

NOTA 1322

oktober 1983

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research center
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

EEN GLOBALE RAMING VAN DE FOSFAATBELASTING
UIT HET LANDELIJK GEBIED

P. E. Rijtema en C. G. Toussaint

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	1
2. INDELING VAN DE CULTUURGRONDEN NAAR HOOFDBODEMSOORT	3
3. MINERALEN AANVOER VIA DE NEERSLAG	5
4. DE NATUURLIJKE BELASTING	6
5. DE FOSFAATUITSPOELING UIT LANDBOUWGRONDEN	10
6. GLOBALE BENADERING VOOR DE UITLOGING VAN FOSFAAT UIT VERSCHILLENDE BODEMTYPEN	13

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centr.
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

Ten behoeve van het IMP 1980-1984 is in 1978 een enquête gehouden onder de kwaliteitsbeheerders, waaraan de in het IMP vermelde lozingsgegevens zijn ontleend. Ten aanzien van de agrarische bedrijven konden aan de IMP-enquête geen afzonderlijke gegevens worden ontleend. Door de Werkgroep VI van de Commissie Uitvoeringsmaatregelen Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (CuWVo) is een subwerkgroep fosfaat ingesteld om een inventarisatie te verrichten van de fosfaatlozingen. Nu de rechter onlangs heeft vastgesteld, dat fosfaatlozingen vanuit drainbuizen eveneens onder de heffing vallen, zouden volgens CuWVo VI ook voor agrarische bedrijven fosfaat-emissies moeten worden berekend.

Bij de discussie binnen het Curatorium voor Landbouwemissie is landbouwemissie gedefinieerd als alle beweging van stoffen – toegevoerde hulpstoffen zowel als omzettingsprodukten – vanuit de wortelzone van het gewas van een zodanige omvang, dat elders in het milieu ongewenste nevenwerkingen ontstaan. Ophoping van toegevoerde stoffen in de wortelzone bij normaal landbouwkundig gebruik wordt dus niet tot de emissie gerekend.

Bij de uitspoeling van mineralen uit de wortelzone van landbouwgronden is de grootte van de natuurlijke mineralen belasting bepalend voor de uiteindelijke emissie tengevolge van landbouwkundige activiteiten.

Laat men de enorme invloed van de inlaat van Rijnwater in grote delen van het oppervlaktewater in Nederland buiten beschouwing, dan kunnen als bronnen van mineralen aanvoer worden genoemd de neerslag, de uitspoeling uit gronden en directe lozingen. Aangezien directe lozingen sinds de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater verboden zijn, kunnen deze buiten beschouwing worden gelaten. De discussie zal zich daarom moeten richten op de aanvoer van mineralen

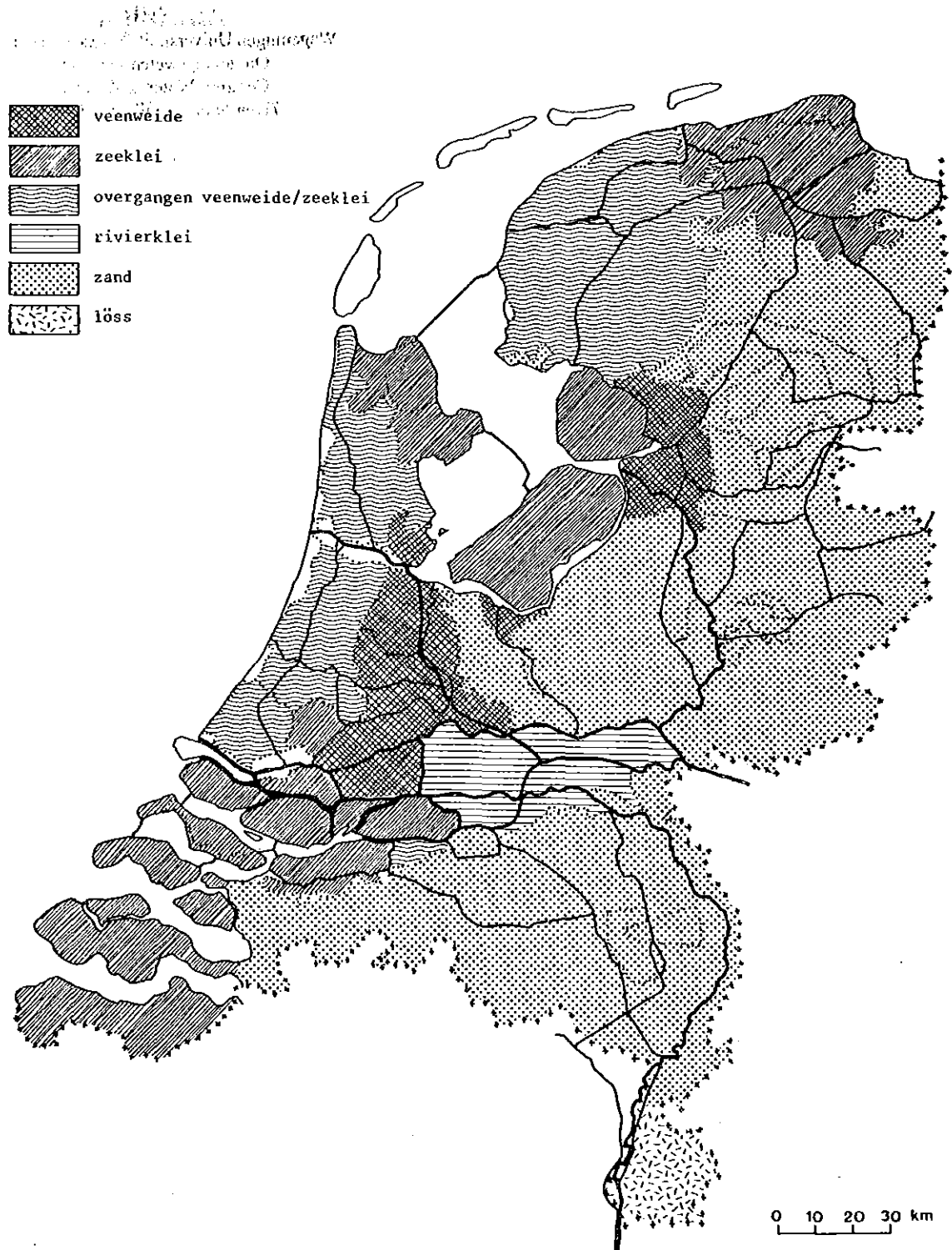


Fig. 1. Indeling van Nederland in hoofdbodemtipes

via de neerslag, de natuurlijke belasting van mineralen uit de bodem en het verhogend effect van de landbouw op deze uitspoeling.

2. INDELING VAN DE CULTUURGRONDEN NAAR HOOFDBODEM-SOORT

De fosfaatemissie naar het oppervlaktewater zal in belangrijke mate afhankelijk zijn van zowel bodemgebruik als bodemtype. Ten behoeve van de discussie zijn de volgende hoofdbodemtypen onderscheiden:

- veenweidegebieden
- zeekleigebieden
- overgangen veenweide/zeeklei
- rivierkleigebieden
- zandgebieden
- lössgebieden

Het resultaat van deze indeling is weergegeven in fig. 1.

Met behulp van de gegevens voor de Bodemstatistiek (CBS) is voor alle gemeenten een sommering uitgevoerd van:

- de oppervlakte cultuurgrond, inclusief sloten smaller dan 6 m, bermen breder dan 6 m en verspreide bebouwing;
- oppervlaktewateren breder dan 6 m.

De Waddeneilanden en een aantal wateren die door het CBS wel gemeentelijk zijn ingedeeld, zijn buiten beschouwing gebleven. Het betreft de volgende wateren: Grevelingen, de Waddenzee, de Eems, de Dollard en enkele gedeelten van de Noordzee. De oppervlakten bruto cultuurgrond ingedeeld naar de hoofdbodemtypen zijn in ha gegeven in tabel 1.

De oppervlakte cultuurgrond berekend volgens het CBS moet worden beschouwd als de bruto-oppervlakte. Bij de Landbouw-meitellingen wordt de netto-oppervlakte cultuurgrond op een andere wijze berekend. De verschillen tussen de CBS-gegevens en de Landbouw-meitellingen zijn gemiddeld 17% van de oppervlakte volgens CBS-gegevens. Per hoofdbodemtype zijn de afwijkingen verschillend, af-

Tabel 1. De bruto-oppervlakte cultuurgrond per hoofdbodemtype en de oppervlakte open water in ha

Bodemtype	Oppervlakte in ha
Veenweidegebieden	194 778
Zeekleigebieden	574 142
Overgangen veen/zeeklei	426 007
Rivierkleigebieden	115 534
Zandgebieden	1 427 418
Lössgebieden	46 908
Havengebieden	6 545
Open water	339 500

hankelijk van de aantallen sloten en de aanwezigheid van boscomplexen. Op grond van een nadere analyse per hoofdbodemtype is nagegaan welk gedeelte van de totale oppervlakte wordt gebruikt als netto-landbouwareaal. De resultaten per hoofdbodemtype zijn zowel als percentage alswel in ha gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Het netto-areaal landbouwgronden per hoofdbodemtype in procenten van de desbetreffende oppervlakte cultuurgrond en in ha

Bodemtype	Percentage	Netto-oppervl. in ha
Veenweidegebieden	75	146 083
Zeekleigebieden	86	493 762
Overgang veeweide/zeeklei	79	336 545
Rivierkleigebieden	80	92 427
Zandgebieden Noord + Oost	76	486 307
Zandgebieden Midden + Zuiden	62	476 251
Lössgebieden	68	31 897
Open wateren > 6 m		339 500

3. MINERALEN AANVOER VIA DE NEERSLAG

De toevoer van fosfaat vanuit de atmosfeer via de neerslag is een belangrijke factor bij grote wateroppervlakten en voedselarme natuurgebieden. Gegevens over de aanvoer van mineralen via de neerslag zijn door HENKENS (1976) in samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid verzameld op 14 plaatsen verspreid over het land in de periode van 1/10 '73 tot 1/10 '74. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Aanvoer aan stikstof, fosfor en kalium door de neerslag in verschillende delen van Nederland in de periode 1-10'73 tot 1-10'74

Plaats	Neerslag mm	Gemiddeld gehalte in g. m ⁻³		
		N	P	K
Kortgene	806	1,06	0,19	1,13
Bergen op Zoom	733	2,00	0,16	0,51
Vredepeel	569	2,59	0,12	0,43
Wijnandsrade	710	2,58	0,19	0,64
Hazerswoude	815	3,40	0,18	0,07
Nieuw Vennep	822	1,56	0,17	0,81
Houten	792	1,82	0,09	0,44
Oosterbeek	761	1,83	0,10	0,54
Eibergen	746	2,76	0,16	0,71
Wieringerwerf	655	1,59	0,25	0,80
Creil	568	2,30	0,19	0,08
Emmercompascuum	610	1,85	0,15	0,53
Oosterend	728	1,92	0,10	0,46
Nieuw Beerta	730	1,49	0,11	0,47
Gemiddeld	717	2,04	0,15	0,69

De totale oppervlakte wegen buiten de bebouwde kom bedraagt 60 500 ha. Stellen we dat 50% van het wegoppervlak in Nederland buiten de bebouwde kom direct op het open water afvoert en dat 1% van de bruto-oppervlakte cultuurgrond uit sloten bestaat die smaller zijn

dan 6 meter dan kan de gemiddelde fosfaatbelasting via de neerslag worden berekend bij een gemiddelde jaarlijkse neerslag van 750 mm.

Fosfaatbelasting oppervlaktewater tengevolge van de neerslag:

$$(339\ 500 + 30\ 250 + 25\ 000) \times 7500 \times 0,15 \times 10^{-6} = 444 \text{ ton/jaar}$$

4. DE NATUURLIJKE BELASTING

Onder de natuurlijke belasting kan de belasting aan mineralen worden verstaan die na transport van het water door het bodemsysteem van natuurterreinen en andere niet bemeste terreinen, naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd. De chemische samenstelling van het water na het passeren van het bodemsysteem is afhankelijk van het profieltype en van de chemische rijkdom van de bodem. De fosfaatgehalten in het grondwater zijn in belangrijke mate afhankelijk van de bodemsamenstelling. Over het algemeen blijkt dat hoe rijker een bodem is aan organische stof, hoe hoger het totaal fosfaatgehalte.

Duidelijk afwijkend is het fosfaatgehalte van profielen die zijn ontstaan in brakke en zoute milieus. Dit geldt voor de meeste gronden langs de kust. Deze mariene afzettingen zijn rijk aan fosfaat, stikstof en andere mineralen. De totaal fosfaatgehalten in het grondwater variëren sterk en zijn mede afhankelijk van het organisch stofgehalte bij de afzetting. In vrijwel al het diepe grondwater van Zeeland, Zuidholland, Noordholland en de kop van Groningen en Friesland, worden hoge gehalten aan stikstof en fosfaat aangetroffen. (Werkgroep Midden-West Nederland, 1976; STEENVOORDEN en PANKOW, 1976; BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978; Werkgroep Noordholland, 1982). De gehalten lopen sterk uiteen. Aan de hand van de profielbeschrijvingen kon worden vastgesteld, dat op vrij veel plaatsen veen en/of veenresten op verschillende diepten voorkomen. Op basis van de vermelde literatuur kan een overzicht worden gegeven van de in deze gebieden voorkomende gehalten aan ortho-fosfaat in het diepe grondwater. Deze samengevatte resultaten zijn vermeld in de tabellen 4, 5 en 6.

Tabel 4. Orthofosfaatconcentraties in het diepe grondwater op een diepte van 10 tot 45 m -NAP en de procentuele verdeling van de monsters in de verschillende orthofosfaatklassen (Werkgroep Midden-West Nederland, 1976)

Orthofosfaatklasse g. P. m ⁻³	0-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	>4,0
aantal monsters	124	75	78	38	5
%	38,7	23,4	24,4	11,9	1,6

Tabel 5. Orthofosfaatconcentratie van het diepe grondwater in het Noorden des Lands (Bots, Jansen en Noordewier, 1978) op een diepte van 25 - 75 m -m. v.

Locatie	PO ₄ ³⁻ -P range	g. m ⁻³ gemiddeld	Type grondwater
Friesland-Groningen	0,04-3,30	1,22	zout
Friesland	0,25-0,30	0,28	zout → zoet
Friesland-Drenthe-Groningen	0,04-1,30	0,36	zoet
Groningen	3,60	3,60	zoet → zout

Tabel 6. Orthofosfaatconcentraties in het diepe grondwater in Noord-Holland (Werkgroep Noordholland, 1982)

Diepte in m -NAP	Range P-gehalten in g. m ⁻³	Lokatie
25 - 45	0 - 31	hoge waarden NO van Volendam, de Wormer, Jisp en Neck
45 - 100	0 - 97	zeer hoog ten zuiden van Den Helder
100 - 400	0 - 1	

In Noordholland bedragen de maximum P-gehalten onder de slootbodems in kwelpolders ongeveer 11 g. m⁻³. Het totaal P-gehalte van het uitstromende water van de gasbronnen in Noordholland loopt uiteen van 0,3 tot 8,2 g. P. m⁻³.

De bijdrage van de kwel en de gasbronnen in Midden-West Nederland en Noordholland is aanzienlijk. Op basis van de uitgevoerde hydrologische berekeningen en de gemeten P-concentraties onder de slootbodem in kwelgebieden kunnen de volgende belastingen worden berekend. De resultaten zijn vermeld in tabel 7.

Tabel 7. De fosfaatbelasting in tonnen, jaar⁻¹ en in kg ha⁻¹ jr⁻¹ voor twee gebieden tengevolge van kwel en gasbronnen

Gebied	Opper- vlak ha	kwel tonnen, jaar ⁻¹	gasbronnen tonnen, jaar ⁻¹	kwel kg ha ⁻¹ jr ⁻¹	gasbronnen kg ha ⁻¹ jr ⁻¹
Midden-West Nederland	165 000	300	26	1,82	0,16
Noordholland	179 600	106,7	55,8	0,59	0,31

Lokaal kunnen de belastingen tengevolge van kwel en gasbronnen veel hoger zijn. STEENVOORDEN en TOUSSAINT (1974) geven voor twee kwelpolders in Midden-West Nederland een totale belasting van 6,7 kg P ha⁻¹ jr⁻¹.

In de Noord-Hollandstudie bedraagt de P-belasting tengevolge van kwel in de Purmer, de Wieringermeer en de Baasdorpermeer respectievelijk 3,0; 2,8 en 2,3 kg ha⁻¹ jr⁻¹.

De geweldige fosfaatrijkdom van met name de mariene afzettingen is van betekenis voor de fosfaatafvoer uit de landbouwgebieden. Door inpolderingen, polderpeilverlagingen en andere oorzaken treden wijzigingen op in het grondwaterstromingspatroon. In veel gevallen betreft dit ook de diepte waarover het neerslagoverschot in het bodemprofiel doordringt. Er heeft dan ook nog steeds een uitloging van de bodem plaats. Om een duidelijk beeld te krijgen van de extra belasting ten gevolge van landbouwkundige activiteiten, is het noodzakelijk om inzicht te hebben in de orde van grootte van de 'natuurlijke' uitloging van de bodem. Een inzicht in deze natuurlijke belasting kan worden verkregen uit de fosfaatgehalten van het ondiepe grondwater in natuurterreinen en andere reeds langdurig onbemeste percelen. Een overzicht van de P-gehalten in natuurlijke terreinen voor een aantal

bodemtypen is gegeven in tabel 8.

Tabel 8. Fosfaatgehalten in de bovenste meter van het grondwater in een aantal natuurlijke terreinen

Bodemtype	Begroeiing	Totaal fosfaat in g. m ⁻³	Plaats
Zeeklei	gras	2,5	Menkema
	gras	1,5	Rauwerd
	gras	1,3	Epema
	gras	3,0	Piaam
	gras	4,7	v. Asperen
Laagveen	gras	0,10	Houtwiel
	gras	0,16	Deelen
	gras	0,38	Rottige Meenthe
Hoogveen	natuurlijke begroeiing	(0,06	Engbertsdijksvenen
		(0,23	Zuid-Oost Drenthe
Afgegraven hoogveen	(heide	0,04	Alteveer
	(bos	0,11	Kloosterburen
	(hakhout	0,09	Dedemsvaart
Zand	bos (5 x)	0,01	Appelscha en Gees
	naaldbos	0,06	Achterhoek
	loofbos	0,08	Achterhoek
Hoogveen op zand	heide	0,11	
Mesotroof laagveen	blauwgras	0,49	de Meije
Rivierklei	griend	0,29	Vijfherenlanden
	blauwgras	0,28	
	schraallanden	0,71	
Heide ontginningsgrond	dennen	0,04	Midden-Brabant
Beekeerdgrond	eiken	0,04	Midden-Brabant

5. DE FOSFAATUITSCOELING UIT LANDBOUWGRONDEN

Voor een goede groei van gewassen zijn naast water en koolzuur ook andere voedingselementen vereist, welke van nature reeds in meerdere of mindere mate in het bodemsysteem aanwezig zijn. Gezien de doelstelling van de landbouw om een maximale produktie te bereiken, zal in principe worden gestreefd naar een dusdanige suppletie van voedingsstoffen in de wortelzone van het gewas, dat de voedingsstoffen niet beperkend zijn voor de produktie. Dit betekent de toediening van een zodanige hoeveelheid, dat alle verliezen uit de wortelzone, door gewasopname, uitspoeling enzovoort worden gecompenseerd.

Van oudsher worden dierlijke meststoffen gebruikt ter verhoging van de vruchtbaarheid van de bodem. Naast de levering van de hoofdvoedingselementen, is vooral de organische stofvoorziening van de bodem in verband met de fysische bodemvruchtbaarheid van groot belang.

Tengevolge van de intensivering van de veeteelt zijn de beschikbare hoeveelheden dierlijke meststoffen sterk toegenomen. De sterke uitbreiding vond vooral plaats in de veredelingssector. Op deze intensieve bedrijven is de produktie aan organische mest groter dan de mestbehoefte van het eigen land. Voor de verwerking van deze hoeveelheden mest, zal naast afvoer via de mestbank een zwaardere bemesting worden toegepast dan vanuit een zuiver gewasproduktie standpunt noodzakelijk is.

Om de invloed te kunnen nagaan van de bemesting op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater zijn bemestingsgegevens vereist over een aantal jaren. Het is daarom juister de gegevens van het ondiepe grondwater van landbouwpercelen te vergelijken met het ondiepe grondwater van natuurlijke terreinen. Tevens kunnen hiervoor gegevens van drainafvoeren dienen. Een overzicht van de gemiddelde P-gehalten van het ondiepe grondwater van landbouwpercelen is gegeven in tabel 9.

Tabel 9. Een overzicht van de gemiddelde totaalfosfaat-gehalten in het ondiepe grondwater op een aantal bodemtypen in g. P. m⁻³

Bodemtype	Gewas	Totaalfosfaat in g. P. m ⁻³
Zandgronden	akkerbouw + grasland	0,13
Veengronden	grasland	0,25
Zeeklei/veengronden	grasland	5,60
Zeekleigronden	akkerbouw	0,24
Rivierklei met veenbijnmenging	grasland	0,58

STEENVOORDEN en OOSTEROM (1977) geven de gemiddelde fosfaat-gehalten van het ondiepe grondwater van 45 rundveehouderijbedrijven. De gemiddelde waarden, ingedeeld naar bodemtype zijn weergegeven in tabel 10.

Tabel 10. De gemiddelde fosfaat-gehalten van het ondiepe grondwater van graslandpercelen bij 45 rundveehouderijbedrijven (Steenvoorden en Oosterom, 1977)

Bodemtype	Totaal P in g. m ⁻³
zand	0,04
lemig veenhoudend zand	0,02
kleiig zand	0,06
lichte zavel	0,06
lichte klei	0,04
zwarte klei	0,05
laagveen	0,11

De toevoer van fosfaat naar het oppervlaktewater in agrarische gebieden vindt voornamelijk plaats als gevolg van uitspoeling van de bodem door het neerslagoverschot. Uit onderzoeken naar de uitspoeling bij lysimeters (KOLENBRANDER, 1971) blijkt dat de fosfaatuitspoeling bij verschillend bodemgebruik weinig verschillen ver-

toont. De gemiddelde fosfaatconcentratie in de afvoer van grasland lysimeters bedraagt $0,08 \text{ g.P. m}^{-3}$, voor bouwland $0,02 \text{ g.P. m}^{-3}$. HENKENS (1976) heeft voor het drainwater van bouwlandpercelen soms iets hogere waarden gevonden. Een overzicht van deze gegevens is weergegeven in tabel 11.

Tabel 11. Fosfaatgehalten in g. P. m^{-3} in het uit landbouwgronden afgevoerde water

Bodemgebruik	Bodemtype	Fosfaatgehalte in g. P. m^{-3}	Auteur
natuurgebied	duinzand	0,05	Minderman en Leeflang(1968)
grasland	zand	0,08	Kolenbrander('71)
grasland	klei	0,08	id
bouwland	zand	0,02	id
bouwland	klei	0,02	id
bouwland	zeeklei	0,07	Henkens(1976)
bouwland	rivierklei	0,03	id
bouwland	oude dalgrond	0,02	id
bouwland	jonge dalgrond	0,71	id
grasland	klei op veen	0,08	id
grasland	zand	0,03	id

Het is opvallend dat het fosfaatgehalte in het drainwater van jonge dalgrond zo hoog is. Het is niet duidelijk in hoeverre dit hoge gehalte door oxidatie van de organische stof in deze jonge ontginingsgrond wordt veroorzaakt. Bij de overige gronden blijkt het fosfaatgehalte van het drainwater onafhankelijk te zijn van het bodemgebruik.

Bij een goede ontwateringstoestand van de grond zal het neerslagoverschot via het diepere grondwater en door drains worden afgevoerd. Bij een slechte ontwateringstoestand zal de afvoer voor een deel via greppels en oppervlakkige afvoer in het oppervlaktewater terecht kunnen komen.

Om een indruk te krijgen van de werkelijke fosfaatbelasting

op het oppervlaktewater is op basis van gegevens van KOLENBRANDER (1971) en STEENVOORDEN en OOSTEROM (1973) voor een aantal stroomgebieden van beken de gemiddelde fosfaatconcentratie van de afvoer berekend (RIJTEMA, 1976). Bij deze afvoeren blijkt in het algemeen geen directe relatie te bestaan tussen de produktie van organische mest en het fosfaatgehalte van het oppervlaktewater. In sommige gevallen bleek het fosfaatgehalte wel toe te nemen met de toename van de afvoersnelheid. Overtollige neerslag, die afstroomt over het land komt intensief in contact met de toplaag van de bodem en de rijkdom van de toplaag aan voedingsstoffen in die laag kan invloed uitoefenen op de chemische samenstelling van de oppervlakkig afgevoerde neerslag.

Onderzoek naar de invloed van de mestgift en de hoeveelheid en tijdstip van oppervlakkige afvoer wordt momenteel verricht. Indicaties zijn verkregen dat bij een oppervlakkige afvoer zowel de tijdsduur na bemesting als de afstromende hoeveelheid een verhoging van de P-concentratie beïnvloeden.

6. GLOBALE BENADERING VOOR DE UITLOGING VAN FOSFAAT UIT VERSCHILLENDE BODEMTYPEN

Bij een vergelijking van de waargenomen fosfaatgehalten in het ondiepe grondwater van onbemeste natuurlijke terreinen en het ondiepe grondwater van agrarische percelen, moet worden geconstateerd, dat de landbouwactiviteit geen invloed heeft. De verschillen zowel binnen als tussen de beide gebruiksvormen op eenzelfde bodemtype zijn soms erg variabel als gevolg van lokale omstandigheden. Hierbij speelt enerzijds de natuurlijke fosfaatrijkdom van vooral de mariene afzettingen een belangrijke rol, terwijl anderzijds de fosfaatbindende eigenschappen van de bodem door aluminium, ijzer en kalk zodanig hoog zijn de fosfaatconcentraties volledig worden bepaald door de chemische evenwichten in de bodem. De fosfaatbelasting vanuit het landelijk gebied moet dan ook hoofdzakelijk worden beschouwd als een 'natuurlijke' uitloging van de bodem. Op grond van de beschikbare gegevens kan een zeer globale, weinig nauwkeurige

schatting worden gemaakt van de natuurlijke fosfaatbelasting op het Nederlandse oppervlaktewater vanuit het landelijk gebied. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 12. Bij de berekeningen is uitgegaan van een gemiddelde neerslag van 750 mm en een gemiddeld neerslagoverschot van 300 mm. Voor de oppervlakte open water is gerekend met de fosfaatbelasting door de neerslag, omgerekend naar het neerslagoverschot.

Tabel 12. Globale schatting van de fosfaatbelasting op het oppervlaktewater door 'natuurlijke' uitloging en door de neerslag op het oppervlaktewater

Bodemtype	Oppervlakte ha	Totale fosfaatbelasting in P		
		g. m^{-3}	$\text{kg. ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$	ton. jr^{-1}
veenweidegebieden	146 083	0,25	0,75	110
zeekleigebieden	493 762	0,24	0,72	355
overgang veen/zeeklei	336 545	0,50	1,50	505
rivierkleigebieden	92 427	0,05	0,15	15
zandgebieden N + O	486 307	0,10	0,30	145
zandgebieden M + Z	476 251	0,10	0,30	145
lössgebieden	31 897	0,15	0,45	15
bosgebieden	310 000	0,05	0,15	45
open water	394 750	0,38	1,13	445
	<u>2 768 022</u>			<u>1 780</u>

Door RIJTEMA (1982) is een schatting gemaakt van de oppervlakkige afvoer in Oost-Gelderland in afhankelijkheid van de grondwatertrappen. Nemen we aan dat voor het gehele zandgebied een gelijke verdeling zou gelden als voor Oost-Gelderland, dan zou de gemiddelde oppervlakteafvoer in de zandgebieden 25 mm bedragen. Gebruikmakend van de zeer summiere gegevens van STEENVOORDEN (1981), zou deze 25 mm een gehalte kunnen hebben van $0,8 \text{ g. P. m}^{-3}$. Hiervan is $0,15 \text{ g. P. m}^{-3}$ afkomstig van de neerslag zelf. Het landbouweffect zou in dat geval $0,65 \text{ g. P. m}^{-3}$ bedragen. Omgerekend op jaarbasis voor het gehele zandgebied betekent dit een

verhoging van de fosfaatbelasting tengevolge van oppervlakte afvoer met 168 ton. jr^{-1} , hiervan is 36 ton. jr^{-1} dan afkomstig van de neerslag. Verbetering van de ontwateringstoestand van de gronden met oppervlakte-afvoer zou, naast het landbouwkundig effect, ook een direct effect op de fosfaatbelasting hebben.

LITERATUUR

- BOTS, W. C. P. M. , P. C. JANSEN en G. J. NOORDERWIER, 1978. Samenstelling oppervlakte- en grondwater Noorden des Lands. ICW Regionale Studies 13: 111 p.
- HENKENS, Chr. H., 1976. Voedingsstoffen of mineralenbalansen. Stikstof, band 7 nr. 83-84; 355-362.
- KOLENBRANDER, G. J. , 1971. Contribution of agriculture to eutofication of surface waters with nitrogen and phosphorus in the Netherlands. Inst. Bodemvruchtbaarheid. Rapport nr. 10: 50 p.
- MINDERMAN, G. en K. W. F. LEEFLANG, 1968. The amounts of drainage water solutes from lysimeters, Plant and soil 28: 61-80.
- RIJTEMA, P. E. , 1976. Emissie van fosfaat en stikstof uit landbouwgronden. ICW-nota 929: 17 p.
- , 1982. Effects of regional Water Management on N-pollution in areas with intensive agriculture. ICW Reports 4:11 p.
- STEENVOORDEN J. H. A. M. en J. BUITENDIJK, 1980. Oppervlakte afvoer. In: Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels CHO-TNO. Rapporten en Nota's 5:87-92.
- STEENVOORDEN, J. H. A. M. en H. P. OOSTEROM, 1973. Stikstof, fosfaat en organisch materiaal in het grond- en oppervlakte-water van enkele gebieden. Cultuurt. Tijdschr. 12 nr. 6: 1-19.
- , 1977. De chemische samenstelling van het ondiepe grondwater bij rundveehouderij bedrijven. ICW nota 964:22 p.
- STEENVOORDEN J. H. A. M. en C. G. TOUSSAINT, 1974. Stikstof-, fosfaat- en chloridebalans van enkele polders in Midden West-Nederland. Nota ICW 793.

STEENVOORDEN, J. H. A. M. en J. PANKOW, 1976. De eutrofiëring van een kreek aan het Veerse meer en de invloed hierop van uitgemaalend polderwater. ICW nota 910: 23 p.

WERKGROEP MIDDEN WEST-NEDERLAND, 1976. Hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland. ICW Regionale Studies 9: 101 p.

WERKGROEP NOORD-HOLLAND, 1982. Kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in Noord-Holland benoorden het IJ. ICW Regionale Studies 16: 185 p.