

32/446(45) 2^e ex.

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Methodiek voor de chemische bodemschematisatie van
PAWN-districten op basis van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000

O.F. Schoumans
A. Breeuwsma

Rapport 45

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990

29 MAART 1990



JSN 516012 *

REFERAAT

O.F. Schoumans en A. Breeuwsma, 1990. Methodiek voor de chemische bodemschematisatie van PAWN-districten op basis van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 45.

38 blz.; 5 afb.; 3 tab.; 4 kaarten/bijlagen.

In opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA is ten behoeve van de Derde Nota Waterhuishouding een globale chemische bodemschematisatie van Nederlandse gronden uitgevoerd. Deze bodemschematisatie vormde een onderdeel van de PAWN-studie naar fosfaat en stikstof af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden (PAWN-vermesting).

Voor elk van de 146 subdistricten waarin Nederland in het PAWN-kader is onderverdeeld kon maximaal één profielschets met chemische informatie over fosfaatbindend vermogen (FBV) en kationenuitwisselcapaciteit (CEC) vastgesteld worden. Gekozen is voor de dominante bodemeenheid. Uit een districtsanalyse blijkt dat door deze sterke schematisatie veelal de kwetsbaarste bodemeenheden weggeschematiseerd worden, waardoor met het gehanteerde instrumentarium alleen globale verschillen in fosfaat- en nitraatuitspoeling tussen districten aangegeven kunnen worden.

Trefwoorden: Fosfaatbindend vermogen (FBV), kationenuitwisselcapaciteit (CEC), fosfaat- en nitraatuitspoeling, variabiliteit, PAWN

ISSN 0924-3070

©1990

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-19100; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

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

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 het Staring Centrum.

Project nr. 7109

INHOUD	Blz.
WOORD VOORAF	7
1 INLEIDING	9
2 BODEMSCHEMATISATIE	11
2.1 Randvoorwaarden	11
2.2 Werkwijze	15
3 CHEMISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN	17
3.1 Fosfaatbindend vermogen (FBV)	17
3.2 Kationenomwisselcapaciteit (CEC)	20
4 BRUIKBAARHEID VAN DE INFORMATIE	23
5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES	29
LITERATUUR	31
AANHANGSELS	
1 Toekenning van de 21 fysische bodemeenheden aan de 146 PAWN-subdistricten	35
2 Relatie tussen de fysische eenheden en de dominante eenheden op de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 en 1 : 50 000	36
3 Bemonsterde profielen van kleigronden per fysisch geschematiseerde eenheid	37
4 Samengestelde bodemeenheden in district 29 (Bodemkaart, schaal 1 : 50 000)	38

TABELLEN

1	Referentiediepte per hilo-code	19
2	Oppervlakteverdeling van de samengestelde bodemeenheden opgesplitst naar grondwatertrap	24
3	Grondwatertrappenindeling	25

FIGUREN

1	Indeling van Nederland in PAWN-districten	13
2	Grondsoortenkaart van Nederland	14
3	Verdeling van het fosfaatbindend vermogen (FBV) per district	22
4	Verdeling van de kationenuitwisselcapaciteit (CEC) per district	22
5	Histogram van het fosfaatbindend vermogen voor PAWN-district 29	26

WOORD VOORAF

In het kader van de Derde Nota Waterhuishouding is een onderzoek uitgevoerd ten behoeve van de PAWN-studie betreffende de uit- en afspoeling van fosfaat en nitraat naar het oppervlaktewater. Het onderzoek betreft een opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA te Lelystad, aan het vroegere Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, de vroegere Stichting voor Bodemkartering (beide sinds 1-1-1989 opgenomen in het Staring Centrum), en het Waterloopkundig Laboratorium. Dit rapport vormt een onderdeel van bovengenoemde opdracht. Het behandelt de globale chemische bodemschematisatie van PAWN-districten op basis van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000.

De aanvullende bemonstering die voor dit onderzoek noodzakelijk was is uitgevoerd door D.A. Eilander. De monstervoorbereiding is uitgevoerd door mw. L.C. van Liere en R. Zwijnen. Laatstgenoemde heeft tevens de monsters geanalyseerd. Ing. F. de Vries heeft de generalisatie van de Bodemkaart, 1 : 250 000 verzorgd.

De auteurs

1 INLEIDING

Ten behoeve van de Tweede Nota Waterhuishouding is door Rijkswaterstaat in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium een PAWN-studie (Policy Analysis for Watermanagement of the Netherlands) uitgevoerd, waarin o.a. het model DEMGEN (DEMAND GENERATOR) is ontwikkeld. Dit model heeft tot doel op landelijke schaal de landbouwwaterbehoefte en de gevolgen voor de landbouw als gevolg van veranderingen in de waterhuishoudkundige situatie te bepalen (Pulles, 1985).

Voor de Derde Nota Waterhuishouding (NW3) wordt getracht naast uitspraken over de gevolgen voor de waterkwantiteit ook uitspraken te doen over de waterkwaliteit, o.a. voor fosfaat en nitraat. De uit- en afspoeling van fosfaat en nitraat uit landbouwgronden ten gevolge van overbesteding vormen een onderdeel van de kwaliteitsbeïnvloeding van het oppervlaktewater. De berekening van de emissie vanuit landbouwgronden is door het vroegere Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding in een samenwerkingsproject met de vroegere Stichting voor Bodemkartering uitgevoerd. (Beide instituten zijn per 1-1-1989 opgenomen in het Staring Centrum). De resultaten van dit en een aantal andere toeleverende projecten worden in het project Regulering Stofstromen, uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium (WL), verwerkt tot een beschrijving van de stoffenhuishouding in het Nederlandse oppervlaktewaterhoofdsysteem.

In dit rapport wordt de chemische bodemschematisatie behandeld die noodzakelijk is voor de regionale fosfaat- en stikstofmodellering binnen de PAWN-districten volgens een voor dit onderzoek ontwikkeld model (Rijtema et al., i.v.). Een belangrijke randvoorwaarde was daarbij, dat het onderzoek moest aansluiten bij de schematisatie volgens de Tweede Nota Waterhuishouding (Pulles, 1985). Deze bestaat uit districten, subdistricten en plots.

Aangezien de subdistricten en plots niet geografisch zijn vastgelegd, ontstonden problemen bij de bodemschematisatie. Hoofdstuk 2 gaat op deze problematiek in. In hoofdstuk 3 is de werkwijze uitgewerkt om chemisch relevante bodemkenmerken voor de fosfaat- en nitraatmodellering te verkrijgen. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 de bruikbaarheid van de informatie voor modellering op regionale schaal beschreven.

2 BODEMSCHEMATISATIE

2.1 Randvoorwaarden

De resultaten van de berekeningen van de fosfaat- en stikstofuitspoeling op landelijke schaal dienen aangeleverd te worden volgens de indeling van de PAWN-studie in districten, subdistricten en plots (Pulles, 1985).

De indeling van Nederland in 77 districten (figuur 1) is gebaseerd op geografie en afwateringseenheden. Elk district bestaat uit drie deelgebieden: stedelijk gebied, oppervlaktewater en begroeid gebied. De districten zijn geografisch vastgelegd.

Binnen het begroeide gedeelte van het district maken verschillende geohydrologische omstandigheden en grondsoorten voor, waardoor opsplitsing in subdistricten nodig. Aangezien het begroeide gedeelte niet geografisch is vastgelegd, zijn ook subdistricten niet meer geografisch aan te geven.

De geohydrologische invloeden waarmee binnen de subdistricten rekening is gehouden zijn: kwel/wegzijging, voorjaarsgrondwaterstand en drainage- bodemkenmerken. Ten gevolge van verschillen in geohydrologie is Nederland opgesplitst in laagland, laag hoogland en hoog hoogland.

De lage landen zijn de gronden die maximaal twee meter boven zee-niveau liggen, terwijl de hooglanden hierboven liggen. De hooglanden zijn verder opgesplitst in gronden met een ondiepe (lage hooglanden) en een diepe (hoge hooglanden) grondwaterstand. De grens tussen ondiep en diep is gelegd bij een veeljarig gemiddelde grondwaterstand van 1 meter onder maaiveld.

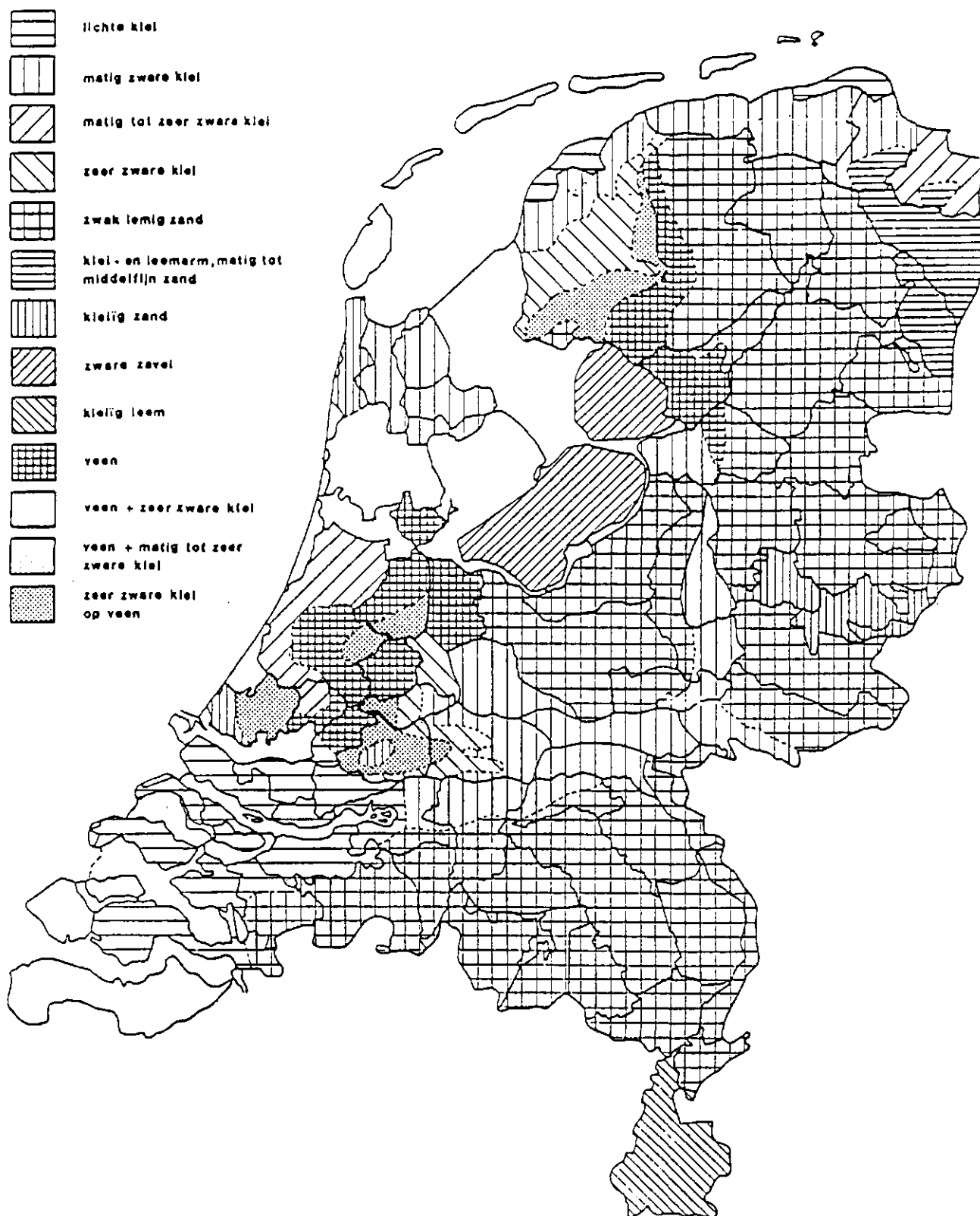
De grondsoorten die in de PAWN-studie zijn onderscheiden voor de indeling in subdistricten zijn aangegeven in figuur 2. Elke grondsoort is opgebouwd uit twee lagen, namelijk een wortelzone en de zone daaronder tot aan het grondwater. Het aantal wortelzone/ondergrond-combinaties bedraagt 16. Door een opsplitsing in lagen die gerelateerd zijn aan de wortelzone, zijn de hydrologische laagdikten afhankelijk van het gewas. Binnen een subdistrict worden meestal meerdere gewastypen onderscheiden.

Daarnaast kunnen verschillen in berekeningstoestand bestaan. Een plot is dat gedeelte van het subdistrict met één bepaald gewas-type en één berekeningstoestand. Aangezien een subdistrict niet geografisch is vastgelegd is ook een plot niet geografisch vastgelegd.

Voor de P- en N-berekeningen zijn de hydrologische gegevens door het Waterloopkundig Laboratorium per plot aangeleverd. Dit zou in principe betekenen dat de relevante chemische bodemkenmerken die noodzakelijk zijn voor de modellering, gebaseerd moeten zijn op de grondsoorten zoals deze momenteel in de PAWN-studie worden gehanteerd (figuur 2). De selectie van 14 lagen uit 20 onderscheiden fysische eenheden (Rijtema, 1969) om in het PAWN-model alle bodemtypen in Nederland te karakteriseren, vormt een sterke generalisatie. Bovendien berust deze schematisatie alleen op fysische eigenschappen, en is de verscheidenheid in chemische eigenschappen binnen de fysische eenheden zeer groot.



Figuur 1 Indeling van Nederland in PAWN-districten (naar Pulles, 1985).




Figuur 2 Grondsoortenkaart van Nederland (naar Pulles, 1985).

Gelijktijdig met deze studie werkte de voormalige Stichting voor Bodemkartering in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, aan de generalisatie en bodemfysische vertaling van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 voor een nieuwe indeling in subdistricten ten behoeve van de PAWN-studie. Daardoor ontstond de mogelijkheid voor toekomstige modelberekeningen bodemkundig en chemisch aan te sluiten bij de nieuwe fysische profielen die voor de subdistricten zijn vastgesteld (Wösten et al., 1988). Het nadeel van deze opzet is dat voor de Derde Nota Waterhuishouding de hydrologische gegevens berekend zijn op grond van de oude bodemfysische schematisatie, terwijl de chemische bodemkenmerken gekoppeld zijn aan de nieuwe schematisatie. Daardoor is het moeilijk aan te geven welke fout hierbij gemaakt wordt. Het voordeel van de volgende werkwijze is dat de chemische bodemschematisatie in opzet niet op korte termijn hoeft te worden herzien. Het aantal onderscheiden bodemeenheden zal echter wel moeten worden uitgebreid (zie hoofdstuk 4).

2.2 Werkwijze

De basis voor de koppeling van de grondsoorten die het Waterloopkundig Laboratorium heeft gebruikt voor de hydrologische berekeningen, en de nieuwe fysische bodemschematisatie die Wösten et al. (1988) hebben uitgevoerd, wordt gevormd door een overlay van de districtenkaart figuur 1 en de Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 250 000. Daarbij is visueel nagegaan welke kaarteenheden van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 de dominante kaarteenheden is binnen de districten en de subdistricten die mede op basis van grondsoort zijn onderscheiden. Van elke kaarteenheden van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 is bekend tot welke fysische eenheid deze behoort. Evenzo is per grondsoort in een district bekend welk subdistrict hieraan gekoppeld is, zodat per subdistrict één van de 21 fysische eenheden toegewezen kan worden (aanhangsel 1). De chemische gegevens die aan de afzonderlijke



fysische profielen toegekend zijn, zijn gebaseerd op de chemische gegevens van de dominante bodemeenheid op de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000, die ook als basis heeft gediend voor de fysische profielschets van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 (aanhangsel 2).

3 CHEMISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN

Voor de fysisch geschematiseerde bodemeenheden (Wösten et al., 1988) zijn vervolgens enkele relevante chemische eigenschappen voor de P- en N-uitspoeling vastgesteld. Dit betreft in het toegepaste model (Rijtema et al., i.v.) respectievelijk het fosfaatbindend vermogen (FBV) en de kationen omwisselcapaciteit (CEC; cation exchange capacity). Voor de geschematiseerde eenheden wordt de werkwijze aangegeven voor de inventarisatie van het FBV (par. 3.2) en de CEC (par. 3.3).

3.1 Fosfaatbindend vermogen (FBV)

Het fosfaattransport in de bodem wordt in sterke mate beïnvloed door het fosfaatbindend vermogen van de bodem. Het onderzoek naar het fosfaatbindend vermogen heeft zich tot nu toe vooral geconcentreerd op de gronden met intensieve veehouderij in het centrale, oostelijke en zuidelijke zandgebied (Lexmond et al., 1982; Breeuwsma en Schoumans, 1986). Het fosfaatbindend vermogen van een kalkloze zandlaag kan als volgt berekend worden (aangepaste Freundlich vergelijking; Schoumans et al., 1986):

$$FBV_t = [4,6 + 0,39*(Al_{ox} + Fe_{ox})] * LD * Di * 7,1 \quad (1)$$

met: FBV_t - totaal areïek^{*)} fosfaatbindend vermogen ($kg P_2O_5 \cdot ha^{-1}$)
 LD - laagdikte (cm)
 Di - dichtheid ($g \cdot cm^{-3}$)
 Al_{ox} - gehalte oxalaat-extraheerbaar Al ($mmol \cdot kg^{-1}$)
 Fe_{ox} - gehalte oxalaat-extraheerbaar Fe ($mmol \cdot kg^{-1}$)
 7,1 - omrekeningsfactor naar $kg P_2O_5$ per ha

*) areïek per oppervlakte-eenheid (Schurer en Rigg, 1980)

In reeds eerder uitgevoerde fosfaatprojecten zijn deze relevante bodemkenmerken voor veel zandgronden geïnventariseerd (Breeuwsma, 1984; Breeuwsma en Schoumans, 1986; Breeuwsma et al., 1986; Schoumans en Breeuwsma, 1990). Tevens is een belangrijk deel van de documentatie van zandgronden gebaseerd op een zeer gedetailleerde studie rondom Wesepe (nog niet gepubliceerd).

Het fosfaatbindend vermogen van veengronden is onderzocht door Schoumans et al. (1988). In dit onderzoek werd geconcludeerd dat in veenlagen met minerale delen (lutum, slib en/of zand) fosfaat op korte termijn sneller vastgelegd wordt dan in zandgronden. Of dit ook op lange termijn (enkele jaren) uiteindelijk in een hoger fosfaatbindend vermogen resulteert, is nog niet onderzocht. Vooralsnog is voor de bovengrond van veengronden uitgegaan van dezelfde vergelijking als voor zandgronden. De volledig gereduceerde veenhorizonten met een zeer hoog organische-stofgehalte (>80%) reageren volgens een oriënterend onderzoek na één dag fosfaatsorptie nagenoeg niet meer met fosfaat, terwijl toch aanzienlijke hoeveelheden fosfaat geëxtraheerd worden. Dit duidt er op dat in deze lagen het geëxtraheerde Al en Fe in een andere vorm aanwezig is dan in zandgronden (vermoedelijk uitwisselbaar Al en Fe). Voorlopig is ook voor deze horizonten nog uitgegaan van vergelijking (1).

Van het extraheerbaar aluminium- (Al_{ox}) en ijzergehalte (Fe_{ox}) van kleigronden waren nagenoeg geen gegevens beschikbaar in het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) van de vroegere Stichting voor Bodemkartering. In het kader van deze studie heeft daarom een aanvullende bemonstering plaatsgevonden van de kleigronden. In aanhangsel 3 is aangegeven welke kleigronden bemonsterd zijn.

De dichtheden van de bemonsterde kleigronden zijn niet rechtstreeks bepaald, maar berekend op basis van percentage lutum en organische stof (Van Zuilen et al., 1985; Van Zuilen et al., 1986; Wösten et al., 1987). Het Al- en Fe-oxalaatgehalte van de 215 bemonsterde horizonten is geëxtraheerd volgens de methode Oudendag

et al. (1984) en gemeten volgens Jansen en Koning (1986). Uit laboratoriumexperimenten bleek dat de fosfaatsorptiesnelheid in kleigronden nagenoeg niet afwijkt van de fosfaatsorptiesnelheid van zandgronden. Op grond van deze resultaten is, als eerste benadering, aangenomen dat ook voor kleigronden het fosfaatbindend vermogen met behulp van vergelijking (1) beschreven kan worden.

Op basis van de bodemeenheid die per subdistrict is vastgesteld kan het fosfaatbindend vermogen van de bodem berekend worden. De diepte bij deze berekening is gekoppeld aan de hilo-code van het betreffende subdistrict (tabel 1).

Tabel 1 De referentiediepte per hilo-code.

Hilo-code ¹⁾	Diepte (cm-mv.)
0	30
1	60
2	100

1) Pulles, 1985

De gronden met een relatief laag fosfaatbindend vermogen (< 10 ton P_2O_5 per ha) zijn de natte (hilo 0) en matig natte (hilo 1) veenkoloniale gronden (iWp, iWz, iVp en iVz) met resp. een fosfaatbindend vermogen van minder dan 5 ton P_2O_5 per ha en 5 tot 10 ton P_2O_5 per ha. Tot deze laatste klasse behoren ook de natte (hilo 0) veldpodzolen (Hn; 5 tot 10 ton P_2O_5 per ha).

De natte (hilo 0) beekerdgronden (pZg), madeveengronden (aVp, aVz) en (zware) zavel en lichte kleigronden (resp. Mn52, Mn22, Mn25 en Mn35) bezitten een fosfaatbindend vermogen van 10 tot 15 ton P_2O_5 per ha.

Gronden met een fosfaatbindend vermogen van 15 tot 25 ton P_2O_5 per ha zijn de natte (hilo 0) zware kleigronden (Rn44) en koopveengronden (hV...), de matig natte (hilo 1) madeveengronden (aV.), veldpodzolen (Hn), (zware) zavel en lichte kleigronden (resp. Mn52, Mn22, Mn25 en Mn35) en de droge (hilo 2) duinvaaggronden (Zd). De koopveengronden bezitten een relatief hoog fosfaatbindend vermogen. Dit wordt volledig verklaard door de diepte bij deze berekening nl. 30 cm-mv. (hilo 0). In werkelijkheid komen deze gronden voor onder zeer natte omstandigheden, o.a. grondwatertrap I, II en III, met een gemiddelde hoogste grondwaterstand van 10-20 cm-mv., waardoor het fosfaatbindend vermogen van deze gronden veelal lager is (Schoumans et al., 1988). Dit geldt ook voor de natte (hilo 0) weideveen- (pV...) en waardveengronden (kV...) met nu een fosfaatbindend vermogen van meer dan 25 ton P_2O_5 per ha. Tot deze klasse van meer dan 25 ton P_2O_5 per ha behoren ook de matig natte (hilo 1) zware kleigronden (Rn, Rv) en de droge (hilo 2) haarpodzolen (Hd), enkeerdgronden (zEZ), brikgronden (BLd) en ooiwaaggronden (Rd90).

Omdat een subdistrict niet geografisch is vastgelegd, is per district in staafdiagrammen aangegeven welke klassen in fosfaatbindend vermogen aangetroffen worden (figuur 3). Het oppervlak van de balken is geen maat voor het oppervlak van het subdistrict.

3.2 Kationenuitwisselcapaciteit (CEC)

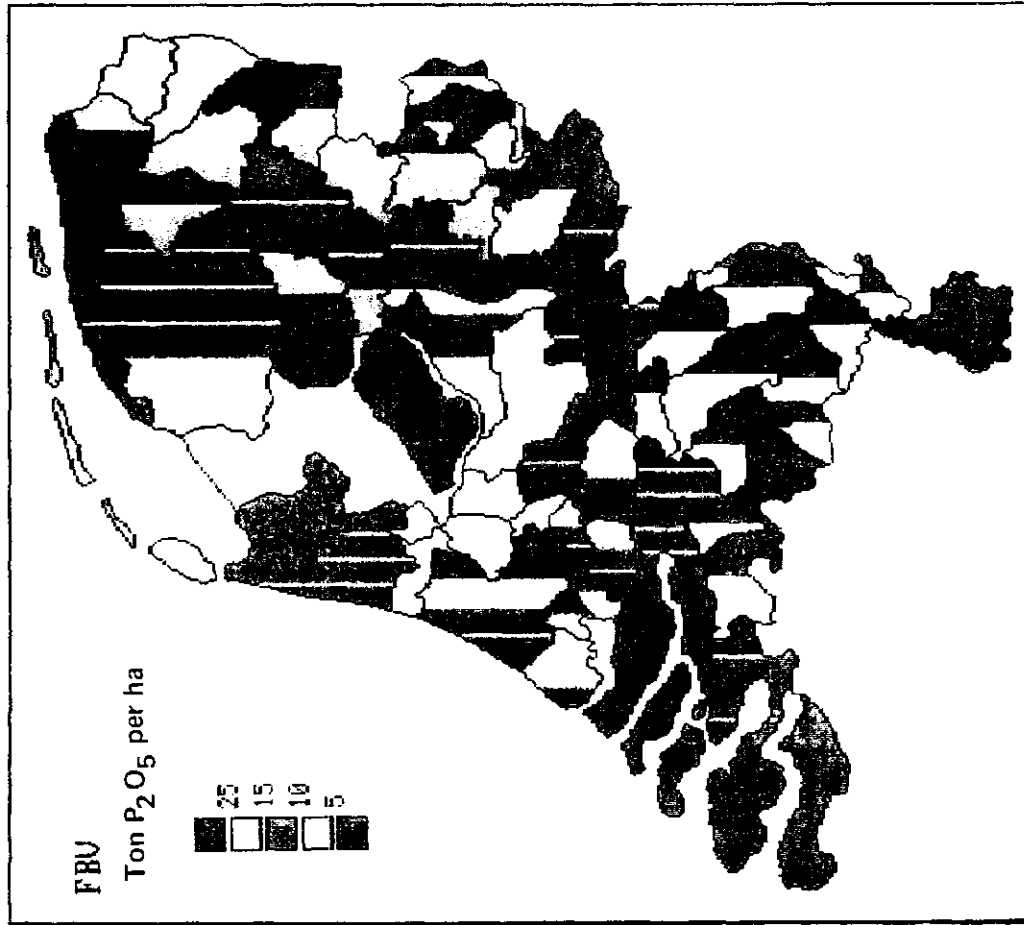
De kationenuitwisselcapaciteit (CEC = Cation Exchange Capacity) wordt gebruikt bij de stikstofmodellering in verband met de ammoniumomwisseling aan het adsorptiecomplex (Berghuijs-van Dijk et al., 1985). De CEC kan berekend worden op basis van percentage lutum en organische stof (Breeuwsma et al., 1986; Duijvenbouden en Breeuwsma, 1987) volgens:

$$CEC_a = 10^{-1} * LD * Di * [p*OS + 0,006*L] \quad (2)$$

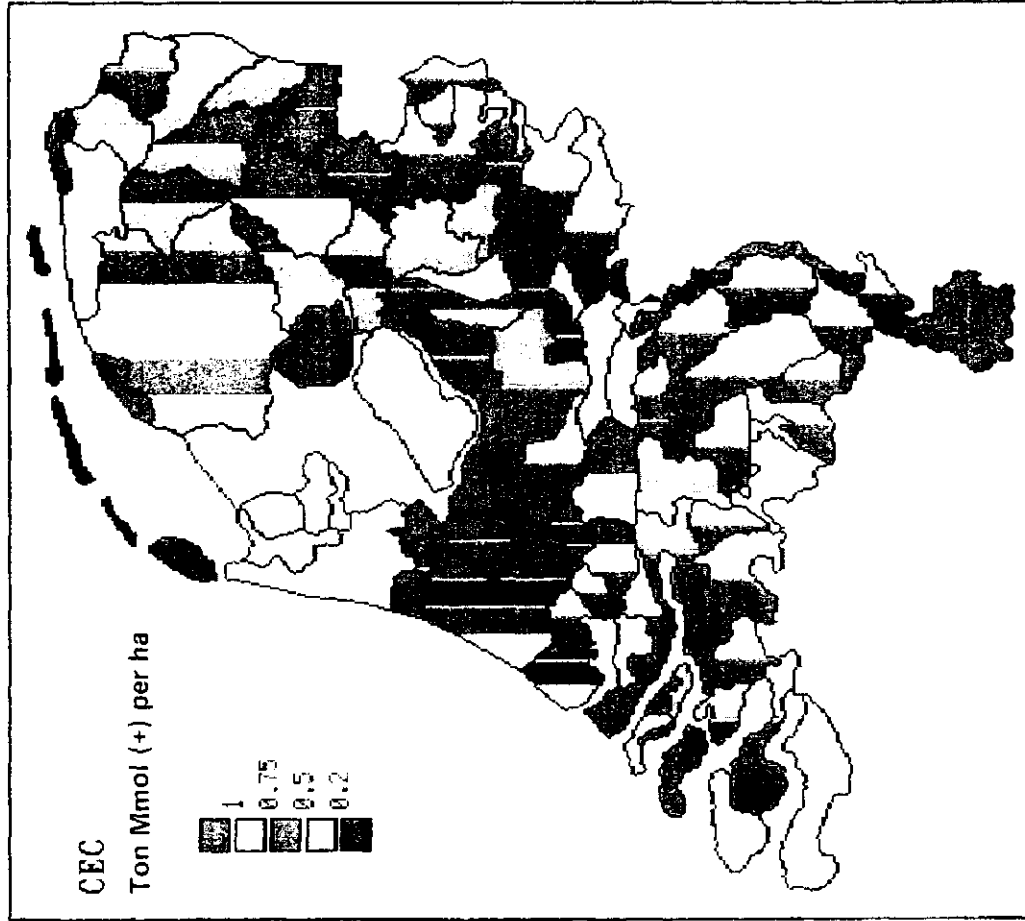
met: OS = percentage organische stof (%)
 L = percentage lutum (%)
 CEC_a = areïeke CEC (Mmol(+) ha⁻¹)
 p = 0,025 voor B-horizonten van humuspodzolen en
 0,015 voor overige horizonten

Van de fysisch geschematiseerde eenheden heeft een veldbodemkundige per horizont het gemiddelde lutum- en organische-stofgehalte geschat. Via vergelijking (2) is de CEC per subdistrict berekend. De CEC per subdistrict is weergegeven in figuur 4.

De gronden met een zeer lage CEC (< 0,5 Mmol(+) per ha) zijn de vlak- (Zn) en duinvaag(gronden (Zd) met een hoge grondwaterstand (hilo 2) en de bekeerdersgronden (pZg) en veldpodzolgronden (Hn) met een lage grondwaterstand (hilo 0). Gronden met een CEC van 0,5 tot 1 Mmol(+) per ha zijn de matig natte veldpodzolen (hilo 1), haarpodzolen (hilo 2), veenkoloniale gronden (iWz, iWp) met een hoge grondwaterstand (hilo 0) en de natte (hilo 0) lichte kleigronden (Mn22A, Mn25A en Rn52A). Tot de gronden met een relatief hoge CEC (> 1 Mmol per ha) behoren natte (hilo 0) veengronden (hVb, hVc, kVb, kVz en pVb) en zware kleigronden (Rn44A), matig natte (hilo 1) lichte kleigronden (Mn22A, Mn25A en Rn52A) en veenkoloniale gronden (iWz, iWp) en tot slot een droge (hilo 2) lichte kleigrond (Mn35A) en een brikgrond (BLd6).



Figuur 3 De verdeling van het fosfaatbindend vermogen (FBV) per district.



Figuur 4 De verdeling van de kationenomwisselcapaciteit (CEC) per district.

4 BRUIKBAARHEID VAN DE INFORMATIE

De chemische bodemschematisatie en inventarisatie van bodemeigenschappen die voor dit onderzoek van belang zijn voor fosfaat- en nitraatuitspoeling op landelijke schaal (resp. FBV en CEC), bevatten essentiële beperkingen:

- 1) Met behulp van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 kon maximaal per PAWN-subdistrict één bodemeenheid doorgerekend worden.
- 2) De chemische documentatie van deze eenheden schaal 1 : 250 000 is gebaseerd op de dominante bodemeenheid schaal 1 : 50 000.
- 3) Het aantal profielen voor de chemische documentatie is in sommige gevallen nog onvoldoende.
- 4) Het fosfaatbindend vermogen is voor veengronden en kalkrijke gronden slechts globaal bekend.

De generalisatie van de Bodemkaart per PAWN-subdistrict naar één bodemeenheid (punt 1) en vervolgens een documentatie op grond van de dominante bodemeenheid schaal 1 : 50 000 (punt 2) leiden er in veel gevallen toe dat de kwetsbare gronden weggeschematiseerd worden, doordat deze gronden niet dominant zijn. Dit kan duidelijk geïllustreerd worden aan de hand van PAWN-district 29 (zie figuur 1; het gebied grenzend aan de Veluwe randmeren). Volgens de oorspronkelijke schematisatie is in dit gebied geen onderscheid in grondsoort (figuur 2), maar uitsluitend in geohydrologische situatie, namelijk de hooglanden met een ondiepe (< 1 m-mv.) grondwaterstand (subdistrict 56 met hilo code 1) en een diepe (> 1 m-mv.) grondwaterstand (subdistrict 57 met hilo code 2).

Uit een "overlay" van dit district met de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000, volgt de oppervlakteverdeling in tabel 2 na groepering van de bodemeenheden tot samengestelde eenheden (aanhangsel 4).

Tabel 2 Oppervlakte verdeling van de samengestelde bodemeenheden (zie bijlage 4) opgesplitst naar grondwatertrap

Samengestelde bodemeenheden	Grondwatertrap (ha)											Totaal		
	*	I	II	III*	III	IV	V	V*	VI	VII	VII*			
EK						169,0						374,0	68,0	611,0
bEZ	126,0					72,0						145,4	757,3	1970,8
zEZ	1725,9					143,5						3571,5	9386,3	20932,0
EZG	957,8			1870,7										2828,5
chd												40,8	123,4	410,8
Hd	2274,0													410,8
chh	1042,1			752,3	21,4	1506,9	2164,9	18,5	4885,6	785,7	275,2	6452,1	12437,8	21163,9
Hh	4074,1		57,8	2330,1	694,3	849,0	2972,9							11452,6
Mn(2/5)	1889,2		152,1	733,7	93,0	222,5								16648,7
Mn8			2259,2	145,0	87,0	390,0								3433,2
Mo		187,6	93,8											2881,2
Mv		2461,2	88,0	611,1	128,0	189,6								281,4
Rd	9,9											30,0		3477,9
Rn	45,5													39,9
av			447,1	683,5										219,2
hv		42,5	1396,1			45,2								1130,6
kv		1730,3	1964,9	1025,1										1438,6
pV		134,7	1588,6	78,0										4720,3
ZV	15,0		541,4											1801,3
V		283,4	145,5	11,7	28,0									596,1
(f)kW	754,3	414,5	1784,3	308,0	223,5									428,9
vW	15,3	221,4	3174,1	637,8	110,5									3484,6
ZW			92,8	261,4	170,3	95,0								4159,1
cY														619,5
Y	2310,3													1477,6
Zb	0,4													20160,1
czd														0,4
Zd	711,8													72,3
f(k)pZg			29,1	9,1										72,3
kpZg	417,6	1560,7	791,8	681,4	507,6	690,5	50,2							30131,1
pZg	1755,8	2005,7	1576,1	5410,3	2759,3	573,8	28,7							63,8
pZn	1,0	649,2		1666,8	1059,7	3187,8	162,3							4711,0
Zn							85,2							14328,1
A	408,6	129,7	162,4											10727,3
water e.d.	16250,8													92,0
Totaal	34785,4	5605,3	18192,8	5506,7	14658,7	5505,9	8065,4	6008,2	18,5	16523,2	31955,2	56620,0	203445,3	16250,8

Uit tabel 2 blijkt dat dit district zeer heterogeen is voor bodem en grondwatertrap. De relatie tussen de grondwatertrap en de gemiddelde hoogste (GHG) en gemiddelde laagste (GLG) grondwaterstand staat in tabel 3 aangegeven.

Tabel 3 Grondwatertrappenindeling

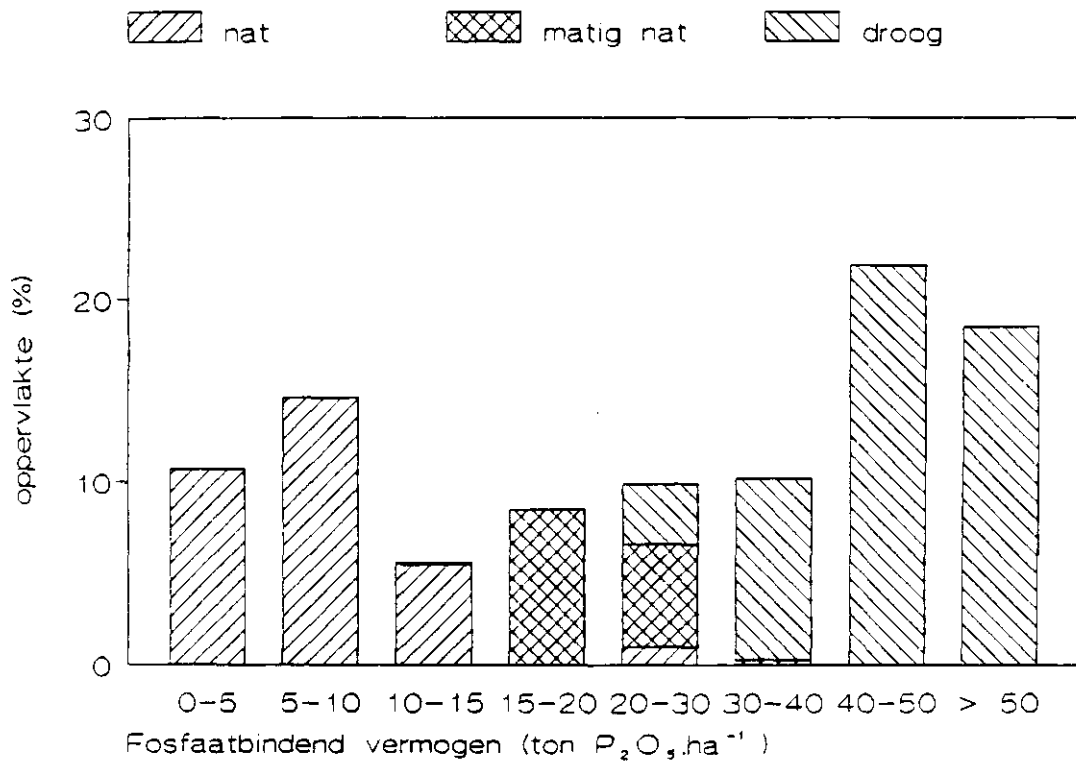
Grondwatertrap	Gem. hoogste grondwaterstand (GHG) 1)	Gem. laagste grondwaterstand (GLG) 1)	Gem. GHG diepte 2)	Gem. GLG diepte 2)
(cm-mv.)				
I	< 20	< 50	-5	38
II	< 40	50-80	7	66
II*	25-40	50-80	32	67
III	< 40	80-120	17	103
III*	25-40	80-120	32	102
IV	> 40	80-120	56	104
V	< 40	> 120	17	135
V*	25-40	> 120	32	142
VI	40-80	> 120	61	155
VII	> 80	> 120	101	190
VII*	> 80	> 120	185	281

1) Steur en Heijink, 1987

2) Van der Sluijs, 1987

Voor district 29 kan de verdeling in fosfaatbindend vermogen op basis van de bodemeenheden en grondwatertrappen zoals op de Bodemkaart, 1 : 50 000 berekend worden. Het fosfaatbindend vermogen is berekend tot aan de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) op grond van gegevens van Van der Sluijs (tabel 3). Dit betreft gemiddelden van puntwaarnemingen. Bij gebruik van vlakgegevens worden doorgaans lagere waarden gevonden.

In figuur 5 is de verdeling van het oppervlak van PAWN-district 29 in klassen van fosfaatbindend vermogen aangegeven zoals deze op basis van de kaarteenheden op schaal 1 : 50 000 berekend kan worden. Bij deze verdeling is een opsplitsing gemaakt in natte (Gt I, II(*), III(*), V(*)), matig natte (Gt IV en VI) en droge (Gt VII, VII*) gronden.



Figuur 5 Histogram van het fosfaatbindend vermogen voor PAWN-district 29.

Uit het histogram blijkt dat het FBV bij natte gronden veelal varieert van 5 tot 15 ton P_2O_5 per ha, bij matig natte gronden van 15 tot 30 ton P_2O_5 per ha en bij droge gronden in het algemeen meer dan 30 ton P_2O_5 per ha. De berekende waarden komen goed overeen met gemeten waarden in de zandgronden van dit district (Breeuwsma et al., 1989). De ondergrens van de berekende waarden ligt bij de natte gronden alleen iets lager dan van de gemeten waarden. Voor de zandgronden kan dit veroorzaakt zijn doordat de berekeningen op een hogere (ondiepere) GHG zijn gebaseerd.

Ca. 50% van het district bestaat uit droge gronden. Deze gronden vallen volgens de PAWN-definitie onder de hooglanden met een diepe grondwaterstand (subdistrict 57) en vormen voor de fosfaatuitspoeling veelal geen probleem. Bodemkundig worden ze gekenmerkt door de duinvaaggronden (Zd) en de haar- (Hd) en holtpodzolen (Y).

De natte en matig natte gronden vallen in district 29 onder de hooglanden met een ondiepe grondwaterstand (subdistrict 56, hilo-code 1). Als dominante eenheid voor dit subdistrict heeft een bodemkundige gekozen voor de veldpodzol. De natste geohydrologische variant (hilo-code 0) komt in de huidige PAWN-schematisatie niet voor. Door deze schematisatie wordt 25% van het district, met (de meest) kwetsbare gronden (FBV < 15 ton P_2O_5 per ha), buiten beschouwing gelaten. Het resultaat van deze werkwijze is dat de termijn waarop fosfaatdoorslag zal worden waargenomen. Juist voor modellering van het tijdstip van normoverschrijding en de mate waarin is het van essentieel belang dat zo gedetailleerd mogelijk de heterogeniteit in een regio wordt weergegeven. Voor fosfaat- en nitraatuitspoeling dienen berekeningen in principe plaats te vinden op basis van de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000. Bij de huidige werkwijze kunnen alleen globale verschillen tussen de districten worden aangegeven.

5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA is een chemische bodemschematisatie van Nederlandse gronden uitgevoerd. Deze bodemschematisatie vormde een onderdeel van de PAWN-studie (Policy Analysis for Watermanagement of the Netherlands) naar de fosfaat- en stikstof af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden (Anonymus, i.v.).

Doel van het onderzoek was voor elk van de 143 subdistricten waarin Nederland in het PAWN-kader onderverdeeld is, één profielschets samen te stellen met de relevante bodemkenmerken voor fosfaat- en stikstofuitspoeling. Gezien deze globale bodemdifferentiatie is in overleg met DBW/RIZA besloten van de Bodemkaart, schaal 1 : 250 000 uit te gaan en per subdistrict alleen de meest voorkomende bodemeenheid, schaal 1 : 50 000 te gebruiken. Een meer gedetailleerde werkwijze was in het kader van de Derde Nota Waterhuishouding niet mogelijk.

Bij het opstellen van profielschetsen met relevante chemische bodemkenmerken zijn de 21 profielschetsen gebruikt die voor een fysische bodemschematisatie op schaal 1 : 250 000 ontwikkeld zijn (Wösten et al., 1988). De chemische bodemeigenschappen die voor de fosfaat- en stikstofuitspoeling in de modellering gebruikt zijn, zijn het fosfaatbindend vermogen (FBV) en de kationenomwisselcapaciteit (CEC). Deze twee eigenschappen kunnen per horizont berekend worden op basis van bodemkenmerken. Voor het FBV zijn dit het aluminium- en ijzergehalte die extraheerbaar zijn met een zure oxalaatoplossing (resp. Al_{ox} en Fe_{ox}) en voor de CEC het lutum en organische-stofgehalte.

Op basis van de gegevens uit het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) van de voormalige Stichting voor Bodemkartering en gegevens uit aanvullende bemonstering zijn de gemiddelde waarden van de bodemkenmerken voor de afzonderlijke horizonten van de 21 profielschetsen vastgesteld. Vervolgens zijn het fosfaatbindend

vermogen en de kationenomswisselcapaciteit berekend. Hieruit blijkt dat met name de veenkoloniale gronden kwetsbaar zijn voor fosfaatuitspoeling.

Teneinde inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van een te sterke schematisatie van de bodem, is als voorbeeld de variabiliteit in fosfaatbindend vermogen in het district grenzend aan de Veluwe randmeren nagegaan (district 29). Dit district, dat uit 2 subdistricten bestaat, wordt in de PAWN-studie gekenmerkt door één grondsoort en twee geohydrologische situaties (hilo 2 en hilo 1). Juist de natste geohydrologische variant (hilo 0) die voor fosfaatuitspoeling van belang is, komt in dit gebied bij deze schematisatie niet voor. Het areaal van deze natte gronden (grondwatertrap I, II(*), III(*) en V*) blijkt ca. 25% te zijn, terwijl het fosfaatbindend vermogen van de verschillende bodemeenheden binnen deze natte gronden het laagst is. Juist de grootte en variabiliteit van de fosfaatverzadigingsgraad binnen deze natte gronden met een laag fosfaatbindend vermogen bepalen in sterke mate de fosfaatbelasting van het grond- en oppervlaktewater.

Als algemene conclusie kan dan ook gegeven worden dat de huidige bodemkundige en hydrologische schematisatie voor dit district te weinig rekening houdt met de natte gronden en de variabiliteit van het fosfaatbindend vermogen. Daardoor is de gevolgde werkwijze ontoereikend voor een nauwkeurige schatting van de fosfaat- en stikstofuitspoeling naar het oppervlaktewater. Met het gehanteerde instrumentarium kunnen daardoor alleen globale verschillen tussen districten aangegeven worden.

Kragt, J.F. en Vries W. de, 1987. Onderzoek naar de effecten van mestbeperking op de nitraatuitspoeling in waterwingebieden in Overijssel. 1. Beschrijving van RENLEM: een nitraatuitspoelingsmodel voor toepassing op regionale schaal. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1935.

Lexmond Th.M., W.H. van Riemsdijk en F.A.M. de Haan, 1982. Onderzoek naar fosfaat en koper in de bodem in gebieden met intensieve veehouderij. Ministerie van VROM, Reeks Bodembescherming nr. 9. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.

Oudendag D., O.F. Schoumans en A. Breeuwsma, 1984. Vereenvoudigingen in de bepaling van het fosfaatbindend vermogen. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1849.

Pulles, J.W., 1985. Beleidsanalyse voor de waterhuishouding in Nederland, PAWN, Den Haag, Rijkswaterstaat.

Riemsdijk, W.H. van, Th.M. Lexmond en F.A.M. de Haan, 1984. Fosfaat- en kopertoestand van de cultuurgrond in de provincie Gelderland. Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding, Sectie Bodemhygiëne en Bodemverontreiniging. Wageningen, Landbouwhogeschool.

Rijtema, P.E., 1969. Soil moisture forecasting. Wageningen, ICW. Nota 513.

Rijtema, P.E., C.W.J. Roest and J.G. Kroes, i.v. Formulation of the nitrogen and phosphate behaviour in agricultural soils, the ANIMO model. Wageningen, Staring Centre, in prep.

Schoumans O.F., A. Breeuwsma en A.H. Booij, 1989. Verkennend onderzoek naar het fosfaatbindend vermogen en de verzadigings-toestand van de bodem in Drenthe. Wageningen, STIBOKA. Rapport 2062.

LITERATUUR

- Breeuwsma, A., 1984. De fosfaathuishouding van zandgronden in relatie tot de waterkwaliteit. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1840.
- Breeuwsma, A., E.J. Jansen en R. Visschers, 1987. Fosfaatverzadiging en kopertoestand van bouwlandpercelen in de gemeente Ambt-Delden. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1896.
- Breeuwsma, A. en O.F. Schoumans, 1986. Ophoping en uitspoeling van fosfaat in de bodem van mestoverschotgebieden. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1866.
- Breeuwsma, A., J.H.M. Wösten, J.J. Vleeshouwer, A.M. van Slobbe and J. Bouma, 1986. Derivation of landqualities to assess environmental problems from soil survey. Soil Science Soc. of Am. Journal 50, 1:186-190.
- Breeuwsma, A., O.F. Schoumans, W. de Vries en J.F. Kragt, 1987. Bodemkundige informatie voor een globaal vermestingsmodel. Wageningen, STIBOKA. Rapport 2007.
- Breeuwsma, A., J.G.A. Reijerink, D.J. Brus, H. van het Loo en O.F. Schoumans, 1989. Fosfaatbelasting van bodem, grond- en oppervlaktewater in het stroomgebied van de Schuitenbeek. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 10.
- Duijvenbooden, W. en A. Breeuwsma, 1987. Kwetsbaarheid van het grondwater. RIWM rapport 840387003.
- Jansen E.J. en R.A. Koning, 1986. De bepaling van aluminium, ijzer en fosfaat in oxalaatextracten met ICP/AES. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1950.

- Schoumans O.F., W. de Vries en A. Breeuwsma, 1986. Een fosfaat-transportmodel voor toepassing op regionale schaal. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1951.
- Schoumans O.F., R. de Waal en A. Breeuwsma, 1988. Risicogebieden voor fosfaatuitspoeling in Zuid-Holland. Bodemchemisch onderzoek naar de invloed van fosfaatbemesting en -binding in landbouwgebieden. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1978.
- Schoumans, O.F. en A. Breeuwsma, 1990. Het fosfaatbindend vermogen van de bodem in de provincie Drenthe gebaseerd op de bodemkaart, schaal 1 : 250 000. Wageningen, Staring Centrum, rapport 46.
- Schurer, K. en J.C. Rigg, 1980. Grootheden en eenheden in de landbouw en de biologie. Wageningen, PUDOC. ISBN 90 220 0742 1.
- Steenvoorden, J.H.A.M., 1983. Nitraatbelasting grondwater in zandgebieden; denitrificatie in de ondergrond. Wageningen, ICW. Nota 1435.
- Steur G.G.L. en W. Heijink, 1987. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; Algemene begrippen en indelingen. Wageningen, STIBOKA.
- Steur, G.G.L., F. de Vries en C. van Wallenburg, 1985. Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000. Wageningen, STIBOKA.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland. De Staringreeks. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1932.

- Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom en A.F. van Holst, 1988. Generalisatie en bodemfysische vertaling van de Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000, ten behoeve van de PAWN-studie. Wageningen, STIBOKA. Rapport 2055.
- Zee S.E.A.T.M. van der, W.H. van Riemsdijk, H.N.M. Ferdinandus en F.A.M. de Haan, 1987. Fosfaatuitspoeling bij overmatige drijfmestdosering, Meststoffen 1, 14-18.
- Zee S.E.A.T.M. van der, 1988. Transport of reactive contaminants in heterogeneous soil systems. Dissertatie Landbouwuniversiteit, Wageningen.
- Zuilen, E.J. van, J.N.B. Poelman en C. Hoekstra, 1985. Vocht-karakteristieken van kleilagen in het zeeleigebied af te leiden uit eenvoudige eigenschappen van de grond. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1895.
- Zuilen, E.J. van, J.N.B. Poelman en C. Hoekstra, 1986. Uit eigenschappen van de grond af te leiden vocht-karakteristieken van zandlagen in het zeeleigebied. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1970.

Aanhangsel 1 Toekenning van de 21 fysische bodemeenheden (Wösten et al., 1988) aan de 146 PAWN-sub-districten (Pulles, 1985).

SD	PS	SD	PS	SD	PS	SD	PS
1	11	38	9	75	1	112	20
2	17	39	19	76	1	113	9
3	16	40	9	77	14	114	17
4	2	41	9	78	16	115	12
5	3	42	9	79	17	116	12
6	12	43	16	80	3	117	13
7	15	44	16	81	3	118	9
8	16	45	13	82	3	119	2
9	15	46	14	83	17	120	9
10	16	47	13	84	1	121	20
11	9	48	9	85	16	122	14
12	17	49	20	86	1	123	16
13	9	50	9	87	16	124	9
14	9	51	16	88	16	125	21
15	11	52	14	89	7	126	2
16	2	53	14	90	17	127	9
17	11	54	13	91	15	128	13
18	4	55	7	92	16	129	9
19	5	56	9	93	16	130	13
20	5	57	14	94	15	131	9
21	11	58	16	95	16	132	9
22	2	59	16	96	3	133	13
23	11	60	16	97	16	134	9
24	2	61	16	98	1	135	13
25	11	62	16	99	20	136	9
26	11	63	16	100	12	137	13
27	15	64	16	101	16	138	9
28	9	65	16	102	16	139	15
29	20	66	16	103	18	140	9
30	5	67	1	104	16	141	15
31	5	68	1	105	13	142	12
32	2	69	17	106	9	143	15
33	13	70	16	107	16	144	7
34	9	71	3	108	16	145	16
35	5	72	7	109	16	146	16
36	9	73	3	110	21		
37	13	74	1	111	14		

SD - subdistrict

PS - fysische profielschets

Aanhangsel 2 Relatie tussen de fysische eenheden¹⁾ en de
 dominante eenheden op de Bodemkaart, schaal
 1 : 250 000 en 1 : 50 000

Eenheid	1 : 250 000	1 : 50 000
1	V1, V3	hVb, hVc
2	V6	aVz, hVz
3	V9, V11	pVb, kVb
4	V12	kVz
5	V13, V14	iWz, iWp
6	V15	Wo
7	Z4, Z27	Zd20, Zd21
8	Z12	Hd21
9	Z8	Hn21
10	Z8g	Hn21g
11	Z8x	Hn23x
12	Z16	zEZ21
13	Z20	pZg23
14	Z13	gHd30
15	M8	Mn25A
16	M10, M11, R3, R10	Mn35A, Rd90A, Rd90C
17	M22, R7	Rn44C, gMn83C, kMn48C, Rn47C
18	M18, R5	Rv01C, Mv41C
19	M7	Mn22A
20	R3, R6	Rn52A
21	L2	BLd6

1) Wösten et al., 1988

Aanhangsel 3 Bemonsterde profielen van kleigronden per fysisch geschematiseerde eenheid¹⁾.

Eenheid ¹⁾	Dominante eenheden op de Bodemkaart		aantal bemonsterde profielen
	1 : 250 000	1 : 50 000	
15	M8	Mn25A	5
16	M10, M11, R3, R10	Mn35A, Rd90A, Rd90C	3
17	R22, R7	Rn44C, gMn83C, kM48, Rn47C	6
18	M18, R5	Rv01C, Mv01C	9
19	M7	Mn22A	5
20	M3, R6	Rn52A	6

1) Wösten et al., 1988

Aanhangsel 4 De samengestelde bodemeenheden in district 29
(Bodemkaart, schaal 1 : 50 000)

Samengestelde bodemeenheid	Bodemeenheden, schaal 1 : 50 000
bEZ	bEZ21, bEZ21g, bEZ23, bEZ23g
zEZ	zEZ21, zEZ21, zEZ21, gzEZ21G, zEZ23, zEZ23g, zEZ30, zEZ30g, gzEZ30
EZg	EZg21, EZg23, EZg23g
cHd	cHd21, cHd21F, cHd21g, cHd30, gcHd30
Hd	Hd21, Hd21F, Hd21g, Hd21gF, zHd21, Hd23, Hd23g, Hd30, Hd30F, Hd30g, zgHd30, gHd30, gHd30F
cHn	cHn21, cHn21g, cHn23, cHn23g, cHn30, cHn30g, gcHn30
Hn	Hn21, Hn21F, Hn21g, Hn21gF, Hn21G, Hn21wg, zHn21, Hn23, Hn23g, gHn30, gHn30F
Mn2/5	Mn22AH, Mn25A, Mn52Cp, Mn52Cwp, Mn56Cp, Mn56Cwp
Mn8	Mn82Cp, Mn82Cwp, Mn86Cp, Mn86Cv, Mn86Cwp
Mo	Mo10A, Mo20A, Mo20Av, Mo80A, Mo80Av, Mo80C, Mo80Cv
Mv	Mv41C, Mv41Cp, Mv61C, Mv81A, zMv41C
Rd	Rd10, Rd90A
Rn	Rn47Cg, Rn47Cp, Rn62Cg, Rn62Cp, Rn66A, Rn67Cg, Rn95A
aV	aVz
hV	hVs, hVz, hVzg
kV	kVc, kVs, kVz
pV	pVs, pVz
zV	zVc, zVp, zVpg, zVz
V	Vc, Vz, Vzg
(f)kW	fkWzg, kWp, kWpg, kWz, kWzg
vW	vWp, vWpg, vWz, vWzg
zW	zWp, zWpg, zWz, zWzg
cY	cY21, cY21g, cY23g, cY30, cY30g, gcY30, gcY30F
Y	Y21, Y21F, Y21g, Y21gF, zY21, Y23, Y23g, gY30, gY30F, zgY30, zgY30F
Zb	Zb20
cZd	cZd21
Zd	gtZd30G, gZd21, gZd30, gZd30G, tZd21, tZd21g, tZd21G, tZd21v, Zd21, Zd21F, Zd21g, Zd30
f(k)pZg	fkpZg23g
kpZg	kgpZg30, kHn21, kHn21g, kpZg21, kpZg21g, kpZg23, kpZg23g, kpZn21, kpZn21g, kZn21g
pZg	gpZg30, pZg21, pZg21g, pZg23, pZg23g, pZg23gF
pZn	gpZn30, pZn21, pZn21g, pZn21gF, pZn21G, pZn23, pZn23g, pZn23w, pZn30
Zn	Zn21
A	AAP, AO, AZ1
water e.d.	Afgegraven, Bebouwing, Groeve, Opgehoogd, Water