NN31396.1896.2

STICHTING VOOR BODEMKARTERING

WAGENINGEN

STI
BO
KA

Rapport nr. 1896

Fosfaatverzadiging en kopertoestand van bouwlandpercelen in de Gemeente Ambt-Delden

Afschrift:
v.d. Top

stichting voor bodemkartering wageningen

soil survey institute wageningen the netherlands

Staringgebouw Marijkeweg 11, Wageningen
Correspondentieadres:
Postbus 98, 6700AB Wageningen
Corresponding address:
Postbox 98, 6700AB Wageningen Netherlands
Telefoon 08370-19100
Telex nr. 75230 VISI-NL
Postrekening 888601
Bank: Rabobank Wageningen

Gezonden aan:
mie lijst

Uw kenmerk	Uw datum	Ons kenmerk	Datum
		2389/87/JvdT/YvP	19-11-1987

Onderwerp

Errata rapport nr. 1896
Ambt-Delden
Project nr. 2677

Bijlagen

In het rapport nr. 1896 "Fosfaatverzadiging en kopertoestand van bouwlandpercelen in de gemeente Ambt-Delden" door A. Breeuwsma, E.J. Jansen en R. Visschers troffen wij enkele onjuistheden aan.
De veranderde of tussengevoegde tekst is onderstreept.

Pagina:

5: 3 KOPER<u>TOESTAND</u> IN DE BOUWVOOR

6: Figuur 1:
Verdeling over een perceel van de plaatsen voor <u>profielbeschrijving</u>, monsteropname en Gt-schatting

11: 4e alinea, 4e regel:
'122' moet zijn: '<u>1-22</u>'

26: Tussenvoegen na figuur 5:
<u>3.3.3 Kwaliteitsgerichte beoordeling</u>

30: Regel onder (4-2):
areïek<u>')</u>

30: In de regel (4-3):
P_2O_5

36: Tabel 11:
Veldpodzolgronden: percentage verzadigde percelen is <u>55</u>

41: Conclusie m.b.t. de kopertoestand, 10e regel:
... referentiewaarde van <u>15</u> mgCu per kg grond.

Bijlage 7: Juiste formule onder punt 3:

$$P_{mb}(\text{Ambt-D}) = \frac{A_c(\text{Ambt-D})}{A_c(\text{Sall+Tw})} * P_{mb}(\text{Sall+Tw}) * 4.4 * 10^{-3}$$

$$= \frac{5122}{111824} * 49088 * 4.4 * 10^{-3} = 9.9 \text{ ton } P_2O_5$$

Afdeling Opdrachten,
Sectie Technische Redactie,

(J.C. van den Top).

Rapport nr. 1896

Fosfaatverzadiging en kopertoestand van bouwlandpercelen in de Gemeente Ambt-Delden

STICHTING VOOR BODEMKARTERING
Postbus 98
6700 AB Wageningen
Tel. 08370 - 19100

Copyright: 1987 STIBOKA

De Stichting voor Bodemkartering 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 de Stichting voor Bodemkartering.

Project nr. 2677

253/yvp/9.87

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Rapport nr. 1896

FOSFAATVERZADIGING EN KOPERTOESTAND VAN BOUWLANDPERCELEN IN DE GEMEENTE AMBT-DELDEN

A. Breeuwsma
E.J. Jansen
R. Visschers

Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1987

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0238 7146

29 OKT. 1987

INHOUD Blz.

	WOORD VOORAF	9
	SAMENVATTING	11
1	INLEIDING	13
2	BEMONSTERING EN BODEMGESTELDHEID	15
2.1	Bemonstering	15
2.2	Bodemgesteldheid	17
2.2.1	Beschrijving van het onderzoeksgebied	17
2.2.2	Bodemgesteldheid van de bemonsterde percelen	18
3	KOPERGEHALTEN IN DE BOUWVOOR	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Onderzoeksmethoden	23
3.3	Beschrijving en beoordeling van de kopertoestand	24
3.3.1	Beschrijving	24
3.3.2	Produktiegerichte beoordeling	24
3.3.3	Kwaliteitsgerichte beoordeling	26
4	FOSFAATVERZADIGING VAN DE BODEM	29
4.1	Inleiding	29
4.2	Onderzoeksmethoden	29
4.2.1	Monstervoorbehandeling	29
4.2.2	Analyses	29
4.2.3	Bepaling van het fosfaatbindend vermogen	30
4.2.4	Bepaling van de verzadigingstoestand	31
4.3	Huidige situatie	33
4.4	Toekomstige ontwikkeling	34
4.5	Conclusie ten aanzien van de methodiek	38
5	CONCLUSIES	41
6	LITERATUUR	43
	TABELLEN	
1	Traject en gemiddelde waarden van GHG en GLG bij verschillende grondwatertrappen (Gt)	17
2	Bodemgesteldheid van de boorpunten in termen van bodemeenheid en grondwatertrap	20
3	Karakterisering van de bodemeenheid van de percelen op basis van de meest voorkomende bodemeenheid	20
4	Landbouwkundige waardering van de kopergehalten in de bouwvoor	25
5	Maximale verzadigingsdiepten (cm - mv.) gebaseerd op de grondwatertrap	32
6	Perceelsgegevens voor de karakterisering van de huidige fosfaattoestand voor een vaste diepte op basis van de gemiddeld hoogste grondwaterstand	33

		Blz.
7	Het percentage percelen dat geheel of gedeeltelijk verzadigd is in de huidige situatie voor de drie verzadigingsdiepten	33
8	Verdeling van percelen die in de huidige situatie verzadigd zijn over bodemeenheden en grondwatertrappen (vaste verzadigingsdiepte gebaseerd op GHG)	34
9	Bemestingsscenario's voor maisland in de gemeente Ambt-Delden in kg $P_2O_5.ha^{-1}.jr^{-1}$, v.a. 1986	35
10	Bodemgesteldheid van de percelen die in de toekomst verzadigd kunnen raken bij een vaste verzadigingsdiepte gebaseerd op de GHG	35
11	Verdeling van percelen die in de toekomst verzadigd kunnen raken over bodemeenheden en grondwatertrappen (voor vaste verzadigingsdiepte op basis van GHG)	36
	FIGUREN	
1	Verdeling over een perceel van de plaatsen voor monstername en Gt-schatting	15
2	Topografische kaart met de ligging van het onderzoeksgebied (schaal 1 : 50 000)	16
3	Fragment van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 50 000, met de ligging van het onderzoeksgebied	19
4	Frequentieverdeling van de kopergehalten (mg Cu per kg grond) van de bemonsterde percelen	25
5	De verhouding tussen koper- en organischestofgehalten in de bouwvoor als functie van de zuurgraad (pH-KCl). De lijn geeft de kritische verhouding weer (volgens Lexmond et al. 1982)	26
6	Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd (Verzadigingsdiepte: GHG)	37
7	Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd. (Verzadigingsdiepte: vaste diepte o.b.v. GHG)	37
8	Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd (Verzadigingsdiepte: GLG - 50 cm, de "kritieke" verzadigingsdiepte)	38
	BIJLAGEN	
1	Bodemeenheid en grondwatertrap volgens de codering van de Bodemkaart 1 : 50 000 (Steur en Heijink 1983) zoals waargenomen bij de bemonstering	
2	Indeling van percelen naar bodemeenheid	
3	Resultaten van analyses ter beoordeling van de kopertoestand van de bouwvoor van de bemonsterde percelen	

4 Beoordelingstabel voor kopergehalten (Cu-HNO_3) in grasland en bouwland voor voedergewassen

5 Resultaten van de analyses en berekeningen m.b.t. de fosfaattoestand van de bemonsterde percelen in de huidige situatie

5a Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: de bouwvoor

5b Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: GHG

5c Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: vaste diepte afhankelijk van de GHG

6 Resultaten van de analyses en berekeningen m.b.t. de toekomstige ontwikkeling van de fosfaattoestand van de bemonsterde percelen

6a Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: de bouwvoor

6b Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: GHG

6c Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: vaste diepte afhankelijk van de GHG

7 Berekening van de fosfaatbelasting van maisland in de gemeente Ambt-Delden (CBS-gegevens 1982)

VOORWOORD

Dit rapport bevat de resultaten van een onderzoek naar de fosfaat en kopertoestand van bouwlandpercelen in de gemeente Ambt-Delden. Het onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van Provinciale Waterstaat in de provincie Overijssel.

De onderzochte bouwlandpercelen werden door deze instantie geselecteerd middels een enquete onder de gebruikers in een deel van de gemeente Ambt-Delden.

Naast bodemmonsters werden ook monsters van het grondwater onderzocht. De resultaten van dit grondwateronderzoek zijn afzonderlijk gerapporteerd door de Provinciale Waterstaat in de provincie Overijssel.

Het veldbodemkundig onderzoek (beschrijving en bemonstering van profielen) werd uitgevoerd door R. Visschers, het laboratoriumonderzoek door R.A. Koning en R. Zwijnen. Mw. L.C. van den Hul verrichtte de metingen van de pH en het organische-stofgehalte. De gegevens werden verwerkt door Ir. E.J. Jansen.

De leiding van het onderzoek berustte bij Dr.Ir. A. Breeuwsma. Deze verzorgde ook de rapportage in samenwerking met Jansen en Visschers.

De directeur van de
Stichting voor Bodemkartering,

Dr. Ir. F. Sonneveld

SAMENVATTING

Een intensief gebruik van dierlijke mest leidt vooral in zandgebieden op den duur tot problemen voor zowel landbouw als milieu. De nitraatuitspoeling is op dit moment reeds een probleem doordat de nitraatconcentratie in het grondwater in toenemende mate de normen voor (vee)drinkwater overschrijdt. Op langere termijn vormen ook de hoge fosfaat en kopergehalten een probleem omdat het milieu of de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden gevaar lopen.

Om een indruk te krijgen van de termijn waarop deze problemen in de provincie Overijssel kunnen gaan spelen is een onderzoek ingesteld in de gemeente met het hoogste mestoverschot (Ambt-Delden).

Het onderzoek werd uitgevoerd door de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA) in Wageningen. In overleg met de provincie werden in een gebied van ca. 1600 ha bijna 50 bedrijven uitgezocht voor een bemonstering. In totaal werden 45 maïspercelen bemonsterd en 2 graslandpercelen. De gegevens zijn anoniem.

Het kopergehalte van de bodem is vooral van belang voor de effecten op de gezondheid van het vee (vooral schapen) en de effecten op het bodemleven. De kopergehalten in de bodem (bouwvoormonsters) bleken sterk te variëren, van 122 mg per kg. Er komen zowel percelen voor waar de gehalten te laag zijn voor een optimale gewasgroei (< 4 mg per kg) als percelen waarbij de gehalten landbouwkundig gezien hoog zijn. Het landbouwkundig gebruik van laatstgenoemde percelen kan in de toekomst (na 2000) problemen geven omdat het kopergehalte tot meer dan 30 mg per kg oploopt wanneer de maximaal toegestane fosfaatgift in de vorm van varkensdrijfmest wordt gegeven. Daarnaast zal een deel van de percelen in de toekomst mogelijk niet meer aan het criterium voor een multifunctionele bodem, zoals beschreven in het IMP-Milieubeheer, voldoen.

Bij de tot nu toe genoemde getalscriteria gaat het om 10-50% van de percelen.

Bij fosfaat is niet het gehalte als zodanig van belang maar de mate waarin de bodem met fosfaat verzadigd is. Bij verzadiging van de bodem met fosfaat treedt uitspoeling naar het oppervlaktewater op, waardoor algengroei optreedt en de plantengroei en visstand wordt beinvloed. In hoeverre de bodem fosfaatverzadigd is, is sterk afhankelijk van de dikte van de beschouwde bodemlaag. In dit onderzoek is deze dikte aan de grondwaterstand gekoppeld. Het percentage fosfaatverzadigde percelen bedraagt op dit moment 0% wanneer men voor de dikte de gemiddeld laagste grondwaterstand neemt. Bij een bemesting volgens de gefaseerde fosfaatnorm kan dit percentage in de toekomst oplopen tot ca. 6%. Ten opzichte van de gemiddeld hoogste grondwaterstand zijn deze percentages respectievelijk 15 en 40%. Op grond van deze gegevens wordt geschat dat het percentage percelen dat in de toekomst als fosfaatverzadigd kan worden aangemerkt ongeveer 10-40% gaat bedragen wanneer de maximaal toegestane fosfaatgift

voor maïsland wordt gegeven.

De mate waarin fosfaatverzadiging optreedt is in zekere mate afhankelijk van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding. De verzadiging treedt vooral op bij gooreerdgronden en, in mindere mate, bij veldpodzolgronden met een ondiepe of matig diepe ontwatering (grondwatertrap III, III*, V en V*). Bij de diep ontwaterde percelen enkeerdgronden (grondwatertrap VII en VII*) treedt alleen verzadiging op in laag gelegen delen. Bodemkundig-hydrologische informatie biedt daardoor de mogelijkheid zowel kwetsbare als minder kwetsbare percelen op te sporen.

Deze informatie kan daardoor behalve bij het opsporen van fosfaatverzadigde gronden ook helpen bij het voorkomen en beperken van fosfaatuitspoeling wanneer de maïsteelt naar minder kwetsbare percelen wordt verplaatst.

1 INLEIDING

De mestoverschotten in gebieden met de intensieve varkens-, pluimvee- en kalverhouderij hebben reeds in verschillende delen van de zandgebieden in toenemende mate geleid tot verontreiniging van het grondwater en het oppervlaktewater.

De uitspoeling van nitraat vormt onder andere een probleem voor het gebruik van grondwater voor de waterwinning.

Bij fosfaat gaat het in eerste instantie om de bedreiging van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Bij verzadiging van de bodem met fosfaat neemt de fosfaatconcentratie in het grondwater sterk toe en kan een deel van het fosfaat langs de randen van de percelen en via ondiepe afwateringssystemen (greppels, drainagebuizen) vrij snel in het oppervlaktewater terecht komen. Daarnaast kan ook afspoeling over het bodemoppervlak optreden (Steenvoorden en De Heus 1984).

Ook bij invoering van de fosfaatnorm zoals die in de AMvB Dierlijke Meststoffengebruik wordt voorgeschreven zal een deel van de bodem in de mestoverschotgebieden nog met fosfaat verzadigd raken (Breeuwsma en Schoumans 1986). Dit treedt vooral op in gebieden waarin de fosfaatbelasting reeds enige tijd zeer hoog is en het fosfaatbindend vermogen van de bodem relatief klein.

Naast de waterkwaliteit kan ook de bodemkwaliteit in gevaar komen door de overbemesting, onder andere door de toename van het kopergehalte van de bodem (Lexmond et al. 1982).

In verband met deze problematiek ontstond bij de Provinciale Waterstaat in Overijssel de behoefte aan inzicht in de mogelijke gevolgen van de mestoverschotten voor de fosfaat- en kopertoestand in deze provincie.

Naar aanleiding van eerder door STIBOKA verricht onderzoek (o.a. Breeuwsma 1984) werd in 1985 aan dit instituut de opdracht verstrekt tot een onderzoek naar de fosfaat- en kopertoestand van de bodem in de gemeente met het hoogste mestoverschot in de provincie, de gemeente Ambt-Delden. Om een eerste indruk van de situatie in deze gemeente te krijgen werden in een proefgebied met medewerking van de eigenaars/gebruikers bijna 50 bouwlandpercelen uitgezocht voor een bemonstering. De aandacht werd op bouwlandpercelen gericht omdat deze in het algemeen door de verbouw van maïs een hogere fosfaatbelasting hebben dan graslandpercelen.

Daar het onderzoek niet bedoeld is om de toestand per bedrijf afzonderlijk weer te geven zijn de gegevens anoniem verwerkt. In hetzelfde gebied is door de Provinciale Waterstaat ook een onderzoek uitgevoerd naar de geschiktheid van het grondwater voor veedrenkwater (Te Luggenhorst 1986).

De bemonstering en de bodemgesteldheid van het gebied en de percelen zijn in hoofdstuk 2 beschreven. In de hoofdstukken 3 en 4 is naast de huidige situatie ook de verwachte ontwikkeling van respectievelijk de koper en fosfaattoestand beschreven. De belangrijkste conclusies zijn samengevat in hoofdstuk 5.

2 BEMONSTERING EN BODEMGESTELDHEID

2.1 Bemonstering

Verspreid over het onderzoeksgebied zijn door Provinciale Waterstaat van Overijssel 47 bedrijven geselecteerd. Op elk van deze bedrijven is in overleg met de grondgebruiker een perceel gekozen voor de bemonstering. Op 45 percelen is in 1985 snijmaïs verbouwd. Twee grondgebruikers hadden geen maïsland; bij hen is een graslandperceel gekozen: de percelen 5 en 19. Twee percelen liggen juist buiten het gekozen onderzoeksgebied.

Bij elke grondgebruiker is er naar gestreefd een perceel met een oppervlak van ca. 1 ha te bemonsteren, als de aanwezige oppervlakte maïsland dit toeliet. Op een perceel van ca. 1 ha is op vijf plaatsen, gelijkmatig verdeeld over het perceel (fig. 1), een profielbeschrijving gemaakt van de onverzadigde zone (tot het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand) en zijn de verschillende horizonten van dat profiel bemonsterd.

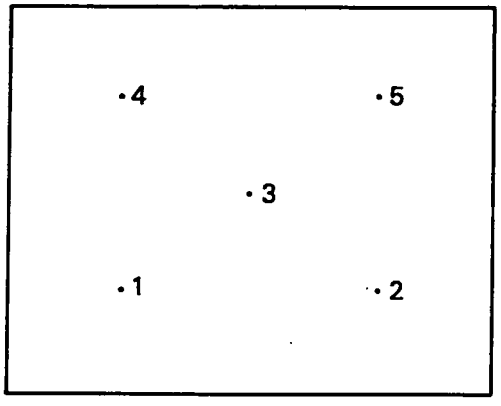


Fig. 1 Verdeling over een perceel van de plaatsen voor profielbeschrijving, monstername en Gt-schatting.

Afhankelijk van de oppervlakte zijn op percelen kleiner dan 1 ha slechts 3 of 4 profielen beschreven en bemonsterd, zodanig dat eveneens een dichtheid van 5 boringen per ha werd bereikt.

In het hele onderzoeksgebied zijn 225 profielen beschreven waaruit 922 monsters zijn genomen.

De bodemprofielen zijn als volgt bemonsterd:

De bouwvoor en de horizonten die door bodemvorming zijn veranderd, (A- en B-horizont zijn over de gehele dikte bemonsterd. Hiervoor is een steekboor gebruikt. Het volume grond per cm in de steekboor is bekend en door weging werd in het laboratorium

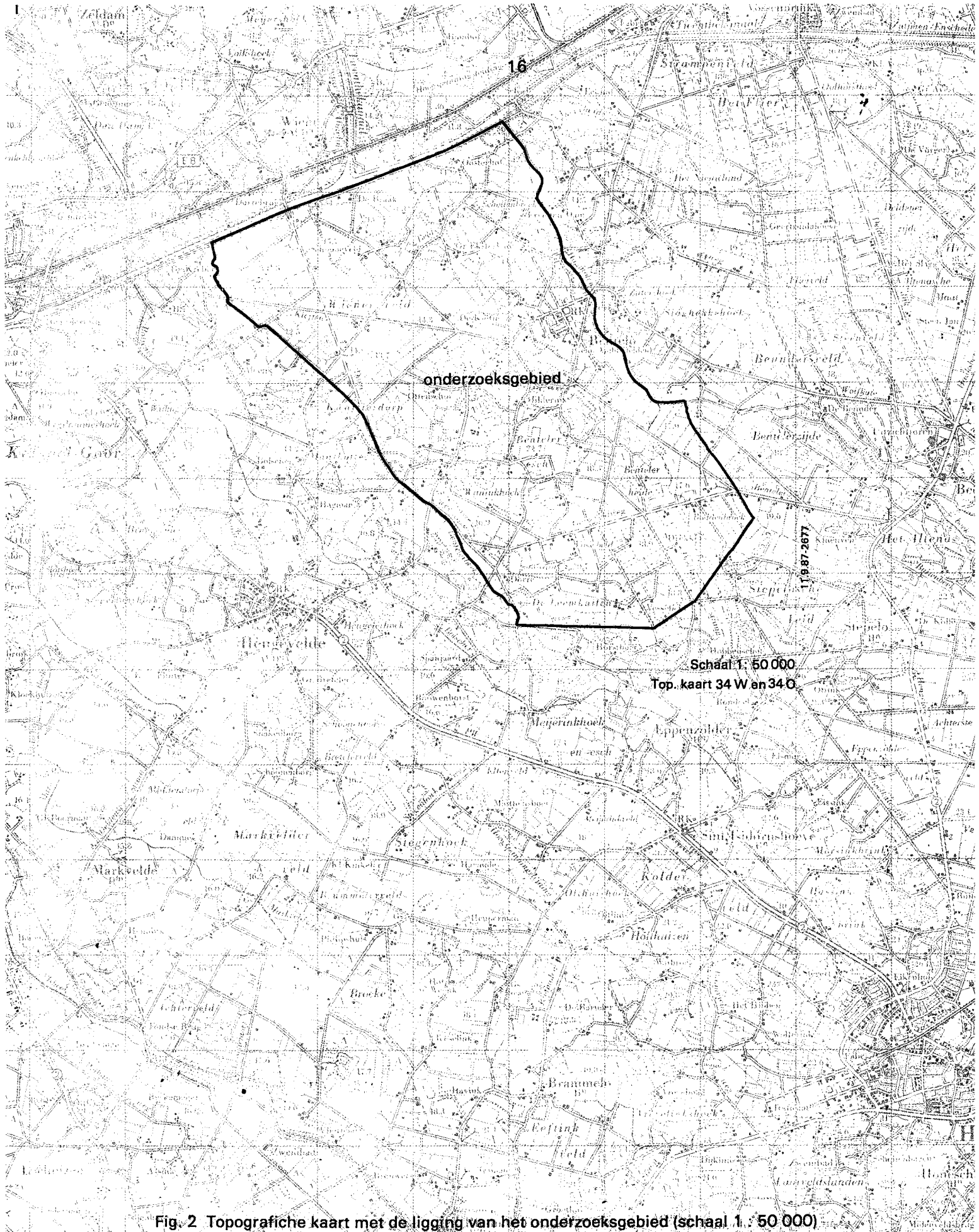


Fig. 2 Topografische kaart met de ligging van het onderzoeksgebied (schaal 1 : 50 000)

de dichtheid bepaald (N.B. Dit is nodig voor de berekening van het fosfaatbindend vermogen).

Van horizonten die weinig door bodemvorming zijn veranderd (C- en D-horizonten) is midden tussen de onderkant van de diepste horizont met bodemvorming en 100 cm beneden maaiveld (cm - mv.), of G-horizont als die binnen 100 cm mv. voorkomt, een monster genomen. De dichtheid is geschat op grond van gegevens van Krabbenborg et al. (1983).

De G-horizont (gereduceerde ondergrond) is bemonsterd als deze binnen 100 cm mv. begint. Bij de berekeningen werd deze laag buiten beschouwing gelaten. Verder zijn bij ieder bodemprofiel de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG) geschat. Van deze waarden kan de grondwatertrap worden afgeleid, gebruik makend van tabel 1.

Tabel 1 Traject en gemiddelde waarden (cm - mv.) van GHG en GLG bij verschillende grondwatertrappen.

Grondwater trap1)	GHG		GLG	
	traject	gem.	traject	gem.
II(*)	0- 40	7 (32)	50- 80	70
III(*)	0- 40	17 (32)	80-120	100
IV	> 40	56	80-120	100
V(*)	0- 40	17 (32)	> 120	140
VI	40- 80	61	> 120	160
VII	80-140	101	> 160	190
VII*	> 140		> 160	

1) voor de grondwatertrappen met *aanduiding staan de gemiddelde waarden tussen haakjes (Van der Sluijs 1985).

2.2 Bodemgesteldheid

2.2.1 Beschrijving van het onderzoeksgebied

Het onderzoek is uitgevoerd in het deel van de gemeente Ambt-Delden dat ligt tussen het Twenthekanaal, de Hagmolenbeek, de grens met de gemeente Haaksbergen en de Bentelerbeek (fig. 2). Dit gebied heeft een oppervlakte van ongeveer 1600 ha. Het onderzoeksgebied is gelegen op de bladen 34 West en 34 Oost van de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50 000). Deze kaart geeft ruime informatie over de geologie, de ontginning en de bodemgesteldheid (codering volgens Steur en Heijink 1983). Een fragment van deze kaart geeft fig. 3.

Het gebied bevindt zich op het "scharnier" van het dalingsbekken dat deel uitmaakt van het Noordzeebekken. Het scharnier loopt

ter hoogte van de lijn Eibergen - Delden. Ten oosten hiervan komen zeer oude afzettingen (dicht) aan de oppervlakte voor. Ten westen van deze lijn duiken de oude afzettingen zeer snel tot grote diepte weg.

In het gebied komen geen duidelijke stuwwallen voor maar wel een hoogte (Benteler esch) die ongetwijfeld in het Saalien door het landijs is beinvloed. In de ondergrond is plaatselijk grof zand en keileem aangetroffen. Door de eeuwenlange plaggenbemesting zijn hoge zwarte enkeerdgronden ontstaan (zEZ23). Aan de rand van de Benteler esch en in de Vossebeld komt ook keileem voor, al of niet afgedekt met een dun laagje dekzand. Hier liggen ondiepe keileemgronden (KX) en gooreerdgronden met een keileemondergrond (pZn21x).

In het Weichselien zijn de dekzanden afgezet. Jong dekzand is te vinden in het Wienerveld en de Bentelerheide. Er worden veldpodzolgronden (Hn21), gooreerdgronden (pZn21, pZn23) en vlakvaaggronden (Zn21) aangetroffen. Op de hoge dekzandruggen zijn weer hoge enkeerdgronden (zEZ23) en laarpodzolgronden (cHn21, cHn23) ontstaan.

Afzettingen uit het Holoceen (Singraven) liggen in de beekdalen van de Hagmolenbeek en Bentelerbeek. Er komen verspoelde zanden en kleilagen in voor (pZg21, pZg23, kpZg21, pRn59).

2.2.2 Bodemgesteldheid van de bemonsterde percelen

In bijlage 1 wordt in een overzicht voor elk profiel weergegeven welke bodemeenheid en grondwatertrap is aangetroffen bij het veldonderzoek (N.B.: Daarbij is de puntencode vertaald in een vlakkencode van de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000).

Uit bijlage 1 komt een vrij grote diversiteit aan bodemeenheden naar voren, ook binnen percelen, waaruit blijkt dat perceelsgrenzen meestal niet volledig met bodem- of grondwatertrapgrenzen samenvallen. Er zijn 11 percelen die volledig homogeen van samenstelling zijn zowel wat betreft bodemeenheid als grondwatertrap. Bij de meeste percelen (25) is zowel bodem als grondwatertrap variabel. Soms varieert alleen de bodemeenheid (5 percelen) of de grondwatertrap (6 percelen).

Het meest heterogeen zijn percelen met verschillen in hoogteligging en geëgaliseerde percelen. In het eerste geval zijn de verschillen in het veld eenvoudig te herkennen, in het tweede geval zijn echter (veel) meer boringen vereist om de heterogeniteit in kaart te kunnen brengen. In totaal was bij 11 van de 36 heterogene percelen de bodem- en/of grondwatertrapgrens in het veld waar te nemen. Bij de verwerking van de gegevens zijn deze karteerbare grenzen verder buiten beschouwing gelaten, bij de interpretatie is er echter wel rekening mee gehouden.

In tabel 2 wordt de frequentieverdeling van de combinaties van bodemeenheid en grondwatertrap gegeven. Verder zijn in tabel 3

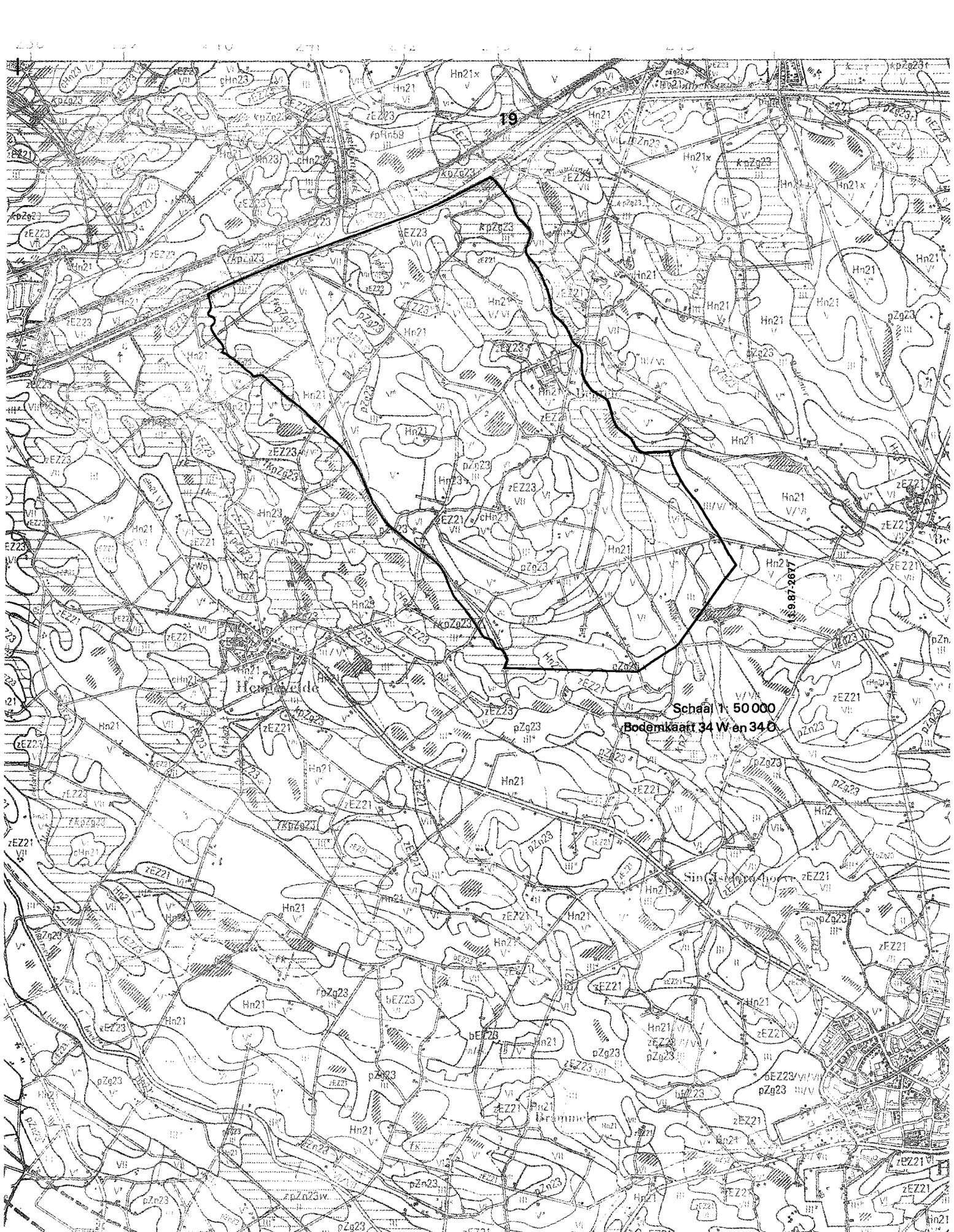


Fig. 3 Fragment van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 50 000, met de ligging van het onderzoeksgebied (schaal 1 : 50 000)

de gegevens per perceel verwerkt door deze in te delen op basis van de meest voorkomende combinatie van bodem en grondwatertrap. Hoe deze indeling heeft plaatsgevonden is weergegeven in bijlage 2.

Tabel 2 Bodemgesteldheid van de boorpunten in termen van bodemeenheid en grondwatertrap.

Bodemeenheid	Grondwatertrap							Aantal punten	
	III	III*	V	V*	VI	VII	VII*	totaal	procentueel
Moerige podzolgronden						1		1	0,5
Veldpodzolgronden	1	7		29	30	2		69	30,7
Laarpodzolgronden		1		7	8	2		18	8,0
Zwarte enkeerdgronden			1	1	15	23	30	70	31,1
Beekeerdgronden	5	5						10	4,5
Gooreerdgronden	6	9	7	11	6	3	1	43	19,0
Vlakvaaggronden		6		3	1			10	4,4
Leek-/Woudeerdgronden	2				1			3	1,3
"Keileem"-gronden			1					1	0,5
Totaal	14	28	9	51	61	31	31	225	100,0

Tabel 3 Karakterisering van de bodemeenheid van de percelen op basis van de meest voorkomende bodemeenheid.

Bodemeenheid	Grondwatertrap							Aantal percelen	
	III	III*	V	V*	VI	VII	VII*	totaal	procentueel
Enkeerdgronden				1	4	5	7	17	36,1
Laarpodzolgronden				2	1			3	6,4
Veldpodzolgronden		2		8	7	1		18	38,2
Gooreerdgronden	1		1	1	1	1		5	10,6
Beekeerdgronden	2	1						3	6,4
Vlakvaaggronden		1						1	2,1
Totaal	3	4	1	12	13	7	7	47	100,0

Het verschil in de percentages tussen tabel 2 en 3 geeft een indruk van de heterogeniteit van de profielopbouw.

Het blijkt dat bij de perceelsgewijze beoordeling de percentages enkeerd- en veldpodzolgronden iets toenemen (van ca. 31% tot 36 à 38%) ten koste van vooral de gooreerdgronden (van 19% naar 10%). Dit is bij de veldpodzolgronden hoofdzakelijk een gevolg van egalisatie-werkzaamheden waarbij plaatselijk een deel van de bovengrond is verwijderd. Daardoor zijn bij deze bodemeenheid "onthoofde" profielen ontstaan die als gooreerdgronden (moeten) worden geclassificeerd en opgehoogde profielen in de vorm van laarpodzolgronden.

Bij de enkeerdgronden is de heterogeniteit geringer. In dit geval zijn de onzuiverheden (eveneens gooreerd- en laarpodzolgronden) vaak goed te karteren door de samenhang met hoogteverschillen.

3 KOPERTOESTAND VAN DE BOUWVOOR

3.1 Inleiding

Van nature bevat de Nederlandse bodem vooral in zand- en veengebieden vaak te weinig koper voor een goede gewasgroei of een gezonde veestapel. De laatste 10-20 jaar is hierin echter verandering gekomen, onder andere door de toevoeging van koper aan veevoeder en de toename van de mestgift (Lexmond et al. 1982). Op zwaar bemeste percelen is daardoor het tekort omgeslagen in een teveel. Hoge kopergehalten kunnen nadelige effecten hebben op bijvoorbeeld het bodemleven, de gezondheid van mens en dier en de gewasproduktie. In verband hiermee is naast een produktiegerichte (landbouwkundige) beoordeling van de bodemtoestand tegenwoordig ook een kwaliteitsgerichte (milieuhygiënische) beoordeling noodzakelijk. Bij de laatstgenoemde beoordeling kan een onderscheid worden gemaakt naar de gebruiksfunctie van de bodem. Voor de beoordeling van de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden zijn onlangs zogenaamde signaalwaarden voorgesteld waarboven onderzoek naar de effecten van de gevonden gehalten gewenst wordt geacht (LAC 1986). Daarnaast zijn in het kader van de Wet Bodembescherming kwaliteitseisen gedefinieerd die de grens beogen aan te geven waarboven de bodem niet meer als multifunctioneel te beschouwen is (VROM 1986). Daarvoor zijn voorlopige referentie-waarden voorgesteld. Deze liggen in het algemeen iets lager dan de signaalwaarden.

In paragraaf 3.3. zal worden nagegaan hoe de kopertoestand van de percelen zich verhoudt tot:
- het bemestingsadvies;
- de signaalwaarden;
- de voorlopige referentie-waarden.

De resultaten zijn gebaseerd op onderzoek van de bouwvoor zoals beschreven in paragraaf 3.2.

3.2 Onderzoeksmethode

Per perceel is een mengmonster gemaakt door gelijke delen (massa's) van de bouwvoor uit de verschillende profielen te mengen: 50 gram luchtdroge en gezeefde grond (2 mm draadzeef) per profiel.

Van deze mengmonsters werden de volgende analyses verricht:

1. pH-KCl

In een suspensie van grond met 1 M KCl (grond/vloeistofverhouding = 1:5) wordt na 2 uur schudden en een nacht rust potentiometrisch, m.b.v. een combinatie-elektrode (glas-calomel) de zuurgraad gemeten.

2. Organische-stofgehalte volgens de gloeiverliesmethode (Sjardijn en Breeuwsma i.v.)

Een hoeveelheid grond wordt gedurende 4 uur gegloeid bij een temperatuur van 500°C.

Uit het percentage gloeiverlies is het organische-stofgehalte berekend door als volgt te corrigeren voor het waterverlies van de anorganische bestanddelen:

% Org. stof = % Gloeiverlies - (0,3 + 0,063 * % Lutum) (3-3)

Voor een vergelijking met de gegevens van Lexmond et al. (1982) is een omrekening nodig naar het (organische) koolstofgehalte. Organische stof bestaat voor ca. 58% uit koolstof. Het gehalte aan organische koolstof, uitgedrukt in gram C/kg luchtdroge grond, is daarom als volgt berekend:

C = 10 * 0,58 * (% Glv - (0,3 + 0,063 * % Lutum)) (3-4)

3. Koper, extraheerbaar met verdund salpeterzuur (Cu-HNO_3).

5 gram grond wordt gedurende 2 uur geschud met 50 ml 0,43 M HNO_3. Na filtratie is de koperconcentratie in het extract gemeten met behulp van een atoom-emissie-spectrometer (golflengte 327,40 nm).

Het gevonden kopergehalte is uitgedrukt in mg Cu/kg luchtdroge grond.

3.3 Beschrijving en beoordeling van de kopertoestand

3.3.1 Beschrijving

De kopergehalten in de bouwvoor variëren van 1 tot 22 mg per kg (fig. 4, bijlage 3). De gehalten vertonen een asymmetrische (lognormale) verdeling doordat een aantal percelen relatief hoge gehalten hebben. Zowel de gehalten als de verdeling komen ongeveer overeen met gegevens uit andere gebieden (Van Driel en Smilde 1981) met dit verschil dat er geen extreem hoge gehalten voorkomen.

3.3.2 Produktiegerichte beoordeling

De produktiegerichte beoordeling van de kopertoestand is gebaseerd op het bemestingsadvies (bijlage 4). Uit tabel 4 blijkt dat de kopertoestand van de bouwlandpercelen voor 15% van de gevallen (vrij) laag is en voor 55% goed. Bijna een op de drie percelen heeft landbouwkundig gezien een hoog kopergehalte. Dat wil zeggen dat er meer koper aanwezig is dan voor een goede gewasproduktie noodzakelijk is.

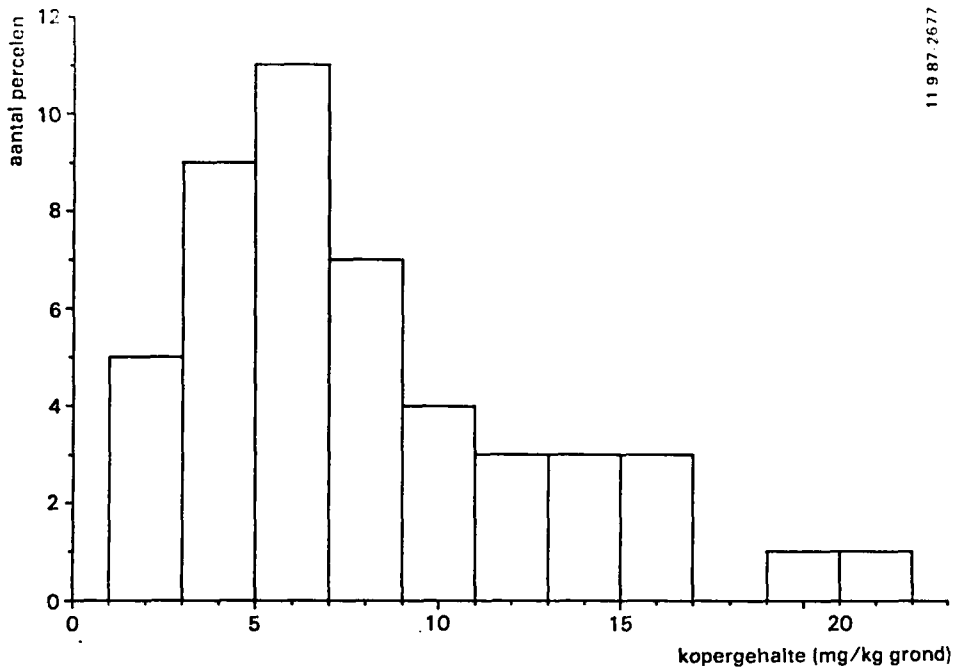


Fig. 4 Frequentieverdeling van de kopergehalten (mg Cu per kg grond) van de bemonsterde percelen

Tabel 4 Landbouwkundige waardering van de kopergehalten in de bouwvoor.

Waardering	laag	vrij laag	goed	hoog
Aantal percelen (%)	11	4	55	30

Bij (zeer) hoge kopergehalten wordt de gewasproduktie negatief beinvloed. Het kritische gehalte waarboven dit optreedt is voornamelijk afhankelijk van het organische-stofgehalte en de pH (Lexmond et al. 1982). Dit gehalte neemt af naarmate er minder organische stof is en een lagere pH. Lexmond heeft in verband hiermee een kritische verhouding tussen het kopergehalte en het organische-stofgehalte vastgesteld, als functie van de pH. Boven deze verhouding bedraagt de opbrengstreductie meer dan 10%. De lijn in figuur 5 geeft deze verhouding weer als functie van pH-KCl (N.B.: Daarbij is aangenomen dat deze een halve eenheid lager ligt dan de door Lexmond gebruikte pH-$CaCl_2$). In deze figuur zijn ook de waarnemingen uit dit onderzoek weergegeven. Deze liggen alle duidelijk onder de lijn. Dat betekent dat ook bij de hoge kopergehalten op dit moment geen remming van de gewasgroei optreedt. Overigens dient naar aanleiding van figuur 5 nog te worden opgemerkt dat de bekalkingstoestand van de percelen bij 62% van de percelen te wensen overlaat (pH-KCl < 4,7). In 13% van de gevallen is de pH zelfs zeer laag (< 4,0). Dit is echter volgens het Consulentschap voor de Rundveehouderij niet maatgevend voor het gebied (pers. med. C. van den Berg).

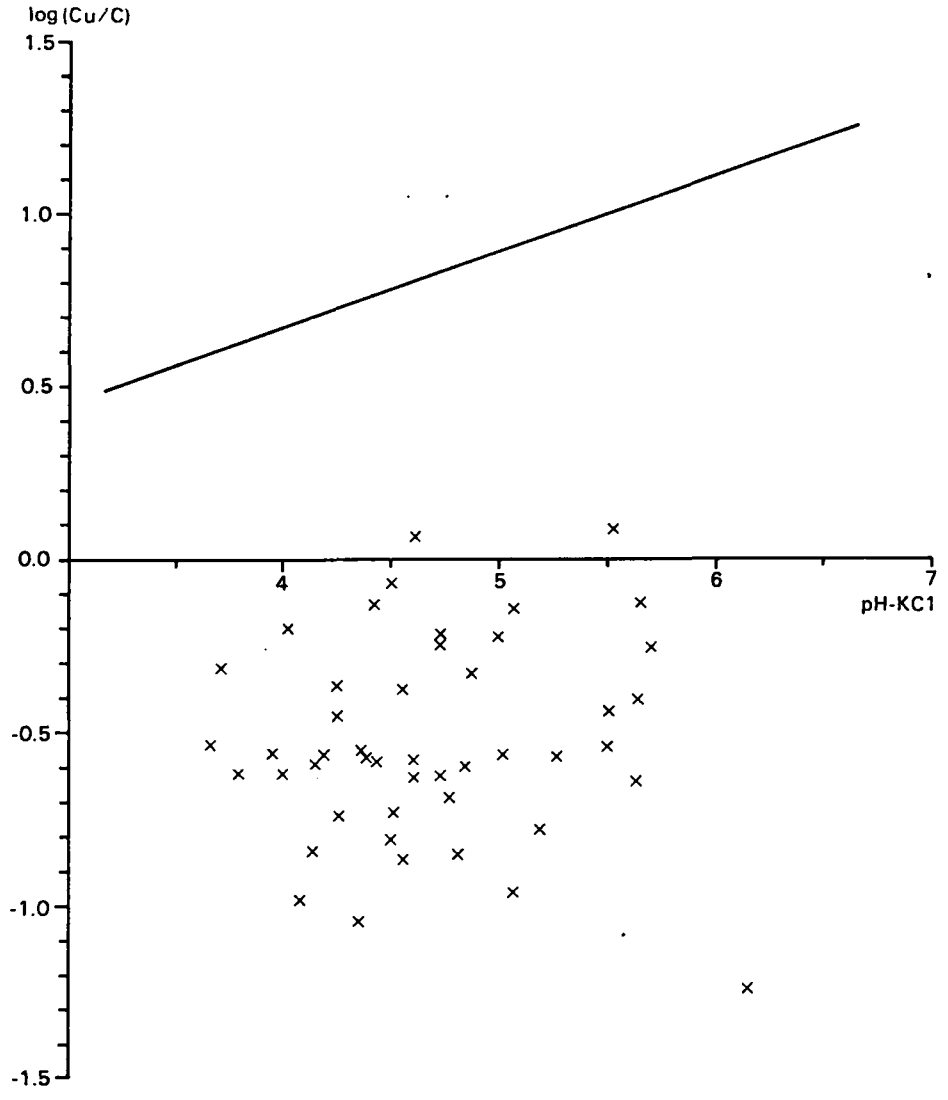


Fig. 5 De verhouding tussen koper- en organische-stofgehalten in de bouwvoor als functie van de zuurgraad (pH-KCl). De lijn geeft de kritische verhouding weer (volgens Lexmond et al. 1982)

De signaalwaarden waarboven milieuhygiënische effecten bij het landbouwkundig gebruik kunnen optreden zijn voor grasland en bouwland op zandgrond respectievelijk 30 en 50 mg per kg (LAC 1986). Dat betekent dat deze waarden op dit moment nog niet worden overschreden (figuur 4). Rond het jaar 2000 wordt de waarde voor grasland echter wel benaderd, en bij één perceel overschreden, omdat het kopergehalte nog met 6-8 mg per kg toe kan nemen (V-TCB 1986). Dat betekent dat de bodem tegen die tijd nog wel bruikbaar is voor bouwland, maar dat het gebruik als grasland problemen kan geven.

De voorlopige referentie-waarde voor koper is lager dan de signaalwaarde. Volgens het advies van de Voorlopige Technische Commissie voor de Bodembescherming (1986) zou de referentie-waarde bij een lutumgehalte van 5% ongeveer 15 mg Cu per kg grond be-

dragen. In dat geval is nu reeds 10% van de onderzochte percelen niet meer als multifunctioneel te beschouwen en rond het jaar 2000 zou het percentage tot 50% op kunnen lopen. Volgens een recenter voorstel, neergelegd in het concept-Besluit gebruik overige organische meststoffen, wordt voor een zandgrond met een lutumgehalte van 5% een kopergehalte van maximaal 23 mg per kg toelaatbaar geacht. In dat geval dalen bovengenoemde percentages tot resp. 0 en 10%.

4 FOSFAATVERZADIGING VAN DE BODEM

4.1 Inleiding

Het onderzoek naar de fosfaattoestand van de bodem in de gemeente Ambt-Delden is toegespitst op de vraag in welke mate de bodem reeds met fosfaat verzadigd is en in welke mate in de toekomst nog verzadiging op zou kunnen treden.

De aluminium- en ijzerverbindingen die in zandgronden voor de vastlegging van fosfaat verantwoordelijk zijn raken op den duur verzadigd. De hoeveelheid fosfaat die vastgelegd kan worden is behalve van de aluminium- en ijzergehalten ook afhankelijk van de dikte van de bodemlaag waarin vastlegging plaats kan vinden voordat uitspoeling optreedt. De vaststelling van deze dikte vormt een belangrijk onderdeel in de omschrijving van een fosfaatverzadigde grond. Vooruitlopend op de resultaten van een desbetreffend onderzoek zijn in dit rapport verschillende criteria voor de verzadigings-diepte gehanteerd. De nadruk ligt daarbij op diepten die afgestemd zijn op de grondwaterstand. De verzadigingstoestand is beschreven met behulp van de verzadigingsgraad en het verzadigde oppervlak.

De bepaling van het fosfaatbindend vermogen en de verzadigingstoestand is beschreven in paragraaf 4.2. De huidige verzadigingstoestand is besproken in paragraaf 4.3 en de toekomstige ontwikkeling in paragraaf 4.4. In paragraaf 4.5 wordt de praktische hanteerbaarheid van de twee maatstaven voor de verzadigingstoestand met elkaar vergeleken ten behoeve van toekomstig onderzoek.

4.2 Onderzoeksmethoden

4.2.1 Monstervoorbehandeling

Na monstername in het veld werden de monsters aan de lucht gedroogd in het laboratorium; hierna zijn de monsters gewogen voor de bepaling van de dichtheid.

Vervolgens werden de monsters gezeefd met een 2 mm draadzeef om grove delen als grind en wortelresten te verwijderen.

4.2.2 Analyses

In alle monsters is het gehalte aan fosfaat, aluminium en ijzer bepaald, dat extraheerbaar is met een zure oxalaatoplossing (Oudendag et al. 1984).

Principe: Ca. 0,5 gram grond wordt gedurende 2 uur geschud met 50 ml van een zure oxalaatoplossing (Schwertmann 1964). Na filtratie wordt 5 ml geconcentreerd zwavelzuur toegevoegd. Vervolgens wordt m.b.v. ICP/AES in het extract de concentratie P, Al en Fe gemeten (Jansen en Koning 1986).

De gevonden gehalten worden uitgedrukt in mmol/kg luchtdroge grond.

4.2.3 Bepaling van het fosfaatbindend vermogen

Op basis van de resultaten van de analyse van oxalaatextraheerbaar aluminium, ijzer en fosfaat kan een schatting worden gemaakt van het totaal- en het nog beschikbaar fosfaatbindend vermogen (FBV) en de verzadigingsgraad per bemonsterde laag.

Voor de berekening van het totaal fosfaatbindend vermogen is gebruik gemaakt van het verband tussen de som van de gehalten aan oxalaat-extraheerbaar aluminium en ijzer enerzijds en het fosfaatbindend vermogen anderzijds. Dit verband is afgeleid door Schoumans et al. (1986). Daarbij is gebruik gemaakt van de "modified-Freundlich" vergelijking:

$$FBV_t^a = 4,6 + 0,39 * (Al_{ox} + Fe_{ox}) \text{ (in mmol P/kg grond)} \quad (4\text{-}1)$$

Berekening in kg P_2O_5/ha levert:

$$FBV_t^a = \{4,6 + 0,39 * (Al_{ox} + Fe_{ox})\} * LD * Di * 7,1 \quad (4\text{-}2)$$

met:
- FBV_t^a = totaal areïek1) fosfaatbindend vermogen van de laag in kg P_2O_5/ha,
- LD = dikte van de laag in cm,
- Di = dichtheid van de grond in kg/dm^3,
- 7,1 = omrekeningsfactor van mmol P/kg grond naar kg P_2O_5/ha,
- Al_{ox} = gehalte aan oxalaat-extraheerbaar aluminium in mmol Al/kg grond,
- Fe_{ox} = gehalte aan oxalaat-extraheerbaar ijzer in mmol Fe/kg grond.

Analoog aan (4-2) kan het areïeke actuele fosfaatgehalte ten tijde van de monstername, P_{act}, worden berekend uit:

$$P_{act} = P_{ox} * LD * Di * 7,1 \text{ (in kg P2O5/ha)} \quad (4\text{-}3)$$

met: - P_{ox} = gehalte aan oxalaat-extraheerbaar fosfaat in mmol P/kg grond.

1): areïek = per oppervlakte-eenheid (Schurer en Rigg 1980)

Op basis van de vergelijkingen (4-2) en (4-3) kan nu het nog beschikbare areïeke fosfaatbindend vermogen, FBV_b^a, worden berekend:

$$FBV_b^a = FBV_t^a - P_{act} \text{ (kg } P_2O_5\text{/ha)} \qquad (4\text{-}4)$$

4.2.4 Bepaling van de verzadigingstoestand

Voor de karakterisering van de verzadigingstoestand kan in de eerste plaats gebruik worden gemaakt van een directe maat voor de fosfaatverzadiging: de fosfaatverzadigingsgraad (FVG). Deze is als volgt gedefinieerd:

$$FVG = 100 * P_{act} / FBV_t^a \text{ (\%)} \qquad (4\text{-}5)$$

Naast de fosfaatverzadigingsgraad kan ook het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) als karakteristiek voor de beschrijving van de verzadigingstoestand fungeren.

Onder het fosfaatverzadigd oppervlak wordt dan het oppervlak verstaan dat volledig verzadigd is (dus FVG > 100%).

In dit onderzoek is deze grootheid geschat door aan te nemen dat elke boring een evenredig deel van het perceelsoppervlak vertegenwoordigt. Berekening van het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) vindt dan als volgt plaats:

$$FVO = 100 * \frac{\text{aantal verzadigde boringen}}{\text{totaal aantal boringen}} \text{ (\%)} \qquad (4\text{-}6)$$

Bij het vaststellen van de verzadigingstoestand speelt de diepte een zeer belangrijke rol. Op dit moment is er nog geen grenswaarde vastgesteld voor de diepte waarover verzadiging is toegestaan in het kader van de Regeling fosfaatverzadigde gronden (AMvB Dierlijke Meststoffengebruik).

Vooruitlopend op de resultaten van een onderzoek dat de Landbouw Universiteit en STIBOKA op dit punt verrichten is in het onderhavige onderzoek meestal met drie diepten gerekend:
- de bouwvoordikte;
- de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG);
- een vaste diepte die bij hoge gemiddelde grondwaterstanden ongeveer overeenkomt met de GHG en bij diepe grondwaterstanden gelijk gesteld is aan 1 meter (tabel 5).

De bouwvoordikte is te beschouwen als een praktische ondergrens.

De keuze van de GHG als criterium voor de verzadigingsdiepte geeft inzicht in de mogelijke belasting van het grondwater bij hoge grondwaterstanden. Bovendien wordt inzicht verkregen in de regionale effecten van deze keuze omdat dit kenmerk op de bodemkaart voorkomt.

In verband met de uitvoerbaarheid van een op de GHG gebaseerde

procedure in het kader van de Regeling fosfaatverzadigde gronden is tenslotte ook gerekend met twee vaste diepten (25 en 50 cm) die ongeveer gelijk zijn aan de GHG. De waarde van 25 cm is mede gekozen omdat dit ongeveer de dikte van de bouwvoor is. Verder is bij deze variant de verzadigingsdiepte bij gronden met een diepe grondwaterstand (Gt VII en VII*) tot 100 cm beperkt. Door op deze wijze naar grondwaterstand te differentiëren wordt rekening gehouden met verschillen in kwetsbaarheid van de bodem. Deze variant is ook opgenomen in het onderzoek ten behoeve van de Regeling fosfaatverzadigde gronden.

Deze op de GHG gebaseerde diepte vormt een scherper criterium dan de op de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) gebaseerde "kritieke" verzadigingsdiepte (tabel 5; Breeuwsma en Schoumans 1986). Laatstgenoemde diepte is van belang in verband met permanente uitspoeling naar het grondwater. Het nu gekozen criterium biedt een beter inzicht in de mogelijkheid van tijdelijke fos-

Tabel 5 Maximale verzadigingsdiepten (cm - mv.) gebaseerd op de grondwatertrap.

Grondwatertrap	Gelijk aan GHG	Gekoppeld aan GHG	GLG1)
II, II*	7, 32	25	20
III, III*	7, 32	25	50
IV	56	50	50
V, V*	17, 32	25	90
VI	61	50	110
VII	101	100	140
VII*	> 140	100	300

1) "kritieke" verzadigingsdiepte, zoals gedefinieerd door Breeuwsma en Schoumans (1986).

faatuitspoeling naar het oppervlaktewater via ondiepe grondwaterstroming door fosfaatverzadigde lagen (bij hoge grondwaterstanden).

Op dit moment is er nog weinig bekend over de relatie tussen de verzadigingsdiepte en de belasting van het oppervlaktewater via uitspoeling. Indirect zijn er echter wel aanwijzingen dat naast afspoeling ook uitspoeling optreedt (Nijboer 1986). De aan de GHG resp. GLG gekoppelde verzadigingsdiepten (tabel 5) zijn min of meer als uiterste grenzen te beschouwen.

De variant voor de verzadigingsdiepte die momenteel met de Landbouw Universiteit wordt ontwikkeld zal hier waarschijnlijk tussen in komen te liggen. In één geval zijn ook berekeningen uitgevoerd t.o.v. de GLG (4.4).

4.3 Huidige situatie

De huidige fosfaatverzadigingstoestand van de percelen, zoals bepaald uit de vijf boringen, blijkt sterk te variëren (zie bijlagen 5a t/m 5c). In tabel 6 zijn voor de aan de GHG gekoppelde verzadigingsdiepte de gemiddelde waarden en gemiddelde variatie-coëfficiënten weergegeven per bodemeenheid (indeling volgens bijlage 2). Opvallend is dat zowel het huidige fosfaatgehalte P_{act} als het totaal areïek fosfaatbindend vermogen FBV_t^a bij enkeerdgronden duidelijk hoger is dan bij de andere bodemeenheden. Enerzijds wordt dit veroorzaakt door het langere "bemestingsverleden" van de enkeerdgronden, anderzijds komen enkeerdgronden het meest voor met grondwatertrap VII en VII* (tabel 3), zodat het fosfaatbindend vermogen hier tot een diepte van een meter wordt berekend.

Tabel 6 Perceelsgegevens voor de karakterisering van de huidige fosfaattoestand voor een vaste diepte op basis van de gemiddeld hoogste grondwaterstand.

Bodemeenheid	Aantal percelen	P_{act} (ton $P_2O_5.ha^{-1}$)		FBV_t^a (ton $P_2O_5.ha^{-1}$)		FVG (%)	
		– x	— vc	– x	— vc	– x	— vc
Enkeerdgronden	17	12.0	20	29.8	21	43	18
Laarpodzolgronden	3	6.1	25	11.7	8	51	21
Veldpodzolgronden	18	6.0	24	13.1	30	54	29
Gooreerdgronden	5	6.0	22	14.2	22	68	28
Beekeerdgronden	3	4.7	17	9.3	14	58	22
Vlakvaaggronden	1	4.5	16	6.2	22	74	13

Tabel 7 Het percentage percelen dat geheel of gedeeltelijk verzadigd is in de huidige situatie voor de drie verzadigingsdiepten.

Verzadigingsdiepte	Verzadiging		
	geheel	gedeeltelijk	totaal
Bouwvoor	4,3	21,3	25,6
GHG	0	12,8	12,8
vaste diepte gebaseerd op GHG	0	14,9	14,9
kritieke verzadigingsdiepte	0	2,1	2,1

Tabel 8 Verdeling van percelen die in de huidige situatie verzadigd zijn over bodemeenheden en grondwatertrappen (vaste verzadigingsdiepte gebaseerd op GHG).

Bodemeenheid	Grondwatertrap							Aantal percelen	Aantal verzadigde percelen	Percentage verzadigde percelen
	III	III*	V	V*	VI	VII	VII*			
Enkeerdgronden								17	0	0
Laarpodzolgronden								3	0	0
Veldpodzolgronden				3	1			18	4	22
Gooreerdgronden	1				1			5	2	40
Beekeerdgronden		1						3	1	33
Vlakvaaggronden								1	0	0

De gemiddelde waarde van de fosfaatverzadigingsgraad varieert voor de verschillende bodemeenheden bij de aan de GHG gekoppelde verzadigingsdiepte van 43-68% (tabel 6). De gemiddelde variatiecoëfficiënt is vrij groot (20-30%). Daardoor kan een perceel toch gedeeltelijk verzadigd zijn bij een verzadigingsgraad van meer dan 70% (paragraaf 4.5.).

Tabel 7 laat zien dat gedeeltelijke verzadiging voor bovengenoemde verzadigingsdiepte nu bij 15% van de percelen voorkomt. Wanneer de bouwvoor wordt beschouwd stijgt dit percentage naar 25%. De huidige verzadiging komt het meest voor bij gooreerdgronden (tabel 8). Ook bij twee van de vier veldpodzolgronden die nu gedeeltelijk verzadigd zijn is dit een gevolg van het voorkomen van gooreerdprofielen in het perceel.

4.4 Toekomstige ontwikkeling

Om een indruk te krijgen van de ontwikkeling van de fosfaattoestand in de toekomst zijn een tweetal bemestingsscenario's beschouwd:

1. Referentiescenario, d.w.z. voortzetting van de bemesting op het niveau van 1982. Zie bijlage 7 voor de berekening van de fosfaatgift in kg P_2O_5/ha maïsland.
2. Scenario op basis van invoering van de gefaseerde fosfaatnorm m.i.v. 1987 (AMvB Dierlijke Meststoffengebruik 1986).

In tabel 9 is de fosfaatgift per hectare maïsland per jaar weergegeven. De opname van fosfaat door maïs bedraagt ongeveer 75 kg $P_2O_5.ha^{-1}.jr^{-1}$, zodat om het overschot te berekenen de gift nog met deze gewasopname moet worden verminderd.

Tabel 9 Bemestingsscenario's voor maïsland in de gemeente Ambt-Delden in kg $P_2O_5.ha^{-1}.jr^{-1}$, v.a. 1986.

Jaar	Referentiescenario (CBS-gegevens '82)	Gefaseerde fosfaatnorm (A.M.v.B. '86)
1986	912	912
1987 - 1990	912	350
1991 - 1994	912	250
1995 - 2000	912	175
2000 e.v.	912	75

Voor de beoordeling van percelen is in de bijlagen 6a t/m 6c weergegeven bij welke percelen het oppervlak geheel of gedeeltelijk verzadigd raakt bij toepassing van de beide bemestingsscenario's. Dit betekent dat het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) bij benadering 20% of meer bedraagt. Tevens is aangegeven in welke periode de verzadiging optreedt. Ook bij gedeeltelijk verzadigde percelen neemt de fosfaatbelasting van het grondwater reeds duidelijk toe (Van der Zee et al. 1987). Uit tabel 10 blijkt dat bij ongewijzigde giften op den duur (binnen 25 jaar) alle percelen geheel of gedeeltelijk verzadigd raken, onafhankelijk van de gekozen verzadigingsdiepte. Het meest opvallend is echter dat ook bij de voorgenomen invoering van de gefaseerde fosfaatnorm nog een vrij hoog percentage fosfaatverzadigde percelen te verwachten is. Voor de aan de GHG gekoppelde diepte bedraagt dat percentage 42%. Voor de bouwvoor is dit uiteraard hoger (72%), maar dit betreft ook percelen waarvoor deze verzadiging vrijwel zeker geen fosfaatuitspoeling naar het grondwater tot gevolg zal hebben (bijv. enkeerdgronden met Gt VII).

Tabel 10 Bodemgesteldheid van de percelen die in de toekomst verzadigd kunnen raken bij een vaste verzadigingsdiepte gebaseerd op de GHG.

Verzadigings-diepte	Ongewijzigde fosfaatgift			Gefaseerde fosfaatnorm		
	geheel	gedeeltelijk	totaal	geheel	gedeeltelijk	totaal
Bouwvoor	100	0	100	27.6	44.7	72.3
GHG	93.6	6.4	100	6.4	31.9	38.3
vaste diepte gebaseerd op GHG	93.6	6.4	100	14.7	27.6	42.5
kritieke verzadigingsdiepte	55.3	31.9	87.2	0	6.4	6.4

Verder moet worden opgemerkt dat het percentage verzadigde percelen slechts 6% bedraagt indien de verzadigingsdiepte volgens tabel 5 op de GLG zou zijn gebaseerd.

Afhankelijk van de precieze, nog in ontwikkeling zijnde, omschrijving van een fosfaatverzadigde grond zal het percentage percelen dat in de toekomst als verzadigd kan worden aangemerkt vermoedelijk tussen 10 en 40% liggen.

Uit tabel 11 blijkt dat vooral percelen met gooreerd- en veldpodzolgronden gevoelig zijn voor fosfaatverzadiging. Bij laarpodzol-, beekeerd- en vlakvaaggronden is het aantal percelen te gering voor een beoordeling. De percelen met enkeerdgronden zijn duidelijk minder gevoelig. Voorzover hier verzadiging optreedt is dit een gevolg van het voorkomen van gooreerdgronden. Uit tabel 11 blijkt verder dat de verzadiging vooral optreedt bij de grondwatertrappen III/III* en V/V*.

Tabel 11 Verdeling van percelen die in de toekomst verzadigd kunnen raken over bodemeenheden en grondwatertrappen (voor vaste verzadigingsdiepte op basis van GHG).

Bodemeenheid	Grondwatertrap (Gt)							Aantal percelen	Aantal verzadigde percelen	Percentage verzadigde percelen
	III	III*	V	V*	VI	VII	VII*			
Enkeerdgronden				2				17	2	12
Laarpodzolgronden				1				3	1	33
Veldpodzolgronden		2		8	1			18	11	50
Gooreerdgronden	1		1	1	1			5	4	80
Beekeerdgronden		1						3	1	33
Vlakvaaggronden		1						1	1	100

Dit betreft - zoals te verwachten was - gronden met periodiek hoge grondwaterstanden, waarvoor de maximale verzadigingsdiepte op 25 cm is gesteld. Ook bij "vrij diep" ontwaterde gronden met Gt VI kan nog verzadiging optreden, maar in veel mindere mate. Bij de "zeer diep" ontwaterde gronden met Gt VII en VII* treedt helemaal geen verzadiging op. Dit betreft voornamelijk enkeerdgronden (tabel 2).

Naast de mate waarin fosfaatverzadiging optreedt is ook de termijn waarop deze optreedt van belang. Met name wanneer in het kader van de Regeling fosfaatverzadigde gronden aanvullende maatregelen moeten worden genomen.

Uit bijlage 6c (verzadigingsdiepte gebaseerd op GHG) is af te leiden dat bij uitvoering van de fosfaatnorm het tijdstip waarop verzadiging begint op te treden in 65% van de gevallen voor het jaar 1990 ligt.

Voor de beoordeling van het gebied als geheel kan men ook gebruik maken van de puntgegevens zonder deze eerst per perceel te generaliseren. Dit geeft vermoedelijk een betere schatting van het totale oppervlak dat binnen het gebied verzadigd kan raken. Dit oppervlak is voor de GHG en de aan de GHG gekoppelde verzadigingsdiepte weergegeven in figuur 6 resp. 7.

Evenals bij de percelen (tabel 10) is er bij het totale oppervlak dat verzadigd raakt weinig verschil tussen deze beide criteria. Op dit moment is 4 resp. 6% van het oppervlak verzadigd.

Deze figuren bevestigen het reeds geschetste algemene beeld. Het percentage verzadigd oppervlak neemt bij ongewijzigde giften zeer sterk toe en zal op den duur ca. 90% bedragen. Echter ook bij invoering van de gefaseerde fosfaatnorm raakt op korte termijn (voor 2000) nog 26% van het oppervlak tot de GHG verzadigd en 28% tot de vaste diepte gebaseerd op de GHG.

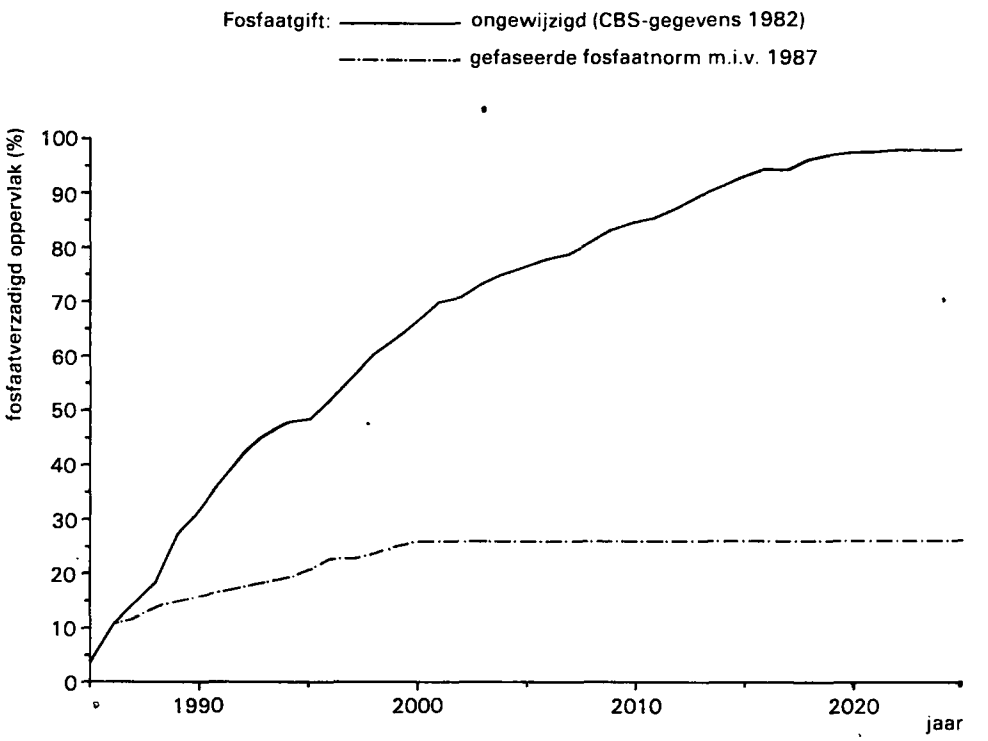


Fig. 6 Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd. Verzadigingsdiepte: GHG

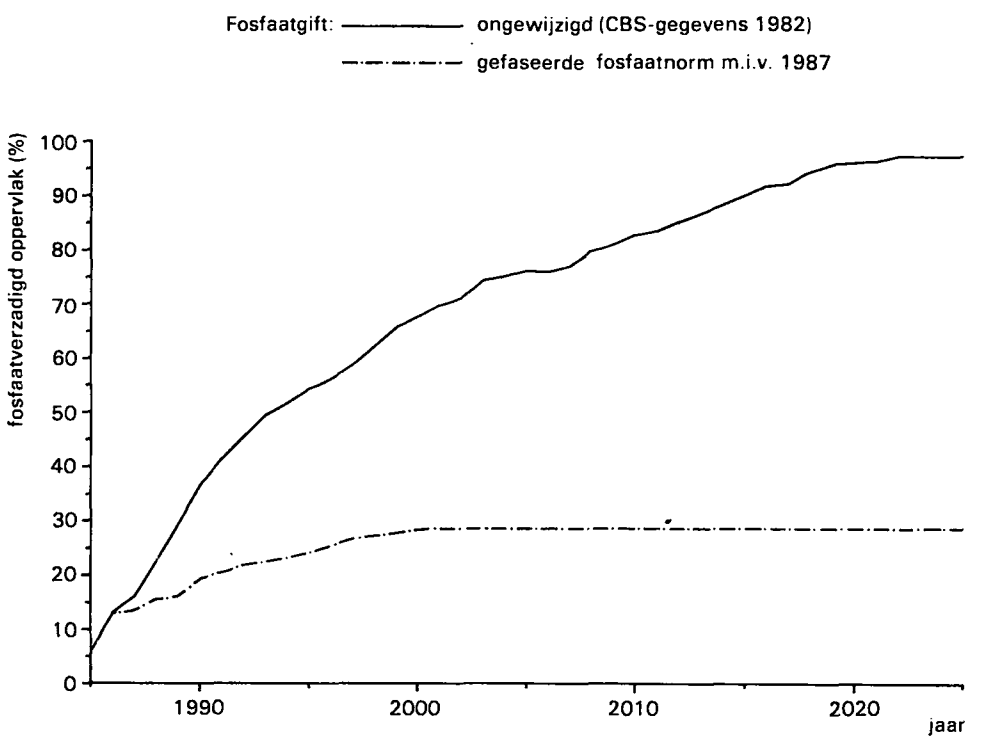


Fig. 7 Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd. Verzadigingsdiepte: vaste diepte o.b.v. GHG

Deze percentages zijn lager dan de percentages verzadigde percelen (tabel 10) omdat bij de beoordeling van de percelen een groter gewicht is toegekend aan verzadigde profielen die als "onzuiverheden" voorkomen.

Ter vergelijking is in figuur 8 ook de ontwikkeling weergegeven voor de aan de GLG gekoppelde "kritieke verzadigingsdiepte". Uit deze figuur blijkt dat ook in dit geval een sterke verzadiging op zou treden bij ongewijzigde giften. Bij toepassing van de gefaseerde fosfaatnorm daalt het oppervlak dat in de toekomst verzadigd kan raken tot 2%.

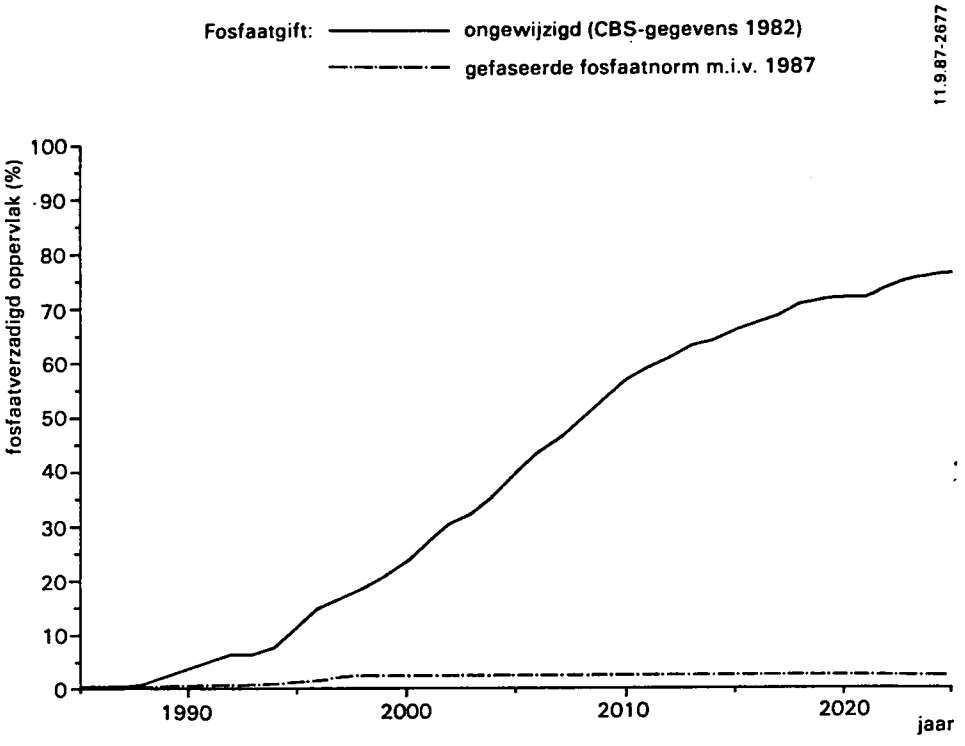


Fig. 8 Ontwikkeling van het fosfaatverzadigd oppervlak van de bemonsterde percelen in de tijd. Verzadigingsdiepte: GLG - 50 cm, de "kritieke" verzadigingsdiepte

4.5 Conclusie ten aanzien van de methodiek

De gegevens die in dit onderzoek zijn verzameld leveren ook belangrijke informatie voor de methodiek voor de aanwijzing van fosfaatverzadigde gronden. Uit bijlage 5b en 5c is af te leiden dat er een verband bestaat tussen de verzadigingsgraad (FVG) en het verzadigd oppervlak (FVO).

In het algemeen blijkt een deel van het oppervlak reeds verzadigd te zijn als de verzadigingsgraad gemiddeld over het gehele perceel meer dan 70% is. Het percentage percelen dat boven deze waarde niet verzadigd is bedraagt ongeveer 5%.

Met andere woorden: het criterium FVO > 20% zoals in dit onderzoek is gehanteerd leidt tot hetzelfde resultaat als het criterium FVG > 70%. Laatstgenoemd criterium is in de praktijk veel gemakkelijker te hanteren omdat voor de bepaling met een mengmonster per bodemlaag kan worden volstaan. De bepaling van het fosfaatverzadigd oppervlak vereist per definitie een analyse van meerdere monsters per bodemlaag en is daarom (veel) duurder.

5 CONCLUSIES

Kopertoestand

De huidige kopergehalten in de bouwvoor (1-22 mg per kg) zijn voor de landbouwkundige functie van de bodem nog niet te hoog. Door de invoering van de AMvB Dierlijke Meststoffengebruik, wordt de mestgift zodanig beperkt dat op korte termijn (tot het jaar 2000) de signaalwaarde voor het landbouwkundige gebruik van de bodem niet wordt overschreden. Na dit jaar kunnen problemen ontstaan door de overschrijding van de signaalwaarde voor koper (30 mg per kg voor grasland). De bodem zal dan ook bij ongeveer 50% van de percelen niet meer voldoen aan het criterium van multifunctionaliteit wanneer hiervoor een referentie-waarde van mg Cu per kg grond zou worden gebruikt, (volgens voorstel V-TCB 1986). In 1985 werd deze waarde bij ongeveer 10% van de percelen overschreden.

Fosfaattoestand

1. Percentage verzadigde percelen

Het oppervlak fosfaatverzadigde gronden is sterk afhankelijk van de dikte van de beschouwde bodemlaag. Wanneer voor deze dikte de afstand tot de gemiddeld hoogste grondwaterstand wordt genomen bedraagt het percentage verzadigde percelen op dit moment ongeveer 15%. Bij een bemesting volgens de (gefaseerde) fosfaatnorm kan dit percentage oplopen tot bijna 40%. Wanneer de dikte aan de gemiddeld laagste grondwaterstand wordt gekoppeld (de zogenaamde kritieke verzadigingsdiepte) zijn deze percentages resp. 0 en 6%. Op grond van de huidige inzichten wordt geschat dat in de toekomst ongeveer 10-40% van de percelen als fosfaatverzadigd zou kunnen worden aangemerkt wanneer elk jaar de maximaal toegestane fosfaatgift voor maïsland wordt gegeven. Zonder de huidige regels zouden alle percelen binnen 25 jaar verzadigd zijn geraakt.

2. Invloed van de bodemgesteldheid

De fosfaatverzadiging wordt behalve door de bemesting ook door het bodemtype en de grondwaterstand bepaald. Vooral gooreerdgronden blijken kwetsbaar te zijn. Ook bij veldpodzolgronden treedt nogal eens verzadiging op, doordat gooreerdprofielen in het perceel aanwezig zijn. Dit laatste kan onder meer het gevolg van egalisatie zijn. De verzadiging treedt vooral op bij ondiep en matig diep ontwaterde gronden (grondwatertrap III, III*, V en V*). Bij de (zeer) diep ontwaterde enkeerdpercelen treedt geen verzadiging op, behalve wanneer er lager gelegen delen met een andere profielopbouw en grondwaterstand aanwezig zijn. Informatie over de bodemgesteldheid (bodemtype en grondwatertrap) kan door de invloed hiervan op de fosfaatverzadiging een belangrijk

hulpmiddel vormen bij de aanwijzing van fosfaatverzadigde gronden.

Anderzijds kan deze informatie ook gebruikt worden om de verbouw van maïs te verplaatsen naar percelen die minder gevoelig zijn voor fosfaatverzadiging. Op deze wijze kunnen de problemen voor de landbouw worden beperkt.

LITERATUUR

Breeuwsma A. (1984): De fosfaathuishouding van zandgronden in relatie tot de waterkwaliteit. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1840.

Breeuwsma A. en O.F. Schoumans (1986): Ophoping en uitspoeling van fosfaat in de bodem van mestoverschotgebieden.. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1866.

Centraal Bureau voor de Statistiek (1983), Gegevens meitellingen 1982.

Consulentschap voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de veehouderij (1986), Adviesbasis voor bemesting van grasland en voedergewassen.

Dijk T.A. van (1980): Mestoverschotten in Nederland. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport nr. 6-84.

Driel W. van, en K.W. Smilde (1981): Heavy metal contents of Dutch arable soils. VDLUFA-congress, Landwirtsch. Forschung, 38, 305-313.

Jansen E.J. en R.A. Koning (1986): De bepaling van aluminium, ijzer en fosfaat in oxalaatextracten met ICP/AES. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1950.

Krabbenborg A.J., J.N.B. Poelman en E.J. van Zuilen (1983): Standaard-vochtkarakteristieken van zandgronden en veenkoloniale gronden. Deel 1. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1680.

Lammers H.W. (1983): Gevolgen van het gebruik van mest op bouwland. Consulentschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw, Wageningen.

Landbouwadviescommissie Milieukritische Stoffen (1986): Signaalwaarden voor de gehalten van milieukritische stoffen in grond met het oog op landbouwkundige gebruiks- mogelijkheden van verontreinigde bodems. Ministerie van Landbouw en Visserij.

Lexmond Th.M., W.H. v. 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, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Luggenhorst E.J. te (1986): De geschiktheid van het grondwater voor veedrenking in een aantal drenkputten in de gemeente Ambt-Delden. Prov. Waterstaat Overijssel, nota MBA 1986-1.

Ministerie van Landbouw en Visserij (1985): Dierlijke mest. Vlugschrift voor de Landbouw nr. 406.

Nijboer L.F. (1986): Uit- en afspoeling van fosfor en stikstof afkomstig van bemesting in de landbouw. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, nota 1742.

Oudendag D., O.F. Schoumans en A. Breeuwsma (1984): Vereenvoudigingen in de bepaling van het fosfaatbindend vermogen. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1849.

Riemsdijk W.H.v., 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, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Schoumans O.F., W. de Vries en A. Breeuwsma (1986): Een fosfaattransportmodel voor toepassing op regionale schaal. Stichting voor Bodemkartering, Rapport nr. 1951.

Schwertmann U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. Z. Pflanzenern., Düngung u. Bodenk. 105, 194-202.

Schurer K. en J.C. Rigg (1980): Grootheden en eenheden in de landbouw en biologie. Pudoc, Wageningen.

Sjardijn R.Ch. en A. Breeuwsma: Een verbeterde gloeiverlies methode voor het bepalen van het organische-stof-gehalte van de bodem. i.v.

Sluijs P. van der (1985): Grondwatertrappen. In: Bodemnatuurkunde, deel 1; hoofdstuk 11, 99-112. Red. W. Locher en H. de Bakker.

Steenvoorden J.H.A.M. en M.J. de Heus (1984): Fosfaat-balansstudies en de bijdrage van diffuse bronnen. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Rapport nr. 8.

Steur G.G.L. en W. Heijink (1983): Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; Algemene begrippen en indelingen. Stichting voor Bodemkartering.

Stichting Mestbank Gelderland (1983): Jaarverslag 1982.

Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming (1986): Advies Bodemkwaliteit.

VROM (1986): Discussienota Bodemkwaliteit, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

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.

BIJLAGEN 1 t/m 7

Bijlage 1 Bodemeenheid en grondwatertrap volgens de codering van de Bodemkaart 1 : 50 000 (Steur en Heijink 1983) zoals waargenomen bij de bemonstering.

Perceelnr.	Profielnummer				
1	2	3	4	5	
1	zEZ23-VII*	Zn21-V*	Hn21-V*	Zn21-VI	zEZ23-VII*
2	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*
3	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII	zEZ23-VI
4	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	-
5	pZn21x-V	pZn21x-V	pZn21x-V	pZn21x-V*	pZn21x-V*
6	pZg23-III	pZg23-III	kpZg23-III	pZn21-V*	-
7	pZn23-VI	zEZ23-VII	zEZ23-VI	zEZ23-VI	cHn23-VI
8	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII
9	Hn21-V*	Zn21-V*	Hn21-V*	Hn21-III*	Hn21-V*
10	Hn21-VI	Hn21-VI	pZn21-III	Hn21-V*	Hn21-III
11	zEZ23-VII	zEZ23-VI	pZn23-VII*	cHn23-VI	zEZ23-VII
12	pZn23-V*	KX-V	pZn21x-V	pZn23x-V	pZn23x-V
13	zEZ23-V	pZn23-V	zEZ23-VI	zEZ23-V*	-
14	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*	-
15	pZn21-III*	Hn21-V*	cHn21-V*	cHn21-V*	cHn21-V*
16	Hn21-III*	Hn21-III*	pZn21-III*	Hn21-V*	Hn21-III*
17	pZn21-V*	Hn21-V*	Hn21-V*	cHn21-V*	Hn21-V*
18	pZn21-III*	pZn21-III	pZn21-III	pZn21-III	pZn21-III
19	cHn21-VI	Hn21-VI	cHn21-VI	cHn21-VI	Hn21-VI
20	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	-	-	-
21	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	-	-
22	zEZ23-VI	zEZ23-VI	cHn21-VI	zEZ23-VI	zEZ23-VI
23	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*
24	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-V*	pZn21-V*	Hn21-VI
25	pZn21-VI	Hn21-V*	Hn21-VI	Hn21-VI	pZn21-V*
26	zEZ23-VI	zEZ23-VI	zEZ23-VI	zEZ23-VI	zEZ23-VI
27	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII	zEZ23-VII*	zEZ23-VII
28	Zn21-III*	Zn21-III*	pZg21-III*	Zn21-III*	pZn21-III*
29	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI
30	pZn21-III	Hn21-III*	Zn21-III*	Hn21-VI	Zn21-III*
31	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	-
32	cHn21-V*	cHn21-V*	pZn21-V*	pZn21-V*	cHn21-III*
33	pLn5-VI	cHn23-VII	pZn23-VII	pZn23-VII	pZn23-VII
34	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI	cHn21-VI	pZn21-VI
35	pZg21-III*	pZg23-III*	pZg23-III*	Zn21-V*	Zn21-III*
36	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI	pZn21-VI	cHn21-VI
37	pZn21-V*	Hn21-VI	pZn21-VI	Hn21-VI	pZn21-VI
38	Hn21-VI	Hn21-V*	Hn21-V*	pZn21-V*	pZn21-III*
39	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VI	cHn23-V*
40	kpZg21-III	kpZg21-III	pRn59-III	pRn59-III	pZg21-III*
41	Hn21-VII	cHn21-VIIa	zWp-VII	Hn21-VI	Hn21-VII
42	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-VI	Hn21-V*	Hn21-V*
43	zEZ23-VII*	zEZ23-VII	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*
44	zEZ23-VII*	zEZ23-VII*	pZn21-III*	pZn21-III*	zEZ23-VII*
45	Hn21-III*	Hn21-V*	Hn21-V*	pZn21-III*	pZn21-III*
46	Hn21-III*	Hn21-VI	Hn21-V*	Hn21-V*	Hn21-VI
47	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII	zEZ23-VII

Bijlage 2 Indeling van percelen naar bodemeenheid*)

Bodemeenheid	Aantal percelen	(totaal)	Perceelnummers
Enkeerdgronden	15	17	3, 4, 7, 8, 11, 13, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 31, 43, 47
- enkeerd-laarpodzolgronden	1		39
- enkeerd-gooreerdgronden	1		44
Laarpodzolgronden	3	3	15, 19, 32
Veldpodzolgronden	15	18	2, 9, 10, 14, 16, 17, 24, 25, 29, 30, 34, 36, 41, 42, 46
- veldpodzol-enkeerdgronden	1		1
- veldpodzol-gooreerdgronden	2		38, 45
Gooreerdgronden	4	5	5, 18, 33, 37
- gooreerd-keileemgronden	1		12
Beekeerdgronden	2	3	35, 40
-beekeerd-gooreerdgronden	1		6
Vlakvaaggronden	1		28
Totaal		47	

*) Heterogene percelen met karteerbare bodemgrenzen zijn apart vermeld en op grond van de meest voorkomende bodemeenheid ingedeeld.

Bijlage 3 Resultaten van analyses ter beoordeling van de kopertoestand van de bouwvoor van de bemonsterde percelen.

Perceel nr.	pH-KCl	Humus (%)	C (g/kg grond)	Cu-HNO_3 (mg/kg grond)	Cu/C-verhouding
1	4.0	3.1	18.2	11.5	0.632
2	5.7	2.4	14.2	7.9	0.557
3	4.6	5.4	31.2	4.2	0.136
4	4.5	5.6	32.3	6.0	0.186
5	4.7	4.4	25.6	15.5	0.606
6	6.2	4.0	23.1	1.3	0.057
7	5.6	4.7	27.0	6.2	0.229
8	4.0	4.5	26.1	7.2	0.275
9	4.7	3.3	19.2	11.0	0.569
10	4.8	4.7	27.1	5.5	0.204
11	4.4	4.4	25.6	7.2	0.279
12	5.3	4.4	25.8	7.0	0.270
13	4.7	4.8	27.7	6.6	0.237
14	4.6	3.1	18.1	4.8	0.264
15	4.5	5.2	30.3	4.7	0.155
16	5.5	2.9	17.0	6.2	0.363
17	4.4	4.4	25.7	19.0	0.739
18	5.7	3.2	18.5	13.8	0.747
19	5.6	5.0	29.0	11.4	0.393
20	3.7	4.0	23.3	6.8	0.291
21	3.8	3.9	22.5	5.4	0.240
22	4.2	4.7	27.3	7.4	0.272
23	4.3	5.6	32.7	11.5	0.352
24	4.6	3.6	21.2	5.0	0.235
25	4.8	4.2	24.6	3.5	0.141
26	4.3	3.8	22.0	9.5	0.429
27	4.0	4.2	24.6	5.9	0.240
28	5.0	2.3	13.6	8.1	0.594
29	5.1	4.4	25.3	2.8	0.109
30	5.2	2.9	17.1	2.8	0.166
31	3.7	4.9	28.7	13.9	0.484
32	4.8	3.3	19.0	4.8	0.252
33	4.4	5.1	29.4	2.7	0.090
34	5.0	4.4	25.8	7.0	0.272
35	5.5	2.4	14.0	4.0	0.286
36	4.6	4.4	25.7	10.8	0.420
37	4.6	2.4	13.7	16.0	1.165
38	4.5	3.3	18.9	16.2	0.855
39	4.3	4.3	25.2	4.6	0.181
40	4.9	3.8	22.3	10.4	0.467
41	4.2	4.5	26.0	6.6	0.255
42	5.5	3.1	18.1	22.1	1.217
43	4.4	5.3	30.6	8.1	0.266
44	4.1	4.1	24.0	2.5	0.104
45	5.1	3.2	18.6	13.4	0.721
46	4.4	2.6	15.1	3.9	0.260
47	4.2	6.3	36.6	5.3	0.144

Bijlage 4 Beoordelingstabel voor kopergehalten (Cu-HNO_3) in grasland en bouwland voor voedergewassen (bron: Consulentschap voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken (1986).

Waardering	Kopergehalte (mg Cu-HNO_3/kg)		Geadviseerde bemesting (kg Cu/ha)	
	grasland	bouwland	grasland	bouwland
laag	< 2,0	< 3,0	6	6
vrij laag	2,0 - 4,9	3,0 - 3,9	3,5	2,5
goed	5,0 - 9,9	4,0 - 9,9	0	0
hoog	>=10,0	>=10,0	0	0

Bijlage 5 Resultaten van de analyses en berekeningen m.b.t. de fosfaattoestand van de bemonsterde percelen in de huidige situatie.

In de tabellen is voor 3 dieptes:

1. de bouwvoor (28,5 ± 5,5 cm),

2. GHG,

3. vaste diepte op basis van GHG,

per perceel apart weergegeven wat de actuele situatie is voor:

- fosfaatgehalte P^{act} (kg $P_2O_5.ha^{-1}$) met procentuele spreiding,
- totaal areïek fosfaatbindend vermogen FBV_t^a (kg $P_2O_5.ha^{-1}$) met procentuele spreiding,
- beschikbaar areïek fosfaatbindend vermogen FBV_b^a (kg $P_2O_5.ha^{-1}$) met procentuele spreiding,
- fosfaatverzadigingsgraad FVG (%) met procentuele spreiding,
- het percentage fosfaatverzadigd oppervlak FVO (%).

Voorbeeld:

In bijlage 5c staan voor perceel 38 de volgende getallen:

- P^{act} = 6940 kg P_2O_5/ha ± 22 %,
- FBV_t^a = 10760 kg P_2O_5/ha ± 74 %,
- FBV_b^a = 3820 kg P_2O_5/ha ± 181 %,
- FVG = 79 ± 27 %,
- FVO = 20 %.

N.B. Voor de berekening van de spreiding is een normale verdeling verondersteld.

Bijlage 5a Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: de bouwvoor. (het tweede getal in iedere kolom geeft de procentuele spreiding.)

Perceel nr.	P_{act} (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_t (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_b (kg P_2O_5/ha)		FVG (%)		FVO (%)
1	7750	22	9000	34	1250	116	89	14	20
2	4890	54	6300	42	1410	102	71	52	0
3	5950	9	10240	3	4300	15	58	10	0
4	6840	1	9900	6	3050	19	69	6	0
5	4820	19	6500	11	1680	57	75	19	0
6	3960	22	11340	28	7380	38	36	27	0
7	12610	9	10300	4	-2310	42	123	8	100
8	6580	14	8040	9	1460	23	82	7	0
9	7510	29	10240	13	2730	64	73	25	0
10	3790	33	7830	22	4040	24	48	20	0
11	6490	22	12010	10	5520	23	54	19	0
12	5610	36	10980	15	5370	34	51	29	0
13	6420	39	11140	8	4720	47	57	35	0
14	3220	19	7810	9	4590	20	41	20	0
15	4080	33	8740	20	4660	29	47	23	0
16	2690	26	5890	34	3200	45	48	18	0
17	9260	17	9890	16	630	235	94	17	40
18	6690	21	7460	31	760	175	93	17	40
19	7470	19	8710	12	1240	133	87	21	20
20	7680	14	9710	16	2030	25	79	3	0
21	6190	4	10250	4	4060	8	61	4	0
22	6010	14	10150	6	4140	25	59	15	0
23	8130	8	12110	5	3970	25	67	11	0
24	3400	42	7150	23	3760	52	49	45	0
25	3900	4	9480	19	5590	32	42	19	0
26	8350	27	11770	1	3420	67	71	27	20
27	6260	35	8950	8	2690	103	71	37	0
28	5010	13	6850	19	1840	62	75	18	0
29	4650	21	9980	22	5330	44	48	28	0
30	5500	9	10990	19	5490	45	52	26	0
31	9950	10	10790	3	840	104	92	9	25
32	8210	25	15190	7	6990	28	54	23	0
33	3270	56	9680	33	6420	27	31	55	0
34	8290	14	10740	25	2450	62	79	10	0
35	5290	19	5630	15	340	390	96	23	40
36	6950	37	11830	19	4880	33	58	25	0
37	8440	32	6510	28	-1920	51	129	9	100
38	7290	17	8440	20	1140	103	88	15	20
39	3930	32	9100	3	5170	22	43	32	0
40	5820	7	13610	14	7790	27	44	17	0
41	6650	9	10020	10	3360	37	67	15	0
42	9970	19	10220	22	250	770	100	17	60
43	9400	9	12200	10	2800	32	77	8	0
44	6310	63	13600	82	7290	100	50	16	0
45	7680	8	8180	14	510	230	95	15	40
46	2520	15	7110	13	4600	21	36	17	0
47	5200	19	9620	12	4420	32	55	20	0

Bijlage 5b Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: GHG (het tweede getal in iedere kolom geeft de procentuele spreiding).

Perceel nr.	P_{act} (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_t (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_b (kg P_2O_5/ha)		FVG (%)		FVO (%)
1	10760	47	23840	76	13080	101	58	41	0
2	4310	54	5690	38	1380	73	68	51	0
3	11830	22	30790	29	18960	33	39	11	0
4	15920	4	38520	4	22600	10	42	8	0
5	4230	51	5950	64	1720	98	77	15	0
6	2790	72	7250	66	4460	64	37	26	0
7	15250	13	23220	26	7970	60	68	17	0
8	11380	22	23290	11	11910	6	48	12	0
9	6870	38	9210	21	2340	59	73	25	0
10	3510	51	9230	57	5720	63	40	19	0
11	9230	23	22860	6	13630	16	40	22	0
12	2570	68	4890	60	2320	62	52	30	0
13	5040	63	9120	56	4080	78	54	40	0
14	3230	20	8190	2	4960	12	39	19	0
15	4300	29	9540	14	5250	15	45	18	0
16	2820	22	8480	29	5670	40	34	24	0
17	9920	9	11170	6	1250	97	89	11	20
18	2790	36	2980	22	190	277	93	17	40
19	8410	22	16900	12	8500	23	50	20	0
20	15290	9	31740	2	16440	12	48	11	0
21	9300	9	31390	8	22350	10	29	8	0
22	8290	9	19290	9	11000	14	43	9	0
23	14870	5	39790	5	24920	8	37	6	0
24	4180	24	13430	16	9250	27	32	32	0
25	4250	9	14960	23	10710	31	30	23	0
26	12320	31	24230	13	11910	50	52	37	0
27	12570	15	40600	39	28040	57	34	32	0
28	5140	12	8180	18	3040	41	64	18	0
29	5400	28	20650	18	15250	21	26	23	0
30	5270	23	12480	29	7220	41	43	21	0
31	17830	11	40670	13	22840	15	44	4	0
32	7870	32	15210	20	7340	34	52	26	0
33	4890	34	38430	60	33540	67	17	62	0
34	9000	13	19300	19	10300	26	47	11	0
35	5390	19	7240	14	1850	88	76	22	0
36	7580	30	19760	13	12180	24	39	29	0
37	9160	26	8840	21	-320	769	105	25	60
38	7500	18	12450	58	4950	129	70	34	20
39	7960	45	25660	38	17700	36	30	31	0
40	2990	57	6840	49	3850	44	43	15	0
41	8160	15	24990	28	16830	38	34	20	0
42	10630	14	13380	23	2750	103	82	22	20
43	15510	17	44830	15	29320	21	35	16	0
44	9230	47	25790	57	16560	63	39	20	0
45	8230	13	10110	24	1880	98	84	21	20
46	2750	13	16500	19	13750	24	17	23	0
47	10950	10	31390	9	20440	13	35	12	0

Bijlage 5c Gemiddelde waarden van het fosfaatgehalte (P_{act}), het totaal (FBV^a_t) en nog beschikbaar (FBV^a_b) areïek fosfaatbindend vermogen, de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en het fosfaatverzadigd oppervlak (FVO) in 1985. Verzadigingsdiepte: vaste diepte afhankelijk van de GHG (het tweede getal in iedere kolom geeft de procentuele spreiding).

Perceel nr.	P_{act} (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_t (kg P_2O_5/ha)		FBV^a_b (kg P_2O_5/ha)		FVG (%)		FVO (%)
1	10660	49	22930	83	12280	113	62	40	0
2	4150	56	5430	35	1290	66	68	51	0
3	12230	20	32010	25	19780	29	39	9	0
4	15920	4	38520	4	22600	10	42	8	0
5	6000	13	8210	13	2210	47	74	15	0
6	3830	17	10530	10	6700	24	37	26	0
7	14710	12	19040	37	4330	138	82	22	0
8	11380	22	23290	11	11910	6	48	12	0
9	5850	34	7900	17	2050	61	73	25	0
10	3850	38	10300	51	6450	63	40	26	0
11	10880	39	26230	26	15350	33	41	27	0
12	4870	32	9240	3	4360	34	53	30	0
13	5880	35	11440	29	5560	64	53	42	0
14	2860	20	6910	3	4050	14	41	20	0
15	3580	27	7680	7	4100	20	46	23	0
16	2630	17	6450	18	3830	23	41	14	0
17	8690	12	9410	4	720	176	93	14	40
18	5620	16	6240	25	620	175	93	17	40
19	8260	21	15720	7	7460	19	52	17	0
20	15300	9	31740	2	16440	12	48	11	0
21	9050	9	32900	11	23850	14	28	12	0
22	7680	10	17150	8	9480	11	45	7	0
23	14870	5	39730	5	24920	8	37	6	0
24	3910	21	13530	35	9620	55	34	63	0
25	4020	13	13290	36	9270	48	33	28	0
26	11400	28	19940	7	8540	47	58	31	0
27	12570	15	40600	39	28040	57	34	32	0
28	4510	16	6200	22	1690	61	75	18	0
29	5460	27	21920	15	16460	20	25	26	0
30	5030	24	11130	38	6110	64	48	33	0
31	17830	11	40670	13	22840	15	44	4	0
32	6390	28	11770	10	5380	26	54	23	0
33	4920	34	39230	57	34300	63	16	58	0
34	8960	13	18510	15	9550	23	49	11	0
35	5040	15	5520	16	480	298	94	23	40
36	7560	29	19230	7	11670	24	40	31	0
37	8620	15	8190	12	-430	394	107	20	60
38	6940	22	10760	74	3820	181	79	34	20
39	7890	47	24790	45	16900	45	31	25	0
40	5180	18	11970	15	6800	24	44	17	0
41	8280	15	26670	27	18390	36	32	21	0
42	9500	18	11670	31	2170	116	86	22	20
43	15890	14	46440	8	30550	15	34	16	0
44	8840	55	24850	64	16020	70	40	23	0
45	7300	12	7750	19	450	225	96	14	40
46	2580	12	11450	37	8870	48	25	39	0
47	11530	12	38100	16	26570	22	31	18	0

Bijlage 6 Resultaten van de analyses en berekeningen m.b.t. de toekomstige ontwikkeling van de fosfaattoestand van de bemonsterde percelen.

In de tabellen is voor 3 dieptes:

1. de bouwvoor (28,5 ± 5,5 cm),
2. GHG,
3. vaste diepte op basis van GHG,

per perceel apart weergegeven wat:

a) de actuele situatie is:
   - het percentage oppervlak dat fosfaatverzadigd is, FVO.

b) bij twee verschillende bemestingsscenario's:
   1. ongewijzigde giften (CBS-gegevens 1982),
   2. gefaseerde fosfaatnorm m.i.v. 1987,

   te verwachten is t.a.v.:
   - het percentage oppervlak van het perceel dat verzadigd raakt tot en met het jaar 2025, FVO;
   - de periode waarin deze verzadiging optreedt.

Voorbeeld:
Bijlage 6c moet voor perceel 38 als volgt worden gelezen:

- eind 1985 was reeds 20% van het perceel verzadigd,
- bij ongewijzigd beleid raakt het perceel geheel verzadigd in de periode van 1985 tot en met 2005,
- bij toepassing van de gefaseerde fosfaatnorm raakt nog 80% van het perceel verzadigd tussen eind 1985 en eind 1991; 20% van het perceel raakt niet verzadigd.

Bijlage 6a Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: de bouwvoor.

	1985	Fosfaatgift ongewijzigd		Fosfaatgift volgens de gefaseerde fosfaatnorm	
Perceel nr.	FVO (%)	FVO (%)	Periode	FVO (%)	Periode
1	20	100	1985 - 1989	100	1985 - 2000
2	0	100	1986 - 1990	80	1986 - 1992
3	0	100	1990 - 1992	0	*
4	0	100	1988 - 1990	75	1993 - 1999
5	0	100	1986 - 1989	100	1986 - 1997
6	0	100	1991 - 1997	0	*
7	100	100	1985 - 1985	100	1985 - 1985
8	0	100	1987 - 1988	100	1987 - 1991
9	0	100	1986 - 1991	60	1986 - 1994
10	0	100	1989 - 1992	20	1994 - 1994
11	0	100	1991 - 1995	0	*
12	0	100	1990 - 1996	0	*
13	0	100	1989 - 1995	25	1999 - 1999
14	0	100	1990 - 1992	0	*
15	0	100	1989 - 1993	20	1999 - 1999
16	0	100	1987 - 1991	40	1989 - 1991
17	40	100	1985 - 1988	100	1985 - 1992
18	40	100	1985 - 1989	100	1985 - 1996
19	20	100	1985 - 1989	100	1985 - 2000
20	0	100	1987 - 1988	100	1990 - 1993
21	0	100	1990 - 1991	0	*
22	0	100	1989 - 1992	20	2000 - 2000
23	0	100	1989 - 1992	40	1995 - 2000
24	0	100	1987 - 1993	40	1989 - 1992
25	0	100	1990 - 1996	0	*
26	20	100	1985 - 1992	20	1985 - 1985
27	0	100	1987 - 1995	80	1987 - 1991
28	0	100	1986 - 1989	80	1986 - 1993
29	0	100	1989 - 1996	20	1994 - 1994
30	0	100	1989 - 1996	20	1999 - 1999
31	25	100	1985 - 1988	100	1985 - 1990
32	0	100	1991 - 1996	0	*
33	0	100	1991 - 1996	0	*
34	0	100	1987 - 1991	60	1988 - 1989
35	40	100	1985 - 1989	100	1985 - 1994
36	0	100	1989 - 1994	20	1995 - 1995
37	100	100	1985 - 1985	100	1985 - 1985
38	20	100	1985 - 1988	100	1985 - 1992
39	0	100	1991 - 1994	0	*
40	0	100	1992 - 1998	0	*
41	0	100	1988 - 1991	40	1991 - 1992
42	60	100	1985 - 1990	80	1985 - 1986
43	0	100	1987 - 1990	60	1989 - 1995
44	0	100	1990 - 2010	0	*
45	40	100	1985 - 1988	100	1985 - 1990
46	0	100	1990 - 1993	0	*
47	0	100	1989 - 1993	40	1999 - 1999

Bijlage 6b Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: GHG.

	1985	Fosfaatgift ongewijzigd		Fosfaatgift volgens de gefaseerde fosfaatnorm	
Perceel nr.	FVO (%)	FVO (%)	Periode	FVO (%)	Periode
1	0	100	1986 - 2019	20	1986 - 1986
2	0	100	1986 - 1989	100	1986 - 1996
3	0	100	1996 - 2014	0	*
4	0	100	2010 - 2015	0	*
5	0	100	1986 - 1990	80	1986 - 1998
6	0	100	1989 - 1996	75	1996 - 2000
7	0	100	1989 - 2003	20	1999 - 1999
8	0	100	1998 - 2001	0	*
9	0	100	1986 - 1990	80	1986 - 2000
10	0	100	1988 - 1997	20	1991 - 1991
11	0	100	1999 - 2005	0	*
12	0	100	1986 - 1991	80	1986 - 1996
13	0	100	1987 - 1996	50	1989 - 1995
14	0	100	1991 - 1992	0	*
15	0	100	1991 - 1993	0	*
16	0	100	1990 - 1997	0	*
17	20	100	1985 - 1989	100	1985 - 1994
18	40	100	1985 - 1987	100	1985 - 1987
19	0	100	1992 - 1997	0	*
20	0	100	2003 - 2007	0	*
21	0	100	2009 - 2014	0	*
22	0	100	1996 - 2001	0	*
23	0	100	2012 - 2018	0	*
24	0	100	1993 - 2000	0	*
25	0	100	1994 - 2001	0	*
26	0	100	1992 - 2008	0	*
27	0	80	2008 - 2016	0	*
28	0	100	1987 - 1991	40	1987 - 1996
29	0	100	1998 - 2008	0	*
30	0	100	1991 - 2000	0	*
31	0	100	2008 - 2019	0	*
32	0	100	1990 - 1998	0	*
33	0	40	1998 - 2001	0	*
34	0	100	1993 - 2001	0	*
35	0	100	1986 - 1991	80	1986 - 1989
36	0	100	1996 - 2003	0	*
37	60	100	1985 - 1990	80	1985 - 1986
38	20	100	1985 - 2005	80	1985 - 1999
39	0	100	1998 - 2014	0	*
40	0	100	1989 - 1994	40	1995 - 1995
41	0	100	1997 - 2018	0	*
42	20	100	1985 - 1993	60	1985 - 1991
43	0	80	2011 - 2022	0	*
44	0	100	1992 - 2015	0	*
45	20	100	1985 - 1990	80	1985 - 1992
46	0	100	1998 - 2008	0	*
47	0	100	2006 - 2013	0	*

Bijlage 6c Periode waarin het oppervlak van de percelen geheel (FVO = 100%) of gedeeltelijk (FVO < 100%) met fosfaat verzadigd is als funktie van de fosfaatgift. Verzadigingsdiepte: vaste diepte afhankelijk van de GHG.

	1985	Fosfaatgift ongewijzigd		Fosfaatgift volgens de gefaseerde fosfaatnorm	
Perceel nr.	FVO (%)	FVO (%)	Periode	FVO (%)	Periode
1	0	100	1986 - 2019	40	1986 - 1990
2	0	100	1986 - 1988	100	1986 - 1993
3	0	100	1997 - 2014	0	*
4	0	100	2010 - 2015	0	*
5	0	100	1986 - 1990	80	1986 - 1995
6	0	100	1991 - 1995	0	*
7	0	100	1986 - 2003	60	1986 - 1990
8	0	100	1998 - 2001	0	*
9	0	100	1986 - 1990	80	1986 - 2000
10	0	100	1989 - 1999	20	1998 - 1998
11	0	100	1999 - 2014	0	*
12	0	100	1989 - 1994	20	1997 - 1997
13	0	100	1989 - 1998	50	1995 - 1996
14	0	100	1990 - 1991	0	*
15	0	100	1989 - 1992	20	2000 - 2000
16	0	100	1989 - 1991	20	1994 - 1994
17	40	100	1985 - 1988	100	1985 - 1992
18	40	100	1985 - 1988	100	1985 - 1992
19	0	100	1993 - 1997	0	*
20	0	100	2003 - 2007	0	*
21	0	100	2009 - 2017	0	*
22	0	100	1995 - 1998	0	*
23	0	100	2012 - 2018	0	*
24	0	100	1988 - 2002	20	1991 - 1991
25	0	100	1991 - 2003	0	*
26	0	100	1991 - 2001	0	*
27	0	80	2008 - 2016	0	*
28	0	100	1986 - 1989	100	1986 - 1996
29	0	100	1999 - 2008	0	*
30	0	100	1989 - 2001	20	1997 - 1997
31	0	100	2008 - 2019	0	*
32	0	100	1989 - 1994	0	*
33	0	40	1999 - 2005	0	*
34	0	100	1993 - 2000	0	*
35	40	100	1985 - 1989	100	1985 - 1997
36	0	100	1996 - 2003	0	*
37	60	100	1985 - 1988	100	1985 - 1990
38	20	100	1985 - 2005	80	1985 - 1991
39	0	100	1993 - 2014	0	*
40	0	100	1992 - 1997	0	*
41	0	100	1997 - 2018	0	*
42	20	100	1985 - 1992	80	1985 - 1999
43	0	80	2018 - 2022	0	*
44	0	100	1990 - 2015	0	*
45	40	100	1985 - 1987	100	1985 - 1989
46	0	100	1991 - 2002	0	*
47	0	80	2008 - 2022	0	*

Bijlage 7 Berekening van de fosfaatbelasting van maïsland in de gemeente Ambt-Delden (CBS-gegevens 1982).

- Bodemgebruik: - grasland, A_g = 3959 ha
  - bouwland (geen maïs), A_b = 48 ha
  - maïsland, A_m = 1115 ha

  cultuurgrond (totaal), A_c = 5122 ha

- Niet grondgebonden fosfaatproduktie, P_{ng} = 1044 ton P_2O_5

- Veebezetting, V = 3,6 gve.ha-1

- Fosfaatafvoer:

1. Bouwland (geen maïs): $P_b = P_N * A_b$

   P_N = fosfaatgift op bouwland bij bemesting naar N-behoefte vlgs. IB-norm (Lammers 1983) = 0,2 ton $P_2O_5.ha^{-1}$

   dus: $P_b = 0,2 * 48 = 9.6$ ton $P_2O_5.ha^{-1}$

2. Grasland: $P_g = (3,4-V) * P_r * A_g * 10^{-3}$

   Indien de veebezetting groter is dan 3,4 gve.ha^{-1} wordt er runderdrijfmest afgevoerd naar maïsland.
   P_r = fosfaatproduktie van rundvee = 40 kg $P_2O_5.gve^{-1}$ (Van Dijk 1980)

   dus: $P_g = (3,4-3,6) * 40 * 3959 * 10^{-3} = -31,7$ ton P_2O_5

3. Afvoer naar tekortgebieden: P_{af};
   Deze is ongeveer gelijk aan het vijfvoudige van de officieel geregistreerde afvoer via de mestbank, Pmb (Breeuwsma en Schoumans 1986).
   Aangezien de mestbankgegevens niet per gemeente bekend zijn in dit gebied (Salland en Twente) moet de mestafvoer uit de gemeente Ambt-Delden berekend worden, aannemende dat deze rechtevenredig is met het areaal cultuurgrond en dat 1 m^3 mest gelijk is aan 1 ton mest. De mest uit Ambt-Delden bestaat grotendeels uit varkensdrijfmest. Deze bevat 4,4 kg P_2O_5/ton mest (Ministerie van Landbouw en Visserij 1985).
   Dit betekent:

$$P_{mb}(\text{Ambt-D}) = \frac{A_c(\text{Ambt-D})}{A_c(\text{Sall+Tw})} * P_{mb}(\text{Sall+Tw}) * 4,4 * 10\text{-}3$$

$$= \frac{5112}{} * 49088 * 4,4 * 10^{-3} = 9,9 \text{ ton } P_2O_5$$

$$P_{af} = 5 * P_{mb} = 5 * 9,9 = 49,5 \text{ ton } P_2O_5$$

- De fosfaatgift op maïsland kan nu als volgt worden berekend:

$$P_m = \frac{P_{ng} - P_b - P_g - P_{af}}{A_m} * 1000$$

$$= \frac{1044 - 9{,}6 + 31{,}7 - 49{,}5}{1115} * 1000 = 912 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$$