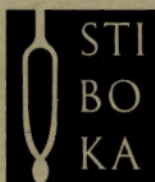


NN31396.1745.1

STICHTING VOOR BODEMKARTERING
WAGENINGEN

HET FOSFAATBINDEND VERMOGEN VAN
● ENKELE ZANDGRONDEN



Stichting voor Bodemkartering
Postbus 98
6700 AB Wageningen
Tel. 08370-19100

Rapport nr. 1745
Project nr. 216.45

BIBLIOTHEEK
STADSBIBLIOTHEEK

HET FOSFAATBINDEND VERMOGEN VAN
ENKELE ZANDGRONDEN

E. Korzilius
A. Breeuwsma

ISBN 90327 0176 2

Wageningen, maart 1983

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

18 MEI 1983



INHOUD

	Blz.
VOORWOORD	5
1 INLEIDING	7
1.1 Algemeen	7
1.2 Doel van het onderzoek	7
1.3 Reactiemechanisme	8
1.4 Oxalaat-extraheerbaar Al en Fe	9
2 MONSTERS	11
3 ANALYSEMETHODEN	13
3.1 Aluminium/ijzer	13
3.2 Fosfaat	13
3.3 Fosfaatbindend vermogen	13
4 RESULTATEN EN DISCUSSIE	15
4.1 Methodenonderzoek	15
4.1.1 pH	15
4.1.2 Ionsterkte	15
4.1.3 Fosfaatconcentratie	16
4.2 Fosfaatbindend vermogen	16
4.2.1 Relatie met het Al- en Fe-gehalte	16
4.2.2 Relatie met de diepte	20
4.2.3 Relatie met de tijd	20
4.2.4 Relatie met de bodemeenheid	30
5 CONCLUSIES	31
6 LITERATUUR	33
<u>Figuren</u>	
1 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit haarpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al en Fe die met de oxalaatmethode zijn bepaald.	20
2 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit veldpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al die met de oxalaatmethode zijn bepaald.	21
3 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit holtpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al en Fe die met de oxalaatmethode zijn bepaald.	22
4 Het fosfaatgehalte van een haarpodzolgrond (profiel nr. 1), als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters (t = 0) en na toevoeging van fosfaat met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend).	24
5 Het fosfaatgehalte van een veldpodzolgrond (profiel nr. 4), als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters (t = 0) en na toevoeging van fosfaat met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend).	25

6	Het fosfaatgehalte van een holtpodzolgrond (profiel nr. 6), als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters ($t = 0$) en na toevoeging van fosfaat met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend).	26
7	Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een haarpodzolgrond als functie van de reactietijd.	27
8	Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een veldpodzolgrond als functie van de reactietijd.	28
9	Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een holtpodzolgrond als functie van de reactietijd.	29

Tabellen

1	Het aantal monsters waarvoor de hoeveelheid fosfaat die na 24 uur gebonden is, binnen een bepaald percentage van de toegevoegde hoeveelheid ligt.	16
2	Resultaten van de regressie-analyse voor haarveld- en holtpodzolgronden.	18
3	Het fosfaatbindend vermogen van de laag 0-100 cm van enkele bodemeenheden bij zandgronden.	30

Bijlagen

2.1	Profielschets en -beschrijvingen	35
	<u>Profielnummer</u> <u>Bodemeenheid</u>	
	1 haarpodzol	
	2 haarpodzol	
	3 veldpodzol ("hoog")	
	4 en 5 veldpodzol ("middelhoog")	
	6 holtpodzol	
	7 holtpodzol	
	8 zwarte enkeerd	
	9 zwarte enkeerd	
	10 ijzerrijke vlakvaaggrond	
	11 bruine beekeerd	
	12 dampodzol ("dalgrond")	
3.1	Bepaling van oxalaat-extraheerbaar Al en Fe	47
3.2	Totaal-fosfaatbepaling	49
4.1	Het fosfaatbindend vermogen en andere analysegegevens van de monsters	51
4.2	De fosfaatsorptie als functie van de tijd voor drie profielen van podzolgronden	42
4.3	Het computerprogramma waarmee de statistische analyse is uitgevoerd.	57

VOORWOORD

In het kader van zijn studie aan de Landbouwhogeschool werd door E. Korzilius gedurende een half jaar een onderzoek verricht bij de afdeling Bodemchemie en Kleimineralogie, onder leiding van Dr.Ir. A. Breeuwsma. Het onderzoek maakt deel uit van het project "Het fosfaatbindend vermogen van zandgronden" (projectnr. 216.45).

De monsters werden voor een deel in samenwerking met Ing. B.A. Marsman en A.H. Booijs genomen en voor een deel door eerstgenoemde uit zijn collectie ter beschikking gesteld. Drs. J.H. Oude Voshaar was behulpzaam bij de statistische verwerking van de gegevens. Het verslag werd geschreven door E. Korzilius en bewerkt door Dr.Ir. A. Breeuwsma.

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Tot op heden is de verontreiniging van het oppervlaktewater met fosfaat door toedoen van de landbouw gering. Er zijn aanwijzingen dat bij ongewijzigd beleid deze situatie in zandgebieden met intensieve veehouderij zal kunnen veranderen. De mestoverschotten zijn hier zeer aanzienlijk en de mestbank kan het probleem maar voor een beperkt gedeelte oplossen. Veel bedrijven brengen de overschotten op relatief kleine oppervlakken landbouwgrond. Zoals bekend, heeft elke grond maar een beperkte capaciteit om fosfaat te binden. Over een aantal jaren zal, bij de huidige praktijk, bij verschillende bodemtypen het vermogen tot fosfaatbinding verbruikt zijn. Het fosfaat dat dan nog op zo'n perceel met de mest wordt toegediend zal via zijdelingse afvoer dan wel via drainagesysteem of grondwater in het oppervlaktewater terecht komen, en dan tot eutrofiëring kunnen leiden. Er is daarom onderzoek nodig naar het fosfaatbindend vermogen van verschillende bodemtypen en de factoren die dit vermogen beïnvloeden, om inzicht te krijgen in de vraag waar en wanneer de "fosfaatverontreiniging" een rol gaat spelen.

In het verleden is er voornamelijk onderzoek gedaan naar de beschikbaarheid van fosfaat als voedingselement voor gewassen; in situaties dus waar de concentratie van fosfaat in de bodemoplossing laag is (10^{-3} - 10^{-1} ppm P). De laatste jaren is er ook onderzoek gedaan aan systemen waar de fosfaatconcentratie vele malen hoger is (tot enkele honderden ppm P, hetgeen de orde van grootte van drijfmest is).

Het is algemeen aanvaard dat fosfaatbinding het gevolg is van de processen adsorptie en/of precipitatie. Men gebruikt daarvoor ook wel het samenvattende begrip "fosfaatsorptie". De adsorptie- en precipitatieprocessen zullen voor het anorganisch fosfaat voornamelijk plaatsvinden aan de volgende bodemdeeltjes:

- de randen van klei-mineralen
- aluminium- en ijzer(hydr)oxiden
- geadsorbeerd aluminium aan klei of organische stof
- calciumcarbonaat.

1.2 Doel van het onderzoek

Omdat de intensieve veehouderij zich voornamelijk geconcentreerd heeft op de zandgronden is het van belang, mede door de aard van die gronden, onderzoek te verrichten aan bodemtypen die juist in die gebieden voorkomen. In deze gronden komen vooral aluminium- en ijzer(hydr)oxiden in aanmerking voor het vastleggen van fosfaat (en misschien in mindere mate ook organische stof). De aandacht in dit onderzoek gaat dan ook vooral uit naar de invloed die aluminium- en ijzer(hydr)oxiden hebben op de fosfaatsorptie. Het onderzoek behelsde de volgende vier aspecten:

- 1 Het ontwikkelen van een eenvoudige methode voor de karakterisering van het fosfaatbindend vermogen.
 - 2 Onderzoek van de kinetiek van de reactie in verband met de voorspelling van de fosfaatsorptie op langere termijn.
 - 3 Onderzoek, via een regressie-analyse, naar de samenhang tussen de fosfaatadsorptie en de gehalten aan Al en Fe die met oxalaat extraheerbaar zijn en die als de meest actieve fractie van deze elementen in de bodem gelden.
 - 4 Onderzoek van het fosfaatbindend vermogen van verschillende bodemeenheden (subgroepen in het Nederlandse classificatiesysteem).
- Wij hebben bij het onderzoek getracht om met de analysemethoden zoveel mogelijk aan te sluiten bij het in de literatuurlijst vermelde werk van Beek en Riemsdijk.

Het onderzoek is gedaan als onderdeel van een groter onderzoek dat als uiteindelijk doel heeft "het interpreteren van bodemkaarten met betrekking tot het fosfaatbindend vermogen". Of anders gezegd "het maken van afgeleide kaarten waarop dit vermogen is weergegeven. Dergelijke kaarten zouden een belangrijk hulpmiddel kunnen vormen voor het onderbouwen van beleidsmaatregelen in het kader van de bodembescherming.

1.3 Reactiemechanisme

Om inzicht te krijgen in de kinetiek van de optredende reacties is door verschillende onderzoekers onderzoek gedaan aan goed gedefinieerde pure systemen. Met behulp van de op deze wijze verkregen inzichten in de kinetiek van de sorptie van fosfaat aan verschillende systemen probeert men de sorptie-eigenschappen van gronden te beschrijven dan wel te verklaren.

Van Riemsdijk (1979) constateerde aan de hand van een studie betreffende fosfaatadsorptie aan gibbsiet het volgende;

- 1 bij lage fosfaatconcentraties is fosfaatadsorptie het dominante reactiemechnisme met een adsorptiemaximum dat bepaald wordt door de hoeveelheid enkel gecoördineerde OH-groepen aanwezig op het hydroxide-oppervlak
- 2 bij aanwezigheid van grote oververzadiging wordt precipitatie reeds vrij snel na de start van het experiment het dominante reactiemechnisme
- 3 de snelheid van het precipitatieproces neemt toe met toenemende oververzadiging en neemt af met de hoeveelheid die reeds gereageerd heeft
- 4 het kation in het systeem beïnvloedt de kinetiek.

Zijn experimenten aan monsters van zandgronden bij constante oververzadiging en verschillende reaktietijden, gaven aanleiding tot de veronderstelling dat er coatings van metaalfosfaten gevormd werden op de metaaloxiden. Dit veronderstelde precipitatiemechanisme vertoont overeenkomsten met het oxidatiemechanisme van metalen. Men spreekt in dit verband ook wel van "oppervlakteprecipitatie" of "diffusie-precipitatie", om aan te geven dat de nieuw gevormde fase aan het oppervlak van een bestaande fase wordt gevormd.

X

Met één van de voor dat mechanisme vaak gebruikte theoretisch formules bleek Van Riemsdijk de resultaten van de experimenten van fosfaatsorptie aan een zandgrond goed te kunnen beschrijven. Grafisch gezien komt het er op neer dat wanneer de fosfaatsorptie uitgezet wordt tegen de natuurlijke logaritme van de reactietijd, dat een rechte oplevert. Voor enkele podzolgronden is per horizont nagegaan of dit ook opgaat voor de door ons gebruikte methode voor de bepaling van het fosfaatbindend vermogen.

1.4 Oxalaat-extraheerbaar Al en Fe

Van de vormen waarin aluminium en ijzer in zandgronden voorkomen worden met oxalaat extraheerbare aluminium- en ijzer(hydr)oxiden als de meest reactieve fractie beschouwd. Deze fractie zou daarom verantwoordelijk kunnen zijn voor de fosfaatsorptie.

Voor ijzer betreft dit hoofdzakelijk "amorfe" (in feite mikrokristallijne) verbindingen (Schwertmann, 1964, 1973), en voor aluminium zowel amorfe als kristallijne componenten, o.a. gibbsiet en allofaan (Fey en Le Roux, 1975).

Beek (1979) liet voor enkele monsters van veldpodzolgronden zien dat er een lineair verband is tussen de fosfaatsorptie na een periode van een jaar en de som van de fractie oxalaat-extraheerbaar aluminium en ijzer. In deze gronden is echter vrijwel geen "vrij" Fe aanwezig, zodat het nog de vraag is of met oxalaat extraheerbaar "Al" en "Fe" in dezelfde mate reageren. In dit onderzoek wordt daarom aan de hand van een groter aantal bodemtypen onderzocht of de oxalaatmethode geschikt is ter karakterisering van de aluminium- en ijzerverbindingen die verantwoordelijk zijn voor de fosfaatsorptie.

Van de volgende bodemeenheden werden elf geheel of gedeeltelijk bemonsterde profielen in bewerking genomen:

haarpodzolgronden (2x)

veldpodzolgronden (2x)

holtpodzolgronden (2x)

zwarte enkeerdgronden (op haarpodzolen) (2x)

ijzerrijke vlakvaaggrond (1x)

bruine beekeerdgrond (1x)

dalgrond (1x)

De profielen zijn, behalve voor de dalgrond, beschreven en bemonsterd door Ing. B.A. MARSMAN. De dalgrond werd beschreven en bemonsterd door A.H. Booijs. De vlakvaag- en beekeerdgrond zijn speciaal voor dit onderzoek bemonsterd, evenals de dalgrond. De overige profielen waren reeds voor ander onderzoek bemonsterd. De profielbeschrijvingen zijn vermeld in bijlage 2.1.

Behalve de dalgrond en één holtpodzolgrond zijn alle profielen afkomstig van natuurterreinen, te weten het landgoed Oostermaat bij Bathmen en de Hoge Veluwe.

Alle monsters werden in een profielkuil genomen. Van elke horizont werd van het karakteristieke deel één monster genomen. Bij dikke horizonten werd een onderverdeling in 2 of 3 lagen gemaakt. Deze lagen werden afzonderlijk bemonsterd.

3 ANALYSEMETHODEN

3.1 Aluminium/ijzer

Aluminium en ijzer zijn bepaald door middel van de extractiemethode van Schwertmann (1964), met een zure ammoniumoxalaatoplossing. Zie bijlage 3.

3.2 Fosfaat

Fosfaat is bepaald als totaal-fosfaat. Na destructie van de grond met Fleischmannzuur ondergaat een deel van het destruaat de blauwkleuring volgens Muprhy en Riley, waarna het fosfaat spectrofotometrisch is bepaald. Zie verder bijlage 3.2.

3.3 Fosfaatbindend vermogen

Beginsel

Aan een op pH gebrachte grondsuspensie wordt een overmaat fosfaatoplossing toegevoegd om te voorkomen dat de fosfaatconcentratie tijdens de sorptie-experimenten te sterk terugloopt (constante oververzadiging). Na een bepaalde reactietijd wordt de hoeveelheid door het monster vastgelegde fosfaat bepaald. Dit gebeurt door de hoeveelheid fosfaat in het "behandelde" monster, waar dus fosfaat aan toegevoegd is, te verminderen met de hoeveelheid fosfaat gevonden in het onbehandelde monster.

Reagentia

KCl-oplossing: 414mg KCl/liter
fosfaat-oplossing: 2226mg $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ /liter
0,11M (0.01M) HCl
0,1M (0.01M) NaOH
80% alcohol

Werkwijze

Weeg 1 gram grond in een polyethyleenflesje van 100ml. Voeg 45ml KCl-oplossing toe en breng met behulp van HCl of NaOH de pH of 5,5 (zorg er voor dat het volume zo weinig mogelijk verandert door de juiste normaliteit van zuur of base te nemen). Voeg vervolgens 5ml fosfaatoplossing toe. In de oplossing is de concentratie kalium nu 5×10^{-3} M en de concentratie aan fosfaat 50 ppm P. Schud gedurende 24 uur in een schudmachine (voor langere schudtijden is gebruik gemaakt van een "end over end shaker" en is de pH tussentijds gecontroleerd en zonodig weer op pH 5,5 gebracht).

Breng de grond en oplossing kwantitatief over op een Büchnertrechter, waarop zich een "asvrij" filter (maximale asrest 0.12mg) bevindt.

Y

Zuig de oplossing met behulp van een vacuümpomp af en was het monster uit met 80% alcohol. Zuig het filter droog na 3 maal spoelen. Breng het monster plus filter kwantitatief over in een 100ml destructiekolf. Voeg 10 ml Fleischmannzuur toe en destrueer op een kookplaat met gec. HNO_3 tot het destruaat helder is. Bepaal de fosfaatconcentratie in het destruaat volgens de methode van Murphy en Riley zoals aangegeven is in paragraaf 3.2.

Berekening

Bereken het fosfaatbindend vermogen van het monster uit het verschil in fosfaatgehalte van het behandelde en het onbehandelde (oorspronkelijke) monster.

Opmerkingen

- Bij het destrueren van de monsters en filters is het voor de reproduceerbaarheid van belang dat de monsters helder en wit van kleur worden, kook desnoods wat langer en voeg wat extra salpeterzuur toe, zodat de destructie volledig verloopt.
- Bij monsters waarin zich concreties bevinden kan men beter minder inwegaan, daar de destructie anders problemen kan geven.
- Het is belangrijk na het spoelen met alcohol de monsters op de Büchnertrechter droog te zuigen. Als er namelijk teveel alcohol in de destructiekolf wordt overgebracht is de kans aanwezig dat, na toevoegen van het Fleischmannzuur, de reactie zo heftig is, dat het monster uit de kolf spat of langs de hals omhoog kruipt. Dit kan bij te snel opwarmen ook voorkomen.

4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Methodenonderzoek

Bij de hier ontwikkelde methode voor de bepaling van het fosfaat-bindend vermogen van gronden hebben we de pH, de ionsterkte en de fosfaatconcentratie "min of meer" gestandaardiseerd. Dat wil zeggen dat deze grootheden bij het begin van de sorptiemetingen voor alle monsters dezelfde waarde hadden, en dat aan het verloop van de pH of de fosfaatconcentratie een grens is gesteld of dat dit verloop tijdens de metingen werd gecorrigeerd. De redenen hiervoor zijn de volgende:

- 1 Om het verband na te kunnen gaan tussen de fosfaatsorptie en oxalaat-extraheerbaar Fe en Al is het gewenst de invloed van andere variabelen op de fosfaatbinding zoveel mogelijk te elimineren.
- 2 De pH wordt in de landbouwkundige praktijk bij kalkloze, zandgronden meer bepaald door bemesting en bodemgebruik dan door de bodem zelf. (NB We gaan er daarbij vanuit dat de intensieve veehouderij vooral op kalkloze zandgronden wordt aangetroffen).
- 3 De "constante" fosfaatconcentratie maakt het in principe mogelijk de fosfaatsorptie te extrapoleren naar langere termijn volgens het door van Riemsdijk ontwikkelde model.

Hieronder wordt aangegeven in hoeverre de standaardisatie is gelukt.

4.1.1 pH

Doordat de monsters, die vooral afkomstig zijn uit natuurterreinen, nogal grote verschillen in pH vertoonden (pH3-pH7), was het noodzakelijk één pH te kiezen waarbij de proef voor alle monsters zou worden uitgevoerd. Er werd voorlopig gekozen voor pH = 5,5. Dit is voor landbouwgronden in kalkloze zandgebieden een vrij normale waarde. Tijdens de proef bleek de pH binnen 24 uur in de meeste gevallen niet meer dan 0,2 eenheid te veranderen, hetgeen als aanvaardbaar is beschouwd (bijlage 4.1). Bij langere schudtijden was het bij enkele monsters noodzakelijk de pH tussentijds te corrigeren. Het op pH 5,5 brengen van monsters met veel organische stof en/of aluminium kan veel tijd vergen, daar deze monsters voor wat de pH betreft een groot bufferend vermogen hebben.

4.1.2 Ionsterkte

Er is een hoeveelheid zout toegevoegd die overeenkomt met een concentratie van 5×10^{-3} M KCl, hetgeen een redelijke waarde is met betrekking tot de concentratie in het bodemvocht. Het toegevoegde fosfaat komt overeen met ca. $1,6 \times 10^{-3}$ M; de toevoegingen van NaOH (of HCl), ter correctie van de pH, met maximaal 2×10^{-3} M.

4.1.3 Fosfaatconcentratie

Tijdens de proef daalt de fosfaatconcentratie ten gevolge van fosfaatsorptie. Door een overmaat aan fosfaat toe te dienen is de afname van de fosfaatconcentratie in de oplossing gering en kan deze als constant verondersteld worden. Na de proef bleek dat verschillende monsters zoveel fosfaat hadden gebonden dat de concentratie verder was gedaald dan vooraf was voorzien (tabel 1).

Tabel 1 Het aantal monster waarvoor de hoeveelheid fosfaat die na 24 uur gebonden is binnen een bepaald percentage van de toegevoegde hoeveelheid ligt

Gebonden fosfaat %(van toegev. hoeveelheid)	Haarpodzol	Veldpodzol	Holtpodzol	Totaal
	aantal monsters			aantal monsters
0-10%	8	7	5	20
10-20%	6	8	9	23
20-30%	5	3		8
30-35%	4	2		6
	23	20	14	57

In hoeverre de daling van de fosfaatconcentratie invloed heeft op de hoeveelheid gebonden fosfaat voor de verschillende monsters zal nader onderzocht moeten worden.

Voor enkele monsters zijn adsorptieproeven gedaan bij fosfaatconcentraties die rond de 50 ppm P lagen. De eerste indruk was dat de daling van de fosfaatconcentratie geen meetbare invloed op de fosfaatsorptie had wanneer de gebonden hoeveelheid niet meer dan ongeveer 25% van de toegevoegde hoeveelheid fosfaat bedroeg. Toch is het verstandig de fosfaatconcentratie nog beter constant te houden. Een mogelijkheid daartoe is de hoeveelheid toe te dienen fosfaat te vergroten bij gelijkblijvende concentratie. Een volumevergroting van 5 keer lijkt een goede oplossing.

4.2 Fosfaatbindend vermogen

4.2.1 Relatie met het Al- en Fe-gehalte

De relatie tussen het fosfaatbindend vermogen en de met de oxalaatmethode bepaalde Al- en Fe-gehalten werd onderzocht met behulp van een regressie-analyse. De hoeveelheid fosfaat die 24 uur na toevoeging gebonden is werd als maat voor het fosfaatbindend vermogen beschouwd. De gebruikte gegevens zijn vermeld in bijlage 4.1. Het fosfaatbindend vermogen is hier aangeduid met het symbool P_{1dag} en in de regressievergelijkingen met y . Van de ongeveer 100 monsters zijn er 57 gebruikt voor de berekeningen. Deze monsters zijn onder te verdelen in de volgende drie groepen:

- haarpodzolgronden (monsternrs. Ba16 t/m Ba25, Ba29 t/m Ba33, 11245 t/m 11248, 11253 t/m 11257 = 23 monsters)

- veldpodzolgronden (monsternrs. Ba39 t/m Ba42, Ba49 t/m 58, 11259 t/m 11264 = 20 monsters)
- holtpodzolgronden (monsternrs. Ba81 t/m Ba89, 11237 t/m 11241 = 14 monsters)

De overige monsters zijn in de analyse niet meegenomen, daar het aantal monsters per bodemtype te klein was en er zich bij sommige monsters andere specifieke problemen voordeden. De analyse is uitgevoerd zoals beschreven is in bijlage 4.3. Ze had tot doel een antwoord te geven op de onderstaande vragen:

- heeft het gehalte aan organische stof invloed op het fosfaatbindend vermogen?
- hebben de gehalten aan Al en Fe invloed op het fosfaatbindend vermogen?
- is het verband van het fosfaatbindend vermogen met de gehalten aan Al en Fe lineair?
- zijn de regressiecoëfficiënten voor de drie groepen gelijk?
- zijn (eventueel binnen de groepen) de regressiecoëfficiënten voor Al en Fe gelijk? Met andere woorden: mag men de Al- en Fe-gehalten optellen en de som als één variabele gebruiken?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden hebben we de volgende regressiemodellen vergeleken:

$$a: y = b_0 + b_1 \text{ Al} + b_2 \text{ Fe} + b_3 \text{ Org} + E$$

$$b: y = b_0 + b_1 \text{ Al} + b_2 \text{ Fe} + E$$

$$c: y = b_0 + b_1 \text{ Al} + E$$

$$d: y = b_0 + b_1 (\text{Al} + \text{Fe}) + E$$

Hierbij is E de restvariantie (niet door het model verklaard). Voor y, Al en Fe zijn gehalten in mmol per kg grond gebruikt en voor het organische stofgehalte (Org) massaprocenten. Deze modellen zijn allen zowel voor de drie groepen apart als voor de groepen als geheel gebruikt. In principe geldt dat het model met de kleinste restspreiding de beschrijving geeft die het dichtst bij de werkelijkheid ligt. Bijvoorbeeld als model b niet slechter pas dan a dan mag men concluderen dat het gehalte aan organische stof geen invloed heeft op het fosfaatbindend vermogen.

De resultaten zijn vermeld in tabel 2 (blz. 18).

Discussie

- 1 Uit de berekeningen voor de drie grondsoorten apart blijkt dat het gehalte aan organische stof de minst overtuigende bijdrage levert tot de verklaring van het fosfaatbindend vermogen. Verder blijkt voor de haarpodzolgronden deze bijdrage positief te zijn en voor de veld- en holtpodzolgronden negatief. Deze beide feiten hebben ons doen besluiten om de invloed van de organische stof op het fosfaatbindend vermogen verder buiten beschouwing te laten. We beperken ons dus tot de twee belangrijkste variabelen Al en Fe.
- 2 In de groep van de veldpodzolgronden levert Fe geen bijdragen tot de verklaring van het fosfaatbindend vermogen. Dit is echter niet

Tabel 2 Resultaten van de regressie-analyse voor haar-, veld- en holtpodzolgronden

Haarpodzolgronden

Model	Regressievergelijking	Rest-sprei- ding	Aantal vrij- heids- graden
a	$y = 2,09 + 0,1053 \text{ Al} + 0,0382 \text{ Fe} + 0.3864 \text{ Org}$	2,01	19
b	$y = 2,54 + 0,1135 \text{ Al} + 0,0368 \text{ Fe}$	2,22	20
c	$y = 2,47 + 0,1245 \text{ Al}$	2,50	21
d	$y = 3,52 + 0,0886 (\text{Al} + \text{Fe})$	2,86	22

Organische stof blijkt net significant te zijn ($P = 0,04$).

Fe blijkt sterk significant te zijn ($P < 0,01$).

Al is nog sterker significant ($P < 0,01$).

De coëfficiënten van Fe en Al verschillen significant.

Veldpodzolgronden

Model	Regressievergelijking	Rest-sprei- ding	Aantal vrij- heids- graden
a	$y = 2,92 + 0,1341 \text{ Al} - 0,0603 \text{ Fe} - 0,4507 \text{ Org}$	1,35	16
b	$y = 2,45 + 0,1242 \text{ Al} - 0,0343 \text{ Fe}$	1,53	17
c	$y = 2,51 + 0,1213 \text{ Al}$	1,51	18
d	$y = 2,83 + 0,1097 (\text{Al} + \text{Fe})$	1,84	18

Organische stof is significant ($P = 0,03$)

Fe is niet significant

Al is zeer significant ($P < 0,01$)

De coëfficiënten van Fe en Al verschillen significant

Holtpodzolgronden

Model	Regressievergelijking	Rest-sprei- ding	Aantal vrij- heids- graden
a	$y = 4,01 + 0,0711 \text{ Al} + 0,1432 \text{ Fe} - 0,3488 \text{ Org}$	1,44	10
b	$y = 3,03 + 0,0836 \text{ Al} + 0,1187 \text{ Fe}$	1,88	11
c	$y = 4,79 + 0,0997 \text{ Al}$	2,70	12
d	$y = 3,05 + 0,0942 (\text{Al} + \text{Fe})$	1,86	12

Organische stof is significant ($P = 0,015$)

Fe is sterk significant ($P = 0,003$)

Al is sterk significant ($P = 0,003$)

Haarpodzol, veldpodzol- en holtpodzolgronden

Model	Regressievergelijking	Rest-sprei- ding	Aantal vrij- heids- graden
a	$y = 2,90 + 0,1109 \text{ Al} + 0,0424 \text{ Fe} - 0,0284 \text{ Org}$	2,01	53
b	$y = 2,95 + 0,1113 \text{ Al} + 0,0426 \text{ Fe}$	1,99	54
c	$y = 3,05 + 0,1195 \text{ Al}$	2,25	55
d	$y = 3,44 + 0,0935 (\text{AL} + \text{Fe})$	2,41	55

Organische stof is niet significant

Fe en Al zijn beiden sterk significant

De coëfficiënten van Fe en Al verschillen ook sterk significant

verwonderlijk, omdat de Fe-gehalten in deze groep vrijwel te verwaarlozen zijn. Verder blijkt voor deze groep gronden het verband tussen het fosfaatbindend vermogen en Al-oxalaat lineair te zijn (zie fig. 2). De bijdrage van Al blijkt voor alle groepen sterk significant te zijn. Ook de bijdrage van Fe-voorzover aanwezig - is sterk significant.

- 3 Uit de regressie-analyse blijkt verder dat model b het beste passende model is, wanneer men alle groepen gezamenlijk beschouwd. Dit model geeft de kleinste restspreiding.

- 4 We hebben tot nu toe alleen nog maar modellen beschouwd die lineair zijn in Al en Fe. De mogelijkheid dat ook niet-lineaire termen bij de verklaring van het fosfaatbindend vermogen een rol kunnen spelen hebben we op een grafische wijze onderzocht. Dit geschiedde op de volgende wijze:

Per groep van podzolgronden is model b in een grafiek uitgezet met als X-as het Al-gehalte en als Y-as het fosfaatbindend vermogen (Fig. 1 t/m 3). Voor elk waarde van het Fe-gehalte verkrijgt men een rechte lijn. Alle lijnen lopen evenwijdig aan elkaar. De lijnen geven dus het ("aangepaste") model weer. In deze grafieken hebben we de waarnemingen (m.b.v. een sterretje) alsmede de door het model voorspelde waarden (m.b.v. een cirkeltje) getekend. Vervolgens zijn deze twee met een lijnstukje verbonden. Dit lijnstukje noemen we het residu. Als de positieve en negatieve residuen regelmatig over de grafiek verdeeld zijn dan mag men het verband in Al en Fe lineair veronderstellen. Als echter de residuen links en rechts voornamelijk positief zijn en ertussen in negatief dan geeft dit een niet-lineair (maar kwadratisch) verband aan in Al. Evenzo is het verband in Fe niet-lineair als de residuen voor de hoogste en laagste waarden van Fe een ander teken hebben dan de residuen voor de tussenliggende waarden.

Voor de drie groepen geven deze grafieken echter geen aanleiding te veronderstellen dat een niet-lineair model in Al en Fe het fosfaatbindend vermogen beter verklaart dan een model met alleen lineaire termen voor Al en Fe.

Voor de drie bodemeenheden gelden dus als beste modellen:

haarpodzolgronden: $y = 2,54 + 0,12 \text{ Al} + 0,037 \text{ Fe}$

veldpodzolgronden: $y = 2,51 + 0,12 \text{ Al}$

holtpodzolgronden: $y = 3,03 + 0,084 \text{ Al} + 0,12 \text{ Fe}$

- 5 Tenslotte hebben we ook nog onderzocht of de regressiecoëfficiënten voor de drie groepen verschillen. Het resultaat hiervan luidt:
- de coëfficiënten van Al verschillen voor de drie groepen niet significant ($P = 0,11$).
 - de coëfficiënten van Fe verschillen voor de haarpodzolgronden en holtpodzolgronden significant ($P = 0,015$)
 - de intercepten verschillen significant van nul maar de onderlinge verschillen zijn niet significant. Dat wil zeggen dat er voor de drie groepen geen duidelijke verschillen zijn tussen de hoeveelheden fosfaat die door andere bodemcomponenten worden vastgelegd.

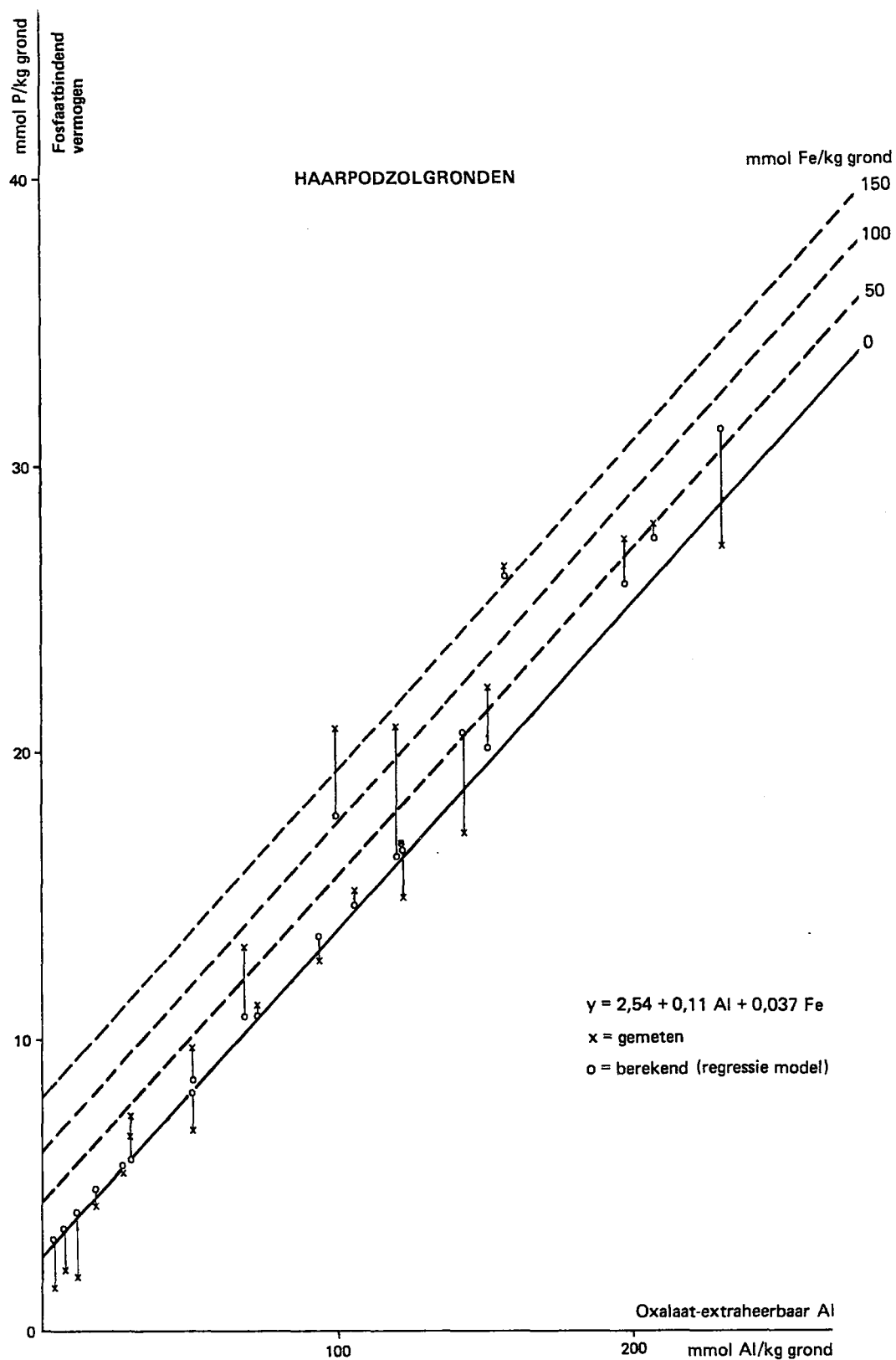


Fig. 1 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit haarpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al en Fe die met de oxalaatmethode zijn bepaald

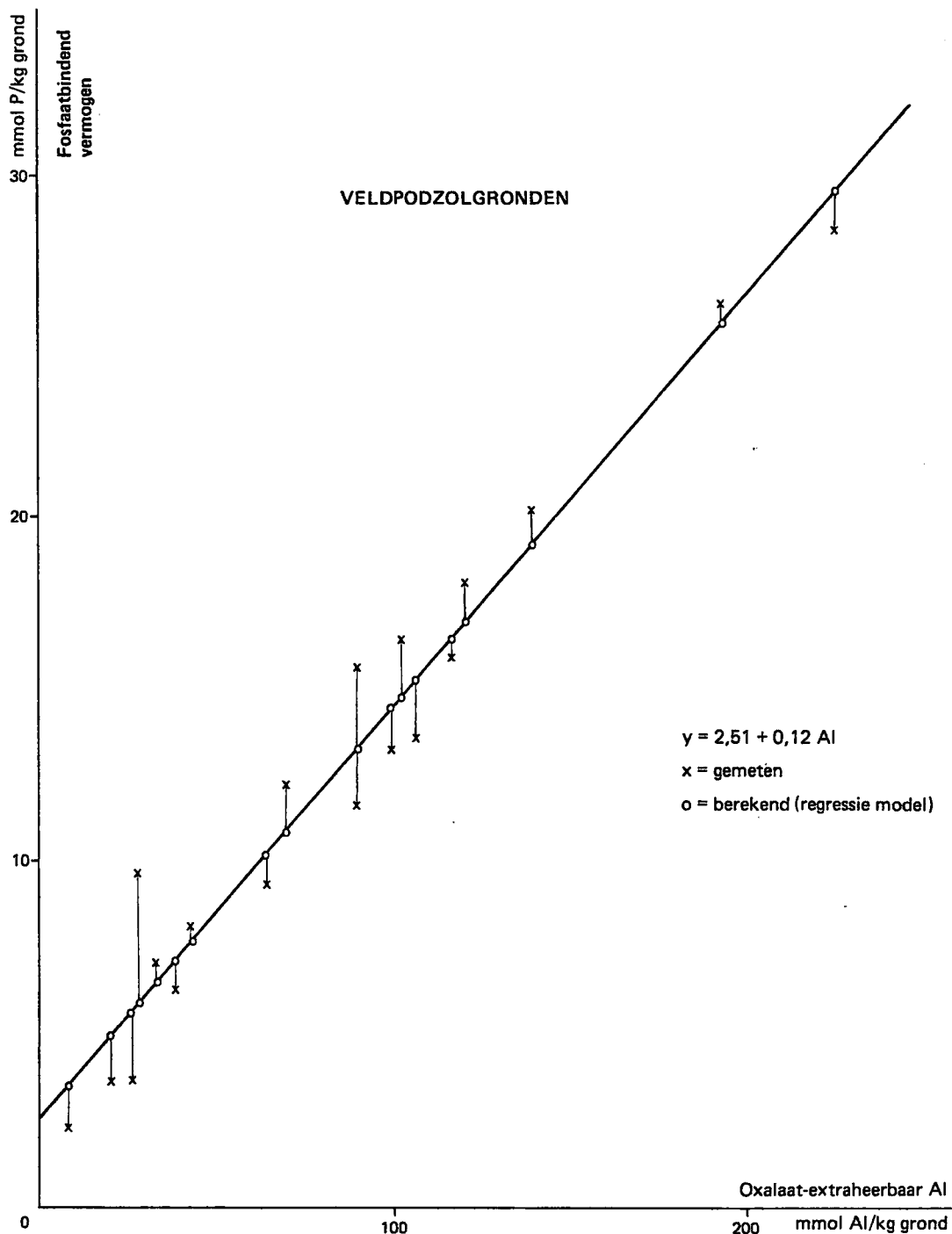


Fig. 2 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit veldpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al die met de oxalaatmethode zijn bepaald

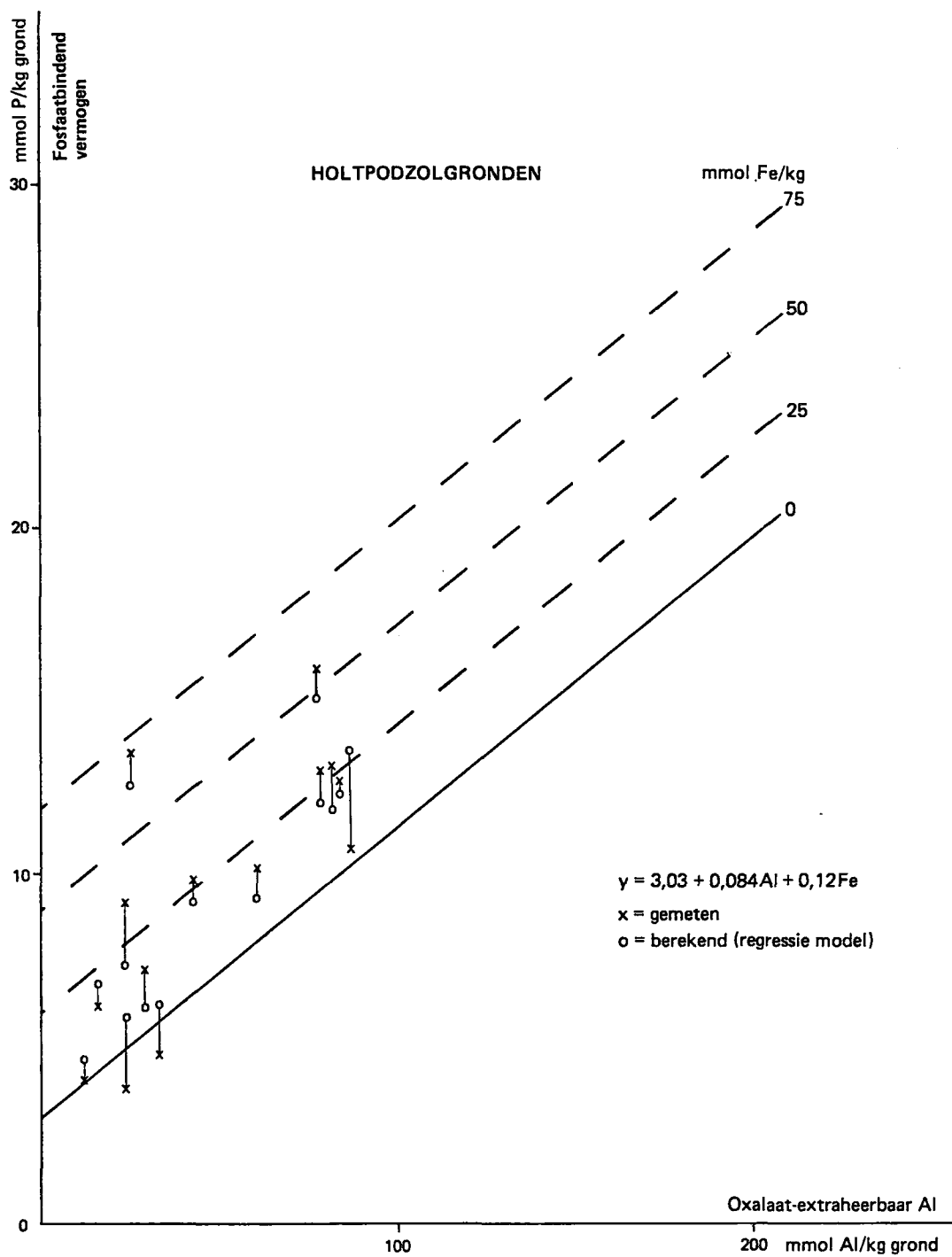


Fig. 3 Het fosfaatbindend vermogen van monsters uit holtpodzolgronden uitgezet tegen de gehalten aan "vrij" Al en Fe die met de oxalaatmethode zijn bepaald

4.2.2 Relatie met de diepte

De gehalten aan Al- en Fe-verbindingen variëren met de diepte in het profiel ten gevolge van bodemvormende processen onder invloed waarvan deze (hydr)oxiden zijn ontstaan. Dientengevolge varieert ook het fosfaatbindend vermogen met de diepte. Drie voorbeelden daarvan zijn gegeven in Fig. 4, 5 en 6.

4.2.3 Relatie met de tijd

De invloed van de tijd op de fosfaatsorptie is voor 3 profielen onderzocht. Daarbij zijn metingen verricht na 1 en 5 uur en na 1, 7 en 28 dagen. De resultaten zijn vermeld in tabel 5 en in de figuren 7 t/m 9. Uit deze figuren blijkt dat er een redelijk lineair verband is tussen de fosfaatsorptie en de (natuurlijke) logaritme van de tijd. Dit stemt overeen met de resultaten van Van Riemsdijk (1979). Daarmee is het in principe mogelijk de fosfaatsorptie op langere termijn te voorspellen. Nader onderzoek is nodig om vast te stellen hoever men daarbij mag gaan. Ter nadere illustratie van het tijdeffect is in de figuren 4 t/m 6 behalve de gemeten fosfaatsorptie (na 1 dag) ook de voorspelde fosfaatsorptie na 1 jaar aangegeven. Deze extrapolatie lijkt in elk geval nog redelijk betrouwbaar (zie ook Lexmond et al., 1982).

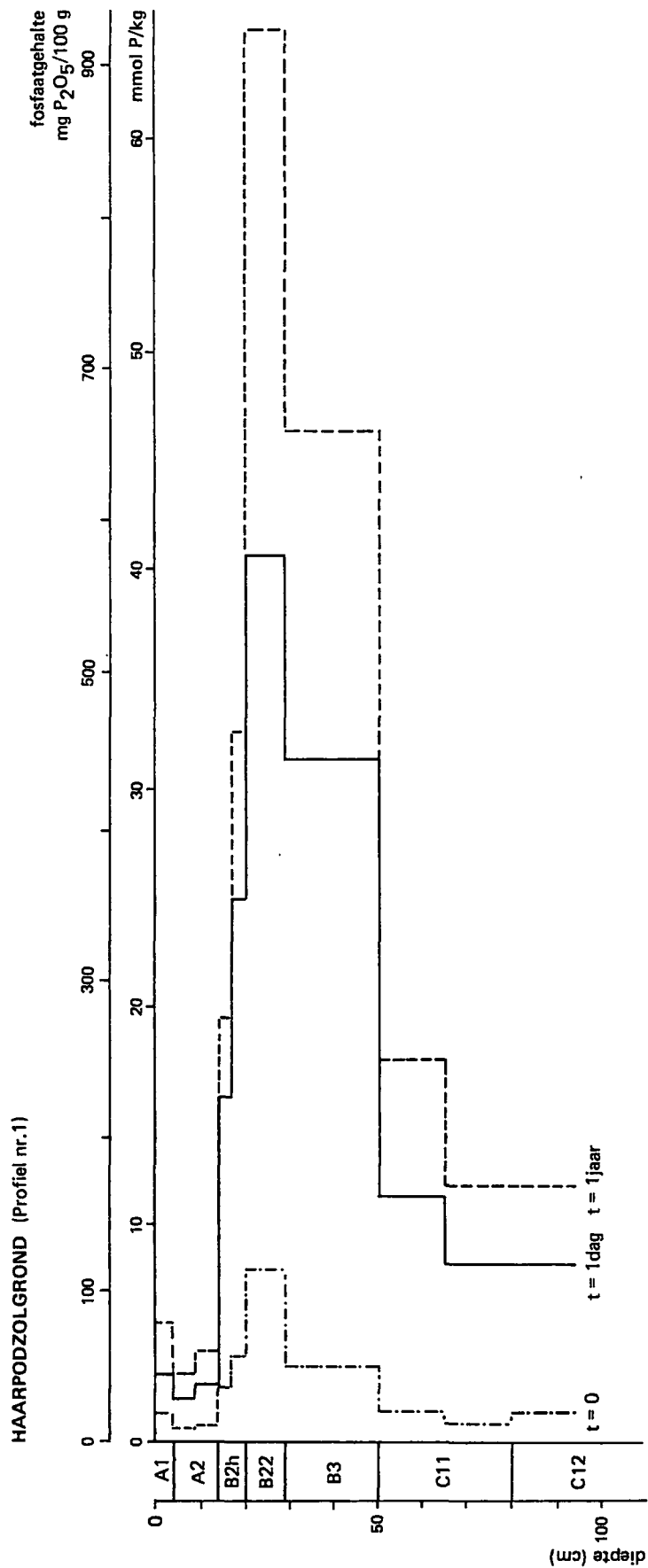


Fig. 4 Het fosfaatgehalte van een haarpodzolgrond (profiel nr. 1) als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters (t = 0) en na toevoeging van fosfaat, met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend)

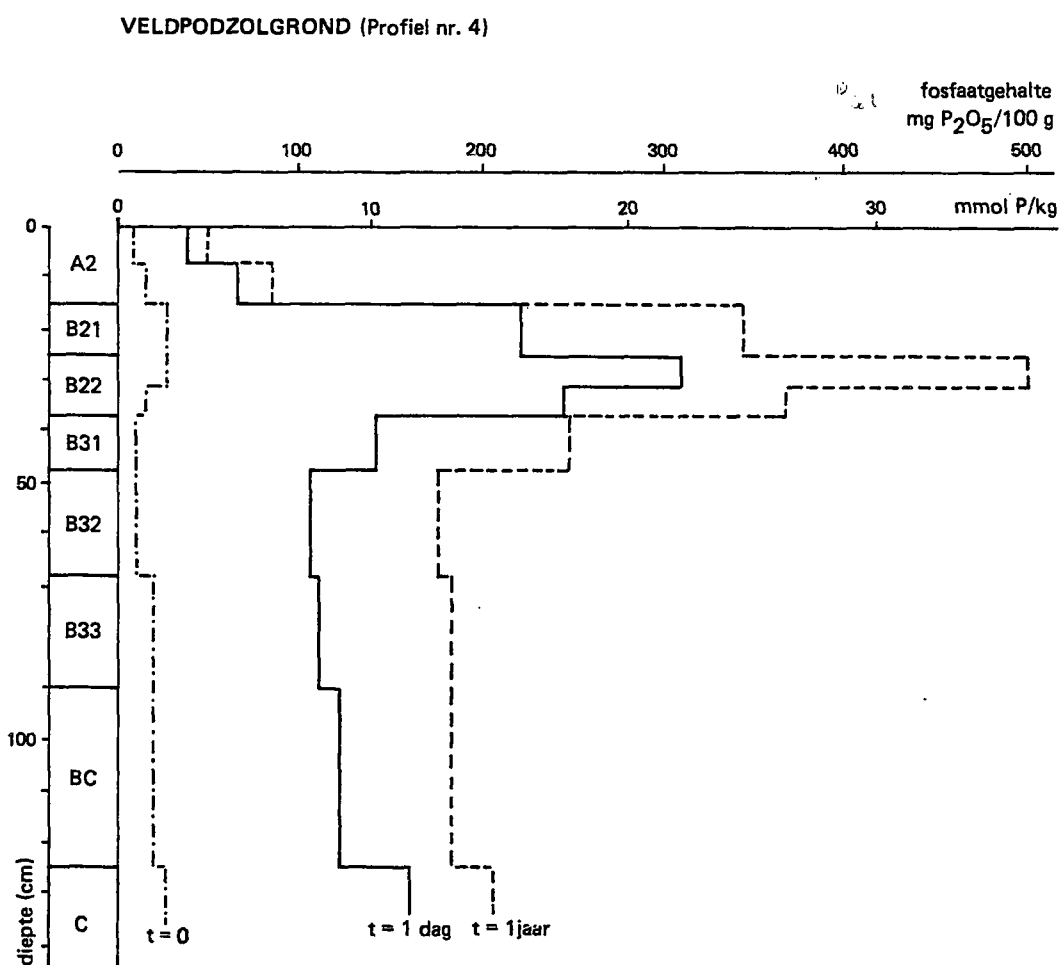


Fig. 5 Het fosfaatgehalte van een veldpodzolgrond (profiel nr. 4) als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters ($t = 0$) en na toevoeging van fosfaat, met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend)

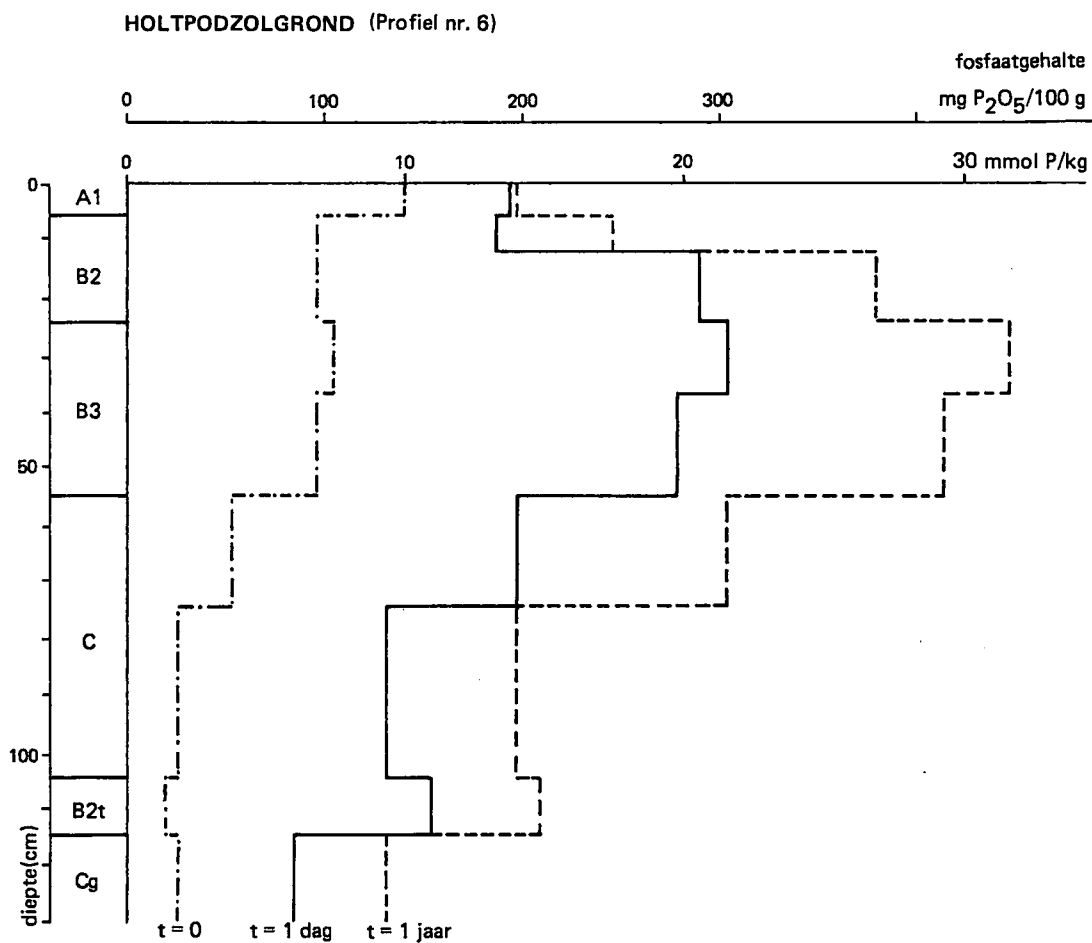


Fig. 6 Het fosfaatgehalte van een holtpodzolgrond(profiel nr. 6) als functie van de diepte, in de onbehandelde monsters ($t = 0$) en na toevoeging van fosfaat met reactietijden van 1 dag (gemeten) en 1 jaar (berekend)

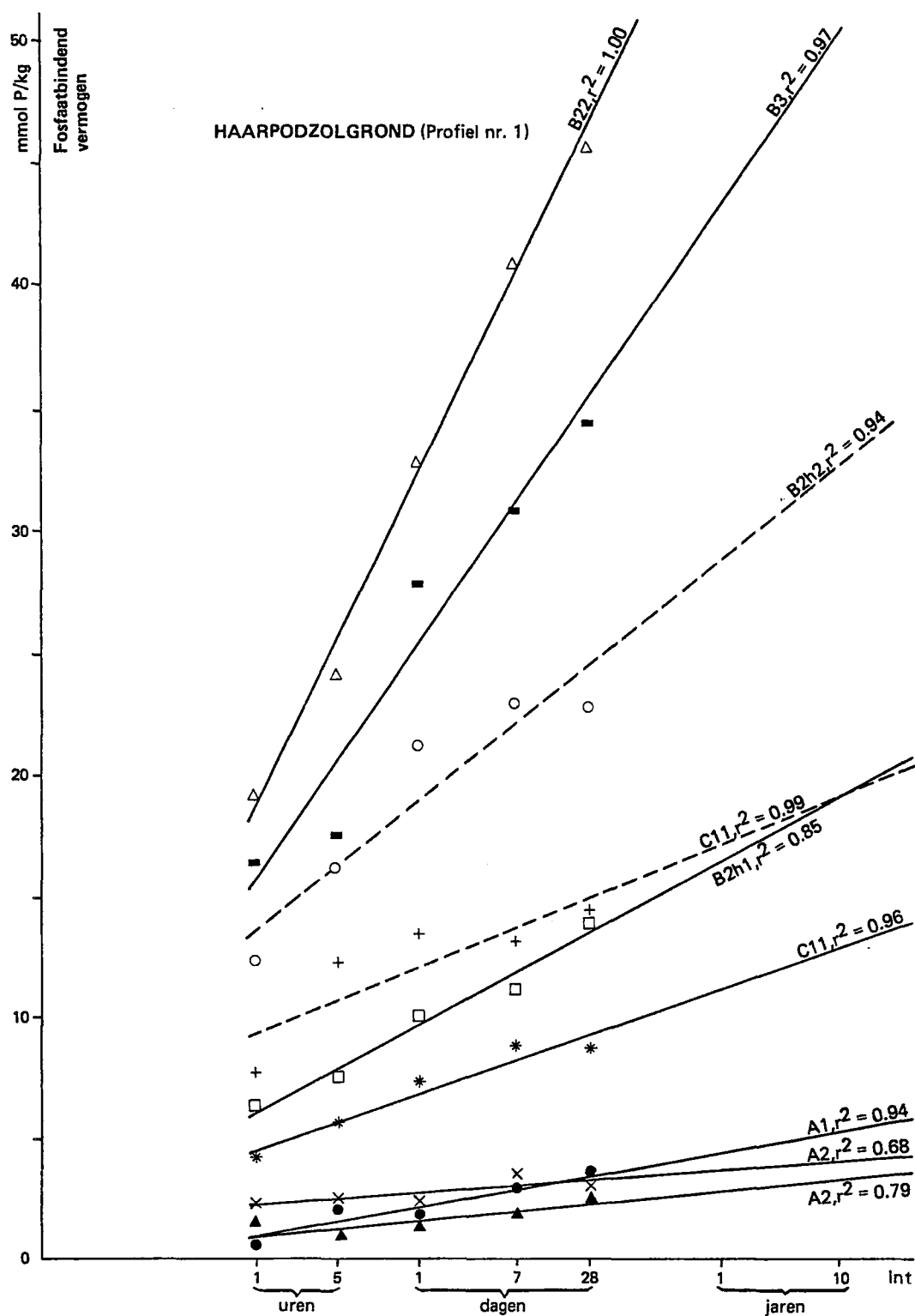


Fig. 7 Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een haarpodzolgrond als functie van de reactietijd

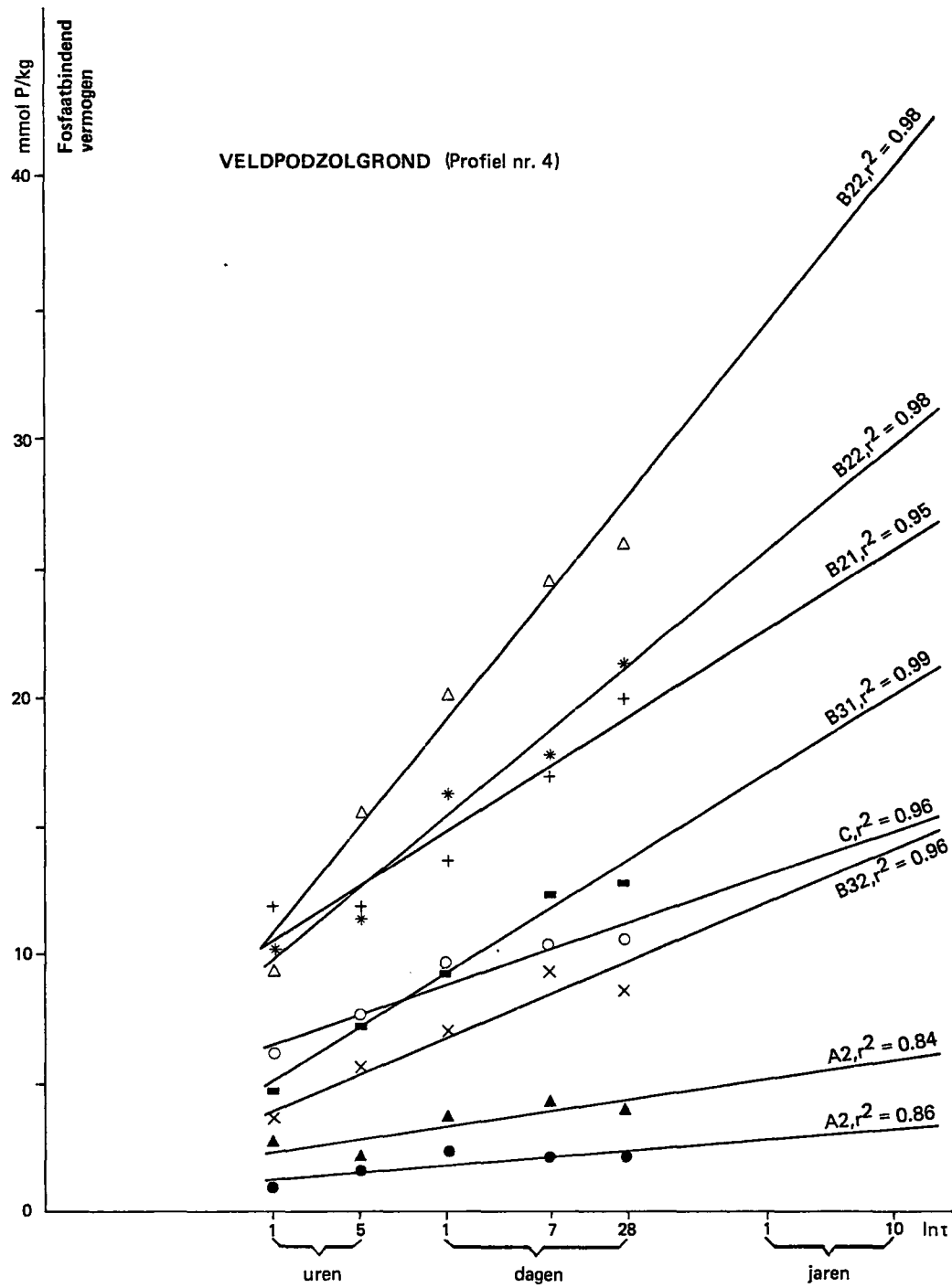


Fig. 8 Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een veldpodzolgrond als functie van de reactietijd

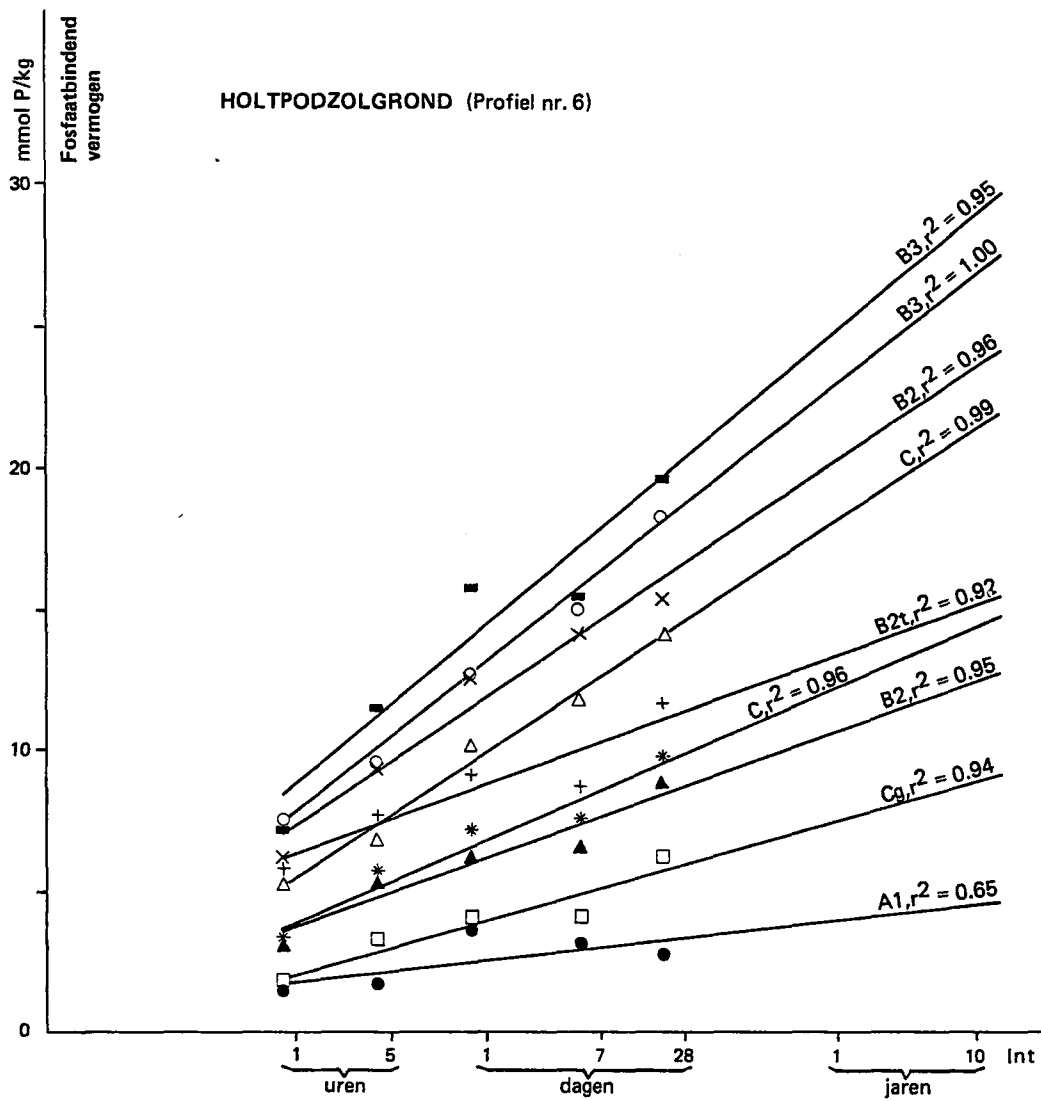


Fig. 9 Het fosfaatbindend vermogen van de horizonten van een holtpodzolgrond als functie van de reactietijd

4.2.4 Relatie met de bodemeenheid

Om het fosfaatbindend vermogen van de onderzochte profielen te kunnen vergelijken is de fosfaatsorptie, gemeten na 1 dag, uitgerekend per horizont (in ton P_2O_5 /ha) en vervolgens gesommeerd voor de laag 0-100 cm. Per horizont werd het fosfaatbindend vermogen berekend met de volgende formule:

Fosfaatbindend vermogen = $d \times P_{1dag} \times \rho \times 71 \times 10^{-4}$.
waarin:

d : dikte van de horizont in cm

P_{1dag} : fosfaatsorptie na 1 dag in mmol P.kg⁻¹

ρ : dichtheid van de horizont in kg/liter grond (uit tabel 3 en tabel 10 van Hoekstra en Poelman 1982).

De resultaten staan vermeld in tabel 3.

Tabel 3 Het fosfaatbindend vermogen van de laag 0-100 cm van enkele bodemeenheden bij zandgronden

Bodemeenheid 1)	Monster nr.	Oorspronke- lijk fos- faatgehalte	fosfaat- sorptie na 1 dag	gemiddelde fosfaat- sorptie na 1 dag	geschatte fosfaat- sorptie na 1 jaar
		ton P_2O_5 per ha in de laag 0-100 cm			
Haarpodzolgrond	Ba16-Ba24	2,5	15,4		24,5
Veldpodzolgrond	Ba49-Ba57	1,3	8,9	10,5	16,2
	11258-11264	2,6	12,0		
Holtpodzolgrond	Ba81-Ba87	5,6	11,3	10,5	18,4
	11237-11241	4,2	9,6		
Enkeerdgrond	11242-11247	6,6	9,9	10,4	
	11249-11256	7,1	10,9		
Dampodzolgrond ("dalgrond")	11293-11301	3,3	4,6		

1) Benaming volgens het Nederlandse bodemclassificatiesysteem (De Bakker en Schelling, 1966).

Uit tabel 3 blijkt dat het fosfaatbindend vermogen na 1 dag voor de veldpodzol-, de holtpodzol- en de enkeleerdgronden niet of nauwelijks verschillen, zeker niet wanneer men de gemiddelde waarden met elkaar vergelijkt. De haarpodzolgrond blijkt een fosfaatbindend vermogen te hebben dat groter is, terwijl de dampodzolgrond (dalgrond) duidelijk een veel kleiner fosfaatbindend vermogen bezit.

Het geschatte fosfaatbindend vermogen na 1 jaar geeft eenzelfde beeld; de veldpodzol- en holtpodzolgronden verschillen niet veel van elkaar terwijl de haarpodzolgrond een duidelijk hoger fosfaatbindend vermogen blijkt te hebben. Nader onderzoek zal uit moeten wijzen in hoeverre de onderzochte profielen representatief zijn voor de bodemeenheden waartoe zij behoren.

- Met de in paragraaf 3.3 beschreven methode is er een eenvoudige methode ontwikkeld, die, behoudens enkele verbeteringen zoals het vergroten van het volume van de toegevoegde fosfaatoplossing, geschikt is voor de karakterisering van het fosfaatbindend vermogen van podzolgronden en waarschijnlijk ook voor andere zandgronden.
- Voor de onderzochte podzolgronden werd een lineair verband gevonden tussen het fosfaatbindend vermogen en de gehalten aan "vrij" aluminium en ijzer, zoals deze bepaald werden met de oxalaat-extractie methode volgens Schwertmann.
- De statistische analyse gaf de volgende meest geschikte regressievergelijkingen voor de drie podzolgronden:
 haarpodzolgronden: $y = 2,54 + 0,12 \text{ Al} + 0,037 \text{ Fe}$
 veldpodzolgronden: $y = 2,51 + 0,12 \text{ Al}$
 holtpodzolgronden: $y = 3,03 + 0,084 \text{ Al} + 0,12 \text{ Fe}$
 De coëfficiënt van aluminium bleek voor de drie podzolgronden niet significant te verschillen dit in tegenstelling tot de coëfficiënt van ijzer, die voor de haarpodzolgronden en de holtpodzolgronden wel significant bleek te verschillen. Zoals uit de modellen blijkt is de bijdrage van ijzer aan het fosfaatbindend vermogen in de holtpodzolgronden groter dan in de haarpodzolgronden en ligt zelfs in dezelfde orde van grootte als de bijdrage van aluminium in de drie gronden. De intercepten verschilden niet significant, hetgeen betekent dat er voor de drie podzolgronden geen duidelijke verschillen zijn wat betreft de hoeveelheid fosfaat die door andere componenten wordt vastgelegd.
- De fosfaatsorptie gaf een lineair verband te zien met $\ln(t)$. Dit biedt de mogelijkheid tot het voorspellen van de grootte van de fosfaatsorptie gedurende langere perioden.

- Bakker, H. de en Schelling, J., 1966. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. Uitg. Pudoc, Wageningen.
- Beek, J., De Haan, F.A.M. and Van Riemsdijk, W.H., 1977. Phosphates in soils treated with sewage water: I. General information on sewage farm, soil, and treatment results. *J. Environm. Qual.*, 6: 4-7.
- Beek, J., De Haan, F.A.M. and Van Riemsdijk, W.H., 1977. Phosphates in soils treated with sewage water: II. Fractionation of accumulated phosphate. *J. Environ., Qual.*, 6: 7-12.
- Beek, J., 1979. Phosphate retention by Soil. Doctoral thesis Agricultural University Wageningen.
- Beek, J. and Van Riemsdijk, W.H., 1979. Interaction of orthophosphate ions with Soil. In: G.H. Bolt (ed.). *Soil Chemistry part B*.
- Bhat, K.K.S. and O'Callaghan, J.R., 1980. Behaviour in the soil of ortophosphate fromn pig slurry compared with that of KH_2PO_4 . *J. Agric. Sci., Camb.*, 94, 195-201.
- Blume, H.P. and Schwertmann, U., 1969. Genetic Evaluation of Profile Distribution of Aluminium, Iron and Manganese Oxides. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33: 438-444.
- Breeuwsma, A., 1973. Adsorption of ions on Hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Doctoral thesis Agricultural University Wageningen.
- Chang, S.C. and Jackson, M.L., 1957. Fractionation of soil phosphorus. *Soil Sci.* 84: 133-144.
- Fey, M.V. and LeRoux, J., 1975. Quantitative determination of Allophane in soil clays. *Proc. Int. Clay Conf.* 1975, 451-464.
- Heijink, J., 1976. Een bodemvruchtbaarheidsonderzoek op het proefterrein "Baronie Cranendonck". RIN rapport maart 1976.
- Hoekstra, G., Poelman, J.N.B., 1982. Dichtheid van gronden gemeten aan de meest voorkomende bodemeenheden in Nederland. Stiboka rapport nr. 1582, Wageningen.
- Holmgren, G.G.S., 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31: 210-211.
- Hsu, Pa Ho, 1977. Aluminium Hydroxides and Oxyhydroxides. In: J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.). *Minerals in Soil Environments*
- Jacobs, T., 1975. Adsorptie van fosfaationen door mindere bodemkolloïden. *Landbouwtijdschrift* 28, 6, 1535-1542.
- Lexmond, Th.M., Van Riemsdijk, W.H. en De Haan, F.A.M., 1982. Onderzoek naar fosfaat en koper in de bodem in het bijzonder in gebieden met intensieve veehouderij. Serie Bodembescherming no. 9, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening van Milieubeheer.
- Lindsay W.L. and Vlek, P.L.G., 1977. Phosphate Minerals. In: J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.). *Minerals in soil environments*.
- Mehra, O.P. and Jackson, M.L., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. 7th Nat. Conf. on Clays and Clay Minerals, 317-327.
- Ramulu, U.S.S., Pratt, P.F. and Page, A.L., 1967. Phosphorus fixation by soils in relation to extractable iron oxides and mineralogical composition. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31: 193-199.

- Riemsdijk van, W.H. en Beek, J., 1978. Fosfaten, hfd. 4.4.4 uit het Handboek voor Milieubeheer, deel IV.
- Riemsdijk van, W.H., Beek, J., and De Haan, F.A.M., 1979. Phosphates in soils treated with sewage water: IV. Bonding of phosphate from sewage water in sand columns containing aluminium hydroxide. J. Environ. Qual., 8: 207-210.
- Riemsdijk van, W.H., 1979. Reaction mechanisms of phosphate with $Al(OH)_3$ and a sandy soil. Doctoral thesis Agricultural University Wageningen.
- Ryden, J.C. and Pratt, P.F., 1980. Phosphorus removal from wastewater applied to land. Hilgardia, 48 number 1.
- Saini, G.R., and MacLean, A.A., 1965. Phosphorus retention capacities of some New Brunswick soils and their relationship with soil properties. Can. J. Soil Sci., 45: 15-18.
- Schwertmann, U., 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 105: 194-202.
- Schwertmann, U., 1965. Zur Goethit- und Hämatitbildung aus amorphen. Eisen (III)-hydroxid. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 108, 36-45.
- Schwertmann, U., 1973. Use of oxalate for Fe extraction from soils. Can. J. Soil Sci., 53: 244-246.
- Schwertmann, U., and Taylor, R.M., 1977. Iron oxides. In: J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.). Minerals in soil environments.

Profielnummer 1

Bodemeenheid : haarpodzolgrond

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen), kuil III

Vegetatie : bos

Gt (GHG/GLG) : VII, GHG 120 cm

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	M50	Humus %
Ba 16	0-4	A1	10YR2,5/1	-	9	160	5
Ba 17/18	4-14	A2	7,5YR5/1	-	8	155	1
Ba 19/20	14-20	B2h	7,5YR2/1,5	-	10	155	9
Ba 21	20-29	B22	div.	-	8	155	
Ba 22	29-50	B3	10YR6/4,5	-	6	150	
Ba 23/24	50-80	C11	10YR7/3	-	6	150	
Ba 25	80-130'	C12	10YR7,5/1	-	10	145	

Profielbeschrijving

A1 is humeus met vrij veel afgeloogde korrels en gaat geleidelijk over in

A2, een grauwe, humusarme horizont met overwegend ronde oplossingsvlekken (7,5YR6,5/1) van 1 cm doorsnede; er is een zeer scherpe en rechte overgang met de

B2h, een humusrijke horizont met enkele horizontale wortelviltjes vooral boven de dunne ijzerfiber, die deze horizont aan de onderzijde messcherp begrenst.

B22, deze horizont geeft een heterogeen kleurbeeld; gele ijzerkleuren (7,5YR5,5/6) als vlekken en rondjes met een duidelijk concentratie direct onder de ijzerfiber. Donkere gedeelten (7,5YR4/4-4/3) zijn veelal verkit (humus en ijzer). Er zijn kleine verkitte brokjes en enkele dunne humusfibertjes aanwezig.

B3, gele C met ijzerhuidjes, die zeer los is en geleidelijk overgaat in C11 een horizont met een aantal donkere (7,5YR2/2-4/3) wortelzakken komend uit de B22; in de wortelzakken zitten ronde oplossingsvlekken en dunne humusfibertjes (vnl. aan de onderzijde). Op de overgang naar de onderliggende horizont zijn plaatselijk kenmerken van de Allerød-laag te zien (houtskool en grauw).

C12, bestaat uit grijze (10YR7,5/1) verticale banen afgewisseld met zwak ijzerkleurige grote vlammen, overwegend 10YR7/3-7/4; het grijze deel is zeer los, het ijzerkleurige deel is verdicht.

Profielnummer 2

Bodemeenheid : haarpodzolgrond

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen), kuil IV

Vegetatie : bos

Gt (GHG/GLG) : VII, GHG 120 cm

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	M50	Humus %
	0-17	A2p	7,5YR6/1	-	8	150	
Ba 29/30	17-23	B2h	7,5YR1/1	-	12	150	12
Ba 31/32	23-36	B22	7,5YR4/4	-	8	150	1
Ba 33	36-56	B3	10YR5,5/5	-	8	150	
			10YR7/4				
	56-80	B/C	10YR7/4	-	8	150	
	80-130	C	10YR7/3-7/4	-	10	145	

Profielbeschrijving

A2p, een vergraven horizont met in het bovenste deel brokken uit de B2 en scherp overgaand in de ...

B2h, een dichte humusrijke horizont, de overgang naar beneden is zeer scherp en er bevindt zich plaatselijk een dunne ijzerfiber (5YR5/6).

B22, een humusarme inspoelingslaag met veel ovale en ronde ijzerkleurige vlekken (7,5YR-5YR4/6-5,5/6) omgeven door donkere delen of door dunne fibers (7,5YR2/1) en daartussen veel bruine kleuren (7,5YR4/4). De B22 is plaatselijk verkit, vooral de donkere delen, daarnaast is de pakking echter zeer los.

B3, bevat zand met ijzerhuidjes. Er bevinden zich veel dunne zwarte fibertjes die niet doorlopen. De pakking is los behalve in de wat donkere vlekken en de naar beneden doorlopende wortelzakken (5YR1,5/2). De overgang naar beneden is geleidelijk en vaag.

B/C, bevat blond zand met ijzerhuidjes en er zijn licht gekleurde vlekken en verticale banen (10YR7/1) die doorlopen in de C-horizont. De pakking is vrij los behalve in de genoemde wortelzakken; de overgang is geleidelijk.

C, een horizont met plaatselijk fijne gelaagdheid en zeer veel intens grijze verticale banen (10YR8/1) met daartussen vlammen met zwak-roestachtige kleuren (10YR7/4-7/5), waarbinnen licht gekleurde vingers. De grijze en witte gedeelten zijn zeer los; de meer roestachtige kleuren zijn dichter. De grijze banen vormen in de ondergrond een doorlopend patroon waarin veel wortels zijn doorgedrongen (gegeen scheurpatroon, secundair pedogeen beïnvloed).

Profielnummer 3

Bodemeenheid : veldpodzol (hoog)

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen), kuil V

Vegetatie : bos

Gt (GHG/GLG) : VII, (100 cm, 200 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	M50	Humus %
Ba 36	0-3	A1(2)	10YR3/1	-	8	155	4
Ba 37	3-18	A2(1)	10YR4/1-6/1	-	8	155	2
Ba 38	18-24	B21	10YR2/1,5	-	8	155	5
Ba 39	24-30	B22	5YR2/2	-	8	155	3
Ba 40/41	30-45	B23	7,5YR4/3-5/4	-	8	155	1
Ba 42/43	45-80	B3	10YR6/4	-	8	155	
Ba 44/45/ 46	80-130	B/C	10YR7/4-6/3	-	10	145	
Ba 47	130-148	C11	2,5Y-5Y6/2	-	16	135	
Ba 48	148-160	C12	10YR7/1,5		11	165	

Profielbeschrijving

A1(2), een matig humeuze laag met veel afgeloogde korrels, onregelmatig en geleidelijk overgaand in

A2(1), een humusarme, "vuile", laag met gevlekt kleurbeeld, matig scherp en zwak golvend overgaand in

B21, een humeuze laag met vrij veel afgeloogde korrels, geleidelijk met uitstulpingen naar beneden overgaand in

B22, een zeer sterk verkitte horizont met vrij grote horizontaal gerichte brokken (sterk verkit), omgeven door een grillig patroon van zwarte humusfibertjes. In de verkitte brokken komen wel kleine poriën voor.

B3, een dichte, verkitte horizont met gevlekt kleurenbeeld, soms ijzerkleuren en verkitte vlekken (7,5YR4-5,5/5 en 10YR7/4) en enkele dunne, grillig verlopende, humusfibertjes.

B/C, een horizont met vrij veel horizontale humusfibertjes (met een dikte van 2 tot 4 mm). Bovenin de horizont verspringen de lagen soms; de gelaagdheid wordt naar beneden toe duidelijker met een toenemend aantal dunne, lemige, zeer fijn zandige laagjes. De horizont is plaatselijk verkit, maar wordt na 100 cm losser.

C11, een sterk gelaagde horizont met overwegend zeer fijne laagjes.

C12, de laagjes in deze horizont bestaan vnl. uit matig fijn zand en zeer fijn zand met hier en daar wat fijn afgerond grind.

Profielnummer 4 en 5

Bodemeenheid : veldpodzolgrond (middelhoog)

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen), kuil VI

Vegetatie : bos

Gt (GHG/GLG) : VI, (70 cm/170 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<50 µm %	M50	Humus %
Ba 49/50	0-15	A2	10YR6/1- 7,5YR5/1	6	155	2
Ba 51	15-25	B21	7,5YR2/2-3/3	9	155	5
Ba 52/53	25-37	B22	7,5YR4/3	8	155	1
Ba 54/55/ 56	37-90	B3	7,5YR6/4- 10YR6/3	9	155	
Ba 57	90-125	B/C	10YR6,5/3	13	145	
Ba 58	125-145	C	2,5Y-10YR6/2	16	130	

Profielbeschrijving

A2 is een grauwe humusarme horizont die direct onder de A0 een zeer sterk A2 karakter (10YR7/1) vertoont en geleidelijk en golvend overgaat in

B21, een humeuze B2, met bovenin veel afgeloogde korrels en ook weer geleidelijk en golvend overgaand in

B22, een humusarme, licht verkitte B2 met kleine sterk verkitte plekjes (meestal donker van kleur). Het is een veelkleurige horizont met dunne donkere humusfibertjes en donkere vlekken (7,5YR4,5/4-6/4) en ook deze horizont gaat geleidelijk en golvend over in

B3, die in het bovenste deel matig verkit is met witte ronde vlekjes (10YR7/2). Het onderste deel is niet verkit en bevat enkele horizontale humusfibers en gaat weer geleidelijk over in

B/C, een sterk gelaagde horizont van laagjes zeer fijn en matig fijn zand met een dikte van één tot enkele mm. Op 16 cm bevindt zich een humusfiber van 4 mm dikte en op 119 cm bevindt zich een 1 cm dik laagje met veel grind van 1 tot 2 mm doorsnede.

C, is een gelaagde horizont (minder dan in de B/C) met zeer fijn zandige laagjes.

De monsternummers 11258 t/m 11264 zijn afkomstig uit een kuil die slechts enkele meters van bovenbeschreven profiel lag (profielnummer 5). Alleen de dikte van de horizonten was hier anders.

Profielnummer 6

Bodemeenheid : holtpodzolgrond (in gestuwd preglaciaal)

Plaats : Doorwerth

Vegetatie : bos (vnl. eikenbos)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	Humus %
Ba 81	0-6	A1	10YR2,5/1	5	20	10
Ba 82/83	6-23	B2		5	21	4
Ba 84/85	23-55	B3	10YR3,5/3	5	20	2
Ba 86/87	55-105	C	10YR5/4	2	12	
Ba 88	105-115	B2t				
Ba 89	115	CG				

Profielbeschrijving

A1 is een zeer donkergrijze, humusrijke, kalkloze, sterk lemige, grof zandige horizont. Er komen veel grijze, afgeloogde zandkorrels in voor, maar het loodzandkarakter van deze laag is door het hoge humusgehalte "verborgen".

B2 is een overgangslaag gekenmerkt door een geleidelijk afname van de hoeveelheid loodzandkorrels en een geleidelijke kleuromslag van grijs naar bruin.

B3 is een donkerbruine, humeuze, kalkloze, sterk lemige, grofzandige horizont. De zandkorrels zijn omhuld met ijzerhuidjes en de humus ligt als mullachtige moder, vermengd met de zeer fijne minerale delen, tussen de zandkorrels. Er is een zeer geleidelijk overgang naar de weinig veranderde ondergrond.

C is lichter van kleur en minder humeus dan de B3. De laag is kalkloos, zwak lemig en bevat grof zand met ijzerhuidjes om de zandkorrels.

Het gehele profiel bevat enig grind.

Profielnummer 7

Bodemeenheid : holtpodzolgrond

Plaats : Oud Reemst (Veluwe)

Vegetatie : heideveld (afgeplagd) met grastussengroei

Gt (GHG/GLG) : VII (120 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<50 µm %	M50	Humus %
11237	0-13	A1	7,5YR2/2	11	180	7
11238	13-25	B21(AB)	7,5YR3/2	9	180	3
11239	25-37	B22	7,5YR4/3	2	180	1
11240	37-60	B3	7,5YR5/7	2	190	
	60-80	C11	10YR7/4	2	200	
11241	80-130	C12	10YR7/3	5	170	

Profielbeschrijving

A1, de horizont is in het verleden gedeeltelijk afgeplagd; hij is donker bruin, zeer humeus, zwak lemig, matig fijnzandig en de overgang is vlak en geleidelijk.

B21, een donkerbruine, matig humeuze, leemarme, matig fijnzandige horizont met weer een vlakke en geleidelijke overgang

B22, een bruine, humusarme, leemarme, matig fijnzandige horizont met een vlakke en geleidelijke overgang naar de

B3, bruine, leemarme, matig fijnzandige horizont; de pakking is los en de overgang geleidelijk.

C, licht-grijsgele, leemarme, horizont die bestaat uit matig fijn zand afgewisseld met matig grof zand; de pakking is los; in de C12 komen vrij veel B2t-fibers voor (7,5YR5/6), de fibers zijn horizontaal onderbroken en vertonen grillige uitzakkingen.

In het gehele profiel komen vrij veel stenen voor van allerlei afmetingen; de meesten hebben een doorsnede van ongeveer één cm, sommigen een doorsnede van meer dan tien cm.

Profielnummer 8

Bodemeenheid : zwarte enkeerdgrond (op haarpodzol)

Plaats : Kemperberg (Hoge Veluwe)

Vegetatie : sparrenbos

Gt (GHG/GLG) : VII (120 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<50 µm %	M50	Humus %
11242	0-21	Aan1	10YR2,5/1	8	170	5
11243	21-48	Aan2	10YR2,5/1	8	170	5
11244	48-65	Aan3	10YR2/1	8	180	7
11245	65-76	B21	5YR2/2	8	180	4
11246	76-97	B22	7,5YR3,5/3	4	180	1
11247	97-115	B3	7,5YR5/5	7	170	
11248	115-130	D	7,5YR7/4	2	280	

Profielbeschrijving

Aan1, de horizont is zeer donkergrijs, matig humeus, leemarm, matig fijnzandig en bevat veel afgeloogde korrels, de overgang is geleidelijk en vlak.

Aan2, de horizont is zeer donkergrijs (iets blauwer dan de Aan1), leemarm, matig fijnzandig en bevat ook vrij veel afgeloogde korrels, de overgang is geleidelijk en zwak golvend.

Aan3, de horizont bestaat uit een gehomogeniseerde begraven A1, A2 en een B2, is zwart, zeer humeus, leemarm en matig fijnzandig; het materiaal bevat veel afgeloogde korrels, heeft een uitgesproken blauwe glans met plaatselijk veel resten Al-materiaal (7,5YR 6/1) en de overgang is scherp en recht.

B21, de horizont is donker-roodbruin, matig humeus, leemarm, matig fijnzandig; het is een licht verkitte haarpodzol-B met enkele zwarte fibers; onder het esdek bevinden zich plaatselijk dunne lensjes (5YR1/1, B2h-vorming); de overgang is vrij scherp, meestal op een fiber, en recht, behalve op enkele plaatsen waar "zakken" voorkomen.

B22, de horizont is donkerbruin, uiterst humusarm, leemarm, matig fijnzandig, vrij los van pakking, doch plaatselijk verkit; de overgang is geleidelijk en vrij recht, hier en daaronderbroken door zwarte fibers.

B3, de horizont is bruin, leemarm, matig fijnzandig; de pakking is los; er zijn vrij veel stenen die naar beneden toe in aantal toenemen; de overgang is vrij scherp en recht.

D, de horizont is licht grijsgeel, bevat veel grind en stenen in de bovenste 10 cm, met daaronder grof zand zonder stenen van betekenis.

Profielnummer 9

Bodemeenheid : zwarte enkeerdgrond (op haarpodzol)

Plaats : Pampel (Hoge Veluwe)

Vegetatie : dennebos met wat berkenopslag

Gt (GHG/GLG) : VII (120 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<50 µm %	M50	Humus %
11251/52	41-69	Aan2	10YR2,5/1	9	155	5
11253	69-75	A2b	10YR5/1	3	155	1
11254	75-81	B2hb	10YR1/0	4	155	7
11255	81-90	B22b	2,5YR2/2 5YR3/3	4	155	4
11256	90-110	B3b	10YR4/5-6/4	4	155	
11257	110-120	C1	10YR7/4	3	155	

Profielbeschrijving

Aan1, de horizont is donkergrijs, matig humeus, leemarm en matig fijnzandig; het is een schraal esdek met veel afgeloogde korrels, enkele baksteentjes en stukje houtskool; de overgang is zeer geleidelijk.

Aan2, de horizont is zeer donkergrijs, zeer humeus, leemarm en matig fijnzandig; het is een normaal cultuurdek met op de overgang naar de A2 dunne lensjes afgeloogde korrels afgewisseld met lensjes Alb-materiaal (beide door verspoeling); de overgang is soms scherp en vlak, maar plaatselijk onregelmatig.

A2, de horizont is grijs, zeer humusarm, leemarm en matig fijnzandig; de overgang is zwak golvend

B2h, de horizont is zwart, zeer humeus, leemarm en matig fijnzandig; het materiaal is vrij vast en verkit; de overgang is messcherp en zwak golvend op dunne ijzerfiber (B2ir), waar vrijwel geen wortels door heen dringen.

B22, de horizont is donker indisch-rood tot donker roodbruin, matig humeus, leemarm en matig fijnzandig; het materiaal is verkit en bevat enige ronde, lichtere vlekken (7,5YR4/4) en grillige, donkere vlekken (5YR2/1); er zijn een aantal zwak golvende fibers en de overgang wordt scherp en zwak golvend begrensd door een wat dikkere fiber.

B3, de horizont is donker-geelbruin tot licht-geelbruin, leemarm en matig fijnzandig; het materiaal is bovenin nog wat verkit en bevat fibers, waarvan enkele een grillige, onderbroken figuratie vertonen.

C, de horizont is licht-grijsgeel, leemarm en matig fijnzandig; de pakking is vrij los en het materiaal bevat nog enige fibers.

Profielnummer 10

Bodemeenheid : ijzerrijke vlakvaaggrond (rodoornige gleygrond met lutumrijke bovengrond)

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen)

Vegetatie : gekapt moerasbos (wilg, els, berk met ondergroei van grassen en kruiden)

Gt (GHG/GLG) : III (10 cm/100 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	M50	Humus %
11265	0-5	A1lg	5YR3,5/2	12	30	150	6
11266	5-15	A12g	7,5YR4/2	12	30	150	4
11267	15-35	Clg,fe	7,5YR5,5/6	10	30	150	1
11268	35-50	A/Cg(A)	2,5Y4/1	10	30	150	2
11269	35-50	A/Cg(C)	10YR6,5/2	1	10	155	0
11270	50-80	Cl2g	2,5Y6/2	1	10	155	0
11271	80-110	CG	10YR5/2		9	150	
11272	110-120	G	2,5Y6/1		12	140	

Profielbeschrijving

A1lg, donker-roodachtig bruine, zeer humeuze lichte zavel; zeer zwak roestig, sterk beworteld en geleidelijk overgaand in

A12g, donkere bruine, matig humeuze lichte zavel; roestig en sterk beworteld met veel kleine ijzerconcreties; vrij scherp overgaand in

Clg,fe, roodachtig-gele, humusarme lichte zavel homogeen gekleurde rodoornige laag met zeer veel ijzerconcreties (doorsnede van 2 tot 10 mm) naar beneden in aantal afnemend; onderin is de consistentie wat slap, maar gaat wel scherp over in

A/Cg, lichtgrijs, uiterst humusarm en matig fijn zand met veel fossiele boomwortelgangen, roestig. Voornamelijk bovenin bevinden zich discontinue resten van een donkergrijze matig humusarme begraven Al-horizont; vrij slappe lichte zavel. Het voorkomen van de fossiele Al is sterk fragmentarisch, deels als brokken, deels als boven elkaar liggende horizontale laagjes, soms als opvulling van verticaal gerichte fossiele boomwortelgangen.

Cl2g, lichtbruin grijs, leemarm, roestig, matig fijn zand met veel fossiele boomwortelgangen, geleidelijk overgaand in

CG, bruinig grijs, zwak roestig, leemarm, matig fijn zand met op ongeveer 90 cm een concentratie van fijne grindjes, scherp overgaand in

G, grijs, roestloos, kalkrijk, zwak lemig en zeer fijn zand met inkt-kleurige (5Y3/1) streepjes.

Profielnummer 11

Bodemeenheid : bruine beekeerdgrond (bruine lemige gleygrond)

Plaats : landgoed Oostermaat (bij Bathmen)

Vegetatie : gekapt moerasbos (wilg, els, berk met ondergroei van grassen en kruiden)

Gt (GHG/GLG) : III (10 cm/100 cm)

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<2 µm %	<50 µm %	M50	Humus %
11273	0-5	A11g	10YR3/1,5	8	22	150	6
11274	5-20	A12g	7,5YR3,5/2	10	25	150	5
11275	20-31	C11g	10YR6/2	3	17	140	0
11276	31-70	C12g	2,5Y6/2	1	9	160	0
11277	70-90	CG	10YR5/2	1	9	155	0
11278	90-120	G	2,5Y5/2	2	13	140	0

Profielbeschrijving

A11g, zeer donker grijsbruin, zeer humeus, sterk lemig en matig fijn zand; zwak roestig en sterk doorworteld; de overgang is golvend en vrij scherp

A12g, donker bruine, matig humeuze, lichte zavel; roestig en sterk doorworteld; vrij scherp overgaand in

C11g, licht bruinig grijs, uiterst humusarm, zwak lemig zeer fijn zand; roestig en sterk beworteld met fossiele boomwortelgangen; geleidelijk overgaand in

C12g, licht bruinig grijs, uiterst humusarm, leemarm en matig fijn zand; roestig met fossiele boomwortelgangen; geleidelijk overgaand in

CG, bruin, uiterst humusarm, leemarm en matig fijn zand; zeer zwak roestig met fossiele boomwortelgangen; geleidelijk overgaand in

G, bruinig grijs, uiterst humusarm, zwak lemig en zeer fijn zand; roestloos met veel fossiele boomwortelgangen en met veel inkt-kleurige (5Y3/1) vlekken.

Profielnummer 12

Bodemeenheid : dalgrond (moerige podzolgrond met veenkoloniaal dek)

Plaats : Geert Veenhuizenhoeve, Borgercompagnie, KNHM, perceel
2, onbehandelde strook

Vegetatie : aardappelen

Gt (GHG/GLG) : III

Profielschets (met geschatte waarden)

Lab.nr.	Diepte (cm)	Horizont- code	Kleur- code	<50 µm %	M50	Hu- mus %	Omschrij- ving
11293	0-19	Alp*	5YR2,5/1	16	130	11	bouwvoor
11294	19-23	D1	5YR2,5/3			95	bolster
11295	23-35	D2	2,5YR2,5/1			95	oud veen- mosveen
11296	35-37	AOb	2,5YR2,5/0			80	gliede
11297	37-40	A2b	2,5YR4/1	15	135	3	
11298	40-52	B2b	7,5YR4/3	17	135	2	
11299	52-68	BC	7,5YR5/4	17	135	1	
11300	68-87	Bv	5YR2,5/2	15	135	3	"waterhard"
11301	87-130	CG	10YR5/2,5	18	130		
11302	130-...	G	5Y5/3	17	130		

*met veenbrokjes

Oxalaat-extraheerbaar Al en Fe1 Principe

Oxalaat-extraheerbaar Al en Fe wordt ontsloten met behulp van een zure NH_4 -oxalaatoplossing (pH 3) en daarna bepaald met atomaire absorptiespectrometrie (AAS).

2 Reagentia

- NH_4 -oxalaatoplossing pH 3: Los op in 1 liter water resp. 28,4 g $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en 25,2 g $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Beide oplossingen bevatten dan 0,2 Mol per liter, meng 700 ml van de eerste oplossing met 535 ml van de tweede.
- Fe- en Al-standaard: Titrisol Merck, 1000 mg per liter.

3 Werkwijze

- Weeg ca. 500 mg fijngemalen grond in een 100 ml poleythyleen flesje.
- Voeg 50 ml NH_4 -oxalaatoplossing toe met een pipet.
- Doe de flesjes in een zwarte plastic zak en schud 2 uur met de schudmachine.
- Centrifugeer gedurende 10 minuten bij 3000 rpm in de UJ 3 centrifuge en giet de bovenstaande vloeistof af.
- Meet de concentratie van Al en Fe in deze vloeistof met de AAS. Meestal is een verdunning noodzakelijk. Vergelijk met standaardoplossingen van 0-10 mg Fe/l en 0-50 mg Al/l, met dezelfde hoeveelheid reagens als de monsters.

4 Berekening

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{\text{mg Fe/l} \times 143}{20 \times \text{mg grond}}$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{\text{mg Al/l} \times 189}{20 \times \text{mg grond}}$$

5 Literatuur

Schwertmann U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraction mit Ammoniumoxalat-Lösung. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 105, 194-202.

Schwertmann U. (1973): Use of oxalate for Fe extraction from soils. Can J. Soil Sci. 53, 244-246.

Totaal-fosfaat1 Principe

Een bepaalde hoeveelheid grond wordt gedestruëerd met een geconcentreerd zwavelzuur-salpeterzuur-mengsel (Fleischmannzuur). In een deel van het destruaat wordt het fosfaat na blauwkleuring volgens Murphy en Riley spectrofotometrisch bepaald.

2 Reagentia

water: gedemineraliseerd

NH_4 -zwavelzuur s.g. 1,84, 95-97%

Ascorbinezuur P.A.

Kaliumantimonyltartraat $\frac{1}{2}$ H_2O pur.

KH_2PO_4 -kaliumfosfaat nach Sörensen

Salpeterzuur s.g. 1,38

P_2O_5 -voorraadoplossing: 1,0 ml = 2,5 mg P_2O_5

Voorbehandeling der reagentia

- Fleischmannzuur: schenk één deel zwavelzuur onder voortdurend koelen bij één deel salpeterzuur (destructievloeistof)
- P_2O_5 voorraadopl.: los 2,3966 gram KH_2PO_4 op in H_2O en vul aan tot 500 ml (1 ml bevat 2,50 mg P_2O_5)
- Standaardreeks: 0,02 - 0,04 - 0,06 - 0,08 - 0,10 mg P_2O_5 in 100,0 ml.
- NH_4 -molybdaat: 40 gram per liter.
- zwavelzuur 5N: 70 ml H_2SO_4 gec. in 500 ml. water.
- Ascorbinezuur: 0,88 gram in 50 ml water.
- Kaliumantimonyltartraat: 2,743 gram per liter (enkele maanden houdbaar)
- Kleurmengsel: ($\pm$ 24 uur houdbaar)
 - a. 80 ml H_2SO_4 5 N
 - b. 24 ml NH_4 -molybdaatoplossing
 - c. 48 ml Ascorbinezuuroplossing
 - d. 8 ml Kaliumantimonyltartraatoplossing.

Deze oplossingen in de volgorde a-b-c-d bij elkaar voegen en na iedere toevoeging mengen. Aanvullen tot één liter met water.

3 Werkwijze

In een maatkolfje van 100 ml wordt ongeveer één gram monster ingewogen. Voeg 10 ml Fleischmannzuur toe.

Destrueer op een elektrische kookplaat en voeg druppelsgewijs met een pipet salpeterzuur toe, tot de kleur van het destruaat niet meer verandert.

Na het afkoelen wordt 25 ml water toegevoegd. Daarna worden de monsters één uur in een kokend waterbad geplaatst.

Vervolgens laten afkoelen en aanvullen tot 100 ml met water.

Filtreer nu op een 100 ml polythyleen flesje over een filter (filter nr. 597 S en S).

Uit het filtraat wordt nu 5,0 ml gepipetteerd in een maatkolfje van 100 ml. Hieraan wordt 50 ml kleurmengsel toegevoegd.

De oplossing wordt gemengd en blijft ongeveer 10 min. staan voor de kleurontwikkeling. Daarna wordt aangevuld, gehomogeniseerd en gemeten bij een golflengte van 820 nm.

4 Berekening

$$\frac{\text{mg P}_2\text{O}_5 \times 20 \times 100 \times 1000}{\text{mg ingewogen monster}} \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ gram grond}$$

Bijlage 4.1

Het fosfaatbindend vermogen en andere analysegegevens van de monsters

Profiel- nr.	Monster nr.	Hor. code	Al-ox ¹⁾	Fe-ox ¹⁾	P ₀ ²⁾	P _{1dag} ³⁾	Humus	pH-KCl ⁴⁾	Dichtheid ⁵⁾
			mmol per kg	luchtdr. grond	%		kg/l		
1	Ba 16	A1	11.8	6.3	1.3	1.8	5.0		1.27
	Ba 17	A2	3.9	1.3	0.6	1.4	0.8		1.48
	Ba 18	A2	7.8	1.3	0.7	2.0	1.0		1.48
	Ba 19	B2h1	68.7	15.7	2.5	13.4	5.2	5.49	1.28
	Ba 20	B2h2	119.7	7.5	4.0	21.1	6.7	5.46	1.28
	Ba 21	B22	323.7	105.2	7.9	32.7	3.3	5.59	1.33
	Ba 22	B3	208.0	40.1	3.5	27.8	1.4		1.54
	Ba 23	C11	51.0	7.5	1.4	9.9	0.2		1.61
	Ba 24	C11	29.4	1.3	0.9	7.3	0.2	5.62	1.61
	Ba 25	C12	29.4	2.5	1.3	6.7	0.2	5.67	1.61
2	Ba 29	B2h1	105.9	10.0	3.8	15.1	6.7	5.36	1.28
	Ba 30	B2h2	151.1	16.3	4.4	22.4	7.5	5.60	1.28
	Ba 31	B22	157.0	159.0	8.2	26.5	3.4	5.70	1.40
	Ba 32	B22	231.5	67.6	6.3	27.2	2.7	5.71	1.40
	Ba 33	B3	94.2	11.3	3.2	12.9	0.6	5.76	1.54
3	Ba 39	B22	113.8	2.5	3.1	15.8	5.2	5.46	1.28
	Ba 40	B23	221.7	12.5	2.4	28.3	4.7	5.56	1.40
	Ba 41	B23	190.3	32.6	2.0	26.0	3.5	5.54	1.40
	Ba 42	B31	98.1	27.6	2.1	13.1	1.5	5.56	1.54
4	Ba 49	A2	7.8	2.5	0.7	2.3	1.8	5.45	1.41
	Ba 50	A2	25.5	1.3	1.1	3.7	2.0		1.41
	Ba 51	B21	104.0	2.5	2.3	13.5	4.6		1.40
	Ba 52	B22	137.3	2.5	2.0	20.0	3.6	5.44	1.40
	Ba 53	B22	100.1	2.5	1.1	16.2	2.2		1.43
	Ba 54	B31	62.8	2.5	0.8	9.3	0.7	5.57	1.54
	Ba 55	B32	37.7	3.8	0.7	6.9	0.4	5.61	1.54
	Ba 56	B33	37.3	2.5	1.5	6.4	0.2	5.65	1.54
	Ba 57	B/C	33.4	1.3	1.5	7.1	0.1	5.63	1.54
	Ba 58	C	27.5	1.3	1.7	9.6	0.1	5.54	1.62
5	11258	A1	39.2	26.3	11.8	2.1	56.9	5.45	
	11259	A2	19.6	2.5	1.9	3.7	6.0	5.56	1.27
	11260	B21	88.3	2.5	2.9	11.6	6.1	5.52	1.28
	11261	B22	117.7	2.5	3.4	17.9	3.2	5.51	1.40
	11262	B31	88.3	2.5	2.5	15.4	2.0	5.55	1.54
	11263	B32	68.7	2.5	1.6	12.1	1.3	5.62	1.54
	11264	C	43.2	1.3	2.1	8.0	0.7	5.56	1.61

1) Met oxalaat geëxtraheerd Al en Fe

2) In het monster aanwezig fosfaat (P-totaal)

3) Door het monster in één dag vastgelegde hoeveelheid fosfaat

4) pH 24 uur na toevoeging van fosfaat

5) Berekend m.b.v. gegevens van Hoekstra en Poelman, 1982 (tabel 3 en 10).

Vervolg bijlage 4.1

Profiel- nr.	Monster nr.	Hor. code	Al-ox ¹⁾	Fe-ox ¹⁾	P ₀ ²⁾	P _{1dag} ³⁾	Humus	pH-KCl ⁴⁾	Dichtheid ⁵⁾
			mmol per kg luchtdr. grond				%		kg/l
6	Ba 81	A1	23.5	20.0	10.0	3.8	13.6		1.17
	Ba 82	B2	15.7	21.3	7.1	6.3	3.9		1.40
	Ba 83	B2	25.5	62.6	7.1	13.5	3.1	5.40	1.40
	Ba 84	B3	76.5	48.8	7.4	15.8	2.6		1.54
	Ba 85	B3	84.4	21.3	6.9	12.7	1.4		1.54
	Ba 86	C	60.8	11.3	3.7	10.1	0.4		1.61
	Ba 87	C	29.4	6.3	1.9	7.3	0.1	5.54	1.61
	Ba 88	B2t	23.5	7.5	1.5	9.2	0.1		1.49
7	11237	A1	43.2	25.0	6.9	9.7	6.1	5.50	1.27
	11238	B21	86.3	27.6	5.6	10.7	2.8	5.55	1.40
	11239	B22	78.5	21.3	3.8	13.0	1.2	5.65	1.49
	11240	B3	80.4	18.8	3.1	13.1	0.7	5.59	1.54
	11241	C12	33.4	3.8	3.1	4.9	0.2	5.57	1.61
8	11242	Aan1	23.5	22.5	12.1	3.4	6.6	5.41	1.27
	11243	Aan2	35.3	22.5	7.5	7.7	5.9	5.48	1.27
	11244	Aan3	39.2	21.3	6.5	8.2	6.1	5.50	1.27
	11245	B21	100.1	106.4	5.6	21.0	5.9	5.49	1.28
	11246	B22	121.6	18.8	4.0	17.0	2.6	5.70	1.40
	11247	B3	121.6	15.0	3.0	14.8	2.0	5.70	1.43
	11248	D	27.5	2.5	2.2	5.5	0.3	5.46	1.61
9	11249	Aan1	33.4	25.0	12.8	5.8	4.6	5.50	1.33
	11250	Aan1	37.3	22.5	11.6	8.0	4.1	5.43	1.33
	11251	Aan2	47.1	28.8	8.1	11.3	5.2	5.44	1.27
	11252	Aan2	45.1	23.8	7.7	11.7	5.1	5.54	1.27
	11253	A2	17.7	7.5	3.2	4.4	2.1	5.48	1.41
	11254	B2h	198.2	20.0	9.0	27.5	10.4	5.55	1.15
	11255	B22	143.2	55.1	4.5	17.2	3.7	5.58	1.40
	11256	B3	72.6	7.5	3.2	11.3	0.7	5.58	1.54
10	11257	C1	51.0	3.8	2.8	6.8	0.4	5.67	1.61
	11265	A11g	21.6	146.5	91.3	12.8	13.0	5.53	
	11266	A12fe	19.6	131.5	93.9	26.6	10.8	5.55	
	11267	C1gfe	7.8	204.1	106.4	36.6	10.1	5.68	
	11268	ACg(A)	15.7	112.7	14.3	16.6	1.5	5.62	
	11269	ACg(C)	5.9	10.0	2.9	3.0	0.4	5.53	
	11270	C12g	5.9	8.8	3.7	1.7	0.5	5.49	
	11271	CG	5.9	6.3	2.1	3.8	0.5	5.49	
11	11272	G	5.9	27.6	2.6	4.9	0.5	5.52	
	11273	A11g	27.5	146.5	9.2	22.1	12.3	5.49	
	11274	A12g	21.6	136.5	6.3	15.5	3.9	5.49	
	11275	C11g	11.8	18.8	2.6	2.5	0.8	5.48	
	11276	C12g	13.7	12.5	1.6	2.8	0.5	5.50	
	11277	CG	9.8	8.8	1.6	3.2	0.5	5.50	
	11278	G	11.8	5.0	2.0	4.6	0.5	5.42	

1) Met oxalaat geëxtraheerd Al en Fe

2) In het monster aanwezig fosfaat (P-totaal)

3) Door het monster in één dag vastgelegde hoeveelheid fosfaat

4) pH 24 uur na toevoeging van fosfaat

5) Berekend m.b.v. gegevens van Hoekstra en Poelman, 1982 (tabel 3 en 10).

Vervolg bijlage 4.1

Profiel- nr.	Monster nr.	Hor. code	Al-ox ¹⁾	Fe-ox ¹⁾	P ₀ ²⁾	P _{1dag} ³⁾	Humus	pH-KCl ⁴⁾	Dichtheid ⁵⁾
			mmol per kg	luchtdr. grond			%		kg/l
12	11293	Ap	45.1	40.1	22.8	4.5	27.8	5.53	0.70
	11294	D1	33.4	11.3	6.2	4.8	94.6	5.49	0.15
	11295	D2	23.5	10.0	4.6	2.4	95.7	5.47	0.14
	11296	A0b	62.8	10.0	7.6	5.4	78.5	5.52	0.34
	11297	A2b	17.7	1.3	2.0	1.8	6.3	5.49	1.25
	11298	B2b	21.6	1.3	2.0	3.4	2.5	5.50	1.39
	11299	BC	25.5	1.3	1.6	6.9	2.0	5.50	1.52
	11300	Bv	33.4	1.3	1.3	7.2	2.8	5.48	1.44
	11301	CG	37.3	1.3	2.0	7.6	2.1	5.50	1.68

1) Met oxalaat geëxtraheerd Al en Fe

2) In het monster aanwezig fosfaat (P-totaal)

3) Door het monster in één dag vastgelegde hoeveelheid fosfaat

4) pH 24 uur na toevoeging van fosfaat

5) Berekend m.b.v. gegevens van Hoekstra en Poelman, 1982 (tabel 3 en 10).

Bijlage 4.2

De fosfaatsorptie als functie van de tijd voor 3 profielen van podzolgronden

Profiel-nr.	Monster nr.	Hor. code	P ₀ 2)	P _{1u} 1)	P _{5u}	P _{1d}	P _{7d}	P _{28d}	P _{1j} 3)
(mmol P/kg grond)									
1	Ba16	A1	1.3	0.6	2.0	1.8	3.0	3.1	4.2
	Ba 17	A2	0.6	1.4	0.8	1.4	1.7	2.5	2.6
	Ba 18	A2	0.7	2.3	2.5	2.0	3.4	3.0	3.5
	Ba 19	B2h1	2.5	7.6	12.1	13.4	13.0	14.2	17.0
	Ba 20	B2h2	3.9	12.3	16.1	21.1	22.8	22.7	28.7
	Ba 21	B22	7.9	18.9	24.0	32.7	40.7	45.6	57.1
	Ba 22	B3	3.5	16.3	17.3	27.8	30.7	34.4	42.8
	Ba 23	C11	1.4	6.2	7.5	9.9	11.0	13.8	16.2
	Ba 24	C11	0.8	4.2	5.5	7.3	8.7	8.5	11.0
4	Ba 49	A2	0.7	1.1	1.7	2.3	2.1	2.3	2.9
	Ba 50	A2	1.1	2.7	2.1	3.7	4.4	4.1	5.2
	Ba 51	B21	2.3	11.7	11.6	13.5	16.8	19.9	22.3
	Ba 52	B22	2.2	9.4	15.2	20.0	24.4	25.8	33.8
	Ba 53	B22	1.1	10.1	11.4	16.2	17.6	21.1	25.2
	Ba 54	B31	0.8	4.6	7.2	9.3	12.3	12.7	16.8
	Ba 55	B32	0.7	3.5	5.4	6.9	9.3	8.7	11.8
	Ba 58	C	1.5	6.1	7.6	9.6	10.3	10.6	13.0
6	Ba 81	A1	10.0	1.5	1.8	3.8	3.1	2.8	4.0
	Ba 82	Ba	7.0	3.2	5.4	6.3	6.5	8.9	10.4
	Ba 83	B2	7.0	6.3	9.2	13.5	14.1	15.4	19.8
	Ba 84	B3	7.5	7.2	11.6	15.8	15.4	19.7	24.0
	Ba 85	B3	6.9	7.6	9.6	12.7	15.2	18.3	22.2
	Ba 86	C	3.7	5.4	6.8	10.1	11.8	14.2	17.6
	Ba 87	C	1.8	3.1	5.8	7.3	7.6	9.7	11.9
	Ba 88	B2t	1.5	5.8	7.7	9.2	8.7	11.7	13.1
	Ba 89	Cg	1.8	1.7	3.4	4.1	4.1	6.3	7.4

1) P_{1u}: de hoeveelheid fosfaat, die gedurende 1 uur door het monster is vastgelegd, onder de proefcondities die beschreven zijn in paragraaf 3.3.3.

P_{5u}, P_{1d}, P_{7d}, P_{28d}: idem, maar met reaktietijden van respectievelijk 5 uur, 1 dag, 7 dagen, 28 dagen.

2) P₀: de hoeveelheid fosfaat die in het "onbehandelde" monster aanwezig is

3) P_{1j}: De hoeveelheid fosfaat die gedurende een reaktietijd van 1 jaar door het monster wordt vastgelegd. Berekend d.m.v. extrapolatie van de korte termijn gegevens

Het computerprogramma waarmee de statistische analyse in paragraaf 4.2.1 is uitgevoerd staat hieronder vermeld.

WAITE INSTITUTE, ADELAIDE UNIVERSITY CYBER 70- 170- SERIES CONVERSION

GENSTAT V MARK 4.03

(C)1980 LAWES AGRICULTURAL TRUST (ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION)

```

1  'REFE'PADSORPTIE
2  'UNITS' $ 58
3  'INPUT' 2
4  'READ' AL,FE,P,ORG
5  'INPUT' 1
6  'CALC' ALFE = AL + FE
7  'FACTOR' F $ 4 = 23(1), 4, 20(2), 14(3)
8  'FOR' I = 1...3
9  'RESTRICT' AL,FE,P,ORG,ALFE $ F=I
10 'TERMS/PRIN=C' AL,FE,ORG,P,ALFE
11 'Y' P
12 'FIT' AL,FE,ORG
13 'DROP' ORG
14 'DROP' FE
15 'SWITCH' AL,ALFE
16 'REPEAT'
17 'INTE' II=1,2,3
18 'RESTRICT' AL,FE,P,ORG,ALFE $ F=II
19 'TERMS/PRIN=C' AL,FE,ORG,P,ALFE
20 'Y' P
21 'FIT' AL,FE,ORG
22 'DROP' ORG
23 'DROP' FE
24 'SWITCH' AL,ALFE
25 'RUN'

```

ISBN 90 327 0176 2