6)
- een moerige bovengrond of een moerige tussenlaag hebben. Ze zijn dan bij de moerige gronden ondergebracht (hoofdstuk 6)
- een humushoudende bovengrond van meer dan 50 cm hebben. Ze worden dan dikke eerdgronden genoemd (hoofdstuk 8)

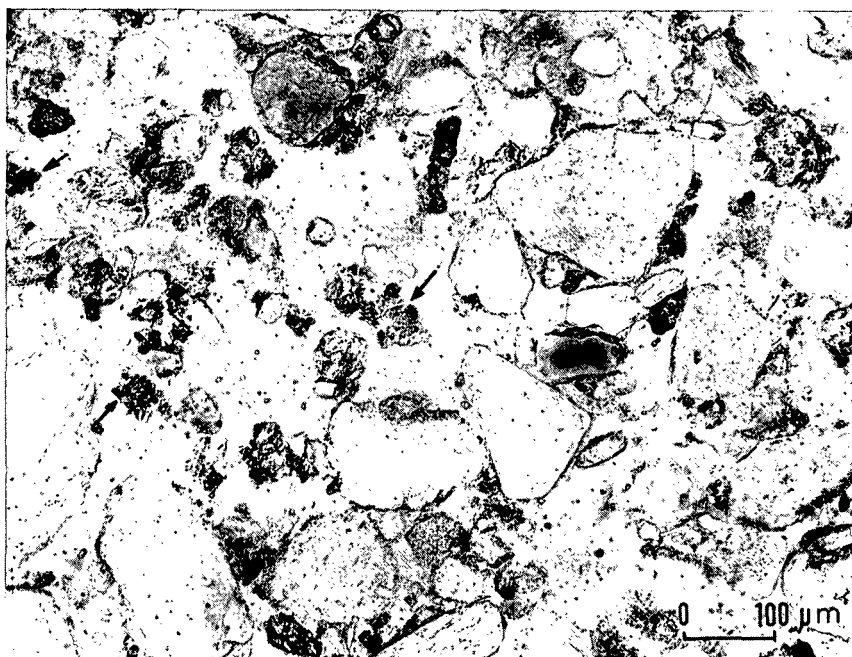


Foto Stiboka afd. Micropedologie

Afb. 28 Microfoto van moderhumus uit de B-horizont van een moderpodzolgrond. De donker gekleurde moder (→) is intensief gemengd met fijn mineraal stof, waarin de zandkorrels (op de foto hoofdzakelijk boekig van vorm) als het ware zijn ingebed.

- een bovenlaag van zand, zavel of klei van meer dan 40 cm dikte hebben. Ze zijn dan bij de kalkloze zandgronden (hoofdstuk 9) en bij de rivierkleigronden (hoofdstuk 11) ondergebracht.

7.1.2 De aard van de duidelijke podzol-B

Voor de verdere indeling van de podzolgronden is de vorm waarin de organische stof in de B-horizont verkeert, bepalend. In het algemeen kan men daarbij twee humusvormen onderscheiden, nl. moder en amorfe humus.

Moder bestaat uit min of meer ronde bolletjes of trosjes van organische stof, die tussen de minerale delen liggen en daarmee intensief zijn gemengd (afb. 28). Men neemt aan, dat deze humusvorm is ontstaan door de activiteit van kleine bodemdieren, vooral mijten. De moderbolletjes zijn uitwerpselen van deze dieren.

Podzolgronden zijn tot moderpodzolgronden gerekend, indien de organische stof in de duidelijke podzol-B overwegend de modervorm heeft. In de bovenste 5 à 10 cm kan echter amorfe humus voorkomen, maar een B2h-horizont is nooit aanwezig. Moderpodzolgronden liggen steeds hoog boven het grondwater.

Amorfe humus is in disperse vorm verplaatst. In de B-horizont ligt deze humus als huidjes rondom de zandkorrels en verbindt deze korrels onderling door brugges (afb. 29).

Podzolgronden behoren tot de humuspodzolgronden, indien de organische stof in de duidelijke podzol-B over ten minste de bovenste 10 cm overwegend amorf is.

7.1.3 Hydromorfe kenmerken

De humuspodzolgronden zijn nader onderverdeeld naar profielkenmerken, die wijzen op de aan- of afwezigheid van grondwaterinvloed

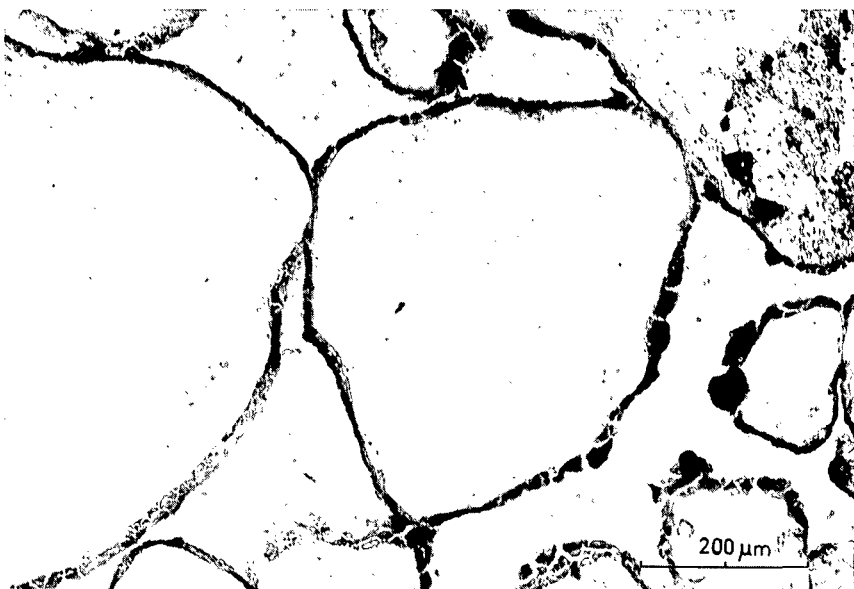


Foto Stiboka afd. Micropedologie

Afb. 29 Microfoto van amorphe humus uit de B-horizont van een humuspodzolgrond. De amorphe humus ligt als zwarte huidjes rondom de zandkorrels. Door krimp als gevolg van het uildrogen zijn de huidjes op vele plaatsen gebarsten.

tijdens de bodemvorming. Bij de gronden die hoog boven het grondwater lagen, komen nu direct onder de B2-horizont ijzerhuidjes voor rondom de zandkorrels, wat een geelbruine kleur van het zand veroorzaakt.

Naarmate het grondwater tijdens de vorming van de podzol hoger stond, is de B-horizont vaak dikker. Er komen dan onder de B2-horizont geen ijzerhuidjes meer voor. De zandkorrels zijn dan veelal vaalbleek van kleur.

Moderpodzolgronden zijn hoog boven het grondwater gevormd en hebben daardoor steeds ijzerhuidjes rondom de zandkorrels onder de B-horizont. Humuspodzolen kunnen zowel 'droog' als 'nat' zijn ontwikkeld. Ze komen daarom met en zonder ijzerhuidjes voor.

7.2 Enige chemische gegevens

In goed ontwikkelde podzolgronden loopt *het organische-stofgehalte* van de A1-horizonten zeer uiteen; vooral in de niet-ontgonnen, zeer droge en zeer natte podzolgronden kan het humusgehalte hoog zijn. De humuspodzolgronden hebben gemiddeld een hoger humusgehalte dan de moderpodzolgronden. Na de ontginning loopt het humusgehalte snel terug.

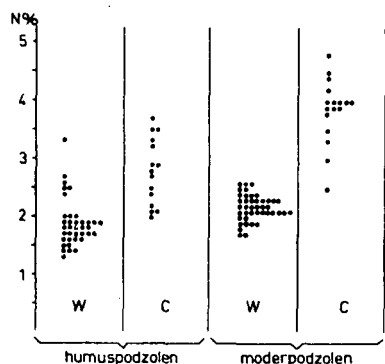
Het stikstofgehalte van de humus in moderpodzolgronden is gewoonlijk iets hoger dan in humuspodzolgronden. In de ontgonnen podzolgronden is het N-gehalte hoger dan in de niet-ontgonnen podzolgronden. Het verschil in N-gehalte tussen moderpodzolgronden en humuspodzolgronden blijft ook na de ontginning bestaan (afb. 30).

Het *ijzer* komt in de humuspodzolgronden op karakteristieke wijze verdeeld over de verschillende bodemhorizonten voor (afb. 36 en 38).

In de A1-horizont is het gehalte hoger dan in de A2-horizont. De hoogste gehalten komen voor in de B2ir-horizont, of als deze ontbreekt, in de bruine B2-horizont. Naar beneden neemt het ijzergehalte af. In de moderpodzolgronden verloopt het ijzergehalte weinig karakteri-

stiek. Het neemt meestal van boven naar beneden iets af (afb. 31 en 34). In de A1-horizont van moderpodzolgronden is het ijzergehalte meestal hoger dan in de A1-horizont van humuspodzolgronden.

Het *aluminiumgehalte* in de humuspodzolgronden loopt ongeveer parallel



Afb. 30 Het stikstofgehalte van de humus in een aantal humus- en moderpodzolgronden. Elke stip is 1 monster. W = woest; C = in cultuur. (Pape, 1965)

aan het ijzergehalte, behalve in de B2h- en de B2ir-horizont (afbeeldingen 36 en 38). In de B2h-horizont is het aluminiumgehalte hoog; het ijzergehalte kan laag zijn (Van Schuylenborgh, 1962; Pape, 1965). In de B2ir-horizont is het ijzergehalte hoog vergeleken met het aluminiumgehalte. In verkitte, harde horizonten is het aluminiumgehalte steeds hoog. In de moderpodzolgronden bereikt het aluminiumgehalte in de B-horizont een maximum (afb. 31 en 34).

Het *P-totaalgehalte* in de podzolgronden is laag vergeleken met dat van de enkeerdgronden (zie afbeelding 39). In de moderpodzolgronden is het iets hoger dan in de humuspodzolgronden.

7.3 De kaarteenheden van de moderpodzolgronden

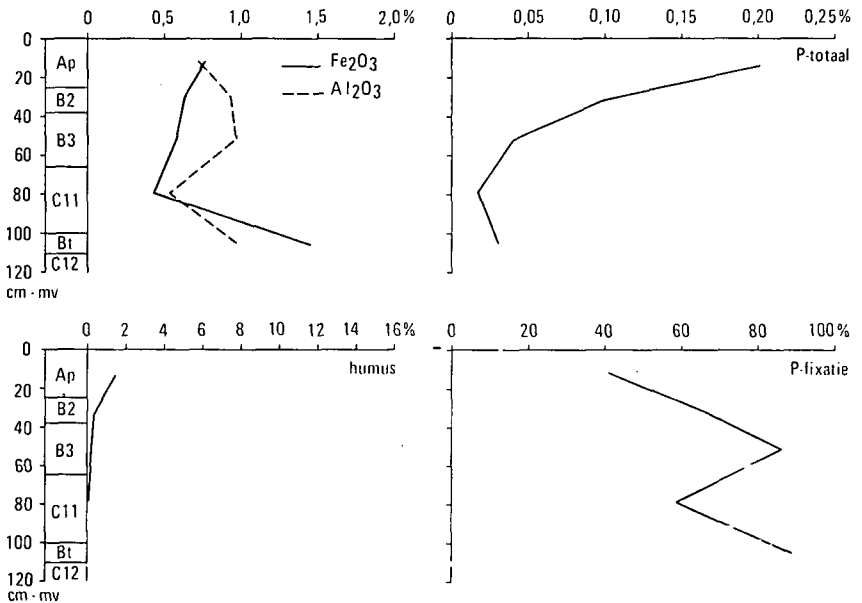
In dit gebied komen de moderpodzolgronden voor in zeer verschillend moedermateriaal. Dit varieert van de leemarme tot lemige, grove, grindrijke zanden van de stuwwallen en het fluvioglaciaal, tot het zeer sterk lemige, zeer fijne dekzand en het leemarme, matig fijne, verstoven rivierzand. Met deze verschillen in moedermateriaal en ontginningsgeschiedenis gaan tevens verschillen in de aard en de dikte van de bovengrond en de intensiteit van de B-horizont enz. samen.

Zo is de A1-horizont van een moderpodzolgrond onder natuurlijke omstandigheden dun (5 à 10 cm); bij jongere, respectievelijk oudere cultuurgronden varieert de dikte van de A1 echter van 15 tot 45 cm. Een duidelijke A2-horizont ontbreekt. Wel vindt men in sommige profielen een AB-horizont, met gebleekte zandkorrels, die op een zekere mate van uitloging wijzen (verborgen A2). In rijkere, lemige zanden ontbreekt deze laag.

De moderpodzol-B reikt meestal tot 60 à 70 cm diepte, is donkerbruin van kleur, heeft een poreuze structuur, een losse pakking van de zandkorrels, en gaat zeer geleidelijk over in bruingeel C-materiaal. Bij de moderpodzolgronden in mineralogisch iets minder rijke zanden is de B-horizont meestal ondieper (50 à 60 cm), heeft een felle kleur en bevat bovenin vaak een dunne (5 à 10 cm) inspoelingshorizont van zwarte, amorphe humus. Dergelijke profielen, die een overgang vormen tussen

humuspodzol- en moderpodzolgronden, treft men regelmatig aan in leemarme zanden.

Neemt het leemgehalte en de rijkdom van het moedermateriaal toe, zoals in de zeer sterk lemige, fijne dekzanden met lössbijmenging en de rijke



Afb. 31 Het verloop van het ijzer-, aluminium-, P-totaal- en humusgehalte en van het P-fixatiegetal in een zwak lemige, fijnzandige borstpodzolgrond.

Het Fe_2O_3 -gehalte neemt naar beneden geleidelijk af, maar is in de banden-B (Bt) hoog. Het Al_2O_3 -gehalte is het hoogst in de B3-horizont, wat bij moderpodzolgronden veel voorkomt. Het P-totaalcijfer is in de bovengrond zeer hoog (bemesting). Het humusgehalte is laag in de bovengrond en neemt naar beneden verder af. De P-fixatie is in de bovengrond laag, maar neemt in de B-horizont snel toe, vooral in de B3- en Bt-horizont.

rivierstruifzanden, dan is de B-horizont minder diep en minder felbruin. Deze zwakker ontwikkelde moderpodzolgronden gaan, wanneer het leemgehalte toeneemt, over in profielen met een zeer zwakke moderpodzol-B; ze behoren dan tot de vorstvaaggronden (onzuiverheid binnen de moderpodzolgronden). Anderzijds kan men constateren dat in bossen, waarin diep gespit is, de moderpodzol-B zijn bruine kleur ten gevolge van oxydatie van de organische stof verliest en nog slechts zwak aanwezig is.

In oudere publikaties van de Stichting voor Bodemkartering zijn veel moderpodzolgronden beschreven als (zure) bruine bosgronden (Schelling, 1953) of bosontginningsgronden en later als humusijzerpodzolen. Ook is de onvertaalde Amerikaanse term brown podzolic soils wel gebruikt. In Duitsland geeft men er de naam (podsolige) Braunerde aan. De moderpodzolgronden zijn onderverdeeld naar de dikte van het humushoudende dek, het leemgehalte en de grofheid van het zand.

HOLTPODZOLGRONDEN

Dit zijn moderpodzolgronden met een humushoudende bovengrond die dunner is dan 30 cm. Zij worden aangetroffen in het stuwwallengebied van de Veluwezoom, op het Montferland en bij Nijmegen. De gronden zijn bebost of met heide begroeid. Naar verschillen in leemgehalte en grofheid van het zand zijn drie kaartenheden onderscheiden.

Y21 *Holtpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VII*

Deze gronden komen voor nabij de Ginkel, ten noorden van Rheden, op de hellingen van het Montferland, in een zandkop in het lage gebied tussen Beek en Didam en ten oosten van Nijmegen.

De dunne bovengrond, die zeer donker grijs tot donker grijsbruin van kleur is, heeft meestal niet meer dan 2% humus. Op enkele oudere ontginningen kan het humusgehalte oplopen tot 3 à 3,5%. De B-horizont is donkerbruin van kleur, bevat 0,5% humus, reikt tot 50 à 60 cm diepte en is op en langs de stuwwal meestal beter ontwikkeld dan in de lager gelegen gebieden. De gronden bestaan geheel uit matig fijn zand dat niet meer dan 15% leem bevat.

Op het Montferland komt vanaf het maaiveld grind voor (toevoeging g . . .); het vlak ten zuiden van Didam heeft plaatselijk lössleem in de ondergrond. De beboste gebieden zijn grotendeels tot 60 à 70 cm diepte verwerkt (toevoeging →).

Als onzuiverheid wordt, beginnend tussen 80 en 120 cm, nabij Stokkum een banden-B in de ondergrond aangetroffen. Deze heeft, door zijn stagnerende werking, een gunstige invloed op de waterhuishouding van deze droge gronden.

Beschrijving van een profiel met grind in de bovengrond en een banden-B in de ondergrond – een horstpodzolgrond dus – uit de omgeving van Stokkum (aanhangel 2, analyse nr. 2 en afb. 31)

Ap	0— 25 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/2,5), matig humusarm, zwak lemig, grindrijk, matig fijn zand
B2	25— 38 cm	donkerbruin (7,5YR4/4), uiterst humusarm, zwak lemig, grindrijk, matig fijn zand
B3	38— 65 cm	geelbruin (10YR5/6), uiterst humusarm, zwak lemig, grindhoudend, matig fijn zand
C11	65—100 cm	licht grijsgeel (10YR7/3), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand
Bt	100—110 cm	bruin okerkleurig (7,5YR5/6), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand (banden-B)
C12	110—120 cm	licht grijsgeel (10YR7/4), leemarm, matig fijn zand.

Y23 *Holtpodzolgronden; lemig fijn zand; Gt VII*

Deze gronden liggen in de erosiedalen van de stuwwallen bij Arnhem (afb. 32), Rozendaal, Velp en Berg en Dal. Ze zijn ontwikkeld in dal-opvullingsmateriaal (vergleeden Ouder dekzand) dat hier bestaat uit sterk tot zeer sterk lemig, zeer fijn zand.

De gronden hebben een 15 à 30 cm dikke, donkergrijze tot grijsbruine bovengrond, die matig humeus tot matig humusarm is. Daaronder ligt de donkerbruine tot geelbruine moderpodzol-B, die doorgaans niet meer dan 2% humus bevat. Plaatselijk ontbreekt de moderpodzol-B. In de ondergrond wordt hier en daar een textuur-B-horizont aangetroffen. Soms komt binnen 120 cm diepte grindhoudend, grof zand voor. Veelal bevatten de gronden vanaf het maaiveld grind (toevoeging g . . .) en zijn ze tot ca. 60 cm diepte vergraven (toevoeging →).

Als onzuiverheid vindt men plaatselijk gronden met een bovengrond van zwak lemig, matig fijn zand.

De gronden zijn vrijwel geheel bebost.

Y30 *Holtpodzolgronden; grof zand; Gt VII*

Deze gronden liggen in het heuvelgebied rondom Arnhem en Nijmegen en op het Montferland. Samenhangend met verschillen in geologische formaties, worden vrij grote verschillen in textuur gevonden. De holt-podzolgronden in fluvioglaciaal materiaal bestaan geheel uit leemarm,



Foto Stiboka R34-174

Afb. 32 Breed, droog erosiedal in het gestuwde Preglaciaal ten noorden van Arnhem. Het dal is opgevuld met vergleden Ouder dekzand. Hierin zijn lemige holtpodzolgronden (Y23) ontwikkeld. Op de achtergrond het beboste, gestuwde Preglaciaal met grofzandige holtpodzolgronden (Y30).

matig grof zand; die in gestuwde, preglaciale afzettingen zijn overwegend grofzandig, maar hebben een sterk uiteenlopend leemgehalte. Op plaatsen waar door solifluctie (zie 4.4) het oorspronkelijk sterk verschillende materiaal van de dagzomende lagen is gemengd, wordt nu een 80 à 100 cm dik pakket lemig, matig grof zand aangetroffen, dat over het algemeen grindhoudend is. Waar dagzomende lagen aan of dicht aan het oppervlak liggen, varieert de textuur op korte afstand van grindrijk, leemarm, zeer grof zand tot plaatselijk sterk lemig, zeer fijn zand of zelfs leem (zie ook 4.3 en afbeelding 10). Delen van de stuwwal ten westen van Arnhem zijn bedekt met een dun laagje sterk lemig tot zeer sterk lemig, zeer fijn zand. Dit lössleemhoudende materiaal is op de meeste plaatsen door grondbewerking tot 40 à 70 cm diepte met het grove zand van de ondergrond gemengd. Afbeelding 33 geeft een indruk van de variatie in textuur in een dergelijk gebied.

Voor zover de gronden als bouwland in gebruik zijn, hebben ze een 20 à 30 cm dikke, donker grijsbruine tot zwarte, matig humusarme tot matig humeuze bouwvoor. De overige hebben een ca. 20 cm dikke, zwarte, matig humeuze bovengrond.

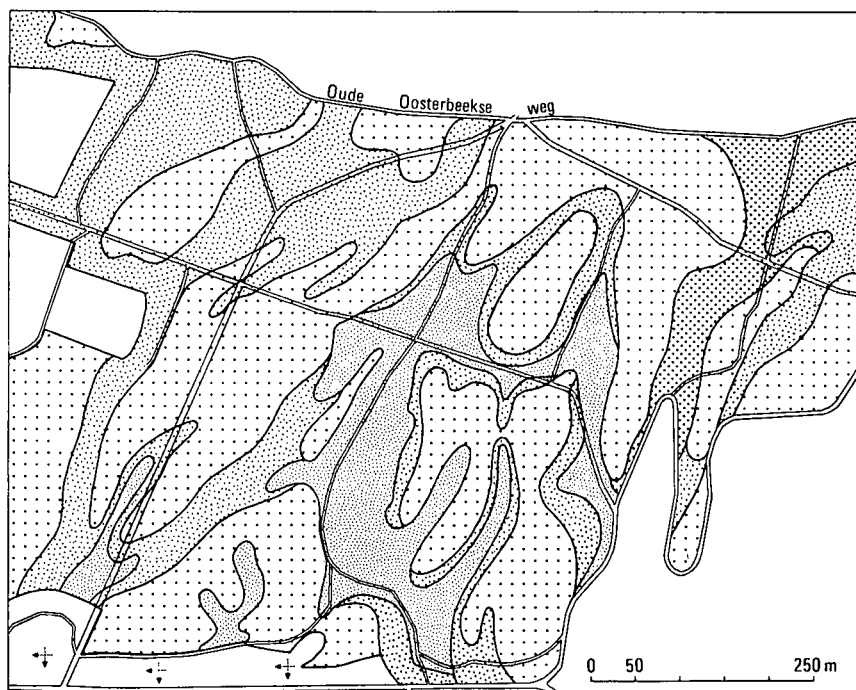
De 10 à 20 cm dikke, donkerbruine B2-horizont is matig tot zeer humusarm en gaat geleidelijk over in de uiterst tot zeer humusarme B3-horizont. Via een geleidelijke overgang begint op 55 à 65 cm diepte de uiterst humusarme C-ondergrond.

De grindhoudende gronden (toevoeging g . . .) zijn voor het grootste deel tot een diepte van ca. 60 cm vergraven (toevoeging →). Ten noorden van Rozendaal ligt op het grove zand een laagje stuifzand (toevoeging z . . .).

Een profiel in leemarm grofzandig fluvioglaciaal materiaal ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 3 en afb. 34)

Ap	0— 24 cm	zwart (10YR2/1), matig humeus, zwak lemig, grindhoudend, grof zand met vrij veel afgeloogde korrels; losse pakking; scherp overgaand in
----	----------	---

B2	24— 35 cm	donkerbruin (7,5YR3/2), zeer humusarm, leemarm, los, grindhoudend, grof zand; geleidelijk overgaand in
B3	35— 58 cm	bruin (7,5YR5/4), uiterst humusarm, leemarm, los, grindhoudend, grof zand; zeer geleidelijk overgaand in
C1	58—120 cm	idem, maar geel okerkleurig (10YR6/6).



	zwak lemig grof zand
	sterk en zeer sterk lemig grof zand
	zwak en sterk lemig zeer fijn en matig fijn zand
	sterk en zeer sterk lemig uiterst fijn en zeer fijn zand
	afgegraven en geëgaliseerd

Afb. 33 Detailkaart van een gebied in de boswachterij Doorwerth, waarop de verschillen in textuur binnen de eenheid Y30 goed tot uiting komen (naar gegevens van Schelling, 1953 en Vis, 1966).

Een profiel bij Arnhem ontstaan in gestuwd preglaciaal grof zand met bijmenging van sterk lemig, lösshoudend, fijn zand, ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 4; zie ook afb. 35)		
Ap	0— 25 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/2), matig humeus, sterk lemig, grindhoudend, grof zand; vrij los, iets heterogeen
B2	25— 40 cm	bruin okerkleurig (7,5YR5/6), zeer humusarm, zeer sterk lemig, grindhoudend, grof zand
B3	40— 58 cm	geel okerkleurig (10YR6/6), uiterst humusarm, sterk lemig, grindhoudend, matig fijn zand met veel grove korrels
C1	58—120 cm	licht grijsgeel (10YR7/4), uiterst humusarm, leemarm, grindrijk, matig fijn zand met 3 à 5 cm dikke, bruine banden (banden-B).

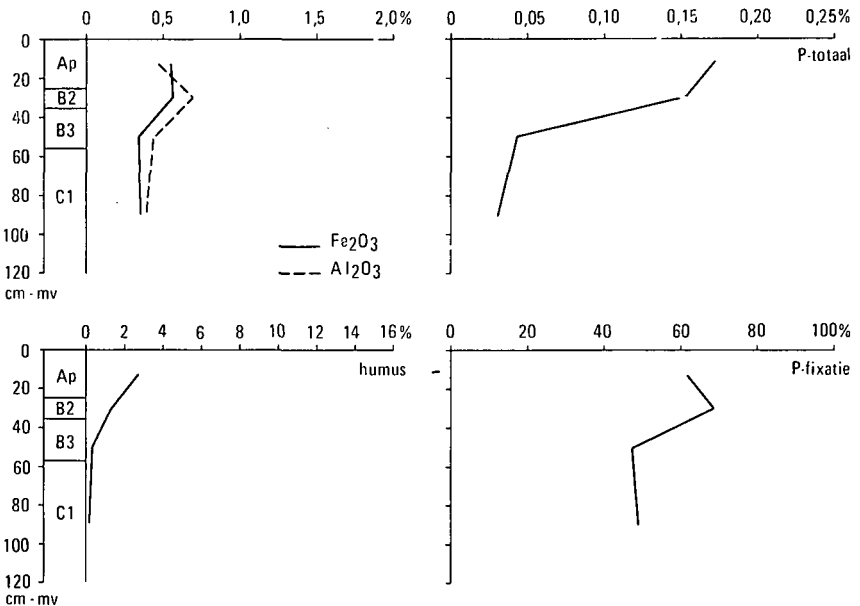
LOOPODZOLGRONDEN

Deze moderpodzolgronden hebben een zwarte tot donkergrijze, humushoudende bovengrond van 30 à 40 cm dik. Het zijn oudere ontginningsgronden, die in kleine oppervlakten voorkomen langs de Veluwezoom, het Montferland, bij Nijmegen en in de Lijmers. Ze zijn ontstaan uit holtpodzolgronden door ophoging met potstalmest. Er is een onderverdeling gemaakt naar het leemgehalte en de grofheid van het zand.

cY21 *Loopodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VII*

cY23 *Loopodzolgronden; lemig fijn zand; Gt VI, VII*

De gronden van eenheid cY21 komen beperkt voor op kopjes leemarm Jonger dekzand tussen Didam en Wehl. Eenheid cY23 wordt aangetrof-



Afb. 34 Het verloop van het ijzer-, aluminium- en humusgehalte en van het P-fixatiegetal in een zwak lemig, grofzandige holtpodzolgrond. Het Fe_2O_3 -gehalte neemt in de B2-horizont iets toe ten opzichte van de Ap-horizont, wat in overeenstemming is met de aard van de B2-horizont. Het Al_2O_3 -gehalte is daarin ook het hoogst. Het hoge P-totaalgehalte in de Ap is een gevolg van de bemesting. Het humusgehalte van de bovengrond is normaal voor deze gronden. Het neemt naar beneden snel af. De P-fixatie is niet hoog; het hoogst in de B2-horizont.

fen in vergleden Ouder dekzand in een erosiedal bij Rozendaal en als kleine ruggen ten zuidoosten van Didam en bij Loil.

Het leemgehalte van de A1-horizont bedraagt, afhankelijk van het moeder-materiaal, bij eenheid cY21 12 tot 17% en bij eenheid cY23 20 à 30%. De B2-horizont is meestal goed ontwikkeld en gaat geleidelijk over in leemarm zand.

De bovengrond is bij Rozendaal plaatselijk grindhoudend (toevoeging g . . .). In de omgeving van Didam komt löss in de ondergrond voor. Het bodemgebruik is vrijwel steeds bouwland.

Een profiel van eenheid cY21 met Gt VII ten oosten van Didam ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 5)

Aanp	0— 34 cm	zeer donker grijs (10YR3/1,5), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand; vrij scherp overgaand in
A+B	34— 46 cm	heterogeen, zeer donker grijs (10YR3,5/1,5), matig humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
B3	46— 74 cm	geelbruin (10YR5/4), zeer humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; geleidelijk overgaand in
BC	74—110 cm	geelbruin (10YR5/6), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; geleidelijk overgaand in
C1	110—130 cm	flatsgeel (2,5Y7/4), uiterst humusarm, zwak lemig, zeer fijn zand.

cY30 *Loopodzolgronden; grof zand; Gt VII*

Deze gronden treft men aan in de omgeving van Arnhem, in het oostelijk en zuidelijk deel van het Montferland en bij Nijmegen.

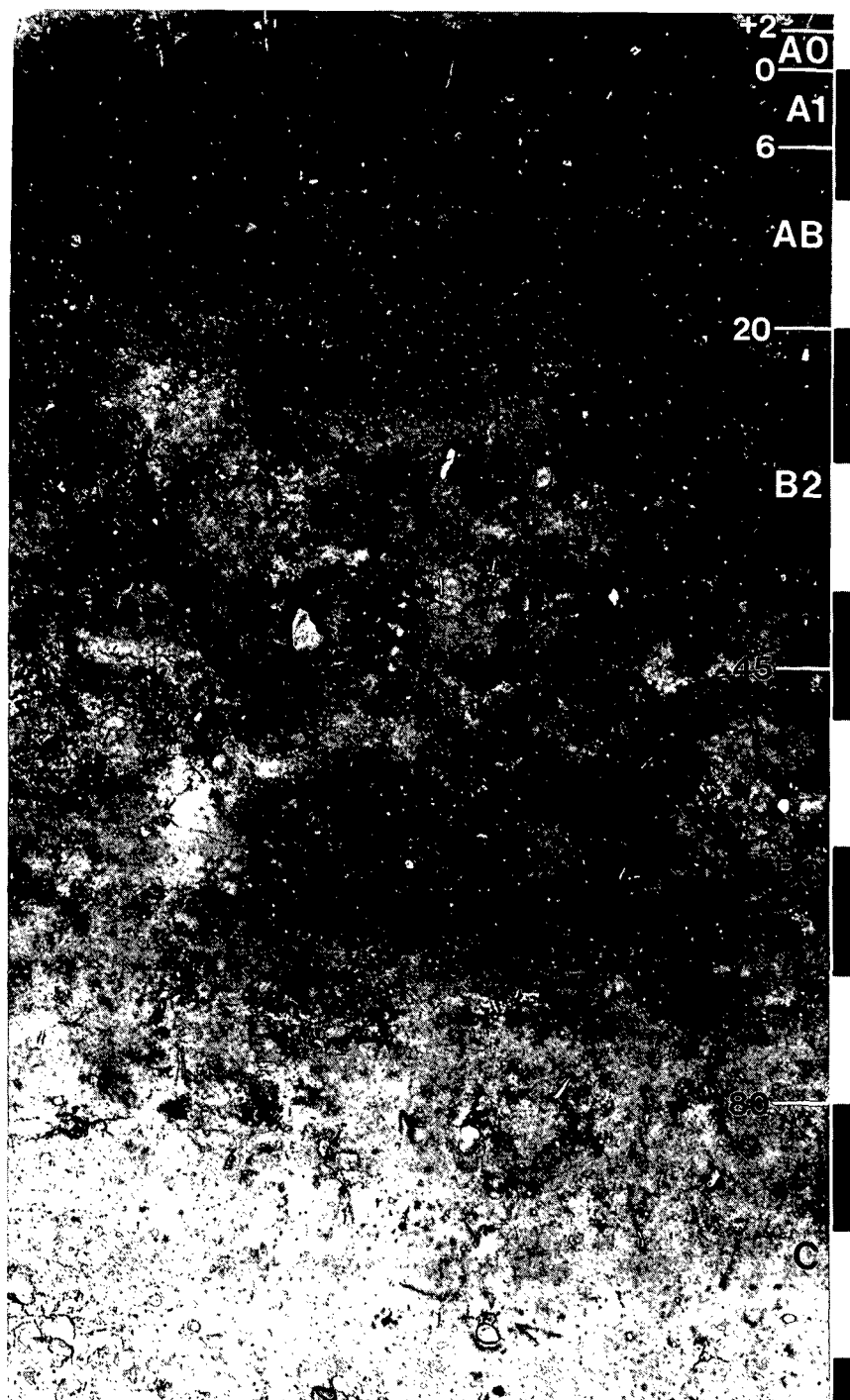


Foto Stiboka F9-6478

Afb. 35 Profiel van een holtpodzolgrond in gestuwd-preglaciaal, grof zand, Y30.

A0	+2— 0 cm	strooisellaag
A1	0— 6 cm	zeer donker grijs, humusrijk, sterk lemig, grof zand; veel grijze, afgeloogde korrels
AB	6—20 cm	overgangslaag; de hoeveelheid loodzandkorrels neemt naar beneden af; de kleur slaat om naar bruin
B2	20—45 cm	donkerbruin, matig humeus, sterk lemig, grof zand; zandkorrels omhuld met ijzerhuidjes; modertrosjes (zie afbeelding 28) vermengd met zeer fijne minerale delen tussen de zandkorrels
B3	45—80 cm	overgangslaag; lichter van kleur en humusarmer dan B2
C	> 80 cm	licht geelbruin, uiterst humusarm, zwak lemig, grof zand; ijzerhuidjes rondom de zandkorrels.

Bij de twee eerstgenoemde plaatsen liggen ze op de hellingen en in de erosiedalen van de stuwwallen. De erosiedalen bevatten vaak vrij fijn grindhoudend, zgn. dalopvullingsmateriaal. Hoofdzakelijk door bemesting is daar een ca. 40 cm dik, sterk lemig, matig grofzandig cultuurdek op ontstaan met een humusgehalte van 3 à 5%. De onder het mestdek liggende, 20 à 30 cm dikke lichtbruine tot licht geelbruine moderpodzol-B bestaat uit humusarm, leemarm, grof zand.

Bij Nijmegen is het cultuurdek eveneens ca. 40 cm dik, matig humeus, leemarm tot zwak lemig en matig grofzandig. De moderpodzol-B, die veelal wat sterker is ontwikkeld dan in de eerstgenoemde gebieden, is ontstaan in leemarm, matig grof zand.

Het merendeel van deze gronden is grindhoudend vanaf het maaiveld (toevoeging g . . .). Ze liggen hoofdzakelijk in grasland en plaatselijk in bouwland.

7.4 De kaarteenheden van de humuspodzolgronden

Hiertoe behoren de gronden met een duidelijke humuspodzol-B, waarin overwegend amorfe humus is ingespoeld. Ze komen grotendeels voor in mineralogisch arm moedermateriaal, zoals fluvioglaciale zanden en dekzanden.

Binnen deze gronden komen grote verschillen voor in humusgehalte en C/N-quotiënt van de humus, zowel in de A- als in de B-horizont. Ze hebben sterk ontwikkelde, scherp begrensde horizonten en in tegenstelling tot de moderpodzolgronden, vaak een duidelijke A2- en in het algemeen een duidelijke B-horizont met 'hardere', donkerbruine tot zwarte kleuren. De B-horizont is vaak verdicht en soms sterk verkit en ondoordringbaar voor wortels.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen humuspodzolgronden die steeds hoog boven het grondwater hebben gelegen (deze hebben ijzerhuidjes rondom de zandkorrels onder de B2-horizont) en die tijdens de bodemvorming onder natte omstandigheden zijn ontstaan (zonder ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de B2-horizont). Deze laatste kunnen door daling van de grondwaterstanden nu aanmerkelijk dieper ontwaterd zijn dan aanvankelijk het geval was.

Zowel humuspodzolgronden met, als die zonder ijzerhuidjes worden onderverdeeld naar de dikte van de A1-horizont.

VELDPODZOLGRONDEN

Deze humuspodzolgronden hebben een A1-horizont dunner dan 30 cm en geen ijzerhuidjes rondom de zandkorrels direct onder de B2-horizont. Ze zijn onder natte omstandigheden ontstaan, maar hebben thans voor een deel een diepere ontwatering en komen daarom behalve op Gt III en V, ook voor op Gt VI en VII.

De B-horizont is ondieper naarmate de grond minder diep ontwaterd is. In de lage gronden (Gt III en V) komen zowel in de B- als in de C-horizont plaatselijk sterk verkitte lagen voor.

De veldpodzolgronden zijn in dit gebied voornamelijk gevormd in mineralogisch betrekkelijk rijk dekzand en rivierstuifzand. Ze worden gevonden in jonge ontginningen. De onderverdeling vindt plaats naar het leemgehalte en de grofheid van het zand.

Hn21 *Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt III, V, VI, VII*

Deze gronden komen voornamelijk voor op de oostelijke helft van blad 40 Oost. Ze liggen in vrij grote vlakken op de rivierstuifzanden langs de

Oude IJssel. Verder liggen meestal kleine vlakjes verspreid in het lage dekzandgebied tussen Wehl, Braamt en Nieuw-Dijk. Op blad 40 West vindt men slechts een kleine oppervlakte bij Heelsum.

Het humusgehalte van de bovengrond wisselt bij de hogere gronden (Gt VI, VII) van 2 tot 5% en bij de lagere (Gt III, V) van 5 tot 8%. Het zand is meestal matig fijn (M50 170–190 μ) en bevat 8 à 15% leem.

De humuspodzol-B is in rivierstuifzand meestal dieper ontwikkeld dan in dekzand. Bij rivierstuifzand is gewoonlijk een A2 aanwezig met daar- onder een zeer donker bruine B2-horizont. In dekzand ontbreekt vaak de A2 en is de B2 ondiep maar sterker ontwikkeld. Door ophoping van ijzer is de B2-horizont meestal sterk verkit. Het C-materiaal hieronder is sterk roestig. In de ondergrond vindt men plaatselijk op uiteenlopende diepten dunne lagen lössleem.

Tussen Beek, Didam en Wehl zijn grote oppervlakten vergraven (toe- voeging $\rightarrow$). Hier worden vrij veel veldpodzolgronden in associatie met vorstvaaggronden (Hn/Zb21) aangetroffen.

Het bodemgebruik hangt nauw samen met de diepte van het grond- water. Op de natte gronden (Gt III) ligt meestal grasland, op de drogere (Gt VI) bouwland. Op Gt V komt zowel grasland als bouwland voor. De veldpodzolgronden op het rivierstuifzand, alsmede de dekzand- ruggen nabij de Heelsumse beek zijn grotendeels bebost.

Hn23 *Veldpodzolgronden; lemig fijn zand; Gt V*

Enkele vlakjes van deze gronden treffen we aan tussen Didam en Wehl, ten zuiden van Didam en één ten noordoosten van Kilder op een flauwe dekzandrug, omgeven door lager gelegen lemige vlakvaaggronden (Zn23).

Het hoge leemgehalte van de bovengrond is een gevolg van enige op- hoging met plaggenmest, afkomstig van laatstgenoemde gronden. Plaatselijk is dit mestdek lutumrijk. Het humusgehalte ervan varieert van matig tot zeer humeus (3 tot 8%).

Overigens komen deze gronden overeen met die van eenheid (Hn21). Hier en daar zijn ze verwerkt (toevoeging $\rightarrow$). Plaatselijk komt zandige lössleem in de ondergrond voor. Ten gevolge van deze storende lagen hebben de gronden periodiek wateroverlast.

Het bodemgebruik is overwegend bouwland.

Een profiel gelegen tussen Didam en Wehl ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 6)

Aan	0— 25 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/2), matig humeus, sterk lemig, matig fijn zand
A1b	25— 30 cm	zwart (10YR2/1), zeer humeus, zwak lemig, matig fijn zand
B2	30— 45 cm	donkerbruin (7,5YR3/3), matig humusarm, zwak lemig, matig fijn zand
B3	45— 60 cm	bruin (7,5YR4/4), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand
C11g	60— 85 cm	lichtbruin (10YR6/3), zeer humusarm, leemarm, matig fijn zand; sterk roestig
C12g	85—105 cm	licht grijsgeel (10YR7/4), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand; sterk roestig
Dg	105—120 cm	bonte, zandige leem met veel lichtbruin (10YR6/3) gekleurde vlammen en grijze (5Y6/1) vlekken.

Hn30 *Veldpodzolgronden; grof zand; Gt VII*

Deze gronden worden slechts aangetroffen op het landgoed Groot Warnsborn, ten noorden van Arnhem. Ze liggen hier in een water- afvoerend dal van het Fluvioglaciaal.

Het humusgehalte van de bovengrond, die in dikte varieert van 25 tot 30 cm, bedraagt 3 à 5%. De humuspodzol-B, die een grijsbruine tot bleekbruine kleur heeft, loopt door tot een diepte van 70 à 80 cm. De

gronden bestaan geheel uit leemarm, grof zand, dat zeer grindrijk is (toevoeging g . . .). Ze zijn meestal diep vergraven (toevoeging →). Er komt behalve bos, ook grasland voor.

LAARPODZOLGRONDEN

Dit zijn humuspodzolgronden met een matig dikke (30–50 cm) A1 en waarin direct onder de B2-horizont geen ijzerhuidjes rondom de zandkorrels voorkomen. Het zijn oude ontginningsgronden, waarbij de 30–50 cm dikke bovengrond is ontstaan door ophoging met potstalmest (zie hoofdstuk 8.1). Ze worden onderverdeeld naar de textuur van het zand.

cHn21 *Laarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt V, VI, VII*

cHn30 *Laarpodzolgronden; grof zand; Gt VI, VII*

Deze gronden worden alleen aangetroffen ten oosten van Doetinchem, ten oosten van Babberich en bij Woezik. Ze bestaan geheel uit leemarm en zwak lemig, matig fijn (cHn21) of leemarm, matig grof (cHn30) zand. Door het opbrengen van potstalmest is een zeer donker bruin tot zeer donker grijs, overwegend zwak lemig, matig humeus mestdek (Aan) ontstaan. In veel gevallen komt daaronder een zwarte A1b voor, waarvan het humusgehalte iets hoger is dan dat van de Aan.

De podzol-B is donkerbruin, matig humusarm en evenals bij de veldpodzolgronden, tot een diepte van 70 à 80 cm vrij sterk ontwikkeld. Deze horizont is vrij regelmatig verkit. Hij gaat geleidelijk over in zeer humusarm, geelbruin zand.

Het bodemgebruik is overwegend bouwland.

Een profiel van eenheid cHn21 met Gt VI in Jonger dekzand bij Braamt, waar dit profiel als onzuiverheid te midden van veldpodzolgronden voorkomt, ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 7 en afb. 36)

Aanp	0— 28 cm	zeer donker bruin (10YR2/2), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand
A1b	28— 36 cm	zeer donker grijs (7,5YR3/1), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand
B2g	36— 43 cm	donker roodbruin (5YR3/2), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand; sterk verkit; duidelijke roestvlekken
B3g	43— 57 cm	bruin (7,5YR5/4), matig humeus, sterk lemig, matig fijn zand; matig verkit; veel duidelijke roestvlekken
C1g	57—105 cm	licht grijsgeel (10YR7/4), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; sterk roestig
D1g	105—120 cm	bont gekleurde zandige leem; zeer sterk roestig.

Een profiel van eenheid cHn30 met Gt VII in rivierstuifzand bij Babberich ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 8)

Aan	0— 30 cm	zeer donker bruin (10YR2/2), matig humeus, leemarm, matig grof zand
A1b	30— 40 cm	zwart (5YR2/1), matig humeus, leemarm, matig grof zand
B2	40— 67 cm	donker roodbruin (5YR2/2), matig humeus, leemarm, matig grof zand; sterk verkit en vlekkelig
B3	67— 75 cm	roodbruin (5YR4/4), matig humusarm, leemarm, matig grof zand; tamelijk verkit met onduidelijke, zwarte vlekken en fibertjes
C1	75— 95 cm	geelbruin (10YR5/4), zeer humusarm, leemarm matig grof zand
C1g	95—120 cm	lichtbruin (10YR6/3), zeer humusarm, leemarm, matig grof zand.

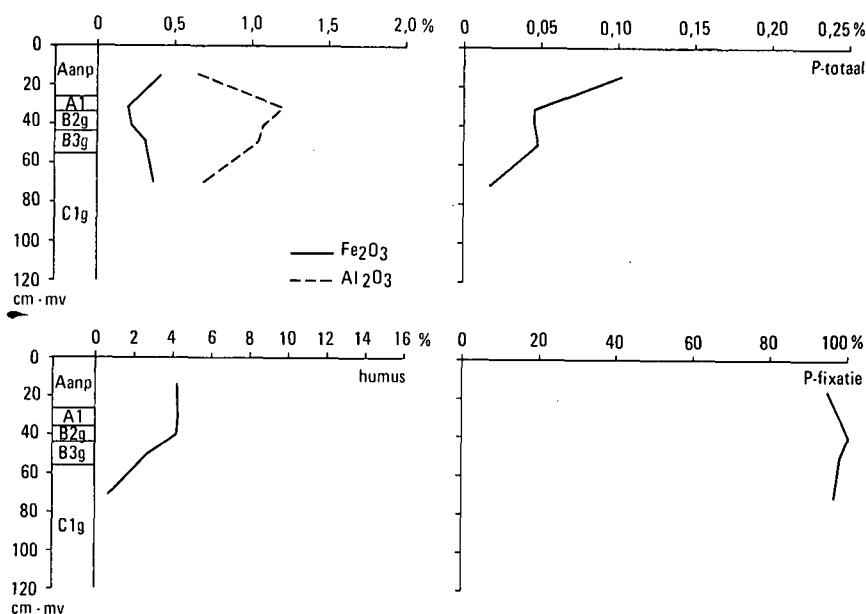
HAARPODZOLGRONDEN

Haarpodzolgronden zijn humuspodzolgronden met een A1-horizont die dunner is dan 30 cm en waarin direct onder de B2-horizont ijzerhuidjes rondom de zandkorrels voorkomen.

Bij de niet ontgonnen gronden is de A1-horizont slechts enkele centimeters dik. Het organische-stofgehalte is dan gewoonlijk hoog en de C/N-verhouding van de organische stof (25 à 30) ook.

Meestal is een goed ontwikkelde A2-horizont aanwezig. Bij de ontgin-

ning kan deze laag zijn verwijderd, of geheel of gedeeltelijk door de bovengrond zijn geploegd. Daardoor is een bouwvoor ontstaan waarvan het humusgehalte aanzienlijk lager is dan van de oorspronkelijke A1 en waarvan de kleur is teruggelopen van zwart tot donkergrijs.



Afb. 36 Het verloop van het ijzer-, aluminium-, P-totaal- en humusgehalte en van het P-fixatiegetal in een zwak lemige, matig fijnzandige laarpodzolgrond. Het Fe_2O_3 -gehalte is in de bovengrond normaal voor een Aan-horizont. Daaronder is het tot aan de B2-horizont laag (eveneens normaal). In de B2-horizont komt roest voor, maar dit blijkt niet duidelijk uit het Fe_2O_3 -gehalte. Waarschijnlijk maakt de roest, die een intensieve kleur heeft, slechts een ondergeschikt deel uit van de zeer ijzerarme B2-horizont. Dit geldt ook voor de B3-horizont. De verkitting van de B2- en B3-horizont gaat samen met hoge Al_2O_3 -gehalten. Het P-totaalgehalte van de Aan-horizont is hoog (bemesting). De P-fixatie is eveneens hoog.

De haarpodzolgronden in dit gebied hebben vaak een B2h-horizont, met gewoonlijk daaronder een verkit ijzerbandje, de B2ir-horizont. De wortelontwikkeling kan door dit ijzerbandje ernstig worden belemmerd. De B2-horizont, waarin veel amorphe organische stof met sesquioxiden is opgehoopt, wisselt sterk in dikte. Soms is ze hard of verkit en heeft dan steeds hoge aluminiumgehalten (Pape, 1965). Dit verschijnsel komt echter zelden over grote aaneengesloten oppervlakten voor. Vaak treft men in de C-laag nagenoeg horizontaal verlopende fibers aan. Deze bestaan overwegend uit ingespoelde, amorphe humus.

De haarpodzolgronden komen in dit gebied voor in leemarm en zwak lemig, matig fijn zand en in grof zand.

Hd21 *Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VII*
Deze eenheid komt uitsluitend op kaartblad 40 West voor. Er liggen vrij grote gebieden ten noorden van Wolfheze en Oosterbeek. Een kleinere oppervlakte wordt aangetroffen ten noorden van Rozendaal.

De gronden zijn ontstaan in Jonger dekzand. Ze liggen voornamelijk nabij enkele brede erosiedalen in het gebied met fluvioglaciale afzettingen. Behalve in grote vlakken, komt het dekzand ook voor in grotere en kleinere ruggen. Het zand heeft een mediaan (M50) tussen 170 en 200 μ m en is geheel leemarm.

Voor zover deze gronden bij de aanleg van bos en bouwland niet zijn



Foto Stiboka 21407

Afb. 37 Jong ontginningsgebied ten noorden van Heesum. De grofzandige haarpodzolgronden (gHd30) zijn hier ontwikkeld in fluvioglaciaal zand.

vergraven, hebben ze een dunne, zeer humeuze A1, een 10 à 15 cm dikke, duidelijke A2- en een zeer krachtige B2-horizont. De bovenkant hiervan, de B2h, is door inspoeling van veel humus pikzwart.

De onderkant van de B2 is donkerbruin tot zeer donker bruin, sterk vlekkelig en heeft onregelmatig gevormde, donkere uitstulpingen van wisselende grootte. De B3 is geaderd met veel horizontaal verlopende, dunne, zwarte inspoelingsbanden of fibers.

Als gevolg van het spitten bij de aanleg van bos zijn grote gebieden heterogeen (toevoeging →). Daardoor komen brokstukken van de A1-, A2- en B2-horizonten op onregelmatige diepte voor. Het humusgehalte van de bovengrond is in het algemeen lager dan 3%.

Op plaatsen waar het dekzandpakket dunner dan 120 cm is, wordt grof, fluvioglaciaal zand in de ondergrond aangetroffen. In de buurt van Wolfheze bedekt het dekzand het fluvioglaciaal zand maar ten dele. Hier is de samengestelde kaarteenheid Hd21/30 onderscheiden.

Een deel van de woeste gronden is tussen 1900 en 1930 tot bouwland ontgonnen. Op deze jonge ontginningen is een Ap van ca. 30 cm dikte ontstaan met een humusgehalte van 3 à 5%; plaatselijk is deze wat dikker.

Een gaaf profiel bij de Koningsbrug ten noorden van Oosterbeek ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 9)

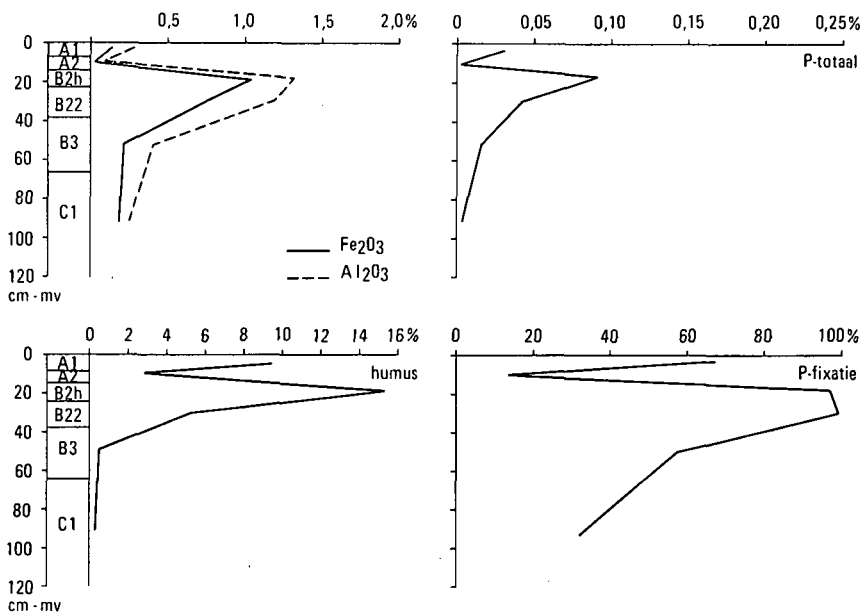
A1	0— 5 cm	zwart (5YR2/1), zeer humeus, leemarm, matig fijn zand
A2	5— 25 cm	zeer donker grijs (5YR3/1), matig humeus, leemarm, matig fijn zand
B2h	25— 40 cm	zwart (N1), zeer humeus, leemarm, matig fijn zand
B22	40— 55 cm	donker roodbruin (5YR2/2), matig humusarm, leemarm, matig fijn zand; duidelijke zwarte fibers
B3	55— 75 cm	bruin okerkleurig (7,5YR5/6), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand, met duidelijke zwarte fibers
C1	75—120 cm	oranjegeel (7,5YR6/6), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand; enkele vage fibers.

Hd30 *Haarpodzolgronden; grof zand; Gt VII*

Deze grofzandige gronden komen voor in het hoog gelegen, fluvioglaciaal gebied ten noorden van Arnhem en Renkum en plaatselijk op de stuwwal van de oostelijke Veluwe. Het landschap in het fluvioglaciaal

gebied is zwak golvend; plaatselijk veroorzaken ondiepe erosiedalen wat meer reliëf.

Het zand, waarin de haarpodzolgronden zijn ontstaan, is overwegend leemarm, matig grof en grindrijk. De mediaan van de zandfractie ligt tussen 220 en 310 μ .



Afb. 38 Het verloop van het ijzer-, aluminium-, P-totaal- en humusgehalte en van het P-fixatiegetal in een leemarme, grofzandige haarpodzolgrond.

De A1- en A2-horizont hebben een laag Fe_2O_3 -gehalte. Het hoge gehalte in de B2h-horizont wordt veroorzaakt door de B2ir-horizont, omdat hiervan bij de bemonstering delen zijn meegenomen. In de B22-horizont is het Fe_2O_3 -gehalte eveneens hoog. Daarna daalt dit tot waarden die wat lager liggen dan die in de ondergrond van de meeste hooggelegen dekzanden.

Het Al_2O_3 -gehalte is in de B2h-horizont het hoogst.

Het humusgehalte is het laagst in de A2-horizont en het hoogst in de B2h, zoals te verwachten is. Het P-totaalgehalte is laag in deze niet-ontgonnen grond. Alleen in de B2h-horizont is het relatief hoog. De P-fixatie is alleen hoog in de B2h- en de B22-horizont.

Plaatselijk zijn door verstuiwing van het fluvioglaciaal materiaal dunne lagen (20 à 40 cm dik) dekzand ontstaan. Hier en daar zijn daarbij ook grotere duinen opgewaaid. Het verplaatste zand is uiteraard sterk gesorteerd en daardoor grindarm en fijner dan het niet-verstoven zand.

In het vlakke gebied ten noorden van Renkum komen haarpodzolgronden in niet-verstoven fluvioglaciaal zand voor (afb. 37). De jonge ontginningen hebben hier een 25 à 30 cm dikke, zwarte bovengrond met een vrij hoog humusgehalte (6 à 10%). De humus is sterk smerend en heeft een hoog C/N-cijfer. Van de donker roodbruine tot zeer donker bruine B-horizont, die 15 à 30 cm dik is, is het bovenste deel vaak meegeploegd. Het onderste deel van de B-horizont is vaak moderachtig en heeft een lichtbruine kleur.

In het verstoven zand is de B-horizont minder krachtig ontwikkeld. Er is een duidelijke A2-horizont aanwezig, evenals een B2h. Het totale podzolprofiel is echter minder diep.

In de bossen zijn de gronden tot een diepte van 60 à 100 cm vergraven (toevoeging $\rightarrow$). Overal waar eenheid Hd30 voorkomt, wordt in meerdere of mindere mate grind vanaf het maaiveld (toevoeging g . . .) aangetroffen.

Ten noorden van Wolfheze komt plaatselijk afwisselend matig fijn dekzand en matig grof, fluvioglaciaal zand voor. De haarpodzolgronden vormen daar de samengestelde eenheid Hd21/30.

Een profiel van tot bouwland ontgonnen grond in fluvioglaciaal zand heeft de volgende opbouw (aanhangel 2, analyse nr. 10)

Ap	0— 20 cm	zwart (N2), matig humeus, leemarm, grindhoudend, grof zand
B2	20—30/50 cm	donker roodbruin (5YR2/2) en zwart (N1), vlekkelig, matig humusarm, zwak lemig, grindhoudend, grof zand met zeer onregelmatig gevormde vlekken; onregelmatige overgang naar
B3	30/50—62 cm	donker roodbruin (5YR3/2) tot bruin (7,5YR5/4), uiterst humusarm, leemarm, grindhoudend, grof zand; zwarte fibers en vlekken
C1	62—120 cm	licht geelbruin (10YR6/4), leemarm, grindhoudend, grof zand.

Een profiel onder bos bij Wolfheze ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 11 en afb. 38)

A1	0— 7 cm	zwart (N2), humusrijk, leemarm, matig grof zand
A2	7— 12 cm	grijs (5YR5/1), matig humeus, leemarm, grindhoudend, matig grof zand
B2h	12— 21 cm	zwart (N1), humusrijk tot weinig, zwak lemig, grindhoudend, matig grof zand
B22	21— 38 cm	donker indisch rood (2,5YR2/2), matig humeus, leemarm, grindhoudend, matig grof zand
B3	38— 63 cm	roodbruin (5YR4/4), uiterst humusarm, leemarm, grindhoudend, matig grof zand
C1	63—120 cm	licht grijsgeel (10YR7/4), uiterst humusarm, leemarm, grindhoudend, matig grof zand.

8 Dikke eerdgronden

Dit zijn gronden met een niet-vergraven, humushoudende bovengrond die dikker is dan 50 cm. In dit gebied zijn het uitsluitend *enkeerdgronden*, d.w.z. dikke eerdgronden die lutumarm zijn.

8.1 Ontstaan

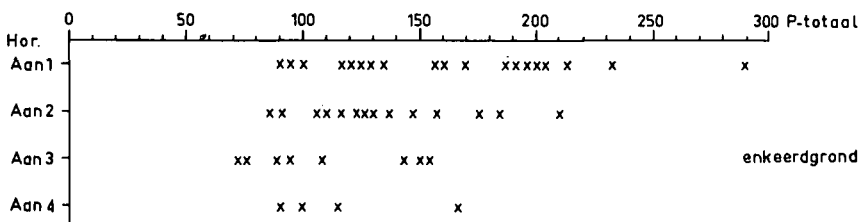
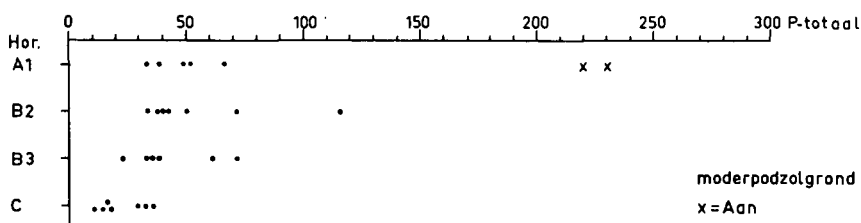
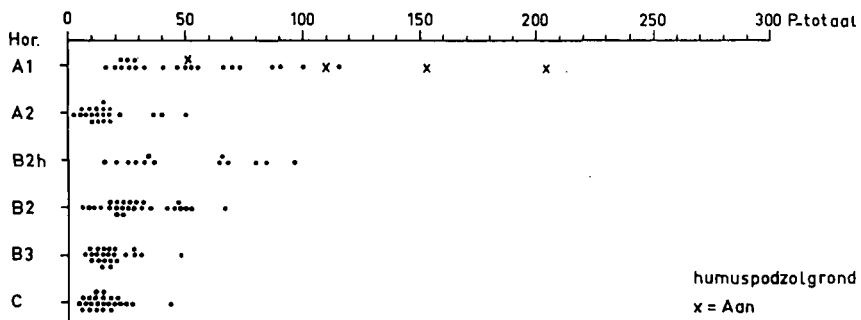
De enkeerdgronden zijn ontstaan door eeuwenlange bemesting met zandhoudende potstalmest. In de potstal werden heideplaggen, grasplaggen, bosstrooisel en turfmolm gebruikt als strooisel, waarmee vaak ook enig zand werd aangevoerd. Ook werd aan de mest wel zand toegevoegd dat speciaal voor dat doel, soms in grote hoeveelheden werd gewonnen. Afhankelijk van de methode van mest maken, van de grondbewerking, het oorspronkelijk reliëf, de duur van de ophoging en het doel ervan, zijn humushoudende dekken van verschillende dikten ontstaan.

Onderzoek van artefacten en ¹⁴C-onderzoek van houtskool en humus, maken het aannemelijk dat veel enkeerdgronden reeds meer dan duizend jaar geleden werden aangelegd (Niemeijer, 1959; Fastabend und Raupach 1962; Van der Hammen, 1965; Pape, 1966 en 1970; Mückenhausen, Scharpenseel und Pietig, 1968). Er zijn aanwijzingen dat deze oude bouwlanden in veel gevallen werden aangelegd op zg. Celtic fields, of raatakkers.

In de dikke A1-horizont van de enkeerdgronden treft men steeds artefacten aan, o.a. stukjes houtskool en gebrande leem. Typerend is ook het hoge P-totaalgehalte, meestal meer dan 100 mg/100 gr grond (afb. 39). Enkeerdgronden zijn vooral ontstaan in gebieden die op de overgang lagen van de hoge en de lage gronden.

De hoge gronden leverden het benodigde strooisel voor de stallen en daardoor mest voor het akkerland; een deel van de brandstof werd ook van de hoge gronden gehaald (bos). In de lage gebieden werd geweid. Bovendien was het grondwater in de overgangsstrook gemakkelijk bereikbaar, wat voor de levensomstandigheden een groot voordeel was. Naarmate de techniek van het ontwateren verbeterde, verschoof het akkerland ook naar de lagere gebieden. Als men dit betreft op het gebied van kaartblad 40 West en Oost, is het goed te verklaren dat veel enkeerdgronden langs de Veluwezoom en rondom het Montferland liggen. Ook de strook hoge rivierstuifzanden langs de Oude IJssel, te midden van rivierkleigronden, was zeer geschikt voor vestiging. Zo vindt men enkeerdgronden rondom Hummelo, Hoog- en Laag-Keppel en Doetinchem. Het meest reliëfrijke stuifzand tussen deze plaatsen bleef tot in de negentiende eeuw woest. Het grootste deel is thans bebost.

Bij de dorpen Didam, Wehl en Nieuw-Wehl in het centrum van de Lijmers werd reeds vroeg akkerbouw uitgeoefend. Hier zijn grote complexen enkeerdgronden aangelegd op reliëfrijk dekzand. Het oude bouwland is omgeven of doorsneden van lage beekerdgronden, vlak-



Afb. 39 Fosfaatgehalten in verschillende horizonten van een aantal humuspodzol-, moderpodzol- en enkeerdgronden, uitgedrukt in P-totaal (= mg P_2O_5 per 100 g droge grond), (Pape, 1966).

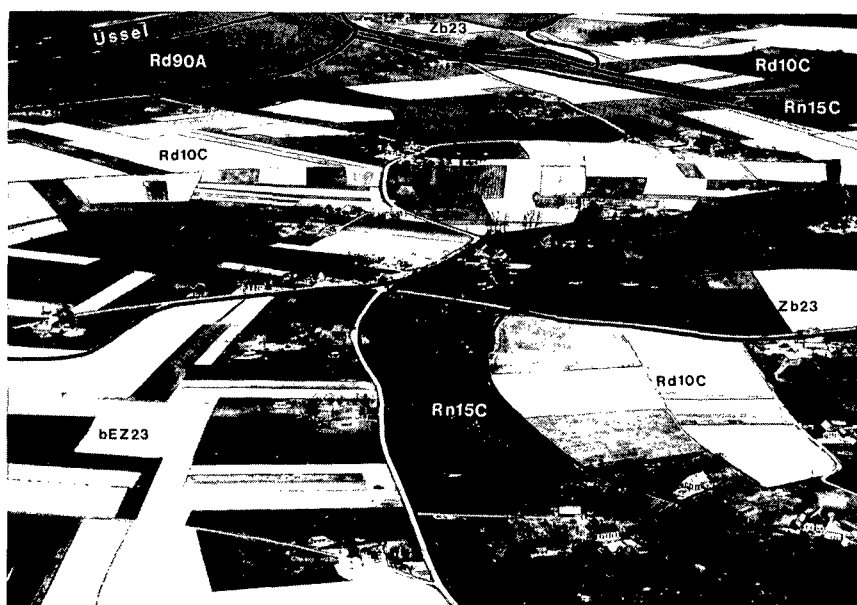
vaaggronden of rivierkleigronden. Het oorspronkelijk golvende landschap is echter door het afgraven van hoge zandkoppen en het verplaatsen van humushoudend zandig materiaal naar lager gelegen gebieden, tamelijk vervlakt.

8.2 Indeling

In deze gebieden komen alleen hoge, d.w.z. op Gt V, VI en VII, enkeerdgronden voor. Op grond van de kleur van het opgebrachte dek worden ze onderscheiden in bruin en zwart. Ze worden voorts nog onderverdeeld naar het leemgehalte en de grofheid van het zand.

HOGHE BRUINE ENKEERDGRONDEN

Deze zandgronden hebben een donkerbruine Aan die dikker is dan 50 cm. Het humusgehalte in de bovenste 30 cm is gewoonlijk niet hoger dan 3 à 5% en neemt naar beneden af tot 1 à 1,5%. De C/N-verhouding



Luchtfoto KLM-Aerocarto b.v. 19782

Afb. 40 De bodemgesteldheid van een gebied ten noorden van Drempt. De grens tussen de bruine enkeerdgronden (bEZ23) en de ooivaaggronden (Rd10C) is vrij arbitrair. In het midden een brede geul, de Dremptse Wetering. Het bodemgebruik is duidelijk aan de bodemgesteldheid aangepast. Op de hooggelegen gronden (bEZ23, Zb23 en Rd10C) overweegt het bouwland; in de geulen (Rn15C) en in de uiterwaard (Rd90A) komt uitsluitend grasland voor.

van de humus is 12 à 15%. Van veel lemige enkeerdgronden in dit gebied heeft de leemfractie een relatief hoog lutumgehalte. Dit is te danken aan het gebruik van kleiplaggen bij de bemesting van de oude bouwlanden (Pijls, 1948). Dergelijke gronden worden nog tot de enkeerdgronden gerekend omdat ze vaak over minder dan 40 cm lutumrijk zijn en/of een lutumgehalte hebben dat slechts weinig boven de 8% ligt. Ook door hun overige kenmerken behoren ze nog geheel tot de enkeerdgronden. Bij de bruine enkeerdgronden met een laag leemgehalte zou meer bosstrooisel in de aardmest gebruikt zijn.

Een deel van de profielen van de bruine enkeerdgronden lijkt op het ABC-profiel van een moderpodzolgrond. Onder de donker grijsbruine bouwvoor ligt een opvallend bruin gekleurde horizont die tot vrij grote diepte reikt en geleidelijk overgaat in bruingeel C-materiaal. Een begraven A1-horizont ontbreekt dan. Vooral daar, waar de bruine lagen minder dan 80 cm dik zijn, zijn ze moeilijk van echte moderpodzolgronden te onderscheiden. Indien men twijfelt of de bruine laag een Aan-horizont is, kunnen de P-totaal cijfers, die voor een Aan-horizont meestal meer dan 100 mg per 100 gr grond bedragen, beslissend zijn.

Behalve overgangen naar moderpodzolgronden vindt men ook overgangen van enkeerdgronden naar ooivaaggronden. Dit is het geval langs de IJssel bij Drempt, waar in een vrij vlak landschap het bruine dek van de ooivaaggrond zeer geleidelijk overgaat in de bruine humushoudende horizont van een enkeerdgrond. De grens tussen beide eenheden is hier vrij arbitrair (afb. 40).

bEZ21 Hoge bruine enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand;
Gt VII

Men treft deze gronden aan op kaartblad 40 Oost. Ze liggen op het Jongere dekzand ten westen van Zelhem, Beek, Kilder en Wehl. Verder

komen ze verspreid voor op de rivierstuifduinen langs de Oude IJssel bij Drempt en ten zuiden van Doetinchem. De ca. 25 cm dikke, zeer donker grijsbruine bouwvoor gaat over in een donker grijsbruine Aan2 en soms nog weer in een bruine Aan3. De dikte van de Aan varieert van 50 tot 100 cm, het humusgehalte in de bovengrond van 3 tot 5% en het leemgehalte van 12 tot ca. 20%. Naar beneden neemt het humusgehalte geleidelijk af.

Het schraalst, d.w.z. met de laagste leem- en humusgehalten, zijn deze gronden op het rivierduinzand langs de Oude IJssel. Incidenteel, voornamelijk bij Wehl, komen in de ondergrond lössleemafzettingen voor. Deze enkeerdgronden liggen overwegend hoog boven het grondwater; op het Jonger dekzand bij Beek en op de rivierduinen bij Drempt zelfs verscheidene meters.

Het bodemgebruik is hoofdzakelijk bouwland.

Een profiel met een opmerkelijk hoog lutumgehalte en een voor deze eenheid iets te hoog leemgehalte in de bovengrond ligt bij Beek, ten westen van het Montferland (aanhangel 2, analyse nr. 12)

Aanp	0— 30 cm	homogeen, zeer donker grijsbruin (10YR3/2), matig humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
Aan2	30— 60 cm	homogeen, donker grijsbruin (10YR3,5/2), iets loodzandhoudend, matig humusarm, leemarm, matig fijn zand; scherp overgaand in
Aan3	60— 80 cm	bruin (7,5YR4,5/2), zeer humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; onregelmatig overgaand in
Apb	80— 90 cm	donkerbruin (7,5YR3/2), uiterst humusarm, zwak lemig zand; vrij scherp overgaand in
B2b	90— 97 cm	bruin (7,5YR4/3), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; geleidelijk overgaand in
B3b	97—105 cm	licht geelbruin (10YR6/4), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; vrij geleidelijk overgaand in
C1b	105—120 cm	geel okerkleurig (10YR6/5), leemarm, matig fijn zand.

beZ23 *Hoge bruine enkeerdgronden; lemig fijn zand; Gt V, VI, VII*

Verreweg de grootste oppervlakte van deze oude bouwlandgronden ligt op kaartblad 40 Oost op het reliëfrijke Jonger dekzand nabij Didam, Wehl, Kilder en Braamt en voorts nog nabij Keyenburg verspreid op dekzandkoppen tussen de beekerdgronden. Bij Hummelo en Drempt komen deze gronden voor op de overgang van rivierstuifzand en oude rivierklei. Tussen Velp en Dieren vindt men ze langs de voet van de stuwwal en ten oosten van Nijmegen zijn ze ontstaan in enkele erosiedalen van de stuwwal, waar sterk lemig, lössig zand voorkomt.

Het bruine mestdek (Aan) is afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden 50 tot 120 cm dik. Tot 40 cm diepte is het humusgehalte gewoonlijk 2 tot 4%; daaronder neemt het meestal af tot 1 à 2%. Ook het leemgehalte, dat gewoonlijk in de bovenlaag het hoogst is, nl. 20 à 25%, neemt bij de meeste gronden af tot 10 à 17% en beneden de Aan zelfs tot minder dan 10%. Dit is voornamelijk het geval bij de enkeerdgronden in de Lijmers en bij Keyenburg-Zelhem, waar ze op dekzand zijn ontstaan. In deze omgeving en ook bij Drempt zijn veel lutumhoudende plaggen afkomstig uit beekdalen voor ophoging gebruikt. Bij Dieren waren de oude bouwlanden van nature sterk lemig, omdat ze hier ontstaan zijn in sterk lemig, zeer fijnzandig, lössig materiaal. In de bruine enkeerdgronden bij Drempt en Hummelo nemen de leem- en lutumgehalten naar beneden sterk toe en volgt onder het cultuurdek lichte zavel van oude rivierklei.

Op andere plaatsen rust het humushoudende dek, vooral bij hoge gronden (Gt VII), op een moderpodzol in zwak lemig, matig fijn zand. Op iets lagere gronden (Gt VI) treft men ook wel sterk roestig, lemig, grijs C-materiaal aan. Bij Velp en Dieren komen plaatselijk dunne lagen

lössleem of grindhoudend zand in de ondergrond voor. Bij Didam hebben lagere gedeelten (Gt VI) van deze lemige, bruine enkeerdgronden soms wateroverlast. Elders is de ontwatering voortreffelijk. De gronden zijn overwegend in gebruik als bouwland. Bij Didam worden ze soms voor de fruitteelt benut.

Een profiel bij Didam met Gt VII ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 13)

Aanp	0— 25 cm	homogeen, zeer donker bruin (7,5YR3,5/2), matig humeus, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
Aan2	25— 45 cm	tamelijk homogeen, bruin (7,5YR4/3), zeer vaag gevlekt, zeer humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; vrij scherp overgaand in
Aan3	45— 80 cm	idem; iets lichter gekleurd met enkele vlekjes, houtskooldeeltjes en stukjes baksteen; vrij scherp overgaand in
Apb	80— 95 cm	donker grijsbruin (10YR4/2), sterk gevlekt, zeer humusarm, sterk lemig, zeer fijn zand; onregelmatig overgaand in
ACb	95—115 cm	grijsbruin (10YR5/2) tot lichtbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, sterk lemig, zeer fijn zand; vaag gevlekt en met zwarte mangaan-spikkels; geleidelijk overgaand in
C1gb	115—130 cm	lichtbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; zwakke roest.

bEZ30 *Hoge bruine enkeerdgronden; grof zand; Gt VI, VII*

Deze gronden treft men aan ten zuiden en ten oosten van het Montferland, voorts bij Duiven en in enkele kleine vlakjes ten westen en ten oosten van Nijmegen. Langs het Montferland liggen ze op grof puinwaaiermateriaal; bij Duiven op een rivierduin temidden van jonge rivierklei.

Het humusgehalte van de bovenste 30 cm van de donkerbruine Aan bedraagt 3 à 5%, het leemgehalte 22 à 25%. Zowel het humusgehalte als het leemgehalte nemen naar beneden af.

De Aan, die 50 tot 100 cm dik is, gaat geleidelijk over in een meer of minder duidelijke B-horizont van een moderpodzol. De ondergrond bestaat vanaf een diepte van 60 à 70 cm uit leemarm, matig grof zand.

De gronden langs het Montferland zijn vanaf het maaiveld grindhoudend (toevoeging g...). Plaatselijk komen hier loopodzolgronden als onzuiverheid voor.

HOGE ZWARTE ENKEERDGRONDEN

Dit zijn zandgronden met een dikke zwarte A1. Het 'zwart' van de A1 is in veel gevallen zeer donker grijs tot zeer donker grijsbruin. Uitgesproken zwarte bovengronden komen weinig voor. De donkere kleur is waarschijnlijk een gevolg van het opbrengen van plaggenmateriaal van gronden waarin een humuspodzol was ontwikkeld. De ligging van de zwarte enkeerdgronden, in de buurt van veldpodzolgronden onder heide en bos, wijst in deze richting.

Het humusgehalte van de donkere bovengrond kan uiteenlopen van 5 tot 6%, de C/N-verhouding van 16 tot 20%.

De oppervlakte zwarte enkeerdgronden in dit gebied is geringer dan die van de bruine. Ze komen voor in leemarm en zwak lemig, fijn zand en in grof zand.

zEZ21 *Hoge zwarte enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI, VII*

Deze gronden komen voornamelijk voor in het noordoosten van kaartblad 40 Oost. Rondom Doetinchem zijn ze ontstaan op de rivierduinen; tussen Keyenburg en Zelhem liggen ze op Jonger dekzand. Bij laatstgenoemde plaatsen zijn ze een onderdeel van het grote oudebouwlandencomplex van de Zelhemse eng (afb. 41) en de Oosterwijkse eng. Op kaartblad 40 West liggen ze in het dal van de Heelsumse Beek.

Het leemgehalte in deze gronden wisselt weinig.



Foto Stiboka 21507

Afb. 41 Gezicht op een gedeelte van de Zelhemse eng, met hoge, zwarte, zwak lemige enkeerdgronden (zEZ21) op jonger dekzand. Bebouwing langs de rand van de eng.

Op de rivierduinen zijn ze leemarm (8 à 10% leem) en op het dekzand meestal zwak lemig (10 à 15% leem). Het humusgehalte van het mestdek bedraagt omstreeks 5%; de dikte van deze laag varieert van 60 tot 100 cm. Onder de zwarte Aan1 komt vaak een tweede, bruin gekleurde Aan2 voor, die in de meeste gevallen in een meer of minder duidelijk ontwikkelde moderpodzol overgaat.

De Zelhemse eng heeft plaatselijk een onregelmatig maaiveld door de vele kleine afgravingen; hier en daar is het zwarte cultuurdek dunner dan 50 cm. Bij Kilder zijn deze gronden voor een deel grindhoudend (toevoeging *g* . . .) vanaf het maaiveld. Het grondwater bevindt zich op de meeste plaatsen op een diepte van meer dan 2 m beneden het maaiveld. Het bodemgebruik is bijna overal bouwland.

Een profiel in de Zelhemse eng ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 14)

Aan1	0— 50 cm	zeer donker grijs (10YR3/1), matig humeus, zwak lemig, matig fijn zand
Aan2	50— 75 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/1,5), matig humusarm, zwak lemig, matig fijn zand
A1b	75—105 cm	donker grijsbruin (10YR3,5/2), zeer humusarm, zwak lemig, matig fijn zand
B2b	105—120 cm	licht geelbruin (10YR6/4), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand (zwakke moderpodzol).

zEZ30 *Hoge zwarte enkeerdgronden; grof zand; Gt VI, VII*

Een klein vlakje – ca. 200 ha. – komt voor op de stuwal en het fluvio-glaciaal nabij Heelsum.

De zeer donker grijze bovengrond van het opgebrachte dek gaat op 30 à 40 cm diepte geleidelijk over in een donker grijsbruine Aan2-horizont, die op ca. 80 cm diepte rust op een donkerbruine tot geelbruine moderpodzol-B. Het humusgehalte varieert van ongeveer 3% in de bouwvoor tot 1,5% in de daaronder liggende donker grijsbruine laag. De bouwvoor van het opgebrachte dek is zwak lemig. Naar beneden neemt het leemgehalte geleidelijk toe tot ruim 20%. De B-horizont is zwak lemig en de geelbruine C-ondergrond leemarm. Grind komt

overal vanaf het maaiveld voor (toevoeging *g* . . .). Dicht bij de boerderijen liggen deze gronden wel eens in grasland. Voor het merendeel zijn ze in gebruik als bouwland.

Een profiel bij Heelsum ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 15)

Aanp	0— 40 cm	homogeen, zeer donker grijs (10YR3/1), matig humeus, grindhoudend, zwak lemig, matig grof zand
Aan2	40— 85 cm	homogeen, donkerbruin (7,5YR3/2), matig humusarm, grindhoudend, sterk lemig, matig grof zand
B2b	85— 95 cm	donkerbruin (7,5YR3/3), matig humusarm, grindhoudend, zwak lemig, matig grof zand (moderpodzol-B)
B3b	95—110 cm	bruin (7,5YR5/4), uiterst humusarm, grindhoudend, zwak lemig, matig grof zand
C1b	110—120 cm	geel oker, (10YR6/6), uiterst humusarm, grindhoudend, leemarm, matig grof zand.

9 Kalkloze zandgronden

Dit zijn minerale gronden die binnen 80 cm diepte voor meer dan de helft bestaan uit zand (materiaal met minder dan 8% lutum en minder dan 50% leem) en die geheel of tot aanzienlijke diepte kalkloos zijn.

Hiertoe zijn echter niet gerekend:

- gronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag, die binnen 40 cm begint; deze zijn tot de moerige gronden (hoofdstuk 6) gerekend
- gronden met een duidelijke podzol-B; dit zijn podzolgronden (hoofdstuk 7)
- gronden met een humushoudende bovengrond, dikker dan 50 cm; deze zijn bij de dikke eerdgronden (hoofdstuk 8) ondergebracht.

De kalkloze zandgronden zijn onderverdeeld in *eerdgronden* en *vaaggronden*. De eerdgronden hebben een duidelijk donker gekleurde humushoudende bovengrond (minerale eerdlaag); bij de vaaggronden is de humushoudende bovengrond minder donker (vaag).

9.1 De kaarteenheden van de zandeerdgronden

De kalkloze zandeerdgronden hebben een homogene, donker gekleurde, humushoudende bovengrond (A1), die 15 à 50 cm dik is. Ze worden onderverdeeld naar het al dan niet voorkomen van hydromorfe kenmerken, het leemgehalte en de grofheid van het zand. Bij de gronden zonder hydromorfe kenmerken is nog een onderverdeling gemaakt naar de dikte van de humushoudende bovengrond.

Gronden, die zijn ontstaan onder invloed van water, hebben hydromorfe kenmerken, dwz. de ijzerhuidjes *ontbreken* op de zandkorrels onder de A-horizont. Ze worden onderverdeeld in *beekeerdgronden* (pZg . . .) waarin meestal vanaf het maaiveld roest voorkomt en *gooreerdgronden* (pZn . . .) waarin de roest ontbreekt of over een groot traject onderbroken is.

Gronden met ijzerhuidjes rondom de zandkorrels onder de A1-horizont hebben nooit onder invloed van grondwater gestaan. In het gekarteerde gebied hebben ze steeds een 30 à 50 cm dikke humushoudende bovengrond en worden ze *akkereerdgronden* (cZd . . .) genoemd.

BEEKEERDGRONDEN

Dit zijn eerdgronden zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels. Ze hebben bovendien roest die binnen 35 cm begint en doorgaat tot 120 cm diepte of tot de geheel gereduceerde ondergrond (G-horizont). Beekeerdgronden komen voornamelijk voor in eolisch en fluviatiel zand. Een kleine oppervlakte is gevormd in puinwaaiermateriaal. Men vindt ze

voornamelijk in doorlopende laagten in het zandgebied (beekdalen) en op plaatsen waar drangwater uit de stuwwallen aan het oppervlak komt. Ze zijn gewoonlijk gebonden aan een chemisch wat rijker milieu. Vroeger zijn deze gronden beschreven als gleygronden, lage zandgraslandgronden en beekbezinkingsgronden.

Op deze kaartbladen is een onderverdeling gemaakt naar verschillen in het leemgehalte.

pZg21 *Beekeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt III, V*

Deze eenheid komt beperkt voor ten noorden en ten oosten van Doetinchem. Het betreft de lage, vlakke en natte delen van de rivierstuifzanden. De humushoudende bovengrond is slechts ca. 15 cm dik en bestaat uit zeer donker grijs, zwak roestig, matig humeus zand. Daaronder ligt lichtgrijs, uiterst humusarm zand dat eveneens zwak roestig is. Een duidelijke G-horizont ontbreekt meestal. Het zand is leemarm en matig fijn, maar plaatselijk komt ook leemarm tot zwak lemig, matig grof zand voor.

Soms is de A1 zwak ontwikkeld. Ook zijn hier en daar 15 à 25 cm dikke veenlagen of lagen oude rivierklei in de ondergrond gevonden. Deze zijn niet op de kaart aangegeven, maar als onzuiverheid binnen het kaartvlak toegelaten.

Het bodemgebruik is overwegend grasland.

pZg23 *Beekeerdgronden; lemig fijn zand; Gt II, II/III, III, V, VI*

Deze beekeerdgronden liggen in grotere en kleinere vlakken ten westen, ten noorden en ten oosten van het Montferland en tussen Keyenburg en Doetinchem; voorts vindt men ze verspreid in de Lijmers en in zeer kleine oppervlakten bij Velp.

Tussen Keyenburg en Doetinchem zijn ze ontstaan in een breed, vlak gebied met fluviatiel zand, waarin plaatselijk dekzandkopjes voorkomen. Langs het Montferland liggen deze gronden in ondiepe laagten of in vlakke gebieden met lemig dekzand of lemig, verspoeld, fluviatiel zand. Aan de voet van de stuwwal bij Velp is het matig fijn zand, waarin plaatselijk wat grind voorkomt.

De bovengronden zijn over het algemeen 20 à 30 cm dik, zeer donker grijsbruin, roestig tot sterk roestig en hebben een humusgehalte van 3 tot 6%. Het zand is tot ca. 30 cm sterk lemig (20 à 25% leem) en zeer fijn tot matig fijn (M50 130 à 180 µ). Daaronder ligt lichtgrijs tot lichtbruin, sterk roestig C-materiaal dat uiteenloopt van zeer sterk lemig, zeer fijn (eolisch) zand (afb. 42) tot leemarm, grindhoudend, matig fijn tot plaatselijk matig grof (fluviatiel) zand.

Meestal volgt binnen 120 cm een donkergrijze, blauwgrijze of groengrijze, gereduceerde G-horizont, bestaande uit zwak lemig, fijn of leemarm, matig grof zand. Bij Gt II en III begint deze G-horizont tussen 70 en 120 cm.

Ten zuidoosten van Keyenburg, waar deze gronden veelal rondom de enkeerdgronden liggen en reeds lang in cultuur zijn, bestaat de humushoudende bovengrond uit een 30 à 45 cm dik, donkerbruin mestdek. Daarentegen is ten westen van deze plaats de bovengrond in het algemeen slechts 15 à 20 cm dik en heeft een hoog humusgehalte (8 à 10%). Op de grens met de rivierkleigronden (eenheid Rn62C), in het Velswijkerbroek tussen Hummelo en Keyenburg en bij Zeddam hebben de beekeerdgronden een zavel- of kleidek dunner dan 40 cm (toevoeging k . . .). Hier is de bovengrond plaatselijk weinig donker. In de Lijmers zijn in de ontginningsgebieden onder Beek en Braamt veel gronden



Foto Stiboka R32-45

Afb. 42 Zwarte bekeergrond in sterk lemig fijn zand, pZg23.

- | | | |
|------|------------|---|
| A11g | 0— 5 cm | zwart (10YR2,5/1), humusrijk, kalkloos, sterk lemig, zeer fijn zand; zwak roestig |
| A12g | 5— 25 cm | zeer donker grijs (10YR3/1), matig humeus, kalkloos, sterk lemig, zeer fijn zand; vrij veel roest; op de overgang naar C11g ploegsporen of schopsteken en veel met C-materiaal opgevulde wormgangen |
| C11g | 25—100 cm | grijs (2,5Y6/1), kalkloos, sterk lemig, zeer fijn zand; bovenin vrij sterk roestig, onderin weinig roest; de roest komt vooral als wortelpijpjes voor |
| CG | 100—120 cm | grijs (10Y5/1), humusarm, kalkrijk, leemarm, zeer fijn zand met enkele grindstoertjes; nog enkele roestvlekjes. |

vergraven (toevoeging →). Bij Kilder komt plaatselijk op een diepte van 60 tot 90 cm lössig materiaal in de ondergrond voor.

De zeer sterke roestafzettingen die o.a. ten oosten van Keyenborg als

ijzerconcreties in de bovengrond en als oranje tot okerkleurige lagen in de ondergrond voorkomen, zijn met toevoeging *f* . . . aangegeven.

Op plaatsen met Gt III, zoals langs het Montferland bij Beek en bij Velp, komen ten gevolge van kwel langdurige hoge grondwaterstanden voor. Ook in het gebied bij Keyenburg treft men plaatselijk zeer natte gronden aan (Gt II/III).

Het grondgebruik is overwegend grasland.

Een profiel bij Kilder met Gt III ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 16)

Apg	0— 20 cm	zeer donker grijs (10YR3/1), matig humeus, sterk lemig, matig fijn zand; sterk roestig; golvend, maar scherp overgaand in
C11g	20— 40 cm	lichtbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; sterk roestig; nog enkele humeuze vlekken; geleidelijk overgaand in
C12g	40— 65 cm	lichtbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; zeer sterk roestig; vrij sterk verkit; veel mangaanvlekken; onregelmatig, maar scherp overgaand in
CG	65—100 cm	geelbruin (10YR5/6), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; veel okerkleurige roest; geleidelijk overgaand in
G	100—120 cm	licht grijsgroen (10GY6/1), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand.

GOOREERDGRONDEN

Dit zijn eerdgronden zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels. De roest ontbreekt geheel, begint dieper dan 35 cm of is over meer dan 30 cm onderbroken. Het zijn in het algemeen laag gelegen gronden, die zijn ontstaan in een oligotroof milieu; vroeger werden ze roestarme AC-gronden genoemd. Ze vormen een betrekkelijk heterogene groep met een zwarte bovengrond en vaak met een zwak ontwikkelde, zeer flets bruine B-horizont.

In dit gebied komen gooreerdgronden in lemig fijn zand en in grof zand voor.

pZn23 *Gooreerdgronden; lemig fijn zand; Gt II*

Deze gronden liggen in het dal van de Heelsumse beek en als een klein vlakje ten noorden van Arnhem.

De 30 à 40 cm dikke, zeer donker grijze, zeer humeuze tot humustrijke bovengrond is zwak en sterk lemig (15 à 30% < 50 mu) en matig fijnzandig. Daaronder wordt grindhoudend (toevoeging . . . g), leemarm materiaal aangetroffen dat binnen 80 cm diepte een blauwgrijze (G-horizont) kleur heeft.

Ten noorden van Arnhem komt in de ondergrond zeggeachtig broekveen (toevoeging . . . v) voor. In het dal van de Heelsumse beek vindt men plaatselijk zeer dunne veenlaagjes in de grond.

pZn30 *Gooreerdgronden; grof zand; Gt III, V, VII*

Deze zeer grindrijke, grove zandgronden liggen bij Neerbosch, ten noorden van Arnhem en bij Stokkum op de rand van het Fluvioglaciaal. De matig tot zeer humeuze bovengrond is 40 à 50 cm dik en als een duidelijk zwart, homogeen cultuurdek ontwikkeld in overwegend zwak lemig, grindhoudend (toevoeging g . . .), matig grof zand.

De ondergrond bestaat uit bruin tot grijsbruin, leemarm, grindrijk, matig grof zand. Plaatselijk is hierin een zwakke humuspodzol-B herkenbaar. Elders is deze door vergraving verdwenen.

Als onzuiverheid komen hier en daar humushoudende dekken van 50 à 60 cm dikte voor (enkeerdgronden). Op de overgang naar de oude rivierkleigronden (eenheid KRd1) is de bovengrond donkerbruin en sterk lemig; het lutumgehalte is dan vrij hoog.

AKKEREERDGRONDEN

Akkereerdgronden zijn zandgronden met een matig dikke (30 à 50 cm), duidelijke, donkere, humushoudende bovengrond en met ijzerhuidjes rondom de zandkorrels direct onder de A1.

Bij deze gronden, die reeds lang in cultuur zijn, is de matig dikke humushoudende bovengrond ontstaan door ophoging met potstalmest (zie 8.1).

cZd21 *Akkereerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI, VII*

cZd23 *Akkereerdgronden; lemig fijn zand; Gt VI, VII*

Deze eenheid ligt in kleine oppervlakten ten westen van Keyenburg, meestal op verspreide dekzandkoppen of -ruggen, en een klein gebied ligt op de engen van Zelhem en Oosterwijk, te midden van enkeerdgronden.

Door potstalbemesting is een 30 à 40 cm dikke, zeer donker grijsbruine tot zeer donker grijze bovengrond ontstaan met een humusgehalte van 3 à 4%. Bij de meeste gronden is de bovenlaag overwegend zwak lemig (eenheid cZd21). Slechts een enkele rug heeft een hoger leemgehalte (20 à 25%; eenheid cZd23). Onder de donkere bovengrond bevindt zich vaak een zwakke, bruine moderpodzol-B, die geleidelijk overgaat in geelbruin, matig fijn zand.

In genoemde zandkoppen en ruggen komt op veel plaatsen op een diepte van 70 à 100 cm, een leemlaag voor.

Een profiel van eenheid cZd23 met Gt VII ten westen van Keyenburg ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 17)

Aanp	0— 33 cm	zeer donker grijsbruin (10YR3/1,5), matig humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
Aan2	33— 45 cm	geelbruin (10YR5/6), uiterst humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; vrij scherp overgaand in
C11	45— 75 cm	licht geelbruin (10YR6/4), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
C12g	75—110 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, zandige leem met enige roest
C13g	110—130 cm	lichtgrijs (10YR6/1), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; door sterke roest bont gekleurd.

9.2 De kaartenheden van de zandvaaggronden

Zandvaaggronden zijn zandgronden, waarvan de A1 slechts zwak ontwikkeld is of geheel ontbreekt. Ze zijn onderverdeeld in *vlakvaaggronden*, *duinvaaggronden* en *vorstvaaggronden*.

VLAKVAAGGRONDEN

Dit zijn zandgronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels direct onder de A1-horizont. Ze zijn in dit gebied ontstaan in rijk, fluviatiel zand of in verstoven zand (dekzand) van fluviatiele herkomst.

Naar verschillen in textuur is onderscheid gemaakt in lemig fijn zand enerzijds en grof zand anderzijds.

Zn23 *Vlakvaaggronden; lemig fijn zand; Gt II, II/III, III, V*

Deze gronden beslaan vrij grote oppervlakten rondom Didam, Beek en Wehl. Ze liggen er in grillig gevormde erosiedalen. Plaatselijk treft men ondiep fijn, soms grof rivierzand aan.

Meestal hebben ze een 25 à 30 cm dikke, donker grijsbruine, matig humusarme, sterk lemige, fijnzandige bovengrond, die een mengsel is van dekzand, lössleem en lutumhoudend materiaal. Tot 40 à 80 cm blijft het zand sterk lemig en heeft een relatief hoog lutumgehalte (plaatselijk tot 10%). Daaronder begint op de meeste plaatsen leemarm, matig fijn zand.

Evenals bij de aangrenzende veldpodzol- en beekerdgronden is de ondergrond sterk roestig. Vaak komen homogene, oranjekleurige ijzerafzettingen (okerkleurige lagen) voor. Op veel plaatsen wordt dieper dan 80 cm oude rivierklei of lössleem in de ondergrond aangetroffen.

Op de overgang naar de rivierkleigronden is de bovengrond lutumrijk (toevoeging *k* . . .). Veel vlakvaaggronden lagen vroeger in bos; bij herontginning tot bouwland zijn ze diep vergraven (toevoeging →). Het bodemgebruik is overwegend grasland.

Een profiel met grondwatertrap V tussen Wehl en Didam ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 18)

Ap	0— 25 cm	zwak heterogeen, donker grijsbruin (10YR4/2), matig humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
ACpg	25— 40 cm	sterk heterogeen, grijsbruin (10YR5/2) tot licht geelbruin (10YR6/4), zeer humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; zwakke roest; onregelmatig overgaand in
C11g	40— 55 cm	licht geelbruin (10YR6/4), vaag gevlekt, uiterst humusarm, sterk lemig, zeer fijn zand; zwakke roest; onregelmatig overgaand in
C12g	55— 70 cm	licht geelbruin (2,5Y6/4), uiterst humusarm, sterk lemig, zeer fijn zand; sterk roestig en gevlekt door mangaan; scherpe, golvende overgang naar
D1g	70—100 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), zandige leem; bont door sterke geel okerkleurige roest; scherpe overgang naar
D2g	100—120 cm	geheel door roest gekleurd, donkerbruin (7,5YR4/4), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand.

Zn30 *Vlakvaaggronden; grof zand; Gt V, VII*

Van deze eenheid komen slechts twee vlakjes voor, één bij Azewijn en één ten westen van Nijmegen. De ontstaanswijze is verschillend.

Bij Azewijn zijn deze gronden ontstaan doordat de kleilaag van de oorspronkelijk aanwezige gronden tot de fluviatiele zandondergrond is afgegraven (toevoeging ↓). Er werd slechts 20 à 40 cm lutumrijk materiaal met een sterk uiteenlopend lutumgehalte (toevoeging *k* . . .) en een laag humusgehalte (1 à 2%) teruggestort. Het leemarme zand onder de lutumrijke laag is matig grof tot zeer grof en kalkloos.

Ten gevolge van het afgraven hebben deze gronden een komvormige ligging en zijn ze periodiek vrij nat (Gt V).

Ten westen van Nijmegen komt deze kaartenheid op een hoge zandkop in het oude rivierkleigebied voor. De donkerbruine, matig humusarme bovengrond van lichte zavel is ca. 30 cm dik (toevoeging *k* . . .). Hieronder ligt bruingrijs, kalkloos, overwegend grof rivierzand. De gronden zijn vrij diep ontwaterd (Gt VII) en droogtegevoelig. Het bodemgebruik is vrijwel overal grasland.

DUINVAAGGRONDEN

Duinvaaggronden zijn zandgronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en met ijzerhuidjes onder de eventueel aanwezige A1-horizont. Ze worden in dit gebied alleen gevonden in hoog boven het grondwater gelegen stuifzanderterreinen.

Er is slechts één eenheid onderscheiden.

Zd21 *Duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VII*

Deze gronden liggen voor een groot deel in een brede strook tussen Arnhem en Rheden op de overgang van de stuwwal naar het Fluvio-glaciaal. Verder zijn er nog enkele vlakken in de omgeving van De Ginkel en Schaarsbergen.

Kenmerkend voor deze gronden is het onrustige reliëf (afb. 43) met de soms zeer steile stuifduinen. Sommige delen zijn geheel onbegroeid, andere hebben een heidevegetatie of zijn bebost. Op de kale duinen ont-



Foto Stiboka R35-124

Afb. 43 Stui fzandgebied met duinvaaggronden (Zd21) bij Rheden.

breekt nog elk spoor van bodemvorming. Op de begroeide gronden is een zeer dunne, uiterst humusarme tot zeer humusarme A1 aanwezig. Hieronder kan soms een zwakke micropodzol zijn ontwikkeld.

Het gehele stuifzandpakket bestaat uit uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand. Het is soms vele meters, maar plaatselijk nauwelijks 40 cm dik. Plaatselijk komt in de ondergrond grof, grindhoudend zand voor, waarin veelal een moderpodzol is ontwikkeld. Bij Rheden ligt hier en daar stuifzand op lössleem.

Voor de landbouw zijn deze gronden ongeschikt.

VORSTVAAGGRONDEN

Vorstvaaggronden zijn zandgronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels onder de eventueel aanwezige A1. Er heeft reeds enige bodemvorming plaatsgevonden, waarbij een homogene, min of meer bruin gekleurde laag in de positie van een B of een zwakke moderpodzol-B is ontstaan.

Vorstvaaggronden komen overwegend voor in rijk Jonger dekzand of rivierstuifzand.

Er is onderscheid gemaakt naar verschillen in leemgehalte en grofheid van het zand.

Zb21 *Vorstvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand; Gt VI, VII*

Deze vorstvaaggronden komen verspreid voor op hogere koppen van Jonger dekzand tussen Didam en Wehl en ten zuiden van Keyenburg. Tussen Drempt en Doetinchem zijn ze ontstaan in rivierduinen.

Ze bestaan geheel uit zwak lemig tot leemarm zand; het rivierstuifzand is iets grover (M50 180 à 200 mu) dan het dekzand (M50 150 à 170 mu). De gronden die als bouwland worden gebruikt, hebben een 25 à 30 cm dikke, grijsbruine, matig humusarme (ca. 2% humus) bovengrond; onder bos is de A1 5 à 10 cm dik en eveneens humusarm.

De bruin gekleurde laag onder de A1 is uiterst humusarm. In de rivier-

stuifzanden loopt deze laag tot grote diepte door en verandert binnen 120 cm nauwelijks van kleur; in dekzand reikt ze slechts tot 50 à 60 cm diepte en gaat geleidelijk over in lichtbruin of geelbruin gekleurd C-materiaal. Plaatselijk komen in de ondergrond 5 à 10 cm dikke, compacte, bruine, lemige laagjes voor (banden-B). Op de dekzandkoppen wordt op veel plaatsen lössleem in de ondergrond aangetroffen.

Ten noordoosten van Doetinchem zijn de rivierduinen plaatselijk verstoven, zodat daar als onzuiverheid duinvaaggronden (Zd21) aanwezig zijn. In het dekzandgebied tussen Beek en Didam treft men te midden van de vorstvaaggronden plaatselijk loopodzolgronden (cY21) aan.

Behalve als enkelvoudige eenheid is Zb21 ook onderscheiden in associatie met Hn21.

Het bodemgebruik is in het dekzandgebied meestal bouwland, op de rivierduinen overwegend bos.

Een profiel met Gt VII uit het dekzandgebied bij Wehl ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 19)

Ap	0— 30 cm	matig heterogeen, grijsbruin (10YR5/2), matig humusarm, leemarm, matig fijn zand; scherp overgaand in
C11	30— 50 cm	tamelijk homogeen, bruin (10YR5/3), uiterst humusarm, leemarm, matig fijn zand; zwakke moderpodzol-B; geleidelijk overgaand in
C12	50—110 cm	lichtbruin (10YR6/3), uiterst humusarm, zwak lemig, matig fijn zand; bruin gevlekt door kleine leembrokjes en bandjes; onregelmatig scherp begrensd door
Bt	110—115 cm	bruin (7,5YR4/3), tamelijk compact, uiterst humusarm, zwak lemig, zeer fijn zand; scherpe overgang naar
C13	115—130 cm	lichtbruin (10YR6/3), zwak lemig, matig fijn zand.

Zb23 *Vorstvaaggronden; lemig fijn zand; Gt VI, VII*

Deze gronden treffen we aan in het lemige dekzand ten westen van Kilder, ten noorden van Loil en ten westen van Beek. Ook liggen ze op zandopduikingen in het oude rivierkleigebied ten noorden van Hummelo en Drempt en tussen Doetinchem en Azewijn. Tenslotte komen nog enkele vlakjes voor langs de IJssel ten oosten van Doesburg, waar ze in overslagmateriaal zijn ontstaan. De bovengrond, die hoogstens 45 cm dik is, is donker grijsbruin van kleur, humusarm en bevat maximaal 25% leem. Op verschillende plaatsen, o.a. bij Drempt, is het lutumgehalte relatief hoog, als gevolg van vroegere overstromingen.

De ondergrond, die zeer verschillend is, bestaat uit bruin gekleurd, zwak lemig, matig fijn zand (Hummelo en ten noorden van Hoog-Keppel), uit sterk lemig, zeer fijn zand (Kilder) of uit scherp, leemarm, matig fijn rivierzand (ten noorden van Drempt). Bij Kilder en Wehl komt onder de bruin gekleurde laag een sterk roestige ondergrond voor. Ten noorden van Hummelo, Hoog-Keppel en Drempt is de bruine laag meestal als een zwakke moderpodzol-B ontwikkeld. Hier treft men in de ondergrond geregeld vrij dikke, soms verkitten, bruine fibers aan (zie profielbeschrijving, lagen 76-88 cm en 105-120 cm), die elders ontbreken. Daarnaast wordt, zowel in de Lijmers als bij Hummelo, vrij veel oude rivierklei of lössleem vanaf 80 à 120 cm aangetroffen. Dikwijls komen hierin sterk verkitten, bruine banden-B's voor.

Het bodemgebruik is vrijwel overal akkerbouw.

Een profiel dat als een onzuiverheid in een vlak van KRn1 voorkomt, ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 20)

Ap	0— 35 cm	homogeen, donker grijsbruin (10YR4/2), zeer humusarm, sterk lemig, matig fijn zand; scherp overgaand in
C11	35— 76 cm	bruin (7,5YR4/4), zeer humusarm, leemarm, matig fijn zand; onderin bruin gevlekt; onregelmatig begrensd door
C12	76— 88 cm	sterk verkit, uiterst humusarm, bont gekleurd, donkerbruin (7,5YR3/2) en bruin okerkleurig (7,5YR5/6), leemarm, matig fijn zand; onregelmatig begrensd door

C12g	88—105 cm	grijsbruin (10YR5/2), leemarm, matig fijn zand; sterk roestig
Bt	105—120 cm	bont gekleurd, donkerbruin (7,5YR3/2) en bruin okerkleurig (7,5YR5/6), zwak lemig, matig fijn zand (banden-B).

Zb30 *Vorstvaaggronden; grof zand; Gt VII*

De grofzandige vorstvaaggronden komen alleen voor in enkele vlakjes bij Azewijn en Doetinchem, in een wat groter gebied ten westen van Stokkum en in twee kleine vlakjes bij Beek ten oosten van Nijmegen.

Bij eerstgenoemde plaatsen liggen ze op geïsoleerde zandkoppen (vermoedelijk rivierduinen) te midden van lagere oude-rivierkleigronden. Ze worden bijna uitsluitend als bouwland gebruikt. Ze hebben een 30 à 40 cm dikke, donker grijsbruine, matig humusarme, zwak lemige, matig grofzandige bovengrond, die op de overgang naar de kleigronden plaatselijk lutumhoudend en daardoor sterk lemig kan zijn. Hieronder komt los, bruin, leemarm, matig grof zand voor, waarin incidenteel tussen 100 en 120 cm oude rivierklei wordt gevonden. Het grondwater komt niet binnen 120 cm - mv., zodat deze gronden zeer droogtegevoelig zijn.

De gronden bij Stokkum zijn ontstaan in rivierstuifzand, dat uit de pleistocene riviervlakte tot vrij grote hoogte tegen de helling van het Montferland is opgewaaid. De gronden bestaan tot grote diepte uit bruin, uiterst humusarm, matig grof zand. Ze hebben een vrij sterk golvend oppervlak, liggen onder bos of zijn niet in cultuur. Bij Beek liggen deze gronden op de rivierstuifzandrug die vanuit Duitsland tot juist over de rijksgrens reikt.

10 Kalkhoudende zandgronden

Dit zijn minerale gronden die binnen 80 cm diepte voor meer dan de helft uit zand bestaan. Ze zijn in dit gebied alle kalkrijk vanaf het maai-veld en hebben een weinig donkere bovengrond met een laag humus-gehalte (*vaaggronden*). Er komen periodiek hoge grondwaterstanden in voor en daardoor ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels. Zulke gronden worden *vlakvaaggronden* genoemd.

Zn30A *Kalkhoudende vlakvaaggronden; grof zand*¹

Deze eenheid komt uitsluitend voor in de uiterwaarden van de Waal, de IJssel en de Rijn.

Langs de Waal treft men deze gronden aan in relatief hoge ruggen. Ze bestaan hier uit grijsbruin, uiterst humusarm, lutumarm, kalkrijk, matig grof rivierzand, waarin nog elk spoor van bodemvorming ontbreekt. Bij droogte zijn deze gronden gevoelig voor verstuiven.

Langs de IJssel en de Rijn zijn ze ontstaan doordat een pakket uiterwaardklei is afgegraven (toevoeging $\downarrow$) tot op het grove rivierzand. Bij de afgraving werd volgens voorschrift de kleiige, humushoudende bovenlaag ter dikte van 30 cm teruggestort. De nieuw ontstane gronden hebben een 25 à 30 cm dikke, matig humusarme, heterogene bovengrond van kalkrijke zavel en klei (toevoeging $k \dots$), die scherp rust op grijsbruin, kalkrijk, lutumarm, matig grof zand.

In de Havikerwaard bij Ellecom en de Vaalwaard bij Giesbeek komt deze eenheid over een grote oppervlakte voor in associatie met eenheid Rn82A.

De gebieden hebben sterk wisselende grondwaterstanden die samenhangen met de stand van het rivierwater. Een groot deel staat periodiek onder water; daarentegen verdroogt het gras bij lage rivierstanden in de zomer.

Een profiel voorkomende in de associatie $kZn30A/Rn82A$ uit de Havikerwaard bij Ellecom ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 21)

Apg	0—32 cm	grijsbruine (10YR5/2), matig humusarme, kalkrijke, zware zavel; heterogeen en zwak roestig; scherp overgaand in
C2g	32—120 cm	licht grijsbruin (10YR6/2), uiterst humusarm, kalkrijk, lutumhoudend, matig grof zand; zwakke roest.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

II Rivierkleigronden

Alle door de grote rivieren in het Holocene afgezette sedimenten worden tot de rivierkleigronden gerekend, wanneer het materiaal tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte lutumrijk is (meer dan 8% lutum) en niet gerekend wordt tot de oude rivierkleigronden (zie hoofdstuk 12).

De onderverdeling is gebaseerd op verschillen in bodemvorming, profielopbouw en bouwvoorwaarte.

11.1 Bodemvorming

Bij de meeste rivierkleigronden beginnen na de afzetting bodemkundige processen een rol te spelen. Dit verloopt bij de zware kleigronden van de laag gelegen kommen anders dan bij de lichtere, in de ondergrond zelfs zandige, hoger gelegen oeverwallen.

11.1.1 Rijping en homogenisatie

De door de rivier aangevoerde sedimenten ondergaan na de afzetting in meerdere of mindere mate veranderingen, zoals waterverlies, volumevermindering (inklinking), veranderingen in gehalte en aard van de organische stof. Het totaal van deze veranderingen is door Zonneveld (1960) initiale bodemvorming genoemd en wordt ook wel aangeduid met de term rijping. Doordat de wijze van aanvoer van het sediment bij rivierklei geheel anders is dan bij zeeklei, verloopt ook het rijpingsproces anders. Bij de rivierklei is sprake van *periodieke* sedimentatie, gevolgd door een periode van rust, waarin het verse sediment een zekere rijping kan doormaken. Bovendien is er een groot verschil in materiaal en milieu tussen stroomruggen en kommen.

De kern van de *stroomruggen* bestaat uit zand, waarin de rijping geen rol speelt. Op het zand wordt lutumrijk materiaal afgezet, meestal in dunne laagjes. Deze ondergaan na val van het rivierwater een snelle rijping. Het materiaal oxydeert en er ontstaat roest. Door de bodemdieren wordt het verse sediment spoedig vermengd met de lagen eronder. Daardoor verdwijnt de gelaagdheid en wordt de roest gelijkmatig verdeeld. De grond krijgt daardoor een homogeen bruine kleur, die typerend is voor de stroomruggronden. Deze homogenisatie (Hoeksema, 1953) is het diepst in de ooivaaggronden. De gronden in de *uiterwaarden* vertonen een beeld van rijping en homogenisatie dat vrijwel gelijk is aan dat van stroomruggronden.

De afzettingen in de *kommen* vonden plaats in een zeer moerassig en waarschijnlijk sterk begroeid milieu. We moeten ervan uit gaan, dat ze lang onder water bleven en dat het sediment in drogere tijden in be-

perkte mate kon rijpen. Op veel plaatsen worden evenwel in het komklei-pakket één of enkele donkergrijze lagen aangetroffen, die door vele onderzoekers als vegetatiehorizonten worden beschouwd (Havinga, 1969, par. 7.6). Een dergelijke laag kan alleen ontstaan gedurende een langere periode van stilstand in de opslibbing. Gedurende die tijd kan de rijping wat verder zijn voortgeschreden. Voor vele komkleien geldt dus, dat de rijping met onderbreking heeft plaatsgevonden. Waarschijnlijk is het proces pas voltooid na de ontwatering van de kommen door de mens.

Alleen op plaatsen waar ook nu nog extreem natte omstandigheden heersen, zoals in voormalige rivierbeddingen, is de ondergrond niet geheel gerijpt; ze wordt binnen 80 cm matig slap of slap (Ro . .).

Ook in de gebroken gronden (zie eenheid Rn62C) speelt homogenisatie een belangrijke rol. In de loop van het seizoen droogt de kleibovengrond uit en trekken de wormen zich in de diepere lagen terug. De talrijke mollen maken hun gangen bij voorkeur in het zand direct onder de (naar beneden vaak zware) klei. Door de klei heen wordt het zand naar het oppervlak gewerkt (molshopen), waar het zich met het daar aanwezige materiaal vermengt (Hoeksema, 1953). De bovengrond heeft daardoor een duidelijke bijmenging met fijn of grof zand.

Een andere bron voor de zandbijmenging in de gebroken gronden moet gezocht worden in de sloten, die tot in de zandondergrond reiken. Dit zand werd over de percelen uitgespreid en door biologische homogenisatie en/of grondbewerking met de klei vermengd. Gronden, die op deze wijze hun gebroken karakter hebben gekregen, hebben onder de gebroken bovengrond vrijwel altijd een laag zware klei zonder bijmenging van zand.

De menging van de zware klei met zand geeft aanleiding tot ongunstige structuren en een geringe structuurstabiliteit.

11.1.2 Koolzure-kalkgehalte

In de rivierkleigronden van dit gebied komen grote verschillen in kalkgehalte voor. Deze worden gedeeltelijk veroorzaakt door verschillen die reeds bij de afzetting aanwezig waren, maar zijn voor een ander deel het gevolg van veranderingen die na de sedimentatie plaatsvonden. Zo zijn bijv. de jonge kalkloze kleien van de Oude IJssel kalkloos afgezet, aangezien het sediment grotendeels bestond uit verder stroomopwaarts geërodeerde, kalkloze oude rivierklei (mondelijke mededeling Ir. Poelman).

Alle zware kleigronden van het Rijnsysteem, de zgn. komgronden, zijn geheel of vrijwel geheel kalkloos, ondanks het feit dat de Rijn kalkrijk sediment aanvoert. We moeten dan ook aannemen dat in de kommen reeds tijdens de opslibbing ontkalking heeft plaatsgevonden. Door de dichte begroeiing kwam bij het vergaan van grote hoeveelheden organisch materiaal veel CO₂ vrij, dat in het vrijwel stilstaande water moeilijk kon worden afgevoerd. Hierdoor kon de kalk van de telkens afgezette, dunne laagjes zware klei gemakkelijk in oplossing gaan (Pons, 1957; Zonneveld, 1960; Van der Sluijs, 1970) en ontstonden op de lange duur dikke lagen kalkloze (kom)klei.

In de stroomruggen van de Rijn en de Waal is tijdens de sedimentatie geen of weinig ontkalking opgetreden. Wel vindt in ons klimaat, waarbij de neerslag groter is dan de verdamping, door uitspoeling een zekere ontkalking na de afzetting plaats (Edelman en De Smet, 1951; Pons, 1957). Daardoor zijn de oudste gronden diep kalkloos geworden en zijn de wat jongere stroomruggen over meer of minder grote diepte ont-

kalkt. De jongste sedimenten vlak langs de Rijn en de Waal, dus die waarin geen of nauwelijks ontkalking is opgetreden, zijn echter nog geheel kalkrijk.

11.1.3 Hydromorfe kenmerken

Bij de fysische rijping dringt geleidelijk lucht in de grond door langs scheuren, wortelkanalen enz. en worden ijzerverbindingen geoxydeerd. Hierdoor ontstaan rode tot oranjekeurige roestvlekken in het grijze moedermateriaal. Waar periodiek hoge grondwaterstanden voorkomen, zullen de grijze kleuren en de roestvlekken zich handhaven (hydromorfe kenmerken). De diepte waarop deze hydromorfe kenmerken beginnen, is vooral afhankelijk van de ligging boven het grondwater. Zo beginnen in een hoog gelegen stroomrug de roest en grijze vlekken in het algemeen dieper in het profiel dan in een laag gelegen kom.

11.1.4 Vorming van de A1-horizont

Gelijktijdig met de fysische rijping begint boven in de grond, samenhangend met de vegetatie en de bodemfauna, de vorming van een min of meer donkergekleurde, humushoudende bovengrond: de A1-horizont. Door biologische activiteit wordt vers aangevoerde organische stof voortdurend afgebroken, omgezet en intensief vermengd met minerale bestanddelen. Een belangrijk deel van de voedingsstoffen is in de A1-horizont opgeslagen; bovendien is de beworteling grotendeels in deze horizont geconcentreerd.

De rivierkleigronden in dit gebied hebben vrijwel alle een dunne en weinig donkere, humushoudende bovengrond. Alleen onder bijzondere omstandigheden is plaatselijk, o.a. in oude boomgaarden en bij oude cultuurgronden, een meer of minder dikke, duidelijk donkere bovengrond ontstaan. Ook in lage gedeelten van de uiterwaarden komen plaatselijk 15 à 20 cm dikke, duidelijk donkere bovengronden voor. Hier wordt de donkere kleur echter niet veroorzaakt door humus, maar door industrievuil en kolenslik dat tegelijk met het rivierslib is bezonken.

In de kalkloze, zware rivierkleigronden (Rn44C) worden op uiteenlopende diepte vaak 10 à 15 cm dikke, donkere, humushoudende lagen aangetroffen die onder de naam 'laklagen' (Edelman, c.s., 1950) bekend staan. Het zijn oude begroeiingsoppervlakken die zijn ontstaan in een tijd dat er weinig of geen opslibbing plaatsvond en die later door hernieuwde sedimentatie met een laag klei werden bedekt.

11.1.5 Structuur

Structuur is de ruimtelijke rangschikking van de elementaire bestanddelen van de grond en hun eventuele aggregaten, alsmede van de holten in de grond (Jongerijs, 1957). Genoemde auteur heeft de structuren in allerlei gronden uitvoerig onderzocht, beschreven en samengebracht in een systeem, waarvan in het volgende wordt uitgegaan.

De structuurvormen zijn ten dele afhankelijk van de eigenschappen van de grond, zoals het lutumgehalte en het organische-stofgehalte, alsmede van de toestand, waarin het materiaal zich op een bepaald moment tengevolge van de waterhuishouding bevindt.

Zoals reeds bij de bodemvorming werd beschreven, treden bij weinig lutumhoudende gronden (minder dan 12 à 15% lutum), zoals de lichte stroomruggronden, bij uitdroging slechts weinig krimpscheuren op. Er ontstaan dan ook onduidelijke structuurelementen. Wel vindt men in de ondergrond spons- of gatenstructuren (G)¹, ontstaan door de werking

¹ Codering van de structuurvormen volgens Jongerijs, 1957.

van wortels en bodemdieren. Verder kan men in deze ondergronden een sedimentaire gelaagdheid onderscheiden, die wordt aangeduid als gedefde bouwpatronen (H).

Bij zwaardere gronden treedt bij uitdrogen structuurvorming op. Men kan dit duidelijk waarnemen bij zware kleigronden, die lange tijd droog zijn geweest. Aan het oppervlak ontstaat dan een veelhoekig scheurenpatroon. Het al of niet doorwerken naar de diepte van de structuurvorming is afhankelijk van de hydrologische omstandigheden. Waar de grond voldoende gelegenheid tot uitdrogen krijgt, ontstaan aanvankelijk prismatische structuurelementen (B). In het diepste gedeelte van de fluctuatietone van het grondwater vindt men meestal enkelvoudige prisma's (B5). Komt het profiel buiten de invloed van het grondwater, dan zien we een opdeling van de prisma's, een zogenaamde fragmentatie. Uit de enkelvoudige prisma's ontstaan daardoor samengestelde (B3) prisma's, die weer zijn opgebouwd uit kleinere prisma's of blokvormige elementen. In zware, humusarme gronden met weinig biologische activiteit, ontstaan blokkige elementen (A5) met scherpe hoeken en ribben. Naarmate de grond lichter is, meer humus bevat en de biologische activiteit toeneemt, worden afgerond-blokkige elementen (A4) gevormd, waarbij de hoeken en ribben ten dele zijn afgerond.

Bij de prisma's wordt nog onderscheid gemaakt of het buitenoppervlak glad of ruw is. Hierbij speelt de zwaarte van de grond, de hoeveelheid organische stof en de ligging ten opzichte van het grondwater een rol. Gronden met meer dan ca. 20% lutum en niet te veel organische stof, zullen in de fluctuatietone van het grondwater, dus waar ze onderhevig zijn aan zwellen en krimpen, in het algemeen uit gladde (enkelvoudige) prisma's bestaan. Naarmate het lutumgehalte lager is, het organischestofgehalte toeneemt en de grond minder aan de invloed van het grondwater is blootgesteld, zullen de prisma's ruwer worden.

Ook de grootte van de structuurelementen wordt in zekere mate bepaald door de hydrologische omstandigheden; hoe droger de grond is, des te fijner zijn de elementen.

Tengevolge van een aantal processen, zoals de invloed van de vegetatie en de fauna, het klimaat, het weer en de mens, ontstaan nieuwe structuurvormen en veranderen bestaande. Vooral het leven in en op de grond brengt tal van veranderingen tot stand. De organische stof die wordt geproduceerd, wordt met de grond vermengd. Een grote biologische activiteit veroorzaakt een diepe homogenisatie, waardoor de geogene gelaagdheid verdwijnt, de bovenste lagen min of meer egaal bruin gekleurd worden en een groot aantal gangen, gaten en poriën ontstaat. Bij de structuurvormen zien we als gevolg van deze biologische activiteit een zogenaamde *granulatie* optreden, waarbij afgeronde en ten dele poreuze structuurelementen ontstaan.

Indien de biologische activiteit voldoende sterk is, ontstaat een granulaire structuur (A3); de elementen zijn hier sterk afgerond en meestal poreus. Kruimels en kruimelachtige structuurvormen (resp. A1 en A2) met ronde structuurelementen en een zeer losse opbouw, komen alleen voor in lichte gronden met een hoog gehalte aan organische stof en een zeer grote biologische activiteit.

In gronden, waar de bovengrond uit structuurelementen van het type A1, A2 of A3 bestaat, is de prismatische structuur bovenin meestal geheel verdwenen. Naar beneden maken de genoemde structuren dan plaats voor afgerond-blokkige (A4) of (scherp)blokkige (A5) elementen (afb. 44), al of niet als delen van samengestelde prisma's (B3). Nog dieper komen soms enkelvoudige prisma's (B5) voor. Een dergelijke

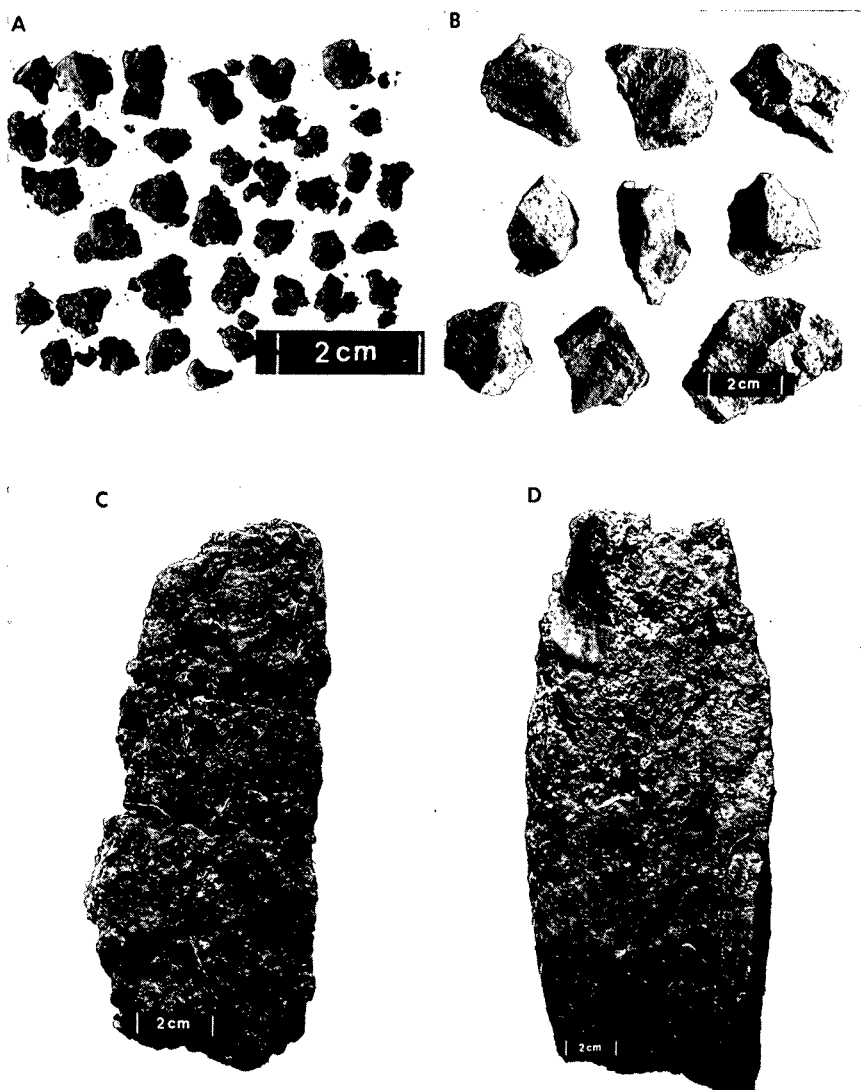


Foto Stiboka 7303-7304-7308-7302

Afb. 44 Enkele structuurvormen uit de rivierklei.

A afgerond-blokkige elementen (code A4)

B (scherp-)blokkige elementen (code A5)

C samengesteld (gesegmenteerd), ruw prisma (code B3a)

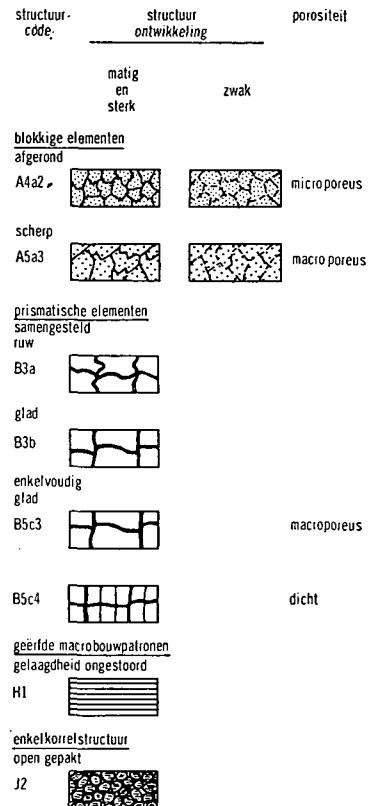
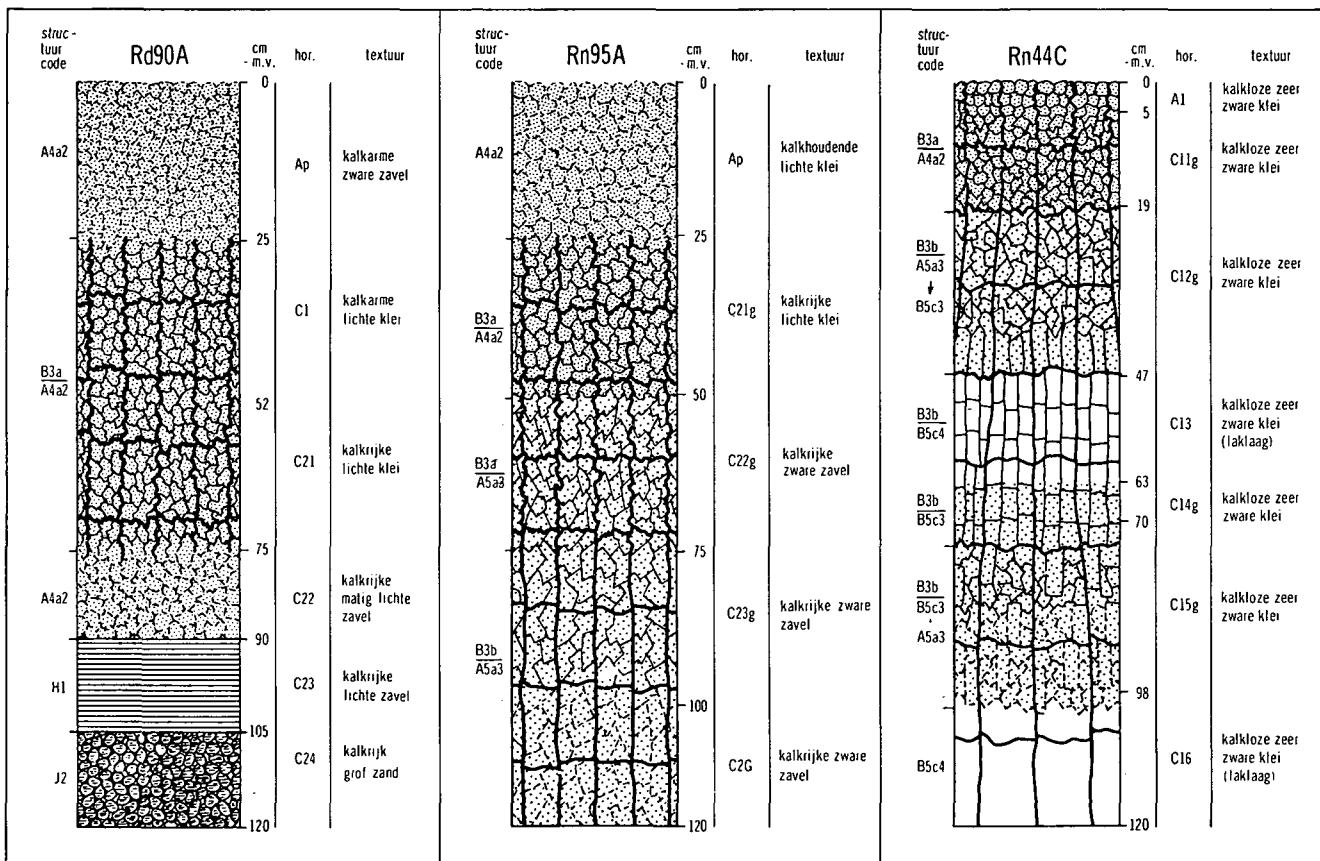
D enkelvoudig, glad prisma (code B5c)

verticale opeenvolging van de verschillende structuurvormen in een bepaald profiel wordt aangeduid als een structuurprofiel (Hulshof, Van der Kloes en Schellekens, 1960).

Hoewel bij de verschillende kaartenheden, mede door de hieronder nog te bespreken invloeden, een grote variatie in structuurprofielen voorkomt, zijn sommige typen toch vaak aan bepaalde gronden gebonden (afb. 45). Zo zien we bij de komgronden en de zware stroomruggronden meestal sterk ontwikkelde, prismatische structuurvormen, bij de lichte stroomruggronden ontbreken deze en komen structuurprofielen voor met slechts matig ontwikkelde, blokkige elementen.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de structuur tot stand komt door een ingewikkeld samenspel. Enerzijds de eigenschappen van het materiaal,

Afb. 45 Structuurprofielen van enkele belangrijke eenheden uit de rivierklei.



anderzijds factoren, die de structuur gemakkelijk beïnvloeden of veranderen. Hiertoe behoort bijvoorbeeld het weer, ofschoon dit voornamelijk de bovenste laag van de grond beïnvloedt. Hagel en regen oefenen een directe druk uit op de structuurelementen. Indien de bindende kracht in deze elementen onvoldoende is, vallen ze uiteen; de grond verslempst. Bevriezing heeft tot een zekere diepte een structuurherstellend effect. Dooi, terwijl er nog vorst in de grond zit, geeft aanleiding tot een sterke verslemping.

Tenslotte is ook de mens een belangrijke oorzaak van veranderingen in de structuurvormen. De structuur van de bovengrond gaat achteruit door het belopen en berijden. Dit wordt nog verergerd door het bewerken van de grond onder te natte omstandigheden. Regelmatige grondbewerking heeft mede tot doel, de structuur weer zo goed mogelijk te herstellen. Wanneer steeds op dezelfde diepte wordt geploegd, ontstaat echter op de grens van geploegde en niet geploegde grond een dichte laag, de zg. ploegzool.

Onder oud grasland, jong bouwland, oud bouwland en al dan niet gemulchte boomgaard kan men zeer uiteenlopende structuurvormen aantreffen. Zo zijn bijvoorbeeld bij de omzetting van oud grasland in bouwland de andere structuurvormen die ontstaan na enkele jaren, duidelijk waarneembaar. Het hoge organische-stofgehalte van het grasland loopt daarbij sterk terug.

11.2 Indeling van de rivierkleigronden

In het gebied van deze twee kaartbladen komen uitsluitend weinig donker gekleurde bovengronden voor, die slechts een gering contrast met het onderliggende materiaal hebben. Evenals bij de zandgronden worden kleigronden met een zwak ontwikkelde A1 *vaaggronden* genoemd.

Deze vaaggronden worden ingedeeld naar het al of niet voorkomen van hydromorfe kenmerken. Tot de gronden met hydromorfe kenmerken behoren:

- 1 de *nesvaaggronden*; deze hebben een niet-gerijpte minerale ondergrond
- 2 de *drechtnaaggronden*; gekenmerkt door het voorkomen van een minstens 40 cm dikke moerige laag, die tussen 40 à 80 cm begint
- 3 de *poldervaaggronden*; deze hebben roest en/of grijze vlekken die ondieper dan 50 cm beginnen.

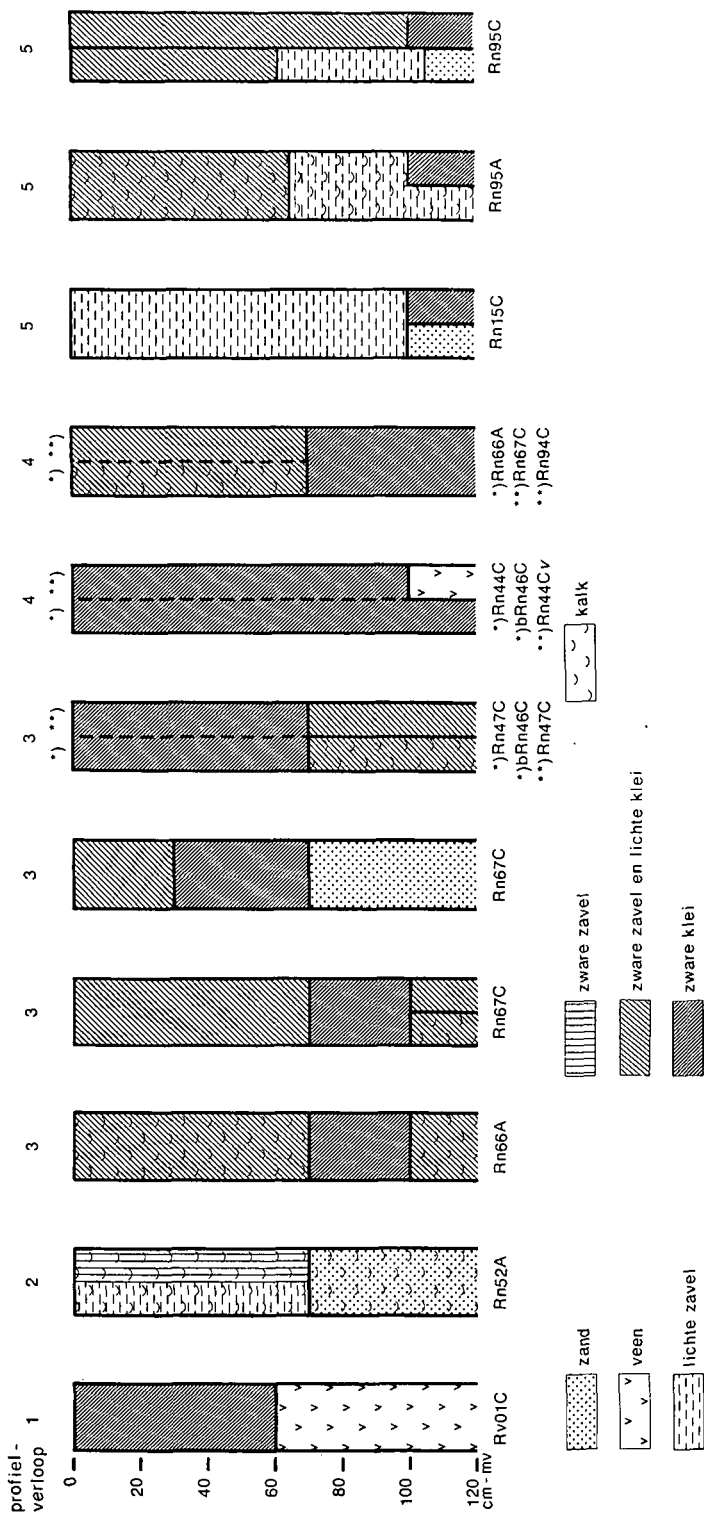
Bij de *oivaaggronden* ontbreken hydromorfe kenmerken. Grijze vlekken beginnen steeds dieper dan 50 cm. Alle gronden hebben tot ten minste deze diepte een egaal bruine kleur.

De verdere indeling geschiedt naar bouwvoorwaarte, profielverloop en gehalte aan koolzure-kalk.

De zwaarte van de bouwvoor wordt bepaald in de laag tussen ca. 15 en 25 à 30 cm en uitgedrukt in de in tabel 1 (zie 2.1.1) genoemde lutumklassen. Gezien de kaartschaal en de vrij grote verschillen die soms op korte afstand kunnen voorkomen was het noodzakelijk een aantal combinaties te maken.

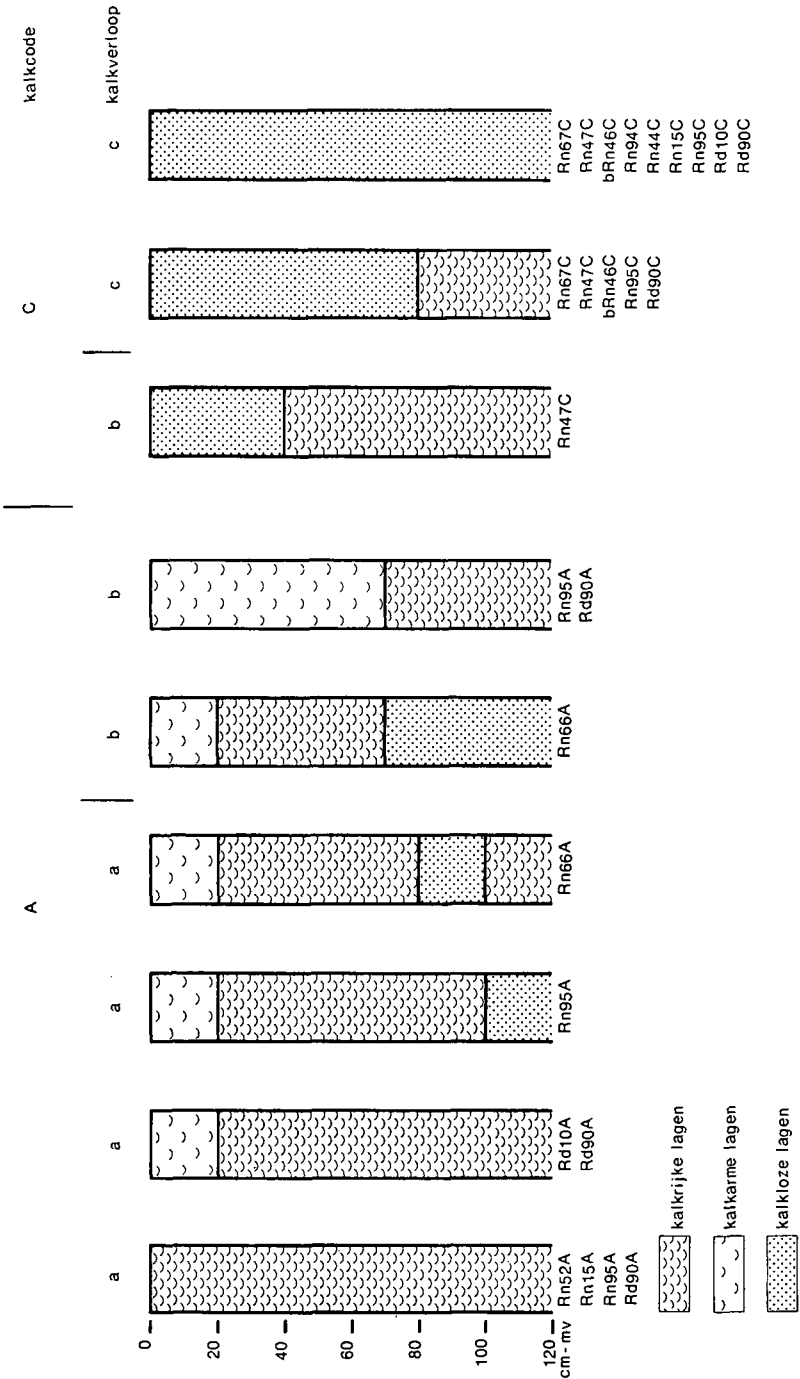
Bij de poldervaaggronden worden vier *profielverlopen* onderscheiden (zie 2.3.1), die in een aantal gevallen zijn gecombineerd. Dit wordt aangegeven door in de omschrijving de nummers van de profielverlopen achter elkaar te zetten. Zo betekent de combinatie 3, of 3 en 4 (7 in de codering) dat het kaartvlak met deze omschrijving geheel uit gronden met profielverloop 3 kan bestaan of dat profielverloop 3 en 4 in hetzelfde kaartvlak kunnen voorkomen. Uiteraard kan door de ruime begrenzing van de profielverlopen, door de mogelijkheid van combinatie en door verschillen in de diepere ondergrond, binnen één kaart-

eenheid nog een vrij grote variatie optreden. De meest voorkomende profielverlopen worden schematisch weergegeven in afb. 46. Ook het verloop van het *koolzure-kalkgehalte* in het profiel geeft een grote variatie te zien. Van de meest voorkomende op deze kaartbladen



Afb. 46 Enkele belangrijke profielverlopen in de rivierkleigonden van de kaartbladen 40 West en 40 Oost.

geeft afb. 47 een schematisch beeld. In de legenda worden de diverse kalkverlopen (zie 2.4.1) in twee combinaties samengevat. Tot de kalkhoudende gronden worden gerekend de gronden met kalkverloop a of a en b, of b, of a en b en c (gecodeerd met . . . A); tot de kalkloze die met



Afb. 47 De voornaamste kalkverlopen in de rivierkleigronden van de kaartbladen 40 West en 40 Oost.

kalkverloop b en c, of c (gecodeerd met . . . C). Hierdoor zijn de diep kalkloze gronden, zoals de komgronden (kalkverloop c) en de diep ontkalkte, oude stroomruggronden (kalkverloop b en c) gescheiden van

de kalkrijke jongere stroomrug- en uiterwaardgronden. Deze in principe kalkrijke gronden vertonen echter hetzij door reeds opgetreden ontkalking, hetzij door variaties in het oorspronkelijke materiaal, zoveel verschillen in kalkverloop dat ook kleine oppervlakten kalkarme of zelfs kalkloze gronden (kalkverloop b en c) moeten worden toegelaten. Althans een deel van deze gronden heeft daardoor naast kalkverloop a ook kalkverloop a en b of zelfs a en b en c.

11.3 De kaarteenheden van de rivierkleigronden

DRECHTVAAGGRONDEN

Dit zijn kleigronden met een weinig donkere bovengrond en een veenondergrond die begint tussen 40 en 80 cm. Ze liggen op de laagste plaatsen van het rivierkleigebied, nl. in enkele komgebieden en in brede, voormalige rivierbeddingen. Er is slechts één eenheid onderscheiden.

Rv01C *Kalkloze drechтваaggronden; profielverloop 1; Gt II, III*¹

Op kaartblad 40 Oost liggen deze gronden in de Havikerwaard bij Ellecom, ten zuiden van de IJssel tussen Giesbeek en Zevenaar, ten westen van Doetinchem en ten noordoosten van Zeddam. Op kaartblad 40 West treft men ze aan bij Neerbosch, Ubbergen en tussen Rheden en Velp.

De bovengrond is gewoonlijk 10 à 15 cm, maar plaatselijk 25 à 30 cm dik en bestaat uit zeer humeuze, kalkloze, matig zware tot zeer zware klei; bij Neerbosch plaatselijk uit venige klei. Hieronder volgt tot 40 à 50 cm diepte donkergrijze, kalkloze, zeer zware klei, waarin veel roest en grijze vlekken worden aangetroffen. Op de overgang naar het veen is de klei blauwgrijs en soms zeer fijnzandig tot siltig. De veenondergrond varieert van slibarm zeggeveen tot kleilig broekveen met houtresten of slappe, venige klei.

Plaatselijk komt onder het veen oude rivierklei binnen 120 cm voor. Bij Ellecom ligt onder het veen pleistoceen zand ondieper dan 120 cm (toevoeging . . . p).

Het bodemgebruik is uitsluitend grasland.

NESVAAGGRONDEN

Dit zijn kleigronden met een zeer dunne of een weinig donkere, humushoudende bovengrond en een slappe, niet-gerijpte ondergrond. Ze beslaan in dit gebied slechts een kleine oppervlakte en komen hoofdzakelijk voor in oude rivierbeddingen waar het grondwater permanent zeer hoog is. Er is slechts één eenheid onderscheiden.

Ro60C *Kalkloze nesvaaggronden; zavel en lichte klei; Gt II, III*¹

Deze eenheid ligt op kaartblad 40 Oost in de uiterwaard bij De Steeg en in het dal van de Oude IJssel bij Drempt. Op kaartblad 40 West komen ze alleen voor ten westen van Nijmegen.

Bij De Steeg zijn deze gronden ontstaan tengevolge van het afgraven van een pakket jonge rivierklei (toevoeging $\downarrow$). De bovengrond bestaat hier uit een ca. 40 cm dikke, heterogene, teruggestorte laag kalkloze, lichte en zware klei met een gering humusgehalte (1 à 2%). Het lutumgehalte loopt sterk uiteen en is plaatselijk meer dan 35%. Ook het kalkgehalte kan sterk variëren.

Onder de bovengrond komt niet verwerkte, kalkloze, half gerijpte,

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

zware klei voor. Soms treft men op de overgang van de bovengrond en de zware kleiondergrond een dunne moerige laag aan.

Bij Drempt en ten westen van Nijmegen liggen deze gronden in enkele brede, verlaten beddingen. De dunne bovengrond bestaat uit zeer humeuze, kalkloze, zware zavel tot lichte klei, de ondergrond uit zeer slappe, humeuze, kalkloze klei. Bij Drempt zijn de gronden ijzerrijk (toevoeging *f . . .*). Het grondwater is overal zeer hoog. Het grondgebruik is grasland.

POLDERVAAGGRONDEN

Poldervaaggronden zijn kleigronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en roest en grijze vlekken die ondieper dan 50 cm beginnen. Ze zijn op grond van verschillen in kalkverloop onderverdeeld in kalkhoudende en kalkloze poldervaaggronden. De verdere onderverdeling berust op verschillen in profielverloop en zwaarte van de bovengrond. Een aparte onderscheiding is gemaakt voor zware (> 35% lutum), kalkloze rivierkleigronden met profielverloop 3, of 3 en 4 of 4, die hydromorfe kenmerken binnen 50 cm hebben en een bruine bovengrond bezitten (zg. 'bruine' komgronden, bRn46C).

KALKHOUDENDE POLDERVAAGGRONDEN

Rn52A *Kalkhoudende poldervaaggronden; zavel, profielverloop 2; Gt III, V, VI*¹

Rn82A *Kalkhoudende poldervaaggronden; klei, profielverloop 2;* ¹

Deze gronden, die vrijwel allemaal zijn ontstaan door het afgraven (toevoeging $\downarrow$) van klei ten behoeve van de baksteenindustrie, liggen voor het grootste deel in de uiterwaarden langs de Rijn, de Waal en de IJssel. Ze worden bij hoge rivierstanden overstroomd. Binnendijks liggen ze o.a. ten oosten van Nijmegen in de Ooijpolder en in de binnengedijkte, voormalige uiterwaarden van de Oude Rijn tussen Spijk, Tolkamer en Herwen. Bij de grondwatertrappen die hier zijn onderscheiden, moet worden opgemerkt, dat de gronden dicht bij de huidige dijk bij hoge rivierstanden veel last van kwel hebben en daardoor periodiek drassig zijn.

De gronden zijn vrijwel allemaal tot op het rivierzand afgegraven. Alleen de niet bruikbare, oorspronkelijke bovengrond, de zg. kleiroof, is teruggestort. Deze zavel- of kleilaag is heterogeen, geheel kalkrijk en varieert van plaats tot plaats in dikte, maar is meestal niet dikker dan 40 à 50 cm. Ook het lutumgehalte loopt sterk uiteen: bij de gronden van eenheid Rn52A is het overwegend minder dan 25%, bij die van eenheid Rn82A veelal 25 à 40%. In het zavel- of kleidek is, afhankelijk van de tijd van herontginning, een meer of minder duidelijke zodelaag ontstaan. Bij de oudere ontginningen heeft deze een hoger humusgehalte dan bij de jongere. In het kalkrijke rivierzand, dat zowel fijn als grof kan zijn, treft men plaatselijk lutumrijke laagjes aan. Hoewel de gronden 1 à 2,5 m lager liggen dan de omgeving en daardoor (ook in de binnendijkse gebieden) in de winter nogal eens wateroverlast hebben, kan 's zomers verdroging optreden. Het vochthoudend vermogen van de grond en de bewortelingsdiepte van het gras blijven nl. beperkt tot de 40 à 50 cm dikke zavel- of kleilaag. In de uiterwaard bij Driel komt een gedeelte voor dat eerst is afgegraven en daarna geëgaliseerd (toevoeging $\leftarrow$).

In de uiterwaarden ten zuiden van Bemmelen, tussen Huissen en Angeren en bij Loo wordt eenheid Rn52A aangetroffen in associatie met Rn95A.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

In de Vaalwaard bij Giesbeek en in de Havikerwaard en de Beimerwaard ten westen van Doesburg komt eenheid Rn82A voor in associatie met eenheid kZn30A. De meeste gronden zijn in gebruik als grasland.

Rn66A *Kalkhoudende poldervaaggronden; zavel en lichte klei, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4; Gt VI*

Rn46A *Kalkhoudende poldervaaggronden; zware klei, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4; Gt III, V, VI*

Bovengenoemde gronden komen in het gehele rivierkleigebied voor; voornamelijk in brede stroken tussen de eenheden Rn95A en Rn44C. Tussen Haalderen en Angeren liggen ze in een komgebied dat overdekt is met jonge, kalkrijke klei.

De gronden hebben een 15 à 25 cm dikke, matig humusarme, kalkrijke bovengrond die bij eenheid Rn66A meestal 25 tot 35% lutum bevat en bij eenheid Rn46A overwegend 35 à 45%. Alleen waar de gronden van eenheid Rn66A grenzen aan die van Rd10A heeft de bouwvoor minder dan 25% lutum. Het materiaal onder de bovengrond heeft ongeveer hetzelfde lutumgehalte, maar bevat meestal meer kalk, is duidelijk roestig en zeer humusarm. Op ca. 70 cm diepte begint zware klei die bovenin plaatselijk kalkhoudend is, maar naar beneden snel kalkloos en grijs van kleur wordt. Deze zware kleilaag loopt vaak door tot 120 cm (profielverloop 4). Incidenteel ligt onder de zware klei weer kalkrijke, lichte klei (profielverloop 3).

De zware ondergrond veroorzaakt in natte perioden schijngrondwater-spiegels. Plaatselijk komt daardoor tijdelijk, ook waar Gt VI is aangegeven, grondwater binnen 40 cm onder maaiveld voor. In zeer natte perioden treedt ook wel plasvorming op.

Het bodemgebruik is overwegend grasland. In mindere mate wordt bouwland of fruitteelt aangetroffen.

Een profiel met Gt VI bij Zevenaar dat op de overgang ligt van eenheid Rn46A naar eenheid Rn66A ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 22)

Ap	0— 36 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), kalkloze, matig humusarme, lichte klei
C21g	36— 58 cm	grijsbruine (10YR5/2), kalkrijke, zeer humusarme, matig zware klei; roestig
C22g	58— 70 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), kalkrijke, zeer humusarme, matig zware klei; sterk roestig
C1g	70—120 cm	lichtgrijze (10YR6/1), kalkloze, zeer humusarme, zeer zware klei; sterk roestig.

Rn15A *Kalkhoudende poldervaaggronden; lichte zavel, profielverloop 5; Gt VI¹*

Binnendijs komen deze gronden alleen voor op kaartblad 40 West. Ze zijn ontstaan als gevolg van doorbraken van oeverwallen en dijken (oevergronden en overslagen; zie 5.7.1). In het algemeen worden ze gekenmerkt door een meer of minder grofzandige bovenlaag van lichte zavel op een wat zwaardere ondergrond.

De 20 à 25 cm dikke donker grijsbruine bovengrond, die plaatselijk kalkhoudend of kalkrijk is, bestaat uit matig humeuze, matig fijnzandige tot grofzandige, lichte zavel. Door intensieve tuinbouwcultuur is de bovengrond plaatselijk donkerder en heeft een hoger humusgehalte. Hieronder volgt grijsbruine, zeer humusarme, overwegend kalkrijke, lichte zavel die tot 40 à 60 cm nog matig fijnzandig is. Op 60 à 80 cm begint, gewoonlijk na een scherpe overgang, kalkrijke, lichte klei tot zware zavel.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

De gronden zijn meestal binnen 40 cm roestig en op de overgang tussen de lichte bovenlaag en de zwaardere ondergrond vaak zeer sterk roestig. Als onzuiverheid wordt hier en daar kalkloze, zware klei in de ondergrond aangetroffen. In de omgeving van dijkdoorbraken komen gronden voor die uit los, grof zand bestaan. Deze zg. overslaggronden zijn ten westen van Slijk-Ewijk en bij Weurt gemengd met fijn grind (toevoeging g...). Bij Westervoort zijn het zeer jonge oeverwallen, die van elkaar gescheiden zijn door laagten. Dicht langs de rivierdijk hebben deze gronden bij hoge rivierstanden ten gevolge van kwel tijdelijk wateroverlast. Het grondwater kan dan door de grovere zandondergrond tijdelijk tot dicht aan het maaiveld komen.

Op de gronden bij Elden komt tuinbouw voor, o.a. groenteteelt op de koude grond en in warenhuizen.

In de uiterwaarden van de Rijn komen deze gronden voor bij Heteren, Pannerden en tussen Pannerden en Tolkamer, in die van de Waal ten noordoosten en ten westen van Nijmegen en in die van de IJssel bij Westervoort. De gronden bestaan uit gelaagde, fijnzandige, lichte zavel die tussen 80 en 100 cm meestal overgaat in kleiarm zand. Karakteristiek voor deze jongste rivierkleiafzettingen is, dat de bovenlaag door de zwevende afvalstoffen van het rivierwater donker gekleurd is (kolen-slik). De gronden zijn vrijwel overal kalkrijk tot in de bovengrond.

Het profiel met Gt VI bij Oosterhout is representatief voor deze eenheid (aanhangel 2, analyse nr. 23)

A11p	0— 8 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, matig fijnzandige, lichte zavel; matig ontwikkelde, kleine en grote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
A12p	8— 23 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, matig fijnzandige, lichte zavel; matig ontwikkelde, grote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit zwak ontwikkelde, kleine en enkele middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C21g	23— 46 cm	bruine (10YR4/3), zeer humusarme, kalkrijke, matig fijnzandige, lichte zavel; zwak roestig; zwak ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit zeer zwak ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen; met enkele beklede wormgangen
C22g	46— 64 cm	geelbruine (10YR5/4), zeer humusarme, kalkrijke, zeer fijnzandige, lichte klei; sterk roestig; heterogene laag bestaande uit kleibrokken waartussen zand; de kleibrokken hebben sterk ontwikkelde, grote, macroporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen en zwak ontwikkelde, middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C23g	64—120 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), kalkrijke, lichte klei met veel grijze reductievlekken; sterk roestig.

Rn95A. *Kalkhoudende poldervaaggronden; zware zavel en lichte klei, profielverloop 5; Gt V, VI, VI/VII*¹

Eenheid Rn95A komt zowel op kaartblad 40 Oost als op kaartblad 40 West over grote oppervlakten voor. De gronden liggen in brede vlakken op de stroomruggen en in de uiterwaarden langs de Rijn, de Waal en de IJssel.

Binnen de rivierdijken liggen ze vrij hoog in het landschap en zijn mede daardoor van nature goed gedraineerd. Afgezien van enige lager gelegen oude rivierbeddingen (de belangrijkste zijn met een onderbroken blauwe lijn op de kaart aangegeven) en de iets hoger gelegen zandbanen, zg. 'heischenen', zijn de gebieden vrijwel vlak.

Onder de 20 à 30 cm dikke, donker grijsbruine, matig humeuze tot matig humusarme bovengrond, blijven de gronden tot 40 à 50 cm

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

diepte nog bruin tot grijsbruin van kleur. Daaronder komen geleidelijk grijze vlekken en roestvlekken voor met vanaf 70 à 100 cm meestal duidelijke, lichtgrijze reductievlekken. Het lutumgehalte van de bouwvoor ligt tussen 20 en 35%.

Er is veel variatie in profiel- en kalkverloop. De jongste gronden, die voornamelijk langs de rivieren worden aangetroffen, zijn geheel kalkrijk en hebben overwegend een naar beneden toe afnemend lutumgehalte. Plaatselijk treft men binnen 80 cm beginnend als onzuiverheid kalkloze, zware klei in de ondergrond aan.

De oudere gronden, die meer in het centrum van de Betuwe liggen, zijn overwegend tot 30 à 50 cm diepte kalkarm, plaatselijk zelfs dieper. Behalve gronden die naar beneden geleidelijk lichter worden, treft men er, vooral in de stroomrug tussen Elst en Heteren, als onzuiverheid kalkloze, zware kleilagen onder de bovengrond aan. Tussen Lent en Elst bevindt zich plaatselijk grindrijk grof zand in de ondergrond.

In de uiterwaarden zijn de gronden geheel kalkrijk en van oorsprong zeer gelijkmatig van opbouw. Ze hebben een 5 à 15 cm dikke, humusarme A1 die op veel plaatsen zeer donker is (kolenslik, zie 11.1.4). Het lutumgehalte van de bouwvoor varieert van 17,5 tot 35%. Tot 80 à 100 cm diepte blijft het lutumgehalte ongeveer hetzelfde; daaronder neemt het geleidelijk af en gaat plaatselijk over in kalkrijk, grof zand.

Op veel plaatsen zijn de uiterwaarden voor de baksteenindustrie afgegraven (toevoeging ↓). Hier zijn de gronden ondiep heterogeen, omdat men veelal de oorspronkelijke, humushoudende bovenlaag heeft teruggestort. De ondergrond van deze afgegraven gebieden wisselt nogal. In de Beimerwaard en de Fraterwaard bij Doesburg komt zeer fijnzandige, siltige klei en zavel in de ondergrond voor. Bij Spijk vindt men in afgravingen kalkloze, oude rivierklei. Plaatselijk wordt als onzuiverheid fijn of grof zand binnen 80 cm beginnend aangetroffen. Sommige afgegraven gebieden hebben last van kwel. In de uiterwaard bij Pannerden is een gedeelte van het afgegraven gebied geëgaliseerd (toevoeging ←).

Behalve als enkelvoudige eenheid komt Rn95A ook voor in associatie met Rn52A.

Bij hoge waterstanden treedt de rivier buiten haar oevers waardoor de uiterwaarden, ook de hooggelegen, overstromen.

Het grondgebruik is weiland, bouwland of boomgaard; bij Groessen en Lent komt ook tuinbouw voor. Alleen de uiterwaarden liggen vrijwel geheel in gras.

Een profiel met Gt VI bij Pannerden ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 24)

A11p	0— 10 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte klei; sterk ontwikkelde, kleine, microporeuze, ronde granulairen en sterk ontwikkelde, kleine, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
A12p	10— 27 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte klei; goed ontwikkelde, grote, niet-poreuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
A13p	27— 30 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte klei; zeer zwak ontwikkelde, grote, niet-poreuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
C21g	30— 52 cm	grijsbruine (10YR5/2,5), zeer humusarme, kalkrijke, lichte klei; zwakke roest; matig ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit goed ontwikkelde, kleine en middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C22g	52— 67 cm	grijsbruine (10YR5/2,5), zeer humusarme, kalkrijke, lichte klei; zwakke roest; goed ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit matig ontwikkelde, middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen

C23g	67—100 cm	grijsbruine (10YR5/2), zeer humusarme, kalkrijke, matig zware klei; roest met lichtgrijze vlekken; matig ontwikkelde, kleine, macroporeuze, enkelvoudige, ruwe prisma's
C24g	100—120 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), zeer humusarme, kalkrijke, zware zavel; sterke roest en lichtgrijze vlekken.

Rn45A *Kalkhoudende poldervaaggronden; zware klei, profielverloop 5; Gt VI*¹

De gronden van deze eenheid liggen in een uiterwaard ten noorden van Elden, in de Polder Malburgen bij Arnhem en in de omgeving van Aerdt. Ze komen voor op relatief laag gelegen delen van jonge oeverwallen, die zijn bedekt met een kalkrijke, goed doorlatende, zware kleilaag. Ze zijn tot 30 à 40 cm diepte gehomogeniseerd en bruin van kleur. De bovengrond heeft een lutumgehalte van 38 à 45% en een humusgehalte dat vooral in de zode van de oudere graslandgronden tot 8 à 12% kan oplopen. Vanaf 40 à 50 cm diepte neemt het lutumgehalte meestal af; de zware kleilaag gaat over in kalkrijke, zware tot lichte zavel, plaatselijk binnen 120 cm zelfs in los, matig grof tot matig fijn zand.

In de omgeving van Aerdt komt fruitteelt en grasland voor, in de Polder Malburgen overwegend grasland.

KALKLOZE POLDERVAAGGRONDEN

Rn62C *Kalkloze poldervaaggronden; zavel en lichte klei, profielverloop 2; Gt II, III, II/III, IV, V, VI*

Deze gronden liggen in het algemeen in een brede strook op de overgang van het zandgebied naar het kleigebied. Op kaartblad 40 Oost treft men ze aan rondom de hogere zandgronden van de Lijmers, bij Didam, Wehl, Braamt, Zeddam en 's-Heerenberg. Ook ligt een aanzienlijke oppervlakte tussen de oude-rivierkleigronden en de lage beekoordgronden bij Hummelo en Keyenburg. Op kaartblad 40 West vindt men enkele vlakjes tussen Velp en Rheden en ten zuiden van Elden; bij deze laatste plaats liggen ze relatief hoog op oude rivierduinen.

De topografie is zwak golvend, hier en daar komen onopvallende laagten en hoogten voor. Alleen in het gebied ten noorden van Hummelo zijn de laagten duidelijke erosiegeulen.

De meeste gronden bestaan uit een typisch mengsel van klei en matig fijn tot grof zand, dat in droge toestand een compacte structuur heeft (gebroken gronden).

De gronden hebben een 20 à 30 cm dikke, grijsbruine tot bruine, kalkarme bovengrond met 3 à 7% humus en 10 à 30% lutum. Ze worden naar beneden toe vrijwel steeds iets zwaarder, grijzer en sterker roestig. Het lutumgehalte van de bovengrond is in het grensgebied met de zandgronden het laagst (8 à 10%), maar wordt in de richting van aangrenzende zwaardere kleigronden (Rn67C) hoger (25 à 30%). In dit overgangsgebied komen incidenteel zware kleilagen onder de bovengrond voor.

Op 40 à 60 cm diepte begint de zandondergrond. In het gebied van de Lijmers, ten noorden van Hummelo en ten zuiden van Elden bestaat deze uit kalkloos fijn tot grof rivierzand of rivierstuifzand, dat plaatselijk tussen 80 en 100 cm kalkrijk wordt. Tussen Velp en Rheden komt leemarm, matig fijn, pleistoceen zand voor (toevoeging . . . p); in een klein gedeelte van dit gebied komt boven het zand nog een dunne, moerige tussenlaag voor. Deze is als onzuiverheid beschouwd.

De fluctuatie van het grondwater is in deze gronden, als gevolg van de

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

zandige ondergrond, vrij gering. Grondwaterstanden tot in het maaiveld komen zelfs bij Gt III weinig voor. In het gebied Hummelo-Keyenburg is de wisselende diepte van het grondwater voorgesteld door Gt II/III. Het bodemgebruik is hoofdzakelijk grasland, maar hier en daar komt ook bouwland voor.

Een geheel kalkloos profiel met Gt III ten noorden van Didam ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 25)

Ap _g	0— 12 cm	zeer donker grijsbruine (10YR3,5/2), zeer humeuze, lichte klei; sterk roestig
ACp _g	12— 25 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, lichte klei; sterk roestig
C11 _g	25— 46 cm	grijze (5Y5/1), matig humusarme, lichte klei; zeer sterk roestig
C12 _g	46— 70 cm	geel okerkleurige (10YR6/6), zeer humusarme, lichte zavel; sterk verkit door ijzerafzettingen
CG	70—100 cm	geelbruin (10YR5/6) tot grijs (5Y5/1), uiterst humusarm, leemarm, grof zand
G	100—120 cm	grijs (5Y5/1), niet-geaëreerd, leemarm, grof zand met wat grind.

Rn67C *Kalkloze poldervaaggronden; zavel en lichte klei, profielverloop 3, of 3 en 4; Gt III, V, V|VI, VI*¹

Het verspreidingsgebied van deze gronden is over beide kaartbladen aanzienlijk; ook de totale oppervlakte is vrij groot. In de Over-Betuwe, het Land van Maas en Waal, tussen Zevenaar en Didam en bij De Steeg ligt deze eenheid op de overgang van hoge, lichte oeverwallen naar lage, zware kommen. Deze zgn. stroom-op kom-op stroomgronden hebben een gevarieerde profielopbouw die samenhangt met de landschappelijke ligging, wat ook blijkt uit het complex van Gt V en VI. Ten zuiden van Doesburg en ten westen van Doetinchem zijn het overwegend vrij lage gronden (Gt III), die in smalle, met jonge klei opgevulde beddingen voorkomen, te midden van hoger gelegen oude rivierkleigronden. Ten zuiden van Doetinchem komen ook hogere gronden voor met Gt VI. Overal hebben bovengenoemde gronden onder de humushoudende bovengrond een laag roestige, kalkloze, zware zavel of lichte klei, die op wisselende diepte, maar steeds binnen 70 cm overgaat in grijze, kalkloze, zware tot zeer zware klei. Hieronder volgt, binnen 120 cm, donker grijsbruine, lichte klei, zavel of zand.

Op kaartblad 40 West varieert het lutumgehalte van de bovengrond van 17,5 tot 35% en is deze laag meestal tot 30 à 40 cm diepte bruin.

In de Lijmers en langs de Oude IJssel is de bovengrond op veel plaatsen tot 30 à 40 cm diepte met grof zand gemengd, o.a. op de overgang naar de gronden van eenheid Rn62C. De kalkloze, zware kleilaag die hier 30 à 40 cm dik is, ligt meestal op grof rivierzand dat overwegend kalkloos is. In de met jonge klei opgevulde oude beddingen bij Doetinchem, is de zware kleilaag plaatselijk meer dan 50 cm dik.

Bij Zevenaar en Doetinchem komt op veel plaatsen onder de zware kleilaag, oude rivierklei (rivierleem) voor, die tussen 80 en 120 cm begint (zie afbeelding 52). Deze oude klei bevat 15 à 25% lutum en is door de opvallende, oranjekleurige roest en door zijn grovere zandfractie duidelijk te onderscheiden van de jongere klei er boven. De oude rivierklei gaat soms nog binnen 120 cm over in grof zand. De jonge en oude rivierklei zijn vaak gescheiden door een vegetatiehorizont, die bij Rheden venig is ontwikkeld.

Bij Gt VI komt naast grasland ook bouwland en fruitteelt voor, bij Gt V en III meestal grasland.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

Een profiel met Gt VI bij Beuningen ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 26)		
Ap	0— 23 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, lichte klei; goed ontwikkelde, kleine tot middelgrote, samengestelde kluiten, opgebouwd uit zwak ontwikkelde, poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen en matig ontwikkelde, kleine, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C11g	23— 43 cm	bruine (10YR5/3), zeer humusarme, kalkloze, lichte klei; zwak roestig; zwak ontwikkelde, middelgrote, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C12g	43— 55 cm	grijsbruine (10YR5/1,5), zeer humusarme, kalkloze, matig zware klei; matig roestig; zwak ontwikkelde, middelgrote tot grote, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C13g	55— 68 cm	idem, maar met goed ontwikkelde, middelgrote tot grote, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C14g	68—110 cm	licht grijsbruine, (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkarme, lichte klei; matig roestig; zwak ontwikkelde, grote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit matig ontwikkelde, grote, macroporeuze, onregelmatige, scherpblokkige elementen
C2g	110—120 cm	lichtgrijze (10YR6/1), kalkrijke, uiterst humusarme, zware zavel; matig roestig; zwak ontwikkelde, grote, macroporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen.

Rn94C *Kalkloze poldervaaggronden; zware zavel en lichte klei, profielverloop 4; Gt V, VI*

Deze eenheid beperkt zich tot twee kaartvlakken langs de Rijn, tussen Driel en Elden. Het zijn overwegend stroom-op komgronden, d.w.z., lichte kleigronden die op wisselende diepte overgaan in zware klei.

Onder de 20 à 25 cm dikke, donker grijsbruine bovengrond van matig humeuze, kalkloze, lichte klei, ligt zeer humusarme, kalkloze, lichte klei. Tussen 40 en 80 cm begint donkergrijze, kalkloze, zeer zware klei. Het lichte kleidek wordt vanaf de dijk steeds dunner, waardoor de zware klei geleidelijk hoger voorkomt.

Plaatselijk zijn deze gronden tot een diepte van 40 à 50 cm kalkhoudend. Bij Elden is de bodemgesteldheid ten gevolge van een dijkdoorbraak in 1944 (zie afbeelding 61) gevarieerder, omdat daar overslagmateriaal over de oorspronkelijke gronden is afgezet. In de onmiddellijke omgeving van de doorbraak is de bovengrond met grof zand vermengd en lichter. Zeer plaatselijk bestaat het overslagdek uit een pakket grofzandige zavel tot grof zand, ter dikte van 60 à 80 cm.

In het gebied met Gt VI komt als onzuiverheid plaatselijk Gt V voor. Deze plekken hebben periodiek wateroverlast.

Het grondgebruik is naast wat bouwland en fruitteelt hoofdzakelijk grasland.

Rn47C *Kalkloze poldervaaggronden; zware klei, profielverloop 3, of 3 en 4; Gt II, III, V, V/VI, VI¹*

Al deze gronden hebben een dunne humushoudende bovengrond van kalkloze, zware klei. Bij de lage gronden (Gt II, III) is de bovengrond dunner dan 25 cm, donkergrijs en vaak zeer humeus, bij de hoge (Gt V, VI en V/VI) vaak 25 à 30 cm dik, donker grijsbruin tot bruin en slechts matig humeus tot matig humusarm.

Onder de bovengrond komt kalkloze, zware klei voor, die op uiteenlopende diepte overgaat in lichte klei, zavel of zand.

In de Over-Betuwe liggen de gronden in brede, vlakke gebieden op de overgang van stroomruggen naar kommen of als smalle ruggen in de kommen. De kalkloze, zware kleilaag onder de humushoudende bovengrond is hier 30 à 40 cm dik en bevat 60 à 65% lutum. Daaronder komt kalkrijke, lichte klei tot fijnzandige lichte zavel voor. Tussen Heteren en Valburg wordt plaatselijk kalkloos rivierstuifzand in de ondergrond

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

aangetroffen. In het Land van Maas en Waal, in de Lijmers en ten westen en ten zuiden van Azewijn liggen de gronden van deze eenheid gewoonlijk in vlakke, tot zwak golvende gebieden van komklei op oude rivierklei. De kalkloze, zware komkleilaag bevat 40 à 45% lutum, is bovenin bruin en slechts matig roestig, daaronder grijs en sterk roestig. In het Land van Maas en Waal is de komkleilaag geheel grijs en zeer zwaar (50 à 60% lutum). De zware laag is, afhankelijk van de diepte waarop de oude rivierklei begint, 30 tot 70 cm dik.

De opvallend lichtgrijs gekleurde oude rivierklei in de ondergrond is sterk roestig, meestal niet dikker dan 30 à 40 cm en heeft een lutumgehalte van 20 à 30%. Op sommige plaatsen is deze laag zeer stug en zwaar (35 à 40% lutum). Binnen 120 cm komt bijna overal kalkloos, matig fijn tot matig grof, soms grindhoudend rivierzand voor. De oude rivierklei is vaak van de bovenliggende zware klei gescheiden door een donkere, humeuze, soms venige vegetatie-horizont.

Het bodemgebruik bij Gt II, III en V is voornamelijk grasland. Bij Gt VI komt behalve grasland, ook bouwland en plaatselijk fruitteelt voor. In het Land van Maas en Waal en in de Over-Betuwe hebben slecht ontwaterde komkleigebieden ten gevolge van ruilverkavelingswerken beheerste slootwaterpeilen gekregen. De hoogste grondwaterstanden zijn daardoor verlaagd. De grondwaterfluctuatie is nu aangegeven met Gt V/VI.

Het onderstaande profiel met Gt V bij Angerlo is een voorbeeld van zware, jonge rivierklei op lichtere, oude rivierklei (aanhangel 2, analyse nr. 27)

A1	0— 20 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, lichte klei (jonge rivierklei)
C11g	20— 50 cm	grijsbruine (10YR5/2), matig humusarme, kalkloze, matig zware klei; zwak roestig (jonge rivierklei)
D11g	50— 75 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), zeer humusarme, kalkloze, matig zware klei; sterk roestig (oude rivierklei)
D12g	75—100 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel; sterk roestig (oude rivierklei)
D2g	100—120 cm	licht grijsgeel (10YR7/3), uiterst humusarm, kalkarm, leemarm, matig fijn rivierzand met wat grind; zwak roestig.

Rn44C *Kalkloze poldervaaggronden; zware klei, profielverloop 4; Gt III, III*, V, V/VI*

Deze gronden liggen in de grote kommen (afb. 48), de laagste delen van het rivierkleigebied. Grote aaneengesloten oppervlakten worden aangetroffen in de Over-Betuwe en in het Duivense Broek; kleinere vlakken liggen in het Land van Maas en Waal, bij Ubbergen en ten oosten van Zeddam-'s-Heerenberg.

De gronden zijn zeer uniform van opbouw. Ze hebben een 8 à 15 cm dikke, donker grijsbruine bovengrond (A1) met 5 à 10% humus en 40 à 50% lutum. In het centrum van de kommen is de A1 plaatselijk venig en bedraagt het lutumgehalte zelfs meer dan 50%. Aan de randen is de A1 vaak 20 à 30 cm dik en lichter van textuur.

De bovengrond ligt meestal scherp op grijze, weinig roestige, compacte, kalkloze, zeer zware klei met 55 à 65% lutum en 1 à 3% humus. Plaatselijk komen hierin laklagen (zie 11.1.4 en afb. 49) voor. In de kern van de grote kommen is de ondergrond tussen 80 en 120 cm vaak zeer humeus en ongerijpt; plaatselijk, o.a. in het Duivense Broek, bij Azewijn, in het Weerbroek bij Heteren, in het Hollanderbroek tussen Driel en Elst en in het Elderveld ten zuiden van Elden komt venige klei tot kleilig veen voor (toevoeging . . . v). In het algemeen zijn de gronden diep kalkloos. Slechts hier en daar treft men dunne, kalkrijke laagjes aan.

In de kleine kommen ten noorden van Azewijn bevindt zich onder de



Foto Stiboka R35-148

Afb. 48 Komkleigebied bij Homoet met kalkloze poldervaaggronden (Rn44C).

zware komklei oude rivierklei, die eveneens zwaar is. De twee afzettingen zijn vaak gescheiden door een dunne veenlaag (toevoeging . . . w). Veel gronden hebben door de onvoldoende ontwatering en mede door de slechte doorlatendheid van de zeer zware klei periodiek wateroverlast. In enkele gebieden is in het kader van een ruilverkaveling de ontwatering sterk verbeterd, o.a. in het Duivense Broek, het Land van Maas en Waal en het zuidelijke deel van de Over-Betuwe. Het grondwater staat daar in natte perioden nu minder lang hoog. Voor Gt III is dit met * aangegeven. Voor de gebieden waar vroeger Gt V voorkwam is nu Gt V/VI aangegeven.

De gronden van deze eenheid worden vrijwel uitsluitend voor grasland gebruikt.

Een profiel met Gt V bij Elst ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 28)

A1	0— 30 cm	zeer donker grijsbruine (10YR3,5/2), matig humeuze, kalkloze, matig zware klei
C11g	30— 53 cm	donkergrijze (10YR4/1,5), roestige, matig humusarme, kalkloze, zeer zware klei
C12g	53— 65 cm	donkergrijze (5Y4/1), roestige, matig humusarme, kalkloze, zeer zware klei
C13g	65— 87 cm	grijze (5Y5/1), roestige, zeer humusarme, kalkloze, zeer zware klei
C21g	87— 97 cm	donkergrijze (5Y4/1), roestige, zeer humusarme, kalkrijke, matig zware klei
C14g	97—110 cm	donkergrijze (5Y4/1), roestige, matig humusarme, kalkarme, zeer zware klei
C15g	110—120 cm	zeer donker grijze (5Y3/1), matig humusarme, kalkloze, zeer zware klei.

Het volgende profiel met Gt III tussen Gendringen en Azewijn is opgebouwd uit een dun pakket jonge rivierklei op zware, oude rivierklei (aanhangel 2, analyse nr. 29)

A1	0— 20 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, matig zware klei (jonge rivierklei)
C1g	20— 35 cm	grijsbruine (10YR5/2), matig roestige, matig humusarme, kalkloze, matig zware klei (jonge rivierklei)
D11g	35— 50 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), sterk roestige, zeer humusarme, kalkloze, zeer zware klei; (oude rivierklei)
D12g	50— 70 cm	grijze (10YR6/1), sterk roestige, uiterst humusarme, kalkloze, matig zware klei (oude rivierklei); veel roest en mangaanspikkels
D13g	70—120 cm	lichtgrijze (5Y6/1), uiterst humusarme, kalkarme, matig zware klei (oude rivierklei); veel roest en mangaanconcreties.



Foto Stiboka R29-1

Afb. 49 Profiel van een poldervaaggrond in kalkloze, zware rivierklei, Rn44C (komklei).

- | | | |
|-------|-----------|--|
| A1g | 0— 8 cm | donker grijsbruine, humusrijke, kalkloze, zeer zware klei; roestig |
| ACg | 8— 25 cm | donkergrijze, matig humeuze, kalkloze, zeer zware klei; iets roestig; structuur: vrij grote prisma's, opgebouwd uit blokkeige elementjes |
| C1g | 25— 50 cm | donkergrijze, humusarme, kalkloze, zeer zware klei; roestig; structuur: vrij grote prisma's, opgebouwd uit blokkeige elementen |
| A1b1 | 50— 64 cm | eerste laklaag; donkergrijze, humusarme, kalkloze, zeer zware klei; niet roestig |
| C1bg1 | 64— 94 cm | grijze, humusarme, kalkarme, zeer zware klei; sterk roestig |
| A1b2 | 94—106 cm | tweede laklaag; als laag 50–64 cm |
| C1bg2 | > 106 cm | grijze, humusarme, zeer zware klei; iets roestig; matig stevig. |

Vanaf 50 cm zeer grote, goed ontwikkelde enkelvoudig prisma's; alleen zichtbaar in uitgedroogde toestand. In de normale, natte ligging zijn de structuren in de ondergrond veel minder duidelijk.

bRn46C *Kalkloze poldervaaggronden (bruine komgrond); zware klei, profielverloop 3, of 3 en 4, of 4; Gt VI*

Van deze eenheid komen slechts drie kaartvlakken voor, nl. bij Azewijn, ten noorden van Zevenaar (kaartblad 40 Oost) en in de Over-Betuwe ten oosten van Elst (kaartblad 40 West).

Deze gronden liggen relatief hoog in het terrein en hebben van nature een goede afwatering. De hoge ligging houdt verband met het voorkomen van een stroomrug of van lichte oude rivierklei in de ondergrond. Het kenmerkende van deze gronden is, dat ze tot 30 à 40 cm diepte goed gehomogeniseerd en bruin zijn. Ze worden daarom als 'bruine komgronden' aangeduid.

De bovengrond is 15 à 20 cm dik, weinig donker en meestal humusarm (2 à 3% humus). Het lutumgehalte van de bovenlaag varieert van 35 tot 45% en is in de gebieden bij Azewijn en Zevenaar wat lager dan in het gebied bij Elst.

Vanaf 30 à 40 cm komt grijze, roestige, kalkloze, matig zware tot zeer zware klei voor, die meestal tussen 50 en 100 cm scherp overgaat in lichter materiaal. In het gebied bij Azewijn is dit kalkloze, grofzandige zavel of lichte klei, waarin veel roest en mangaanvlekken, soms ook mangaanconcreties voorkomen (oude rivierklei). In de Betuwe bestaat de ondergrond uit kalkrijke klei of zavel (jonge rivierklei).

Tijdens natte perioden vormt zich een tijdelijke schijngrondwaterspiegel boven de grijze zeer zware kleilaag. In droge perioden daalt het grondwater diep onder het maaiveld; de bovengrond droogt dan sterk uit en er ontstaan brede krimscheuren. Het grondgebruik is meestal grasland; plaatselijk komt akkerbouw voor.

Een profiel uit het vlak ten oosten van Elst met Gt VI ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 30)

A11	0— 4 cm	donkerbruine (10YR3,5/3), matig humeuze, kalkloze, matig zware klei; zwak ontwikkelde, kleine, niet-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementjes
A12	4— 19 cm	donker grijsbruine (10YR3,5/2), matig humeuze, kalkloze, matig zware klei; zwak ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit goed ontwikkelde, middelgrote, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
A13	19— 34 cm	donker grijsbruine (10YR3,5/2), matig humeuze, kalkloze, matig zware klei; matig ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit goed ontwikkelde, grote, microporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
C1	34— 47 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humusarme, kalkloze, matig zware klei; zwak ontwikkelde, middelgrote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit goed ontwikkelde, middelgrote, macroporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
C11g	47— 58 cm	grijsbruine (10YR5/2,5), zeer humusarme, kalkloze, matig zware klei; zwak roestig; goed ontwikkelde, grote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit goed ontwikkelde, middelgrote tot grote, macroporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen en matig ontwikkelde, kleine, macroporeuze, enkelvoudige, gladde prisma's
C12g	58— 75 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkloze, matig zware klei; matig roestig; goed ontwikkelde, middelgrote, macroporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C21g	75—100 cm	lichtgrijze (10YR6/1), uiterst humusarme, kalkrijke, zware zavel; roestig; matig ontwikkelde, middelgrote tot grote, heterogeen-poreuze, enkelvoudige, ruwe prisma's
C22g	100—120 cm	lichtgrijze (10YR6/1), uiterst humusarme, kalkrijke, zware zavel; roestig; poreuze sponsstructuur.

Rn15C *Kalkloze poldervaaggronden; lichte zavel; profielverloop 5, Gt III, V, VI*

Rn95C *Kalkloze poldervaaggronden; zware zavel en lichte klei, profielverloop 5; Gt III, V, VI*

De gronden van deze eenheden liggen verspreid over het gehele rivierkleigebied.

Op kaartblad 40 Oost, waar de grootste oppervlakte voorkomt, liggen ze voornamelijk vanaf Doesburg tot voorbij Doetinchem in het vroegere, brede dal van de Oude IJssel. Het maaiveld is hier zeer ongelijk door het voorkomen van veel laag gelegen, verlaten geulen (de voornaamste zijn op de kaart met een onderbroken blauwe lijn aangegeven). De gronden zijn opgebouwd uit verplaatste, kalkloze, oude rivierklei die verder stroomopwaarts is geërodeerd, waardoor een typisch mengsel is ontstaan van lutumrijk materiaal met fijn en grof zand.

Deze gronden hebben een 30 à 40 cm dikke, donker grijsbruine tot donkergrijze, soms roestige, matig humusarme (2 à 3% humus) bovengrond. Bij eenheid Rn15C bevat deze 15 à 17% lutum en bij eenheid Rn95C 20 à 28%. Binnen de kaartvlakken komt echter als onzuiverheid bij eenheid Rn15C plaatselijk een zwaardere en bij eenheid Rn95C plaatselijk een lichtere bovengrond voor.

Onder de bovenlaag ligt tot 40 à 50 cm diepte grijze of lichtbruine, sterk roestige, zware zavel tot lichte klei die via lichte zavel, op een diepte van 80 à 100 cm overgaat in bruin tot lichtbruin, matig grof tot matig fijn zand. Plaatselijk wordt bij lage gronden (Gt III) binnen 120 cm blauwgrijs, sterk gereduceerd, zandig materiaal aangetroffen.

Hier en daar zijn de gronden zeer sterk roestig en komen in de bovenlaag ijzerconcreties voor (toevoeging f . . .). Op lage plekken wordt in of nabij geulen slappe klei of zavel in de ondergrond aangetroffen.

De laagste gronden langs de Oude IJssel ondervinden bij hoge waterstanden wateroverlast ten gevolge van kwel.

Op kaartblad 40 West, in het Land van Maas en Waal en in de Over-Betuwe, vindt men de gronden van eenheid Rn95C op diep ontkalkte, oude stroomruggen. Ze zijn geheel kalkloos, vrij zwaar en moeilijk te bewerken, omdat ze in natte toestand sterk smeren en bij droogte hard en kluiterig worden.

Ze hebben een 25 à 30 cm dikke, donker grijsbruine, overwegend matig humusarme (2,5 à 3% humus) bovengrond van zware zavel tot lichte klei, liggend op donkergrijze, zware en lichte zavel die sterk roestig is en zwarte mangaanvlekken bevat.

In het Land van Maas en Waal en bij Angerlo (kaartblad 40 Oost) komt, beginnend tussen 60 en 80 cm diepte roestige, oranjekleurige, compacte, lichte klei of grofzandige zavel (oude rivierklei) voor. Daaronder wordt in het Land van Maas en Waal, binnen 120 cm ook nog grindrijk grof zand aangetroffen (toevoeging . . . g).

Gronden van eenheid Rn15C komen in het Land van Maas en Waal slechts in één gebied voor. Zij zijn ontstaan bij dijkdoorbraken en bestaan uit roestige, kalkloze, grofzandige, lichte zavel op een ondergrond van kalkrijke, lichte klei of zware zavel.

Het bodemgebruik is zowel grasland als bouwland.

Een geheel kalkloos profiel van eenheid Rn15C met Gt V ten noorden van Drempt ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 31)

Ap	0— 25 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, lichte zavel
C11g	25— 37 cm	grijsbruine (10YR5/2), zeer humusarme, zware zavel; zwak roestig
C12g	37— 75 cm	grijsbruine (10YR5/1,5), uiterst humusarme, zware zavel; roestig
C13g	75— 95 cm	licht grijsbruine (10YR6/1,5), uiterst humusarme, zeer lichte zavel; zwak roestig
CG	95—120 cm	lichtgrijs (2,5Y6/1), uiterst humusarm, kalkloos, kleiarm fijn zand.

Een profiel van eenheid Rn95C met Gt VI uit een kaartvlak met Gt V en een ondergrond van oude rivierklei bij Angerlo ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 32)

Ap	0— 12 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humusarme, kalkloze, lichte zavel
----	----------	---

C11g	12— 48 cm	bruine (10YR5/3), zeer humusarme, kalkloze, zware zavel; enkele kleine roestvlekjes
C12g	48— 70 cm	grijsbruine (2,5Y5/2), zeer humusarme, kalkloze, lichte klei; zwak roestig
C13g	70— 87 cm	grijsbruine (2,5Y5/2), uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei; sterk roestig
Dg	87—120 cm	grijze (5Y5/1), zeer compacte, uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei met veel oranjekeurige roest (oude rivierklei).

OOIVAAGGRONDEN

Dit zijn kleigronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en met een tot ten minste 50 cm diepte doorgaande, homogene, min of meer bruine horizont zonder roest of grijze vlekken. Men treft ze vooral aan in de relatief hoog gelegen delen van de uiterwaarden en binnendijks op stroomruggen en overslagen. De ooivaaggronden zijn verder onderverdeeld naar verschillen in kalkverloop en bouwvoor-zwaarte.

KALKHOUDENDE OOIVAAGGRONDEN

Rd10A *Kalkhoudende ooivaaggronden; lichte zavel; Gt VI, VI/VII, VII¹*

Deze gronden komen langs de Rijn voornamelijk voor tussen Huissen en Doornenburg en tussen Westervoort en Lobith. Langs de Waal liggen ze bij Gent, Millingen, Haalderen, Lent, Oosterhout en Beuningen en langs de IJssel in de Fraterwaard ten noorden van Doesburg.

Langs de Rijn zijn de gronden vlak voor de bedijking in brede stroken over de aanwezige stroomruggen afgezet. Het zijn hoog gelegen, diep ontwaterde, geheel kalkrijke zavelgronden waarin vrij veel grof zand voorkomt. Ze zijn tot 60 à 80 cm diepte bruin tot grijsbruin gekleurd. De 15 à 30 cm dikke, matig humusarme bovengrond heeft een lutumgehalte van 10 à 15%. Bij Huissen is de bovengrond plaatselijk door intensief tuinbouwgebruik iets dikker en wat donkerder. Meestal begint tussen 50 en 80 cm grijsbruine, sterk roestige, kalkrijke, fijnzandige, zware zavel of lichte klei. Plaatselijk bestaat de ondergrond uit geelbruin los zand. Waar de gronden grenzen aan de komgronden, komt kalkloze, zware klei in de ondergrond voor.

Bij o.a. Oosterhout, Huissen, Doornenburg en Zevenaar komen deze ooivaaggronden voor in overslagmateriaal van recente dijkdoorbraken. Meestal bestaan ze uit een matig grofzandig zavelpakket dat rust op fijnzandige, zware zavel of lichte klei. Plaatselijk komen stroken los grof zand als onzuiverheid voor. Incidenteel heeft men getracht deze af te graven of onder te spitten. Ten zuidwesten van Groessen en tussen Angeren en Doornenburg is het grofzandige overslagmateriaal grindhoudend (toevoeging *g*...). Afbeelding 50 geeft een indruk van de verbreiding en de dikte van het overslagmateriaal.

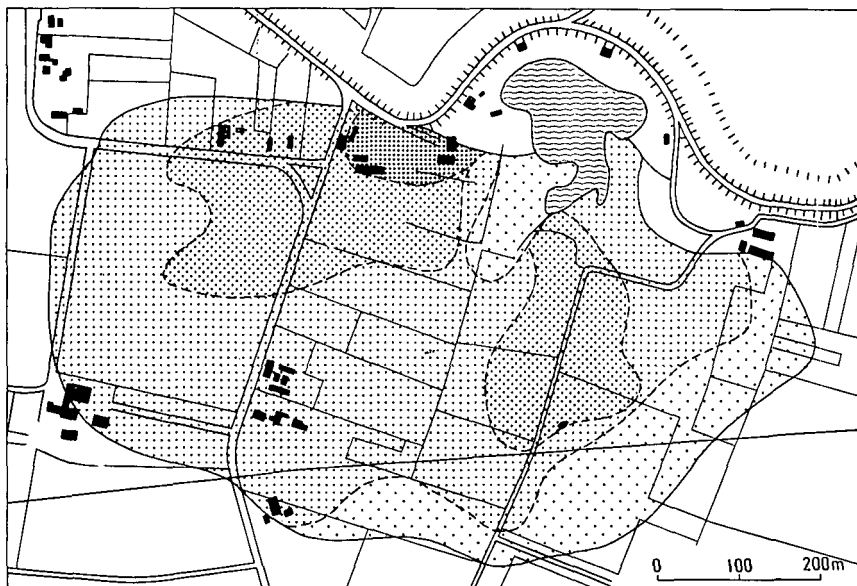
In de uiterwaarden liggen de gronden van deze eenheid voornamelijk op smalle oeverwallen vlak langs de rivieren of langs brede, verlaten beddingen of strangen (de belangrijkste beddingen zijn met een onderbroken blauwe lijn op de kaart aangegeven). Ze bestaan hier uit fijnzandige tot siltige, lichte zavel. De A1 is zeer humusarm en zeer dun. Het zavelpakket gaat tussen 40 en 80 cm over in kalkrijk, fijn of grof zand.

Langs de IJssel zijn de gronden plaatselijk tot 20 à 30 cm diepte donker gekleurd door bijmenging met afvalstoffen uit het rivierwater.

Langs de rivierdijken komt soms kwel voor. Daarbij treden tijdelijk hogere grondwaterstanden op.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

In de Betuwe en in de Lijmers zijn de gronden voor een groot deel voor de tuinbouw in gebruik. Bij Huissen en Zevenaar (afb. 51) o.a. voor de groenteteelt onder glas en bij Lent voor de bloemeteelt. Elders vindt men fruitteelt, akker- en weidebouw.



Dikte overslagmateriaal



> 110 cm dik



50 - 80 cm dik



wiel



80 - 110 cm dik



< 50 cm dik

Afb. 50 Detailkaart van de dikte van het overslagmateriaal in een gebied met overslaggronden tussen Angeren en Doornenburg.

Een profiel bij Herwen met Gt VI ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 33)

Ap1	0— 8 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte zavel; sterk ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, ronde granulairen; aan het oppervlak slempkorstjes van ca. 2 cm dikte
Ap2	8— 18 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte zavel; matig ontwikkelde, middelgrote, microporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
Ap3	18— 28 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkrijke, lichte zavel; zeer zwak ontwikkelde, middelgrote, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C21	28— 65 cm	donkerbruine (10YR4/3), zeer humusarme, kalkrijke, zware zavel; tot 37 cm diepte matig ontwikkelde, middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen; daaronder matig ontwikkelde, kleine en enkele middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen; veel wormgangen
C22	65— 90 cm	bruine (10YR5/3), zeer humusarme, kalkrijke, lichte zavel; grof poreuze sponsstructuur
C23g	90—120 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkarme, zeer lichte zavel, zwakke roest; ongestoorde, geërfde macro-bouwpatronen (gelaagd).

Een profiel met Gt VI in een overslag bij Doornenburg ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 34)

Ap	0— 13 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, lichte zavel met enige grof zand- en grindbijnmenging (overslagmateriaal); vrij scherp overgaand in
C21	13— 70 cm	bruine (10YR4/3), uiterst humusarme, kalkrijke, lichte zavel met enige grof zand- en grindbijnmenging (overslagmateriaal); scherp overgaand in

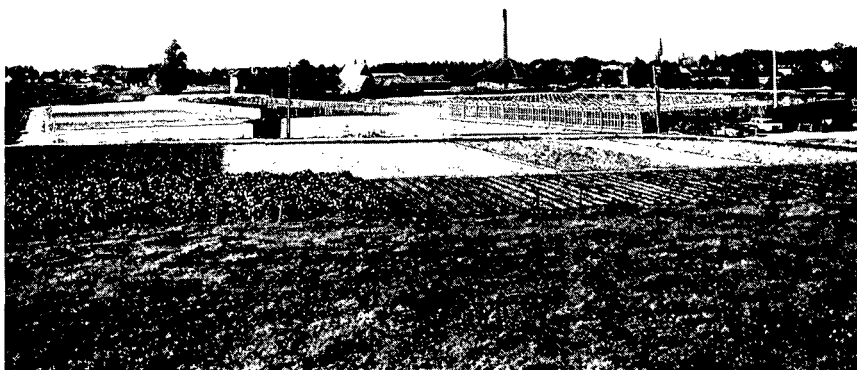


Foto Stiboka 21605

Afb. 51 Tuinbouw onder glas en in de volle grond op kalkhoudende ooivaaggronden, lichte zavel (Rd10A) bij Zevenaar.

C22g	70— 88 cm	geelbruine (10YR5/4), uiterst humusarme, kalkrijke, lichte zavel met weinig grof zandbijmenging (overslagmateriaal); zwakke roest; scherp overgaand in
C23g	88—120 cm	grijsbruine (10YR5/2), uiterst humusarme, kalkrijke, zware zavel (stroomgrond); sterke roest.

Rd90A *Kalkhoudende ooivaaggronden; zware zavel en lichte klei; Gt VI, VI/VII, VII¹*

Deze ooivaaggronden liggen verspreid in het gehele rivierkleigebied van de kaartbladen 40 West en Oost. Ze zijn ontstaan in hoge, kalkhoudende stroomruggen en in de uiterwaarden.

De gronden liggen relatief hoog in het landschap en hebben vaak een zg. open profielopbouw, dwz. er komen geen storende, zware kleilagen in voor. Ze hebben daardoor een goede natuurlijke ontwatering en zijn diep gehomogeniseerd. De bruine, gehomogeniseerde laag is op de stroomruggen 50 à 60 cm, in de uiterwaarden 80 à 100 cm dik. Daaronder is het moedermateriaal gelaagd en roestig.

De 10 à 25 cm dikke A1 is overwegend humusarm (2 à 3% humus) en steekt nauwelijks af tegen het bruine C-materiaal. Onder oude grasboomgaarden heeft de A1 een iets hoger humusgehalte en is wat donkerder gekleurd.

In de stroomruggen vertonen de gronden veel variatie, zowel in bouwvoorwaarde als in profielverloop en kalkverloop. Het lutumgehalte van de bouwvoor ligt tussen 17,5 en 35% en kan op korte afstand sterk verschillen. Het neemt naar beneden veelal af; op wisselende diepte, maar meestal binnen 120 cm, volgt kalkrijk, fijn tot grof rivierzand. Incidenteel ligt grof rivierzand in smalle banen dicht aan het oppervlak. Waar deze zandbanen, ook wel 'heibanen' of 'heischenen' genoemd voorkomen, lijdt het gewas vrij snel aan verdroging.

De gronden in de Over-Betuwe zijn tot 30 à 40 cm kalkloos of kalkarm en daaronder kalkrijk; die tussen Pannerden en Lobith zijn geheel kalkrijk.

De gronden in de uiterwaarden bestaan meestal tot ten minste 120 cm

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

diepte uit kalkrijke, lichte klei of zware zavel. Het lutumgehalte blijft tot 80 à 100 cm gelijk en neemt daarna geleidelijk af.

Waar duidelijke hoogteverschillen, ten gevolge van het voorkomen van talrijke kleine of grotere geulen of strangen (de belangrijkste zijn met een blauwe, onderbroken lijn op de kaart aangegeven) aanwezig zijn, zijn de gronden veelal lichter. Langs de grotere geulen liggen vaak smalle ruggen die uit lichte zavel en soms uit kalkrijk zand bestaan. Langs de Oude Rijn tussen Lobith en Groessen komen gebiedjes voor waar geulen en richels elkaar op korte afstand afwisselen. Hier wordt als onzuiverheid plaatselijk een bouwvoor van lichte zavel aangetroffen.

Ten noorden van Pannerden is een klein gebied afgegraven (↓).

In de Over-Betuwe treft men Gt VI en VII op verschillende plaatsen in associatie aan. Dit hangt samen met het voorkomen van storende lagen en het optreden van kwel. In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven, het grondwater gaat hier sterk op en neer met de rivierstand. De gronden zijn in gebruik voor akkerbouw, fruitteelt en als grasland.

Een profiel met Gt VII tussen Herwen en Babberich ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 35)

A1	0— 30 cm	donkerbruine (10YR3,5/3,5), matig humusarme, kalkrijke, lichte klei; tot 8 cm diepte sterk ontwikkelde, kleine, niet-poreuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementjes; van 8 tot 25 cm diepte goed ontwikkelde, grote, niet-poreuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen; daaronder zwak ontwikkelde, grote, niet-poreuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
C21	30— 90 cm	goed gehomogeniseerde, donkerbruine (10YR4/3), zeer humusarme kalkrijke, lichte klei; tot 49 cm diepte goed ontwikkelde, grote, macroporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen; daaronder goed ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C22g	90—120 cm	lichtbruine (10YR6/3), kalkrijke, uiterst humusarme, lichte zavel; zwakke roest; duidelijk gelaagd; half-open gepakt.

KALKLOZE OOIVAAGGRONDEN

Rd10C *Kalkloze ooivaaggronden; lichte zavel; Gt VI, VII*

Deze gronden treffen we aan in kleine oppervlakten langs de Oude IJssel tussen Drempt en Doetinchem en in een wat grotere oppervlakte ten noordoosten van Doesburg; verder liggen enkele vlakjes bij Valburg ten zuiden van Elst, bij Millingen aan de Rijn en bij Weurt.

Langs de Oude IJssel liggen ze op de hoogste delen van een door talrijke beddingen (de belangrijkste zijn met een blauwe, onderbroken lijn aangegeven) sterk versneden en ongelijk liggend gebied. De gronden hebben een 20 à 25 cm dikke A1 van matig humusarme, kalkloze, lichte zavel. De textuur blijft tot 40 à 80 cm ongeveer gelijk en gaat dan over in kalkloos, grof zand. Tot 50 à 60 cm diepte zijn de gronden donkerbruin van kleur. In de ondergrond komen sterke roestafzettingen voor.

Ten noorden van Doesburg liggen deze gronden hoog in het terrein op de overgang naar het zandgebied. Het zijn waarschijnlijk voor een deel zandgronden geweest die na de in cultuurname nog periodiek door de IJssel werden overstroomd en daardoor lutumrijk zijn geworden. Opvallend is in ieder geval dat de overgangen naar de aangrenzende enkeerdgronden, die hier lutumhoudend zijn, zeer geleidelijk verlopen. De ooivaaggronden hebben een 60 à 80 cm dik homogeen, donkerbruin dek van lichte zavel, bestaande uit een typisch mengsel van matig fijn zand en lutum. Hierin komt een vrij donkere, matig humusarme ($\pm 3\%$ humus) bovengrond voor, die plaatselijk zelfs duidelijk donker is (minerale eerdlaag). Op 60 à 80 cm begint kalkloos, matig fijn, scherp rivierzand of zeer lichte zavel. Vlak langs de Oude IJssel komt in de ondergrond roestige, kalkloze, zware zavel (oude rivierklei) voor.

In de Betuwe liggen de gronden op kleine opduikingen van oude, kalkloze stroomruggen. Ze bestaan uit bruine, grofzandige, lichte zavel, waarin een dunne, matig humusarme A1 voorkomt. De zavel gaat tussen 40 en 80 cm over in kalkloos, grof rivierzand, dat plaatselijk grindrijk is.

Het bodemgebruik is overwegend akkerbouw. De bovengrond heeft na regenval last van slemp, waarna korstvorming optreedt.

Een profiel met Gt VII bij Drempt ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 36)

Ap	0— 28 cm	donkerbruine (10YR3,5/3), matig humusarme, kalkloze, lichte zavel
C11	28— 55 cm	bruine (7,5YR4/4), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel
C12	55— 72 cm	geelbruine (10YR5,5/4), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel
C13g	72—120 cm	lichtbruine (10YR6/3), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel met vrij veel roestvlekken.

Rd90C *Kalkloze ooivaaggronden; zware zavel en lichte klei; Gt VI/VII, VII¹*

Deze gronden komen verspreid in de Betuwe voor, o.a. bij Elst en Bemmelen, en ten oosten van Nijmegen bij Leuth en Millingen. Verder liggen kleine vlakjes langs de IJssel bij Doesburg en Ellecom.

In de Betuwe en bij Leuth en Millingen worden ze aangetroffen in enkele oude stroomruggen, die duidelijk hoger liggen dan de omringende gronden. De 20 à 30 cm dikke, donker grijsbruine, humusarme (ca. 2% humus), kalkloze bovengrond van zware zavel of lichte klei, bevat op veel plaatsen grof zand. Dit grove zand is de oorzaak van de cementachtige structuur, waardoor de bovengrond na opdrogen zeer hard en sterk kluiterig wordt.

Direct onder de bovengrond komt vaak een zeer compacte, iets zwaardere laag voor die mogelijk is ontstaan door enige inspoeling van lutum. Verder wordt tot 60 à 90 cm diepte matig grofzandige, zware zavel of lichte klei aangetroffen, die rust op bruin, kalkloos, iets lutumhoudend, grof zand, dat plaatselijk, o.a. in de omgeving van Elst, Bemmelen en Leuth, grindhoudend is.

Ten noorden van Doesburg zijn deze gronden opgebouwd uit jonge afzettingen van de IJssel. Dit materiaal bestaat uit kalkloze, fijnzandige, zware zavel of lichte klei. De bovengrond is eveneens humusarm. Op een diepte van 60 à 90 cm begint grijze, sterk roestige, compacte, kalkloze, lichte, soms zware, oude rivierklei.

Het bodemgebruik op deze gronden is fruitteelt, akker- en weidebouw.

Een profiel met Gt VII tussen Elst en Oosterhout ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 37)

Ap	0— 25 cm	donkerbruine (10YR3,5), matig humusarme, kalkloze, lichte klei; vrij scherp overgaand in
C11	25— 52 cm	donkerbruine (10YR4/3), zeer humusarme, matig zware klei met grijze kleihuidjes op enkele breukvlakken; geleidelijk overgaand in
C12	52— 75 cm	bruine (10YR5/3), uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei; scherp overgaand in
C13	75—110 cm	bruine (10YR5/3), kalkloze, zandige zavel; overgaand in
C14	110—120 cm	bruin (10YR5/3), kalkloos, lutumhoudend, grindhoudend, grof zand.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

12 Oude rivierkleigronden

Oude rivierkleigronden zijn gronden, waarvan het moedermateriaal zogenaamde oude rivierklei is en die tevens tussen 0 en 80 cm voor meer dan de helft van de diepte uit zavel of klei bestaan. Ze maken deel uit van de rivierleemgronden, zoals die door Koenigs (1949) en Schelling (1951) zijn beschreven, respectievelijk in de omgeving van Azewijn en in Noord-Limburg.

De oude rivierklei werd tot nog toe beschouwd als een laatglaciale afzetting, nl. als laatste fase in een terrasvorming (rivierterrasgronden langs de Maas in Limburg; Van den Broek, 1966), of als afsluiting van een vlechtend rivierensysteem (Maas en Waal; Pons, 1957). De laatste jaren zijn op enkele plaatsen oude rivierkleiafzettingen van jongere datum gevonden. Deze moeten worden beschouwd als bovenstrooms geërodeerd en vervolgens stroomafwaarts opnieuw gesedimenteed materiaal (Poelman, i.v.). De naam oude rivierklei moet daarom wat minder gelukkig worden geacht.

Het onderscheid tussen oude en jonge rivierklei wordt gerechtvaardigd door verschillen in kenmerken en eigenschappen tussen beide sedimenten. Deze hebben betrekking op de stugheid (bewerkbaarheid), de kleur, het humusgehalte en enkele fysische en chemische eigenschappen.

Oude rivierklei heeft een kleiner zwel- en krimpvermogen (lineaire zwel), een geringer specifiek oppervlak en een lager adsorptiecapaciteit. Waarschijnlijk is de lutumfractie anders samengesteld en bevat minder kleimineralen en meer kwarts dan de jonge rivierklei (Poelman, i.v.).

Bij het vaststellen van kleurverschillen moet men uitgaan van vergelijkbare diepten in het profiel en gelijke hydrologische omstandigheden. De jonge rivierkleigronden hebben als kleurtoon (hue) vaak 10YR en tenderen naar 2,5Y en 5Y onder nattere omstandigheden. Droge oude rivierkleigronden hebben onder de A-horizont kleuren die neigen naar 7,5YR of soms nog roder. Ook hebben ze vaak een hogere kleurverzadiging (meer chroma). De natte, grijze, oude rivierkleigronden hebben op vergelijkbare diepte dikwijls een grotere helderheid (value) dan de jonge. De roestvlekken en ijzerconcreties hebben in de jonge rivierkleigronden vaak een bruine tot roodbruine kleur; in de oude rivierkleigronden zijn ze meer geelbruin of oranje. Ook komen er meer mangaanconcreties in voor (Edelman, 1950; Van den Broek and Maarleveld, 1963). De oude rivierkleigronden hebben meestal een lager humusgehalte dan de jonge. Ook schijnt de stalmest er sneller te verteren. De gebruikers zeggen dat deze grond mest 'vreet' (Schelling, 1951). Ze hebben ook een nauwere bewerkingsmarge, een geringere structuurstabiliteit en zijn bij gelijke zwaarte moeilijker te bewerken dan jonge rivierkleigronden.

Waar de oude rivierklei lang aan het oppervlak heeft gelegen, is een duidelijke bodemvorming opgetreden. Dit blijkt o.a. uit een verlaging van de basenverzadiging en van de pH, plaatselijk uit een verplaatsing van klei en vorming van een briklaag (Pons, 1966), zoals o.a. plaatselijk rondom Hummelo-Keppel. Het is echter niet juist de specifieke eigenschappen van de oude rivierklei toe te schrijven aan bodemvorming; er is veel meer sprake van eigenschappen van het moedermateriaal.

De verbreiding van de oude rivierklei op de bladen 40 West en Oost is aangegeven op afbeelding 52.

In westelijke richting is de oude rivierklei geleidelijk overdekt met een steeds dikker wordend pakket jonge rivierklei. Indien dit pakket dikker is dan 40 cm, zijn de gronden tot de jonge rivierklei gerekend.

12.1 De kaarteenheden van de oude rivierkleigronden

De oude rivierkleigronden worden naar het al of niet voorkomen van hydromorfe kenmerken binnen 50 cm diepte onderscheiden in polder-vaaggronden (KRn . . .) en ooivaaggronden (KRd . . .).

Oude rivierklei is kalkloos, daarom is geen indeling gemaakt naar het kalkverloop. Ook is geen indeling naar het profielverloop gemaakt.

POLDERVAAGGRONDEN

Dit zijn gronden met een weinig donkere, humushoudende bovengrond en roest en grijze vlekken die binnen 50 cm beginnen. Er is een onderverdeling gemaakt naar de zwaarte van de bovengrond.

KRn1 *Poldervaaggronden; lichte zavel; Gt V, V|VI, VI*

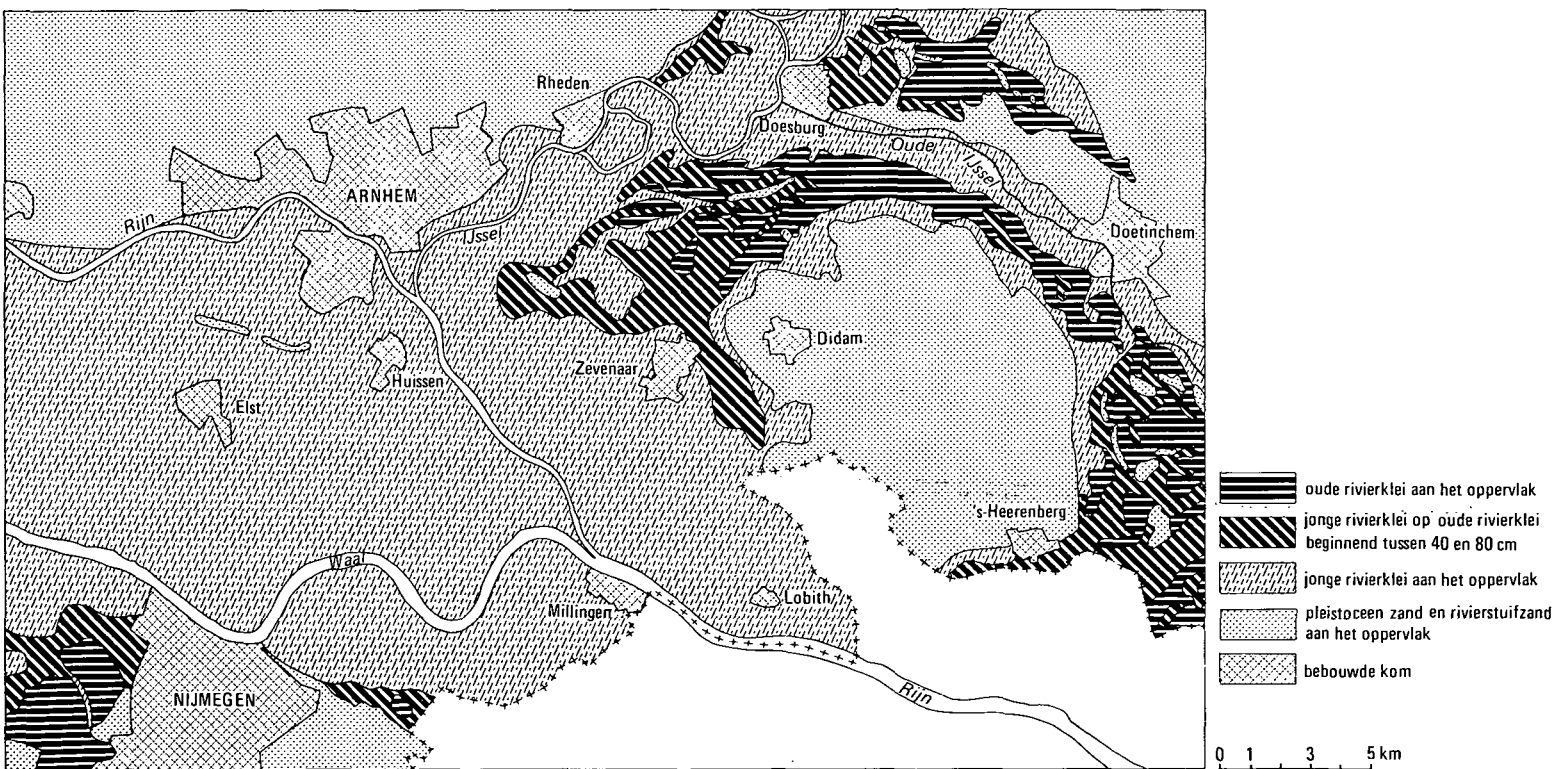
KRn2 *Poldervaaggronden; zware zavel; Gt III, IV, VI, VII*

Deze eenheden liggen verspreid in grotere en kleinere vlakken in het gebied van de Oude IJssel (kaartblad 40 Oost) en in het Land van Maas en Waal (kaartblad 40 West). In de oude rivierkleigronden vormen ze meestal de hogere terreingedeelten. Voor een deel zijn het geïsoleerde ruggen of kleine opduikingen te midden van jonge rivierkleiafzettingen. De gronden hebben vrij veel micro-reliëf door het voorkomen van talrijke, vrij smalle geulen en beddingen (de belangrijkste zijn op de bodemkaart aangegeven met een onderbroken blauwe lijn). Sommige laagten zijn vrij breed en met veen opgevuld (zie ook 15.2).

De gronden hebben een 20 à 25 cm dikke, donker grijsbruine bovengrond met 1,5 à 2,5% humus. Het lutumgehalte varieert bij eenheid KRn1 van 8 tot 17,5% en bij eenheid KRn2 van 17,5 tot 25%, maar kan daar plaatselijk vrij sterk van afwijken. Typerend voor deze gronden is, dat op enige diepte steeds een laag wordt gevonden die wat meer lutum bevat dan de bovengrond. In veel gevallen, bijvoorbeeld bij Eldrik, waar het lutumgehalte 5 à 10% hoger kan zijn, is dit verschil ontstaan tijdens de afzetting. Op veel plaatsen is de zwaardere laag echter mede veroorzaakt door bodemvorming waarbij, door inspoeling van lutum, een meer of minder duidelijke textuur-B is gevormd. Bij Hummelo-Keppel is daardoor plaatselijk een zeer vaste laag ontstaan, beginnend op een diepte van 30 tot 60 cm. De zwaardere laag onder de bovengrond is licht grijsbruin tot grijs van kleur, hij bevat veel oranjekleurige roestvlekken en zwarte mangaanspikkels. In natte perioden veroorzaakt hij wateroverlast.

De lichte en zware zavel gaat tussen 60 en 100 cm over in grof, soms fijn zand; hier en daar echter in zeer stugge, fijnzandige, lichte tot zware klei. Bij de binnen deze eenheden als onzuiverheid voorkomende zandgronden, vindt men herhaaldelijk dunne bruine banden-B's, beginnend

tussen 80 en 120 cm. Ten westen van Nijmegen en ten noorden van Zevenaar komt grind in de bovengrond voor (toevoeging 8...). Ten



Afb. 52 Verbreiding van de oude rivierklei.

westen van Nijmegen wordt bij beide eenheden grindhoudend, grof zand in de ondergrond (toevoeging . . . g) aangetroffen.

Op deze oude rivierkleigronden treft men afwisselend akkerbouw en grasland aan.

Een profiel van eenheid KRn1 met Gt VI bij Wehl ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 38)

A1	0— 20 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humusarme, kalkloze, lichte zavel; sterk ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, ronde granularen, die op 5 cm diepte vrij scherp overgaan in matig ontwikkelde, middelgrote tot grote, microporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen; vrij scherpe overgang naar
C11	20— 35 cm	donkerbruine (10YR4/3), zeer humusarme, kalkloze, lichte zavel; zwak ontwikkelde, grote, microporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen; geleidelijke overgang naar
C12g	35— 50 cm	donkerbruine (7,5YR4/3), zeer humusarme, kalkloze, zware zavel; vrij veel roest; zwak ontwikkelde, middelgrote tot grote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen; geleidelijke overgang naar
C13g	50— 70 cm	grijsbruine (10YR5/2), zeer humusarme, kalkloze, zware zavel; sterk roestig; zwak ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, enkelvoudige, ruwe prisma's; geleidelijke overgang naar
C14g	70—100 cm	lichtbruine (10YR6/3), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel met veel ijzervlekken en vlammen; sponsstructuur; geleidelijke overgang naar
C15	100—120 cm	licht geelbruin (10YR6/4), kalkloos, kleiig grof zand; betonstructuur.

Een profiel met een textuur-B-horizont (onzuiverheid) in een vlak van eenheid KRn1 met Gt VI bij Hummelo, ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 39)

Ap	0— 25 cm	donker grijsbruine (10YR4/2), matig humeuze, kalkloze, lichte zavel zonder roest; matig ontwikkelde, kleine, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen, op 5 cm diepte overgaand in matig ontwikkelde, grote, microporeuze, onregelmatige, scherp-blokkige elementen
A2g	25— 45 cm	bont gekleurde, grijsbruine (2,5Y5/2) en lichtbruine (7,5Y6/4), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel; oranje-rood gekleurde roest; zwak ontwikkelde, middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
B21tg	45— 68 cm	zeer bont gekleurde, licht grijsbruine (2,5Y6/2) en bruine (7,5YR 4/4), zeer compacte, uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel; veel oranje-rood gekleurde roest; matig ontwikkelde, grote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit matig ontwikkelde, middelgrote, macroporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen met plaatselijk zwakke kleihuidjes
B22tg	68— 75 cm	grijsbruine (2,5Y5/2), zeer vaste, uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei; zwakke roest; matig ontwikkelde, grote, samengestelde, ruwe prisma's, opgebouwd uit matig ontwikkelde, middelgrote, macroporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen met plaatselijk zwakke kleihuidjes
C1g	75—100 cm	grijze (5Y5/1), uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei; sterk roestig; goed ontwikkelde, grote, macroporeuze, enkelvoudige, gladde prisma's
CG	100—120 cm	grijs (5Y5/1), dicht gepakt, kalkloos, scherp, matig fijn rivierzand.

KRn8 *Poldervaaggronden; klei; Gt III, III*, V, V/VI, VI, VII*¹

De gronden hebben op blad 40 Oost een aanzienlijke verbreiding, o.a. bij Hummelo, Keppel, Angerlo, Bingerden, Netterden en Azewijn. Op blad 40 West worden ze alleen ten westen van Nijmegen aangetroffen. Ze liggen meestal in de laagste delen van het oude rivierkleigebied. Ten zuiden van Angerlo komen ze echter voor in een brede, vlakke zone tussen de gebroken gronden (eenheid Rn62C) en de kommen (eenheid Rn47C). Bij Netterden en Azewijn zijn het ruggen en kleine opduikingen. Vroeger werden ze 'grijze of bonte rivierleemgronden' genoemd, omdat ze veel bruine roestvlekken, grijze reductievlekken en zwarte mangaanvlekken bevatten.

¹ In de uiterwaarden is geen grondwatertrap aangegeven.

De lage gronden (Gt III en V) hebben een 15 à 30 cm dikke, zwak roestige bovengrond met 6 à 10% humus en 25 à 30% lutum. Bij de gronden met Gt VI en VII is de bouwvoor niet roestig en bevat slechts ca. 3% humus. Onder de bovengrond ligt humusarme, kalkloze, lichte klei, die bij Gt III en V grijsbruin is en veel roestvlekken en mangaanspikkels bevat. Bij Gt VI en VII is ze bruin en gehomogeniseerd. Op 40 à 60 cm diepte begint een ca. 30 à 40 cm dikke, bruingrijze tot grijze, compacte, humusarme, kalkloze, zware kleilaag met veel roestvlekken en mangaanspikkels. Daaronder ligt weer kalkloze, lichte klei. Ten westen van Nijmegen wordt, beginnend binnen 120 cm, kalkloos, grindrijk, grof zand in de ondergrond gevonden (toevoeging . . . g). Zeer plaatselijk bestaat de ondergrond uit slappe, kalkrijke klei. Bij Azewijn zijn enkele gebieden afgegraven (toevoeging $\frac{1}{2}$). Het bodembebruik is bij Gt III, III* en V overwegend grasland, bij Gt VI en VII overwegend bouwland.

Een profiel met Gt VI tussen Gendringen en Azewijn ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 40)

A1	0— 20 cm	donkerbruine (10YR3,5/3), matig humeuze, kalkloze, lichte klei
C1	20— 36 cm	bruine (7,5YR4/3), matig humusarme, kalkloze, lichte klei
C11g	36— 56 cm	bruine (10YR4,5/3), zeer humusarme, kalkloze, lichte klei; zwakke roest en enkele grijze vlekken
C12g	56— 90 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkloze, zware klei; veel roestvlekken, mangaanspikkels en grijze reductie kleuren
C13g	90—120 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), uiterst humusarme, kalkloze, lichte klei; veel roestvlekken, mangaanspikkels en grijze reductie kleuren.

OOIVAAGGRONDEN

Ooivaaggronden zijn kleigronden, die over een diepte van ten minste 50 cm homogeen bruin van kleur zijn en binnen deze diepte geen roest en grijze vlekken hebben. Ze worden verspreid op de hoogste delen van de oude rivierklei aangetroffen. Er komt slechts één eenheid voor.

KRd1 *Ooivaaggronden; lichte zavel; Gt VI, VII*

De ooivaaggronden in oude rivierklei komen verspreid voor in het gebied van de Oude IJssel bij Angerlo ten zuiden van Giesbeek, bij Eldrik, Doetinchem, Azewijn en Hummelo-Keppel en in het Land van Maas en Waal bij Nijmegen. Ze worden meestal aangetroffen in vrij brede ruggen, die tot de hoogste delen van het oude rivierkleigebied behoren. Deze gronden, die tot 60 à 80 cm diepte donkerbruin van kleur zijn, werden vroeger hoge bruine rivierleemgronden genoemd.

De 20 à 30 cm dikke, donkerbruine bovengrond bestaat uit matig humusarme, kalkloze, lichte zavel. Daaronder bevindt zich meestal een compacte, iets zwaardere horizont waarin hier en daar inspoeling van klei uit de bovenlaag is te herkennen (kleihuidjes).

Op veel plaatsen gaat de lichte zavel tussen 40 en 80 cm over in matig fijn tot matig grof zand, waarin tot op 100 à 120 cm diepte donkerbruine inspoelingsbanden voorkomen. In de omgeving van Azewijn worden echter ook gronden gevonden waarin het zand pas dieper dan 80 cm begint. Daar kan de compacte laag zowel uit kalkloze, lichte zavel als uit kalkloze, zware zavel bestaan. Ten noorden van Azewijn en ten westen van Nijmegen zijn deze gronden plaatselijk grindrijk vanaf het maaiveld (toevoeging g . . .).

Een profiel met Gt VII bij Hummelo ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 41)

A1	0— 20 cm	donkerbruine (7,5YR3,5/2), matig humusarme, kalkloze, lichte zavel; goed ontwikkelde, kleine, microporeuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen, op 5 cm diepte overgaand in goed ontwikkelde, samengestelde platen, opgebouwd uit zeer zwak ontwikkelde, middelgrote, weinig-poreuze, afgerond-blokkige elementen
----	----------	---

C11	20— 45 cm	donkerbruine (7,5YR3/3), uiterst humusarme, kalkloze, lichte zavel; massieve structuur, op 33 cm diepte overgaand in zeer zwak ontwikkelde, middelgrote, heterogeen-poreuze, onregelmatige, afgerond-blokkige elementen
C12	45— 70 cm	bruine (10YR5/3), kalkloze, lichte zavel; grof-poreuze spons-structuur
C13g	70— 90 cm	grijsbruine (10YR5/2), kalkloze, lichte zavel; grof-poreuze spons-structuur
C14g	90—120 cm	licht grijsbruine (10YR6/2), kalkloze, zware zavel; massieve structuur; ijzerknollen naast half-open gepakt zand.

13 Leemgronden

Leemgronden zijn eolische afzettingen die binnen 80 cm voor meer dan de helft bestaan uit mineraal materiaal met meer dan 50% leem (deeltjes kleiner dan 50 μ). Dit materiaal, dat löss wordt genoemd, is in het Weichselien op de heuvels langs de Veluwezoom en bij Nijmegen en Groesbeek afgezet (afb. 53). Kenmerkend is het relatief hoge siltgehalte (fractie 2–50 μ) met een top in de subfractie 25–37 μ .

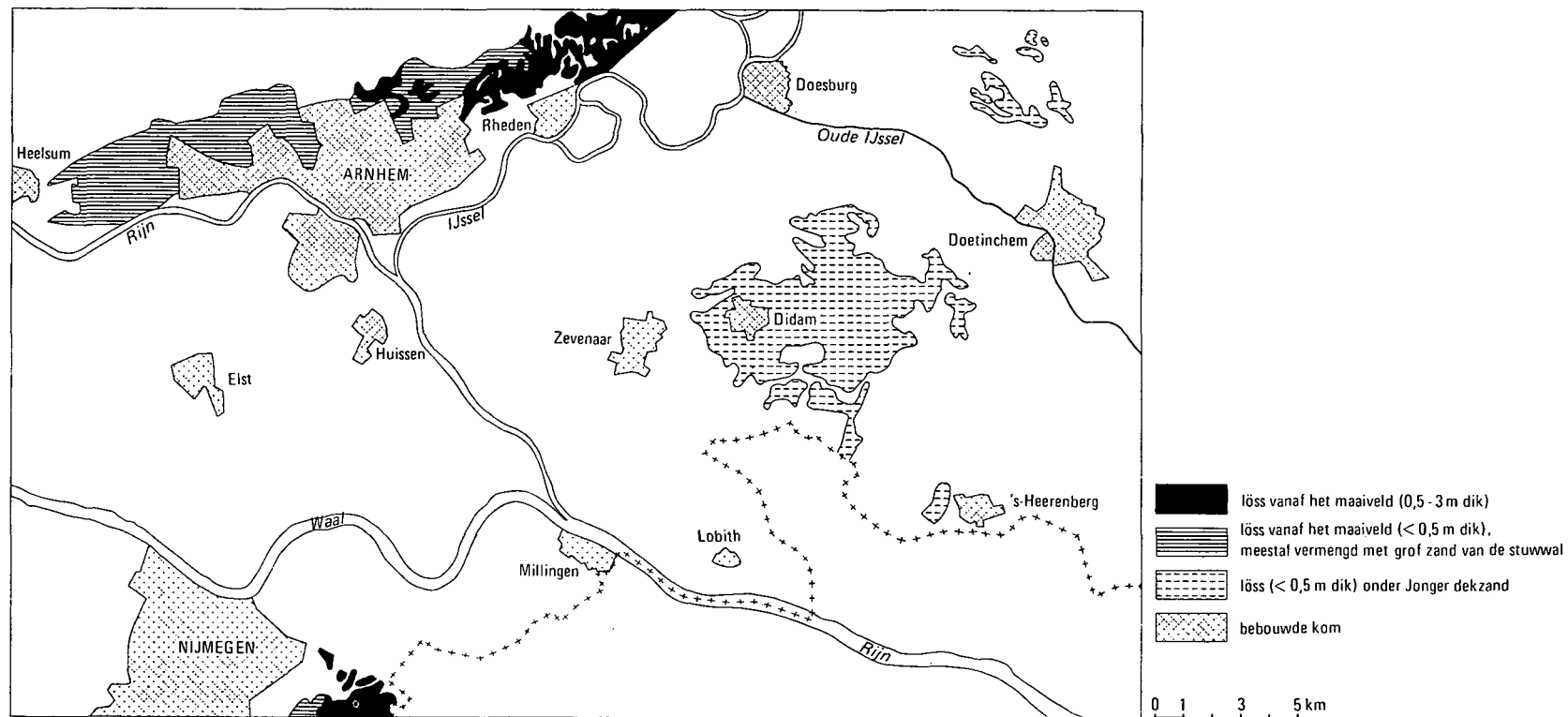
De löss van de Veluwezoom en Groesbeek werd vroeger niet als eolische afzettingen gezien. Staring noemde het 'zavelgrond'. Andere onderzoekers (o.a. De Vries, 1942) spraken van 'votleem'. Vink (1949) heeft de löss in de omgeving van Middachten onderzocht en kwam tot de conclusie dat het eolisch materiaal betrof, evenals de löss van Limburg. Het pakket is langs de Veluwe en bij Groesbeek veel minder dik en bestaat, evenals dit het geval is met de noordrand van het Limburgse lössgebied, voornamelijk uit zandige leem (50–85% < 50 μ). Het lutumgehalte is echter duidelijk lager dan dat van de löss in Limburg, terwijl er een tendens aanwezig is dat de matig fijne en de grove zandbijmenging groter is (afb. 54). De dikte van de laag varieert van enkele decimeters tot ca. 2,5 meter. De dikste pakketten komen voor op de hellingen en in de droge dalen. De hoogste koppen van het gestuwd preglaciaal zijn onbedekt. De löss in dit gebied is waarschijnlijk kalkrijk afgezet, maar in de loop der tijden geheel ontkalkt.

13.1 De kaarteenheid van de leemgronden

De leemgronden in dit gebied zijn alle tot de ooivaaggronden gerekend, d.w.z. ze hebben een zwak ontwikkelde A1 en geen roest binnen 80 cm. In veel gronden is enige lutumverplaatsing opgetreden. De gevormde textuur-B's voldoen dikwijls niet aan de eisen voor een briklaag: ze bevatten wat minder dan 10% lutum, zijn geen 15 cm dik of beginnen pas dieper dan 80 cm. Wel komen vaak banden-B's voor, waarin ijzer, aluminium en wat lutum zijn ingespoeld. Deze vaste lagen beginnen tussen 60 en 100 cm, zijn bruin tot oranjebruin en 5 à 15 cm dik.

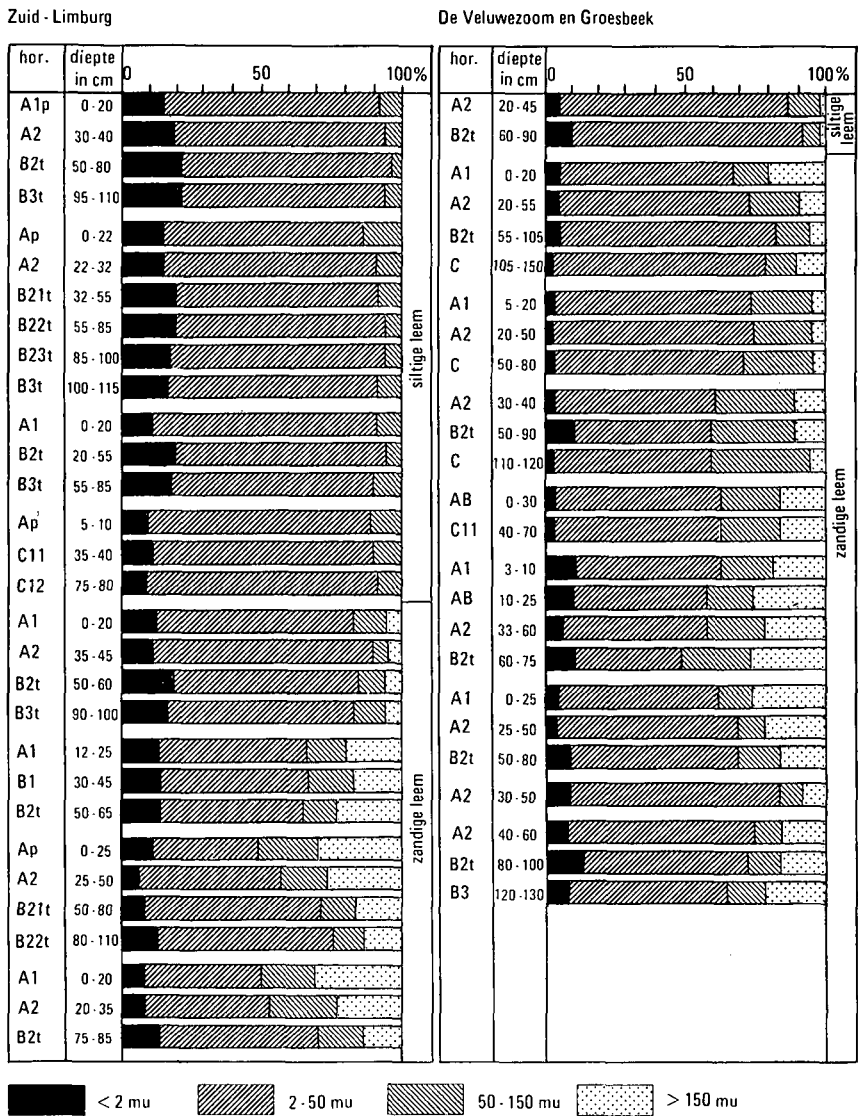
Ld5 *Ooivaaggronden met roest beginnend dieper dan 80 cm; zandige leem; Gt VII*

Deze eenheid wordt aangetroffen langs de Veluwezoom tussen Arnhem en Dieren (afb. 55) en in het heuvelgebied ten oosten van Nijmegen. Onder bos hebben de gronden een 10 à 15 cm dikke bovengrond van matig humusarme, zandige leem; bij bouwland is de bouwvoor meestal wat dikker en donkerder. Daaronder ligt geelbruine tot licht geelbruine, homogene, uiterst humusarme, zandige leem, waarin op sommige



Afb. 53 Verbreiding van de löss.

plaatsen een zwakke moderpodzol-B is ontwikkeld. Tussen Arnhem en Dieren gaat deze zandige leem door tot dieper dan 120 cm. Ten oosten van Nijmegen wordt binnen 120 cm preglaciaal, grof zand aangetroffen (toevoeging . . . g).



Afb. 54 De korrelgrootteverdeling in de löss van Zuid-Limburg, de Veluwezoom en Groesbeek.

Als onzuiverheid komen, vooral bij Nijmegen, gronden voor waarin door inspoeling van lutum een textuur-B-horizont is ontstaan. Deze horizont begint meestal tussen 80 en 100 cm diepte. Waar ondieper zand begint, wordt ze op de overgang van de zandige leem en het zand aangetroffen. Ook komen als onzuiverheid onbedekte koppen met grindrijke, grofzandige holtpodzolgronden voor. De gronden zijn grotendeels bebost, zowel met loofhout als met naaldhout. Tussen Beek en Groesbeek komt veel bouwland en grasland voor.



Foto Stiboka 21412

Afb. 55 Breed, vlak dal in de stuwwal bij Rheden met ooivaaggronden in löss (Ld5). Op de achtergrond bebost, grofzandig, gestuwd Preglaciaal.

Een profiel met Gt VII op het landgoed Heuven bij De Steeg ziet er als volgt uit (aanhangel 2, analyse nr. 42)

Ap	0— 10 cm	zeer donker grijsbruine (10YR3/2), matig humusarme, zandige leem; matig ontwikkelde, kleine, heterogeen-poreuze, veelvlakkige granulairen; scherp overgaand in
C11	10— 30 cm	geelbruine (10YR5/5), uiterst humusarme, zandige leem; matig ontwikkelde, kleine en middelgrote, microporeuze, afgerond-blokkige elementen; geleidelijk overgaand in
C12	30— 60 cm	licht geelbruine (10YR6/4), uiterst humusarme, zandige leem; zwak ontwikkelde dunne en vrij dikke, macroporeuze, gestapelde platen; scherp overgaand in
Bt	60— 85 cm	geelbruin (10YR5,5/6), uiterst humusarm, zandige leem; matig ontwikkelde, vrij dikke (5-20 mm), macroporeuze, gestapelde platen (banden-B); vrij scherp overgaand in
C13	85—120 cm	licht geelbruin (10YR6/4), sterk lemig, matig fijn zand met geelbruine (10YR5,5/6) banden-B's; pedogene gelaagdheid; banden macroporeus, rest microporeus; banden van boven naar beneden afnemend van 5 tot 2 cm.

14 *De samengestelde kaarteenheden*

Tot het aangeven van samengestelde kaarteenheden wordt overgegaan, wanneer de bodemgesteldheid op korte afstand zo sterk wisselt, dat de afzonderlijke eenheden op de gebruikte schaal niet betrouwbaar zijn weer te geven. Het is mogelijk gebleken de inhoud van de kaartvlakken voor 70 tot 80% van hun oppervlakte te omschrijven met een associatie van twee enkelvoudige kaarteenheden. Deze vlakken zijn op de bodemkaart aangegeven met verticale banden in de kleuren van de beide samenvattende delen en met een dubbele code. De positie van de code wordt bepaald door de volgorde van de legenda.

Voor de beschrijving van de verschillende bestanddelen waaruit de samengestelde kaarteenheden zijn opgebouwd, wordt verwezen naar de hoofdstukken 6 t/m 13.

14.1 **Associaties van twee enkelvoudige kaarteenheden**

Hn/Zb21–Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

–Vorstvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

In het mineralogisch rijke, Jongere dekzand ten oosten van Didam en op het rivierstuifzand ten noorden van de Oude IJssel komt een vrij sterk microreliëf voor. Dit gaat gepaard met verschillen in bodemgesteldheid op korte afstand (afb. 56). In de ondiepe laagten zijn veldpodzolgronden (Hn21) ontstaan; op de iets hoger liggende zandkopjes komen vorst-vaaggronden (Zb21) voor. Plaatselijk is het verloop zo grillig, dat in één perceel meerdere vlakjes van genoemde gronden worden aangetroffen. Vers geploegde gronden hebben door verschil in kleur en humusgehalte van de bouwvoor een bont aanzien.

Het geringe hoogteverschil gaat ten oosten van Didam tevens samen met verschil in grondwatertrappen (Gt V en VI). Ten noorden van de Oude IJssel komt alleen Gt VI voor. In de ondergrond komen vaak, maar op zeer verschillende diepten, lösslemlagen voor.

Deze jonge ontginningsgronden zijn vrijwel overal diep vergraven (toevoeging →).

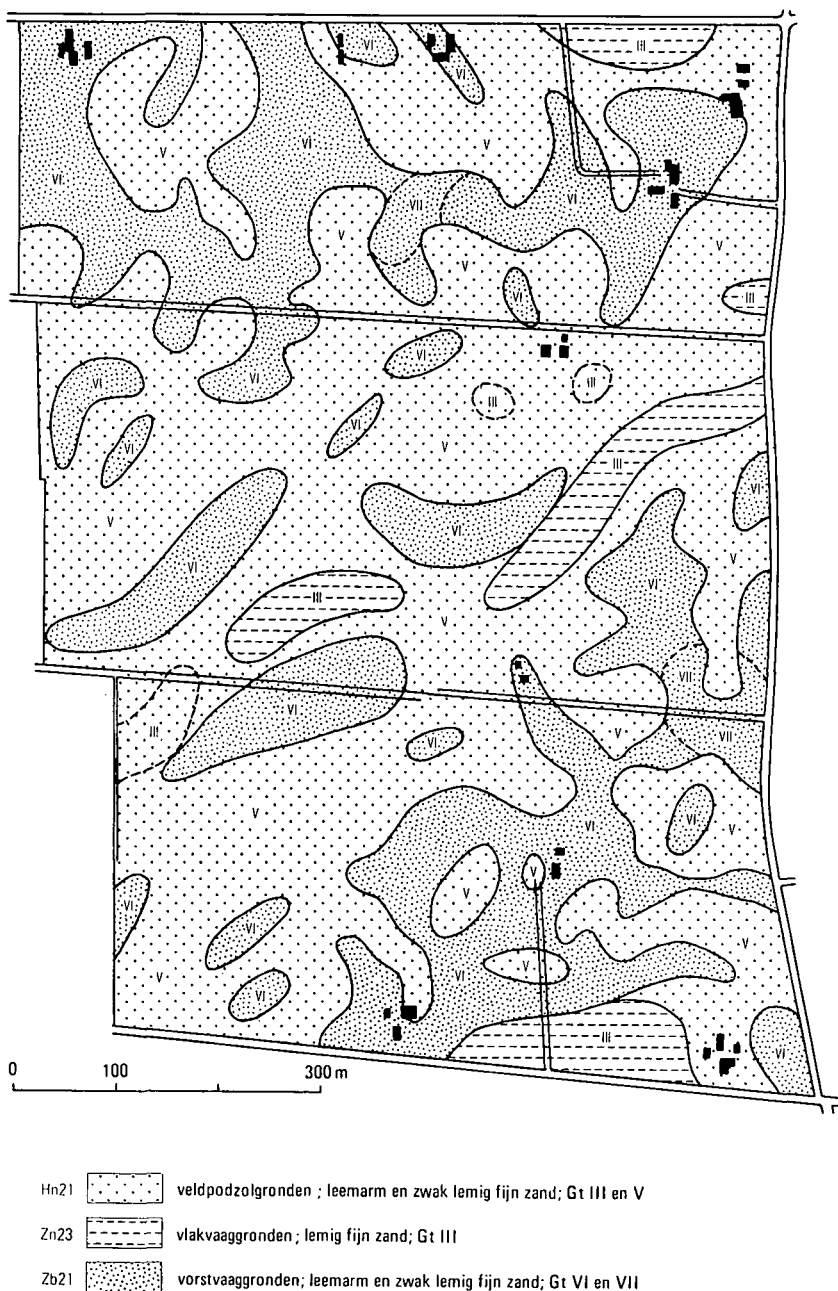
Hd21/gHd30–Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand

–Haarpodzolgronden; grof zand

Ten noorden van Wolfheze ligt een gebied waarin talrijke kleine en grotere dekzandruggetjes voorkomen afgewisseld met fluvioglaciaal grof zand.

De ruggetjes hebben hoofdzakelijk een zuidwest/noordoost richting, zijn minstens 1 meter hoog en 25 à 50 meter breed. Ze bestaan uit matig fijn zand, waarin haarpodzolgronden (eenheid Hd21) zijn ontwikkeld. Het

dekzand van de ruggetjes gaat via een brede strook fijn zand van enkele decimeters dikte, geleidelijk over in grindhoudend, grof zand. Hierin komen eveneens haarpodzolgronden voor (eenheid *gHd30*). Gedeeltelijk zijn de gronden vergraven (toevoeging →). De grondwatertrap is VII.



Afb. 56 Detailkaart van een gebied bij Didam, dat op de bodemkaart is aangegeven met de samengestelde kaarteenheid Hn/Zb21, Gt V/VI.

kZn30A/Rn82A-Kalkhoudende vlakvaaggronden; grof zand met zavel- of kleidek

—Kalkhoudende poldervaaggronden; klei, profielverloop 2

Deze samengestelde eenheid komt voor in de afgegraven (toevoeging ↓)

uiterwaarden bij Giesbeek, in de Havikerwaard en de Beimerwaard bij Ellecom. Men heeft daar de oorspronkelijke kleilaag tot de zandondergrond afgegraven en daarna de humushoudende bovengrond op onregelmatige wijze teruggestort. Daarbij zijn zowel zandgronden (eenheid Zn30A) met een dun zavel- of kleidek (aangegeven met toevoeging *k . . .*), als kleigronden met een zandondergrond (eenheid Rn82A) ontstaan.

Het humusgehalte van de bovengrond van de nieuwe gronden bedraagt 1 tot 3%, het lutumgehalte varieert van 25 tot 30%, maar is plaatselijk wat lager. Het kleidek is kalkhoudend en sterk roestig; de kalkrijke zandondergrond is meestal grof.

Plaatselijk bestaat de ondergrond uit zeer fijn zand of uit zware, oude rivierklei (o.a. bij kasteel Middachten).

Het bodemgebruik is grasland. Bij hoge rivierstanden staan deze gronden onder water.

Rn52/95A—*Kalkhoudende poldervaaggronden; zavel, profielverloop 2*

—*Kalkhoudende poldervaaggronden; zware zavel en lichte klei, profielverloop 5*

Deze samengestelde eenheid ligt in de afgegraven (toevoeging $\downarrow$) uiterwaarden aan weerszijden van de Rijn tussen Huissen en Angeren, ten zuiden van Loo en in de Ambtswaard ten zuiden van Bemmelen.

Het zavel- of kleipakket is op veel plaatsen tot het rivierzand afgegraven maar elders, waar de zandondergrond dieper ligt is veel zavel of klei blijven zitten. De bovengronden zijn ondiep heterogeen en hebben een laag humusgehalte (1 à 2%).

Rn95A/KRn8—*Kalkhoudende poldervaaggronden in jonge rivierklei; zware zavel en lichte klei, profielverloop 5*

—*Poldervaaggronden in oude rivierklei; klei*

Deze samengestelde eenheid, in de uiterwaarden ten noorden van Giesbeek, houdt verband met de onregelmatige kleiafgraving ten behoeve van de baksteenindustrie (toevoeging $\downarrow$). Hier heeft men de klei soms zo diep afgegraven, dat plaatselijk oude rivierklei aan de oppervlakte is komen te liggen. Het materiaal in de afgraving wisselt daardoor van kalkloze, zware klei (oude rivierklei) tot kalkrijke, zware zavel (jonge rivierklei).

De gronden zijn roestig en grijs gevlekt. Plaatselijk bestaat de ondergrond uit zeer fijnzandig materiaal.

Het gebruik is grasland.

15 *Toevoegingen en overige onderscheidingen*

15.1 Toevoegingen

De toevoegingen zijn op de bodemkaart aangegeven met behulp van een cursieve letter, al dan niet gecombineerd met een signatuur, of alleen met een signatuur.

Heeft de toevoeging betrekking op de bovengrond, dan staat de cursieve letter voor de andere codeletters, in alle andere gevallen erachter. Vergravingen worden alleen met een signatuur aangeduid.

De volgende toevoegingen zijn gebruikt:

z . . . Zanddek, 15 à 40 cm dik

Deze toevoeging komt voor ten noorden van Rozendaal. Hier wigt fijnzandig stuifzand uit over grof, gestuwd materiaal, waarin moderpodzolgronden (Y30) voorkomen.

k . . . Zavel- of kleidek, 15 à 40 cm dik

Deze toevoeging vindt men tussen Doetinchem en Keyenburg op de overgang van kleigronden (Rn62C) naar zandgronden (pZg23). Bij laatstgenoemde eenheid bestaat het 15 à 35 cm dikke dek uit bruine tot roodbruine, kalkloze, lichte zavel tot lichte klei. De toevoeging komt verder voor in de klei-afgravingen bij Azewijn en in de Havikerwaard bij Doesburg. Daar is het zavel- of kleipakket tot de zandondergrond afgegraven. De humushoudende bovengrond is teruggestort op de zandondergrond. Deze kleibovengrond met een wisselend lutumgehalte (17,5 tot 30%) is als toevoeging bij de eenheden Zn30 en Zn30A aangegeven.

g . . . Grind ondieper dan 40 cm beginnend

De gestuwde en fluvioglaciale afzettingen, waarin de eenheden Y30 en Hd30 voorkomen, zijn grindhoudend tot grindrijk vanaf het maaiveld. Met behulp van de toevoeging *g . . .* is dit aangegeven in het gebied tussen Renkum en Rheden, op het Montferland en in het gebied bij Nijmegen.

Als gevolg van dijk- en oeverwaldoorbraken (zie 5.7.1) is een deel van de gronden van de eenheden Rn15A en Rd10A eveneens grindrijk vanaf het maaiveld. Ze worden gevonden in de omgeving van Doornenburg, Groessen en Loenen.

Bij Azewijn liggen oude rivierkleigronden (eenheid KRd1) die geheel grindhoudend zijn.

f . . . Plaatselijk ijzerrijk, ondieper dan 50 cm beginnend en ten minste 10 cm dik

Deze toevoeging is aangegeven in het gebied van de Oude IJssel bij de eenheden Rn15C en Rn95C en nabij Keyenburg bij eenheid pZg23.

De gronden hebben hoge ijzergehalten, hetgeen blijkt uit de roodbruine kleur van de bovenlaag en de sterke roestafzettingen in de ondergrond. Op veel plaatsen komt ijzer in de vorm van concreties of in vaste lagen op een diepte van 30 à 50 cm voor. Dergelijke ijzerrijke lagen werden vroeger als grondstof voor de ijzerindustrie gewonnen.

. . . w 15 à 40 cm moerig materiaal beginnend tussen 40 en 80 cm

Bij Duiven en tussen Doetinchem en Azewijn komen in de komgronden (Rn44C) dunne, moerige lagen voor. Ze bestaan uit 15 à 20 cm venige klei tot kleilig veen, beginnend op 70 à 80 cm diepte. Het moerige materiaal vormt er de scheiding tussen de jonge, zware komklei en de oude rivierklei in de ondergrond.

. . . v Moerig materiaal beginnend dieper dan 80 cm en doorgaand tot dieper dan 120 cm

Deze lagen komen voor in laag gelegen komkleigebieden bij Duiven, Elden, Driel en Valburg (eenheid Rn44C). De zware kleilaag gaat hier tussen 80 en 120 cm over in venige klei of kleilig bosveen, soms in kleiarm broekveen.

. . . g Grof zand en/of grind beginnend tussen 40 en 120 cm

Deze toevoeging is bij Beuningen bij Nijmegen en bij Heelsum onderscheiden. Bij eerstgenoemde plaats wordt grof zand onder jonge en oude rivierklei (eenheden Rn95C, KRn2 en KRn8) aangetroffen. Bij Heelsum ligt grindhoudend grof zand onder lemig, fijn zand (pZn23), bij Nijmegen onder löss (Ld5).

. . . p Pleistoceen zand beginnend tussen 40 en 120 cm

Deze toevoeging is onderscheiden bij Rheden. Hier ligt onder jonge rivierkleigronden (eenheid Rn62C) leemarm, matig fijn, pleistoceen zand.

↓ Afgegraven

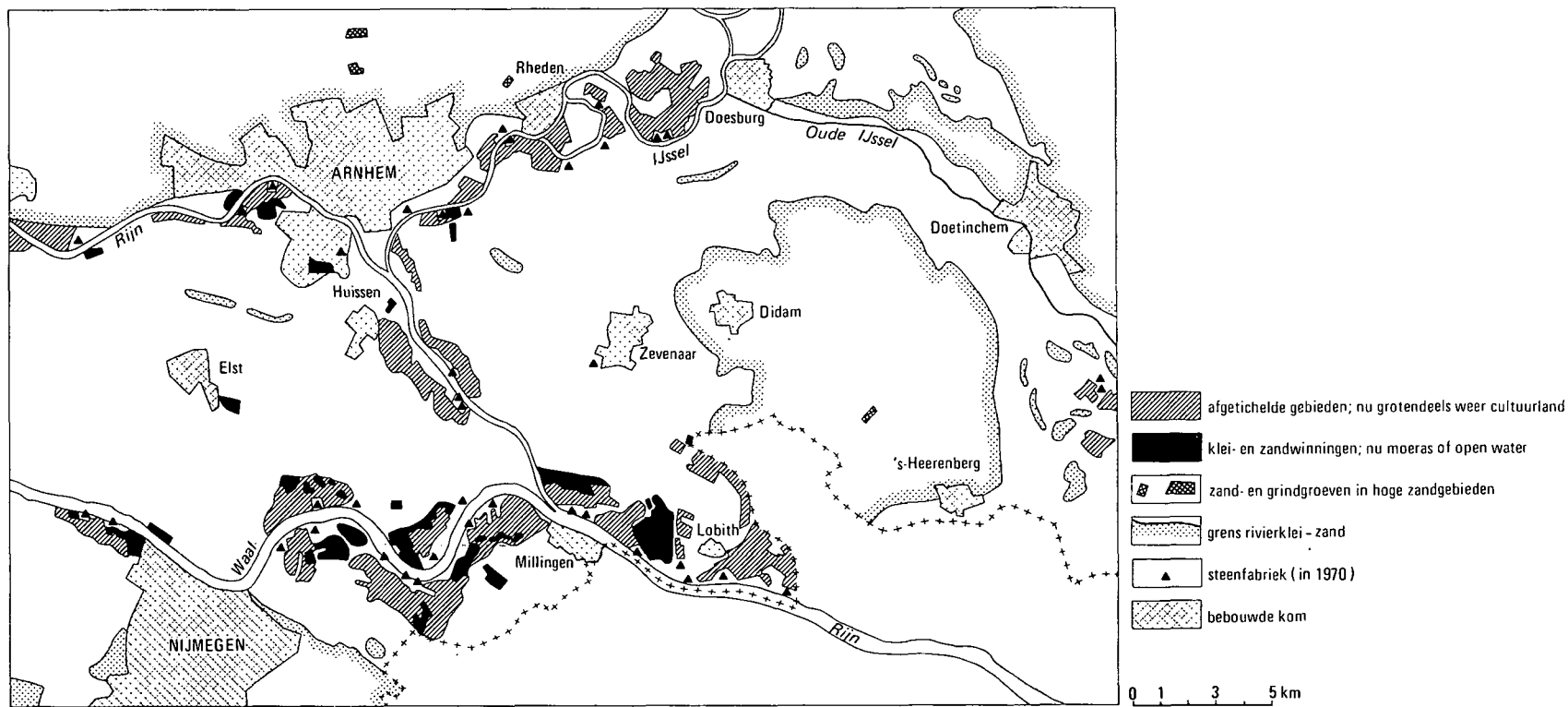
Deze toevoeging is veel gebruikt bij de gronden langs de Rijn, de Waal en de IJssel, waar de uiterwaarden op grote schaal zijn afgegraven (afb. 57) ten behoeve van de baksteenindustrie. Soms is binnen een bepaald gebied niet de gehele oppervlakte afgegraven maar zijn gedeelten blijven staan. De toevoeging ↓ is aangegeven bij de eenheden Rn52A, Rn82A, Rn95A, KRn8, Zn30A en Zn30 of associaties hiervan.

← Geëgaliseerd

Tijdens de rivierverleggingen voor het plaatsen van een stuw in de Rijn bij Driel en het verleggen van het rivierbed bij Pannerden, zijn gedeelten van de uiterwaard sterk vergraven en daarna geëgaliseerd.

→ Vergraven

Vergraven gronden komen veel voor in de hoge zandgebieden



Afb. 57 Overzicht van de ontgrondingen.



Foto Stiboka R35-131

Afb 58 Diep ingesneden geul (↓), een zgn. strang, in het voormalige uiterwaardengebied bij Oud-Zevenaar.

ten noorden van de Rijn, op het Montferland, in de dekzandgebieden ten westen van Didam en tussen Kilder en Wehl.

De oorspronkelijk woeste gronden zijn bij de ontginning tot bos- of landbouwgrond tot een diepte van 60 à 80 cm gespit. Sommige gronden, zoals ten westen van Didam, zijn vermoedelijk tweemaal bewerkt. De tweede bewerking was nodig om de bosgronden weer voor bouwland of grasland geschikt te maken.

15.2 Overige onderscheidingen

(in blauw) *Smalle bedding, geul enz.*

Op de bodemkaart zijn met behulp van deze onderscheiding de belangrijkste verlaten rivierbeddingen aangegeven. Deze beddingen komen verspreid voor over het gehele oude rivierkleigebied en vormen een grillig, vaak onduidelijk patroon. Het zijn zowel brede (50 à 75 m), diepe, met veen opgevulde geulen als smalle, nauwelijks waarneembare, ondiepe laagten.

Een dergelijk 'vlechtend' geulensysteem treft men ook aan in de jongere zavel- en kleiafzettingen langs de Oude IJssel. De grote geulen zijn hier diep ingesneden, met slappe klei of veen gevuld of bestaan uit moeras of open water.

Minder veelvuldig zijn de beddingen in het jonge rivierkleigebied in de Over-Betuwe. Ze zijn hier duidelijk met stroomruggen verbonden. Er is meestal één hoofdgeul die over een grote afstand te volgen is. Ze zijn 10 tot 20 m breed en opgevuld met kalkloze, zware klei, die in de ondergrond humeus en slap is of overgaat in veen.

De duidelijkste en jongste geulen liggen in de uiterwaarden. Deze zg. strangen (afb. 58) zijn na de bedijking ontstaan, in perioden waarin de rivier buiten haar zomerbed trad en over de uiterwaarden stroomde. De meeste zijn 10 à 20 m breed, 1 à 2 m diep en niet dichtgeslibd, omdat ze telkens weer als tijdelijke bedding fungeren. Langs de strangen komen kleine oeverwallepjes voor. Zeer sterk versneden is het bedijkte uiterwaardengebied tussen Pannerden en Lobith.

✕ *Zand-, leem- of grindgroeve*
 Ten noorden van Arnhem komen enkele nog in gebruik zijnde zand- en grindwinningsplaatsen voor. Ze hebben een beperkte oppervlakte.

↑ *Opgehoogd en opgespoten*
 Dit symbool is slechts op één plaats aangegeven nl. ten zuiden van de Rijn bij Arnhem. Het is een vuilstortplaats van de gemeente Arnhem.

↓ *Afgegraven*
 Dit betreft enkele zand- en kleiwinningen, die nog in gebruik zijn en waarvan de toekomstige bodemgesteldheid niet duidelijk is. Sommige van deze winplaatsen, zoals in de Koppenwaard bij Lathum zullen geheel in een watergebied veranderen.

T *Oude bewoningsplaats*
 Op verschillende plaatsen in de Over-Betuwe komen kleine, niet-natuurlijke heuvels of hoogten voor, die een halve tot enkele hectaren groot zijn. Ook een aantal dorpen ligt gedeeltelijk op zulke hoogten. Ze bestaan uit duidelijk donker gekleurde, humushoudende zavel of klei waarin fosfaatvlekken, puin, beenderen, scherven enz. voorkomen, afkomstig van afval van vroegere bewoning. Uit aardewerkvondsten is gebleken dat veel bewoningsplaatsen of oude cultuurgronden dateren uit de Romeinse, of uit de latere, Merovingisch-Karolingische periode. Voor deze woonsteden heeft men de natuurlijke, hogere delen, nl. de stroomruggen van het rivierkleigebied opgezocht. Hier was men nl. het veiligst bij overstromingen van het in die tijd nog niet bedijkte land. De oude bewoningsplaatsen liggen in veel gevallen langs de voormalige stroombeddingen. Het is niet verwonderlijk dat veel latere wooncentra op deze oude cultuurgronden zijn ontstaan en dat veel boerderijen, zowel verspreid in het terrein als nabij de dorpen, ook op de oude cultuurgronden liggen. Egberts (1950) veronderstelt dat een aantal van deze oude bewoningsplaatsen ook als vluchtheuvels bij overstromingen hebben gediend. Hij neemt aan dat een aantal woonplaatsen vooral vlak na de bedijking, toen er bij dijkdoorbraken nog overstromingen met ernstige gevolgen voorkwamen, zijn opgehoogd. Aanwijzingen hiervoor zijn dat de directe omgeving van sommige woonplaatsen ten dele is afgegraven. De afgegraven grond zou dan op de woonplaats gebracht zijn. Enkele oude cultuurgronden lagen van nature reeds zeer hoog op pleistocene zandopduikingen, zoals de 'Rijkerswoerd', Persingen, de dorpskernen van Groesen en Valburg. De grond is hier diepzwart en humushoudend.

Een profiel in een oude bewoningsplaats bij Slijk-Ewijk ziet er als volgt uit (aanhangsel 2, analyse nr. 43)

Aanp	0— 25 cm	zeer donker bruine (10YR2/2), matig humeuze, kalkarme, zware zavel; geleidelijk overgaand in
Aan2	25— 53 cm	zwarte (10YR2/1); matig humeuze, kalkhoudende, lichte klei met veel scherven, botten, puin en zwarte houtskoolstukjes; geleidelijk overgaand in
Aan3	53— 95 cm	zeer donker grijze (10YR3/1), matig humusarme, kalkrijke, zware zavel, met scherven, botten, puin, houtskoolstukjes en groene fosfaatvlekken; zeer geleidelijk overgaand in

AC 95—120 cm heterogeen gevlekte, donker grijsbruine (10YR4/2) tot grijsbruine (10YR5/2), zeer humusarme, kalkrijke, lichte zavel met nog enkele fosfaatvlekken.

w *(in blauw) Water en moeras*

Deze onderscheiding is aangegeven in een aantal diep uitgegraven uiterwaardgebieden, die moeilijk weer in cultuur gebracht kunnen worden. Ze zijn een groot deel van het jaar dras of staan onder water. Oppervlakten van betekenis liggen langs de Waal.

(in bruin) Stuwwal

In hoofdstuk 4.3 is beschreven dat in het Saalien, preglaciale afzettingen door het landijs werden opgestuwd. De richting van de gestuwde, schuinstaande lagen is op de bodemkaart met bruine lijnen aangegeven. Evenwijdig aan deze strekkingsrichting liggen langgerekte stroken van hetzelfde materiaal, bijv. grof zand, grind, leem en fijn zand. Loodrecht op de strekkingsrichting wisselt de samenstelling van het materiaal op korte afstand (zie afbeelding 10).

16 *De geschiktheid van de gronden voor akker- en weidebouw*

16.1 Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt de geschiktheid van de op deze kaarten voorkomende gronden voor akker- en weidebouw. Voor de beoordeling wordt sinds 1968 een landelijk systeem toegepast. Dit houdt echter niet in, dat elke kaarteenheid steeds op alle kaartbladen gelijk wordt beoordeeld. Er zijn regionale verschillen in klimaat en bodemgesteldheid die aanleiding kunnen geven tot een verschillende waardering.

Als basiseenheid voor de beoordeling geldt de kaarteenheid met de grondwatertrap. Toevoegingen zijn slechts in de beoordeling betrokken als ze van invloed zijn op de geschiktheid. De invloed van toevoegingen die betrekking hebben op de ondergrond, is in het algemeen te verwaarlozen. Bij toevoegingen die op de bovengrond betrekking hebben, ligt het anders. Zo wordt bijvoorbeeld de geschiktheid van zandgronden sterk veranderd door de aanwezigheid van een zavel- of kleidek. Samen- gestelde kaarteenheden hebben in het algemeen de geschiktheid van de delen waaruit ze zijn opgebouwd.

Bij de beoordeling wordt uitgegaan van de vooronderstelling dat de grond een deel is van een goed geleid bedrijf en dat de verkaveling en de ontsluiting aan redelijke eisen voldoen. De bestaande toestand van de waterbeheersing tijdens de opname is bepalend voor de waardering.

De onderscheiden eenheden met grondwatertrap zijn apart beoordeeld naar hun geschiktheid voor akkerbouw (aanhangsel 3) en voor weidebouw (aanhangsel 4). Daarbij is nagegaan of en in hoeverre de betrokken gronden eigenschappen hebben, die de groei en de opbrengst van de gewassen nadelig beïnvloeden. Bovendien is aangegeven wat voor effect dit heeft op de teeltmogelijkheden van enkele belangrijke gewassen.

De beoordeling van de beperkingen en teeltmogelijkheden is kwalitatief en de classificatie is beschrijvend. Voor een meer kwantitatieve benadering van de geschiktheid ontbreken de gegevens grotendeels.

Met nadruk wordt gewezen op het globale karakter van de beoordelingen en classificaties en op de grote variatie in landbouwkundige waarde die vele kaarteenheden kenmerkt.

Voor het weergeven van de landbouwkundige mogelijkheden zijn ook anders opgezette beoordelingen en classificaties denkbaar, afhankelijk van het doel, dat de kaartgebruiker zich stelt. De Stichting voor Bodemkartering is steeds bereid hulp te verlenen bij de interpretatie van deze gegevens voor verschillende toepassingen. De beschikbare ongekleurde werkbladen ¹, waarop alleen de symbolen en de grenzen van de kaart-

¹ De prijs van losse werkbladen bedraagt voor 1 exemplaar f 1,75 excl. BTW, voor elk volgend exemplaar, mits gelijktijdig besteld f 0,75.

eenheden zijn afgedrukt en waarvan een exemplaar bij deze uitgave is gevoegd, maken het mogelijk dergelijke interpretaties kartografisch voor te stellen.

16.2 De geschiktheid van de grond voor akkerbouw

Het lijkt geen twijfel dat de gewassenkeuze op de 'zware' gronden, bijvoorbeeld kleigronden, anders is dan op de 'lichte' gronden, bijvoorbeeld zandgronden. De oorzaak ervan is echter niet duidelijk, hoewel men in dit verband weleens spreekt van natuurlijke, chemische bodemvruchtbaarheid. Nemen we tarwe als norm, dan kunnen we zeggen dat de teelt hiervan op de meeste 'zware' gronden goed mogelijk is. Op de meeste 'lichte' gronden wordt weinig tarwe verbouwd. Waar de teelt van tarwe goed mogelijk is heeft men in het algemeen een *zware* vruchtwisseling (kleivrchtwisseling) met als kengewassen naast winter- en zomertarwe, zomergerst, suikerbieten, aardappelen (meestal met een betere handelswaarde dan op het 'zand') en enkele handelsgewassen (Vink en Van Zuilen, 1967). Gronden die weinig mogelijkheden bieden voor de tarweteelt, hebben in het algemeen een *lichte* vruchtwisseling (zandvruchtwisseling) met als kengewassen rogge, haver, zomergerst, aardappelen en voederbieten. Hierbij moet worden opgemerkt dat op de drogere zandgronden de kengewassen alleen uit rogge en aardappelen kunnen bestaan.

Op basis van deze vruchtwisseling zijn bij de geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw de volgende hoofdklassen onderscheiden:

KB gronden geschikt voor een kleivrchtwisseling (o.a. rivierkleigronden)

ZB gronden geschikt voor een zandvruchtwisseling (o.a. podzolgronden en kalkloze zandgronden)

NB voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden.

De voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden (NB) hebben zodanige beperkingen dat zij voor exploitatie als bouwland met een redelijke kans op succes niet in aanmerking komen.

Een verdere onderverdeling is uitgevoerd op basis van de beperkingen. Deze bepalen in hoge mate de exploitatiemogelijkheden van de grond als bouwland. Binnen elke subklasse bieden de gronden ongeveer gelijke mogelijkheden en hebben gelijksoortige beperkingen (tabel 7).

De aard van de eigenschappen of hoedanigheden van de grond leidt tot bepaalde teeltmogelijkheden. Deze zijn in aanhangsel 3 voor een aantal akkerbouwgewassen aangegeven en worden in 16.2.2 verder besproken. Hiermede is getracht een synthese te geven van de landbouwkundige mogelijkheden van de verschillende gronden.

16.2.1 De beperkingen

Wateroverlast

Wateroverlast oefent een ongunstige invloed uit op de groei van de gewassen en geeft dikwijls ook moeilijkheden bij het nemen van cultuurmaatregelen. Deze overlast wordt veroorzaakt door te hoge grondwaterstanden, een te klein waterbergend vermogen of een te geringe doorlatendheid van de grond. Dit heeft een ongunstige invloed op de lucht- en warmtehuishouding van de grond. In het voorjaar wordt een tijdige en goede grondbewerking en uitzaai belemmerd, waardoor het groeiseizoen wordt verkort. In de herfst veroorzaakt wateroverlast een slechte bereikbaarheid en moeilijkheden bij de oogst. Een zekere oogstderving en verhoging van de exploitatiekosten zijn daarvan het gevolg. Ook kunnen zich moeilijkheden voordoen bij het inzaaien van wintergewas-

sen en het rotten en uitwinteren daarvan in een later stadium. Dit heeft invloed op de vruchtwisseling, die daardoor voornamelijk wordt beperkt tot zomergewassen.

Tabel 7 Overzicht van de geschiktheidsclassificatie voor akkerbouw

Klasse	Subklasse ¹
Hoofdklasse KB: <i>Gronden geschikt voor een kleivrchtwisseling</i>	
KB1 gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden	KB1g geen of geringe beperkingen
KB2 gronden met overwegend ruime mogelijkheden	KB2s matige beperkingen in verband met structuur
	KB2n matige beperkingen in verband met wateroverlast
	KB2d matige beperkingen in verband met verdroging
KB3 gronden met overwegend beperkte mogelijkheden	KB3s sterke beperkingen in verband met structuur
	KB3n sterke beperkingen in verband met wateroverlast
Hoofdklasse ZB: <i>Gronden geschikt voor een zandvruchtwisseling</i>	
ZB1 gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden	ZB1g geen of geringe beperkingen
ZB2 gronden met overwegend ruime mogelijkheden	ZB2n matige beperkingen in verband met wateroverlast
	ZB2d matige beperkingen in verband met verdroging
ZB3 gronden met overwegend beperkte mogelijkheden	ZB3n sterke beperkingen in verband met wateroverlast
	ZB3d sterke beperkingen in verband met verdroging
Hoofdklasse NB: <i>Voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden</i>	
NB gronden met overwegend zeer sterk beperkte of geen mogelijkheden	NBn zeer sterke beperkingen in verband met wateroverlast
	NBd zeer sterke beperkingen in verband met verdroging

¹ De codes van de subklassen zijn aangegeven in aanhangsel 3.

Verdroging

Verdroging veroorzaakt beperkingen, doordat wegens vochtgebrek het gewas niet tot volle wasdom kan komen. Het resulteert in een beperkter gewassenkeuze en een lagere opbrengst. Op een bepaalde grond is ook bij een zelfde grondwaterregime de mate van verdroging niet voor alle gewassen gelijk. Zo zullen gewassen die vroeg geoogst worden, o.a. rogge en vroege aardappelen minder kans op droogteschade lopen dan gewassen waarvan de groei langer doorgaat, zoals late aardappelen, voeder- en suikerbieten.

De kans op verdroging wordt bepaald door het vochthoudend vermogen, het grondwaterregime en de bewortelbare diepte. Bij zandgronden is het

vochthoudend vermogen afhankelijk van de dikte van de humushoudende bovengrond en van de textuur, bij zavel- en kleigronden is vooral de diepte waarop het zand begint bepalend.

Verkruijmelbaarheid van de bouwvoor

Hierbij wordt beoordeeld in hoeverre er beperkingen zijn voor het verkrijgen van een voldoende fijn zaai- of pootbed. Dit komt vooral tot uiting bij het zaaiklaar maken van de grond voor hakvruchten, die een fijner zaaibed vragen dan de granen (met uitzondering van gerst), maar ook bij het aanaarden en machinaal oogsten van aardappelen en het opeenzetten en oogsten (tarra) van bieten.

Beperkingen in verband met een slechte verkruijmelbaarheid komen vooral voor bij zware kleigronden. De bewerkingsmogelijkheden zijn zeer begrensd, in verband met de vochttoestand van de bovengrond. Bevat deze bij bewerking nog te veel vocht, dan ontstaan grove kluiten, die later moeilijk fijn gemaakt kunnen worden. Droogt de bovengrond op, dan is deze spoedig zo ver uitgedroogd, dat ook dan een fijne verkruijmeling niet meer mogelijk is. Dergelijke zware gronden moet men in de herfst ploegen, dan kan in het voorjaar met een minimaal aantal bewerkingen een rulle, losse bouwvoor worden verkregen.

Verslamping

Verslamping veroorzaakt verdichting aan en direct onder het oppervlak van de grond, waardoor plasvorming ontstaat en gebrek aan zuurstof optreedt; dit komt vooral voor bij lichte kleigronden die veel silt (fractie 2-50 μ) bevatten en waarvan de lutum-slibverhouding (verhouding % $< 2 \mu$ / $< 16 \mu$) relatief laag is. Ook bij zandgronden met een zavel- of kleidek (gebroken gronden) en bij de daarop gelijkende 'klepgronden' (zie samengestelde kaarteenheden Rn52/95A) treedt vaak verslamping op. Het veel grovere zand vormt met de klei een compacte massa (betonstructuur). De structuur is bij al deze gronden weinig stabiel; de bouwvoor zakt gemakkelijk in elkaar en aan het oppervlak kan een korst gevormd worden. Zowel een hoger humusgehalte als de aanwezigheid van koolzure kalk verminderen de kans op verslamping. *Kalkrijke* bovengronden zijn dan ook minder gevoelig dan *kalkarme*.

Indien een gewas is ingezaaid, maar de groei nog niet is begonnen, kan door verslamping aanzienlijke schade ontstaan. De aan het oppervlak gevormde korst verhindert het uitkomen van de jonge plantjes, terwijl door plasvorming de zuurstofvoorziening ongunstig wordt beïnvloed. De grote moeilijkheid hierbij is, dat geen cultuurmaatregelen kunnen worden genomen vóór het gewas boven de grond staat. Fijnzadige gewassen zoals bieten hebben hiervan het meest te lijden. Bovendien worden de jonge planten bij de grondbewerking gemakkelijk beschadigd door opzij geschoven korstfragmenten. Zolang de grond nog niet door het gewas wordt bedekt en de verslamping tegengaat, geeft ook de onkruidbestrijding moeilijkheden, omdat het onkruid in de korstfragmenten blijft wortelen en dus gemakkelijk weer 'aanslaat'.

Koolzure-kalkgehalte

Het koolzure-kalkgehalte van de bouwvoor is bij de gronden met een kleivruchwisseling van betekenis voor de structuur en de verkruijmelbaarheid. Gronden met een zandvruchtwisseling zijn niet op deze factor beoordeeld. Ze zijn alle kalkloos.

Berijdbaarheid

De berijdbaarheid van de grond is voor het gemechaniseerde akker-

bouwbedrijf van grote betekenis. Door het berijden met machines en voertuigen kan de bovengrond worden vervormd en versmeerd. Dit wordt erger, naarmate de grond slechter is ontwaterd, een zwaardere bouwvoor heeft of meer organische stof bevat.

Bij elk van de genoemde eigenschappen of hoedanigheden zijn in aanhangsel 3 vier gradaties van beperkingen onderscheiden, die als volgt zijn omschreven:

1 *geen of geringe beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is afwezig, treedt zeer zelden op en heeft bij het eventueel voorkomen ervan nauwelijks invloed op de groei van de gewassen en/of op de cultuurmaatregelen.

2 *matige beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is van dien aard, dat zij van merkbare invloed is op de groei van de gewassen en/of op de cultuurmaatregelen.

3 *sterke beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is groot. Het verschijnsel treedt zeer frequent op en is van grote invloed op de groei van de gewassen en/of op de cultuurmaatregelen.

4 *zeer sterke beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is zeer groot. Het verschijnsel treedt vrijwel steeds op en is van dien aard dat exploitatie als bouwland vrijwel onmogelijk is. Gronden met deze beoordeling zijn veelal tot de hoofdklasse 'voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden' gerekend.

Opgemerkt dient te worden dat een bepaalde beperking voor verschillende gewassen vaak een andere betekenis heeft. Zo heeft bijv. de beperking verdroging bij voederbieten een andere betekenis dan bij rogge.

16.2.2 De teeltmogelijkheden

Bij deze beoordeling gaat het om meer dan alleen de opbrengst die bereikt kan worden. De kwaliteit, de oogstzekerheid en vooral ook de moeite en de kosten, die gemaakt moeten worden om de opbrengst te verkrijgen, zijn hierbij van belang.

Evenals bij de beperkingen zijn ook hier vier gradaties onderscheiden, die in aanhangsel 3 zijn aangegeven met de cijfers 1 t/m 4:

1 *zeer goede teeltmogelijkheden*

Het gewas kan onder bijna alle omstandigheden op de desbetreffende grond worden verbouwd. Men kan rekenen op een goede tot zeer goede opbrengst, die op een relatief gemakkelijke wijze is te behalen.

2 *goede teeltmogelijkheden*

Het gewas kan op de desbetreffende grond onder de meeste omstandigheden worden verbouwd, maar er zijn teeltrisico's. Er moeten in het algemeen meer kosten gemaakt worden dan bij gronden met een zeer goede teeltmogelijkheid. Veelal kan men goede, soms zeer goede opbrengsten verwachten.

3 *matige teeltmogelijkheden*

Het gewas kan op de desbetreffende grond worden verbouwd, maar er zijn wel bezwaren aan te voeren. Zo wordt vrij veel vakmanschap vereist en moeten er meestal veel kosten worden gemaakt. Gemiddeld liggen de opbrengsten lager dan bij goede of zeer goede teeltmogelijkheden. Goede opbrengsten zijn alleen te behalen in voor die grond gunstige jaren.

4 *slechte teeltmogelijkheden*

Tegen de teelt van het gewas bestaan ernstige bezwaren wat betreft het teeltrisico en/of de kosten. Lage opbrengsten en/of misoogsten komen geregeld voor en zelfs bij voor de desbetreffende grond relatief gunstige omstandigheden zijn goede opbrengsten zeldzaam.

De verschillende gradaties zijn per hoofdklasse gehanteerd. In de hoofdklasse 'gronden geschikt voor een kleivruchtwisseling' betekent de beoordeling 1 voor een gewas niet hetzelfde als in de hoofdklasse 'gronden geschikt voor een zandvruchtwisseling'. Dit betreft zowel de kg-opbrengst (die op de zandgronden meestal lager ligt) als de overige factoren die van belang zijn voor de beoordeling (kwaliteit, hl-gewicht granen, handelswaarde aardappelen, enz.).

16.2.3 Toelichting bij de subklassen

Hoofdklasse KB: *Gronden geschikt voor een kleivruchtwisseling*

KB1g In het algemeen omvat deze subklasse goed ontwaterde, hoog gelegen zavelgronden en kleigronden met ruime teeltmogelijkheden en een grote oogstzekerheid. Voor zover beperkingen voorkomen zijn ze slechts van geringe betekenis. Onder normale omstandigheden zijn deze gronden goed te bewerken en te berijden. Voornamelijk bij de eenheden Rd90A en Rd90C treft men plaatselijk droogtegevoelige plekken aan als gevolg van het ondiep voorkomen van de zandondergrond (heibanen). De gronden van kaarteenheden Ld5 liggen in een hellend terrein, waardoor bij veel neerslag gemakkelijk erosie van de teeltlaag optreedt.

KB2s In deze subklasse zijn de gronden opgenomen die een minder gunstige structuur hebben. Dit geldt vooral voor de gronden van kaarteenheden Rn62C, KRn1 en KRn2, waarvan de bovengrond stug en hard wordt als hij opdroogt. Wanneer gronden met een hoog lutumgehalte onder natte omstandigheden worden bewerkt, kan de teeltlaag als ze opdroogt het gehele seizoen hard en stug blijven. Bij het verbouwen van hakvruchten en aardappelen doen zich dan moeilijkheden voor als gevolg van een sterke kluitvorming. Bij de eenheden Rn62C, KRn1 en KRn2 treedt een plaatselijke verdroging op door het ondiep voorkomen van zand.
Op de kalkloze gronden (codering... C) zal men rekening moeten houden met flinke kalkbemesting, waardoor de structuur gunstig beïnvloed wordt.

KB2n In het algemeen zijn de gronden van deze subklasse redelijk goed geschikt voor akkerbouw, echter met een wat groter teeltrisico en vooral in natte jaren gemiddeld wat lagere opbrengsten

dan op de gronden van subklasse KB1g. Het zijn voornamelijk zavelgronden en lichte kleigronden met vrij hoge wintergrondwaterstanden (GHG ca. 30 cm). In het voor- en najaar kunnen bij exploitatie moeilijkheden ontstaan door wateroverlast. De bewerkingsmarge van de gronden wordt daardoor verkleind; dit kan soms leiden tot te late inzaai of inzaai op een minder gunstig zaaibed.

KB2d De teeltmogelijkheden op de gronden van deze subklasse zijn in het algemeen nog ruim, echter met een matige beperking wegens droogterisico. De oogstzekerheid is duidelijk minder groot dan bij de gronden van subklasse KB1g.

Het zijn voornamelijk zavelgronden en lichte kleigronden met zand beginnend tussen 40 en 80 cm diepte.

Ze hebben in het algemeen vrij diepe grondwaterstanden (GHG tussen 40 en 80 cm en dieper dan 80 cm). Binnen de subklasse komen nog vrij grote verschillen in geschiktheid voor, die o.a. een gevolg zijn van verschillen in zanddiepte en zwaarte van de bovengrond.

KB3s In het algemeen zijn de teeltmogelijkheden op de gronden van deze subklasse slechts matig, ten gevolge van een te zware bouwvoor. Het zijn overwegend zware kleigronden, die door het hoge lutumgehalte een ongunstige poriënverdeling hebben, waardoor snel wateroverlast optreedt. Onder natte omstandigheden zal de bouwvoor snel versmeren en in droge perioden is de vochtleverantie onvoldoende.

In de wintermaanden komen dikwijls hoge grondwaterstanden voor die tot laat in het voorjaar kunnen voortduren. Onder zulke omstandigheden wordt het zaaien van wintergranen vrijwel onmogelijk en kan zelfs het zaaien van zomergranen niet meer op tijd plaatsvinden. Het verbouwen van hakvruchten is door de moeilijke bewerkbaarheid sterk beperkt.

Bij de oude rivierkleigronden (KRn) heeft de teeltlaag door de vaak voorkomende, ongunstige granulaire samenstelling (grof en fijn zand vermengd met klei) een slechte structuur. Ze wordt bij opdrogen hard en stug.

KB3n De geschiktheid van de gronden van deze subklasse is in het algemeen maar matig door een te groot teeltrisico. Het zijn slecht ontwaterde (GHG 20 à 40 cm), laag gelegen zavelgronden en lichte en zware kleigronden. In het voor- en najaar treedt snel wateroverlast op, waardoor zich moeilijkheden voordoen bij het berijden van de grond en bij het verkrijgen van een goed zaaibed. De in het najaar gezaaide granen winteren gemakkelijk uit.

Hoofdklasse ZB: *Gronden geschikt voor een zandruchtwisseling*

ZB1g De gronden van deze subklasse hebben geen of nagenoeg geen beperkingen; de teeltmogelijkheden zijn ruim en de oogstzekerheid is groot. In normale jaren hebben deze gronden in het natte jaargetijde een voldoende natuurlijke drainage, waardoor grondbewerking, zaaien en poten op tijd kunnen worden uitgevoerd. Het (vrij) dikke, humushoudende dek is goed door-

wortelbaar en heeft een vrij groot vochthoudend vermogen, zodat de gronden met een redelijke vochtvoorraad de zomer ingaan. Bovendien blijft bij deze diep doorwortelde gronden aanvulling van vocht vanuit het grondwater ook in de zomer mogelijk. Er komt, behoudens in extreem droge jaren, dan ook geen verdroging voor.

ZB2n De gronden van deze subklasse hebben nog ruime teeltmogelijkheden, echter met een matige beperking in verband met wateroverlast en berijdbaarheid. In de herfst, de winter en het voorjaar komen te hoge grondwaterstanden voor. De GHG ligt tussen 20 en 40 cm. Door de vrij hoge wintergrondwaterstanden zijn deze gronden niet altijd tijdig bewerkbaar, waardoor pas laat gezaaid of geplant kan worden. Bij het verbouwen van aardappelen en bieten kunnen oogstmoeilijkheden voorkomen in verband met de berijdbaarheid. De in de herfst gezaaide gewassen kunnen in natte winters uitwinteren.

ZB2d De gronden van deze subklasse hebben nog ruime teeltmogelijkheden. Er is slechts een matige beperking in verband met verdroging, vooral voor veel vochteisende gewassen, zoals bieten. De oogstzekerheid is het grootst op de enkeerdgronden. De grondwaterstanden zijn dieper dan bij de voorgaande subklasse. Ook de diepte van de bewortelbare laag is nogal verschillend. Deze bedraagt bij de enkeerdgronden 80 cm, maar is bij de veldpodzolgronden niet meer dan 40 cm. De bewortelmogelijkheden zijn dus wat minder gunstig dan in de voorgaande subklasse. Daarbij komt nog, dat aanvulling van de vochtvoorraad uit het grondwater niet voldoende kan plaatsvinden, waardoor een zeker risico voor verdroging aanwezig is.

ZB3n In het algemeen zijn de teeltmogelijkheden op de gronden van deze subklasse beperkt, in verband met wateroverlast. Door onvoldoende ontwatering kan de grondbewerking veelal niet tijdig worden uitgevoerd, zodat dikwijls pas zeer laat gezaaid en gepoot kan worden. Bovendien doen zich vaak moeilijkheden voor (vooral bij het gebruik van zware machines) bij de aardappel- en bietenoogst in verband met de slechte berijdbaarheid.

ZB3d In verband met het matige tot sterke vochttekort in het groeiseizoen zijn de teeltmogelijkheden op de gronden van deze subklasse beperkt, speciaal voor veel vochteisende gewassen, zoals bieten. De gronden hebben diepe grondwaterstanden. De gewassen zijn geheel afhankelijk van het vocht, dat in het humushoudende deel van de grond kan worden vastgehouden.

Hoofdklasse NB: *Voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden*

NBn De gronden van deze subklasse zijn te nat voor akkerbouw en hebben bovendien vaak nog andere gebreken (storende lagen, zeer zware bovengronden), die een lonende exploitatie als bouwland verhinderen.

NBd Tot deze subklasse behoren de voor het merendeel leemarme gronden met diepe en zeer diepe grondwaterstanden en met zeer

weinig humus in de bovengrond. Ze beschikken over zo weinig vocht, dat ze niet met redelijk succes voor de akkerbouw kunnen worden gebruikt.

16.3 De geschiktheid van de grond voor weidebouw

Evenals bij de geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw wordt hier onderscheid gemaakt tussen grasland op 'zware' gronden (kleiweidegronden) en die op 'lichte' gronden (zand- en veenweidegronden). Het verschil is niet gemakkelijk aan te tonen, maar over het bestaan ervan bestaat in de praktijk weinig twijfel. Kleigronden vormen een gunstiger milieu voor hoogwaardige grassen dan zandgronden. De botanische samenstelling van de grasmat, waarmee de produktie en de smakelijkheid van het gras samenhangen, is op kleigronden gunstiger dan op zand- en veengronden. Ook zijn de bemestingskosten voor kleigronden gewoonlijk lager dan voor de zand- en veengronden.

De geschiktheid van de grond voor grasland hangt in belangrijke mate af van het verschil tussen bruto- en nettoproduktie op de betreffende gronden, van het aantal stuks vee dat per hectare gehouden kan worden en van de lengte van de vegetatieperiode. Voor zover het de grond betreft, worden de drie genoemde factoren vooral beïnvloed door de verdeling van de grasgroei over het jaar en door de draagkracht van de bovengrond. Voor de beoordelingsnormen kan geen exacte beschrijving worden gegeven, omdat geschikt documentatiemateriaal ontbreekt. De beoordeling berust op veldervaring, inlichtingen van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en gesprekken met de boeren. Ze is gebaseerd op grasland dat langer dan twee jaar als zodanig in gebruik is en zowel beweid als gemaaid wordt; met kunstweide is geen rekening gehouden.

Met behulp van de analyse van de beperkingen en de gradaties daarin zijn de hoofdklassen onderverdeeld in subklassen. De gronden binnen elke subklasse hebben ongeveer gelijke mogelijkheden of ongeveer gelijksoortige beperkingen (tabel 8).

16.3.1 De beperkingen

De drie in de beoordeling betrokken factoren zijn verdroging, draagkracht en voorjaarsontwikkeling. Ze kunnen als volgt worden omschreven:

Verdroging

Verdroging veroorzaakt een vertraging in de grasgroei en daardoor verlaging van de brutoproduktie als gevolg van vochttekort. Onder normale omstandigheden komen bij de grasgroei twee toppen voor, één in het voorjaar en één in de nazomer. Tussentijds ontstaat meestal een vertraging in de ontwikkeling, ook wel bekend als zomerdepressie; hier verdroging genoemd. Naarmate de verdroging ernstiger is, zal de hergroei in de herfst beperkter zijn, waardoor achteruitgang van de botanische samenstelling van het grasbestand ontstaat. Vrijwel elk grasland kent in de zomer een zekere mate van verdroging. Belangrijk hierbij is of deze hinderlijk is voor de bedrijfsvoering en hoe het grasbestand hierop reageert. De beoordeling van de verdroging in de zomer is gegeven onder voorwaarde van een normale neerslagverdeling in de kritieke periode.

Draagkracht

De draagkracht is van grote betekenis voor het rendement van het grasland. Naarmate de draagkracht geringer is neemt het gevaar voor ver-

trappen toe en de berijdbaarheid van de grond af. De gevolgen hiervan zijn: beweidingsverliezen, beschadiging van de graszode en achteruitgang van het grasbestand. In het ergste geval is helemaal geen beweiding mogelijk.

Tabel 8 Overzicht van de geschiktheidsclassificatie voor weidebouw

Klasse	Subklasse ¹	
Hoofdklasse KG: <i>Kleiweidegronden</i>		
KG1	gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden	KG1g geen of geringe beperkingen
KG2	gronden met overwegend ruime mogelijkheden	KG2v matige beperkingen in verband met draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
		KG2d matige beperkingen in verband met verdroging
		KG2dv matige beperkingen in verband met verdroging, draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
KG3	gronden met overwegend beperkte mogelijkheden	KG3v sterke beperkingen in verband met draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
Hoofdklasse ZG: <i>Zand- en veenweidegronden</i>		
ZG1	gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden	ZG1g geen of geringe beperkingen
ZG2	gronden met overwegend ruime mogelijkheden	ZG2v matige beperkingen in verband met draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
		ZG2d matige beperkingen in verband met verdroging
		ZG2dv matige beperkingen in verband met verdroging, draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
ZG3	gronden met overwegend beperkte mogelijkheden	ZG3v sterke beperkingen in verband met draagkracht en/of voorjaarsontwikkeling
		ZG3d sterke beperkingen in verband met verdroging
Hoofdklasse NG: <i>Voor weidebouw weinig of niet geschikte gronden</i>		
NG	gronden met overwegend zeer sterk beperkte of geen mogelijkheden	NGd zeer sterke beperkingen in verband met verdroging

¹ De codes van de subklassen zijn aangegeven in aanhangsel 4.

De gevoeligheid voor vertrappen is afhankelijk van de draagkracht van de bovenste 5 à 15 cm. Deze wordt bepaald door de dichtheid (humusgehalte, textuur, structuur) en door het vochtgehalte (grondwaterstand, doorlatendheid van de bovengrond, neerslag en verdamping). De gevoeligheid voor vertrappen neemt toe, indien bij een gelijk humusgehalte de dichtheid afneemt. Onderzoekingen van Schothorst (1963, 1965) en Wind en Schothorst (1965) hebben aangetoond, dat een grond ernstig

kan worden vertrapt, indien de draagkracht kleiner is dan 5 kg/cm². Een grond met een draagkracht van 5 tot 7,5 kg/cm² is gevoelig voor vertrapping. Boven ca. 7,5 kg/cm² is geen vertrapping waargenomen. Gronden met een ernstige vertrapping hebben ook meestal een late voorjaarsontwikkeling. In het ergste geval kunnen de gronden soms niet eens worden beweide.

Voorjaarsontwikkeling

De voorjaarsontwikkeling van het gras is van groot belang voor de bedrijfsvoering en de veevoederpositie. Een vroege voorjaarsontwikkeling houdt in dat men al vroeg over voldoende gras beschikt om het vee te kunnen inscharen. Ook kan men vroeg overgaan tot het winnen van wintervoer. Naarmate het tijdstip van ontwikkeling later ligt, zullen door de langere stalperiode meer voederkosten moeten worden gemaakt. Bij elk van de drie bovengenoemde factoren zijn in aanhangsel 4 vier gradaties van beperking onderscheiden, die als volgt zijn omschreven:

1 *geen of geringe beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is afwezig, treedt zeer zelden op en heeft bij eventueel voorkomen ervan nauwelijks invloed op de grasgroei en/of op het rendement van de produktie en/of op de cultuurmaatregelen.

2 *matige beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is van dien aard, dat zij van nadelige invloed is op de grasgroei en/of op het rendement van de produktie en/of op de cultuurmaatregelen.

3 *sterke beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is zo groot dat ze een grote nadelige invloed heeft op de grasgroei en/of op het rendement van de produktie en/of op de cultuurmaatregelen.

4 *zeer sterke beperkingen*

De kans op beperkingen als gevolg van de betrokken factor is zeer groot en van dien aard, dat weidebouw niet goed mogelijk is. Wanneer één van de factoren deze beoordeling krijgt, zijn de gronden veelal in de hoofdklasse 'voor weidebouw weinig of niet geschikte gronden' ondergebracht.

16.3.2 Toelichting bij de subklassen

Hoofdklasse KG: *Kleiweidegronden*

KG1g Deze subklasse omvat voor weidebouw zeer goede, bedrijfszekere gronden. Het zijn vrij hoog gelegen of goed ontwaterde zavel- en lichte en zware kleigronden. De grasgroei begint vroeg in het voorjaar en gaat door tot laat in de herfst. Een stilstand treedt in de zomer niet of nauwelijks op door het grote vochthoudende vermogen, de diepe beworteling en de relatief vrij hoge zomergrondwaterstand. De zode is zeer stevig, zodat geen vertrapping optreedt.

KG2v Deze subklasse bestaat uit overwegend goede kleiweidegronden die echter een geringe tot matige beperking hebben ten aanzien van voorjaarsontwikkeling en draagkracht. Het zijn betrekkelijk

laag gelegen, zware kleigronden (komgronden) en overgangsgonden van de rivierklei naar het zandgebied (gebroken gronden) met een GHG overwegend tussen 20 en 40 cm. Vooral de ontwatering van de zware kleigronden is in het algemeen niet voldoende. Mede in verband met de geringe doorlatendheid treedt in natte perioden spoedig wateroverlast op. Ook bestaat er enig gevaar voor vertrapping van de zode.

KG2d Tot deze subklasse zijn de gronden met een matige beperking voor verdroging gerekend. Het zijn hoog gelegen zavel- en kleigronden. Bij een aantal eenheden is de vochtvoorziening in de zomer plaatselijk ongunstig door het ondiep voorkomen van de zandondergrond (zie opmerkingen aanhangsel 4). Hier komt soms sterke verdroging en zelfs stilstand van de grasgroei voor. In het voorjaar begint de grasgroei over het algemeen vroeg en de hergroei gaat tot laat in de herfst door.

KG2dv In deze subklasse zijn de gronden met een sterk wisselende grondwaterstand ondergebracht. Ook de zware kleigronden (komgronden, Rn44C) met Gt III* in de ruilverkavelingsgebieden van de Betuwe en het Land van Maas en Waal, zijn hierbij gerekend. Door het geringe vochtbergende vermogen van deze zware kleigronden kan het grondwater bij veel neerslag snel en sterk oplopen. De goede detailontwatering zorgt echter voor voldoende afvoer, zodat plasvorming zelden voorkomt. In perioden van droogte drogen deze gronden vaak sterk uit en ontstaan er scheuren. In het najaar komt bij veel neerslag plaatselijk enige vertrapping voor. De zavelgronden in deze subklasse (Rn52A) vertonen op plaatsen waar het zand ondiep onder het maaiveld ligt, in droge perioden vrij ernstige verdrogingsverschijnselen.

KG3v Tot deze subklasse behoren kleigronden met een ondiepe grondwaterstand (GHG tussen 0 en 20 cm). De voorjaarsontwikkeling van het gras begint laat en de beweidbaarheid is matig tot slecht, omdat de zode tijdens natte perioden gevoelig is voor vertrappen. Voor een intensief weidebedrijf bieden deze gronden weinig mogelijkheden.

Hoofdklasse ZG: *Zand- en veenweidegronden*

ZG1g Tot deze subklasse behoren de zeer goede, bedrijfszekere zandgronden met een gunstige waterhuishouding (GHG tussen 20 en 40 cm of 40 en 80 cm) die geen of slechts geringe beperkingen hebben ten aanzien van verdroging en vertrapping. De voorjaarsontwikkeling is vroeg tot zeer vroeg en de grasgroei blijft tot vrij laat in de herfst doorgaan.

ZG2v In het algemeen omvat deze subklasse nog goede graslandgronden. Ze zijn in het voorjaar niet erg vroeg en hebben een matige beperking in verband met de draagkracht, vooral waar de gemiddeld hoogste grondwaterstand binnen 20 cm komt. Ernstige vertrapping komt alleen in extreem neerslagrijke perioden voor. Stilstand van de grasgroei in de zomer is vrijwel uitgesloten.

ZG2d Deze subklasse omvat goede graslandgronden, maar bij een zware veebezetting wordt voor een goede bedrijfsvoering van de boer veel inzicht vereist, speciaal wat betreft de hoeveelheid en het tijdstip van de stikstofbemesting. De gronden hebben in vergelijking met subklasse ZG1g diepere grondwaterstanden. De tot 60 à 80 cm diepte bewortelde gronden zijn zeer vroeg in het voorjaar en hebben meestal een goede nagroei in de herfst. De gronden met Gt VI, die een 30 à 40 cm dikke, humushoudende bovengrond hebben (cHn21 en pZn21), kunnen in de zomer vrij aanzienlijke verdrogingsverschijnselen vertonen.

ZG3v Tot deze subklasse behoren slechts matige graslanden, met sterke beperkingen ten aanzien van voorjaarsontwikkeling en draagkracht. Het zijn gronden met zeer hoge grondwaterstanden (GHG ongeveer aan het maaiveld). In verband met de wateroverlast begint de grasgroei pas zeer laat en is de zode zeer gevoelig voor vertrappen. Als gevolg hiervan moet het vee in de herfst vaak ook weer vroeg op stal, waardoor de weideperiode betrekkelijk kort is. Voor een intensief weidebedrijf bieden deze gronden weinig mogelijkheden.

ZG3d Deze subklasse omvat matige graslandgronden, waarbij in de zomer een langdurige stilstand in de grasgroei optreedt; deze periode is langer naarmate de zomergrondwaterstanden dieper zijn en de bewortelbare diepte geringer is. Alle gronden hebben tussen de humushoudende bovengrond en de capillaire zone een niet doorwortelbare humusarme zandlaag. De diepte waarop deze laag begint varieert sterk. De groei van het gras is geheel aangewezen op het hangwater dat in het doorwortelbare deel van de grond kan worden vastgehouden.

Hoofdklasse NG: *Voor weidebouw weinig of niet geschikte gronden*

NGd Door hun geringe vochthoudende vermogen en de diepe tot zeer diepe grondwaterstanden zijn de gronden van deze subklasse weinig of niet geschikt voor weidebouw.

Literatuur

- Bakker, H. de en J. Schelling* 1966 Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen.
- Bauer, F. C. D.* 1863 Berigten en waarnemingen betreffende den water-
vloed in Gelderland in January en February 1861.
- Crommelin, R. D.* 1953 Over de stratigrafie en herkomst van de praeglaciale
afzettingen in Midden-Nederland. Geologie en
Mijnbouw. N.S. 15, 305-321.
- Düfel, J.* 1942 Ein Blick in das Innere des Eltenberges (Heimatsbuch
Kreis Rees).
- Edelman, C. H.* 1950a Inleiding tot de bodemkunde van Nederland.
Amsterdam.
- Edelman, C. H.* 1950b Oudheidkundige resultaten van de bodemkartering.
Koninklijke Nederlandse Akademie van Weten-
schappen, Akademidagen III, 13-36. Herdrukt in
Boor en Spade IV, 1951, 307-325.
- Edelman, C. H. e.a.* 1950 Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven
den Meidijk. Serie: De bodemkartering van Neder-
land VII. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 56.18.
's-Gravenhage.
- Edelman, C. H. und
G. C. Maarleveld* 1958 Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkarte-
rung in den Niederlanden. Geol. Jb. 73, 639-684.
- Edelman, C. H. en
F. W. G. Pijsls* 1946 De vernieling van de Rijndijk bij Elden en haar ge-
volgen. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 63,
257-265. Herdrukt in Boor en Spade I, 1948, 148-156.
- Edelman, C. H. en
L. A. H. de Smet* 1951 Over de ontkalking van de Dollardklei. Boor en
Spade IV, 104-114.
- Egberts, H.* 1950 De bodemgesteldheid van de Betuwe. Serie: De
bodemkartering van Nederland VIII. Versl. Land-
bouwk. Onderz. nr. 56.19. 's-Gravenhage.
- Fastabend, H. und
F. von Raupach* 1962 Ergebnisse der ¹⁴C-Untersuchung an einigen Plag-
genböden des Emslandes. Geol. Jb. 79, 863-866.
- Glimmerveen, D. J.* 1856 Geschiedkundig verslag van de meest bekende buiten-
gewoon hooge watervloeden, doorbraken en over-
stromingen welke Noord- en Zuid-Nederland van
de vroegste tijden tot heden hebben geteisterd.
Amsterdam.
- Hammen, T. van der* 1965 De Klokkenberg bij Denekamp. Een geologisch-
palynologisch onderzoek van een Twentse es. Tijd-
schr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 82, 123-134.
- Havinga, A. J.* 1969 A physiographic analysis of a part of the Betuwe, a
dutch river clay area. Mededel. Landbouwhoge-
school, 69-3. Wageningen.
- Heek, J. H. A. van* 1952 De ijzerkuilen van Montferland. Publ. XII van de
Ned. Geol. Ver., 230-234.
- Heide, S. van der and
W. H. Zagwijn* 1967 Stratigraphical nomenclature of the Quaternary
deposits in the Netherlands. Meded. Geol. Sticht.
18, 23-30.

- Hoeksema, K. J.* 1953 De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor en Spade VI, 24-30.
- Hulsbof, H. J.,
L. J. J. van der Kloes en
A. F. C. M. Schellekens* 1960 Beworteling van appelbomen en bodemstructuur. Meded. Dir. Landbouw 23, 33-42.
- Jong, J. D. de* 1955 Geologische onderzoeken in de stuwwallen van oostelijk Nederland. I: Archemerberg en Nijverdal. Meded. Geol. Sticht. 8, 33-58.
- Jongerijs, A.* 1957 Morfologische onderzoeken over de bodemstructuur. Diss. Wageningen. Bodemkundige Studies 2. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 63.12. 's-Gravenhage.
- Kloosterhuis, J. L. e.a.* 1965 De bodemgesteldheid in het gebied van de ruilverkaveling Bevermeer. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 639.
- Koenigs, F. F. R.* 1949 Een bodemkartering van de omgeving van Azewijn. Serie: De bodemkartering van Nederland XIII. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 54.17. 's-Gravenhage.
- Maarleveld, G. C.* 1951 Iets over de verspreiding van noordelijke zwerfstenen op en nabij de stuwwallen in Midden-Nederland. Boor en Spade IV, 169-178.
- Maarleveld, G. C.* 1956 Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten. Het onderzoek van deze afzettingen in Nederland en aangrenzende gebieden. Diss. Utrecht. Bodemkundige Studies 1.
- Modderman, P. J. R.* 1955 De bewoonbaarheid van het rivierkleigebied in de loop der eeuwen. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 72, 30-38.
- Moerman, J. D.* 1928 IJzerkuilen op de Veluwe. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 45, 744-758.
- Mückenhausen, E.,
H. W. Scharpenseel und
F. Pietig* 1968 Zum Alter des Plaggeneschs. Eiszeitalter und Gegenwart, 19, 190-196.
- Niemeier, G.* 1959 ¹⁴C-Datierungen der Kulturlandschaftsgeschichte Nordwestdeutschlands. Abhandl. Braunschweig. Wiss. Ges. 11, 87-120.
- Pape, J. C.* 1965 Enige gegevens over humuspodzolen en moderpodzolen. Boor en Spade XIV, 163-183.
- Pape, J. C.* 1966 Enige gegevens over oude bouwlanden. Boor en Spade XV, 86-93.
- Pape, J. C.* 1970 Plaggen soils in the Netherlands. Geoderma 4, 229-255.
- Pons, L. J.* 1951 Rapport betreffende de bodemgesteldheid van de Ooijpolders. Stichting voor bodemkartering. Rapport nr. 255.
- Pons, L. J.* 1952 De bodemgesteldheid van het uiterwaardengebied van de oude Rijnmond (Spijkse Overlaat) en van de Driedorpenpolder (Pannerden, Herwen en Aerdt). Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 302.
- Pons, L. J.* 1953 De bodemgesteldheid van een gedeelte van de Lijmers (het binnendijkse land van de gem. Westervoort, Duiven (ged.) en Zevenaar (ged.)). Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 343.
- Pons, L. J.* 1953a Oevergronden als middeleeuwse afzettingen en overslaggronden als dijkdoorbraakafzettingen in het rivierkleigebied. Boor en Spade VI, 126-133.
- Pons, L. J.* 1953b Aantekeningen over het ontstaan van de bodem van de Lijmers. De Lijmers; gedenkboek Dr. J. H. van Heek, 18-42.
- 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. Bodemkundige Studies 3. Versl. van Landbouwk. Onderz. nr. 63.11. Diss. Wageningen. 's-Gravenhage.

- Pons, L. J.* 1966 De bodemkartering van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. Serie: De bodemkartering van Nederland XXII. Versl. Landbouwk. Onderzoek nr. 646. 's-Gravenhage.
- Pijls, F. W. G.* 1948 Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didam. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland I. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 54.1. 's-Gravenhage.
- Schaik, H. C. van* 1948 Over kwel als oorzaak van dijkdoorbraken. Boor en Spade I, 164-170.
- Schans, R. P. H. P. van der en J. J. Vleeshouwer* 1956 De bodemgesteldheid van de gemeente Doetinchem. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 442.
- Schans, R. P. H. P. van der en B. H. Steeghs* 1957 De bodemgesteldheid van een gedeelte van de Over-Betuwe. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 462.
- Schelling, J.* 1951 Een bodemkartering van Noord-Limburg. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland X. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 57.17. 's-Gravenhage.
- Schelling, J.* 1953 Twee studiekarteringen op de stuwwallen van de Veluwe. Boor en Spade VI, 113-125.
- Schelling, J.* 1955 Stuifzandgronden, Uitvoerige Versl. Bosb. Proefstation 2, 1. Wageningen.
- Schothorst, C. J.* 1963 Beweidingsverliezen op diverse graslandgronden. Landbouwk. Tijdschr. 75, 869-878.
- Schothorst, C. J.* 1965 Weinig draagkrachtig grasland. Landbouwvoorlichting 22, 492-505 en 701-706.
- Schuylenborgh, J. van* 1962 On soil genesis in temperate humid climate I. Some soil groups in the Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. 10, 127-144.
- Sissingh, G.* 1953 Bossen en bosresten in de Liemers en hun wilde flora. De Liemers; gedenkboek Dr. J. H. van Heek, 228-243.
- Sluijs, P. van der* 1970 Decalcification of marine clay soils connected with decalcification during silting. Geoderma 4, 209-227.
- Staats Evers, J. W.* 1877 Watervloeden in Nederland. Geld. Volks. Alm. nr. 92.
- Steur, G. G. L.* 1951 Niveo-fluviale afzettingen. Geol. en Mijnb. N.S. 13, 286-288.
- Teunissen, D.* 1958 Over een pollenhoudende kleilaag in het 'Zweiersdal' te Oosterbeek. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 75, 211-218.
- Teunissen, D. en F. Florschütz* 1957 Over een pollenhoudende kleilaag op 'De Duno' bij Oosterbeek. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 74, 413-421.
- Teunissen, D. en H. G. C. M. van Oorschot* 1967 De laatglaciale geschiedenis van het verwilderde riviersysteem ten zuidwesten van Nijmegen. Geologie en Mijnbouw 46, 463-470.
- Verbraeck, A.* 1970 Toelichting bij de Geologische Kaart van Nederland 1 : 50 000. Blad Gorinchem Oost (380). Haarlem.
- Vink, A. P. A.* 1949 Bijdrage tot de kennis van loess en de dekzanden, in het bijzonder van de zuidoostelijke Veluwe. Diss. Wageningen.
- Vink, A. P. A. en E. J. van Zuijlen* 1967 De geschiktheid van de bodem van Nederland voor akker- en weidebouw. Toelichting bij de zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw van Nederland, schaal 1 : 200 000. Wageningen.
- Vis, T.* 1966 De bodemgesteldheid van de boswachterijen 'Oostereng en Doorwerth'. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 635.
- Vries, O. de* 1942 De granulaire samenstelling van Nederlandsche grondsoorten. Versl. Landbouwk. Onderz. 48 (11) A. 's-Gravenhage.

- Wind, G. P. en
C. J. Schothorst*
- 1965 Over de invloed van de bodemgesteldheid op de beweidingsmogelijkheden en van de beweiding op de bodemgesteldheid. Landbouwk. Tijdschr. 77, 189-199.
- Zandbergen, J. en
H. J. M. Zegers*
- 1958 De bodemgesteldheid van de Over-Betuwe-Noordelijk deel. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 484.
- Zonneveld, I. S.*
- 1960 De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Bodemk. Studies 4. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 65. 20. Diss. Wageningen.

Aanhangsels

enkelvoudige kaartenheden met grondwatertrap	oppervlakte in ha ¹	beschrijving op blz.
bEZ23-VII	255	88
bEZ30-VII	85	89
bRn46C-VI	345	122
cHn30-VI	25	80
cY23-VII	10	76
cY30-VII	555	76
gcY23-VII	30	76
gcY30-VII	235	76
gHd30-VII	850	82
gHd30- $\triangleright$ -VII	2 700	82
gHn30- $\triangleright$ -VII	25	79
gKRd1-VII	145	133
gKRn1-V/VI	60	130
-VI	15	
gpZn30-III	10	95
-VII	105	
gRd10A-VI	75	124
-VI/VII	75	
gRn15A-VI	125	113
gY23- $\triangleright$ -VII	40	73
gY30-VII	1 725	73
gY30- $\triangleright$ -VII	1 325	73
gZh30-VII	40	
gzEZ30-VI	25	90
-VII	135	
Hd21-VII	225	81
Hd21- $\triangleright$ -VII	820	81
Hn21-VII	30	78
KRn1g-VI	15	130
KRn2-IV	50	130
KRn2g-IV	130	130
-VI	185	
KRn8-III*	155	132
-V/VI	35	
-VII	25	
KRn8g-III	10	132
-V/VI	110	
kZn30A ∇ ²	60	101
kZn30-VII	10	97
Ld5-VII	405	135
Ld5g-VII	200	135
pVc-II	25	65
pZg23-III	30	93
pZn23g-II	20	95
pZn23 μ -II	10	95
Rd10A-VI	365	124
-VII	1 725	
Rd10A ²	635	124
Rd10C-VII	140	127
Rd90A-VI	510	126
-VI/VII	490	
-VII	1 725	
Rd90A ²	740	126
Rd90C-VI/VII	365	128
-VII	385	
Rn15A-VI	525	113
Rn15A ²	275	113
Rn15C-V	20	122
Rn44C-III	460	119
-III*	55	
-V	690	
-V/VI	380	
Rn44C μ -III	460	119
-III*	55	
Rn45A ²	70	116

¹ De oppervlakte is afgerond op 5 ha voor totalen < 999 ha en op 25 ha voor grotere oppervlakten.

² Ligt in de uiterwaarden; hier is geen grondwatertrap onderscheiden.

AANHANGSEL 1a (vervolg)

enkelvoudige kaarteenheden met grondwatertrap	oppervlakte in ha ¹	beschrijving op blz.
Rn46A-III	70	113
-V	120	
-VI	640	
Rn47C-III	85	118
-V	1 500	
-V/VI	530	
Rn52A ↘ -V	260	112
-VI	55	
Rn52A ↘ ²	740	112
Rn52A ↙ ²	90	112
Rn62C-VI	35	116
Rn62Cp-III	35	116
Rn66A-VI	1 575	113
Rn67C-V	135	117
-V/VI	570	
-VI	500	
Rn82A ↘ ²	180	112
Rn94C-V	55	118
-VI	15	
Rn95A-V	60	114
-VI	2 850	
-VI/VII	1 900	
Rn95A ²	795	114
Rn95A ↘ -V	15	114
Rn95A ↘ ²	285	114
Rn95A ↙ ²	90	114
Rn95C-VI	385	122
Rn95Cg-VI	255	122
Ro60C-III	15	111
Rv01C-II	70	111
-III	10	
Y21-VII	50	73
Y23-▷-VII	55	73
Zb30-VII	25	100
Zd21-VII	790	97
zEZ21-VII	30	89
Zn30A ²	145	101
zY30-VII	210	73
samengestelde kaarteenheden		
met grondwatertrap		
Hd21/gHd30-VII	60	139
Hd21/gHd30-▷-VII	100	139
Rn52/95A ↘ ²	580	141
TOTAAL	37 860	
overige onderscheidingen		
↑	30	
↕	80	
✕	15	
T	190	
water en moeras	2 925	
bebouwde kom, enz.	7 275	
Duits gebied	1 625	

¹ De oppervlakte is afgerond op 5 ha voor totalen < 999 ha en op 25 ha voor grotere oppervlakten.

² Ligt in de uiterwaarden; hier is geen grondwatertrap onderscheiden.

enkelvoudige kaartenheden met grondwatertrap	oppervlakte in ha ¹	beschrijving op blz.
bEZ21-VII	735	87
bEZ23-V	15	88
-VI	425	
-VII	2 175	
bRn46C-VI	375	122
cHn21-V	10	80
-VI	90	
-VII	30	
cHn30-VII	60	80
cY21-VII	45	76
cY23-VI	10	76
-VII	10	
cZd21-VI	55	96
-VII	20	
cZd23-VI	25	96
-VII	20	
f _p Zg23-III	60	93
fRn15C-VI	125	122
fRn95C-III	285	122
-V	290	
-VI	365	
fRo60C-II	10	111
gbEZ30-VI	30	89
-VII	210	
gcY30-VII	170	76
gKRd1-VII	20	133
gKRn2-VI	55	130
gpZn30-V	35	95
gY21-▷-VII	420	73
gY30-▷-VII	1 725	73
Hn21-V	195	78
-VI	25	
-VII	20	
Hn21-▷-III	125	78
-V	135	
-VI	60	
Hn23-V	80	79
Hn23-▷-V	25	79
k _p Zg23-II/III	405	93
-VI	40	
KRd1-VI	45	133
-VII	485	
KRn1-V	15	130
-VI	590	
KRn2-III	90	130
-VI	735	
KRn8-III	735	132
-V	420	
-V/VI	25	
-VI	275	
-VII	10	
KRn8 $\frac{1}{2}$ -V	45	132
KRn8 $\frac{2}{3}$	10	132
kVc $\frac{2}{3}$	85	66
kZn30A $\frac{1}{2}$ $\frac{2}{3}$	25	101
kZn23-II/III	30	96
-III	55	
kZn30 $\frac{1}{2}$ -V	25	97
Ld5-VII	235	135
pVc-II	90	65
pZg21-III	230	93
-V	65	
pZg23-II	10	93
-III	1 225	
-V	60	

¹ De oppervlakte is afgerond op 5 ha voor totalen < 999 ha en op 25 ha voor grotere oppervlakten.

² Ligt in de uiterwaarden; hier is geen grondwatertrap onderscheiden.

enkelvoudige kaarteenheden met grondwatertrap	oppervlakte in ha ¹	beschrijving op blz.
pZg23-b-III	190	93
Rd10A-VI	440	124
-VII	510	
Rd10A ²	170	124
Rd10C-VI	410	127
-VII	540	
Rd90A-VI	705	126
-VII	1 100	
Rd90A $\frac{1}{2}$ -VI	35	126
Rd90A ²	1 275	126
Rd90C-VII	25	128
Rd90C ²	15	128
Rn15A ²	60	113
Rn15C-III	50	122
-V	65	
-VI	165	
Rn44C-III	215	119
-V	70	
Rn44Cv-III	50	119
-V	10	
Rn44Cw-III	45	119
-V	190	
Rn45A-VI	20	116
Rn46A-VI	90	113
Rn47C-III	295	118
-V	1 325	
-VI	895	
Rn47C ²	100	118
Rn52A $\frac{1}{2}$ -III	80	112
-V	135	
-VI	50	
Rn52A $\frac{1}{2}$ ²	175	112
Rn62C-II	50	116
-II/III	390	
-III	1 950	
-IV	15	
-V	20	
-VI	510	
Rn66A-VI	160	113
Rn67C-III	305	117
-V	330	
-VI	490	
Rn67C ²	45	117
Rn82A $\frac{1}{2}$ ²	90	112
Rn95A-V	40	114
-VI	405	
Rn95A $\frac{1}{2}$ -V	60	114
Rn95A ²	290	114
Rn95A $\frac{1}{2}$ ²	45	114
Rn95C-V	25	118
-VI	60	
Ro60C $\frac{1}{2}$ ²	10	111
Rv01C-II	15	111
-III	170	
Rv01C ²	10	111
vWz-II	40	67
Y21-VII	150	73
Zb21-VI	165	98
-VII	565	
Zb23-VI	145	99
-VII	600	
Zb30-VII	480	100
zEZ21-VI	10	89
-VII	525	
Zn23-III	545	96
-V	205	

¹ De oppervlakte is afgerond op 5 ha voor totalen < 999 ha en op 25 ha voor grotere oppervlakten.

² Ligt in de uiterwaarden; hier is geen grondwatertrap onderscheiden.

AANHANGSEL 1b (vervolg)

enkelvoudige kaarteenheden met grondwatertrap	oppervlakte in ha ¹	beschrijving op blz.
Zn23-▷-II	15	96
-III	150	
-V	155	
zVz-II	20	66
zWp-III	20	66
samengestelde kaarteenheden met grondwatertrap		
Hn/Zb21-VI	80	139
Hn/Zb21-▷-V/VI	650	139
kZn30A/Rn82A $\downarrow$ ²	405	140
Rn95A/KRn8 $\downarrow$ ²	50	141
TOTAAL	34 585	
overige onderscheidingen		
↑	5	
↓	90	
×	10	
T	10	
water en moeras	1 275	
bebouwde kom, enz.	1 750	
Duits gebied	12 275	

¹ De oppervlakte is afgerond op 5 ha voor totalen < 999 ha en op 25 ha voor grotere oppervlakten.

² Ligt in de uiterwaarden; hier is geen grondwatertrap onderscheiden.

AANHANGSEL 2 Analyse-mitslagen van grondmonsters

Nr. kaarteenheid	Gt	hori- zont	diepte bemonsterde laag in cm	pH- KCl	gewichts % van de grond		gewichts % van de minerale delen								gewichts % van de grond				P-fix ⁴ , coördi- naten w-o z-n	lab. nr.		
					CaCO ₃	humus	<2	2- 16	16- 50	50- 105	105- 150	150- 2000	150- 210	210- 2000	Fe ₂ O ₃ ¹	Al ₂ O ₃ ¹	P-tot ²	N-tot.			K-tot ³ .	
1	pVc	II	A11g A12g C	5- 12 12- 28 28- 50	4,8 5,2 5,6	7,1 15,5 0,1 55	13 14 31	6 7 14	11 15 34	30 36 79	7 6 4	14 13 5		20 18 6	29 27 7			0,38 0,86 1,78		215.100 446.520	A349268 269 270	
2	gY21b	VII	Ap B2 B3 C11 Bt	0- 25 25- 38 38- 65 65-100 100-110	5,2 5,9 6,0 6,0 5,1	1,7 0,4 0,2 — —	6 6 5 4 10	4 4 5 2 1	8 6 9 6 6	18 16 18 12 17	12 14 18 15 9	18 21 23 27 19		22 25 22 28 27	30 24 19 18 27	0,78 0,68 0,64 0,44 1,48	0,76 0,91 0,99 0,57 0,99	0,21 0,10 0,04 0,02 0,03	0,09 0,10 0,04 0,02 0,03	41 66 87 58 89	212.280 433.530	A349299 300 301 302 303
3	gY30	VII	Ap B2 B3 C1	0- 24 24- 35 35- 58 58-120	4,2 4,3 4,7 4,8	2,8 1,3 0,3 0,2	4 4 2 1	4 2 1 2	7 3 1 1	15 9 4 4	3 2 1 1	5 5 3 3		12 13 14 19	68 74 79 74	0,54 0,56 0,34 0,35	0,40 0,68 0,39 0,37	0,17 0,16 0,04 0,03	0,08 0,04 0,04 0,03	61 68 47 49	180.380 442.860	A355348 349 350 351
4	gY30	VII	Ap B2 B3 C1	0- 25 25- 40 40- 58 58- 90	4,5 4,6 4,7 4,6	3,0 1,0 0,4 0,3	5 5 5 2	3 5 2 2	23 24 20 2	31 34 27 4	10 12 8 3	8 7 12 18		12 13 21 35	39 34 32 40	0,76 0,61 0,48 0,29	0,82 0,91 0,67 0,37	0,21 0,09 0,06 0,02	0,11 0,03 0,06 0,02	56 95 81 50	188.080 445.850	A355367 368 369 370
5	cY21	VII	Aanp A+B B3 BC C1	0- 34 34- 46 46- 74 74-110 110-130	4,5 4,1 4,4 4,5 4,6	2,7 2,3 1,5 0,5 0,4	6 6 6 4 6	2 3 1 1 1	8 11 7 14 6	16 20 14 11 13	18 17 16 17 18	20 23 23 26 26	47 40 47 46 43			0,56 0,44 0,58 0,68 0,58	0,54 0,42 1,26 0,82 0,84	1,20 0,59 0,48 0,32 0,34		57 84 97 90 17	208.800 439.600	A318065 066 067 068 069
6	Hn23	V	Aan A1b B2 B3 C11g	0- 25 25- 30 40- 45 45- 60 60- 80	4,7 4,2 4,6 4,3 4,6	3,2 6,1 1,9 3,0 1,0	6 3 4 5 3	3 5 1 3 1	11 7 8 8 3	20 15 13 16 7	10 10 10 10 6	17 17 14 15 17	53 38 63 59 69					0,14 0,07 0,03		208.195 440.875	A318016 017 018 019 020	
7	cHn21	V	Aanp	0- 28	4,8	4,2	7	1	6	14	11	15	60			0,42	0,63	0,11	0,16	95	214.800	A318050

			A1b	28- 36	4,4		4,2	5	2	8	15	11	18	56		0,21	1,21	0,04	0,11		98	438.850	051
			B2g	36- 43	4,4		4,1	5	2	7	14	9	18	59		0,23	1,12	0,04	0,06		100		052
			B3g	43- 57	4,5		2,7	5	3	10	18	9	17	56		0,29	1,07	0,04			98		053
			C1g	57- 80	4,6		0,7	3	4	3	10	8	16	66		0,37	0,67	0,02		0,027	91		054
8	cHn30	VII	Aan	0- 30	5,8	0,1	2,8	4	2	1	7	4	6	83		0,47	0,56	0,09	0,09		67	206.910	A318074
			A1b	30- 40	5,9		3,8	5	2	2	9	3	5	83		0,24	0,99	0,04	0,07		93	435.350	075
			B2	40- 67	5,9		4,1	4	2	3	9	4	14	73		0,40	0,86	0,04	0,05		98		076
			B3	67- 75	5,4		2,1	4	1	2	7	3	6	84		0,50	0,92	0,03			95		077
			C1	75- 95	5,6		1,0	2	1	2	5	1	35	89		0,56	0,78	0,03		0,035	95		078
9	Hd21	VII	A1	0- 5	3,2		7,0	—	1	2	3	4	20	30	43	0,08	0,17	0,02	0,10		62	185.700	A355371
			A2	5- 25	3,5		3,2	1	1	2	4	4	23	31	39	0,09	0,31	0,02	0,03		54	448.380	372
			B2h	25- 40	3,9		5,0	4	1	—	5	3	21	30	40	0,58	0,67	0,03	0,07		100		373
			B22	40- 55	4,4		2,2	4	1	—	5	4	23	31	37	0,32	0,76	0,02			99		374
			B3	55- 75	4,6		0,4	3	1	—	4	3	24	32	37	0,26	0,58	0,02			79		375
			C1	75-100	4,7		0,3	1	2	—	3	3	21	20	43	0,23	0,39	0,01		0,015	67		376
10	gHd30	VII	Ap	0- 20	4,7		4,4	2	2	3	7	3	7	13	70	0,39	0,49	0,10	0,07			181.580	A355357
			B2	20- 32	4,6		2,2	2	2	6	10	5	7	15	63	0,52	0,88	0,05	0,04			446.990	358
			B3	32- 62	4,8		0,3	4	2	3	9	5	9	18	60	0,32	0,53	0,04	0,01				359
			C1	62- 80	4,9		—	4	1	—	5	1	2	6	86	0,28	0,40	0,02		0,015			360
11	gHd30	VII	A1	0- 7	3,3		9,3	3	4	2	9	4	6	11	70	0,15	0,26	0,03	0,17		67	183.820	A355361
			A2	7- 12	3,3		2,9	2	4	1	7	4	8	13	68	0,01	0,07	0,01	0,04		14	446.410	362
			B2h	12- 21	3,6		15,8	4	5	2	11	3	9	13	63	1,05	1,34	0,08	0,30		96		363
			B22	21- 38	4,2		5,1	3	4	2	9	6	15	17	53	0,73	1,22	0,04			98		364
			B3	38- 63	4,6		0,5	1	1	2	4	1	1	10	86	0,21	0,32	0,02			57		365
			C1	63- 80	4,8		0,3	1	1	—	2	1	3	14	81	0,20	0,23	0,01		0,010	31		366
12	bEZ21	VII	Aanp	0- 30	4,6		2,5	8	4	11	23	17	20	41		0,66	0,52				40	210.550	A318084
			Aan2	30- 60	4,3		1,7	9	4	5	18	15	21	47		0,46	0,46				62	436.900	085
			Aan3	60- 75	4,1		1,1	9	2	6	17	16	19	48		0,53	0,48				74		086
			Apb	80- 85	4,2		0,7	8	2	8	18	10	24	48		0,55	0,49				64		087
			B2b	90- 97	4,5		0,4	8	1	2	11	14	20	55		0,53	0,57				58		088
			B3b	100-105	4,3		0,1	9	1	1	11	11	17	60		0,52	0,48				66		089
			C1b	110-120	4,8		—	8	1	1	10	10	17	63		0,55	0,60			0,033	58		090

173 ¹ bepaald met 10% HCl
² bepaald met Fleischmannzuur

³ bepaald met 5% HCl
⁴ % van de toegevoegde waarde

Nr.	kaartenheid	Gt	hori- zont	diepte bemonsterde laag in cm	pH- KCl	gewichts % van de grond		gewichts % van de minerale delen								gewichts % van de grond					P-fix ⁴ .	coördi- naten w-o z-n	lab. nr.
						CaCO ₃	humus	<2	2- 16	16- 50	<50	50- 105	105- 150	150- 2000	150- 210	210- 2000	Fe ₂ O ₃ ¹	Al ₂ O ₃ ¹	P-tot ² .	N-tot.			
13	bEZ23	VII	Aanp	0- 25	4,3	2,7	7	4	8	19	14	18	49		0,86	0,66				46	207.370	A318038	
			Aan2	25-45	4,1	0,8	6	3	9	18	12	20	50		0,78	0,71				65	440.300	039	
			Aan3	45- 80	4,4	1,0	6	4	10	20	16	18	46		0,70	0,89				91		040	
			Apb	80- 95	4,6	0,8	6	3	11	20	18	24	38		0,61	0,97				95		041	
			ACb	95-115	4,5	0,6	7	3	18	28	19	18	35		0,56	0,94				98		042	
			C1gb	115-130	4,7	0,2	4	4	15	23	18	20	39		0,43	0,65				91		043	
14	zEZ21	VII	Aan1	0- 50	4,1	3,6	6	5	6	17	15	19		21	28	0,86	0,51	0,14	0,13	76	218.720	A349276	
			Aan2	50- 75	4,0	2,4	5	4	6	15	16	20		21	28	0,60	0,46	0,12	0,06	86	448.510	277	
			A1b	75-105	4,4	1,1	5	4	1	10	17	21		21	31	0,47	0,69	0,09	0,04	94		278	
			B2b	105-120	4,6	0,5	3	2	3	8	23	24		20	25	0,44	0,80	0,04		96		279	
15	zEZ30	VII	Aanp	0- 40	4,7	3,0	5	1	6	12	5	7		13	63	0,54	0,44	0,21	0,11	54	180.820	A355352	
			Aan2	40- 85	4,2	1,6	7	3	11	21	5	5		8	62	0,71	0,74	0,17	0,06	89	442.860	353	
			B2b	85- 95	4,4	1,9	1	1	13	15	5	4		9	67	0,71	0,79	0,11	0,4	95		354	
			B3b	95-100	4,6	0,4	6	3	3	12	2	3		9	74	0,45	0,62	0,06	0,02	81		355	
			C1b	110-120	4,8	0,1	1	4	1	6	1	3		14	76	0,30	0,33	0,02		0,014	57		356
16	pZg23	III	Apg	0- 20	4,9	3,0	7	3	11	21	9	12	58		0,75	0,88	0,08	0,13		79	213.570	A318060	
			C11g	20- 40	4,3	0,3	7	4	9	20	9	13	58		0,68	0,84	0,03			74	439.700	061	
			C12g	40- 65	4,6	0,4	9	2	4	15	5	11	70		2,20	0,81	0,03			90		062	
			CG	70- 90	5,1	0,4	7	3	1	11	2	4	84		4,93	0,41	0,14		0,040	76		063	
			G	100-120	5,5	0,4	7	2	2	11	4	6	80		2,63	0,43	0,09		0,045	49		064	
17	cZd23	VII	Aanp	0- 33	4,7	2,1	8	5	10	23	14	16		22	25	1,43	0,90	0,17	0,11	57	215.925	A349271	
			Aan2	33- 45	4,9	0,8	7	3	11	21	16	17		22	24	0,75	1,08	0,04		93	449.450	272	
			C11	50- 75	5,1	0,5	5	3	8	16	10	14		21	40	0,72	0,84	0,02		80		273	
			C12g	90-110	4,2	0,4	9	6	36	51	22	12		7	8	1,59	1,42					274	
			C13g	110-130	4,2	0,1	6	2	4	12	10	20		38	20	1,51	0,88					275	
18	Zn23	V	Ap	0- 25	4,8	2,3	6	4	17	27	18	18	37					0,08	0,08	84	209.700	A318027	
			ACpg	25- 40	4,5	1,4	7	4	16	27	18	15	40					0,04	0,04	95	440.450	028	
			C11g	40- 55	4,7	0,7	5	4	21	30	17	19	35									029	

			C12g	55- 70	4,7	0,2	5	2	23	30	15	23	32							030		
			D1g	70-100	4,0	—	16	5	41	62	16	12	10							031		
			D2g	100-120	4,3	0,1	5	2	2	9	4	16	72							032		
19	Zb21	VII	Ap	0- 25	4,5	1,9	5	1	3	9	8	17	67			0,09	0,05	60	210.465	A318055		
			C11	30- 50	4,6	0,4	3	1	2	6	6	16	73			0,04		69	441.125	056		
			C12	50-110	4,5	0,3	5	2	7	14	12	22	53							057		
			Bt	110-115	4,2	0,1	7	4	6	17	16	35	32		1,36	0,93				058		
20	Zb23	VII	Ap	0- 35	4,6	1,4	10	5	5	20	7	18		23	32	1,42	1,10	0,15	0,06	44	210.425	A349269
			C11	35- 76	4,5	0,7	6	2	2	10	12	22		29	27	0,99	0,72	0,04		62	449.275	270
			C12	76- 88	4,3	0,1	7	2	1	10	6	22		29	33	1,55	0,92	0,04		73		271
			C12g	88-105	4,3	—	6	2	2	10	6	22		30	32	0,95	0,72	0,03		78		272
			Bt	105-120	4,3	—	10	1	2	13	11	24		24	28	1,60	1,13	0,06		75		273
21	ÆZn30A	uiter- waard	Apg C2g	3- 22 30- 80	7,1 8,2	6,0 3,9	2,4 0,1	19 5	12 1	18 —	49 6	10 1	8 7	15 31	16 57			0,19			204.530	A349247
																				446.920	248	

- ¹ bepaald met 10% HCl
² bepaald met Fleischmannzuur
³ bepaald met 5% HCl
⁴ % van de toegevoegde waarde

Nr.	kaartenheid	Gt	hori- zont	diepte bemonsterde laag in cm	pH- KCl	gewichts % van de grond		gewichts % van de minerale delen								gewichts % van de grond		H-bezet- KW ting	K-fix.	P-fix ⁴ .	coördi- naten w-o z-n	lab. nr.	
						CaCO ₃	humus	<2	2- 16	16- 50	<50 105	105- 150	150 2000	150 210	210- 2000	Fe ₂ O ₃ ¹	Al ₂ O ₃ ¹						
22	Rn66A	VI	Ap C21g C22g C1g	0- 36 36- 58 58- 70 70-100	6,0 7,3 7,4 6,8	0,1 6,0 5,5 0,4	2,8 1,3 1,3 2,0	34 40 43 58	27 31 29 25	27 24 19 11	88 95 91 94	4 1 6 3	2 1 1 1	3 2 1 1	3 2 1 1						201.160 439.720	A349249 250 251 252	
23	Rn15A	VI	A12p C21g C22g	8- 23 23- 46 46- 64	7,2 7,1 7,4	0,9 3,3 1,8	4,3 1,2 1,0	12 14 26	7 5 20	9 7 22	28 26 68	10 10 14	11 13 8	16 19 3	35 32 7	1,61 1,59 3,16	1,17 1,11 2,51	1,1 0,7 0,7	13,4 6,7 15,2	2 14 39	67 72 93	186.275 432.180	A355387 388 389
24	Rn95A	VI	A12p C21g C23g C24g	10- 30 30- 67 67-100 100-120	7,2 7,5 7,5 7,7	2,2 6,8 2,0 9,9	4,0 1,0 1,2 1,1	31 33 36 24	27 28 26 20	28 28 25 35	86 89 87 79	7 6 7 13	4 2 3 5	1 1 1 2	2 2 2 1	3,05 0,67 4,30 3,13	3,22 3,08 3,47 2,53		41 62	84 97	200.220 433.880	A349287 288 289 290	
25	Rn62C	III	Ap _g AC _{pg} C11g C12g CG	0- 12 12- 25 25- 46 46- 70 70-100	5,5 5,4 4,8 5,2 5,0	0,1 0,1 — 1,1 —	6,8 4,2 2,6 1,1 —	29 26 27 16 5	11 11 11 6 1	16 14 15 12 2	56 51 53 34 8	8 10 9 12 3	9 9 10 15 6	37 30 28 39 83								205.365 441.565	A318033 034 035 036 037
26	Rn67C	VI	Ap C11g C12g C14g C2g	0- 23 23- 43 43- 68 68-110 110-120	6,4 4,1 4,8 6,8 7,6	0,1 — — 0,5 16,3	4,4 1,6 1,6 0,7 0,5	30 35 42 34 23	22 20 21 22 15	28 22 24 32 24	80 77 87 88 62	11 10 8 10 24	3 3 2 1 10	1 5 1 1 2	5 5 2 1 2	3,50 3,83 5,05 4,24 2,44	2,72 3,16 3,88 3,36 1,83	3,6 6,4 3,9 1,1 0,5	21,3 20,4 26,3 22,4 11,4	17 45 85 98 79	90 93 91 95 98	180.261 430.040	A355382 383 384 385 386
27	Rn47C	V	A1 C11g D11g D12g	5- 20 35- 45 50- 75 75-100	5,4 5,3 5,4 5,2	0,1 0,1 — —	3,2 2,2 1,3 0,3	31 44 37 14	18 24 12 4	15 12 11 15	64 80 60 33	8 4 7 17	6 4 6 11	22 12 27 39		3,63 4,93 2,36 1,51	2,91 3,97 2,75 1,29	18,8 27,4 19,1 7,8				203.770 442.550	A318111 112 113 114
28	Rn44C	V	A1 C11g	0- 30 30- 53	6,0 5,0	0,1 —	3,7 3,7	48 52	34 35	14 11	96 98	1 0,5	1 0,5	2 1					74 85			184.100 437.650	A248447 448

			C12g	53– 65	5,2		2,6	60	26	13	99	0,5		0,5					95		449		
			C13g	65– 87	5,6	0,1	1,5	50	34	15	99	0,5	0,5						96		450		
			C21g	87– 97	7,2	6,1	1,3	44	39	16	99	0,5		0,5					96		451		
			C14g	97–110	6,9	0,5	2,3	54	32	14	100								98		452		
			C15g	110–120	6,5	0,2	3,4	62	30	8	100								98		453		
29	Rn44C	III	A1	0– 20	6,3	0,2	7,2	43	26	16	85	2	3	10					65	220.420	A656225		
			C1g	20– 35	6,1	0,1	3,2	49	29	16	94	1	2	3					81	432.840	226		
			D11g	35– 50	5,8	0,1	1,9	58	21	14	93	3	1	3					81		227		
			D12g	50– 70	6,0	0,2	0,8	47	22	24	93	3	1	3					76		228		
			D13g	70–115	6,0	0,3	0,6	48	23	23	94	3	1	2					92		229		
30	bRn46C	VI	A1	5– 34	6,0	0,1	5,7	40	29	18	87	5	3		2	3	4,80	3,99	76	94	188.180	A355377	
			C1	34– 47	5,5	0,1	2,5	47	33	13	93	5	1			1	4,94	4,71	92	92	438.700	378	
			C11g	47– 58	5,4	0,1	1,6	43	22	20	85	11	3			1	4,67	4,47	88	93		379	
			C12g	58– 75	5,5	0,1	1,1	37	23	29	89	8	2			1	4,93	4,06	97	99		380	
			C21g	75–100	7,5	15,6	0,5	20	14	21	55	25	14		4	2	2,43	1,81	78	96		381	
31	Rn15C	V	Ap	5– 25	4,8		4,4	17	10	21	48	10	11		14	17		6,1	10,1	5	85	209.450	A349304
			C11g	25– 37	4,3		1,2	20	11	20	51	8	8		17	16		5,9	6,8	1	94	448.025	305
			C12g	37– 70	4,4		0,5	20	13	22	55	8	8		18	13							306
			C13g	75– 95	4,5		0,2	8	4	7	19	11	35		26	9							307
			CG	95–110	4,6		0,1	4	1	1	7	3	15		30	45							308
32	Rn95C	VI	Ap	0– 12	5,2		2,0	14	15	32	61	12	9	18					12,1			206.130	A318044
			C11g	12– 48	5,3		1,4	19	16	31	56	8	8	18					10,4			446.300	045
			C12g	48– 70	5,1		1,2	29	20	30	79	6	6	9					12,6				046
			C13g	70– 87	5,2		0,9	32	25	30	87	6	2	5					14,0				047
			Dg	87–120	4,9		0,8	34	25	35	94	2	2	2					17,5				048
33	Rd10A	VII	Ap	0– 28	7,3	5,3	3,5	16	14	32	62	14	10		7	7	2,36	1,75	22	77			A349283
			C21	28– 65	7,7	8,3	1,0	19	18	32	69	17	10		3	1	2,69	2,01	27	89			284
			C22	65– 90	7,9	10,6	1,1	15	14	41	70	17	7		4	2	2,56	1,90	39	89			285
			C23g	90–110	8,0	12,5	0,7	10	7	16	33	30	23		11	3	1,77	1,20		76			286
34	Rd10A	VI	Ap	0– 13	5,4	0,1	3,5	13	10	12	35	10	9		11	35	1,64	1,20	4,5	7	75	195.900	A353394
			C21	13– 70	7,0	1,6	0,7	14	8	14	36	10	10		12	32	1,60	1,30	1,2	11	77	435.000	395
			C22g	70– 88	7,7	8,1	0,6	11	6	19	36	12	10		12	30	1,54	1,07	0,5	20	75		396
			C23g	88–110	7,7	8,5	0,9	22	17	26	65	10	5		5	15	2,49	1,69	0,6	50	91		397

¹ bepaald met 10% HCl² bepaald met Fleischmannzuur³ bepaald met 5% HCl⁴ % van de toegevoegde waarde

AANHANGSEL 2 (vervolg)

Nr.	kaartenheid	Gt	hori- zont	diepte bemonsterde laag in cm	pH- KCl	gewichts % van de grond		gewichts % van de minerale delen								gewichts % van de grond		H-bezet- ting	KW	K-fix.	P-fix ⁴ .	coördi- naten w-o z-n	lab. nr.
						CaCO ₃	humus	<2	2- 16	16- 50	<50 50- 105	105- 150	150 2000	150 210	210- 2000	Fe ₂ O ₃ ¹	Al ₂ O ₃ ¹						
35	Rd90A	VII	A1 C21 C22g	0- 30 30- 90 90-110	7,4 7,6 8,0	4,5 6,9 10,9	3,3 1,8 0,6	33 35 10	31 31 7	27 29 23	91 95 40	3 2 32	2 1 23	1 1 4	3 1 1	4,06 4,07 2,00	3,32 3,45 1,26					204.740 434.820	A349291 292 293
36	Rd10C	VII	Ap C11 C12 C13g	0- 28 28- 55 55- 72 72-100	4,4 4,5 4,2 4,3		1,8 0,8 0,4 0,2	14 12 11 11	9 8 7 6	15 15 15 17	38 35 33 34	11 13 13 18	12 14 14 15	12 12 10 11	27 26 30 22	1,25 1,24 1,91 1,62	1,14 1,24 1,10 1,08	4,7 5,2	6,1 3,7		57 82	208.925 448.250	A349235 236 237 238
37	Rd90C	VII	Ap C11 C12	0- 25 25- 52 52- 75	6,4 6,1 6,0	0,2 0,2 0,1	2,7 1,3 0,7	28 39 31	21 19 13	23 26 26	72 84 70	9 8 16	3 3 7	4 1 1	12 4 6	3,39 4,50 3,41	2,73 3,92 3,07	0,6 0,8 0,6		26 77 90		186.375 434.000	A356794 795 796
38	KRn1	VI	A1 C11 C12g C13g C14g	0- 20 20- 35 35- 50 50- 70 70-100	5,4 5,4 4,5 4,3 4,6		1,8 1,6 1,1 0,9 0,4	17 16 20 24 14	12 12 11 10 7	6 5 6 7 8	35 33 37 41 29	6 6 7 5 6	13 12 9 8 10	18 17 20 16 13	28 32 27 30 42	3,83 1,91 3,95 2,19 1,20	1,61 1,46 1,71 2,04 1,39		9,5 9,4 9,1 10,8 5,1		63 63 80 87 68	213.050 442.550	A318098 099 100 101 102
39	KRn1	VI	Ap A2g B21tg B22tg C1g	5- 25 25- 45 45- 68 68- 75 75-100	4,1 4,0 3,8 3,8 4,5		3,3 0,4 0,4 0,5 —	11 9 16 30 32	6 4 9 16 18	8 5 9 27 31	25 18 34 73 81	15 14 22 13 10	26 28 31 9 4	23 30 11 3 3	11 10 2 2 2	1,87 1,37 3,56 6,57 2,80	1,20 0,94 1,77 2,59 2,59	6,1 2,9 4,0	5,3 0,7 7,0	2 0 15	91 84 96	213.050 448.225	A349258 259 260 261 262
40	KRn8	VI	A1 C1 C11g C12g C13g	0- 20 20- 36 36- 56 56- 90 90-120	4,9 4,4 4,6 5,1 5,1		3,8 1,8 1,1 0,5 0,4	29 31 32 36 29	27 26 25 19 12	14 14 14 12 10	70 71 71 67 51	3 3 2 2 2	4 4 3 4 5	8 7 6 7 10	15 15 18 20 32	3,37 3,76 4,33 4,46 3,18	2,56 2,98 3,37 3,23 2,95	5,0 4,2 3,7 2,1 1,6	17,5 16,9 14,5 18,7 18,1			221.800 429.950	A297717 718 719 720 721
41	KRd1	VII	A1 C11	5- 20 20- 45	4,4 4,1		1,6 0,7	14 17	11 7	11 14	36 38	10 10	13 13	41 39								211.750 447.475	A345568 569

42	Ld5	VII	Ap	3- 10	4,0	2,4	11	4	49	64	14	4	6	12	1,23	1,22					92	199.000	A349229
			C11	10- 25	4,1	0,6	11	4	43	58	12	5	8	17	1,41	0,80					99	447.980	230
			C12	33- 60	4,1	0,1	6	3	49	58	16	5	6	15	0,39	1,39					96		231
			Bt	60- 75	4,1	0,2	9	6	34	49	16	8	11	16	1,27	1,33					97		232
			C13	85-100	4,2	—	6	1	22	29	12	12	16	31	0,59	0,54					53		234
43	T	—	Aanp	0- 25	6,4	0,2	6,6	23	19	12	54	12	8	4	8	2,45	2,13	4,5	27,3	17	101 ⁵	182.890	A353390
			Aan2	25- 53	6,7	2,0	3,2	35	23	18	76	11	8	3	4	3,01	2,57	3,6	28,8	16	190	433.400	391
			Aan3	53- 95	6,9	5,1	2,1	27	17	19	63	14	12	7	6	2,67	2,15	2,6	23,3	35	23		392
			AC	95-120	7,3	11,5	0,9	19	11	14	44	23	21	11	3	2,06	1,50	1,2	11,1	17	9		393

¹ bepaald met 10% HCl
² bepaald met Fleischmannzuur
³ bepaald met 5% HCl
⁴ % van de toegevoegde waarde
⁵ in plaats van P-fix. is P-totaal vermeld.

AANHANGSEL 3 Globale geschiktheidsbeoordeling voor akkerbouw

geschiktheids- klasse ¹	kaartteenheid ² (+ toevoeging) en grondwatertrap	beperkingen van de bodemgeschiktheid in verband met						teeltmogelijkheden ³							opmerkingen	
		water- overlast	verdro- ging	verkrui- melbaar- heid van de bouwvoor	slomp	koolzure- kalkge- halte van de bouwvoor	berijd- baarheid	R	H	A	sB/vB	zG	zT	wT		E
Hoofdklasse KB: <i>Gronden geschikt voor een kleivruchtwisseling</i>																
gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden																
KB1g	Rn15A-VI	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
	Rn95A-VI	1	1	2	1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rn95A-VI/VII	1	1	2	1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rn15C-VI	1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	1	1	1	
	Rn95C-VI	1	1	2	1	2	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rn95C-IV	1	1	2	1	2	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rd10A-VI	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
	Rd10A-VII	1	2	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
	Rd90A-VI	1	1	2	1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rd90A-VII	1	1	2	1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Rd10C-VI	1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	1	1	1	
	Rd90C-VI	1	1	2	1	2	1		1	2	1	1	1	1	1	
	Ld5-VII	1	1	1	1—2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	plaatselijke beperking door te sterke helling
gronden met overwegend ruime mogelijkheden																
KB2s	Rn66A-VI	1	1	2	1—2	1	1		1	2	1	1	1	1	2	
	Rn46A-VI	1	1	2—3	1	1	1		1	3	1	1	1	1	1	
	Rn62C-IV	1	1	2	2	2	1—2		1	2	1	1	1	1	2	
	Rn62C-VI	1	1	2	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	
	Rn67C-VI	1	1	2	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	
	Rn94C-VI	1	1	2	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	
	Rn45A-VI	1	1	2—3	1	1	1		1	3	1	1	1	1	2	
	KRn1-VI	1	1	2	2	2	1		1	1	1	1	1	1	1	
	KRn2-IV	2	1	2—3	2	2	1—2		1	2	1	1	1	1	2	
	KRn2-VI	1	1	2—3	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	
	KRn2-VII	1	1	2	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	
	KRd1-VI	1	1	2	2	2	1		1	1	1	1	1	1	2	

KB2n	Rn95A-V	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	} droger deel Gt V
	Rn62C-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
	Rn67C-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
	Rn94C-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
	Rn15C-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
	Rn95C-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
	KRn1-V	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	
KB2d	Rn52A-VI	1	2	1—2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	
	Rd10C-VII	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	
	Rd90C-VII	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	
	KRd1-VII	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	
gronden met overwegend beperkte mogelijkheden															
KB3s	Rn47C-VI	2	2	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	Rn44C-V/VI	2	2	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	bRn46C-VI	2	2	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	KRn8-VI	2	2	3	1	2	2	2	3	3	2	2	3	3	
	KRn8-VII	1	2	3	1	2	1	2	3	3	2	2	3	3	
KB3n	Rn52A-V	3	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	ten dele NBn ten dele NBn
	Rn46A-V	3	1	2	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3	
	Rn62C-III	3	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	
	Rn67C-III	3	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	
	Rn7C-V	3	1	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	Rn44C-III*	3	1	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	Rn44C-V	3	1	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	
	KRn8-V	3	1	3	1	2	2	2	4	4	2	2	3	3	

Hoofdklasse ZB: *Gronden geschikt voor een zandvruchtwisseling*

gronden met overwegend
zeer ruime mogelijkheden
ZB1g cY23-VI

1 1—2 1 1 1 1 2 1

beperkingen (zie 16.2.1)
1 = geen of gering
2 = matig
3 = sterk
geen cijfer = niet beoordeeld

teeltmogelijkheden (zie 16.2.2)
1 = zeer goed
2 = goed
3 = matig
geen cijfer = niet beoordeeld

¹ zie tabel 7 in hoofdstuk 16
² toevoegingen zijn opgenomen voor zover ze van belang zijn voor de beoordeling; de gronden gelegen in de uiterwaarden zijn niet beoordeeld naar hun geschiktheid voor akkerbouw.
³ R = rogge sB = suikerbieten zT = zomertarwe
H = haver vB = voederbieten wT = wintertarwe
A = aardappelen zG = zomergerst E = erwten

AANHANGSEL 3 (vervolg)

geschied- heids- klasse ¹	kaarteenheid ² (+ toevoeging) en grondwatertrap	beperkingen van de bodemgeschiktheid in verband met						teeltmogelijkheden ³							opmerkingen	
		water- overlast	verdro- ging	verkrui- melbaar- heid van de bouwvoor	slomp	koolzure- kalkge- halte van de bouwvoor	berijd- baarheid	R	H	A	sB/vB	zG	zT	wT		E
	bEZ21-VII	1	1				1	1	1	1	2	1				
	bEZ23-VI	1	1				1	1	1	1	1	1				
	bEZ23-VII	1	1				1	1	1	1	1	1				
	bEZ30-VI	1	1				1	1	1	1	1	1				
	cZd23-VI	1	1—2				1	1	1	1	2	1				
	Zb23-VI	1	1—2				1	1	1	1	2	1				
gronden met overwegend ruime mogelijkheden																
ZB2n	Hn21-V	2	1				1—2	2	2	2	2	1				
	Hn23-V	2	1				1—2	2	2	2	2	1				
	cHn21-V	2	1				1—2	2	2	2	2	1				
	pZg21-V	2	1				1—2	2	2	2	2	1				
	Zn23-V	2	1				1—2	2	2	2	2	1				
ZB2d	bEZ30-VII	1	2				1	1	1	2	3	2				
	zEZ21-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	zEZ30-VII	1	2				1	1	1	2	3	2				
	Y23-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	Y30-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cY21-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cY23-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cY30-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cHn21-VI	1	2				1	1	1	2	2	1				
	cHn21-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cHn30-VI	1	2				1	1	1	2	2	1				
	cHn30-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				
	Hn21-VI	1	2				1	1	1	2	2	2				
	kpZg23-VI	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cZd21-VI	1	2				1	1	1	2	2	2				
	cZd21-VII	1	2				1	1	1	2	2	2				

ten dele ZB3d

	cZd23-VII	1	2	1	1	1	2	2	2	
	Zb23-VII	1	2	1	1	1	2	2	2	ten dele ZB3d
gronden met overwegend beperkte mogelijkheden										
ZB3n	Hn21-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	pZg21-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	pZg23-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	kpZg23-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	pZg23-V	3	1	1	3	3	3	3	2	
	Zn23-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	kZn23-III	3	1	1	3	3	3	3	2	
	kZn30-V	3	1	1	3	3	3	3	2	
ZB3d	Y21-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	Y30-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	Hn21-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	ten dele ZB2d
	Hn30-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	Hd21-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	Hd30-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	pZn30-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	
	kZn30-VII	1	3	1	2	3	3	3	2	
	Zb21-VI	1	3	1	2	3	3	3	2	
	Zb23-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	ten dele ZB2d
	Zb30-VII	1	3	1	2	3	3	3	3	ten dele NBd

Hoofdklasse NB: *Voor akkerbouw weinig of niet geschikte gronden*

gronden met overwegend
zeer sterk beperkte
of geen mogelijkheden

NBn pVc-II; kVc-II; zVz-II; zWp-III; vWz-II; pZg23-II; kpZg23-II; pZn23-II; Zn23-II; kZn23-II; Rv01C-II; Rv01C-III; Ro60C-II; Ro60C-III; Rn52A-III; Rn46A-III; Rn62C-II; Rn62C-III (ten dele KB3n); Rn67C-III (ten dele KB3n); Rn47C-II; Rn47C-III; Rn44C-III; Rn15C-III; Rn95C-III; KRn2-III; KRn8-III; KRn8-III*

NBd Zd21-VII; Zb21-VII; Zb30-VII (ten dele ZB3d).

beperkingen (zie 16.2.1)	teeltmogelijkheden (zie 16.2.2)	¹ zie tabel 7 in hoofdstuk 16
1 = geen of gering	1 = zeer goed	² toevoegingen zijn opgenomen voor zover ze van belang zijn voor de beoordeling; de gronden gelegen in de uiterwaarden zijn niet beoordeeld naar hun geschiktheid voor akkerbouw.
2 = matig	2 = goed	³ R = rogge sB = suikerbuiten zT = zomertarwe
3 = sterk	3 = matig	H = haver vB = voederbieten wT = wintertarwe
geen cijfer = niet beoordeeld	geen cijfer = niet beoordeeld	A = aardappelen zG = zomergerst E = erwten

geschiktheids- klasse ¹	kaartenheid en grondwatertrap ²	beperkingen van de bodem- geschiktheid in verband met			opmerkingen
		verdro- ging	draag- kracht	voorjaars- ontwikkeling	

Hoofdklasse KG: *Kleinweidegronden*gronden met overwegend
zeer ruime mogelijkheden

KG1g	Rn66A-VI	1	1	1	
	Rn46A-VI	1—2	1	1	
	Rn15A-VI	1	1	1	
	Rn15A	1	1	1	
	Rn95A-VI	1	1	1	
	Rn95A-VI/VII	1—2	1	1	
	Rn95A	1	1	1	
	Rn45A-VI	1—2	1	1	
	Rn62C-IV	1	1	1	
	Rn62C-VI	1	1	1	
	Rn15C-VI	1	1	1	
	Rn95C-IV	1	1	1	
	Rn95C-VI	1	1	1	
	Rn10A-VI	1	1	1	
	Rn90A-VI	1	1	1	
	Rd10C-VI	1	1	1	
	Rd90C-VI	1	1	1	
	KRn1-VI	1	1	1	
	KRn2-IV	1	1	1	
	KRn2-VI	1	1	1	
	KRd1-VI	1—2	1	1	
	Ld5-VII	1—2	1	1	

gronden met overwegend
ruime mogelijkheden

KG2v	Rn52A-III	1	2	2	
	Rn46A-III	1—2	2	2	
	Rn95A-V	1	1—2	1—2	
	Rn45A	1	2	2	
	Rn62C-III	1	2	2	
	Rn62C-V	1	1—2	1—2	
	Rn67C-III	1	2	2	
	Rn15C-III	1	2	2	
	Rn15C-V	1	1—2	1—2	
	Rn95C-III	1	2	2	
	Rn95C-V	1	1—2	1—2	
	KRn1-V	1	1—2	1—2	
	KRn2-III	1	1—2	1—2	
	KRn8	1	2	2	

KG2d

	4Zn30A	2	1	1	
	Rn52A-VI	2	1	1	
	Rn52A	2	1	1	
	Rn52/95A	2	1	1	
	Rn82A	2	1	1	
	Rn67C-VI	2	1	1	
	Rn67C	2	1	1	
	Rn47C-VI	2	1	1	
	Rn47C	2	1	1	
	bRn46C-VI	2	1	1	
	Rn94C-VI	2	1	1	
	Rd10A-VII	2	1	1	
	Rd10A	2	1	1	
	Rd90A-VII	2	1	1	
	Rd90A	2	1	1	
	Rd10C-VII	2	1	1	
	Rd90C-VII	2	1	1	
	Rd90C	2	1	1	

heibanen
(plaatselijk
droogtegevoelig)

beperkingen (zie 16.3.1)

1 = geen of geringe beperkingen

2 = matige beperkingen

3 = sterke beperkingen

¹ zie tabel 8 in hoofdstuk 16² bij de gronden in de uiterwaarden is geen Gt aangegeven; toevoegingen zijn opgenomen voor zover ze van belang zijn voor de beoordeling.

AANHANGSEL 4 (vervolg)

geschied- heids- klasse ¹	kaartenheid en grondwatertrap ²	beperkingen van de bodem- geschiktheid in verband met			opmerkingen
		verdro- ging	draag- kracht	voorjaars- ontwikkeling	
	KRn2-VII	2	1	1	
	KRn8-VI	2	1	1	
	KRn8-VII	2	1	1	
	KRd1-VII	2	1	1	
					zand binnen 80 cm (droogtegevoelig)
KG2dv	Rn52A-V	2	1—2	1—2	
	Rn46A-V	1—2	2	1—2	
	Rn67C-V	1—2	2	2	
	Rn94C-V	1—2	2	2	
	Rn47C-III	2	2	2	
	Rn47C-V	2	2	2	
	Rn44C-III	2	2	2	
	Rn44C-III*	2	1—2	2	
	Rn44C-V	2	2	2	
	KRn8-III	2	2	2	
	KRn8-III*	2	1—2	2	
	KRn8-V	2	2	2	
gronden met overwegend beperkte mogelijkheden					
KG3v	Rv01C-II	1	3	3	
	Rv01C-III	1	3	3	
	Rv01C	1	3	3	
	Ro60C-II	1	3	3	
	Ro60C-III	1	3	3	
	Ro60C	1	3	3	
	Rn62C-II	1	3	3	
	Rn47C-II	1	3	3	
gronden met overwegend zeer ruime mogelijkheden					
ZG1g	bEZ23-VI	1	1	1	
	cHn21-V	1—2	1	1	
gronden met overwegend ruime mogelijkheden					
ZG2v	zWp-III	1	2	2	
	Hn21-III	1	2	2	
	bEZ23-V	1	2	2	
	pZg21-III	1	2	2	
	pZg23-III	1	2	2	
	kpZg23-III	1	2	2	
	pZg23-V	1	2	2	
	Zn23-III	1	2	2	
	kZn23-III	1	2	2	
ZG2d	cY21-VI	2	1	1	
	cY23-VI	2	1	1	
	cY23-VII	2	1	1	
	cHn21-VI	2	1	1	
	bEZ21-VII	2	1	1	
	bEZ30-VI	2	1	1	
	bEZ30-VII	2	1	1	
	zEZ21-VII	2	1	1	
	zEZ30-VII	2	1	1	
	kpZg23-VI	2	1	1	
	cZd21-VI	2	1	1	
	cZd23-VI	2	1	1	
	Zb23-VI	2	1	1	

beperkingen (zie 16.3.1)

1 = geen of geringe beperkingen

2 = matige beperkingen

3 = sterke beperkingen

¹ zie tabel 8 in hoofdstuk 16

² bij de gronden in de uiterwaarden is geen
Gt aangegeven; toevoegingen zijn opge-
nomen voor zover ze van belang zijn voor
de beoordeling.

AANHANGSEL 4 (vervolg)

geschied- heids- klasse ¹	kaarteenheid en grondwatertrap ²	beperkingen van de bodem- geschiktheid in verband met			opmerkingen
		verdro- ging	draag- kracht	voorjaars- ontwikkeling	
ZG2dv	Hn21-V	1—2	1—2	1	
	Hn23-V	1—2	1—2	1	
	pZg21-V	1—2	1—2	1	
	Zn23-V	1—2	1—2	1	
	kZn30-V	1—2	1—2	1	
gronden met overwegend beperkte mogelijkheden					
ZG3v	pVc-II	1	3	3	
	kVc-II	1	3	3	
	zVz-II	1	3	3	
	vWz-II	1	3	3	
	pZg23-II	1	3	3	
	kpZg23-II	1	3	3	
	pZn23-II	1	3	3	
	Zn23-II	1	3	3	
	kZn23-II	1	3	3	
ZG3d	Y30-VII	3	1	1	ten dele NGd
	Y23-VII	3	1	1	
	cY30-VII	3	1	1	
	Hn21-VI	3	1	1	
	Hn21-VII	3	1	1	
	cHn21-VII	3	1	1	
	Hn30-VII	3	1	1	ten dele NGd
	cHn30-VII	3	1	1	
	Hd30-VII	3	1	1	ten dele NGd
	kZn30-VII	3	1	1	
	cZd21-VII	3	1	1	
	cZd23-VII	3	1	1	
	Zb21-VI	3	1	1	
	Zb23-VII	3	1	1	
	Zb30-VII	3	1	1	ten dele NGd
	Zn30A	3	1	1	

Hoofdklasse NG: *Voor weidebouw weinig of niet geschikte gronden*

gronden met overwegend zeer
beperkte of geen mogelijkheden

NGd: Y21-VII; Y30-VII (ten dele ZG3d); Hn30-VII (ten dele ZG3d); Hd21-VII;
Hd30-VII (ten dele ZG3d); pZn30-VII; Zd21-VII; Zb21-VII; Zb30-VII (ten
dele ZG3d)

beperkingen (zie 16.3.1)

1 = geen of geringe beperkingen

2 = matige beperkingen

3 = sterke beperkingen

¹ zie tabel 8 in hoofdstuk 16

² bij de gronden in de uiterwaarden is geen
Gt aangegeven; toevoegingen zijn opge-
nomen voor zover ze van belang zijn voor
de beoordeling.

Op deze kaartbladen zijn een aantal korte en lange excursieroutes beschreven, die zoveel mogelijk de verschillende landschappen te zien geven. Men dient zelf de verbindingen te maken tussen de routes. De beginpunten van alle routes zijn per auto te bereiken. Sommige zeer korte routes kunnen uitsluitend te voet worden gemaakt.

Indien men de gronden nader wil bekijken verzuime men niet aan de betrokken land- en boseigenaren toestemming te vragen.

Voor het rijden of wandelen van de routes heeft men naast de bodemkaarten veel nut van de ANWB-toeristenkaarten, schaal 1 : 100 000 en van de chromo-topografische kaarten schaal 1 : 25 000, nr. 40A t/m 40H.

Wandeling door het dal van de Heelsumsche beek (A1-E1)

We beginnen in de S-bocht van de Utrechtse Weg te Heelsum, op het punt waar deze het viaduct van de nieuwe Rijksweg kruist. We nemen, gaande in de richting Arnhem, de eerste smalle weg links na het viaduct. Er is daar enige parkeermogelijkheid. Deze weg, Kabeljauw genaamd, gaat verder over in een onverhard pad. Dit pad loopt aan de oostzijde langs het diep ingesneden dal van de Heelsumsche beek. Het dal ligt precies op de overgang van het gestuwde Preglaciaal (dalwand rechts) en het Fluvioglaciaal aan de overzijde. De diepe insnijding is hoofdzakelijk een gevolg van periglaciale erosie in de Würmtijd. Er komen lage, zeer natte gooreerdgronden (pZn23) in voor. Het pad is te volgen tot aan de boerderij De Kabeljauw. We kunnen nu links het Fluvioglaciaal opwandelen, maar ook rechts de stuwwal op gaan, weer terug naar de Utrechtse Weg.

Route door het fluvioglaciale landschap tussen Renkum en Wolfheze (A2-E2)

Deze route begint even buiten het kaartblad, op de hoek van de Telefoonweg (op de weg Heelsum-Bennekom) bij ANWB-paddestoel 20326, richting Buunderkamp. Vanaf deze weg hebben we al gauw een wijds uitzicht over de golvende, fluvioglaciale zandvlakte.

Er liggen hier grote complexen bouwland, die in het begin van de 20e eeuw uit heide zijn ontgonnen (1). De gronden bestaan uit grindhoudende, grofzandige haarpodzolgronden (gHd30).

Na ongeveer 1 km ligt rechts van de weg de proefboerderij van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, de Sinderhoeve. Voor de spoorlijn Arnhem-Utrecht slaan we rechtsaf, richting Wolfheze (ANWB-paddestoel 324). Na ongeveer 1 km bereiken we het terrein van de Psychiatrische Inrichting, hier treffen we arm naalddhoutbos en resten van het oude Veluwse eikehakhout aan (2).

In Wolfheze gaan we linksaf de spoorlijn over. Langs deze weg zien we ongeveer hetzelfde landschap. Het heeft alleen wat meer reliëf door het plaatselijk voorkomen van zandruggetjes.

De route eindigt bij de Amsterdamse Weg van Arnhem naar Ede.

Wandeling in de bossen bij Warnsborn en de Vijverberg, gelegen op gestuwd Preglaciaal (A3-E3)

Het landgoed Warnsborn, 2 km ten noorden van Arnhem, is te bereiken via de Amsterdamse Weg, richting Ede. Bij de ANWB-wegwijzer richting Rozendaal-Velp, de Schelmseweg rechts oprijden. Vervolgens slaan we na ongeveer 500 m bij de stoplichten weer linksaf. Links van deze weg, de Bakenbergsche weg, liggen lemige, grofzandige holtpodzolgronden (gY30). Na circa 1 km bereiken we de ingang van het landgoed. De bossen van het landgoed liggen eveneens op holtpodzolgronden. Het terrein is zeer heuvelachtig en doorsneden door veel erosiedalen.

Op verschillende plaatsen komen natuurlijke vijvers voor die door drangwater uit hoger gelegen delen van de stuwwal worden gevoed (3).

Wandeling over het Rozendaalsche Veld met uitzicht op de stuwwal en het dekzand (A4-E4)

We vertrekken bij het Kasteel Rozendaal bij ANWB-wegwijzer 2354 en rijden de Beekhuizeneweg op, richting Posbank. Na ongeveer 500 m, bij het eerstvolgende kruispunt (ANWB-paddestoel 1067) gaan we linksaf de klinkerweg op. Na 1 km, bij ANWB-paddestoel 21066, de verharde weg links aanhouden en ongeveer 100 m volgen. Hier parkeren we de auto en gaan verder wandelen. We volgen de zandweg die op de grens van bos en heide loopt naar het volgende kruispunt. Vanaf dit punt wandelen we in noordelijke richting de helling op.

Na 700 à 800 m bereiken we de rand van de stuwwal van de oost-Veluwe (4). In het gestuwde, grindrijke, grofzandige materiaal komen haarpodzolgronden (gHd30) voor. Vanaf dit hooggelegen punt (95 tot 100 m + NAP) kunnen we de beboste stuwwal van Arnhem overzien. In de laagte, die beide stuwwallen scheidt, ligt Jonger dekzand, dat hier in een reeks steile duinen is afgezet. Ze zijn op de kaart met de eenheid Hd21 aangegeven.

Route door het gebied met lössleemgronden op gestuwd Preglaciaal (Posbank-De Steeg) en het uiterwaardengebied Havikerwaard (A5-E5)

We vertrekken bij de Posbank (op een hoogte van 80 m + NAP) bij ANWB-wegwijzer 3250 en rijden via de Diepesteeg richting De Steeg. De route loopt vanaf de Posbank door een geaccidenteerd bebost gebied met holtpodzolgronden (Y30) en lössleemgronden (Ld5). De löss komt hoofdzakelijk in dikke pakketten in de dalen voor, terwijl de hogere delen van het gestuwd Preglaciaal onbedekt zijn.

Boven bij de Posbank, maar vooral op de eerste parkeerplaats rechts (5) hebben we een goed uitzicht op de talrijke, kleine en grotere, meestal asymmetrische erosiedalen, die in de steile helling van de stuwwal zijn uitgeslepen (zie ook afbeelding 13). In de verte kijken we op het dal van de IJssel. Iets verder dan de parkeerplaats voert de weg door een open, vrij vlak dal, waarin de lössleemgronden (Ld5) zowel voor grasland als voor bouwland worden gebruikt (6).

Via de kronkelende, dalende weg bereiken we het drogedal van de Diepesteeg. Op het punt waar het bos eindigt zien we links van de weg een verlaten zandgroeve.

Even verder, aan de voet van de Diepesteeg, houden we bij de splitsing links aan, richting Zutphen. Na de spoorweginnengang steken we de weg Arnhem-Zutphen over. Vlak voor het viaduct zien we links het Kasteel Middachten. We gaan nu onder het viaduct door de IJsseldijk op en komen in de Havikerwaard, die in één van de meanders van de IJssel ligt. De Havikerwaard is een voorbeeld van een uiterwaard waar, door het afgraven van klei voor de steenfabrieken, de bodem en het landschap sterk gewijzigd zijn. Links van ons liggen afgegraven uiterwaardgronden (7). De klei is hier tot of bijna tot op het rivierzand afgegraven. De resterende gronden zijn aangegeven met de associatie *kZn30A/Rn82A*. Deze gronden zijn uitsluitend geschikt voor grasland. Bij hoge waterstanden komen ze onder water te staan.

Na ongeveer 2 km slaan we bij de driesprong (niet-officiële wegwijzer richting Ellecom) linksaf en verlaten de rivierdijk. Dit gedeelte van de Havikerwaard verkeert nog in de oorspronkelijke toestand. De hooggelegen bruine zavel- en lichte kleigronden (Rd90A) zijn grotendeels voor akkerbouw in gebruik (8). De gronden liggen zo hoog dat de kans op overstroming gering is. De boerderijen staan op verhoogde plaatsen, zgn. pollen, zodat ze bij eventuele hoge waterstanden beschermd zijn. We vervolgen onze route en rijden weer door een groot gebied afgegraven gronden met uitsluitend grasland. Na het viaduct in de Rijksweg passeren we een oorspronkelijk laag gelegen strook (9) met komklei (Rn47C) en veengronden (kVc). De veenstrook, die behoort tot een opgevlude oude rivierbedding, is grotendeels met bos beplant.

De route eindigt op de Middachter Allee tussen Ellecom en De Steeg.

Route door het landschap met rivierduinen en oude rivierklei tussen Drempt en Hummelo (A6-E6)

Vertrek bij restaurant 'De Roskam' bij Drempt. Om dit punt te bereiken moet men vanuit Doesburg in de richting Doetinchem rijden. Direct buiten Doesburg de provinciale weg (ANWB-wegwijzer 7068) oversteken, richting Camping IJsselstrand. Na ca. 1 km bereiken we 'De Roskam'.

Hier gaan we op het kruispunt rechtsaf, de Veldweg op, richting Drempt. Rechts van deze weg gaan licht zavelige ooivaaggronden (Rd10C) en enkeerdgronden (bEZ23) geleidelijk in elkaar over. Links van de weg ligt een laagte met licht zavelige poldervaaggronden (Rn15C). Deze oude bedding heeft waarschijnlijk als overloopgeul tussen de Oude IJssel en de IJssel gefunctioneerd.

Aan het einde van de Veldweg slaan we linksaf (Kerkstraat) en vervolgens na ca. 1,5 km bij het PGEM-huisje (links) rechtsaf. Na ca. 500 m ligt links in het bos het landgoed Ulenpas dat een natuurreservaat is. De gronden aan weerszijden van de weg bestaan voornamelijk uit zwak en sterk lemige, bruine enkeerdgronden (bEZ21 en bEZ23). Deze zijn ontstaan op de reeks rivierduinen (10) die langs de noordrand van de Oude IJssel liggen tussen Drempt en Doetinchem. De hoge ligging van de kern van het dorp Hoog-Keppel moet eveneens worden toegeschreven aan rivierduinen. In Hoog-Keppel rijden we bij het kruispunt bij de kerk in de richting Hummelo en vervolgens na 200 m, op de viersprong, houden we links aan (Prinsenweg).

We gaan nu het rivierduinlandschap verlaten en rijden door een gebied met zware en lichte, oude rivierkleigronden (KRn8, KRn2 en KRd1) (11). De bossen behoren bij het landgoed Ulenpas. We blijven de weg vervolgen richting Hummelo en bereiken bij de driesprong de provinciale weg Doetinchem-Zutphen. Aan de overzijde begint het landgoed Eng-

huizen, dat geheel op oude rivierklei ligt. Men kan hier eventueel een rondwandeling maken. We gaan nu rechtsaf richting Hummelo en in het centrum van Hummelo rechtdoor richting Doetinchem. Bij ANWB-wegwijzer 3181 gaan we weer rechtdoor en slaan daarna bij ANWB-paddestoel 868 linksaf de Hessenweg op. Deze oude trekweg ligt zeer fraai op de grens van twee totaal verschillende gebieden, nl. rechts rivierduinen met hoge enkeerdgronden (zEZ21) en links laaggelegen grasland met oude rivierkleigronden (KRn2).

Na ca. 200 m loopt de weg geheel door bos. In de hier voorkomende rivierduinen treft men vorstvaaggronden (Zb21) aan. Na ca. 1 km slaan wij bij de splitsing linksaf en vervolgen de Hessenweg die hier overgaat in een verharde weg. Hij leidt nu geheel door een gebied met zware, oude rivierkleigronden (KRn8). We passeren enkele beddingen die opgevuld zijn met veen (pVc). Bij de karakteristieke boerenherberg 'Het Wapen van Heeckeren' (links), bereiken we de provinciale weg Zelhem-Hummelo. We gaan nu linksaf, volgen doorgaand verkeer, waarna we Hummelo weer bereiken.

Het eerste deel van deze weg loopt door een golvend dekzandgebied, waarin veldpodzol- en vorstvaaggronden voorkomen (Hn/Zb21). Voorbij de hoeve Hiltenhorst zijn het weer oude rivierkleigronden.

Route door het kleigebied van de Oude IJssel (A7-E7)

Vertrek vanuit het centrum van Hummelo richting Laag-Keppel (ANWB-wegwijzer 338). In Laag-Keppel de weg Doetinchem-Doesburg oversteken richting Wehl. We kruisen vervolgens een IJsselloop, waar links het kasteel Keppel ligt. Even verder, wanneer we de brug over de Oude IJssel zijn gepasseerd, hebben we achterom kijkend een fraai gezicht op het kasteel.

We vervolgen onze weg richting Wehl en rijden door een jong rivierkleigebied dat langs de Oude IJssel ligt. Bij de eerste viersprong slaan we rechtsaf richting Angerlo (ANWB-wegwijzer 2655), de Eldrikseweg op. Deze weg ligt over een hoge strook (12) oude rivierkleigronden (KRd1, Gt VI en VII). Na ca. 1750 m slaan we vlak voor het transformatorhuisje, rechtsaf de IJsselweg in. We verlaten na enkele tientallen meters de rug en komen in de jonge rivierkleiafzettingen van de Oude IJssel (Rn15C, Rn95C en Rd10C). Door ijzerafzettingen zijn de rivierkleigronden langs de Oude IJssel roodbruin van kleur (13). Let op het water dat bruin is van het ijzer. Ca. 100 m voorbij de brug over de Oude IJssel bereiken we de rivierduinstrook met oude bouwlanden (bEZ21). Bij de provinciale weg eindigt deze route.

Route door een gebied met rivierduinen en jonge en oude rivierkleigronden tussen Doetinchem en Warm (A8-E8)

Deze tocht begint in Doetinchem bij de Ned. Herv. Kerk, waar we de weg richting Zeddam nemen. Direct na de IJsselbrug, bij ANWB-wegwijzer 1413 rechtdoor richting Wehl (Dichtersche weg). Na de spoorwegovergang nemen we de derde weg links (Oude Doetinchemse weg). We rijden hier door het gehucht Wijnbergen, dat op hooggelegen rivierduinen (Zb30) ligt. Aan de rechterzijde van de weg ziet men een laag gelegen oude rivierbedding met kalkloze poldervaaaggronden (Rn67C) liggen.

Aan het eind van de weg gaan we linksaf, en meteen daarna scherp rechts het viaduct over. Na ca. 1500 m slaan we linksaf de nieuwe ruilverkavelingsweg (Waalweg) in. We rijden nu door een gebied met oude rivierkleigronden (KRn2) en geulen die opgevuld zijn met jonge rivier-

klei (Rn95C) (14). Na ca. 1 km komen we bij een brug over een verlaten bedding van de Oude IJssel, het Waalsewater. Dit water vormde vroeger een belangrijke afvoer van het rivierwater wanneer de rivieren buiten hun oevers traden.

Bij de eerste viersprong gaan we rechtsaf, de Warmseweg op. Hier rijden we over hoge, bruine, lichte zavelgronden (KRd1) en vervolgens over een vlak gebied met rivierstuifzand (vorstvaaggronden, Zb30) (15). Bij de driesprong houden we links aan, Warmseweg vervolgen, daarna slaan we rechtsaf de Rondweg op en vervolgens weer linksaf de Hommekensweg in.

Bij het bruggetje passeren we weer de laaggelegen bedding (16), die hier met jonge rivierklei (Rn67C) is opgevuld. Aan het eind van de weg gaan we rechtsaf de Langeboomsestraat in. Hier eindigt deze route.

Route door het gebied met oude bouwlanden van Wehl en Nieuw-Wehl (A9-E9)

De start is bij de RK-kerk in Wehl bij ANWB-wegwijzer 1586. We gaan hier richting Didam en slaan na ca. 75 m rechtsaf, de Doesburgseweg in. Direct buiten het dorp kruisen we de voorrangsweg (richting sportpark Concordia volgen). Hier treffen we links en rechts van de weg sterk lemige, bruine enkeerdgronden aan (17). Deze gronden liggen op dekzand. Het 50 à 100 cm dikke, bruine, humushoudende dek is ontstaan als gevolg van een langdurige, geleidelijke ophoging met plaggenmest uit de potstal. Hoewel het oorspronkelijke reliëf van het dekzand sterk genivelleerd is door de ophoging, zijn plaatselijk enkele laagten blijven bestaan. Hierin komen beekeerdgronden (pZg23) voor.

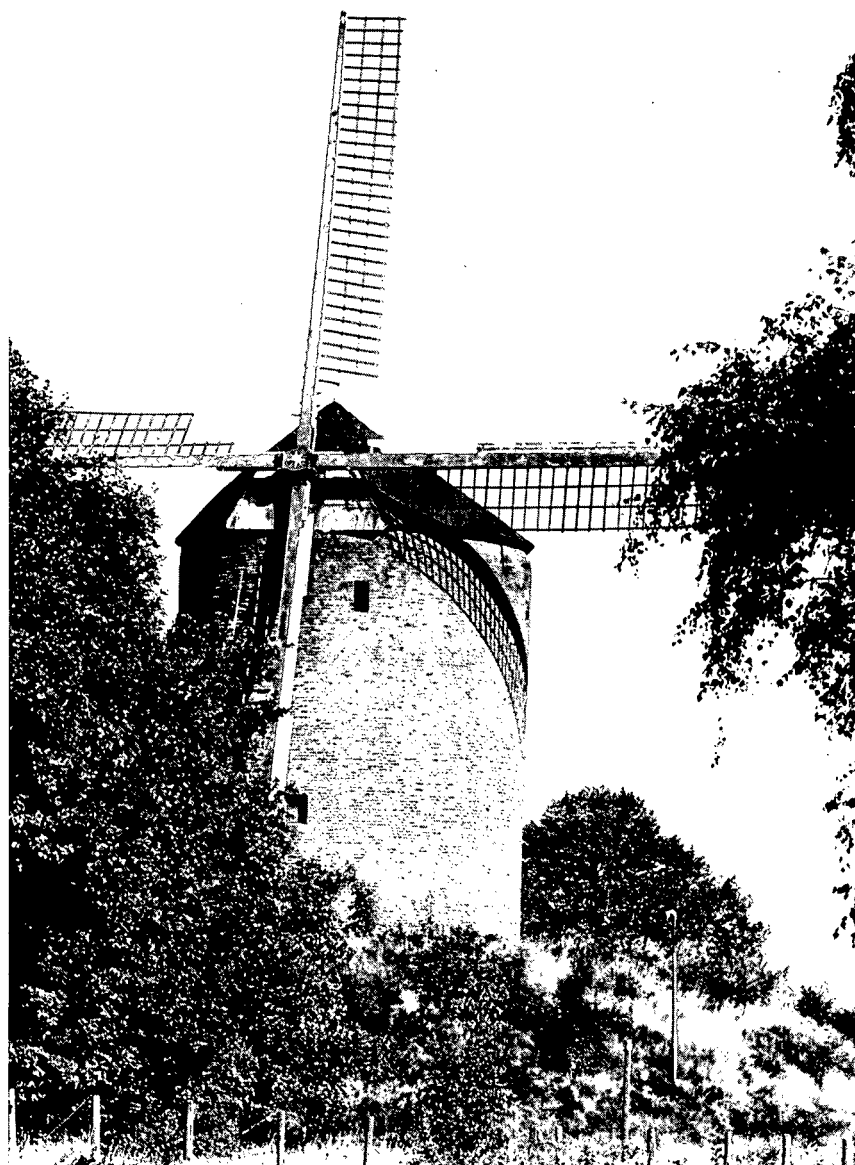
Wanneer we ter hoogte van het dorp Nieuw-Wehl (op ca. 300 m links van de weg) komen, neemt het reliëf toe. We vinden hier een afwisseling van hoge dekzandruggen (bEZ23) en laagten met vlakvaaggronden (Zn23). We vervolgen de weg tot de driesprong voorbij de nieuwe brug. Hier slaan we linksaf, en bij de volgende driesprong weer linksaf. Bij de voorrangskruising in het dorp Nieuw-Wehl gaan we rechtdoor en buiten het dorp bij de driesprong linksaf de Kerkhofweg op, langs de oude koren-molen van Nieuw-Wehl. Deze molen is voor bezichtiging open. We rijden nu weer door een aaneengesloten gebied met hoge, bruine enkeerdgronden. Bij de viersprong met doodlopende weg eindigt deze route.

Rondwandeling op het Montferland bij Zeddam (A10-E10)

Vertrek vanaf de RK-kerk aan de Bovendorpsstraat te Zeddam. Omhoog wandelend bereiken we spoedig de gemetselde belttorenmolen, die in 1450 voor het eerst wordt genoemd (afb. 59). Met de molen in Grondsveld zijn deze twee nog de enige overgebleven molens van dit soort in Nederland. Aan de overzijde van de belttorenmolen ligt een gerestaureerde rosmolen uit 1546.

Voorbij de molen nemen we het pad rechtsaf en komen vervolgens bij een grote zand- en grindgroeve. In de groeve kunnen we aan de horizontale gelaagdheid zien dat dit gedeelte van het Montferland niet is gestuwd. We hebben hier te maken met een afzetting tussen het iets teruggetrokken ijsfront en de stuwwal, een zgn. kameterras. Aan de rand van deze groeve hebben we een uitzicht over de laagte tussen het kameterras en de achterliggende stuwwal van het Montferland.

Onze wandeling vervolgend bereiken we weer de Bovendorpsstraat. Er komt hier nogal wat bouwland voor, dat gedeeltelijk ligt op fijnzandige holtpodzolgronden (gY21). Deze zijn ontwikkeld in dunne vlagen dekzand dat op het kameterras en in de laagte ligt. De gronden van het



Afb. 59 De belttorenmolen te Zeddum.

Foto Stiboka 21601

kameterras zijn grofzandig (gY30). Verder liggen grote delen van het Montferland in bos.

We steken nu de provinciale weg Zeddum-Beek over. Via de smalle, verharde weg bereiken we na ca. 1 km de voet van de kunstmatige heuvel met droge gracht. Hier heeft vroeger een versterkte plaats gestaan. Tegenwoordig ligt op de heuvel een restaurant. Vanaf de heuvel heeft men een fraai uitzicht over het beboste Montferland en zijn omgeving. Op het voorterrein onder aan de heuvel, naast het bijgebouw, kan men in noordwestelijke richting een bospad afwandelen. Na ca. 250 m gaan we op de viersprong rechtsaf en wandelen terug naar Zeddum.

Route langs en door het voormalige uiterwaardengebied van de Oude Rijn van Oud-Zevenaar naar Pannerden (A11-E11)

Vanuit Zevenaar nemen we de provinciale weg Babberich-Elten. Na de

2e spoorwegovergang slaan we, voorbij de molen links, de 1e weg rechts in (Bettestraatje). We zien hier op de licht zavelige overslaggronden tuinbouw, zowel onder glas als in de volle grond.

Op de kruising gaan we rechtsaf de dijk op. We rijden nu op de voormalige bandijk van de Rijn. Al gauw zien we dan de vierkante toren van de RK-kerk van Oud-Zevenaar voor ons.

Na Oud-Zevenaar blijven we de dijk volgen en passeren een groot wiel (rechts) dat nu als zweminrichting wordt gebruikt.

Na ca. 3 km slaan we bij het ANWB-richtingsbord linksaf, richting Pannerden (Berghoofdseveerweg). Links zien we de dichtgeslibde bedding van de Rijn ($\pm$ 1300), beplant met grienden. Even verder, door de bocht, kruisen we met een brug de bedding van de Oude Rijn (18). Hier stroomde in het begin van de 18e eeuw nog de Rijn, die tegenwoordig enkele kilometers westelijker loopt. We vervolgen de weg over de dijk (Berghoofdseweg); bij de eerstvolgende dijkkruising gaan we rechtdoor (bij ANWB-wegwijzer 11962 richting Pannerden). De weg leidt nu door de Driedorpenpolder (19). Voordat het Pannerdensch Kanaal werd gegraven (tussen 1701 en 1705) vormde dit gebied één geheel met de Over-Betuwe. De kalkrijke stroomgronden (Rn95A, Rd10A) zijn uitstekend geschikt voor akkerbouw, tuinbouw en fruitteelt. Links van de weg ligt een boerderij met bedrijfsgebouwen op een verhoging (woerd).

In het dorp Pannerden, bij ANWB-wegwijzer 10035, gaan we rechtsaf richting Doornenburg. Als we nu verder de ANWB-borden volgen, bereiken we na ca. 2 km het veer over het Pannerdensch Kanaal.

Bezoek Kasteel Doornenburg bij het dorp Doornenburg (A12-E12)

In het dorp volgen we de borden richting Kasteel Doornenburg. Dit uit de dertiende eeuw stammende kasteel had oorspronkelijk een zeer strategische ligging, op de samenvloeiing van de Rijn, de Waal en de Linge, die we aan de noordzijde van het kasteel zien. Het kasteel is te bezichtigen. Vanaf de toren en de wallen hebben we een fraai uitzicht over het rivierengebied.

Rondrit door de Ooijpolder, ten oosten van Nijmegen en een rondwandeling over de Duivelsberg bij Berg en Dal (A13-E13)

De route begint bij de ruïne van kasteel 'Valkhof' te Nijmegen. We rijden vandaar onder het viaduct van de Waalbrug door en slaan na ca. 300 m, bij het Hollandsch-Duitschemaal, linksaf de Ooyse dijk op. Rechts van de dijk liggen jonge, kalkrijke stroomruggronden (Rd90A en Rn95A), die hoofdzakelijk als grasland in gebruik zijn. Even verder heeft men, na het griendbosje links, uitzicht op de bedijkte uiterwaarden van de Waal, met vlak langs de dijk 'de Oude Waal' met open water (20). Na ca. 3 km, bij het gehucht Tiengeboden (witte woningen) gaan we rechtsaf de Hezelstraat in. Hier zien we, aanvankelijk links en rechts en later alleen links, sterk afgekleide gronden (21), gedeeltelijk water, gedeeltelijk nog drassig land met riet en grienden. Even verder zien we rechts van de weg niet-afgegraven zavel- en kleigronden (Rn95A) die als grasland in gebruik zijn. Bij het kruispunt vlak voor het dorp Ooij gaan we rechtdoor. De boerderijen en de kerk (waarin het schip tot woonhuis verbouwd is) staan op woerden. We komen nu op de Kerkdijk, die langs het dorp loopt. De oudere huizen die niet op de dijk liggen zijn vaak op verhogingen gebouwd. Dit herinnert aan de tijd dat de Ooijpolder nog uit niet-bedijkt land bestond. Dit blijkt ook uit het vele graslandgebruik, dat men hier van oudsher gekend heeft.



Foto Stiboka R34-193

Afb. 60 Het dorpje Persingen, gelegen op een rivierduin, omringd door zware komkleigronden (Rn44C).

Op de T-kruising gaan we rechtsaf, richting Beek-Nijmegen en bij de volgende driesprong, bij ANWB-wegwijzer 5076, weer rechtsaf. De weg leidt door een uitgestrekt graslandgebied, waar jonge kalkrijke stroomruggronden (Rn95A en Rn46A) en kalkloze, zware komkleigronden (Rn44C) voorkomen (22). We passeren rechts van de weg op korte afstand het dorpje Persingen, dat voor een groot deel op, enkele meters boven de rivierklei uitstekende, rivierduinen is ontstaan (afb. 60).

We steken de Rijksweg Kleef-Nijmegen over, volgen doorgaand verkeer rechtsaf en gaan op de T-kruising linksaf, richting Berg en Dal.

Na 250 m gaan we bij ANWB-wegwijzer 2258 rechtsaf. We rijden nu tegen de stuwwal van Nijmegen op. We volgen de weg tot ANWB-wegwijzer 2351 waar we linksaf slaan. We rijden nu door één van de droge dalen van de stuwwal. Bij café-restaurant 'Holdeurn', nemen we de smalle weg links met verwijzingsbord Pannekoekenrestaurant 'De Duivelsberg'. Vanaf het restaurant boven op de stuwwal zijn enkele wandelingen te maken.

Het stuwwallenlandschap is hier door talrijke erosiedalen sterk versneden. In de dalen komt overal löss voor (Ld5), terwijl de koppen van het gestuwde Preglaciaal onbedekt zijn. Hier komen holtpodzolgronden voor (gY30). Op verschillende plaatsen, o.a. bij het Panorama, heeft men vanaf de stuwwal een mooi vergezicht over de riviervlakte met de Waal.

Route langs de Waaldijk met uitzicht op wielen en overslaggronden (A14-E14)

We starten in Lent, dat vanuit Nijmegen is te bereiken door de Rijksweg

naar Arnhem te nemen en deze direct na de Waalbrug weer te verlaten. We volgen nu de Oosterhoutsedijk langs de Waal. In de omgeving van de hoogspanningsleidingen, ongeveer 2 km van Lent, zien we in de uiterwaard enkele plassen ter grootte van 2 tot 5 ha (23). Dit zijn wielen, ontstaan ten gevolge van dijkdoorbraken in 1809 en 1820. De herstelde dijk is in dit geval aan de binnenkant van de wielen gelegd, zodat ze buitengedijkt zijn. Aan de andere kant van de dijk liggen uitgestrekte complexen lichtzavelige overslaggronden (Rd10A, Rn15A en Rn67C), die hier als gevolg van dijkdoorbraken zijn ontstaan.

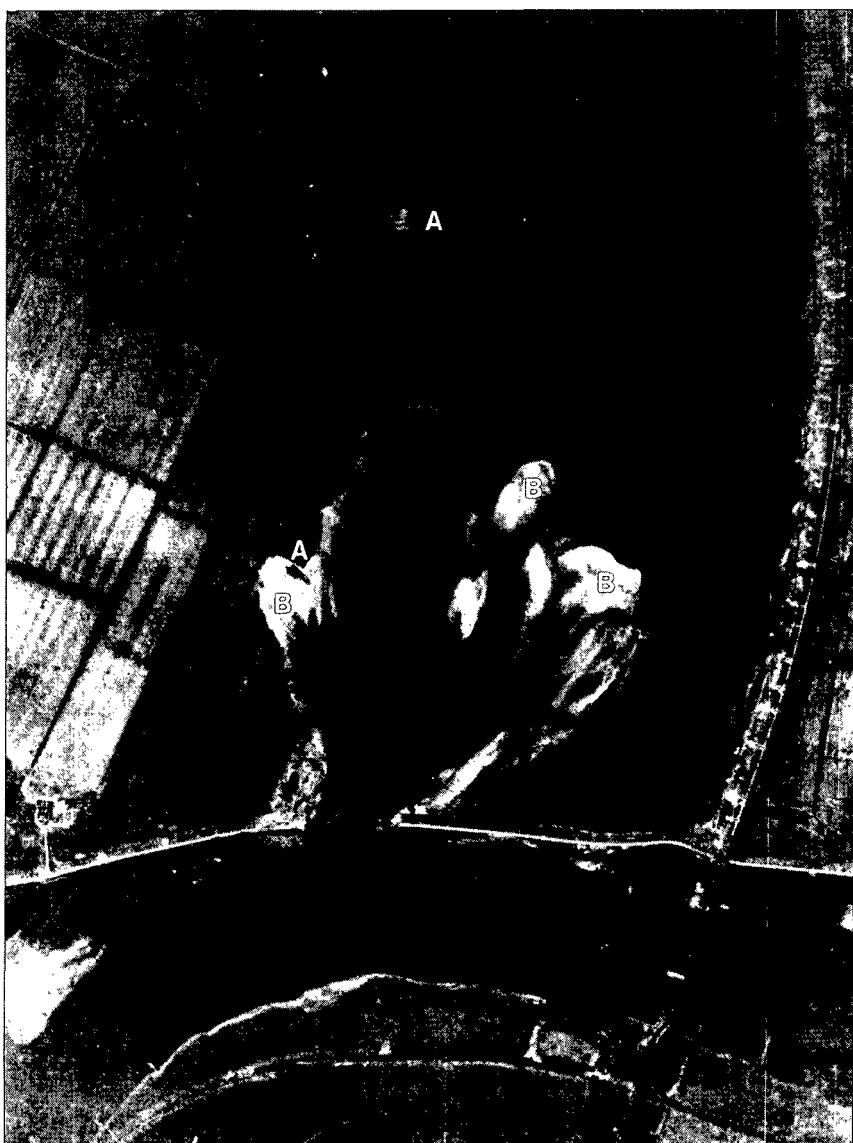
Deze overslaggronden werden aanvankelijk als waardeloos gezien en zijn daarom voor een deel met bos beplant. Nu zijn het waardevolle gebruiksgronden voor de tuin- en weidebouw. Via Oosterhout en de Griftdijk rijden we nu naar Elst. In het centrum van Elst gaan we op het kruispunt bij de Ned. Herv. kerk en ANWB-wegwijzer 4706 rechtsaf, richting Bemmelen (Eshofsestraat). Na de spoorwegovergang volgen we de Aamsestraat tot vlak voor de Defensiedijk. Hier slaan we linksaf, de Lingestraat in. Na ongeveer 100 m ligt links een hooggelegen perceel grasland, plaatselijk 'De Zwarte Hof' genoemd (24). Het is het centrum van een ongeveer 10 ha grote oppervlakte oude cultuurgrond of tuineerdgrond, die met een bijzondere onderscheiding (T) is aangegeven. Deze donker gekleurde, diep humushoudende gronden zijn door ophoging van afval in de Romeinse en Karolingische tijd ontstaan. Vermoedelijk heeft dit hooggelegen perceel bij latere overstromingen ook als vluchtheuvel gediend.

Route door een rivierkleigebied met stroomrug-, komklei- en oude cultuurgronden (A15-E15)

Vanaf Elden rijden we over de Huissensedijk richting Huissen. Bij ANWB-wegwijzer 1260 gaan we, over het viaduct van de Rijksweg, rechtdoor. Na ongeveer 500 m verlaten we de dijk en volgen de Kruisstraat. Direct onder aan de dijk ligt een smalle strook jonge stroomruggronden bestaande uit zavel en lichte klei (Rn95A). Ze worden voornamelijk gebruikt voor de fruitteelt en akkerbouw (25). Na de wegkruising gaan deze gronden via een smalle strook stroom-op-komgronden (Rn66A) over in kalkloze, zware, grijze komgronden (Rn44C) (26). Het grondgebruik is nu overal grasland. Bijna aan het eind van de Kruisstraat ligt het gehucht Rijkerswoerd op een hoge zandopduiking (rivierduin) te midden van het rivierkleigebied. Het rivierduin is daar diep humushoudend en met een T(terp) op de kaart aangegeven (27).

Bij de T-kruising gaan we rechtsaf de Rijkerswoerdsestraat op. We gaan weer via het viaduct over de straatweg Nijmegen-Arnhem en nemen de eerste weg rechts, richting Elden. We passeren links van de weg een grote plas, ontstaan door zandwinning. Bij ANWB-wegwijzer 1260 gaan we linksaf, richting Driel-Heteren. We volgen nu de Rijndijk. Bij ANWB-wegwijzer 2140 gaan we rechtsaf, eveneens richting Driel-Heteren, en onmiddellijk linksaf de Drielsedijk op. Rechts zien we meteen een mooie, hoefijzervormige meander in de uiterwaard. Let verder vooral op de talrijke wielen langs de dijk, die getuigen van de vele doorbraken.

Ca. 500 m voor de spoorbrug hebben de Duitsers in de nacht van 3 december 1944 de Rijndijk opgeblazen, waardoor uitgestrekte gebieden onder water kwamen te staan (Edelman en Pijls, 1946). Bij deze geforceerde doorbraak ontstond een overslag. Afbeelding 61 laat fraai zien hoe het zand in een waaivormig patroon op de klei werd gedeponeed. Vanaf de dijk is thans van deze doorbraak niets meer te zien (28).



*Foto Geallieerde Luchtmacht 14-3-1945
Fotoarchief Stiboka*

Afb. 61 De dijkdoorbraak bij Elden, door de Duitsers geforceerd op 3 december 1944. Bij A schepen die door het gat naar binnen zijn gezogen en op het land zijn gezet. Bij B zijn duidelijk witte vlagen van overslagzand te herkennen. Het noorden is aan de onderkant van de foto.

Vlak voor Driel zien we de stuw en de sluizen van de Rijnkanalisatie. Hier gaan we de dijk af en rijden door Driel richting Elst, via de Kerkstraat (doorgaand verkeer volgen) en de Dorpsstraat. Aan het eind van de Dorpsstraat slaan we linksaf de Honingveldsestraat in. We bevinden ons nu op het hoogste deel van een belangrijke stroomrug (29), die van Driel naar Elst loopt. Op de kaart is deze rug aangegeven met Rn95A, maar hij is plaatselijk ontkalkt. In het midden bestaat hij overwegend uit lichte klei maar aan de zijkanen is hij overdekt met zware klei (Rn47C). Het bodemgebruik is wisselend.

Langs de Grote Molenstraat zien we een brede laagte aan de linkerzijde van de weg; het is een verlaten bedding. Deze rivierbedding is in zuidelijke richting, tot voorbij Elst, in het terrein te volgen. Tot omstreeks de

jaartelling was ze nog een belangrijke Rijnloop. De populierensingel staat in de voormalige bedding.

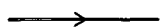
Bij de brug passeren we de gegraven Linge. Ze fungeert hier als afwateringskanaal voor een groot deel van de Over-Betuwe.

Direct over de brug gaan we rechtsaf, langs de Linge (2e Weteringse Wal). We rijden nu door een uitgestrekt kaal komkleigebied, dat in grasland ligt (30). Er komen uitsluitend zware kleigronden (Rn44C) voor.

Bij de ANWB-wegwijzer slaan we rechtsaf, de Linge over richting Homoet-Heteren. Het dorp Homoet ligt op een oude, kalkloze stroomrug (Rn95C). Daarna is deze stroomrug overdekt met zware klei (Rn47C). Bij de kruising eindigt deze route. Rechtsaf kunnen we richting Driel en linksaf richting Heteren rijden.

Routekaart

LEGENDA



route met richting



wandelroute



beginpunt



eindpunt



punt in de routebeschrijving



ANWB-wegwijzer met nummer (op 1-12-1974)



ANWB-paddestoel met nummer (op 1-12-1974)



niet-officiële wegwijzer

