

# **Vochtindicatie van grasvegetaties in relatie tot de vochttoestand van de bodem**

**P.C. Jansen  
J. Runhaar  
J.P.M. Witte  
J.C. van Dam**

**Alterra-rapport 057**

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2000  
Wageningen Universiteit**

## REFERAAT

P.C. Jansen, J. Runhaar, J.P.M.Witte & J.C.van Dam, 2000. *Vochtindicatie van grasvegetaties in relatie tot de vochttoestand van de bodem*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte –Wageningen Universiteit. Alterra-rapport 057. 60 blz.; 10 fig.; 9 tab.; 25 ref.

Om effecten van het waterbeheer op de vegetatie te kunnen voorspellen is inzicht in de relatie tussen vegetatie en de waterhuishouding van de standplaats noodzakelijk. Het onderzoek richt zich op de relatie tussen vochtinhouding en soortensamenstelling in vochtige tot droge omstandigheden. Verschillende gangbare maten voor de vochtindicatie worden gerelateerd aan verschillende berekende maten voor de vochttoestand van de bodem.

Trefwoorden: natuurlijke vegetatie, vochtindicatie, vochtstress.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 40,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 057. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2000 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,  
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [postkamer@alterra.wag-ur.nl](mailto:postkamer@alterra.wag-ur.nl)

Wageningen Universiteit, sectie Waterhuishouding  
Nieuwe Kanaal 11, NL-6709 PA Wageningen.  
Tel.: (0317) 48 2778; fax: (0317) 48 4885; e-mail: [whhmaster@users.whh.wau.nl](mailto:whhmaster@users.whh.wau.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Algemeen	11
1.2 Doel van het onderzoek	12
1.3 Opzet van het onderzoek	12
1.4 Opbouw van het verslag	12
2 Werkwijze	15
2.1 Beschrijving van de meetlocaties	15
2.2 Vochtindicatie van de vegetatie	18
2.2.1 Algemeen	18
2.2.2 Methode	19
2.2.3 Aandeel xerofyten en Ellenbergvochtgetal	20
2.3 Vochttoestand van de bodem	22
2.3.1 Algemeen	22
2.3.2 Methode	22
2.3.3 Vochttekort en vochtstress	24
3 Relatie vochtindicatie- vegetatie	29
3.1 Resultaten	29
3.2 Evaluatie en discussie	33
Literatuur	39
<b>Bijlagen</b>	
1 Beschrijving onderzochte standplaatsen naar vegetatie-samenstelling en bodemtextuur	41
2 Analyseresultaten van bodemmonsters	65



## **Woord vooraf**

In het kader van het programma Waterbeheer is een onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de vochtindicatie van grasvegetaties en de vochttoestand van de bodem onder droge omstandigheden. Het onderzoek bestond uit veldmetingen en modelberekeningen. Eddy Weeda en Patrick Hommel hebben geadviseerd bij de selectie van de meetpunten en Dick van de Kerkhof heeft geholpen bij het veldwerk in de Koekoekswaard. Verder zijn de granulaire analyses van de bodemmonsters uitgevoerd door J. van Doesburg van Universiteit Wageningen.



## Samenvatting

Met grote regelmaat worden maatregelen voorgesteld en uitgevoerd die het grondwaterregime in natuurgebieden beïnvloeden. Voor de ecologische evaluatie van veranderingen in hydrologische standplaatscondities is het van belang inzicht te hebben in de relatie tussen de soortensamenstelling van de vegetatie en de vochttoestand van de bodem. In het onderhavige onderzoek is deze relatie onderzocht voor droge graslanden

Om een relatie te kunnen leggen met de soortensamenstelling is gewerkt met groepen van soorten met een zelfde indicatie voor de vochttoestand. Als maat voor de vochtindicatie is zowel het aandeel droge soorten (xerofyten) volgens het ecotopensysteem genomen, als het gemiddelde vochtindicatiegetal volgens Ellenberg. In beide gevallen is de vochtindicatie bovendien berekend op basis van zowel de presentie als de bedekking van soorten.

Eerder onderzoek toonde aan dat onder natte tot vochtige omstandigheden de aëratie van grote invloed is op de soortensamenstelling van de vegetatie en dat de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand daar een goede en eenvoudige maat voor is. Onder drogere omstandigheden is de hoeveelheid opneembaar bodemvocht van belang en in dat verband de textuur van de bodem en de worteldiepte. Het berekende vochttekort blijkt voor droge condities een acceptabele maat, met uitzondering van kleigronden.

Voor het verdere onderzoek naar de relatie vochtindicatie van de vegetatie - vochttoestand van de bodem zijn, om het aantal variabelen te beperken, alleen grondwateronafhankelijke plekken met een soortenrijke grasvegetatie geselecteerd. De bodemopbouw, de textuur en de beworteling zijn, als belangrijkste variabelen die de vochtvoorziening bepalen, nauwkeurig gemeten.

De maten voor de vochttoestand zijn met een bodemvochtmodel (Swap) voor de onverzadigde zone berekend. De uitkomsten zijn gevoelig voor de gekozen bodemfysische eigenschappen. Deze eigenschappen zijn via zogenaamde pedotransfer functies uit de granulaire samenstelling afgeleid of aan standaardgronden ontleend. Van de standaardgewaseigenschappen van gras is het wortelprofiel geëvalueerd. In een wortelprofiel dat gebaseerd is op een min of meer realistische situatie bevindt het merendeel van de wortels zich in de bovenste 10-20 cm. Dieper in het profiel neemt het aandeel wortels snel af. Onder droge omstandigheden blijken de diepere wortels effectiever in het opnemen van vocht. Uit de modelberekeningen blijkt dat een aflopend wortelprofiel de vochtthuishouding niet beter beschrijft dan een homogeen wortelprofiel met een diepte van 25 cm.

Er bestaat een relatie tussen enerzijds verschillende maten van vochtindicaties die op grond van de soortensamenstelling van de vegetatie berekend zijn en anderzijds het vochttekort en de tijdsduur van vochtstress in de wortelzone. Als maten voor de

vochtindicatie voldoen het aandeel xerofyten in een vegetatieopname volgens de ecotopenindeling en het gemiddelde vochtgetal dat gebaseerd is op de indicatiegetallen van soorten volgens Ellenberg. In het eerste geval wordt de relatie beter als het bedekkingsaandeel van de soorten in beschouwing wordt genomen. Bij toepassing van Ellenberg's indicatiewaarden geeft het meewegen van de berekening juist een slechter resultaat.

Zowel het aandeel xerofyten volgens het ecotopensysteem als het gemiddelde vochtindicatiegetal volgens Ellenberg correleren redelijk goed met het berekende gemiddelde vochttekort van een meerjarige reeks ( $r^2 = 0.84$  en  $-0.76$ ). Incidentele jaren vertonen soms aanzienlijke verschillen maar natte of droge jaren correleren niet consequent beter of slechter dan het gemiddelde.

Het aandeel xerofyten volgens het ecotopensysteem en met het gemiddelde vochtindicatiegetal volgens Ellenberg correleren het beste met het aantal dagen waarin een kritieke drukhoogte in het midden van de wortelzone wordt overschreden. Als drukhoogte blijkt  $-12000$  cm het beste te voldoen ( $r^2 = 0.92$  en  $-0.87$ ). Hogere drukhoogtes hebben voor xerofyten een minder duidelijke fysische betekenis. Het verwelkingspunt ( $-16000$  cm) is mogelijk wel een relevantere maat, maar in het extreme bereik zijn de berekeningen minder nauwkeurig. De verificatie van de relaties met gegevens van eerder onderzochte plekken laat een verslechtering van de correlatie zien. Dat is vermoedelijk te wijten is aan het feit dat bij gebrek aan meetgegevens voor het bepalen van de bodemfysische eigenschappen van de aanvullende meetpunten is uitgegaan van de bodemfysische eigenschappen van standaardgronden uit de Staringreeks.

Resumerend lijkt de duur van een kritieke vochtstress van  $-12000$  cm in het midden van de wortelzone een geschikte maat om de vochttoestand onder droge omstandigheden te kwantificeren en te relateren aan het bedekkingsaandeel xerofyten en het gemiddelde vochtgetal volgens Ellenberg. Daarbij ligt de grens tussen 'vochtige', door mesofyten gedomineerde standplaatsen en 'droge', door xerofyten gedomineerde standplaatsen te liggen bij 32 dagen met een drukhoogte van minder dan  $-12000$  cm.



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

De samenstelling van de vegetatie hangt samen met de vochttoestand van de standplaats. Deze relatie kan worden gebruikt om veranderingen in de waterhuishouding te vertalen naar veranderingen in de vegetatie. En omgekeerd geven ontwikkelingen in de vegetatie informatie over veranderingen in de vochttoestand.

De planten kunnen wat betreft de vochttoestand worden ingedeeld in *xerofyten*, *mesofyten* en *hygrofyten*. Xerofyten zijn aangepast aan droge omstandigheden waar vochttekorten kunnen optreden. Hygrofyten zijn soorten die aangepast zijn aan natte en periodiek anaërobe omstandigheden en mesofyten kunnen noch onder zeer droge noch onder zeer natte omstandigheden groeien. Naast een dergelijke indeling van plantensoorten in groepen zijn er ook methoden waarin de vochtindicatie van soorten in een ordinale schaal wordt weergegeven. Zo hanteert Ellenberg (1979) een schaal die loopt van 1 (extreme droogteminners) tot 12 (ondergedoken waterplanten).

Voor het al dan niet voorkomen van hygrofyten lijkt vooral de voorjaars-grondwaterstand een belangrijke factor. Runhaar et al. (1997) geven een gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand van 25 cm als grens tussen door hygrofyten en mesofyten gedomineerde standplaatsen. Deze grens lijkt redelijk overeen te komen met de bevindingen van andere onderzoekers. Minder duidelijkheid bestaat er over de vraag wat de bepalende factor is voor het al dan niet voorkomen van xerofyten. Door Gremmen (1987) wordt het vochttekort in een 10 % droog jaar gebruikt om het onderscheid tussen door mesofyten en xerofyten gedomineerde standplaatsen te bepalen. Verburg (1995) geeft echter aan dat het gemiddelde vochttekort een betere discriminerende factor is.

Het blijkt echter dat bij vergelijkbare drukhoogtes in verschillende grondsoorten de vochtindicaties van meer natuurlijke vegetaties sterk uiteen kunnen lopen (Verburg, 1995; Knol, 1998). Zo komen op kleigronden met gemiddelde vochttekorten van meer dan 10 mm/jaar voornamelijk mesofyten voor, terwijl op zandgronden met een vergelijkbaar vochttekort xerofyten domineren. De Jong (1997) veronderstelt dat de relatief grote vochttekorten die hij voor de kleigronden berekende, samenhangen met de worteldichtheid en secundaire effecten als zuurstoftekorten. Ook veronderstelt hij dat de drukhoogte waarbij droogtestress begint te ontstaan in klei hoger ligt dan in zand. De stress kan bij het bereiken van lage drukhoogtes ook tot het afsterven van vooral hygrofyten en mesofyten leiden en zou daarmee als maat voor de vochttoestand onder droge omstandigheden kunnen dienen.

## **1.2 Doel van het onderzoek**

In ecohydrologische modellen is een goede relatie tussen de vochttoestand en de vegetatie onontbeerlijk om veranderingen in de waterhuishouding te kunnen vertalen naar veranderingen in de vegetatie. Aan de droge kant van het traject nat-droog ontbreekt echter nog een relevante maat die de relatie goed beschrijft. Het doel van het onderzoek is om met behulp van veldgegevens en het hydrologische model SWAP een bodemfysische maat te vinden waarmee het voorkomen van mesofyten en xerofyten kan worden verklaard en voorspeld.

## **1.3 Opzet van het onderzoek**

Runhaar (1989) heeft van 202 locaties de vochtindicaties van de vegetatie gerelateerd aan de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand. Van deze locaties zijn er door de Jong (1997) 5 en door Verburg (1995) en Knol (1998) 39 opnamen geselecteerd waarvoor zij vochttekorten met het model SWAP en de vochtklassen van de vegetatie berekend hebben. De meetlocaties waren niet grondwateronafhankelijk, wat een complicatie voor de beschrijving van de onderrand van het model SWAP inhoudt. Op grond van deze ervaringen is dit onderzoek specifiek gericht op vochtige en droge, grondwater-onafhankelijke standplaatsen. Het onderzoek richt zich op praktijksituaties en wordt uitgevoerd voor locaties met uiteenlopende grondsoorten en een diepe grondwaterstand. Gezocht is naar gebieden met een soortenrijke grasvegetatie zodat verschillen in soortenrijkdom niet al te zeer van invloed zijn op het gemeten aandeel vochtindicerende soorten.

Op de meetlocaties zijn vegetatie-opnamen gemaakt en zijn bodemmonsters verzameld voor het bepalen van de granulaire samenstelling, de beworteling en de hoeveelheid bodemvocht. Deze gegevens worden gebruikt voor de verfijning van de invoer van het hydrologische model SWAP. Vervolgens worden verschillende variabelen voor de vochttoestand op de meetlocaties en voor verschillende perioden berekend.

Tot slot worden de vochtindicaties van de vegetatie en de met SWAP berekende vochttoestanden van bodem aan elkaar gerelateerd. De maten die de beste correlaties opleveren zijn daarna getoetst aan een selectie van de 202 locaties van Runhaar (1989).

## **1.4 Opbouw van het verslag**

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving van de geselecteerde standplaatsen gegeven. Er wordt ingegaan op de vegetatie, de bodem en de vochttoestand. Van de vegetatie wordt onder andere op verschillende manieren de vochtindicatie berekend. In hoofdstuk 3 worden de maten voor de vochtindicaties gecorreleerd aan de berekende maten voor de vochttoestand onder droge omstandigheden. De relatie die voor de

onderzochte standplaatsen het voorkomen van xerofyten het beste verklaart is vervolgens getoetst aan meetgegevens van andere locaties.



## 2 Werkwijze

### 2.1 Beschrijving van de meetlocaties

In de zomer van 1998 zijn in 11 gebieden op in totaal 17 locaties vegetatie-opnamen gemaakt. De opnamen zijn op het voorkomen van een grasvegetatie, een diepe grondwaterstand en uiteenlopende grondsoorten geselecteerd. In fig. 1 zijn de gebieden aangegeven waar de opnamen gemaakt zijn en in tabel 1 wordt een korte omschrijving van de meetlocaties gegeven. De vegetatie-opnames, die zijn gemaakt volgens de methode van Braun-Blanquet (1921), zijn in bijlage 1 opgenomen.



Fig. 1 Ligging van de onderzoekslocaties

Tabel 1 Korte omschrijving van de opnamelocaties. Voor uitgebreidere beschrijving zie bijlage 1

nr	locatie	bodem	Omschrijving
1	Wolfswaard, Wageningen	grof zand	door konijnen kortgegrasde vegetatie op opgebracht zand in uiterwaard, met veel Haakmos en droogteminnende pioniers als Zandhoornbloem, Ruw vergeet-mij-nietje en Reigersbek.
2	“	klei	door konijnen begraasde vegetatie op opgebrachte klei in uiterwaard, met veel Kamgras, Engels raaigras, Goudhaver en Rolklaver, en verder met onder meer Margriet, Madeliefje en Knolboterbloem.
3	Bloemendijk Nisse	klei	hoogopgaande vegetatie van Rietzwenkgras met daartussen Kamgras en Ruw beemdgras, met onder meer Gewone bermzegge, Wollige distel, Glad parelzaad en Viltig kruiskruid.
4	Leemkuil Markelo	leem	heischraal grasland gedomineerd door Rood zwenkgras, met daarin soorten als Struikheide, Stelkembrem, Liggende vleugeltjesbloem, Stijve ogentroost, Weidehavikskruid en Margriet.
5	“	zand	grazige vegetatie van Rood zwenkgras, Hopklaver en Muizeoortje op bodem van leemkuil, met veel klaversoorten (Hazepootje, Witte, Kleine en Liggende klaver) en met Maanvaren.
6	Havelterberg	keileem	door schapen kortgegrasde heischraal grasland naast drinkpoel, met veel Knollathyrus, Gewoon struisgras, Reukgras, Pijpestrootje, Tormentil en Braam, en verder met soorten als Grasklokje, Liggend walstro, Pilzegge, Trekrus, Fraai hertshooi, Guldenroede, Mannetjesereprijs, Hondsviooltje en Gevlekte orchis.
7	Koekoekswaard, Tienhoven	zand	door konijnen kortgegrasde vegetatie op hoogste, nooit overstromde deel van oeverwal, met veel Voorjaarsganzerik, Rood zwenkgras en Haakmos, verder met veel droogteminnende pioniers als Zandzegge, Zandhoornbloem, Handjesgras, Reigersbek, Vetmuur, Zandmuur en Echt walstro.
8	“	(lemig) zand	stroomdalgrasland op hoge oeverwal, met veel Glanshaver en Veldsalie, en verder met onder meer Trilgras, Fakkelfras, Handjesgras, Goudhaver, Kruisdistel, Sikkellklaver, Echt walstro, Walstrobremraap, Ruige weegbree, Knolboterbloem, Kleine ratelaar en Brede ereprijs
9	Bijleveld, Harmelen	klei	hoogopgaande vegetatie op dijkje door afgeticheld terrein, met veel Smalle weegbree, Grote weegbree, Kruijpende boterbloem, Hoog struisgras, Rode klaver en Gestreepte witbol, en verder met onder meer Peen, Groot streepzaad en Knoopkruid.
10	Millingerwaard, Kekerdom	zand	open vegetatie op hoogste deel van zandige, regelmatig overstromde oeverwal, met veel Kweek, Zeepkruid en Vetmuur, en verder met soorten als Zwarte toorts, Kruisdistel, Knikkende distel, Grote teunisbloem, Geoorde zuring en Bezemkruiskruid.
11	“	zand	gesloten door koeien en paarden kortgegrasde vegetatie op kommetje in oeverwal, met veel Rood zwenkgras, en verder met soorten als Gewoon struisgras, Akkerhoornbloem, Kleine en Zachte ooievaarsbek, Vetmuur, Zacht vetkruid, Heksenmelk en Breukkruid.
12	“	klei	bovenkant dijk tussen twee afgegraven terreinen, met veel Engels raaigras, Ruw beemdgras en Witte klaver
13	Kievitsdel, Doorwerth	grof zand	voormalig gazon behorende bij hotel, begraasd door konijnen, met veel Gewone veldbies, Rood zwenkgras, Gewoon struisgras en Groot laddermos, en verder onder meer Gewone bermzegge, Reigersbek, St-Janskruid, Jacobskruiskruid, Schapezuring en Vogelpootje.
14	Oprit A50, Renkum	grof zand	soortenarme korte vegetatie op grof zand in klaverblad tussen A50 en oprit, gedomineerd door Fijn schapegras, en verder met onder meer Zandblauwtje, Schapezuring en Vogelpootje
15	“	grof zand	grazige vegetatie in berm van de oprit naar de A50, gedomineerd door Gewoon struisgras, Gewoon biggekruid en Schapezuring, met Zandblauwtje, Paashaver, Vroege haver en akkeronkruiden als Slofhak, Korenbloem en Akkerviooltje
16	Grote Bos, Slenaken	löss op krijt	wisselweide op iets vlakker deel helling van het Gulpdal, met veel Kamgras, Engels raaigras, Ruw beemdgras, Margriet, Ruige leeuwetand, Witte klaver en Knoopkruid
17	Oost Pesaken, Euverem	löss op krijt	weiland aan bovenzijde helling, met veel Kamgras, Engels raaigras, Bijenkorfje, Scherpe boterbloem, Madeliefje, Witte klaver en Rood zwenkgras

Met 43 soorten was opname 10, op een oeverwal in de Millingerwaard, het soortenrijkst (bijlage 1). Een opname op grof zand (14) was met 14 soorten het minst soortenrijk. Het aantal soorten van de andere opnamen op grof zand (1, 13, 15) varieerde van 23 tot 28.

Bij iedere vegetatie-opname is de profielopbouw beschreven (bijlage 1). Verder zijn van de belangrijkste bodemlagen monsters genomen. Meestal betrof dit de boven- en de ondergrond, maar bij homogene profielen en dicht bij elkaar gelegen opnamen is soms één laag bemonsterd. Van de bodemmonsters zijn de percentages organische stof en oplosbare kalk gemeten en is de textuur bepaald. Dit laatste is gedaan door meting van 5 granulaire fracties. De resultaten staan in bijlage 2. In deze bijlage zijn eveneens de percentages organische stof gegeven die als gloeiverlies van verschillende bodemlagen zijn bepaald. De locaties 1, 7, 13, 14 en 15 bestaan uit grof zand, waarbij de laatste 3 locaties ook grind bevatten. Bij locatie 1 is het percentage organische stof in de bovengrond opvallend laag. Min of meer kleiig zijn de locaties 2, 9 en 12. De locaties 16 en 17 (löss op krijt) zijn sterk afwijkend. In situ bevat de grond meer dan 40 % kalk, maar voor de textuurbepaling is uitgegaan van bodemmonsters waaruit kalk (en organische stof) is verwijderd. In de andere monsters bedraagt het percentage kalk meestal minder dan 1 %. Locaties op zware klei en op veen ontbreken. Zware kleigronden die grondwateronafhankelijk zijn zullen zelden voorkomen en per definitie zijn niet veraaarde veengronden niet grondwateronafhankelijk.

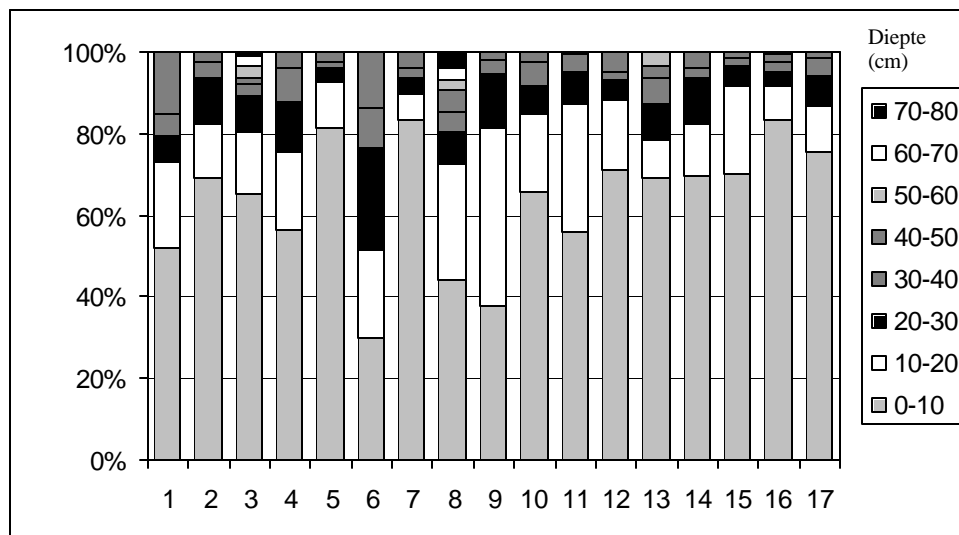


Fig. 2 Procentuele verdeling van de wortels op de bemonsterde plekken (voor locaties zie fig. 1)

De diepte en de verdeling van de plantenwortels zijn van belang voor de onttrekking van bodemvocht onder droge omstandigheden. Om het zogenaamde wortelprofiel te kunnen bepalen zijn per 10 cm diepte bodemmonsters met een bekend volume genomen. Ieder monster is uitgespoeld waarna de wortelmasa is verdeeld over een ruitennet. Uit het aantal snijpunten tussen wortels en ruitennet is de totale lengte van de wortels worden berekend (Koorevaar, 1992). Op de meeste plekken is tot een

diepte van 50 cm bemonsterd, maar op de plekken waar op die diepte nog zichtbare wortels aanwezig waren, zijn monsters tot 70 of 80 cm diepte genomen. De resultaten staan in fig. 2. Er is geen relatie tussen textuur en worteldiepte. Het merendeel van de wortels komt voor in de bovenste 10 cm. Bij de plekken 16 (löss op krijt), 5 (zand), 7 (zand) en 17 (löss op krijt) is het aandeel groter dan 75 %. Alleen bij de plekken 6 (keileem), 9 (klei) en 8 (fijn zand) komt minder dan de helft van de wortels in de bovenste 10 cm voor.

## 2.2 Vochtindicatie van de vegetatie

### 2.2.1 Algemeen

De vochtindicatie van een vegetatie kan op verschillende manieren uit indicatiegetallen van afzonderlijke soorten worden berekend. Hier wordt gebruik gemaakt van 2 gangbare systemen; vochtklassen die gebaseerd zijn op het ecotopensysteem (Stevens et al., 1987) en de indicatiegetallen voor vocht volgens Ellenberg (1979). De indeling door Londo (1975) in freatofyten en afreatofyten is voor dit onderzoek minder bruikbaar omdat daarmee een relatie met de grondwaterstand wordt gelegd en slechts indirect met de vochtvoorziening.

In het ecotopensysteem worden ecotopen beschouwd al 'ruimtelijke eenheden die homogeen zijn ten aanzien van vegetatiestructuur, successiestadium en de voornaamste abiotische factoren die voor de plantengroei van belang zijn'. Op basis van de vegetatiestructuur en abiotische standplaatscondities worden ruim 100 ecotopen onderscheiden. Voor de vochttoestand worden de klassen aquatisch, nat, vochtig en droog onderscheiden. Per ecotooptype wordt in de vorm van ecologische soortengroepen aangegeven welke soorten voor het type kenmerkend zijn (Runhaar et al., 1987). Het komt geregeld voor dat een soort bij meerdere ecotopen is ingedeeld die verschillende vochtklassen kunnen hebben. In een dergelijk geval heeft de betreffende soort een brede ecologische amplitudo. Op grond van de indeling in ecologische groepen kunnen soorten in 5 vochtklassen worden ingedeeld (tabel 2).

*Tabel 2 Vochtgroepen en vochttoestand van plantensoorten afgeleid uit de indeling in ecologische soortengroepen (Runhaar et al., 1987)*

Vochtgroep	Vochttoestand
1	soorten van natte standplaatsen (hygrofyten)
2	soorten van natte tot vochtige standplaatsen (facultatieve hygrofyten)
3	soorten van vochtige standplaatsen (mesofyten)
4	soorten van vochtige tot droge standplaatsen (facultatieve xerofyten)
5	soorten van droge standplaatsen (xerofyten)
0	soorten van natte tot droge standplaatsen (indifferente soorten)

Ellenberg heeft aan vrijwel elke plantensoort een vochtgetal toegekend, variërend van 1 voor extreme xerofyten tot 12 voor onderwaterplanten. Het vochtgetal geeft de rangorde in de range droog-nat aan. In de praktijk wordt het indicatiegetal vaak als continue grootheid gebruikt waarmee op eenvoudige wijze berekeningen kunnen worden uitgevoerd (tabel 3).



Tabel 3 Indeling in vochtgetallen volgens Ellenberg (1979)

Vochtgetal	Vochttoestand
1	Starktrockniszeiger, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig und auf trockene Böden beschränkt
2	zwischen 1 und 3 stehend
3	Trockniszeiger, auf trockenen Böden häufiger voorkomend als auf frischen; auf frischen Böden fählend
4	zwischen 3 und 5 stehend
5	Frischezeiger, schergewicht auf mittelfeuchten Böden, auf nassen sowie auf ofters austrocknenden Böden fehlend
6	zwischen 5 and 7 stehend
7	Feugtezeiger, schergewicht auf durchgefeuchteten, aber nicht nassen Böden
8	zwischen 7 and 9 stehend
9	Nassezeiger, schergewicht auf oft duchnäßten (luftarmen) Böden
10	Wechselwasserzeiger, Wasserpflanze, die längere Zeiten ohne Wasserbedeckung erträge
11	Wasserpflanze, die unter Wasser wurzelt, aber zumindest zeitweilig über dessen Oberfläche aufragt, oder Schwimmpflanze, die an der Wasseroberfläche flottiert
12	Unterwasserpflanze, ständig oder fast dauernd untergetaucht

## 2.2.2 Methode

Op grond van de presentie en bedekking zijn vochtindicaties berekend met behulp van de vochtgroepen die in het ecotopensysteem onderscheiden kunnen worden en de indicatiegetallen voor vocht volgens Ellenberg.

Van iedere opname is het aandeel xerofyten volgens het ecotopensysteem berekend:

$$P_{droog} = 100 \cdot \frac{E_5}{E_{1,2,3,5}} \quad (1)$$

Met:

$P_{droog}$  = percentage xerofyten

$E_5$  = aantal soorten in de opname die in vochtgroep 5 vallen

$E_{1,2,3,5}$  = aantal soorten in de vochtgroepen 1, 2, 3, 5

Soorten die niet in een vochtgroep zijn ingedeeld en soorten uit groep 4 (facultatieve xerofyten) zijn niet in beschouwing genomen omdat ze in het traject vochtig-droog niet indicatief zijn voor de vochttoestand van de bodem.

Bij de indicatiegetallen voor vocht volgens Ellenberg wordt uit de vochtgetallen van de afzonderlijke soorten uit een opname het rekenkundig gemiddelde vochtgetal als volgt berekend:

$$F_{\text{gem}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad (2)$$

Met:

$F_{\text{gem}}$  = gemiddeld vochtgetal

$N$  = aantal soorten in de opname met een vochtgetal

$F_i$  = vochtgetal van soort  $i$

Het aandeel xerofyten en het gemiddelde vochtgetal zijn berekend op basis van zowel presentie als bedekking. In het laatste geval is de relatieve bedekking als weegfactor gebruikt. De codes voor de bedekking volgens Braun-Blanquet zijn hertoe omgezet naar bedekkingspercentages (tabel 4).

*Tabel 4 Omrekening van bedekkingscode volgens Braun-Banquet naar procentuele bedekking*

Code	Bedekkingspercentage	Code	Bedekkingspercentage
r	0.1	2b	18
+	1	3	38
l	3	4	68
2m	4	5	88
2a	8		

### **2.2.3 Aandeel xerofyten en Ellenbergvochtgetal**

De berekende vochtindicaties van de opnamen staan in tabel 5. In vrijwel alle opnamen ontbreken obligate hygroyten (vochtgroep 1) volgens het ecotopen-systeem. Alleen in opname 4 (leem) komt een tweetal hygroyten voor. In 3 opnamen (9, 16 en 17) ontbreken obligate xerofyten (vochtgroep 5). Opname 9 is gemaakt op een kleidijkje en is als enige opname mogelijk niet geheel grondwateronafhankelijk. De opnamen 16 en 17 zijn gemaakt in Zuid-Limburg op plekken met een löss-opkrijt profiel. De opnamen op klei (2, 3 en 12) hebben een klein aantal xerofyten waarvan de bedekking gering is. De opnamen op grof zand (13, 14 en 15) hebben volgens verwachting het grootste aandeel xerofyten. Voor de vochtindicaties volgens Ellenberg liggen de meeste waarden tussen de 3 en de 5. Plek 4, op leem, heeft met een gewogen gemiddelde van 2,5 het laagste vochtgetal.

Tabel 5 Vochtindicatie van de vegetatie-opnamen berekend volgens verschillende methoden

plek	aandeel xerofyten		gem. vochtgetal Ellenberg	
	presentie	bedekking	presentie	bedekking
1	43.6	84.2	4.0	2.7
2	5.8	1.8	4.8	4.8
3	8.8	1.3	4.8	5.5
4	21.4	27.3	5.0	2.5
5	41.7	65.7	4.5	3.1
6	45.1	23.2	4.5	4.3
7	76.1	90.5	3.7	3.7
8	43.9	30.4	4.2	4.1
9	0	0	5.9	6.2
10	50.0	67.6	4.3	4.0
11	53.1	57.1	4.1	3.1
12	8.9	1.8	5.1	5.4
13	60.3	53.6	4.0	3.8
14	86.0	91.3	3.8	3.7
15	86.5	95.0	3.5	3.9
16	0	0	5.1	5.3
17	0	0	4.9	4.8

Tussen de presentie en de bedekking van het aandeel xerofyten kan het verschil aanzienlijk zijn, vooral in opnamen waarin het aantal mesofyten en xerofyten bij benadering gelijk is (fig. 3). In een aantal gevallen is ook het verschil tussen het vochtgetal volgens Ellenberg dat gebaseerd is op presentie van soorten en de vochtgetal waarbij rekening is gehouden met de bedekking van de soorten vrij groot. Het gaat om opnamen op grof zand (opname 1, Wolfswaard) en leem (opname 4, Markelo), waar voor de bedekking gewogen gemiddelde vochtgetal veel lager is dan het op presentie gebaseerde gemiddelde vochtgetal dat gebaseerd is op alleen de presentie van soorten.

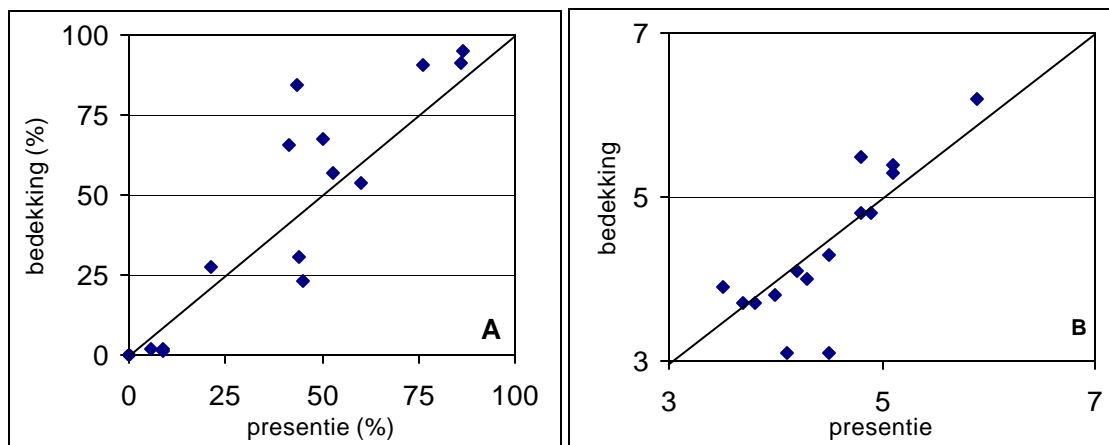


Fig.3 Vergelijking van vochtindicatie gebaseerd op presentie en op bedekking van soorten

- A. Aandeel xerofyten
- B. Vochtgetal volgens Ellenberg

## **2.3 Vochttoestand van de bodem**

### **2.3.1 Algemeen**

De vochttoestand van de bodem is bepalend voor het type natuurlijke vegetatie dat er kan voorkomen. Voor praktische toepassingen is het belangrijk dat een maat voor de vochttoestand eenvoudig gemeten of berekend kan worden. De grondwaterstand is geen geschikte maat omdat het onderzoek zich richt op droge, grondwateronafhankelijke standplaatsen. Het nauwkeurig en langjarig meten van het vochttekort is dermate arbeidsintensief dat het ook als maat afvalt. Door Verburg (1995) en Knol (1998) wordt het met SWAP berekende vochttekort gebruikt als maat om de grens tussen vochtige en droge standplaatsen te beschrijven. SWAP, dat staat voor Soil-Water-Atmosphere-Plant, is een ééndimensionaal waterbalansmodel dat de dynamiek beschrijft van het verticale vochttransport in de onverzadigde zone als gevolg van gradiënten in stijghoogten (Feddes et al., 1978; Belmans et al., 1983; van Dam et al., 1997). Er is gerekend met de eigenschappen van een 'standaard' grasvegetatie. Daarmee wordt een situatie berekend die alleen afhankelijk is van standplaatseigenschappen en niet van de aard van de vegetatie. Op die manier komen de standplaatsverschillen het duidelijkst tot uiting. Als zou worden uitgegaan van de actuele vochthuishouding en actuele vegetatie dan zullen de verschillen tussen de standplaatsen afnemen, omdat de vegetatie aangepast is aan de vochthuishouding. Op droge plaatsen zullen de vochttekorten door lagere bedekking en minder verdamping lager zijn dan de berekende vochttekorten voor een situatie met een standaard grasbegroeiing.

Verburg (1995) werkte met een standaard-grasbedekking van 90 %. De Jong (1996) paste de gewasfactor in de modelinvoer aan en stelde de bedekking op 100%. Daarmee werden grotere vochttekorten berekend wat een betere correlatie met de vochtindicatie volgens het ecotopensysteem opleverde dan volgens de bevindingen van Verburg. Er was echter sprake van een duidelijke discrepantie tussen de resultaten op zand- en kleigronden. Ondanks soms aanzienlijke berekende vochttekorten kwamen op de kleigronden alleen mesofyten voor. Niet duidelijk is of in kleigronden het vochttekort onjuist berekend wordt door verkeerde aannamen in SWAP of dat de planten op een kleigrond anders op droogte reageren.

### **2.3.2 Methode**

Voor de berekening van de vochttoestand wordt versie 2.0 van het model SWAP gebruikt (van Dam et al., 1997). In navolging van Verburg (1995) en Knol (1998) is voor alle meetlocaties uitgegaan van een standaardgrasvegetatie. De modeleigenschappen voor de standaardgrasvegetatie staan beschreven in van Dam et al. (1997). Als onderrand in SWAP is, omdat de geselecteerde locaties grondwateronafhankelijk zijn, voor de optie 'vrije drainage' gekozen. De bovenrand van het model beschrijft de neerslag en verdamping. Aangezien de meetlocaties verspreid over Nederland liggen kunnen de ruimtelijke verschillen in meteorologische omstandigheden wel als variabele standplaatsfactor worden

beschouwd. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd met gegevens over neerslag en verdamping van een bijgelegen KNMI-station of -district. De beschikbare verdamping betreft de referentieverdamping per decade. Deze is omgerekend naar verdamping op dagbasis volgens Makkink (1957) zoals voor het model vereist is. Volstaan zou kunnen worden om de periode voorafgaand aan de metingen door te rekenen, maar niet bekend is vanaf wanneer omstandigheden van invloed zijn geweest op de samenstelling van de vegetatie. Daarom is gekozen om de berekeningen uit te voeren voor de periode 1980-1987. De periode als geheel is representatief voor gemiddelde klimaatsomstandigheden, maar de natte en de droge jaren die erin voorkomen leveren ook informatie over meer extreme situaties.

De vochttoestand hangt nauw samen met de bodemfysische eigenschappen. Deze eigenschappen zijn niet rechtstreeks gemeten. Er is gebruik gemaakt van zogenaamde pedotransfer functies waarmee aan de hand van de granulaire samenstelling de waterretentie- en de doorlatendheidskarakteristiek kan worden berekend (Stolte et al., 1996). Voor afwijkende bodemlagen waarvan geen granulaire samenstelling is bepaald zijn de standaard waterretentie- en vochtkarakteristieken van de Staringreeks (Wösten et al., 1994) gebruikt. Hiervan zijn de karakteristieken voor keileem door het geringe aantal bepalingen en de grote variatie in leempercentage (0-50%) minder betrouwbaar. Voor krijt (locaties 16 en 17) zijn geen standaardkarakteristieken beschikbaar. Hiervoor zijn gegevens van Stolte et al. (1994) gebruikt.

De berekeningen zijn voor 2 wortelprofielen uitgevoerd, een homogeen profiel en een aflopend profiel. Voor het homogene wortelprofiel is een diepte van 25 cm aangehouden. Hierin bevinden zich bij de meeste plekken ongeveer 80 % van de hoeveelheid wortels (fig. 2). Voor het aflopende profiel is een diepte van 40 cm aangehouden, het gemiddelde van de gemeten profielen.

In SWAP hangt de reductie van de evapotranspiratie cq. wateropname door de wortels samen met de drukhoogte in de bodem. In de functie die deze reductie beschrijft, de zogenaamde sink-term, zijn waarden gedefinieerd waartussen onder natte en droge omstandigheden reductie optreedt. Gekozen is om reductie onder natte omstandigheden uit te sluiten en voor droge omstandigheden berekeningen uit te voeren met reducties tussen -320 cm en het fysieke verwelkingspunt van -16000 cm (fig. 4). Voor landbouwkundige toepassingen, waar opbrengst prevaleert boven overleven in stresssituaties, wordt voor het verwelkingspunt meestal een minder lage waarde gebruikt (Wesseling, 1991).

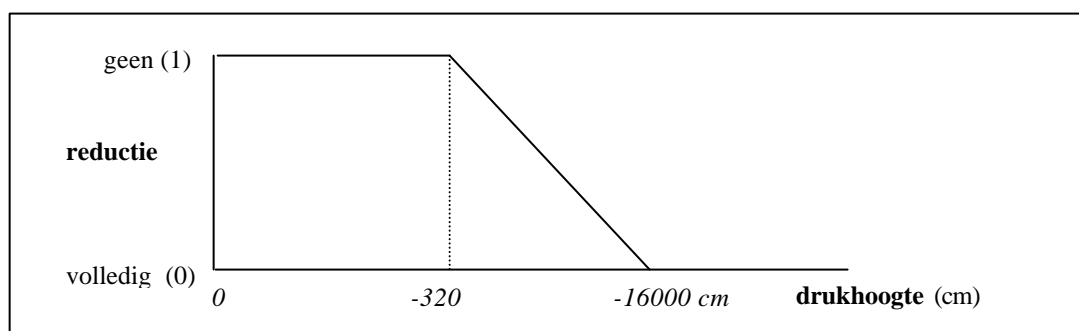


Fig. 4 Reductie van de potentiële transpiratie als functie van de drukhoogte

### 2.3.3 Vochttekort en vochtstress

Voor de locaties zijn de profielopbouw, de bodemfysische eigenschappen en de meteorologische omstandigheden als 'vaste' gegevens ingevoerd in het model SWAP. Voor het wortelprofiel en de reductiefactoren zijn verschillende gegevens gebruikt. In eerste instantie zijn berekeningen uitgevoerd met een homogeen wortelprofiel met een diepte van 25 cm en vervolgens met een lineair aflopend wortelprofiel dat overeenkomt met het gemiddelde van de gemeten profielen. Als maat voor de vochttoestand is het vochttekort berekend en zijn de dagen gesommeerd dat bepaalde drukhoogtes in de wortelzone worden onderschreden. In tabel 6 staan de vochttekorten voor de beide wortelprofielen. Het aantal dagen dat bepaalde drukhoogtes worden onderschreden geldt voor het midden van een homogeen wortelprofiel van 25 cm. De resultaten betreffen gemiddelden voor de periode 1980 t/m 1987.

De vochttekorten van de zandgronden zijn groter dan het gemiddelde vochttekort van de 17 plekken. Van de klei-, leem-, keileem- en löss op krijtgronden zijn de gemiddelde vochttekorten kleiner dan het gemiddelde. Alleen bij plek 3 bij Nisse in Zeeland is dat niet het geval. De bovengrond bestaat daar uit zandige klei en de ondergrond uit lichte klei. Een dieper, maar aflopend wortelprofiel leidt niet tot een systematisch ander vochttekort dan een homogeen wortelprofiel.

Tabel 6 Vochttekort en aantal dagen dat bepaalde drukhoogtes op 12.5 cm diepte in de wortelzone worden onderschreden als gemiddelde over de periode 1980 t/m 1987

Plek	Vochttekort (Mm)		Onderschrijding Drukhoogte (Dagen) midden in wortelprofiel 25 cm				
	wortelprofiel		<-1500	<-3000	<-6000	<-12000	<-16000
	25 cm homogeen	40 cm aflopend					
1	103	104	70.0	63.6	58.3	51.1	26.8
2	49	48	49.9	40.9	32.3	14.6	3.9
3	72	72	78.4	62.5	47.1	24.4	9.3
4	41	43	41.9	34.4	29.3	21.4	0.0
5	74	73	71.6	57.6	47.0	32.3	18.5
6	29	30	26.6	24.5	22.1	18.0	2.3
7	87	87	71.0	64.8	59.5	50.8	0.0
8	64	64	59.8	43.5	37.1	30.6	1.3
9	43	44	44.4	38.9	30.3	12.9	4.3
10	85	84	66.4	55.1	46.4	29.9	19.9
11	72	70	67.8	52.0	42.5	31.5	3.9
12	31	34	41.9	33.0	24.1	4.0	0.0
13	82	89	71.0	57.1	48.3	38.0	6.1
14	87	89	55.0	51.6	47.8	42.8	23.8
15	85	92	77.8	72.1	67.1	57.1	37.0
16	39	41	57.8	41.3	29.8	17.9	1.3
17	24	28	41.0	27.4	19.4	10.9	0.0
<i>gem.</i>	63	64	58.4	48.3	40.5	28.7	9.3

Het aantal dagen dat in tabel 6 op 12.5 cm diepte de hogere drukhoogtes worden onderschreden is relatief groot voor de zandgronden en plek 3 en relatief klein bij de

overige klei-, leem-, keileem- en löss op krijtgronden. Grof zand laat een kleine afname van het aantal dagen tussen <-1500 cm en <-16000 cm zien. De -1600 cm wordt, met uitzondering van een erg nat jaar als 1985, altijd wel meerdere dagen per jaar bereikt. Bij de leem- en keileemgronden is de afname tussen de -1500 cm en -16000 cm beduidend kleiner. De -16000 cm wordt op een aantal van dergelijke plekken ook in droge jaren niet bereikt.

In de periode 1980 t/m 1987 komen natte, droge en meer gemiddelde jaren voor. In natte jaren komt het geregeld voor dat drukhoogtes permanent hoog blijven en vochttekorten uitblijven. Om de verschillen te illustreren zijn in figuur 5 voor een plek op grof zand (1) en op klei (2) de vochttekorten en het aantal dagen dat -6000 cm wordt bereikt uitgezet. Er is gerekend met een aflopend wortelprofiel van 40 cm. Wat opvalt is dat het verschil in vochttekort tussen zand en kleigrond toeneemt in droge jaren, maar dat het verschil in het aantal dagen dat een drukhoogte van -6000 cm wordt onderschreden dan juist klein is. In natte jaren daarentegen is het verschil in vochttekort klein en verschilt juist het aantal dagen met een drukhoogte van minder dan -6000 cm vrij sterk. Dat was met name in 1981 en 1985 het geval. In 1987 was het verschil tussen beide vochtmaten klein.

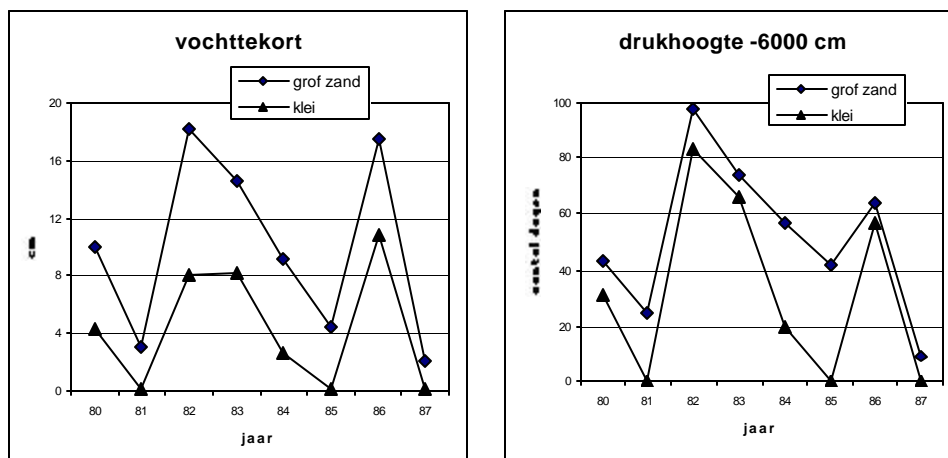


Fig. 5 Vochttekort in cm en het aantal dagen dat een drukhoogte van -6000 m wordt bereikt in de periode 1980-1987 voor een plek met grof zand (1) en klei (2) bij een verwelkingspunt van -16000 cm

Er is ook onderzocht wat het effect is van de diepte waarop het aantal dagen wordt berekend dat een bepaalde drukhoogte wordt bereikt. Er is gerekend met een verwelkingspunt van -16000 cm en een aflopend wortelprofiel van 40 cm. In figuur 6 is voor 10 plekken op de gemiddelde diepte van de geschematiseerde bodemcompartimenten het aantal dagen uitgezet waarop de drukhoogte van -12000 cm wordt onderschreden. Afgebeeld zijn de resultaten van 2 natte ('85 en '87) en 2 droge ('82 of '83 en '86) jaren en het gemiddelde over de periode 1980-1987. Bij de grofzandige plekken (1 en 13) treedt er tot 20 cm diepte een vochtstress op die tot meer dan 75 dagen kan duren. Ook in natte jaren wordt op geringe diepte de -12000 cm altijd nog wel meerdere dagen onderschreden. Bij fijner zand (7 en 11) is het aantal dagen en de maximale diepte iets kleiner. Dicht aan het maaiveld is het aantal dagen waarop de -12000 cm wordt onderschreden meestal kleiner.

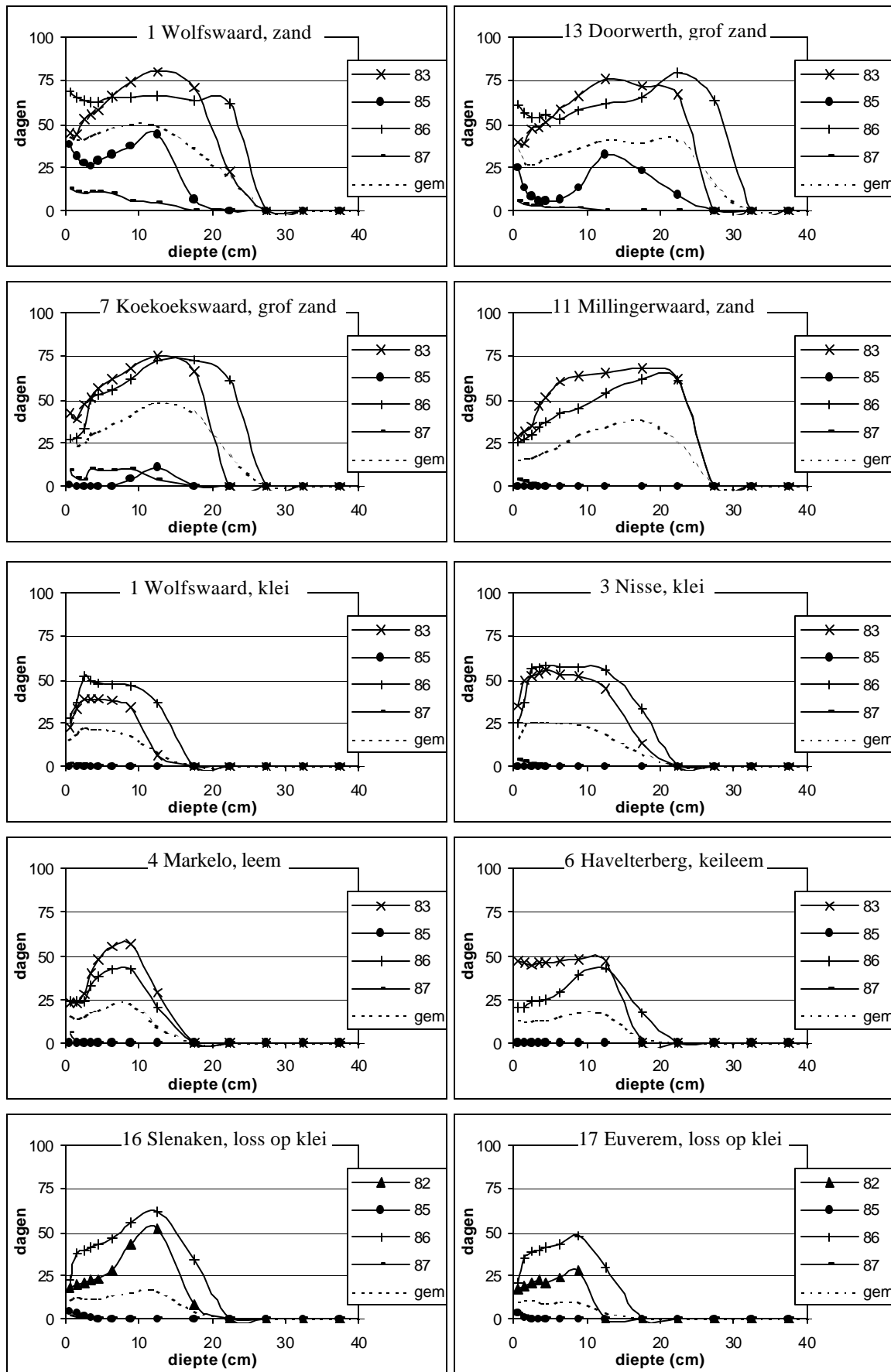


Fig. 6 Aantal dagen dat de drukhoogte  $-12000$  cm in de wortelzone op verschillende meetdiepten (X-as) wordt onderschreden in 2 natte ('82 of '83 en '86) en 2 droge ('85 en '87) jaren en gemiddeld in de periode 1980-1987



Waarschijnlijk worden buien in droge perioden al voor een belangrijk deel ondiep in het profiel door plantenwortels opgenomen. In kleigronden (2 en 3) wordt de – 12000 cm in natte jaren niet onderschreden en in droge jaren is het aantal dagen waarin dat wel gebeurt aanzienlijk kleiner. Ook is de overgang naar de diepte waarop deze drukhoogte niet meer wordt bereikt geleidelijker dan bij de zandgronden. Lemig fijn zand (4), keileem (6) en löss op krijt (16 en 17) vertonen meer gelijkenis meer kleigronden dan met zandgronden. Voor de plekken 16 en 17, die in Zuid Limburg liggen, is 1982 in plaats van 1983 als droog jaar afgebeeld. Ondanks de betrekkelijk geringe verschillen in neerslag en referentie-verdamping was de verdeling ervan in Zuid Limburg zodanig dat er in 1983 nauwelijks vochttekorten zijn opgetreden.



### **3 Relatie vochtindicatie- vegetatie**

In hoofdstuk 2.2 zijn gangbare methoden gebruikt om de vochtindicatie van de vegetatie te bepalen en in hoofdstuk 2.3 is de vochttoestand op deze locaties met standaard-gewaseigenschappen berekend. In dit hoofdstuk zal worden onderzocht wat de relatie tussen deze grootheden is. Gezocht wordt naar een berekening van de vochttoestand die de verschillen in verdeling van mesofyten en xerofyten het beste verklaart.

De relaties tussen vochtindicaties en vochttoestand worden aan de hand van de correlatie volgens Pearson en de rangcorrelatie volgens Spearman berekend. De Pearson-correlatie is een eenvoudige maat voor het lineaire verband tussen beide grootheden. De rangcorrelatie geeft aan of er sprake is van een consequent dalende of stijgende trend en is bruikbaar in situaties waarin de aard van de relatie op voorhand onbekend is.

Aan de hand van de berekende correlaties en rangcorrelaties worden enkele perspectiefvolle maten voor de vochtindicatie van de vegetatie geselecteerd waarmee het onderzoek en naar een geschikte maat voor de vochttoestand van de bodem wordt voortgezet. Tevens wordt gekeken welke onttrekkingsfunctie het beste voldoet; een homogeen of een aflopend wortelprofiel.

#### **3.1 Resultaten**

Als maten voor de vochtindicatie van de vegetatie-opnamen zijn de waarden uit tabel 5 gebruikt. Voor de vochttoestand zijn de gemiddelde waarden voor het vochttekort en de vochtstress uit tabel 6 gebruikt en tevens de waarden voor 1982, het droogste jaar uit deze periode, ervan uitgaande dat een erg droge situatie bepalend kan zijn voor het al dan niet overleven van hygroyten en mesofyten. Voor de vochtstress is als diepte waarvoor het aantal dagen dat bepaalde drukhoogtes worden onderschreden 12.5 cm aangehouden. Dat is het midden van het homogene wortelprofiel waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd. Bovendien is het aantal dagen dat een drukhoogte wordt onderschreden voor die diepte het grootst (fig. 6).

De verschillen tussen de correlaties en rangcorrelaties van de verbanden tussen de verschillende maten voor de vochtindicatie en de vochttoestand zijn over het algemeen klein. Dat kan een aanwijzing zijn voor relaties die min of meer lineair zijn. Verder valt op dat een droog jaar niet consequent hoger of lager scoort dan het gemiddelde vochttekort over de periode 1980-1987. Voor alle maten van vochtindicaties worden de hoogste (rang-)correlaties bij de vochtstress gevonden, en wel als gemiddelde van het aantal dagen dat  $-12000$  cm in de periode 1980-1987 wordt onderschreden. Een nog lagere drukhoogte laat weer een slechter verband zien.

Van de maten voor de vochtindicatie scoort het bedekkingsaandeel xerofyten met een correlatie van 0.92 het hoogst met het aantal dagen dat  $-12000$  cm wordt onderschreden (tabelelement F2), gevolgd door de rangcorrelatie van  $-0.91$  van het op presentie van soorten gebaseerde vochtgetal volgens Ellenberg (F7). Meetpunt 9 vormt bij de Ellenbergvochtindicatie een uitbijter. Eerder is aangegeven dat deze plek mogelijk niet grondwateronafhankelijk is. Als dit punt niet wordt meegerekend is de correlatie met  $-0.92$  beter dan de rangcorrelatie en even goed als het bedekkingsaandeel xerofyten.

Tabel 8 Coëfficiënten voor de correlatie en de rangcorrelatie van relaties tussen de vochtindicaties van vegetatie-opnames enerzijds en het vochttekort en de vochtstress als dagen onderschrijding van bepaalde drukhoogtes op 12.5 cm diepte anderzijds. Cursief zijn de rijen en kolommen van deze tabel gecodeerd (met resp. letters en cijfers)

		Correlatie (Pearson)				Rangcorrelatie (Spearman)			
		aandeel xerofyten		gem. vochtgetal Ellenberg		aandeel xerofyten		gem. vochtgetal Ellenberg	
		pres.	bedek.	pres.	bedek.	pres.	bedek.	pres.	bedek.
		gemiddelde 1980 –1987							
		1	2	3	4	5	6	7	8
vochttekort 25 cm homogeen	<i>A</i>	0.73	0.84	-0.76	-0.52	0.72	0.86	-0.83	-0.57
vochttekort 40 cm aflopend	<i>B</i>	0.75	0.85	-0.78	-0.52	0.70	0.83	-0.81	-0.53
<-1500	<i>C</i>	0.46	0.57	-0.57	-0.29	0.43	0.52	-0.57	-0.27
<-3000	<i>D</i>	0.61	0.73	-0.66	-0.35	0.55	0.69	-0.71	-0.40
<-6000	<i>E</i>	0.74	0.84	-0.76	-0.45	0.68	0.78	-0.81	-0.44
<-12000	<i>F</i>	<b>0.86</b>	<b>0.92</b>	<b>-0.87</b>	<b>-0.61</b>	<b>0.81</b>	<b>0.90</b>	<b>-0.91</b>	<b>-0.70</b>
<-16000	<i>G</i>	0.57	0.70	-0.55	-0.34	0.41	0.54	-0.48	-0.20
droog jaar (1982)									
vochttekort 25 cm homogeen	<i>H</i>	0.74	0.83	-0.73	-0.55	0.69	0.80	-0.80	-0.58
vochttekort 40 cm aflopend	<i>I</i>	0.77	0.86	-0.75	-0.56	0.73	0.84	-0.81	-0.64
<-1500	<i>J</i>	0.14	0.22	-0.25	0.04	0.19	0.19	-0.38	0.11
<-3000	<i>K</i>	0.18	0.45	-0.29	0.07	0.24	0.28	-0.44	0.07
<-6000	<i>L</i>	0.53	0.60	-0.60	-0.21	0.48	0.57	-0.71	-0.23
<-12000	<i>M</i>	0.83	0.88	-0.84	-0.57	0.72	0.84	-0.84	-0.64
<-16000	<i>N</i>	0.58	0.72	-0.56	-0.40	0.52	0.64	-0.57	-0.29

Of twee correlatiecoëfficiënten  $r_1$  en  $r_2$  uit populaties ter grootte van  $n_1$  en  $n_2$  significant van elkaar verschillen, kan volgens Sachs (1982, p. 430) onderzocht worden aan de hand van toetsinggrootte  $z$  volgens<sup>1</sup>:

$$\hat{z} = \frac{\left| \frac{1}{2} \ln \frac{1+r_1}{1-r_1} - \frac{1}{2} \ln \frac{1+r_2}{1-r_2} \right|}{\sqrt{\frac{1}{n_1-3} + \frac{1}{n_2-3}}} \quad (0.1)$$

<sup>1</sup> Met een steekproefgrootte van 17 voldoen wij net niet aan de eis die Sachs aan deze toets verbindt, te weten dat  $n > 20$ . Het gevolg hiervan is dat we de significantie iets te hoog inschatten ( $\hat{z}$  te hoog en  $p$  te laag berekenen).

Met  $n_1=n_2=17$  kan dit herschreven worden tot:

$$\hat{z} = 1.32 \ln \left| \frac{(1+r_1)(1-r_2)}{(1-r_1)(1+r_2)} \right| \quad (0.2)$$

Wanneer  $\hat{z}$  groter is dan 1.65 is het verschil significant op het 10%-niveau, terwijl  $\hat{z} > 1.96$  correspondeert met  $p < 0,05$  (Sachs, 1992; tabel 27).

Op deze wijze kunnen we vaststellen dat de verschillen tussen de op presentie en de op bedekking gebaseerde waarden in tabel 8 statistisch geen van alle significant zijn, op één uitzondering na: van de vet gedrukte rij is de op Ellenberg gebaseerde rangcorrelatie significant iets hoger wanneer deze op presentie is gebaseerd i.p.v. op bedekking ( $\hat{z} = 1.74$  en  $p < 0.10$  voor het elementenpaar F7-F8 met de waarden -0.91 - -0.70).

Verschillen tussen 'aandeel xerofyten' (ecotopensysteem) en 'gemiddelde indicatie' (Ellenberg) zijn voor 7 van de 32 paren significant, waarbij 'aandeel xerofyten' telkens hoger scoort. Zes van de 7 paren hebben betrekking op de via de bedekking berekende Pearson-correlatie (paren A2-A4, B2-B4, E2-E4, I2-I4 en M2-M4 met  $p < 0.10$  en paar F2-F4 met  $p < 0.95$ ); één paar is gebaseerd op de rangcorrelatie (A6-A8 met  $p < 0.10$ ).

De correlaties gebaseerd op het aantal dagen met een drukhoogte lager dan -12000 cm (rij F en M) zijn weliswaar alle hoger dan die gebaseerd op het berekende vochttekort (rijen A, B en H, I), maar de verschillen zijn in geen van de gevallen significant. Op basis van deze resultaten kan dus niet geconcludeerd worden dat een van beide maten ('aantal dagen' of 'vochttekort') beter geschikt is om de vochttoestand van de bodem te berekenen.

Wegens de hoge correlaties worden als maten voor de vochtindicatie in het vervolg van dit rapport het bedekkingsaandeel xerofyten en het op presentie van soorten gebaseerde vochtgetal volgens Ellenberg gekozen, waarbij wordt uitgegaan van lineaire relaties met het aantal dagen waarop de drukhoogte kleiner is dan -12000 cm (fig. 7).

De punten in figuur 7 kunnen qua aantal dagen met  $h_p < -12000$  cm in 3 groepen bodemtypen worden onderscheiden: klei, (kei-)leem en löss op krijt met 0 - 25 dagen, (fijn) zand met 25 - 35 dagen en grof zand met 35 - 60 dagen. Het onderscheid tussen 'vochtige', door mesofyten gedomineerde standplaatsen en 'droge', door xerofyten gedomineerde standplaatsen ligt bij 50 % xerofyten, wat volgens de relatie uit figuur 7 overeenkomt met een vochtstress waarin gedurende 32 dagen een drukhoogte van -12000 cm wordt onderschreden. Op basis van presentie zou de correlatie weliswaar slechter zijn, 0.86 in plaats van 0.92, maar met 34 dagen zou het vrijwel eenzelfde onderscheid tussen door mesofyten en door xerofyten standplaatsen opleveren.

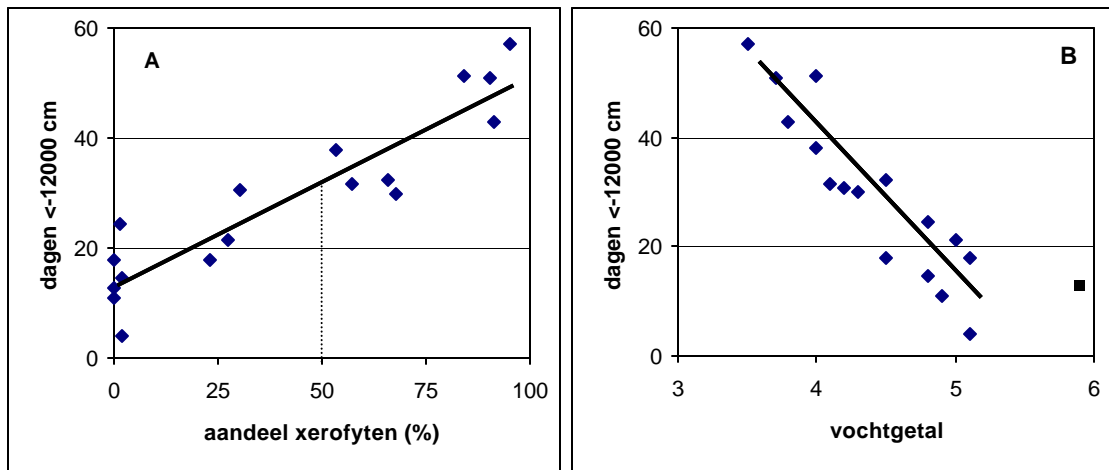


Fig. 7 Verband tussen het bedekkingsaandeel xerofyten en het op presentie van soorten gebaseerde vochtgetal volgens Ellenberg en het aantal dagen dat een drukhoogte van  $-12000$  cm op  $12.5$  cm diepte in de periode 1980-1987 wordt onderschreden.

Om de relaties uit fig.7 te vergelijken met andere gegevens zijn uit de opnamen van Runhaar (1989) locaties geselecteerd die naar verwachting grondwateronafhankelijk zijn. De gehanteerde criteria daarvoor zijn een grondwaterstand dieper dan  $1$  m beneden maaiveld tijdens de opname en een drainagebasis dieper dan  $2$  m. In Drenthe, Overijssel en de Gelderse Achterhoek voldeden  $8$  opnames aan deze eisen. Verder heeft de Jong (1997) geschikte opnames gemaakt van grasvegetaties bij Huissen en op de zuidrand van de Veluwe bij Heveadorp. Bij Huissen betreft het opnamen op een dijk die uit matig zware klei bestaat en een berm met een laagje klei op grof zand en bij Heveadorp een opname op grof zand. Voor de in totaal  $11$  opnames is op identieke wijze als in voorgaande hoofdstukken is gedaan het bedekkingsaandeel xerofyten, het gemiddelde vochtgetal volgens Ellenberg en het aantal dagen met een vochtstress  $< -12000$  cm berekend. De resultaten staan in tabel 9 en figuur 8.

Tabel 9 Correlatie en relatie tussen bedekkingsaandeel xerofyten en het op presentie van soorten gebaseerde vochtgetal volgens Ellenberg en de onderschrijding van  $-12000$  cm zonder en met  $11$  aanvullende meetpunten

	Correlatie	Relatie
<i>aandeel xerofyten (bedekking)</i>		
17 plekken	0.92	$y = 0.38 x + 13.11$
17 + 11 plekken	0.71	$y = 0.22 x + 17.28$
<i>vochtgetal Ellenberg (presentie)</i>		
16 plekken (-punt 9)	-0.92	$y = -27.07 x + 148.65$
16 + 11 plekken (-punt 9)	-0.78	$y = -19.73 x + 116.25$

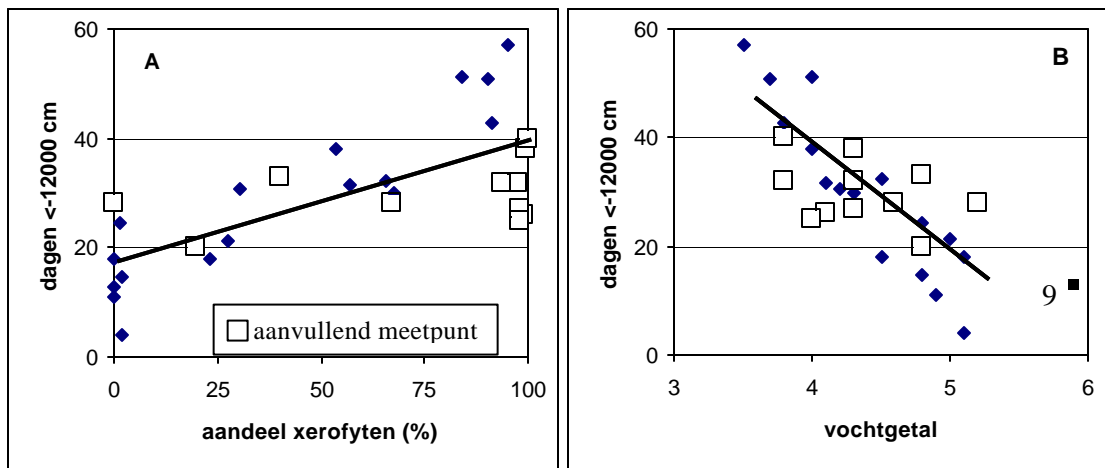


Fig. 8 Verband met aanvullende meetpunten tussen het bedekkingsaandeel xerofyten en het op presentie van soorten gebaseerde vochtgetal volgens Ellenberg en het aantal dagen dat een drukhoogte van  $-12000$  cm op  $12.5$  cm diepte in de periode 1980-1987 wordt onderschreden.

De correlaties worden met de aanvullende meetpunten slechter. De aanvullende meetpunten bestrijken wel de range in aandeel xerofyten en het vochtgetal, maar het aantal dagen dat  $-12000$  cm wordt onderschreden blijft beperkt tot 20 – 40 dagen. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het geringe aantal soorten van verschillende opnames waarin enkele soorten een dominante bedekking hebben. Meer waarschijnlijk is dat van de aanvullende meetlocaties summiere profielbeschrijvingen beschikbaar waren en dat voor de bodemfysische eigenschappen gekozen is uit standaardgronden uit de Staringreeks (Wösten et al, 1994). De eigenschappen daarvan zijn gemiddelden voor de betreffende grondsoorten waarvan het effectieve poriënvolume waarschijnlijk is overschat. Tenslotte mag 'toeval' ter verklaring niet worden uitgesloten. Op basis van Tabel 8 hebben we van de vele onderzochte verbanden immers alleen die twee eruit gepikt, die de hoogste correlatiecoëfficiënten hebben (F2 en F7). Het is dan voor de hand liggend dat de correlaties lager worden wanneer willekeurig meetgegevens worden toegevoegd.

### 3.2 Evaluatie en discussie

De relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en de vochttoestand van de standplaats kan onder natte omstandigheden beschreven worden met de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand die bepalend is voor de aëratie, en daarmee voor de groeimogelijkheden van de meeste planten (Kemmers, 1979; Runhaar et al., 1997). Onder drogere omstandigheden is volgens Gremmen (1987 en 1990) de gemiddeld laagste grondwaterstand een ecologisch relevante maat. Runhaar (1997) vond een sterkere correlatie met voorjaarsgrondwaterstanden dan met laagste grondwaterstanden. Verburg (1995) en Runhaar et al. (1997) vonden dat binnen bepaalde randvoorwaarden ook de gemiddelde voorjaars grondwaterstand als maat gebruikt kan worden (fig. 9). Door de laatste auteurs wordt echter aangegeven dat grondwaterstanden slechts voorwaardelijk bruikbaar zijn, omdat de relatie tussen de grondwaterstand en de voor de plantengroei relevante vochtvoorziening afhankelijk

is van de textuur en het organisch stofgehalte van de bodem. De relatie tussen grondwaterstanden en het voorkomen van mesofyten en xerofyten is daarom verschillend per bodemtype.

<b>droog</b>		<b>vochtig</b>
<i>gemiddeld laagste grondwaterstand</i>		
150 cm		(Gremmen, 1987)
90 cm		(Gremmen, 1990)
<i>gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand</i>		
>90 cm		< 50 cm
		(Verburg, 1995)
		60-70 cm leemarm fijn zand (Runhaar et al., 1997)

*Fig. 9 Verschillende grondwaterstanden die de grens tussen droog en vochtig markeren*

De beperkte toepasbaarheid van een grenswaarde en het vaststellen van de juiste grondwaterstand maakt dat voor drogere omstandigheden de berekende vochttoestand betere perspectieven biedt. Met een model als SWAP kan zowel het vochttekort als de vochtstress in de wortelzone worden berekend. Om standplaatsverschillen duidelijk tot uiting te laten komen is het eenduidiger en eenvoudiger om een potentiële toestand te berekenen met een standaardgewas. Met een actuele vegetatie die aangepast is om vochttekorten en stresssituaties te reduceren zouden kleinere vochttekorten worden berekend die de verschillen nivelleren. Een belangrijk pluspunt van SWAP is dat de uitkomsten vrij robuust zijn voor fouten in de meeste parameters (De Jong, 1997). De bedekking en de verdampingsfactor hebben wel grote invloed, maar standaardwaarden blijken goed te voldoen. Een grotere bedekking leidt tot een groter tekort. Er zijn verschillende vochttekorten berekend die de grens aangegeven tussen vochtig en droog. Zo ligt die grens volgens Gremmen (1987) bij een tekort van 100 mm voor een grasvegetatie in een 10 % droog jaar, maar Verburg (1995) komt voor een vergelijkbare omstandigheden tot een minder groot tekort. Runhaar et al. (1997) komen tot een tekort van 10 mm voor een standaard grasmat met 90 % bedekking in een gemiddeld jaar.

Het vochttekort is echter geen universele maat voor alle grondsoorten. Waar volgens Runhaar et al. (1997) op zandgronden met een berekend vochttekort van meer dan 10 mm xerofyten domineren, komen op kleigronden bij een zelfde vochttekort voornamelijk mesofyten voor. Een mogelijke oorzaak hiervoor zou kunnen zijn dat kleigronden beter doorwortelbaar zijn dan zandgronden en dat daardoor het vochttekort minder is dan met SWAP voor een standaard grasmat met een gemiddelde worteldiepte is berekend. De Jong (1997) toonde echter aan dat er geen systematische verschillen in bewortelingsdiepte tussen zand- en kleigronden zijn. De resultaten van dit onderzoek bevestigen die conclusies. En andere verklaring voor de discrepantie tussen zand- en kleigronden is dat niet het vochttekort, maar de duur van een kritische vochtstress, cq. het aantal dagen dat een kritische drukhoogte wordt overschreden, bepalend is voor het al dan niet overleven van mesofyten. Bij een zelfde vochttekort kan het verloop van de drukhoogte op zandgronden heel anders zijn dan op kleigronden. De fysische eigenschappen van zandgronden maken dat de



vochtleverantie voor de planten lange tijd optimaal zal zijn, maar dat de drukhoogte en daarmee de beschikbaarheid van water bij uitdroging abrupt afnemen. In kleigronden zal de afname in vochtvoorziening geleidelijker zijn (fig. 10). Dat kan er toe leiden dat bij een zelfde vochttekort op zandgrond eerder kritische condities optreden waarbij planten sterven. Hiermee kan worden rekening gehouden door alleen tekorten boven een drempelwaarde in beschouwing te nemen of als kritische maat de vochtstress te nemen. Daarbij verdient de vochtstress de voorkeur omdat daarmee direct het verband met de fysiologie tot uitdrukking komt.

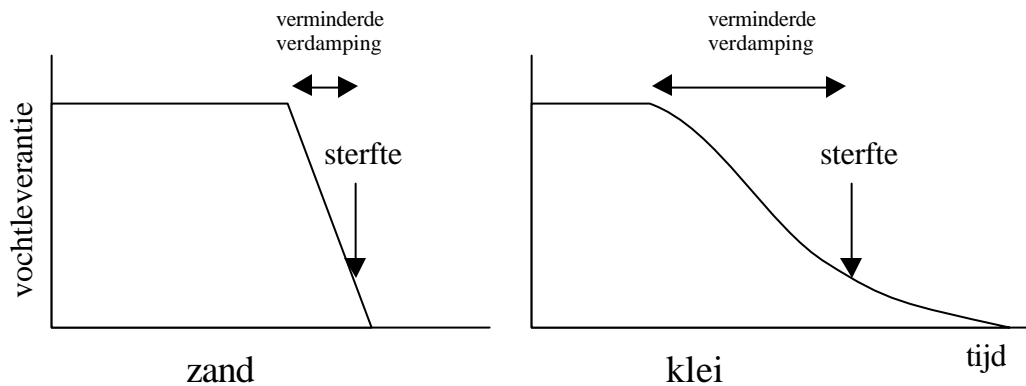


Fig. 10 Geschematiseerde opbouw van het vochttekort in zand en in klei

Uit dit onderzoek blijkt dat het aantal dagen dat een kritische drukhoogte in de wortelzone wordt overschreden een goede maat voor de vochtstress is. Met als randvoorwaarden een standaard grasvegetatie met een 100 % bedekking, een homogeen wortelprofiel van 25 cm en een meerjarige rekenreeks waarin droge en natte jaren voorkomen levert de gemiddelde overschrijding van het aantal dagen met een drukhoogte van -12000 cm op 12.5 cm diepte een goede relatie op met de vochtindicatie van de vegetatie. De relaties gelden voor alle grondsoorten. Het fysieke verwelkingspunt met een drukhoogte van -16000 cm is minder geschikt omdat die waarde in verschillende gronden vaak niet wordt bereikt, terwijl het aandeel mesofyten wel klein kan zijn. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat het langer duurt voordat in meer vochthoudende gronden het verwelkingspunt wordt bereikt en mogelijk ook dat de bodemfysische eigenschappen in het extreme bereik minder betrouwbaar zijn.

Een (aflopend) wortelprofiel dat beter overeenkomt met de werkelijk gemeten situatie levert bij de berekeningen geen betere resultaten op dan een homogeen wortelprofiel. Waarschijnlijk nemen onder uitdrogende omstandigheden de diepere wortels relatief meer water op. Die situatie wordt met een homogeen wortelprofiel beter beschreven dan met een aflopend profiel waarin de vochtopname via de weinige diepe wortels in SWAP evenredig wordt verondersteld aan de hoeveelheid wortels. Een bijkomend voordeel van het gebruik van een homogeen wortelprofiel met een standaarddiepte is dat er geen worteltellingen hoeven plaats te vinden of dat de effectieve worteldiepte moet worden vastgesteld. Het blijkt bovendien dat de haarwortels, die het meest effectief zijn voor de wateropname, nauwelijks

waarneembaar zijn (Kramer, 1983; Wiersum en Reijmerink, 1987). Het midden van het wortelprofiel (12.5 cm) levert als referentiediepte het beste verband met het de vochtindicatie op. Dichter onder het maaiveld zijn er grote verschillen door verdamping en neerslag, terwijl dieper het profiel minder vaak zeer droge waarden bereikt.

Voor droge tot vochtige omstandigheden zijn het aandeel xerofyten volgens het ecotopensysteem en het gemiddelde vochtindicatiegetal volgens Ellenberg goede maten voor de vochtindicatie van de vegetatie onder droge omstandigheden. Een weegfactor voor de bedekking van plantensoorten levert voor het aandeel xerofyten een iets betere relatie op dan het op presentie gebaseerde aandeel, maar het verschil is niet significant. Het bedekkingsaandeel xerofyten is echter een significant betere maat voor de vochtindicatie dan het naar bedekking gewogen gemiddelde indicatiegetal volgens Ellenberg. Wanneer aandeel en gemiddelde worden berekend zonder te wegen naar bedekking, is het verschil tussen het ecotopensysteem en Ellenberg niet meer significant.

De methode die gebruik maakt van de vochtgetallen van soorten volgens Ellenberg wordt veel gebruikt als maat voor de vochtindicatie. Het rekenkundig middelen van klassen cq. vochtindicatiegetallen van de soorten uit een opname is strikt gezien onjuist omdat het niet gaat om een kardinale grootheid, maar levert wel praktische waarden op. Bij deze methode levert de op presentie van soorten gebaseerde vochtindicatie in deze studie betere resultaten dan wanneer rekening wordt gehouden met de bedekking. Het verschil is echter niet significant. Door Runhaar en Jansen (1999) wordt ook bij tijdreeksen een betere relatie gevonden tussen het op presentie gebaseerde vochtgetal en het grondwaterstandsverloop. Zij verklaren dit uit de correlatie tussen bedekking en ecologische amplitudo van soorten. Soorten met een hoge bedekking zijn vaak soorten met een brede ecologische amplitudo, die in Ellenbergs indeling meestal een meer gemiddelde indicatiewaarde toegekend zijn. Door de veel bedekkende soorten zwaarder te laten wegen wordt het indicatiegetal systematisch naar 'meer gemiddelde' waarden getrokken. In hun onderzoek vinden zij dat weglaten van minder kritische soorten met een brede ecologische amplitudo leidt tot een verbetering van de relatie tussen het Ellenberg-vochtgetal en de feitelijke vochttoestand. Omdat bij de berekening van het aandeel xerofyten volgens het ecoropensysteem de soorten met een brede ecologische amplitudo buiten beschouwing blijven speelt dit effect hier geen rol.

De berekende relaties tussen het gemiddelde aantal dagen met een drukhoogte < -12000 cm op 12.5 cm diepte enerzijds en het bedekkingsaandeel xerofyten en het op presentie van soorten gebaseerde vochtindicatie anderzijds, levert voor de geselecteerde grondwateronafhankelijke locaties goede relaties op. Met aanvullende locaties verslechteren beide relaties, waarschijnlijk doordat de fysische eigenschappen van de standaardprofielen te 'gunstig' zijn. Uit meerdere studies blijkt dat het effectieve poriënvolume van deze gronden met ca. 20 % wordt overschat (van Walsum, Alterra; pers. mededeling).

Uitgaande van betrouwbare bodemfysische eigenschappen leveren de relaties die aan de oorspronkelijke meetlocaties zijn ontleend (tabel 9) de beste resultaten. Op grond van deze resultaten kan de grens tussen 'vochtig' en 'droog' in het ecotopensysteem worden gelegd bij 32 dagen waarop een kritische drukhoogte van -12000 cm op 12.5 cm diepte wordt behaald. Het verschil met 'vochttekort' als maat voor de vochttoestand van de bodem is echter niet significant.



## Literatuur

- Aarts, H.F.M., C. Grashoff en H.G. Smid, 1998. *De effecten van droogte op voedergewassen*. In: Jaarverslag 1997. Wageningen/Haren, Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)
- Belmans, C., J.G. Wesseling and R.A. Feddes, 1983. *Simulation of the water balance of a cropped soil: SWATRE*. Journal of Hydrology 63, 271-286.
- Braun-Blanquet, J., 1921. *Prinzipien einer Sytemantik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage*. Geneve, Archives des Scienes Physiques et Naturelles 48.
- Dam, J.C. van, J.Huygens, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk en C.A. van Diepen, 1997. *Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere\_Plant environment*. Wageningen, Agricultural University. Department Water Resources. Report 71. 167 pp.
- Ellenberg, 1979. *Zeigerwerte der Gefäszpflanzen Mitteleuropas*. Göttingen, Verlag Erich Gölze.
- Feddes, R.A., 1971. *Water, heat and plant growth*. Pudoc, Wageningen.
- Feddes, R.A., P.J. Kowalik and H. Zaradny, 1978. *Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs*. Wageningen, Pudoc. 189 pp.
- Gremmen, N.J.M., 1987. *Natuurtechnisch model voor de beschrijving en voorspelling van veranderingen in het waterregime op de waarde van een gebied vanuit natuurbehouds-oogpunt*. Deel 1: Uitgangspunten en modelconcept. Studiecommissie Natuur, Bos en Landschap.
- Gremmen, N.J.M., 1990. *Natuurtechnisch model voor de beschrijving en voorspelling van veranderingen in het waterregime op de waarde van een gebied vanuit natuurbehouds-oogpunt*. Deel 4: Herziening en verificatie van het model. Studiecommissie Natuur, Bos en Landschap.
- Jong, A. de, 1997. *Ijking van de vochttoestand van de bodem met de vochtindicatie van de vegetatie volgens he ecotopensysteem*. Verslag van het afstudeervak Ecohydrologie. Wageningen, Landbouwniversiteit, Vakgroep Waterhuishouding en DLO-Staring Centrum.
- Knol, M., 1998. *Vochtindicatie van de vegetatie - vochttoestand van de bodem*. Wageningen, Landbouwniversiteit. Sectie Waterhuishouding.
- Koorevaar, P., 1992. *Fysische karakterisering van de bodem*. Wageningen, Vakgroep Waterhuishouding, Sectie Bodemkunde.
- Kramer, P.J., 1983. *Waterrelations of plants*. New York, Academic press Inc.

- Londo, G., 1975. *Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Makkink, G.F., 1957. *Testing the Penman formule by means of lysimeters*. J. Int. Water Eng., 11, Pag. 277-288.
- Runhaar, J., 1989. *Toetsing ecotopensysteem. Relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en grondwaterstanden*. Landschap 6: 129-146.
- Runhaar, J., J.P.M. Witte en P.H. Verburg, 1997. *Ground-water level, moisture supply and vegetation in the Netherlands*. Wetlands 17: 528-538.
- Runhaar, J. en P.C. Jansen, 1999. *Standaard meetprotocol verdroging: Vegetatiemonitoring*. NOV rapport 156-3, RIZA. Lelystad.
- Stevens, R.A.M, J. Runhaar en C.L.G. Groen, 1987. *Het CML-ecotopensysteem een landelijk ecosysteemtypologie toegespitst op de vegetatie*. Landschap 2: 135-150.
- Stolte, J., C.J. Ritsema, G.J. Veerman en W. Hamminga, 1994. *Bodemfysische schematisatie van drie stroomgebieden in Zuid-Limburg op basis van een erosiegevoeligheidsanalyse*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 343.
- Stolte, J., J.G. Wesseling and J.H.M. Wösten, 1996. *Pedotransfer functions for hydraulic and thermal properties of soil and the tool HERCULES*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 126.
- Verburg, P., 1995. *De relatie van de vochttoestand van de bodem en de vochtindicatie van de vegetatie*. Wageningen, Landbouwniversiteit. Vakgroep Waterhuishouding.
- Wesseling, J.G., 1991. *Meerjarige simulaties van grondwateronttrekking voor verschillende bodemprofielen, grondwatertrappen en gewassen met het model SWATRE*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Report 152.
- Wiersum, L.K. en A. Reijmerink, 1987. *Beworteling*. In: Bodemkunde van Nederland, deel 1; Algemene bodemkunde. 's-Hertogenbosch, Malmberg.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman en J. Stolte, 1994. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 18.

## Bijlage 1 Beschrijving onderzochte standplaatsen naar vegetatie-samenstelling en bodemtextuur

Voor locaties zie fig. 1

Opname 1 Wolfswaard, oud zanddepot

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	3.0	SG( 4)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	8.0	SG( 3)
- 203	<i>Cardamine hirsuta</i>	2.0	SG( 4)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 298	<i>Cerastium semidecandrum</i>	4.0	SG( 5)
- 336	<i>Cirsium vulgare</i>	1.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	1.0	SG( 3)
- 480	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cicutarium</i>	2.0	SG( 5)
- 571	<i>Geranium molle</i>	18.0	SG( 4)
- 574	<i>Geranium pusillum</i>	2.0	SG( 4)
- 799	<i>Medicago lupulina</i>	2.0	SG( 4)
- 843	<i>Myosotis ramosissima</i>	2.0	SG( 5)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 977	<i>Polygonum persicaria</i>	2.0	SG( 3)
- 1089	<i>Rubus caesius</i>	2.0	SG( 0)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	4.0	SG( 4)
- 1368	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	2.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	18.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	3.0	SG( 4)
- 2337	<i>Bromus hordeaceus</i>	3.0	SG( 4)
- 2561	<i>Brachythecium albicans</i>	68.0	SG( 5)
- 2976	<i>Rhynchospora squarrosus</i>	3.0	SG( 0)

Aantal soorten= 23

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = .0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 9.0 vochtig  
 SG(4) = 28.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 48.0 droog  
 Niet ingedeeld: 15.0

### Profiel

0 – 10 cm matig humeus, matig fijn zand  
 10 – 20 matig humusarm, matig fijn zand  
 20 – 120 grof zand

## Opname 2 Wolfswaard, oud kleidepot

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	1.0	SG( 4)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	8.0	SG( 3)
- 135	<i>Bellis perennis</i>	3.0	SG( 3)
- 235	<i>Carex hirta</i>	2.0	SG( 0)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	3.0	SG( 3)
- 319	<i>Leucanthemum vulgare</i>	2.0	SG( 4)
- 331	<i>Cirsium arvense</i>	1.0	SG( 4)
- 369	<i>Crataegus monogyna</i>	3.0	SG( 4)
- 386	<i>Cynosurus cristatus</i>	18.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 462	<i>Equisetum arvense</i>	1.0	SG( 4)
- 550	<i>Galium mollugo</i>	2.0	SG( 4)
- 582	<i>Glechoma hederacea</i>	2.0	SG( 4)
- 607	<i>Heracleum sphondylium</i>	2.0	SG( 3)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	2.0	SG( 2)
- 654	<i>Hypochaeris radicata</i>	2.0	SG( 5)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	18.0	SG( 4)
- 761	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	18.0	SG( 4)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	8.0	SG( 2)
- 1006	<i>Potentilla anserina</i>	2.0	SG( 2)
- 1010	<i>Potentilla reptans</i>	3.0	SG( 4)
- 1017	<i>Prunella vulgaris</i>	2.0	SG( 3)
- 1040	<i>Ranunculus acris</i>	2.0	SG( 3)
- 1045	<i>Ranunculus bulbosus</i>	2.0	SG( 4)
- 1056	<i>Ranunculus repens</i>	1.0	SG( 2)
- 1093	<i>Rumex acetosa</i>	2.0	SG( 2)
- 1305	<i>Trifolium pratense</i>	2.0	SG( 3)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	3.0	SG( 2)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	18.0	SG( 3)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	3.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	3.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	3.0	SG( 4)
- 2620	<i>Calliargonella cuspidata</i>	3.0	SG( 2)
- 6553	<i>Vicia</i>	2.0	SG( 0)

Aantal soorten= 35

Bedeckingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 14.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 40.0 vochtig  
 SG(4) = 40.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 1.0 droog  
 Niet ingedeeld: 5.0

Profiel

0 – 8 cm	matig zware klei
8 – 50	matig zware klei
50 – ?	puin en matig zware klei





Opname 3 Nisse, bloemendijk

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	2.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	3.0	SG( 4)
- 70	<i>Anthriscus sylvestris</i>	2.0	SG( 3)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	4.0	SG( 3)
- 135	<i>Bellis perennis</i>	2.0	SG( 3)
- 262	<i>Carex spicata</i>	2.0	SG( 3)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 333	<i>Cirsium eriophorum</i>	1.0	SG( 3)
- 336	<i>Cirsium vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 350	<i>Convolvulus arvensis</i>	2.0	SG( 3)
- 369	<i>Crataegus monogyna</i>	1.0	SG( 4)
- 386	<i>Cynosurus cristatus</i>	18.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	3.0	SG( 3)
- 514	<i>Festuca arundinacea</i>	38.0	SG( 3)
- 582	<i>Glechoma hederacea</i>	2.0	SG( 4)
- 649	<i>Hypericum perforatum</i>	1.0	SG( 5)
- 752	<i>Lithospermum officinale</i>	1.0	SG( 5)
- 782	<i>Lysimachia nummularia</i>	2.0	SG( 2)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	18.0	SG( 2)
- 1040	<i>Ranunculus acris</i>	3.0	SG( 3)
- 1056	<i>Ranunculus repens</i>	2.0	SG( 2)
- 1185	<i>Senecio erucifolius</i>	1.0	SG( 3)
- 1298	<i>Trifolium campestre</i>	1.0	SG( 4)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1305	<i>Trifolium pratense</i>	2.0	SG( 3)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	4.0	SG( 2)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	4.0	SG( 3)
- 1351	<i>Veronica chamaedrys</i>	2.0	SG( 3)
- 1368	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	2.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	8.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	3.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	2.0	SG( 4)
- 2567	<i>Brachythecium rutabulum</i>	2.0	SG( 2)

Aantal soorten= 34

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 19.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 60.0 vochtig  
 SG(4) = 14.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 1.0 droog  
 Niet ingedeeld: 5.0

Profiel

0 - 20 cm	zandige klei
20 - 30	matig zware klei
30 - 60	lichte klei
60 - 100	lemig fijn zand

100 - 120

lemig fijn zand met roestvlekken, af en toe klei bij gemengd

## Opname 4 Markelo, rand bovenaan leemkuil

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	8.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	3.0	SG( 4)
- 66	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4.0	SG( 0)
- 186	<i>Calluna vulgaris</i>	2.0	SG( 4)
- 251	<i>Carex pilulifera</i>	2.0	SG( 4)
- 319	<i>Leucanthemum vulgare</i>	8.0	SG( 4)
- 335	<i>Cirsium palustre</i>	2.0	SG( 1)
- 558	<i>Genista anglica</i>	2.0	SG( 4)
- 615	<i>Hieracium caespitosum</i>	1.0	SG( 3)
- 618	<i>Hieracium laevigatum</i>	2.0	SG( 5)
- 621	<i>Hieracium pilosella</i>	4.0	SG( 5)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	2.0	SG( 2)
- 654	<i>Hypochaeris radicata</i>	3.0	SG( 5)
- 725	<i>Leontodon autumnalis</i>	2.0	SG( 4)
- 761	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	1.0	SG( 4)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 962	<i>Polygala serpyllifolia</i>	3.0	SG( 2)
- 983	<i>Populus tremula</i>	2.0	SG( 4)
- 1008	<i>Potentilla erecta</i>	2.0	SG( 2)
- 1037	<i>Quercus robur</i>	1.0	SG( 4)
- 1119	<i>Salix cinerea</i>	1.0	SG( 1)
- 1124	<i>Salix repens</i>	2.0	SG( 0)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	2.0	SG( 2)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	68.0	SG( 0)
- 1933	<i>Luzula multiflora</i>	4.0	SG( 2)
- 2316	<i>Euphrasia stricta</i>	3.0	SG( 3)
- 2942	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	4.0	SG( 3)
- 2976	<i>Rhynchospora squarrosus</i>	8.0	SG( 0)
- 3384	<i>Lophocolea bidentata</i>	2.0	SG( 2)
- 4146	<i>Cladonia</i>	2.0	SG( 0)
- 4452	<i>Peltigera</i>	3.0	SG( 4)
- 6077	<i>Betula</i>	3.0	SG( 0)

Aantal soorten= 33

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = 2.0 nat  
 SG(2) = 9.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 5.0 vochtig  
 SG(4) = 24.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 6.0 droog  
 Niet ingedeeld: 54.0

### Profiel

0-30 cm	leem
30-60	leem, roest en reductievlekken, wat grindjes en verspoelde zandbandjes
60-80	idem, met enkele grovere zandbandjes
80-120	leem, roest- en reductievlekken

Opname 5 Markelo, bodem leemkuil

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	8.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	4.0	SG( 4)
- 66	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3.0	SG( 0)
- 148	<i>Botrychium lunaria</i>	1.0	SG( 4)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	1.0	SG( 3)
- 331	<i>Cirsium arvense</i>	2.0	SG( 4)
- 335	<i>Cirsium palustre</i>	1.0	SG( 1)
- 336	<i>Cirsium vulgare</i>	1.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 615	<i>Hieracium caespitosum</i>	2.0	SG( 3)
- 618	<i>Hieracium laevigatum</i>	2.0	SG( 5)
- 621	<i>Hieracium pilosella</i>	18.0	SG( 5)
- 761	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	2.0	SG( 4)
- 766	<i>Luzula campestris</i>	3.0	SG( 5)
- 799	<i>Medicago lupulina</i>	18.0	SG( 4)
- 1296	<i>Trifolium arvense</i>	2.0	SG( 5)
- 1298	<i>Trifolium campestre</i>	2.0	SG( 4)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	2.0	SG( 2)
- 1474	<i>Festuca ovina</i> subsp. <i>tenuifolia</i>	8.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	38.0	SG( 0)
- 2788	<i>Hypnum cupressiforme</i>	3.0	SG( 4)
- 2907	<i>Pleurozium schreberi</i>	8.0	SG( 5)
- 2942	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	8.0	SG( 3)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4.0	SG( 0)

Aantal soorten= 25

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = 1.0 nat  
SG(2) = 1.0 nat tot vochtig  
SG(3) = 10.0 vochtig  
SG(4) = 34.0 vochtig tot droog  
SG(5) = 23.0 droog  
Niet ingedeeld: 31.0

### Profiel

0-8 cm zandig leem, plaatselijk stenen  
8-11 zandig leem, ijzerconcreties  
11-120 leemarm fijn zand

## Opname 6 Havelterberg, bovenop rug

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	18.0	SG( 4)
- 66	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	8.0	SG( 0)
- 198	<i>Campanula rotundifolia</i>	4.0	SG( 5)
- 251	<i>Carex pilulifera</i>	3.0	SG( 4)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 331	<i>Cirsium arvense</i>	1.0	SG( 4)
- 398	<i>Deschampsia flexuosa</i>	3.0	SG( 5)
- 549	<i>Galium saxatile</i>	2.0	SG( 5)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	4.0	SG( 2)
- 650	<i>Hypericum pulchrum</i>	2.0	SG( 5)
- 687	<i>Juncus squarrosus</i>	2.0	SG( 3)
- 711	<i>Lathyrus linifolius</i>	38.0	SG( 3)
- 761	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	2.0	SG( 4)
- 766	<i>Luzula campestris</i>	4.0	SG( 5)
- 832	<i>Molinia caerulea</i>	8.0	SG( 2)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 1008	<i>Potentilla erecta</i>	8.0	SG( 2)
- 1140	<i>Cytisus scoparius</i>	1.0	SG( 5)
- 1222	<i>Solidago virgaurea</i>	2.0	SG( 3)
- 1260	<i>Tanacetum vulgare</i>	1.0	SG( 4)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	2.0	SG( 4)
- 1355	<i>Veronica officinalis</i>	2.0	SG( 5)
- 1380	<i>Viola canina</i>	2.0	SG( 4)
- 1474	<i>Festuca ovina</i> subsp. <i>tenuifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 1616	<i>Dactylorhiza maculata</i>	2.0	SG( 2)
- 1634	<i>Rubus fruticosus</i>	18.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	2.0	SG( 4)
- 2539	<i>Atrichum undulatum</i>	2.0	SG( 4)
- 2567	<i>Brachythecium rutabulum</i>	2.0	SG( 2)
- 2788	<i>Hypnum cupressiforme</i>	3.0	SG( 4)
- 2907	<i>Pleurozium schreberi</i>	3.0	SG( 5)
- 2942	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	4.0	SG( 3)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4.0	SG( 0)
- 6194	<i>Equisetum</i>	1.0	SG( 0)
- 6251	<i>Hieracium</i>	1.0	SG( 0)

Aantal soorten= 35

## Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 14.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 29.0 vochtig  
 SG(4) = 36.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 13.0 droog  
 Niet ingedeeld: 8.0

Profiel

0-15 cm	matig humeus, sterk lemig fijn zand
15-80	sterk lemig fijn zand
80-120	leem (keileem)

Opname 7 Koekoekswaard, hoge overwal

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	2.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	4.0	SG( 4)
- 215	<i>Carex arenaria</i>	3.0	SG( 5)
- 292	<i>Cerastium arvense</i>	4.0	SG( 5)
- 298	<i>Cerastium semidecandrum</i>	3.0	SG( 5)
- 350	<i>Convolvulus arvensis</i>	1.0	SG( 3)
- 384	<i>Cynodon dactylon</i>	2.0	SG( 4)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 480	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cicutarium</i>	8.0	SG( 5)
- 483	<i>Erophila verna</i>	2.0	SG( 5)
- 485	<i>Eryngium campestre</i>	1.0	SG( 4)
- 557	<i>Galium verum</i>	4.0	SG( 5)
- 571	<i>Geranium molle</i>	2.0	SG( 4)
- 574	<i>Geranium pusillum</i>	1.0	SG( 4)
- 766	<i>Luzula campestris</i>	8.0	SG( 5)
- 798	<i>Medicago falcata</i>	2.0	SG( 4)
- 1013	<i>Potentilla verna</i>	18.0	SG( 5)
- 1175	<i>Sedum acre</i>	8.0	SG( 5)
- 1298	<i>Trifolium campestre</i>	2.0	SG( 4)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	3.0	SG( 4)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	3.0	SG( 3)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	3.0	SG( 4)
- 1364	<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>teucrium</i>	1.0	SG( 5)
- 1411	<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>bertolonii</i>	2.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	18.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2547	<i>Barbula convoluta</i>	2.0	SG( 5)
- 2561	<i>Brachythecium albicans</i>	3.0	SG( 5)
- 2642	<i>Ceratodon purpureus</i>	4.0	SG( 4)
- 2653	<i>Climacium dendroides</i>	2.0	SG( 2)
- 2788	<i>Hypnum cupressiforme</i>	8.0	SG( 4)
- 2928	<i>Pottia</i>	1.0	SG( 0)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	38.0	SG( 0)
- 3066	<i>Tortula</i> r. var. <i>ruraliformis</i>	8.0	SG( 5)
- 3142	<i>Plagiomnium affine</i>	3.0	SG( 0)
- 3151	<i>Polytrichum juniperinum</i>	4.0	SG( 0)

Aantal soorten= 37

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 1.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 3.0 vochtig  
 SG(4) = 23.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 38.0 droog  
 Niet ingedeeld: 34.0

Profiel

0-10 humeus, matig fijn zand, binnen de vegetatieopname ook een

10-200 plekje met zware klei en met baksteenrestjes (3-10 cm)  
leemarm zand



Opname 8 Koekoekswaard, lagere uiterwaard

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	2.0	SG( 4)
- 35	<i>Allium vineale</i>	1.0	SG( 4)
- 66	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	8.0	SG( 0)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	18.0	SG( 3)
- 153	<i>Briza media</i>	3.0	SG( 0)
- 292	<i>Cerastium arvense</i>	8.0	SG( 5)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 384	<i>Cynodon dactylon</i>	8.0	SG( 4)
- 462	<i>Equisetum arvense</i>	2.0	SG( 4)
- 485	<i>Eryngium campestre</i>	2.0	SG( 4)
- 557	<i>Galium verum</i>	8.0	SG( 5)
- 604	<i>Avenula pubescens</i>	4.0	SG( 4)
- 693	<i>Koeleria macrantha</i>	2.0	SG( 5)
- 727	<i>Leontodon saxatilis</i>	3.0	SG( 4)
- 766	<i>Luzula campestris</i>	2.0	SG( 5)
- 798	<i>Medicago falcata</i>	2.0	SG( 4)
- 907	<i>Orobanche caryophyllacea</i>	2.0	SG( 5)
- 949	<i>Plantago media</i>	2.0	SG( 3)
- 1045	<i>Ranunculus bulbosus</i>	4.0	SG( 4)
- 1067	<i>Rhinanthus minor</i>	1.0	SG( 4)
- 1106	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	8.0	SG( 3)
- 1128	<i>Salvia pratensis</i>	18.0	SG( 3)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	8.0	SG( 3)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	2.0	SG( 4)
- 1364	<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>teucrium</i>	2.0	SG( 5)
- 1411	<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>bertolonii</i>	8.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	2.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	3.0	SG( 4)
- 2337	<i>Bromus hordeaceus</i>	2.0	SG( 4)
- 2388	<i>Euphorbia esula</i>	2.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	3.0	SG( 4)
- 2547	<i>Barbula convoluta</i>	3.0	SG( 5)
- 2567	<i>Brachythecium rutabulum</i>	3.0	SG( 2)
- 2607	<i>Bryum rubens</i>	3.0	SG( 4)
- 2620	<i>Calliergonella cuspidata</i>	2.0	SG( 2)
- 2942	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2.0	SG( 3)
- 3142	<i>Plagiomnium affine</i>	2.0	SG( 0)

Aantal soorten= 39

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 3.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 36.0 vochtig  
 SG(4) = 36.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 17.0 droog  
 Niet ingedeeld: 9.0

## Profiel

---

0-20 cm	humeus, fijn zand
20-40	matig humeus, zwak lemig fijn zand
40-50	zwak lemig, fijn zand
50-80	lemig fijn zand
80-140	afwisselend lemig fijn zand en wat grovere zandlaagjes

## Opname 9 Bijleveld, dijkje

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 17	<i>Agrostis gigantea</i>	8.0	SG( 3)
- 42	<i>Alopecurus pratensis</i>	2.0	SG( 3)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	4.0	SG( 3)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	3.0	SG( 3)
- 331	<i>Cirsium arvense</i>	1.0	SG( 4)
- 350	<i>Convolvulus arvensis</i>	2.0	SG( 3)
- 371	<i>Crepis biennis</i>	2.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 394	<i>Daucus carota</i>	2.0	SG( 4)
- 446	<i>Elymus repens</i>	8.0	SG( 4)
- 514	<i>Festuca arundinacea</i>	2.0	SG( 3)
- 570	<i>Geranium dissectum</i>	2.0	SG( 3)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	8.0	SG( 2)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	4.0	SG( 4)
- 794	<i>Matricaria recutita</i>	2.0	SG( 4)
- 930	<i>Phalaris arundinacea</i>	3.0	SG( 1)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	18.0	SG( 4)
- 947	* <i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	8.0	SG( 3)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	4.0	SG( 2)
- 967	<i>Polygonum amphibium</i>	2.0	SG( 2)
- 1056	<i>Ranunculus repens</i>	38.0	SG( 2)
- 1066	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	2.0	SG( 2)
- 1098	<i>Rumex crispus</i>	3.0	SG( 3)
- 1101	<i>Rumex obtusifolius</i>	1.0	SG( 3)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1301	<i>Trifolium hybridum</i>	1.0	SG( 3)
- 1305	<i>Trifolium pratense</i>	8.0	SG( 3)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	2.0	SG( 2)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	3.0	SG( 3)
- 1368	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	2.0	SG( 4)
- 1369	<i>Vicia cracca</i>	2.0	SG( 3)
- 1373	<i>Vicia sepium</i>	2.0	SG( 3)
- 1766	<i>Centaurea jacea</i>	2.0	SG( 3)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	1.0	SG( 4)
- 2620	<i>Calliergonella cuspidata</i>	2.0	SG( 2)

Aantal soorten= 35

## Bedeckingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = 2.0 nat  
 SG(2) = 37.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 36.0 vochtig  
 SG(4) = 25.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = .0 droog  
 Niet ingedeeld: .0

Profiel

0-80 zware klei met baksteenrestjes  
 80-160 zware klei met roest  
 160-190 lemig fijn zand

## Opname 10 Millingerwaard, tussen steenfabriek en rivier

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	1.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	8.0	SG( 4)
- 96	<i>Arrhenatherum elatius</i>	2.0	SG( 3)
- 174	<i>Calamagrostis epigejos</i>	4.0	SG( 4)
- 200	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1.0	SG( 4)
- 203	<i>Cardamine hirsuta</i>	8.0	SG( 4)
- 209	<i>Carduus nutans</i>	2.0	SG( 5)
- 292	<i>Cerastium arvense</i>	3.0	SG( 5)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	3.0	SG( 3)
- 298	<i>Cerastium semidecandrum</i>	2.0	SG( 5)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	1.0	SG( 3)
- 446	<i>Elymus repens</i>	38.0	SG( 4)
- 462	<i>Equisetum arvense</i>	2.0	SG( 4)
- 475	<i>Erigeron canadensis</i>	4.0	SG( 5)
- 480	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cutarium</i>	8.0	SG( 5)
- 485	<i>Eryngium campestre</i>	2.0	SG( 4)
- 514	<i>Festuca arundinacea</i>	2.0	SG( 3)
- 574	<i>Geranium pusillum</i>	2.0	SG( 4)
- 604	<i>Avenula pubescens</i>	2.0	SG( 4)
- 649	<i>Hypericum perforatum</i>	1.0	SG( 5)
- 725	<i>Leontodon autumnalis</i>	1.0	SG( 4)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	2.0	SG( 4)
- 795	<i>Matricaria maritima</i>	2.0	SG( 3)
- 873	<i>Oenothera erythrosepala</i>	2.0	SG( 5)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	2.0	SG( 2)
- 967	<i>Polygonum amphibium</i>	2.0	SG( 2)
- 1006	<i>Potentilla anserina</i>	2.0	SG( 2)
- 1062	<i>Reseda lutea</i>	1.0	SG( 5)
- 1106	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	2.0	SG( 3)
- 1139	<i>Saponaria officinalis</i>	18.0	SG( 4)
- 1175	<i>Sedum acre</i>	18.0	SG( 5)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	1.0	SG( 4)
- 1340	<i>Verbascum nigrum</i>	2.0	SG( 5)
- 1733	<i>Senecio inaequidens</i>	2.0	SG( 3)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	4.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	3.0	SG( 4)
- 2388	<i>Euphorbia esula</i>	2.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	2.0	SG( 4)
- 2561	<i>Brachythecium albicans</i>	4.0	SG( 5)
- 2574	<i>Bryum</i>	4.0	SG( 0)
- 2577	<i>Bryum argenteum</i>	4.0	SG( 4)
- 2642	<i>Ceratodon purpureus</i>	4.0	SG( 4)
- 2753	<i>Funaria hygrometrica</i>	2.0	SG( 2)

Aantal soorten= 44

## Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 4.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 8.0 vochtig  
 SG(4) = 59.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 25.0 droog  
 Niet ingedeeld: 4.0

### Profiel

---

0-10 cm	matig humeus, matig grof zand
10-80	matig grof zand
80-170	matig grof zand, enkele kleiige laagjes
170-200	matig zware klei

## Opname 11 Millingerwaard, overwal

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	8.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	8.0	SG( 4)
- 209	<i>Carduus nutans</i>	2.0	SG( 5)
- 235	<i>Carex hirta</i>	2.0	SG( 0)
- 292	<i>Cerastium arvense</i>	8.0	SG( 5)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	4.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 446	<i>Elymus repens</i>	8.0	SG( 4)
- 475	<i>Erigeron canadensis</i>	2.0	SG( 5)
- 485	<i>Eryngium campestre</i>	8.0	SG( 4)
- 514	<i>Festuca arundinacea</i>	2.0	SG( 3)
- 571	<i>Geranium molle</i>	2.0	SG( 4)
- 574	<i>Geranium pusillum</i>	2.0	SG( 4)
- 609	<i>Herniaria glabra</i>	2.0	SG( 5)
- 649	<i>Hypericum perforatum</i>	2.0	SG( 5)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	4.0	SG( 4)
- 795	<i>Matricaria maritima</i>	2.0	SG( 3)
- 799	<i>Medicago lupulina</i>	1.0	SG( 4)
- 873	<i>Oenothera erythrosepala</i>	2.0	SG( 5)
- 922	<i>Pastinaca sativa</i>	2.0	SG( 3)
- 947	* <i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	2.0	SG( 3)
- 1010	<i>Potentilla reptans</i>	3.0	SG( 4)
- 1106	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	2.0	SG( 3)
- 1175	<i>Sedum acre</i>	8.0	SG( 5)
- 1181	<i>Sedum sexangulare</i>	2.0	SG( 5)
- 1298	<i>Trifolium campestre</i>	1.0	SG( 4)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	8.0	SG( 4)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	2.0	SG( 2)
- 1340	<i>Verbascum nigrum</i>	2.0	SG( 5)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	2.0	SG( 4)
- 1378	<i>Viola arvensis</i>	1.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	38.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	4.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	2.0	SG( 4)
- 2388	<i>Euphorbia esula</i>	2.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	3.0	SG( 4)
- 2561	<i>Brachythecium albicans</i>	4.0	SG( 5)
- 2567	<i>Brachythecium rutabulum</i>	8.0	SG( 2)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4.0	SG( 0)

Aantal soorten= 39

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 6.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 9.0 vochtig  
 SG(4) = 39.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 20.0 droog  
 Niet ingedeeld: 26.0

### Profiel

0-8 cm humeus, lemig fijn zand

8-18 humeus, zwak lemig fijn zand  
 18-35 matig humeus, zwak lemig, matig grof zand  
 35-165 matig grof zand  
 165-200 matig grof zand met kleibandjes  
 200-220 zware klei, roest  
 Opname 12 Millingerwaard, dijkje  
 Opname 12 Millingerwaard, dijkje

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 18	<i>Agrostis stolonifera</i>	3.0	SG( 2)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 331	<i>Cirsium arvense</i>	2.0	SG( 4)
- 369	<i>Crataegus monogyna</i>	1.0	SG( 4)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	8.0	SG( 3)
- 446	<i>Elymus repens</i>	4.0	SG( 4)
- 475	<i>Erigeron canadensis</i>	1.0	SG( 5)
- 514	<i>Festuca arundinacea</i>	2.0	SG( 3)
- 519	<i>Festuca pratensis</i>	4.0	SG( 2)
- 546	<i>Galium aparine</i>	1.0	SG( 4)
- 574	<i>Geranium pusillum</i>	1.0	SG( 4)
- 582	<i>Glechoma hederacea</i>	2.0	SG( 4)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	38.0	SG( 4)
- 795	<i>Matricaria maritima</i>	1.0	SG( 3)
- 798	<i>Medicago falcata</i>	1.0	SG( 4)
- 922	<i>Pastinaca sativa</i>	2.0	SG( 3)
- 932	<i>Phleum pratense</i> subsp. <i>pratense</i>	2.0	SG( 3)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	2.0	SG( 4)
- 952	<i>Poa annua</i>	2.0	SG( 4)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	18.0	SG( 2)
- 1006	<i>Potentilla anserina</i>	8.0	SG( 2)
- 1010	<i>Potentilla reptans</i>	8.0	SG( 4)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	2.0	SG( 4)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	38.0	SG( 2)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	1.0	SG( 4)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	2.0	SG( 4)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	2.0	SG( 4)

Aantal soorten= 27

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 45.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 11.0 vochtig  
 SG(4) = 44.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 1.0 droog  
 Niet ingedeeld: .0

#### Profiel

0-15 cm zandige klei met enkele baksteenrestjes  
 15-25 matig zware klei  
 25-30 zavelige klei  
 30-40 zandige klei  
 40-150 klei, afgewisseld met enkele zandlaagjes

150-200      zand, afgewisseld met enkele kleilaagjes



Opname 13 Doorwerth, voormalig grasveld

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	8.0	SG( 4)
- 20	<i>Aira caryophyllea</i>	2.0	SG( 5)
- 66	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2.0	SG( 0)
- 198	<i>Campanula rotundifolia</i>	2.0	SG( 5)
- 262	<i>Carex spicata</i>	2.0	SG( 3)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 336	<i>Cirsium vulgare</i>	1.0	SG( 3)
- 480	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cicutarium</i>	1.0	SG( 5)
- 621	<i>Hieracium pilosella</i>	2.0	SG( 5)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	4.0	SG( 2)
- 649	<i>Hypericum perforatum</i>	3.0	SG( 5)
- 766	<i>Luzula campestris</i>	38.0	SG( 5)
- 830	<i>Moehringia trinervia</i>	1.0	SG( 5)
- 842	<i>Myosotis discolor</i>	2.0	SG( 4)
- 897	<i>Ornithopus perpusillus</i>	2.0	SG( 5)
- 1093	<i>Rumex acetosa</i>	1.0	SG( 2)
- 1094	<i>Rumex acetosella</i>	4.0	SG( 5)
- 1299	<i>Trifolium dubium</i>	1.0	SG( 4)
- 1347	<i>Veronica arvensis</i>	2.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	18.0	SG( 0)
- 2290	<i>Senecio jacobaea</i>	2.0	SG( 4)
- 2334	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	2.0	SG( 4)
- 2923	<i>Polytrichum commune</i>	2.0	SG( 0)
- 2942	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	38.0	SG( 3)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4.0	SG( 0)
- 4146	<i>Cladonia</i>	2.0	SG( 0)

Aantal soorten= 26

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 3.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 29.0 vochtig  
 SG(4) = 11.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 37.0 droog  
 Niet ingedeeld: 19.0

Profiel

0-20 cm      grof, humeus zand met wat grind  
 20-200      grof zand met grind

Opname 14 Renkum, bovenlangs oprit snelweg

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	3.0	SG( 4)
- 21	<i>Aira praecox</i>	4.0	SG( 5)
- 632	<i>Holcus mollis</i>	2.0	SG( 4)
- 654	<i>Hypochaeris radicata</i>	4.0	SG( 5)
- 669	<i>Jasione montana</i>	2.0	SG( 5)
- 897	<i>Ornithopus perpusillus</i>	2.0	SG( 5)
- 1094	<i>Rumex acetosella</i>	4.0	SG( 5)
- 1474	<i>Festuca ovina</i> subsp. <i>tenuifolia</i>	68.0	SG( 4)
- 1545	<i>Agrostis vinealis</i>	8.0	SG( 5)
- 2637	<i>Campylopus pyriformis</i>	3.0	SG( 4)
- 2642	<i>Ceratodon purpureus</i>	8.0	SG( 4)
- 2788	<i>Hypnum cupressiforme</i>	2.0	SG( 4)
- 3384	<i>Lophocolea bidentata</i>	2.0	SG( 2)
- 4146	<i>Cladonia</i>	4.0	SG( 0)

Aantal soorten= 14

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
SG(2) = 2.0 nat tot vochtig  
SG(3) = .0 vochtig  
SG(4) = 74.0 vochtig tot droog  
SG(5) = 21.0 droog  
Niet ingedeeld: 3.0

### Profiel

0-10 cm humeus, leemarm fijn zand, opgebracht  
10-25 matig humeus grof zand en grind  
25-80 grof zand en grind, soms wat humeus  
80-100 humeus grof zand en grind  
100-200 grof zand en grind

Opname 15 Renkum, onderlangs oprit snelweg

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 4	<i>Achillea millefolium</i>	2.0	SG( 4)
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	68.0	SG( 4)
- 20	<i>Aira caryophylla</i>	2.0	SG( 5)
- 21	<i>Aira praecox</i>	4.0	SG( 5)
- 67	<i>Anthoxanthum aristatum</i>	2.0	SG( 5)
- 279	<i>Centaurea cyanus</i>	1.0	SG( 5)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 298	<i>Cerastium semidecandrum</i>	4.0	SG( 5)
- 618	<i>Hieracium laevigatum</i>	8.0	SG( 5)
- 654	<i>Hypochaeris radicata</i>	18.0	SG( 5)
- 669	<i>Jasione montana</i>	2.0	SG( 5)
- 725	<i>Leontodon autumnalis</i>	2.0	SG( 4)
- 795	<i>Matricaria maritima</i>	2.0	SG( 3)
- 897	<i>Ornithopus perpusillus</i>	2.0	SG( 5)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	4.0	SG( 4)
- 1094	<i>Rumex acetosella</i>	18.0	SG( 5)
- 1190	<i>Senecio sylvaticus</i>	2.0	SG( 5)
- 1296	<i>Trifolium arvense</i>	1.0	SG( 5)
- 1378	<i>Viola arvensis</i>	1.0	SG( 4)
- 1474	<i>Festuca ovina</i> subsp. <i>tenuifolia</i>	2.0	SG( 4)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	2.0	SG( 0)
- 2321	<i>Poa pratensis</i> + <i>Poa angustifolia</i>	2.0	SG( 4)
- 2337	<i>Bromus hordeaceus</i>	2.0	SG( 4)
- 2561	<i>Brachythecium albicans</i>	4.0	SG( 5)
- 2642	<i>Ceratodon purpureus</i>	4.0	SG( 4)
- 2788	<i>Hypnum cupressiforme</i>	4.0	SG( 4)
- 2976	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	8.0	SG( 0)
- 4146	<i>Cladonia</i>	2.0	SG( 0)
- 6211	<i>Festuca</i>	4.0	SG( 0)

Aantal soorten= 29

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = .0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 2.0 vochtig  
 SG(4) = 51.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = 38.0 droog  
 Niet ingedeeld: 9.0

Profiel

0-8 humeus, leemarm fijn zand, opgebracht  
 8-20 matig humeus, grof zand en grind  
 20-25 grof zand en grind  
 25-50 matig humeus, grof zand en grind, iets leemhoudend ?  
 50-200 zeer grof zand en grind

## Opname 16 Slenaken, halverwege dal

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 19	<i>Agrostis capillaris</i>	2.0	SG( 4)
- 153	<i>Briza media</i>	2.0	SG( 0)
- 296	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i>	2.0	SG( 3)
- 319	<i>Leucanthemum vulgare</i>	8.0	SG( 4)
- 371	<i>Crepis biennis</i>	2.0	SG( 3)
- 386	<i>Cynosurus cristatus</i>	18.0	SG( 3)
- 390	<i>Dactylis glomerata</i>	2.0	SG( 3)
- 519	<i>Festuca pratensis</i>	4.0	SG( 2)
- 631	<i>Holcus lanatus</i>	4.0	SG( 2)
- 726	<i>Leontodon hispidus</i>	8.0	SG( 3)
- 756	<i>Lolium perenne</i>	18.0	SG( 4)
- 761	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i>	1.0	SG( 4)
- 799	<i>Medicago lupulina</i>	4.0	SG( 4)
- 946	<i>Plantago lanceolata</i>	3.0	SG( 4)
- 959	<i>Poa trivialis</i>	18.0	SG( 2)
- 1017	<i>Prunella vulgaris</i>	3.0	SG( 3)
- 1040	<i>Ranunculus acris</i>	3.0	SG( 3)
- 1056	<i>Ranunculus repens</i>	4.0	SG( 2)
- 1305	<i>Trifolium pratense</i>	3.0	SG( 3)
- 1306	<i>Trifolium repens</i>	8.0	SG( 2)
- 1312	<i>Trisetum flavescens</i>	4.0	SG( 3)
- 1766	<i>Centaurea jacea</i>	8.0	SG( 3)
- 1921	<i>Festuca rubra</i>	4.0	SG( 0)
- 2430	* <i>Taraxacum officinale</i> s.s.	8.0	SG( 4)
- 2567	<i>Brachythecium rutabulum</i>	4.0	SG( 2)
- 2620	<i>Calliergonella cuspidata</i>	4.0	SG( 2)

Aantal soorten= 26

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 31.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 36.0 vochtig  
 SG(4) = 30.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = .0 droog  
 Niet ingedeeld: 4.0

### Profiel

0-10 cm	matig humeuze loss
10-18	matig humeuze tot humusarme loss met kalkconcreties (krijt)
18-30	loss met kalkconcreties (krijt) en een enkel vuursteentje
30-50	humusarme loss
50-70	matig humeuze loss met kalkconcreties (krijt)
70-80	zandige löss
80-120	zandige löss met vuursteen

Opname 17 Euverem, bovenrand helling

SOORT	Latijnse naam	Bed	Vochtgroep
- 18	Agrostis stolonifera	1.0	SG( 2)
- 70	Anthriscus sylvestris	1.0	SG( 3)
- 135	Bellis perennis	8.0	SG( 3)
- 296	Cerastium fontanum subsp. vulgare	1.0	SG( 3)
- 319	Leucanthemum vulgare	2.0	SG( 4)
- 331	Cirsium arvense	2.0	SG( 4)
- 386	Cynosurus cristatus	18.0	SG( 3)
- 390	Dactylis glomerata	4.0	SG( 3)
- 631	Holcus lanatus	4.0	SG( 2)
- 726	Leontodon hispidus	2.0	SG( 3)
- 756	Lolium perenne	38.0	SG( 4)
- 761	Lotus corniculatus subsp. corniculatus	1.0	SG( 4)
- 799	Medicago lupulina	2.0	SG( 4)
- 946	Plantago lanceolata	4.0	SG( 4)
- 959	Poa trivialis	4.0	SG( 2)
- 1017	Prunella vulgaris	18.0	SG( 3)
- 1040	Ranunculus acris	18.0	SG( 3)
- 1305	Trifolium pratense	2.0	SG( 3)
- 1306	Trifolium repens	8.0	SG( 2)
- 1312	Trisetum flavescens	4.0	SG( 3)
- 1766	Centaurea jacea	1.0	SG( 3)
- 1921	Festuca rubra	8.0	SG( 0)
- 2290	Senecio jacobaea	2.0	SG( 4)
- 2321	Poa pratensis + Poa angustifolia	2.0	SG( 4)
- 2430	* Taraxacum officinale s.s.	3.0	SG( 4)
- 2620	Calliergonella cuspidata	3.0	SG( 2)

Aantal soorten= 26

Bedekkingspercentages vochtgroepen:

SG(1) = .0 nat  
 SG(2) = 12.0 nat tot vochtig  
 SG(3) = 48.0 vochtig  
 SG(4) = 35.0 vochtig tot droog  
 SG(5) = .0 droog  
 Niet ingedeeld: 5.0

Profiel

0-16 cm matig humeuze löss met kalkconcreties  
 16-25 leemlöss met kalkconcreties, overgang naar ....  
 25-80 krijt



## Bijlage 2 Analyseresultaten van bodemmonsters

Voor locaties zie fig. 1

*De samenstelling en percentage oplosbare kalk in boven- en ondergronden op de bemonsterde plekken*

plek	Diepte (cm)	< 2	2—50	50-210	210-2000	>2000	gew. verlies(%) (kalk en org.stof)
		µm	µm	µm	µm	µm	
1	0-15	2.6	3.8	15.1	78.5	1.9	4.0
	40-60	1.2	0.4	3.6	94.8	1.1	0.1
2	10-20	31.4	51.5	10.1	6.9	0	13.4
	50-70	29.7	49.3	12.4	8.6	0	12.5
3	0-20	16.3	30.0	52.8	0.9	0	12.0
	50-70	8.2	15.6	74.9	1.3	0	12.3
4	40-60	17.6	20.5	35.7	26.2	2	2.8
5	0-15	18.4	25.5	41.2	14.9	2.2	7.4
	40-60	2.0	2.8	86.2	9.1	0	0.1
6	0-15	5.7	18.1	53.2	22.9	4.6	5.4
7	40-60	1.5	1.8	24.1	72.5	0.1	3.6
8	0-20	4.1	8.0	45.7	42.1	0	8.8
	50-70	7.1	15.3	55.4	22.2	0	11.3
9	10-20	25.1	37.7	32.5	0	1.8	9.9
	80-100	11.8	29.9	58.2	0	0	16.2
10	0-10	1.5	2.7	39.1	0	0	4.8
	40-60	12.1	22.2	42.2	23.5	0	15.5
11	0-10	10.2	17.7	47.3	24.9	0	11.0
12	20-30	10.9	27.0	41.0	21.1	0.6	15.9
13	0-15	2.8	6.5	13.3	77.4	9.6	5.6
	40-60	0.8	0.6	9.8	88.8	17.2	1.3
14	0-10	2.9	10.2	19.9	67.0	5.6	4.5
	40-60	2.4	8.9	21.3	67.5	9.3	2.6
15	30-40	2.6	5.3	16.7	75.3	12.5	1.7
16	0-20	33.7	27.6	35.7	3.0	7.9	36.9
	30-50	32.0	23.2	42.0	2.8	2.3	41.1
17	0-10	30.9	34.5	16.9	17.7	6.6	42.2
	50-70	43.0	29.9	18.1	8.9	7.0	73.5

