

Rapport nr. 2079 <sup>II</sup>

WATERAFSTOTENDE DUINZANDGRONDEN TUSSEN NOORDWIJK  
EN ZANDVOORT

C. van Wallenburg  
G.A. Vos



Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, mei 1989

6 FEB. 1990

ISBN 513631\*

	INHOUD	Blz.
	WOORD VOORAF	7
	SAMENVATTING	9
1	INLEIDING	11
2	MATERIAAL EN METHODEN	13
2.1	Onderzochte gronden	13
2.2	Monstername en veldwerk	13
2.3	Metingen van de wateropname	14
3	RESULTATEN	17
3.1	Oriëntatie op de samenhang tussen bodem- vorming en waterafstoting	17
3.2	De invloed van het organische-stofgehalte en de pH op de mate van waterafstoting	19
3.3	Classificatie en ruimtelijke weergave van waterafstotende duinzandgronden	20
3.4	Patroon van bevochtiging	24
4	DISCUSSIE EN SLOTOPMERKINGEN	25
5	COMCLUSIES	27
	LITERATUUR	29
	WOORDENLIJST	31
	AFBEELDINGEN	
1	Schematisch overzicht van de belangrijkste bodemeenheden	12
2	De contacthoek van een waterdruppel bij een weinig waterafstotende grond (a) en bij een sterk waterafstotende grond (b)	14
3	Opgenomen hoeveelheid water in relatie met de tijd	16
4a, b	Samenhang tussen opgenomen water en orga- nische-stofgehalte na één uur contact met water	18
5	Opgenomen hoeveelheid water na één uur in samenhang met het organische-stofgehalte en pH	19
6	Tijd nodig voor de opname van de helft van het totaal opneembare water in relatie met pH en organische-stofgehalte	21
7	Ruimtelijke weergave van de mate van waterafstoting van duinzandgronden in het duingebied tussen Noordwijk en Zandvoort	22
8	Patroon van herbevochtiging van de laag 5-15 cm van twee plekken met eerdgronden op de Duinwaterwinplaats Amsterdam	23

Blz.

TABELLEN		
1	Opgenomen hoeveelheid water (in % van de totaal opneembare hoeveelheid) in samenhang met bodemeenheid en ontkalkingsdiepte na een uur contact met water op een zandbak	18
2	Gemiddelde hoeveelheid opgenomen water (in % van de totaal opneembare hoeveelheid) en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (b.i.) in samenhang met de pH(KCl) na 1, 6 en 24 uur contact met water op een zandbak	20

## WOORD VOORAF

Tijdens de systematische bodemkartering van kaartblad 37 West in de periode 1978-1981 werd in het duingebied van Voorne-Putten het verschijnsel van "waterafstotende gronden" duidelijk vastgesteld. Bij de latere systematische bodemkartering van kaartblad 24 en 25 West werd in het duingebied hetzelfde verschijnsel wederom geconstateerd.

Naar aanleiding hiervan werd besloten de duinzandgronden tussen Noordwijk en Zandvoort hierop wat nader te onderzoeken. Het verschijnsel was internationaal al lang bekend. Veel informatie over waterafstotende zandgronden (hydrofobie) vinden we in Amerikaanse en Australische literatuur. In Nederland was er in de periode 1978-1985 nog slechts weinig over gepubliceerd. Vanaf die periode is er door de Stichting voor Bodemkartering, vooral door L.W. Dekker, onderzoek verricht en gepubliceerd.

De resultaten van het onderhavige onderzoek konden door omstandigheden niet eerder worden gepubliceerd. Hierdoor zijn een aantal conclusies en opvattingen uit dit rapport volgens de huidige inzichten mogelijk anders dan hier vermeld.

De schrijvers zijn L.W. Dekker en dr. J.F.Th. Schoute zeer erkentelijk voor hun waardevolle aanwijzingen bij de samenstelling.

De directeur van de  
Stichting voor Bodemkartering,

Drs. R.F. van de Weg

## SAMENVATTING

Waterafstotende duinzandgronden nemen na uitdrogen moeilijk water op. Ze komen in het duinzandgebied tussen Noordwijk en Zandvoort veelvuldig voor. We hebben de gronden met waterafstotend gedrag onderzocht en geconstateerd dat organische stof en bodemvormende processen, zoals ontkalking, van betekenis zijn.

De mate van waterafstoting, die we hebben gekoppeld aan de tijd die nodig is om de helft van het opneembare water op te nemen, kunnen we in vier klassen onderscheiden. We hebben geprobeerd om met behulp van de bodemkaart de vier klassen ruimtelijk weer te geven.

Het meest gevoelig voor waterafstoting zijn sommige eerdgronden in de strandvlakten en veel vorstvaaggronden. Het minst gevoelig zijn de duinvaaggronden, die geheel kalkrijk zijn en waarvan de bovengrond weinig organische stof bevat.

## 1 INLEIDING

Tijdens de bodemkartering van het duingebied tussen Noordwijk en Zandvoort constateerde Vos, dat veel duinzandgronden na regen toch niet voldoende worden bevochtigd en in extreme gevallen zelfs de gehele winter kurkdroog blijven. Deze gronden gedragen zich waterafstotend of hydrofoob. Gronden die waterafstotend zijn worden ook aangeduid met moeilijk bevochtigbare gronden. In Nederland komt dit verschijnsel op uitgebreide schaal voor en is sinds 1985 in ruime mate onderzocht (Dekker, 1985; 1988).

Veel informatie over waterafstotende zandgronden vinden we in Amerikaanse en Australische literatuur (Debano & Letey, 1969; Bond, 1969). Als oorzaken voor de waterafstoting worden onder andere genoemd: afbranden van een vegetatie, ontwikkeling van bepaalde schimmels, en vegetaties die materiaal produceren waaruit waterafstotende stoffen worden gevormd. Debano (1981) geeft hiervan een duidelijk overzicht. Verschillende onderzoekers (Tschapek, 1984; Debano en Letey, 1969) schrijven dat bepaalde humuszuren in combinatie met andere bodemeigenschappen waterafstoting veroorzaken. Aard en samenstelling van de organische stof zijn dus belangrijk.

We hebben de wateropname van duinzandgronden onderzocht en zijn daarbij vooral nagegaan met welke bodemkenmerken het waterafstotend gedrag van de duinzandgronden samenhangt. Met methoden, waarmee de bevochtigbaarheid kan worden gemeten is een kwantitatieve benadering mogelijk en kunnen we de volgende vragen beantwoorden:

- is er verband tussen waterafstoting en bodemvorming?
- kan met behulp van bodemkenmerken het waterafstotend gedrag van de grond worden voorspeld?
- kan de mate waarin een grond waterafstotend is, worden geclassificeerd?

Voor allerlei vraagstukken, zoals de samenhang tussen bodem en vegetatie, en modelmatige berekeningen, zoals de berekening van de vochtleverantie, is het belangrijk te weten in welke mate de bovengrond door regen wordt bevochtigd. In dit rapport pogen we het waterafstotende gedrag van duinzandgronden kwantitatief te benaderen en te koppelen aan bodemkenmerken en bodemeenheden.

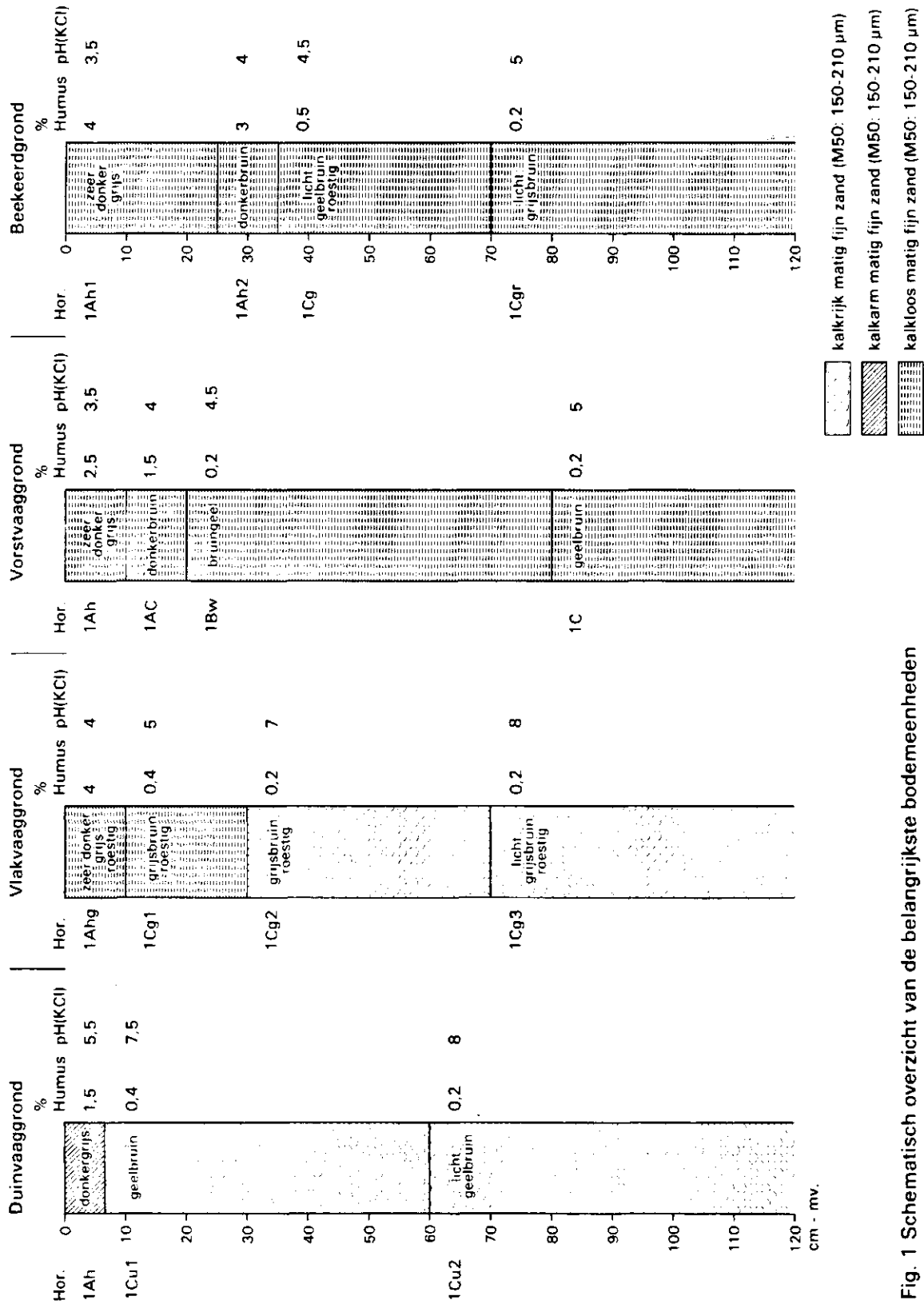


Fig. 1 Schematisch overzicht van de belangrijkste bodemeenheden

## 2 MATERJAAL EN METHODEN

### 2.1 Onderzochte gronden

Het onderzochte gebied tussen Noordwijk en Zandvoort bestaat uit kalkhoudende en kalkloze zandgronden. Als de humushoudende bovengrond dikker is dan 15 cm en donker gekleurd, spreken we van eerdgronden. Is de humushoudende bovengrond dunner dan 15 cm, dan hebben we te maken met vaaggronden (De Bakker en Schelling, 1966).

De meeste eerdgronden in het onderzochte gebied behoren tot de subgroep beekkeerdgronden (De Bakker en Schelling, 1966). Ze hebben een humushoudende bovengrond van 15 tot 50 cm dikte. In het profiel komen binnen 35 cm diepte roestvlekken voor. Een klein gedeelte heeft een bovengrond van 50 tot 70 cm dikte, de zogenaamde enkeerdgronden. Alle eerdgronden zijn tot meer dan 100 cm diepte ontkalkt. We vinden ze voornamelijk in de grotere strandvlakten op plaatsen waar de grond als grasland, bouwland of tuinland in gebruik is geweest.

In het gebied komen drie soorten vaaggronden voor, namelijk vlakvaaggronden, duinvaaggronden en vorstvaaggronden. Vlakvaaggronden zijn onder natte omstandigheden ontstaan. Ze hebben daardoor roestvlekken binnen 50 cm diepte, terwijl ijzerhuidjes op de zandkorrels ontbreken. De dunne A1-horizont bevat veel organische stof. De ontkalkingsdiepte is wisselend. De vlakvaaggronden liggen in de duinvalleien.

De duinen zelf bestaan uit duinvaag- en vorstvaaggronden.

Duinvaaggronden hebben wel ijzerhuidjes op de zandkorrels, wat op een droge ontstaanswijze duidt. De ontkalkingsdiepte varieert van 0 tot 60 cm. Vorstvaaggronden zijn eveneens onder droge omstandigheden ontstaan en hebben bovendien een bruine laag onder de Ah-horizont. Ze zijn tot ongeveer 150 cm diepte ontkalkt.

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de vier belangrijkste bodemeenheden.

### 2.2 Monsternamen en veldwerk

Er zijn twee series monsters genomen. De eerste serie, in de herfst van 1983 genomen, was bedoeld als oriëntatie op de samenhang tussen bodemeenheden met verschillen in bodemvorming en de mate van waterafstoting. We namen de monsters van beschreven profielen die we uit de karteringspraktijk kenden.

In totaal werden 73 monsters van 14 profielen onderzocht.

De tweede serie monsters, in het voorjaar van 1984 genomen, had ten doel de twee invloedfactoren (organische stof en pH)



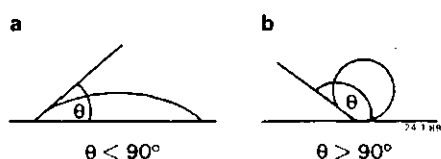


Fig. 2 De contacthoek van een waterdruppel bij een weinig waterafstotende grond (a) en bij een sterk waterafstotende grond (b)

te vergelijken met de mate van waterafstoting. De organische stof is er aanwezig in allerlei stadia van vertering. De indruk bestaat dat de hoeveelheid vers, weinig omgezet organisch materiaal relatief groot is.

Naar de herkomst van de organische stof en de relatie tussen organische stof en vegetatie is geen onderzoek verricht. Wel is bij de bemonstering rekening gehouden met de voorkomende vegetatie en zijn de genomen monsters zo goed mogelijk verspreid over de voormalige graslanden, duinbouwlanden en denbossen, valleien, duinen, etcetera. In totaal werden 39 monsters op 39 plekken genomen.

Uit de resultaten van de eerste serie monsters wisten we, dat het waterafstotend gedrag van duinzandgronden vooral in het bovenste deel van de Ah-horizont opvallend is. We namen dan ook de tweede serie monsters uit de bovenste 5 à 8 cm van de Ah-horizont.

Het patroon van bevochtiging van zeer moeilijk bevochtigbare duinzandgronden onderzochten we door op twee plaatsen met een vlak liggend maaiveld de vochttoestand te karteren door middel van boringen, waarbij de vochttoestand van de bovengrond werd geschat. Vlakken met ongeveer dezelfde vochttoestand werden gekarteerd. Onderscheid werd daarbij gemaakt in: droog, iets vochtig en vochtig. De kartering vond plaats in de herfst van 1984. Tevens werden monsters genomen, waarvan de pH, het organische-stofgehalte en het watergehalte zijn bepaald.

### 2.3 Metingen van de wateropname

Rietveld (1978) beschrijft verschillende methoden om het waterafstotende gedrag van de grond te meten. In principe gaat het om het meten van de zogenaamde contacthoek van een waterdruppel met het oppervlak (fig. 2). Bij een weinig of niet waterafstotende grond is de contacthoek klein en nadert  $0^\circ$ ; bij een sterk waterafstotende grond is de contacthoek groot en nadert  $180^\circ$ . Het direct meten van de contacthoek van een waterdruppel met de grond is erg moeilijk. Daarom worden vaak andere methoden gebruikt.

Eén van deze methoden is de waterdruppeltest. Hierbij wordt de tijd gemeten die een waterdruppel nodig heeft om in de grond

te dringen. De methode is in het veld bruikbaar om waterafstotende zandgronden te onderscheiden van goed bevochtigbare.

We hebben deze methode toegepast bij de tweede serie monsters. Een bezwaar is, dat er geen eensluidende classificatie bestaat voor de mate van waterafstoting met behulp van de gemeten indringingstijd. Richardson (1984) stelt dat een indringingstijd van meer dan 5 s. op waterafstoting duidt. Wij hebben in dit onderzoek dezelfde norm aangehouden.

We gebruiken voor beide series monsters ook een methode waarbij wordt gemeten hoe snel de grond vocht opneemt door middel van capillaire opstijging. Een luchtdroog grondmonster wordt in een stalen ring van 5 cm hoogte en 100 cm<sup>3</sup> inhoud gebracht en geplaatst op een zandbak. Aan onderzijde van de ring wordt een waterdoorlatend doekje geklemd om uitvallen van het monster tegen te gaan. De onderzijde van de ring staat juist in het water. Bij goed bevochtigbare zandgronden is na één tot twee uur capillaire wateraanvoer de drukhoogte in het monster ongeveer -2 cm en ontstaat er evenwicht. Bij waterafstotende gronden duurt het veel langer, soms dagen, voordat dit evenwicht is bereikt. We meten het watergehalte in het monster na 1, 2, 3, 4, 8, 24 en 30 uur contact met water op de zandbak. We verkrijgen daarmee een kwantitatieve maat voor de mate van waterafstoting doordat er een goede samenhang bestaat tussen de opgenomen hoeveelheid water en de tijd (fig. 3). We proberen met deze methode de waterafstotende werking van de grond te meten.

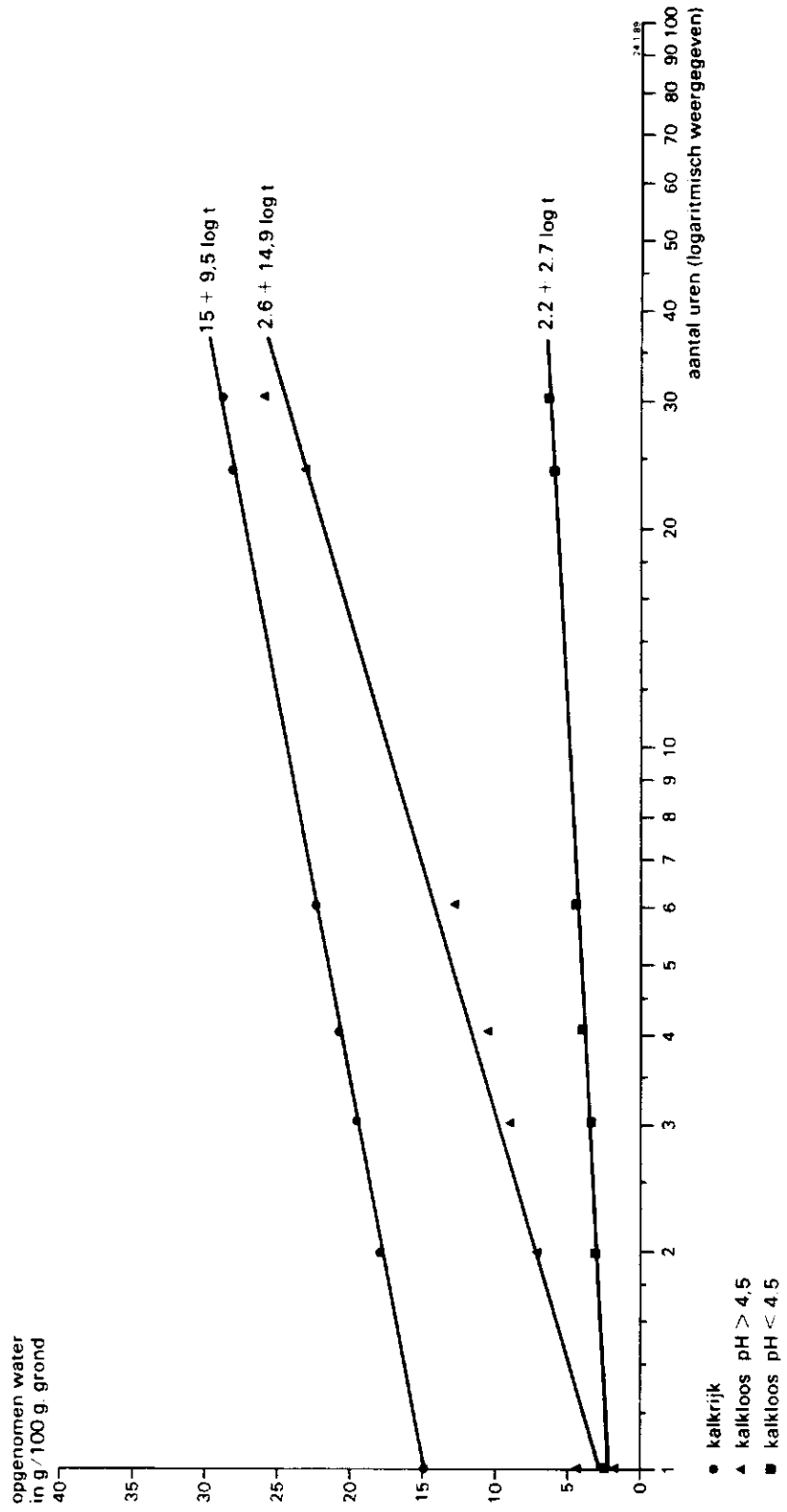


Fig. 3 Opgenomen hoeveelheid water in relatie met de tijd

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Oriëntatie op de samenhang tussen bodemvorming en waterafstoting

Het onderzoek van de eerste serie monsters had vooral tot doel een indruk van de invloed van de bodemvorming op de mate van waterafstoting te verkrijgen. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 1 en figuur 4.

Tabel 1 geeft per bodemeenheid de opgenomen hoeveelheid water na een uur contact met water op een zandbak.

Als de bovengrond van duinvaaggronden niet geheel is ontkalkt, neemt de grond na één uur contact met water al een behoorlijke hoeveelheid water op. Daarentegen is in de ontkalkte Ah-horizont van duinvaaggronden de vochtopname gering. De vaak aanwezige AC-horizont echter is na een uur contact met water al goed bevochtigd, en soms al bijna geheel verzadigd.

Bij de eerdgronden is dit niet het geval. De wateropname in de Ah1-horizont is nagenoeg gelijk aan die bij de duinvaaggronden, maar de Ah2-horizont neemt veel minder water op dan de AC-horizont bij de duinvaaggronden.

Bij ontkalkte monsters uit de Ah-horizont (fig. 4a) is de wateropname na één uur contact op een zandbak niet afhankelijk van het organische-stofgehalte. Bij kalkloze monsters uit de Ah2-horizont (eerdgronden) of de AC-horizont van duinvaaggronden (fig. 4b) lijkt enige samenhang te bestaan tussen de hoeveelheid opgenomen water en het organische-stofgehalte.

Bij de kalkrijke monsters (fig. 4c) is de wateropname in de AC-horizont uitstekend, in de Ah-horizont, matig, mogelijk als gevolg van verschillen in organische-stofgehalte of verteringsgraad van de organische stof.

Opmerkelijk is dat de diepere humushoudende lagen (Ah2- en AC-horizonten) minder waterafstotend zijn dan de bovengrond (tabel 1, vergelijking fig. 4a en 4b). Mogelijk is vooral verse organische stof, die in de toplaag het meest voorkomt verantwoordelijk voor de moeilijke bevochtiging.

Debano (1981), Bond (1964), Bond & Harris (1964) en Savage (1969) wijzen op bijvoorbeeld schimmels die verse organische stof nodig hebben en hieruit bepaalde stoffen met waterafstotende werking kunnen produceren.

Tschapek (1984) concludeert dat organische stof de belangrijkste bodemfactor is, die het al of niet waterafstotend zijn van een grond beïnvloedt.

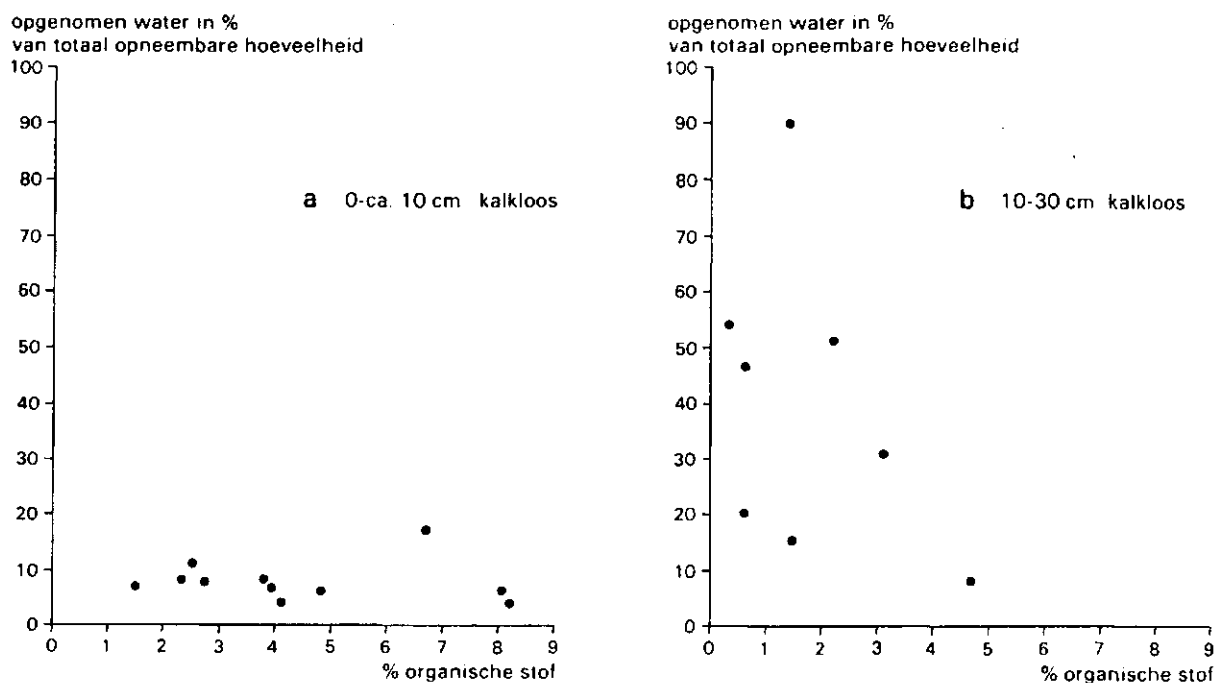


Fig. 4 Samenhang tussen opgenomen water en organische-stofgehalte na één uur contact met water

Tabel 1 Opgenomen hoeveelheid water per grondmonster (in % van de totaal opneembare hoeveelheid bij een drukhoogte van -2 cm) in samenhang met bodemeenheid en ontcalcingsdiepte na een uur contact met water op een zandbak

Bodemeenheid	Ontcalcingsdiepte (cm)	Ah-horizont of Ah1-horizont	Ah2-horizont of AC-horizont
Duinvaaggronden	0	21	1)
	0	48	1)
	7	8	100 <sup>3)</sup>
	15	6	100 <sup>3)</sup>
	20	4	1)
	23	8	46 <sup>3)</sup>
	33	7	54 <sup>3)</sup>
Vorstvaaggronden	> 100	17	51 <sup>3)</sup>
	> 100	11	90 <sup>3)</sup>
	> 100	7	1)
Eerdgronden	> 100	4	20 <sup>2)</sup>
	> 100	8	31 <sup>2)</sup>
	> 100	8	1)
	> 100	6	1)

1) geen Ah2- of AC-horizont aanwezig

2) Ah2-horizont

3) AC-horizont

### 3.2 De invloed van het organische-stofgehalte en de pH op de mate van waterafstoting

We proberen de mate van waterafstoting te kwantificeren met behulp van het organische-stofgehalte en de pH. De WDPT-test leverde wat dit betreft resultaten op. Bij slechts 3 van de 39 monsters werd de opgebrachte druppel binnen 5 s. opgenomen; bij de overige monsters duurde het meer dan 60 s. Volgens de classificatie van Richardson (1984) wijst dit op sterk waterafstotende eigenschappen.

In figuur 5 is weergegeven het door de monsters opgenomen water na een uur contact met water op een zandbak (uitgedrukt als percentage van de totale opneembare hoeveelheid water), in relatie met het organische-stofgehalte.

Bij monsters met  $\text{pH} < 4,5$  is er weinig of geen samenhang met het organisch-stofgehalte, bij monsters met een  $\text{pH} > 4,5$  is er wel enige samenhang met het organische-stofgehalte.

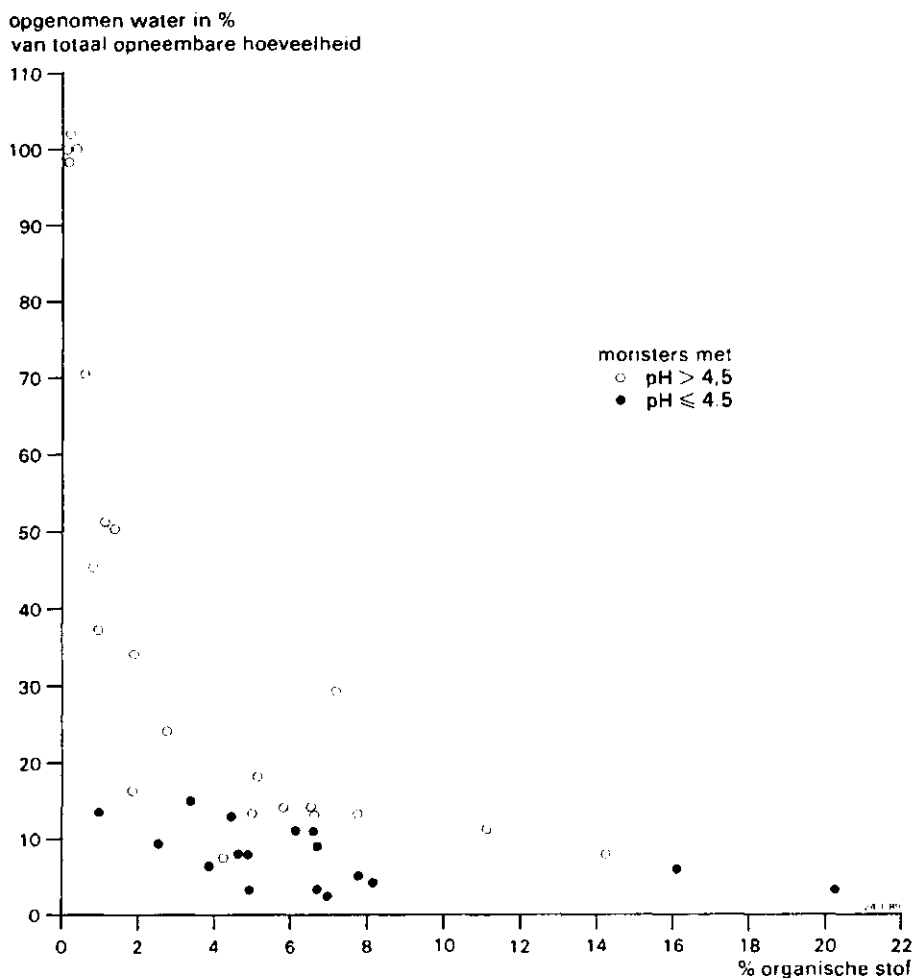


Fig. 5 Opgenomen hoeveelheid water na één uur in samenhang met het organische-stofgehalte en de pH (allen monsters uit de toplaag 2 tot 10 cm)

De grenswaarde 4,5 van de pH (KCl) is gekozen uit praktische overwegingen en wordt vaak gebruikt om erg zure gronden te scheiden van minder zure (Haans, 1979).

Tabel 2 geeft getalsmatige informatie over de betekenis van de twee groepen met verschillende pH. De opgenomen hoeveelheid water is voor beide groepen significant verschillend.

Tabel 2 Gemiddelde hoeveelheid opgenomen water (in % van de totaal opneembare hoeveelheid) en het 95%-betrouwbaarheidsinterval (b.i.) in samenhang met de pH(KCl) na 1, 6 en 24 uur contact met water op een zandbak (betrouwbaarheidsinterval is afgerond weergegeven)

pH(KCl)	Aantal monsters	Na 1 uur		Na 6 uur		Na 24 uur	
		gem. (%)	b.i. (%)	gem. (%)	b.i. (%)	gem. (%)	b.i. (%)
> 4,5	13	17	(12-22)	42	(34-50)	66	(58-74)
< 4,5	16	7	(5-9)	22	(14-30)	37	(28-46)

### 3.3 Classificatie en ruimtelijke weergave van waterafstotende duinzandgronden

Er bestaat een zeer betrouwbare samenhang tussen de opgenomen hoeveelheid water en de tijd die daarvoor nodig is. Figuur 3 geeft als voorbeeld enkele veel voorkomende regressielijnen, waarbij  $w$  (= opgenomen hoeveelheid water) gelijk is aan  $a + b \log t$  ( $t$  in uren). Via deze regressievergelijkingen is het mogelijk om voor alle onderzochte monsters de tijd uit te rekenen die nodig is voor de opname van een bepaalde hoeveelheid water.

We kozen als kenmerkende hoeveelheid de helft van de totaal opneembare hoeveelheid. In figuur 6 is de tijd die nodig is om de helft van het totaal opneembare water op te nemen in klassen weergegeven. Per klasse zijn de pH en het organische-stofgehalte van de monsters weergegeven.

De eerste klasse (I), bestaat uit niet of weinig waterafstotende duinzandgronden met zeer weinig organische stof en een hoge pH. De drie andere klassen (II t/m IV) omvatten de waterafstotende duinzandgronden. Klasse II bevat de duinzandgronden die problemen hebben met de bevochtiging en we zouden deze klasse matig gevoelig voor waterafstoting willen noemen. De pH is nog hoog, maar het organische-stofgehalte is hoger dan bij klasse I. De tweede laatste klassen, die we aanduiden met sterk (III) en zeer sterk (IV) gevoelig voor waterafstoting vertonen qua organische-stofgehalte nauwelijks nog verschil met klasse II. Wel is bij deze waterafstotende duinzandgronden de pH laag, vooral bij klasse IV. Bij klasse III varieert de pH meestal tussen 3,6 en 6,2; bij klasse IV is de pH vrijwel altijd lager dan of gelijk aan 3,6.

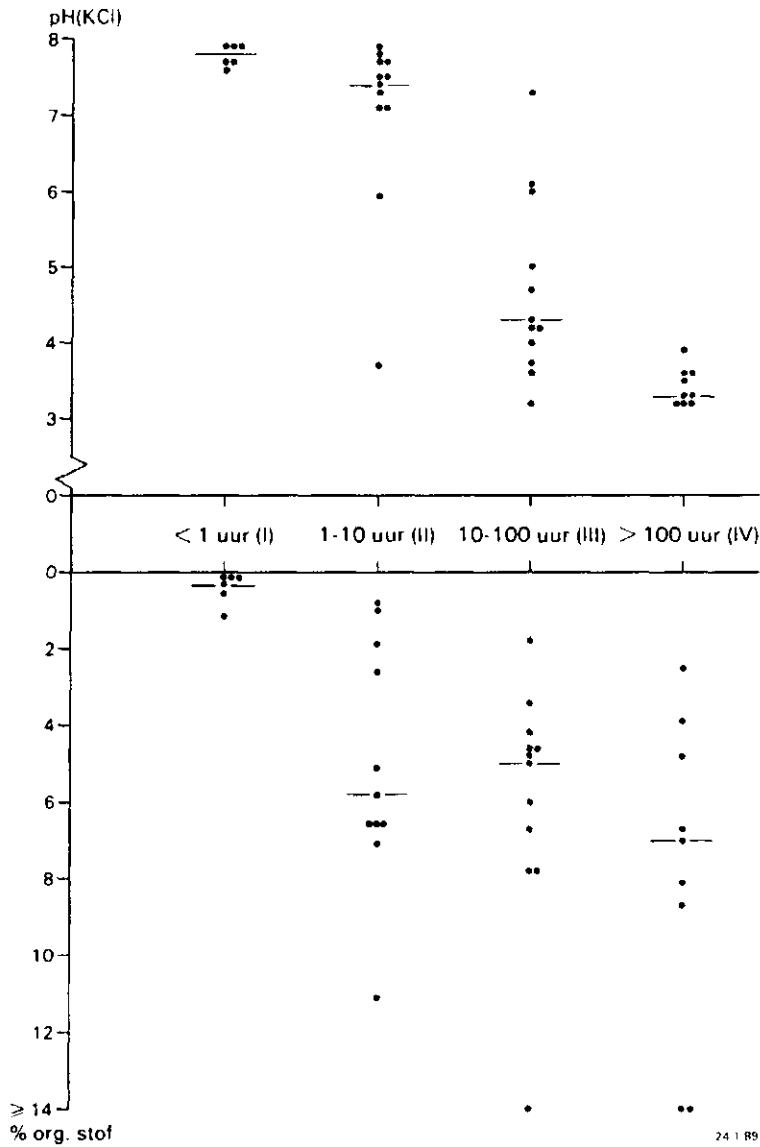
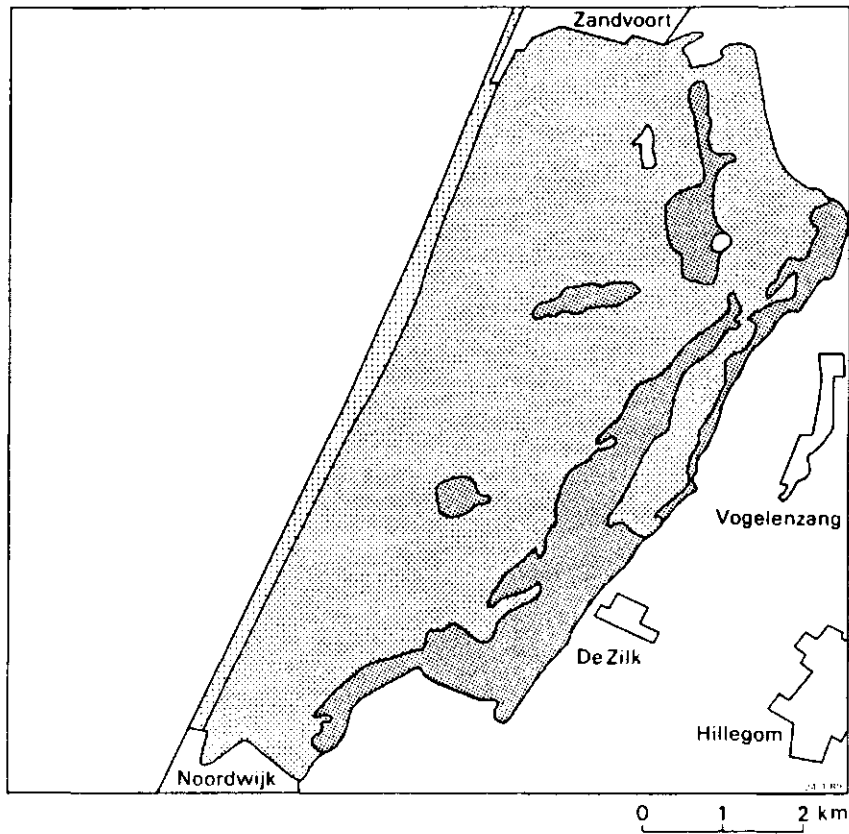


Fig. 6 Tijd nodig voor de opname van de helft van het totaal opneembare water in relatie met pH en organische-stofgehalte (— — is mediaan)

De meeste duinzandgronden hebben dus organische stof met waterafstotende eigenschappen. Er is een zekere samenhang met de bodemeenheden, voor zover ze zijn ingedeeld op grond van bodemvormende processen. Klasse I bestaat uit niet-ontkalkte duinvaaggronden met relatief weinig organische stof (bijvoorbeeld de zeereep). Ook in klasse II komen duinvaaggronden voor, maar met meer organische stof in de Ah-horizont en vaak met enige ontkalking. Klasse III bestaat uit duinvalleien met iets ontkalkte vlakvaaggronden en uit matig ontkalkte duinvaaggronden. Verder behoren tot deze klasse delen van de strandvlakten waar door afgraving of diepe grondbewerking weinig organische stof in de bovengrond voorkomt. Klasse IV bestaat uit diep ontkalkte vorstvaaggronden en diep ontkalkte eerdgronden van de strandvlakten. Met behulp van de bodemkaart



(Vos, 1984) hebben we getracht bovengeschetste samenhang tussen bodem en waterafstotend gedrag ruimtelijk weer te geven (fig. 7).



#### LEGENDA




Gevoeligheid voor waterafstoting	Klassen	Gronden
 weinig	I	duinvaaggronden, geheel kalkrijk
 matig tot zeer sterk	II t/m IV	ontkalkte duinvaaggronden en vlakvaaggronden, meestal kalkrijk tussen 10 à 50 cm - mv.
 sterk tot zeer sterk	III en IV	vorstvaaggronden, bekeerdgronden en vlakvaaggronden, ontkalkt tot 40 à 150 cm - mv.

Fig. 7 Ruimtelijke weergave van de mate van waterafstoting van duinzandgronden in het duingebied tussen Noordwijk en Zandvoort

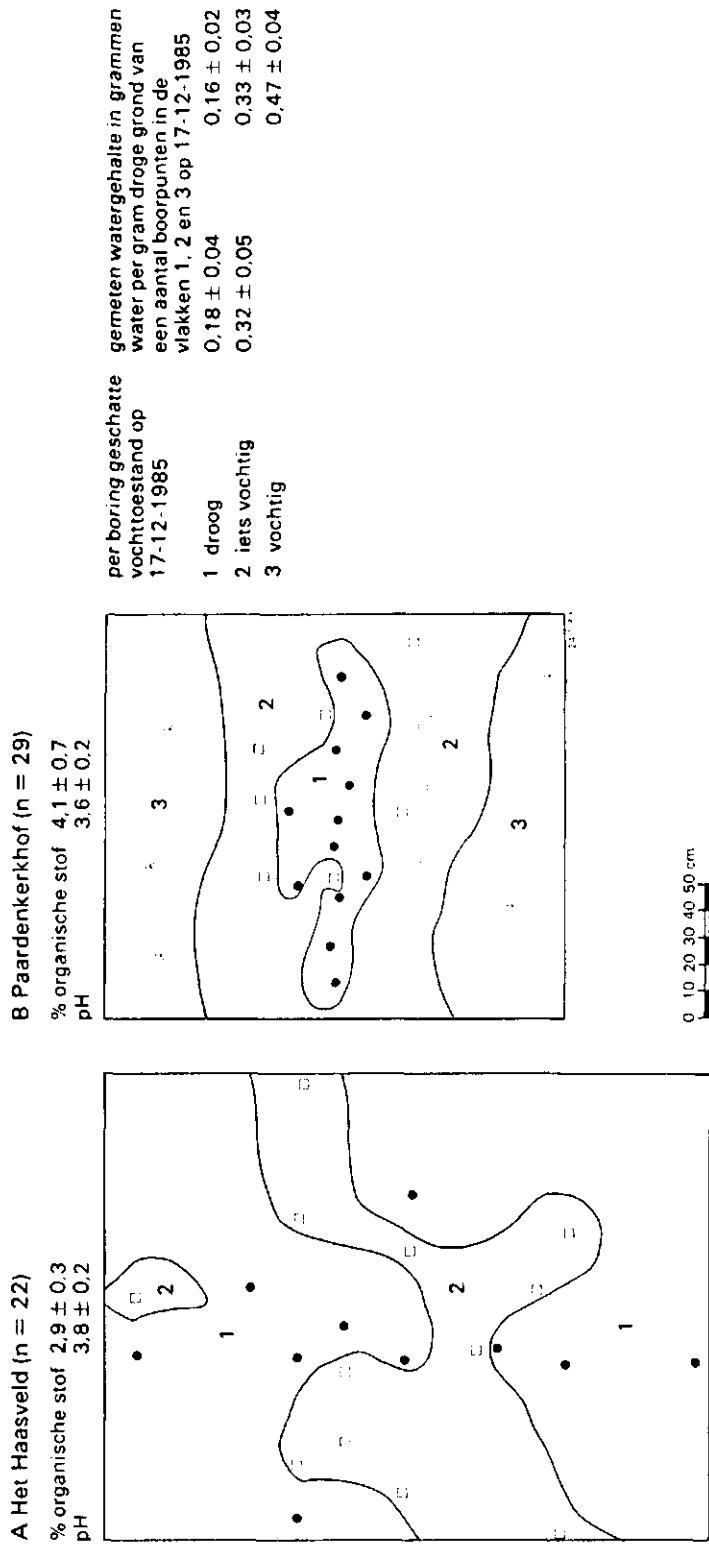


Fig. 8 Patroon van bevochtiging van de laag 5-15 cm van twee plekken met eerdgronden op de Duinwaterwinplaats Amsterdam

### 3.4 Patroon van bevochtiging

Uit de opname van de bodemgesteldheid van de strandvlakten, die voor een deel zeer sterk waterafstotend zijn (figuur 7), is bekend dat daar op korte afstand grote verschillen in vochtgehalte bestaan. Vooral in de herfst en ook wel in de winter kan dit worden waargenomen. Vlak naast (stof)droge grond komt dan vochtige grond voor.

We karteerden op 17 december 1985 van twee plekken met een geringe oppervlakte het patroon van herbevochtiging (figuur 8).

## 4 DISCUSSIE EN SLOTOPMERKINGEN

Kennis over waterafstotende duinzandgronden is van betekenis voor onder andere het bodemgebruik, het beheer van de grond, ontwatering en wateraanvoer.

In het onderzochte duinzandgebied liggen ook delen die vroeger als grasland of bouwland werden gebruikt. De wateropname van deze voormalige cultuurgronden wijkt niet af van de duinzandgronden die niet voor agrarische doeleinden zijn gebruikt. De resultaten van dit onderzoek zijn dan ook wel toepasbaar in andere holocene zandgebieden. Het onderzoek naar de waterafstoting van duinzandgronden bij Ouddorp op Goeree-Overflakkee, in gebruik voor tuinbouw (Dekker, et al., 1986), versterkt ons in die mening.

De trage herbevochtiging van een droge bovengrond heeft directe betekenis voor de groei van planten, vooral als de bewortelingsdiepte gering is; ook de kieming van zaden kan worden belemmerd.

In vlakke of nagenoeg vlakke holocene zandgebieden wordt water, als het moeilijk in de bovengrond wordt opgenomen, via preferente banen afgevoerd naar de ondergrond. Dergelijke zandgronden gedragen zich dus wat de waterstroming in de onverzadigde zone betreft als kleigronden. Problemen kunnen ontstaan als het regenwater door bijvoorbeeld verdichting in de bovengrond de preferente banen moeilijk of niet kan bereiken. Het gevolg is dan vaak plasvorming of zijdelingse waterafvoer.

In duinzandgebieden kan de waterafstotende werking van de oppervlaktelaag stuiven of erosie bevorderen. In enkele duingebieden is dit uitvoerig onderzocht (Rutin, 1983; Jungerius en Van der Meulen, 1988).

Er zijn vele modellen waarmee de vochtleverantie aan een gewas of aan een vegetatie kan worden gesimuleerd. Daarbij gaat men ervan uit dat de neerslag regelmatig door de grond wordt opgenomen. Voor holocene zandgronden met een waterafstotende bovengrond, al of niet in gebruik voor agrarische doeleinden, zullen in deze simulatiemodellen correcties moeten worden aangebracht voor:

- geringere effectieve wateropname in de bovengrond;
- weerstand voor capillaire opstijging van water.

Voor modellen worden vaak vertaalfuncties gebruikt waarbij de drukhoogte van het bodemvocht een belangrijke plaats inneemt. De betekenis van gemeten waarden van de drukhoogte in bovengronden van waterafstotende holocene zandgronden is discutabel, vooral als het patroon van uitdroging en herbevochtiging grillig is.

De organische stof is in combinatie met andere bodemkenmerken, zoals de pH, de belangrijkste drager van het waterafstotend gedrag van de grond. Verder onderzoek naar de betekenis van de organische stof, vooral met betrekking tot herkomst, aard en kwaliteit is wenselijk.

Ook in het duingebied ten noorden van het Noordzeekanaal is het verschijnsel van waterafstotende duinzandgronden tijdens het veldbodemkundig onderzoek voor de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 veelvuldig vastgesteld.

## 5 CONCLUSIES

Uit het onderzoek blijkt dat de meeste duinzandgronden in meer of mindere mate hydrofoob, dat wil zeggen in droge toestand waterafstotend zijn en het regenwater dan moeilijk en in onregelmatige patronen opnemen. Niet waterafstotende duinzandgronden bestaan uit kalkrijk duinzand met zeer weinig organische stof in de bovengrond; ze komen voornamelijk voor in de zeereep. Zodra het organische-stofgehalte hoger wordt dan ca. 0,8%, wordt de bovengrond waterafstotend.

Er is de volgende rangorde in gevoeligheid van bodemeenheden voor waterafstoting, van ongevoelig tot zeer sterk gevoelig:

- kalkhoudende duinvaaggronden met hoge pH en weinig organische stof in de Ah-horizont;
- kalkhoudende duinvaaggronden met ontcalcite Ah-horizont;
- vlakvaaggronden met ontcalcite Al (duinvalleien);
- diep ontcalcite vlakvaaggronden;
- diep ontcalcite duinvaaggronden en vorstvaaggronden;
- eerdgronden (in strandvlakten).

De mate van waterafstoting kan worden geclassificeerd met behulp van de relatie die bestaat tussen opgenomen hoeveelheid water en de tijd die daarvoor nodig is, zolang er contact bestaat tussen water en duinzand. De gevoeligheid van een grond voor waterafstoting wordt in vier klassen gegeven, namelijk van weinig tot zeer sterk gevoelig. Deze zijn: < 1 uur, 1-10 uur, 10-100 uur en > 100 uur. Met behulp van de bodemkaart (schaal 1 : 25 000) kunnen deze klassen ruimtelijk worden uitgebeeld.

Hoewel over de directe oorzaak van waterafstoting in het duinzandgebied niets met zekerheid kan worden vermeld is toch wel duidelijk dat het te maken heeft met organische stof en dat het vooral optreedt in de bovenste laag van de grond. De in de literatuur vaak genoemde oorzaken zoals schimmelwerking en produktie van humuszuren bij de omzetting van verse organische stof kunnen ook hier van invloed zijn, vooral omdat blijkt dat ook een lage pH indirect een factor van betekenis is.

## LITERATUUR

- Bakker, H. de en J. Schelling, 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. PUDOC, Wageningen, 217 blz.
- Bond, R.D., 1964. The influence of the microflora on the physical properties of soils II. Field studies on water repellent sands. *Austr. J. Soil Res.* 2: 123-131.
- Bond, R.D., 1969. Factors responsible for water repellency in soils. In *Proc. of the Symp. on Water-Repellent Soils*, p. 259-264. Univ. of California, Riverside.
- Bond, R.D. and J.R. Harris, 1964. The influence of the microflora on physical properties of soils I. Effects associated with filamentous algae and fungi. *Austr. J. Soil Res.* 2: 111-222.
- Debano, L.F., 1981. Water repellent Soils: A state-of-the Art. Gen. Tech. Rep. PSW-46. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station: 21 pp.
- Debano, L.F. and J. Letey, 1969. Water-repellent soils. *Proc. of the Symp. on Water-Repellent Soils*. Univ. of California, Riverside. May 6-10, 1966. 351 p.
- Dekker, L.W., 1985. Opname van water in moeilijk bevochtigbare zand- en veengronden. *Cultuurtechn. Tijdschr.* jrg. 25, nr. 2: 121-132.
- Dekker, L.W., 1988. Verspreiding, oorzaken, gevolgen en verbeteringsmogelijkheden van waterafstotende gronden in Nederland. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 2046. 54 blz.
- Dekkers, J.M.J., L.W. Dekker en A.F. van Holst, 1986. Waterwingebied Goedereede (Ouddorp). Onderzoek naar de bodemkundig-bodemfysische eigenschappen en de mate van hydrofobie. Rapp. nr. 1897. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 61 blz.
- Haans, J.C.F.M. (red.), 1979. De interpretatie van bodemkaarten; rapport van de Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten, Stadium C. Rapp. nr. 1463. STIBOKA, Wageningen, 211 blz.
- Jungerius, P.D. and F. van der Meulen, 1988. Erosion processes in a dune landscape along the Dutch coast. *Catena* 15. p. 217-228.
- Richardson, J.L., 1984. Field observation and measurement of water repellency for soil surveyors. *Soil Survey Horiz.* 25: 32-36.
- Rietveld, J.J., 1978. Soil non-wettability and its relevance as a contributing factor to surface runoff on sandy dune soils in Mali. Report of project 'Production primaire au Sahel', Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.

- Rutin, J. 1983. Erosional processes on a coastal sand dune, de Blink, Noordwijkerhout, The Netherlands. Publ. Lab. Phys. Geography and Soil Sci. Univ. Amsterdam. 35, 144 pp.
- Savage, S.M., 1969. Contribution of some soil fungi to water repellency in soil materials. Proc. of the Symp. on Water repellent soils. p. 241-257. Univ. of California. Riverside. May 6-10, 1968.
- Tschapek, M., 1984. Criteria for Determining the Hydrophility-Hydrophobicity of soils. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 147, 2: 137-149.
- Vos, G.A., 1984. Kartering duinwaterwinplaats Gemeente Amsterdam. Rapp. nr. 1782. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 12 blz.



## WOORDENLIJST

Rapport en kaarten bevatten termen die wellicht enige toelichting behoeven. In deze lijst, die een alfabetische volgorde heeft, worden de gebruikte termen verklaard of gedefinieerd. Omdat de meeste verklaringen of definities berusten op De Bakker en Schelling (1966), zijn tussen ( ) de nummers van de bladzijden vermeld waarop in genoemde publikatie veelal dieper op de betekenis van een term wordt ingegaan.

afwatering: afvoer van water door een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

A1-horizont: bovengrond van mineraal of moerig materiaal, aan het oppervlak ontstaan, relatief donker gekleurd; de organische stof is geheel of gedeeltelijk biologisch omgezet. Zie ook: dikke, matig dikke en dunne A1-horizont (62).

A2-horizont: uitspoelingshorizont; minerale horizont die lichter van kleur en meestal ook lager in lutum- of humusgehalte is dan de boven- en/of onderliggende horizont. Verarmd door verticale (soms laterale) uitspoeling (62).

...an-horizont: horizont die uit van elders toegevoerd materiaal bestaat. Zo duidt "Aan" op de invloed van de plaggenbemesting in bijv. de enkeerdgronden en op de invloed van het opbaggeren in de tuineerdgronden (an = anthropos) (63).

banden-B: serie oranjebruine tot geelbruine, massieve banden met ingespoeld ijzer en lutum, waarvan de bovenste binnen 120 cm diepte ligt en 5-15 cm dik is. De banden bevatten ten minste 3% lutum (of lutum + ijzer) meer dan het tussenliggende C-materiaal (75).

bewortelbare diepte: bodemkundige maat voor de diepte waarop de plantewortels kunnen doordringen in de grond. Limiterend zijn: de pH, aëratie en de indringingsweerstand (Van Soesbergen 1986).

bewortelingsdiepte: diepte waarop een één- of tweejaars, vol-groeid gewas nog juist voldoende wortels in een 10% droog jaar kan laten doordringen om het aanwezige vocht aan de grond te onttrekken. Ook wel "effectieve bewortelingsdiepte" genoemd (Van Soesbergen 1986).

B-horizont: inspoelingshorizont; een horizont waaraan door inspoeling uit een hoger liggende horizont stoffen (humus, humus + sesquioxyden, lutum of lutum + sesquioxyden) zijn toegevoegd (62, 72-77).

B1-horizont: geleidelijke overgang van een A2- naar een B2-horizont. Ontbreekt in de meeste podzolgronden en is typerend voor de meeste brikgronden (63).

B2-horizont: deel van een B-horizont dat het sterkst ontwikkeld is (62).

B2h-horizont: bovenste deel van een B2-horizont, dat zeer sterk met humus verrijkt is (64).

B3-horizont: geleidelijke overgang van een B2- naar een C-horizont (63).

BC-horizont: zeer geleidelijke overgang van een B2- naar een C-horizont; typerend voor vele hydropodzolgronden (63).

...b-horizont: horizont die na de bodemvorming met een andere afzetting of met een opgebrachte laag (bijv. Aan) bedekt is geraakt (b = begraven) (64).

bodemprofiel (kortweg profiel): verticale doorsnede van de bodem, die de opeenvolging van de horizonten laat zien; in de praktijk van de Stichting voor Bodemkartering meestal tot 120, 150 en in boswachterijen tot 180 cm beneden maaiveld.

bodemprofielmonster: monster van een bodemprofiel dat in het veld met een grondboor uit de bodem wordt genomen en ter plekke veldbodemkundig onderzocht.

bodemvorming: verandering van moedermateriaal onder invloed van uitwendige factoren, waarbij horizonten ontstaan.

bovengrond: bovenste horizont van het bodemprofiel, die meestal een relatief hoog gehalte aan organische stof bevat. Komt bodemkundig in het algemeen overeen met de A1-horizont, landbouwkundig met de bouwvoor.

briklaag: textuur-B die:

- ten minste 15 cm dik is;
- in het zwaarste gedeelte (de B2t) ten minste 10% lutum bevat;
- inspoelingshuidjes van lutum (en ijzer) op de meeste wanden van de structurelementen en van de poriën heeft (76).

bruine minerale eerdlaag: minerale eerdlaag waarin binnen 25 cm diepte een laag van ten minste 10 cm dikte begint die bruin is (68).

C-horizont: minerale of moerige horizont die weinig of niet is veranderd door bodemvorming. Doorgaans zijn de bovenliggende horizonten uit soortgelijk materiaal ontstaan (63).

C1-horizont: deel van de C-horizont dat weinig veranderd is, zoals ontkalkte zavel en matig verteerd veen (63).

C2-horizont: deel van de C-horizont dat onveranderd is (63).

CG-horizont: geleidelijke overgang van een C- naar een G-horizont.

D-horizont: minerale of moerige horizont die weinig of niet veranderd is door bodemvorming en waarbij de bovenliggende horizonten uit ander materiaal zijn ontstaan (63).

DG-horizont: D-horizont die tevens aan de eisen voor een G-horizont voldoet (63).

dikke A1-horizont: niet vergraven A1-horizont die dikker is dan 50 cm (67).

doorlatendheid: (maat voor) het vermogen van de grond om water door te laten. In de verzadigde doorlatendheid (K) worden lan-

delijk vier gradaties onderscheiden (zie volgende tabel; ontleend aan het Cultuurtechnisch Vademecum).

Gradatie in verzadigde doorlatendheid

Code	Naam	K (m/dag)
1	slecht doorlatend	< 0,05
2	matig doorlatend	0,05-0,40
3	vrij goed doorlatend	0,40-1,00
4	goed doorlatend	> 1,00

droog jaar, 10%: een jaar met een neerslagtekort in het groeiseizoen dat gemiddeld één keer in de tien jaar voorkomt of overschreden wordt.

duidelijke humuspodzol-B-horizont: duidelijke podzol-B-horizont, waarin beneden 20 cm diepte een B2h voorkomt, of waarvan de bovenste 5-10 cm (of meer) amorfe humus bevat, die als disperse humus is verplaatst (74, 75).

duidelijke moderpodzol-B-horizont: duidelijke podzol-B-horizont, waarin beneden 20 cm diepte geen B2h voorkomt; de humus wordt in niet-amorfe vorm aangetroffen, en wel meestendeels als moder; deze horizont bevat steeds duidelijk ijzer, dat als huidjes om de zandkorrels voorkomt of samen met fijne minerale delen tussen de zandkorrels ligt (74, 75).

duidelijke podzol-B-horizont: horizont met een podzol-B die krachtig ontwikkeld is, d.w.z. dat:

- een bijna zwarte laag voorkomt van ten minste 3 cm dikte (B2h), of:
- de B2 voldoende kleurcontrast heeft met de C-horizont. Naarmate de B2 dikker is, mag het kleurcontrast minder zijn, of:
- een duidelijk te herkennen B-horizont tot dieper dan 120 cm doorgaat, of:
- een vergraven grond brokken B-materiaal bevat waarvan de kleur goed contrasteert met die van de C-horizont (73, 74).

dunne A1-horizont: niet-vergraven A1-horizont die dunner is dan 30 cm, of een vergraven bovengrond ongeacht de dikte (67).

eerdgronden: minerale gronden met een minerale eerdlaag. Als de A1-horizont dunner is dan 50 cm, mag er geen duidelijke podzol-B-horizont voorkomen. Als de A1-horizont dunner is dan 80 cm, mag er geen briklaag voorkomen.

eolisch: door de wind gevormd, afgezet.

fluctuatie: zie grondwaterstandsfluctuatie.

fluviatiel: door beek- of rivierwater afgezet.

gerichte waarneming: in tijdig in gereedheid gebrachte en over het gebied verspreid liggende boorgaten wordt de grondwaterstand gemeten op het moment dat in één of meer van de geselecteerde meetpunten de grondwaterstand de GHG of GLG bereikt (Van der Sluijs 1982).

GHG (gemiddeld hoogste wintergrondwaterstand): het gemiddelde van de HG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij de top van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

G-horizont: minerale of moerige horizont die geheel of vrijwel geheel is "gereduceerd" en na oxidatie aanzienlijk van kleur verandert. Moet ook aan de eisen voor een C-horizont voldoen (63).

...g-horizont: horizont met roestvlekken (g = gley) (64).

gleyverschijnselen: zie: hydromorfe verschijnselen.

GLG (gemiddeld laagste zomergrondwaterstand): het gemiddelde van de LG3 over ongeveer acht jaar. Komt overeen met de waarde voor de grondwaterstand, afgelezen bij het dal van de gemiddelde grondwaterstandscurve.

grind, grindfractie: minerale delen groter dan 2000  $\mu\text{m}$  (54).

grondwater: water dat zich beneden de grondwaterspiegel bevindt en alle holten en poriën in de grond vult.

grondwaterspiegel (= freatisch vlak): denkbeeldig vlak waarop de druk in het grondwater gelijk is aan de atmosferische, en waar beneden de druk in het grondwater neerwaarts toeneemt. De "bovenkant" van het grondwater.

grondwaterstand (= freatisch niveau): diepte waarop zich de grondwaterspiegel bevindt, uitgedrukt in m of cm beneden maaiveld (of een ander vergelijkingsvlak, bijv. NAP).

grondwaterstandscurve: grafische voorstelling van grondwaterstanden die op geregelde tijden op een bepaald punt zijn gemeten.

grondwaterstandsfluctuatie: het stijgen en dalen van de grondwaterstand. Soms in kwantitatieve zin gebruikt: het verschil tussen GLG en GHG.

grondwaterstandsverloop: verandering van de grondwaterstand in de tijd.

grondwatertrap (Gt): klasse gedefinieerd door een zeker GHG-en/of GLG-traject.

grondwaterverschijnselen: zie: hydromorfe verschijnselen.

GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand): langjarig gemiddelde van de grondwaterstand op 1 april.

gyttja: bagger, ontstaan uit resten van organismen die leven in voedselrijk water (diatomeeën).

HG3: het gemiddelde van de hoogste drie grondwaterstanden die in een winterperiode (1 oktober-1 april) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

hoog, middelhoog, laag en zeer laag (gelegen): in de bodemkunde hebben deze aanduidingen betrekking op de ligging van het maaiveld ten opzichte van het grondwater.

horizont: laag in de grond met kenmerken en eigenschappen die verschillen van de erboven en/of eronder liggende lagen; in het algemeen ligt een horizont min of meer evenwijdig aan het maai-veld.

humus, -gehalte, -klasse: korthedshalve krijgt het woord humus vaak de voorkeur, terwijl organische stof (een ruimer begrip) wordt bedoeld. Zie ook: organische stof en organische-stofklasse (59).

hydromorfe kenmerken: (1) Voor de podzolgronden: (a) een moerige bovengrond of: (b) een moerige tussenlaag en/of: (c) geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2. (2) Voor de brikgronden: in een grijze A2 en in de B2 komen roestvlekken en mangaanconcreties voor. (3) Voor de eerdgronden en de vaaggronden: (a) een G-horizont binnen 80 cm diepte beginnend en/of: (b) een niet-gerijpte ondergrond en/of: (c) een moerige bovengrond en/of: (d) een moerige laag binnen 80 cm diepte beginnend; (e) bij zandgronden met een A1 dunner dan 50 cm: geen ijzerhuidjes op de zandkorrels onder de A-horizont; (f) bij kleigronden met een A1 dunner dan 50 cm: roest- of reductievlekken beginnend binnen 50 cm diepte (79).

hydromorfe verschijnselen: door periodieke verzadiging van de grond met water veroorzaakte verschijnselen. In het profiel waarneembaar in de vorm van blekings- en gleyverschijnselen, roest- en "reductie"vlekken en een totaal "gereduceerde" zone. In ijzerhoudende gronden meestal gley of gleyverschijnselen genoemd (37-42).

hydropodzol-, -brik-, -eerd-, -vaaggronden: podzol-, brik-, eerd-, vaaggronden, ontstaan binnen de invloedssfeer van grondwater, hetgeen waarneembaar is doordat er hydromorfe verschijnselen aanwezig zijn (32).

ijzerhuidjes: het voorkomen van ijzerhuidjes op de zandkorrels onmiddellijk onder de B2-horizont (bij podzolgronden) of boven in de C-horizont (bij eerd- en vaaggronden) duidt op een ontstaanswijze van deze gronden buiten de invloedssfeer van grondwater. Het ontbreken van ijzerhuidjes is bij deze gronden een hydromorf kenmerk (37-41, 79, 105, 148, 161).

kalkarm, -loos, -rijk: bij het veldbodembkundig onderzoek wordt het koolzure-kalkgehalte van grond geschat aan de mate van opbruisen met verdund zoutzuur (10% HCl). Er zijn drie kalkklassen: 1 kalkloos materiaal: geen opbruising; overeenkomend met minder dan ca. 0,5%  $\text{CaCO}_3$ , analytisch bepaald, d.w.z. de geanalyseerde hoeveelheid  $\text{CO}_2$ , omgerekend in procenten  $\text{CaCO}_3$  (op de grond). 2 kalkarm materiaal: hoorbare opbruising; overeenkomend met ca. 0,5-1 a 2%  $\text{CaCO}_3$ . 3 kalkrijk materiaal: zichtbare opbruising; overeenkomend met meer dan ca. 1 a 2%  $\text{CaCO}_3$ .

kalkverloop: het verloop van het kalkgehalte in het bodemprofiel.

## Indeling naar het kalkverloop (per vlak)

Kalkverloop-eenheid	Kalkverloop
<b>Zeekleigronden</b>	
...A kalkrijke zeekleigronden	a; a en b
...C kalkarme zeekleigronden	b; b en c; c
<b>Rivierkleigronden</b>	
...A kalkhoudende rivierkleigronden	a; b; a en b; a, b en c
...C kalkloze rivierkleigronden	a, b en c; c

klei: mineraal materiaal dat ten minste 8% lutum bevat. Zie ook: textuurklasse.

kleiarne moerige eerdlaag: een moerige eerdlaag waarin geen lutum van betekenis voorkomt (66).

kleidek: minerale bovengrond die meer dan 8% lutum- of meer dan 50% leemfractie bevat (ook na eventueel ploegen tot 20 cm) en die binnen 40 cm diepte ligt op moerig materiaal, op een podzolgrond of op een zandlaag die dikker is dan 40 cm (70).

kleigronden: minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit klei bestaat. Indien een dikke A1 voorkomt, moet deze gemiddeld zwaarder zijn dan de textuurklasse zand (83).

kleiige moerige eerdlaag: een moerige eerdlaag waarin lutum voorkomt (65).

LG3: het gemiddelde van de laagste drie grondwaterstanden die in een zomerperiode (1 april-1 oktober) zijn gemeten. Hierbij wordt uitgegaan van metingen op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand in geperforeerde buizen van 2-3 m lengte.

leem: 1. mineraal materiaal dat ten minste 50% leemfractie bevat; 2. kortweg gebruikt voor leemfractie.

leemfractie: minerale delen kleiner dan 50  $\mu\text{m}$ . Wordt in de praktijk vrijwel uitsluitend gebezigd bij lutumarm materiaal (53 en 57). Zie ook: textuurklasse.

licht(er): grond wordt licht(er) genoemd als (naarmate) het gehalte aan silt- en lutumfractie laag is (afneemt).

lutum: kortweg gebruikt voor lutumfractie.

lutumfractie: minerale delen kleiner dan 2  $\mu\text{m}$  (52). Zie ook: textuurklasse.

matig dikke A1-horizont: niet-vergraven A1-horizont die 30-50 cm dik is (67).

meerbodem: bruin, sterk tot zeer sterk lemig, venig slik, gevormd op de bodem van een plas.

mineraal: zie: mineraal materiaal; zie: organische-stofklasse.

mineraal materiaal: grond met een organische-stofgehalte van minder dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse (58-62).

minerale delen: het bij 105°C gedroogde, over de 2 mm zeef gezeefde deel van een monster na aftrek van de organische stof en de koolzure kalk. Deze term is eigenlijk minder juist, want de koolzure kalk, hoewel vaak van organische oorsprong, behoort tot het minerale deel van het monster (52).

minerale eerdlaag: (1) A1-horizont van ten minste 15 cm dikte, die uit mineraal materiaal bestaat dat (a) humusrijk is of (b) matig humusarm of humeus, maar dan tevens aan bepaalde kleureisen voldoet. (2) dikke A1-horizont van mineraal materiaal. Voor "humusrijk", "matig humusarm" en "humeus" zie: organische-stofklasse (66).

minerale gronden: gronden die tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit mineraal materiaal bestaan.

mineralogisch arm, rijker: arm, rijker aan opgeloste stoffen, in het bijzonder stoffen die uit bodemmineralen in oplossing gaan (zoals Ca, Na, K, Cl, Fe).

moerig: zie: moerig materiaal; zie: organische-stofklasse.

moerige bovengrond: bovengrond die moerig is (ook na eventueel ploegen tot 20 cm diepte) en binnen 40 cm diepte op een minerale ondergrond ligt.

moerige eerdlaag: moerige A1-horizont dikker dan 15 cm (of moerige Ap, ongeacht de dikte) waarin de volumefractie plantenresten met een herkenbare weefselopbouw ten hoogste 10-15% mag bedragen. Voor de betekenis van "moerig" zie: organische-stofklasse (64-67).

moerige gronden: minerale gronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag.

moerige tussenlaag: een laag moerig materiaal die ondieper dan 40 cm beneden maaiveld begint en 15-40 cm dik is.

moerig materiaal: grond met een organische-stofgehalte van meer dan 15% (bij 0% lutum) tot 30% (bij 70% lutum). Zie: organische-stofklasse (58-62).

M50 (eigenlijk M50-2000): mediaan van de zandfractie. Het getal dat die korrelgrootte aangeeft waar boven en waar beneden de helft van de massa van de zandfractie ligt (58). Zie ook: textuurklasse.

niet-gerijpte ondergrond: bijna gerijpte laag binnen 50 cm diepte en/of half of nog minder gerijpte laag binnen 80 cm diepte, voorkomend onder een gerijpte bovengrond dikker dan 20 cm (82).

ondergrond: horizont(en) onder de bovengrond.

ontwatering: afvoer van water uit een perceel, over en door de grond en eventueel door greppels of drains.

organische stof: al het levende en dode materiaal in de grond dat van organische herkomst is. Hoofdzakelijk van plantaardige oorsprong en variërend van levend materiaal (wortels) tot planteresten in allerlei stadia van afbraak en omzetting. Het min of meer volledig omgezette produkt is humus.

organische-stofklasse: berust op een indeling naar de massafracties organische stof en lutum, beide uitgedrukt in procenten van de bij 105°C gedroogde en over de 2 mm zeef gezeefde grond. De volgende tabellen geven weer hoe gronden naar het organische-stofgehalte worden ingedeeld.

**Indeling van lutumarme gronden naar het organische-stofgehalte**

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam
0 - 0,75	uiterst humusarm zand	humusarm mineraal
0,75- 1,5	zeer humusarm zand	
1,5 - 2,5	matig humusarm zand	
-----		
2,5 - 5	matig humeus zand	humeus
5 - 8	zeer humeus zand	
-----		
8 - 15	humusrijk zand	
-----		
15 - 22,5	venig zand	moerig
22,5 - 35	zandig veen	
35 -100	veen	

**Indeling van lutumrijke gronden naar het organische-stofgehalte**

Organische stof (%)	Naam	Samenvattende naam
0- 2,5 à 5	humusarme klei	mineraal
-----		
2,5 à 5- 5 à 10	matig humeuze klei	humeus
5 à 10- 8 à 16	zeer humeuze klei	
-----		
8 à 16- 15 à 30	humusrijke klei	
-----		
15 à 30- 22,5 à 45	venige klei	moerig
22,5 à 45- 35 à 70	kleilig veen	
35 à 70-100	veen	

Bij deze indeling zijn de klassegrenzen afhankelijk van het lutumgehalte met dien verstande, dat hoe hoger het lutumgehalte is, hoe hoger ook het vereiste organische-stofgehalte moet zijn om een grond in een bepaalde organische-stofklasse te handhaven.

...p-horizont: door de mens bewerkte horizont, zoals de bouwvoor of Ap (p = ploegen). Diep bewerkte gronden leveren meestal een menging van verschillende horizonten op, aangeduid bijv. als (A1 + B + C)p (63).

podzol-B: B-horizont in minerale gronden, waarvan het ingespoelde deel vrijwel uitsluitend uit amorfe humus, of uit amorfe humus en sesquioxyden bestaat, of uit sesquioxyden tezamen met niet-amorfe humus (72).



podzolgronden: minerale gronden met een duidelijke podzol-B-horizont en een A1 dunner dan 50 cm (100).

"reductie"-vlekken: door de aanwezigheid van tweewaardig ijzer neutraal grijs gekleurde, in "gereduceerde" toestand verkerende vlekken.

rijping: proces waarbij na drooglegging uit een weke, structuurloze, gereduceerde modder een begaanbare, gescheurde en geoxideerde cultuurgrond ontstaat. Het proces heeft drie belangrijke aspecten: een fysisch, een chemisch en een biologisch aspect. Het meest in het oog springende fysische aspect is de blijvende volumeverandering van de grond, die ontstaat door een irreversibel vochtverlies (inklinking). Rijping treedt alleen op bij zwaardere sedimenten (42). De volgende tabel toont de indeling in rijpingsklassen naar de consistentie van het materiaal.

#### Rijpingsklassen als afhankelijk van de consistentie

Naam	Consistentie
geheel ongerijpt	zeer slap; loopt tussen de vingers door
bijna ongerijpt	slap; loopt bij knijpen zeer gemakkelijk tussen de vingers door
half gerijpt	matig slap; loopt bij knijpen nog goed tussen de vingers door
bijna gerijpt	matig stevig; is met stevig knijpen nog juist tussen de vingers door te krijgen
gerijpt	stevig; niet tussen de vingers door te krijgen

rodoornig: met ijzer verrijkte lagen aan of nabij het oppervlak ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -gehalte 5-50%, meestal groter dan 10%). In gronden met een rood- of okerbruine kleur.

roestvlekken: door de aanwezigheid van bepaalde ijzerverbindingen bruin tot rood gekleurde vlekken.

siltfractie: "tussenfractie" tussen de lutum- en de zandfractie; de minerale delen zijn groter dan 2 en kleiner dan 50  $\mu\text{m}$  (52).

textuur: korrelgroottesamenstelling van de grondsoorten; zie ook: textuurklasse (52-59).

textuur-B: B-horizont in minerale gronden, waarin lutum of lutum met sesquioxiden is ingespoeld (76).

textuurklasse: berust op een indeling van grondsoorten naar hun korrelgroottesamenstelling in massaprocenten van de minerale delen. Niet-eolische en eolische afzettingen (zowel zand als zwaarder materiaal) worden naar het lutum- of leemgehalte ingedeeld, en de zandfractie naar de M50 als in de volgende tabellen.

## Indeling niet-eolische afzettingen\* naar het lutumgehalte

Lutum (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 5	kleiarm zand	zand	lutumarm materiaal
5 - 8	kleilig zand		
-----			
8 - 12	zeer lichte zavel	lichte zavel	lutumrijk materiaal (wordt in zijn geheel t.o.v. "zand" ook wel met "klei" aangeduid)
12 - 17,5	matig lichte zavel	zavel	
-----			
17,5- 25	zware zavel		
-----			
25 - 35	lichte klei	klei	
-----			
35 - 50	matig zware klei	zware klei	
50 -100	zeer zware klei		

\* Zowel zand als zwaarder materiaal

## Indeling eolische afzettingen\* naar het leemgehalte

Leem (%)	Naam	Samenvattende naam	
0 - 10	leemarm zand		zand**
-----			
10 - 17,5	zwak lemig zand	lemig zand	
17,5- 32,5	sterk lemig zand		
32,5- 50	zeer sterk lemig zand		
-----			
50 - 85	zandige leem		leem
85 -100	siltige leem		

\* Zowel zand als zwaarder materiaal

\*\* Tevens minder dan 8% lutum

## Indeling van de zandfractie naar de M50

M50 (µm)	Naam	Samenvattende naam	
50- 105	uiterst fijn zand	fijn zand	
105- 150	zeer fijn zand		
150- 210	matig fijn zand		
-----			
210- 420	matig grof zand	grof zand	
420-2000	zeer grof zand		

...t-horizont: zwakke textuur-B-horizont of briklaag (t van het Duitse: Ton) (64).

totaal "gereduceerde" zone: zie: G-horizont.

vaaggronden: minerale gronden zonder duidelijke podzol-B-horizont, zonder briklaag en zonder minerale eerdlaag.

veengronden: gronden die tussen 0 en 80 cm beneden maaiveld voor meer dan de helft van de dikte uit moerig materiaal bestaan.

vergraven gronden: gronden waarin een vergraven laag voorkomt, die tussen 0 en 40 cm diepte begint, tot grotere diepte dan 40 cm doorloopt en dikker is dan 20 cm (76-80).

waterstand: zie: grondwaterstand.

zand: mineraal materiaal dat minder dan 8% lutumfractie en minder dan 50% leemfractie bevat.

zanddek: minerale bovengrond die minder dan 8% lutum- en minder dan 50% leemfractie bevat (ook na eventueel ploegen tot 20 cm) en die binnen 40 cm diepte ligt op moerig materiaal, op een podzolgrond of op een kleilaag die dikker is dan 40 cm (70, 71).

zandfractie: minerale delen met een korrelgrootte van 50 tot 2000  $\mu\text{m}$ . Zie ook: textuurklasse.

zandgronden: minerale gronden (zonder moerige bovengrond of moerige tussenlaag) waarvan het minerale deel tussen 0 en 80 cm diepte voor meer dan de helft van de dikte uit zand bestaat. Indien een dikke A1 voorkomt, moet deze gemiddeld uit zand bestaan (83).

zavel: zie: textuurklasse.

zonder roest: (a) geen roest of (b) roest dieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, of (c) roest ondieper dan 35 cm beneden maaiveld beginnend, maar over meer dan 30 cm onderbroken.

zwaar(der): grond wordt zwaar(der) genoemd als (naarmate) het gehalte aan silt- en lutumfractie hoog is (toeneemt).

zwarte minerale eerdlaag: minerale eerdlaag, die niet aan de criteria voor de bruine voldoet (68).