

h w

267

SEPARATI  
No. 33504

# Fosfaatbemesting in relatie tot bodemvruchtbaarheid en milieudoelstellingen

In: H.A.C. Verkerk (red.)  
Mest & milieu in 2000.  
Onderzoek inzake de  
mest- en milieuproble-  
matiek in de veehoude-  
rij 13. DLO, Wagenin-  
gen (1991) pp. 49-59.

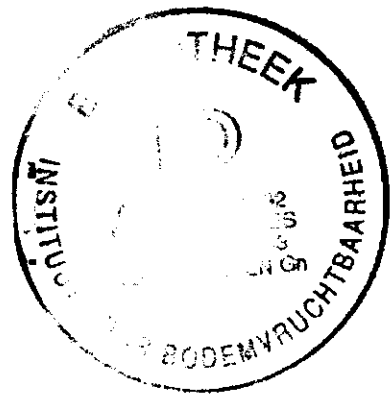
**A. Breeuwsma\* en P.A.I. Ehlert\*\***

\* DLO-Staring Centrum, Instituut voor onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)

\*\* DLO-Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB-DLO)

ISN = 807 577

## 1 Probleemstelling



In de Nota van Toelichting op de eerste fase van de mestwetgeving (LNV, 1986), wordt er vanuit gegaan dat het voor fosfaat mogelijk is "een na te streven bemestingsniveau te formuleren waarbij de doelstellingen van het landbouwkundig bemestingsbeleid in overeenstemming zijn met die van het bodembeschermingsbeleid". Daarbij is verder aangegeven dat "wanneer de fosfaattoestand van de cultuurgrond ruim voldoende is, kan worden volstaan met een dosering gelijk aan de onttrekking". Het Nationaal Milieubeleidsplan (VROM, 1989) spreekt in dit verband over evenwichtsbemesting. Deze evenwichtsbemesting geldt ook voor fosfaatverzadigde gronden. Voor gronden met een fosfaattekort kan ontheffing worden verleend zodat een grotere gift mogelijk is. Daarmee is de algemene doelstelling van het mestbeleid voor fosfaat in 2000 ingevuld door middel van evenwichtsbemesting bij een ruim voldoende of hoge fosfaattoestand en hogere giften dan de gewasonttrekking bij een lagere fosfaattoestand.

Op het eerste gezicht lijkt het einddoel van het bemestingsbeleid in overeenstemming met het bodembeschermingsbeleid omdat er geen overdosering meer wordt toegestaan, behalve wanneer de grond een fosfaattekort heeft. Dit is echter alleen het geval wanneer er geen verliezen naar het milieu op treden, althans niet zodanig dat de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater nadelig wordt beïnvloed.

Na het tot stand komen van de mestwetgeving in 1986 zijn voor de milieukwaliteit expliciet of impliciet doelstellingen ontwikkeld voor resp. het oppervlaktewater en het grondwater, zodat het nu mogelijk is na te gaan of indirect via het voorgenomen bemestingsbeleid aan deze milieudoelstellingen kan worden voldaan.

Dat een dergelijke toetsing nodig is heeft te maken met het feit dat het vrijwel onmogelijk lijkt extra verliezen van fosfaat naar grond- en oppervlaktewater door de landbouw geheel te voorkomen. Dit komt doordat voor een goede gewasproductie niet alleen het gewas moet worden bemest, maar dat ook de fosfaattoestand van de bodem een bepaald niveau moet hebben bereikt voordat met evenwichtsbemesting kan worden volstaan. Dit brengt met zich mee dat de bodem vaak tot een bepaald niveau moet worden opgeladen en dat betekent weer dat er ook buiten het groeiseizoen fosfaat in de bodemoplossing aanwezig is. Dat wordt met de overtollige neerslag afgevoerd naar diepere lagen. Het is daarom niet de vraag of dit gebeurt, maar hoe snel de fosfaatverliezen het grond- en oppervlaktewater kunnen bereiken en hoe hoog de extra uitspoeling is. Op korte termijn zijn de effecten waarschijnlijk gering, maar omdat het bij eindnormen juist om de lange termijn doelstelling gaat is het wel zaak hier aandacht aan te besteden.

Naast de milieu-aspecten zijn er ook landbouwkundige aspecten waarmee bij de invulling van de eindnormen rekening moet worden gehouden. Dit betreft met name de vraag in hoeverre het principe van evenwichtsbemesting en eventuele nadere beperkingen die uit de milieucriteria voort zouden komen tot opbrengst-derving aanleiding kunnen geven. Dit speelt met name bij fosfaatbehoeftege- wassen die een hoge fosfaattoestand nodig hebben voor een optimale productie en bij gronden die gevoelig zijn voor fosfaatuitspoeling.

## 2 Milieu-aspecten

### 2.1 Milieukwaliteitsdoelstellingen

Het milieukwaliteitsbeleid voor fosfaat kent momenteel twee verschillende doelstellingen (tabel 1).

Tabel 1. Kwaliteitsdoelstellingen voor fosfaat.

Doelstelling	Fosfaatconcentratie (mg P per liter)	
	grondwater	oppervlaktewater
Algemene milieukwaliteit	-	0,15 (totaal P)
Uitgangspunt fosfaatverzadigde grond	0,10 (ortho P)	-

Voor het oppervlaktewater is voor het jaar 2000 een algemene milieukwaliteitsdoelstelling geformuleerd van 0,15 mg totaal-P per liter (V en W, 1989). Daarnaast is voor zandgebieden in het protocol fosfaatverzadigde gronden een maximaal toelaatbare fosfaatconcentratie in het grondwater gehanteerd van 0,10 mg ortho-P per liter (TCB, 1990). Omdat er naast dit anorganische fosfaat ook altijd wat organisch fosfaat wordt aangetroffen (tot ca. 30%), komt dit ongeveer overeen met 0,15 mg totaal-P per liter. In feite betekent dit dat (impliciet) in het protocol fosfaatverzadigde gronden voor grondwater vrijwel dezelfde kwaliteitsdoelstelling wordt gehanteerd als voor het oppervlaktewater. Doordat geen rekening wordt gehouden met de vastlegging van fosfaat in de ondergrond betekent dit dat via het protocol fosfaatverzadigde gronden een scherpere kwaliteitseis wordt gesteld dan via het oppervlaktewaterkwaliteitsbeleid. Mede als gevolg van deze scherpe eis is het percentage fosfaatverzadigde gronden in de zandgebieden nu reeds ongeveer 50% (Breeuwsma et al., 1990). Hoewel in verband hiermee het protocol niet meer op perceelsniveau wordt toegepast, zoals aanvankelijk de bedoeling was, is het voor de gedachtevorming toch zinvol na te gaan of evenwichtsbemesting bij een ruim voldoende fosfaattoestand tot verzadiging kan leiden.

### 2.2 Fosfaatbemesting en -verzadiging

De samenhang tussen de bemestingstoestand van de grond en de verzadigingsstoestand kan op verschillende manieren worden belicht:

- via een vergelijking van de giften die nodig zijn om een ruim voldoende fosfaattoestand te bereiken en de giften die tot fosfaatverzadiging leiden en
- via een vergelijking van de parameters die de bemestingstoestand karakteriseren ( $P_w$ - en  $P\text{-Al}$  getal) en de verzadigingstoestand ( $P_{ox}/Al_{ox}+Fe_{ox}$ ).

De eerste methode is alleen toe te passen op bouwland omdat hiervoor bekend is welke voorraadbemesting nodig is om de streefwaarde ( $P_w$ -getal = 25 voor zeeklei en 30 voor overige gronden) te bereiken bij gangbare akkerbouwrotaties (bijv. aardappelen, graan, suikerbiet, graan) (tabel 2).

Tabel 2. Geadviseerde voorraadbemesting (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) voor bouwland op gronden met een lage bemestingstoestand, als functie van Pw (Henkens, 1984).

Bemestingstoestand	Pw-getal	Grondsoort	
		zand, löss, rivierklei	zeeklei
zeer laag	1	1710	1500
	5	1340	1130
	10	990	780
laag	15	700	490
	20	440	230
voldoende	25	210	0

Deze tabel geldt voor gronden die niet fosfaatfixerend zijn door een hoog gehalte aan ijzeroxide of kalk. Bij een zeer lage fosfaattoestand, zoals die ondermeer bij jonge ontginningsgronden werd aangetroffen, wordt verspreid over meerdere jaren een voorraadbemesting van ongeveer 1000-1500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha geadviseerd. In tabel 3 is voor twee veel voorkomende bodemtypen vermeld welke overdosering (gift hoger dan de netto-onttrekking) tot fosfaatverzadiging leidt. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de referentiediepte, dat wil zeggen de diepte waarop de maximaal toelaatbare fosfaatconcentratie niet mag worden overschreden. In het protocol fosfaatverzadigde gronden is daarvoor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) genomen (TCB, 1990).

Tabel 3. Overmaat fosfaat (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) die bij toediening aan een onbemeste grond tot fosfaatverzadiging leidt, als functie van bodemtype en referentiediepte<sup>1)</sup>.

Bodemtype	Referentiediepte (cm-mv.)				
	20	30	40	50	100
beekeerdgrond	770	1200	1530	1750	1940
veldpodzolgrond	810	1290	1810	2250	3630

<sup>1)</sup> gedefinieerd als de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) (TCB, 1990).

Uit tabel 3 blijkt dat bij een referentiediepte (GHG) van 20-50 cm verzadiging op kan treden bij een overdosering van 1000-2000 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha. Omdat de GHG bij ondiep ontwaterde gronden met grondwatertrap II, III of V (inclusief de drogere delen die met \* worden aangeduid) ook in dit traject ligt (Breeuwsma et al., 1990), betekent dit dat de voorraadbemesting hier tot verzadiging kan leiden. Omdat het bouwland op deze gronden in de zandgebieden vooral voor de maïsteelt worden gebruikt, zouden ze waarschijnlijk ook verzadigd zijn geraakt doordat de giften in het verleden de onttrekking vaak ver overschreden. De vergelijking van voorraadbemesting en verzadigingsgiften is vooral bedoeld om aan te geven dat ook het op peil brengen van de bemestingstoestand van de bodem op zichzelf reeds tot een conflict kan leiden met milieudoelstellingen. Of dit in de praktijk een belangrijke rol speelt is vooral afhankelijk van wat er bij grasland gebeurt, omdat dit de meest voorkomende vorm van bodemgebruik op ondiep ontwaterde gronden is. Hier wordt geen voorraadbemesting toegepast, maar na het scheuren wordt wel een overdosering geadviseerd omdat het P-AI getal dan meestal laag is (Keuning, 1982). Wanneer dit regelmatig wordt herhaald neemt de fosfaattoestand van de geploegde laag geleidelijk toe (Ehlert, 1985) en kan ook bij grasland op den duur een fosfaatverzadigde grond ontstaan.

Een vergelijking van de parameterwaarden die de bodemvruchtbaarheid (bemestingstoestand) en de verzadigingstoestand aangeven kan de samenhang verder verduidelijken. In een recent onderzoek (Schoumans *et al.*, in voorber.) zijn de verbanden nagegaan tussen de bodemvruchtbaarheidsparameters Pw en P-Al en de fosfaatbezettingsfractie (FBF). Deze fosfaatbezettingsfractie is een maat voor de hoeveelheid fosfaat die aan aluminium- en ijzeroxiden is gebonden:

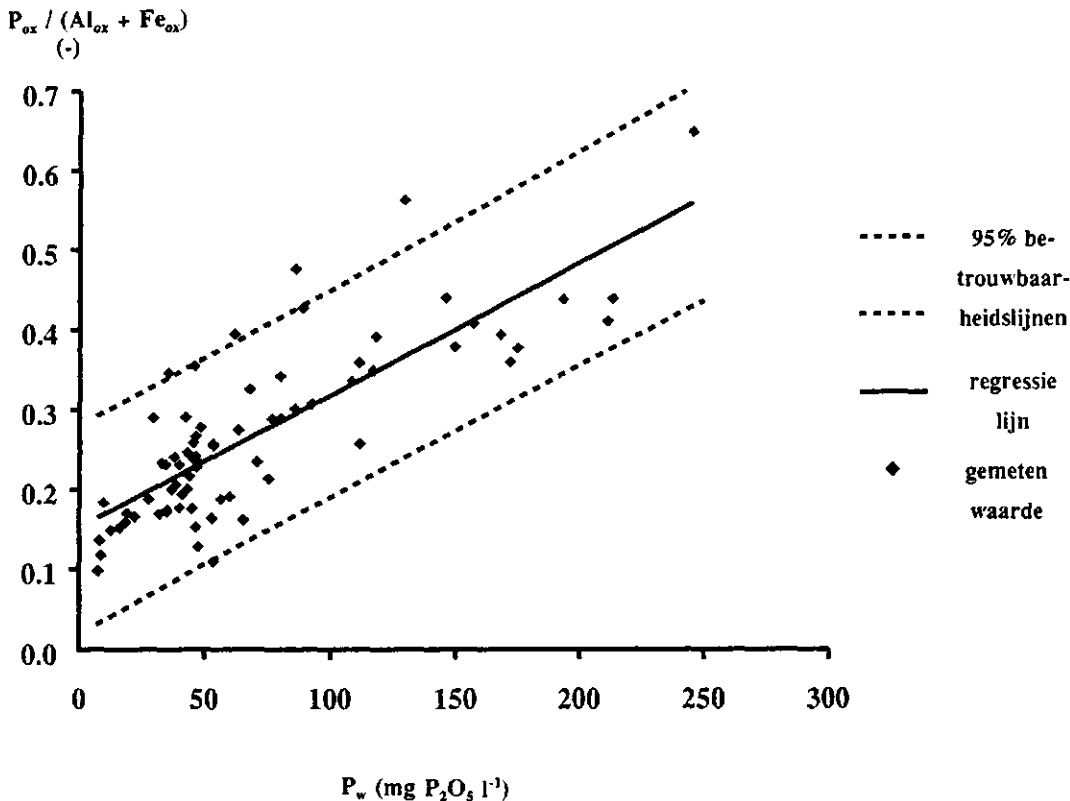
$$FBF = \frac{P_{ox}}{Al_{ox} + Fe_{ox}} \quad (1)$$

waarin  $P_{ox}$ ,  $Al_{ox}$  en  $Fe_{ox}$  het fosfaat-, aluminium- en ijzergehalte in een oxalaat-extract voorstellen, uitgedrukt in mmol per kg grond. Op basis van het protocol fosfaatverzadigde gronden kan als volgt een kritische waarde voor deze fractie worden gedefinieerd voor een fosfaatverzadigde grond:

$$FBF_{krit} = \frac{1}{8} \times \frac{\text{referentiediepte}}{\text{bemonsteringsdiepte}} \quad (2)$$

Bij bouwland is de bemonsteringsdiepte voor de bepaling van het Pw-getal gelijk aan de ploegdiepte (20 à 30 cm) en bij blijvend grasland (voor het P-Al-getal) 5 cm. De referentiediepte geldt voor de verhouding  $P_{ox}/(Al_{ox}+Fe_{ox})$ .

Uit het onderzoek blijkt dat er een min of meer lineair verband bestaat tussen zowel Pw- als P-Al-getal enerzijds en FBF anderzijds (zie figuur 1 voor het Pw getal). Via de regressielijn en vergelijking (2) kan de kritische waarde van Pw- of P-Al-getal worden berekend waarboven fosfaatverzadiging optreedt (tabel 4).



Figuur 1. Verband tussen de fosfaatbezetting van een bodemlaag, weergegeven door de verhouding  $P_{ox}/Al_{ox}+Fe_{ox}$  en het Pw-getal.

Tabel 4. Kritische waarde van Pw of PAI waarboven de grond gemiddeld genomen fosfaatverzadigd is.

Pw/PAI	Bemonsterings- diepte (cm)	GHG (cm-mv.)			
		20	30	40	50
Pw	20 <sup>1)</sup>	<11	25	63	100
	30 <sup>1)</sup>	-	<11	13	38
PAI	5	150	>150	>150	>150
	20 <sup>2)</sup>	16	39	60	82
	30 <sup>2)</sup>	-	16	32	46

<sup>1)</sup>bouvoordikte

<sup>2)</sup>ploegdiepte bij scheuren van grasland

Voor bouwland is de streefwaarde voor het Pw-getal op zandgronden 30. Deze waarde ligt bij ondiep ontwaterde gronden met een GHG van 30 à 40 cm beneden maaiveld (afhankelijk van de bouvoordikte) boven de kritische waarde. Ook hieruit blijkt dat bij bouwland met een ondiepe ontwateringstoestand opvolging van het bemestingsadvies tot verzadiging leidt. Door gegevens over de bemestingsstoestand van bouwland (DSM-Agro, 1988) te combineren met gegevens over de ontwateringstoestand, kan worden geschat dat het bouwlandareaal dat volgens normaal landbouwkundig gebruik verzadigd is geraakt ongeveer 47.000 ha bedraagt (Schoumans et al., in voorber.).

Voor grasland zijn dergelijke schattingen moeilijker te maken omdat het P-AI getal voor de laag 0-5 cm wordt bepaald of bij herinzaai in de onderste 10 cm van de geploegde bodemlaag. Daardoor is uit P-AI cijfers niet af te leiden hoeveel fosfaat door scheuren tussen 0 en 20 à 30 cm diepte aanwezig is. In feite zou dus ook het P-AI getal tot deze diepte moeten worden bepaald. Wanneer dit zou gebeuren blijkt dat ook hier bemesting tot een fosfaattoestand ruim voldoende (P-AI 40-55) tot verzadiging zou leiden. Dat betekent dat de landbouwkundige praktijk van graslandverbetering via het scheuren van grasland in de toekomst tot een conflict met de milieudoelstellingen zou kunnen leiden.

### 2.3 Fosfaatbemesting en waterkwaliteit

Bij niet-fosfaatverzadigde zandgronden met een ondiepe ontwatering leidt het bemestingsadvies op den duur tot fosfaatverzadiging, waardoor ook hier in het grondwater de waarde van 0,15 mg totaal-P per liter kan worden overschreden. Doordat de overdosering wordt gestopt zodra de fosfaattoestand ruim voldoende is, gaat het hier om een beperkte overdosering en zullen eventuele effecten op de kwaliteit van het oppervlaktewater waarschijnlijk pas op zeer lange termijn merkbaar worden. Juist in deze situatie wordt het van belang na te gaan of de uitspoelingsverliezen uiteindelijk tot een overschrijding van de algemene milieukwaliteitsdoelstelling zullen leiden. Overschrijding op perceelsniveau hoeft nog niet tot overschrijding op gebiedsniveau te leiden. Eén en ander is mede afhankelijk van regionale verschillen in bodemopbouw en waterhuishouding. Wat dit betreft is er een parallel met stikstof waar de milieukwaliteitsdoelstelling op perceelsniveau veel moeilijker is te bereiken dan op gebiedsniveau (Goossens & Meeuwissen, 1990).

In fosfaatverzadigde gronden wordt op den duur in het grondwater de waarde van 0,15 mg totaal-P per liter overschreden. In gebieden met veel fosfaatverzadigde gronden, zoals in het gebied van de Schuitenbeek in de Gelderse Vallei, is dit momenteel reeds het geval (Breeuwsma et al., 1989). In het oppervlaktewater van dit gebied, waar de landbouw ongeveer 80% van de fosfaatbelasting veroor-

zaakt, is de fosfaatconcentratie ongeveer 1 mg totaal P per liter. Omdat de uitspoeling van het opgehoopte fosfaat nog zeer lang door zal gaan, heeft evenwichtsbemesting bij fosfaatverzadigde gronden op korte termijn alleen tot gevolg dat de uitspoeling minder sterk toeneemt dan bij overdosering. Door evenwichtsbemesting vermindert het fosfaatoverschot in de bodem niet. Om dit te bereiken, en daarmee op langere termijn een snellere verbetering van de waterkwaliteit, is een lagere gift nodig.

### 3 Landbouwkundige aspecten

#### 3.1 Evenwichtsbemesting en fosfaattoestand

Het evenwicht tussen de fosfaatgift en de netto-onttrekking door het gewas is afhankelijk van de fosfaattoestand (eigenlijk: de bemestingstoestand) van de bodem. Met de onttrekking wordt de afvoer via het geogste produkt bedoeld, ook wel de netto-onttrekking genoemd. In de Nota van Toelichting bij de eerste fase van de mestwetgeving is evenwichtsbemesting gekoppeld aan de fosfaattoestand ruim voldoende.

Tabel 5 laat zien dat voor een veel voorkomend bouwplan met aardappelen, suikerbieten en granen de netto-onttrekking gemiddeld ongeveer 70 kg  $P_2O_5$  per ha is, en dat de huidige adviesgift gemiddeld over de rotatie varieert van 170 kg  $P_2O_5$  per ha bij een lage fosfaattoestand (Pw-getal 10) tot 0 bij een hoge fosfaattoestand (Pw-getal 80). Deze giften zijn gebaseerd op economisch optimale opbrengsten. Bij de toestand ruim voldoende (Pw-getal 35 à 40) is er sprake van een evenwicht tussen aanvoer en afvoer (tabel 5). De vraag is nu of met evenwichtsbemesting de fosfaattoestand op het peil ruim voldoende gehandhaafd kan worden. In principe kan overdosering nodig zijn omdat in de bodem ook verliezen van fosfaat optreden in de vorm van een onomkeerbare (irreversibele) vastlegging (ook wel fixatie genoemd). Dit is inherent aan het sorptiegedrag van fosfaat in de bodem (Van der Zee *et al.*, 1990). Naast het op peil brengen kost ook het handhaven van de fosfaattoestand dan iets extra's. Op grond van langjarige bemestingsproeven in het verleden (Prummel, 1974a) is af te leiden dat dit voor niet-ijzerhoudende zandgronden nauwelijks merkbaar is. Naarmate het gehalte aan vrij ijzeroxide toeneemt is de fixatie hoger (Prummel, 1974b). Ook de zeer kalkrijke zeekleigronden zijn fosfaatfixerend. Het is daarom zinvol hier bij de vaststelling van eindnormen rekening mee te houden.

Tabel 5. Verhouding tussen de over de rotatie gemiddelde adviesgift en netto-onttrekking van fosfaat (in kg  $P_2O_5$  per ha) bij een bouwplan met aardappelen, suikerbieten en granen op diluviaal zand (CAD, 1986).

Fosfaattoestand	Pw-toestand	gemiddelde gift	gemiddelde onttrekking
zeer laag	10	170	
laag	15	142	
voldoende	25	102	
ruim voldoende	35	77	70
	40	67	
vrij hoog	60	15	
hoog	80	0	

De fosfaattoestand waarbij gift en netto-onttrekking ongeveer met elkaar in evenwicht zijn ligt niet altijd bij ruim voldoende zoals in dit voorbeeld. Dit niveau is ook afhankelijk van de grondsoort (CAD, 1986) en varieert verder met de fosfaatbehoefte van het gewas, de afvoer van gewasresten (loof, stro, e.d.) en de toedieningstechniek (bijv. rijenbemesting of breedwerpige toediening) (tabel 6).

Tabel 6. De fosfaattoestand waarbij een evenwicht wordt bereikt tussen gift en onttrekking voor een aantal gewassen.

Gewas	fosfaattoestand
- akkerbouwrotatie (aardappelen-granen-suikerbieten-granen)	ruim voldoende
- snijmais (continu)	
. rijenbemesting	laag
. breedwerpige bemesting	ruim voldoende
- gras	voldoende
- vollegrondsgroenten	(vrij) hoog

Vooraf fosfaatbehoefte gewassen zoals groentegewassen vereisen een hoge fosfaattoestand voor een goede kwaliteit en opbrengst. In de intensieve vollegrondsgroenteteelt wordt daarom een hogere fosfaattoestand nagestreefd dan in de akkerbouw (Pw-getal 60 en P-Al-getal 55). Bij de voor deze teelt en diluviale zandgrond gehanteerde waardering goed varieert de adviesgift van 50-125 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar. Bij een lagere fosfaattoestand zijn beduidend hogere giften niet ongewoon. De gewasonttrekking is doorgaans aanzienlijk lager. Verder maakt het een groot verschil of rijenbemesting wordt toegepast of breedwerpige toediening. Bij snijmais kan bij rijenbemesting met een lage fosfaattoestand worden volstaan terwijl bij breedwerpige toediening een ruim voldoende toestand nodig is voor een economische optimale produktie. In het laatste geval is de adviesgift tweemaal zo hoog als bij rijenbemesting. Bij een fosfaattoestand ruim voldoende is dat ongeveer 120 resp. 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar. De gewasonttrekking is ongeveer 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar. Dat betekent dat evenwichtsbemesting bij breedwerpige toediening niet zonder opbrengstverliezen is te realiseren maar bij rijenbemesting wel.

Gezien het feit dat het nastreven van een hoge fosfaattoestand ook de kans op fosfaatverzadiging sterk doet toenemen zal het in de toekomst waarschijnlijk ook bij de teelt van vollegrondsgroenten noodzakelijk zijn om van rijenbemesting gebruik te maken. Daarvoor kan, net als bij snijmais, met een lagere fosfaattoestand worden volstaan.

### 3.2 Opbrengstderving

Omdat de overdosering van fosfaat bij een lage fosfaattoestand op ondiep ontwaterde gronden tot fosfaatverzadiging kan leiden ontstaat er een conflict tussen de doelstelling van het huidige bemestingsbeleid en het milieubeleid. In dit verband is het van belang na te gaan in hoeverre deze situatie zich nog voordoet, en wat het gevolg zou zijn voor de gewasopbrengst wanneer ook bij een lage fosfaattoestand evenwichtsbemesting zou worden toegepast om fosfaatverzadiging te voorkomen. Uit een analyse van de grondmonsters die in '86/'87 zijn geanalyseerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek blijkt dat zelfs in een provincie met mestoverschotten zoals Noord-Brabant nog gronden met een lage fosfaattoestand voorkomen (10% van de monsters) (tabel 7). Overigens moet daarbij worden aangetekend dat dit percentage in werkelijkheid waarschijnlijk lager is, omdat meer monsters met een lage fosfaattoestand zijn onderzocht dan monsters met een hoge fosfaattoestand.

Tabel 7. Fosfaattoestand van de bodem in twee provincies (DSM-Agro, 1988).

Provincie	Bodemgebruik	Fosfaattoestand <sup>1)</sup>		
		laag	voldoende	hoog
Noord-Brabant	bouwland	10	45	45
	grasland	20	57	23
Drenthe	bouwland	7	41	52
	grasland	33	57	10

<sup>1)</sup> % van de monsters.

Bij bouwland is er weinig verschil tussen de overschotgebieden en de tekortgebieden. Bij grasland is het percentage monsters met een lage fosfaattoestand het hoogst in de provincie Drenthe (33%), vermoedelijk mede als gevolg van een relatief groot areaal fosfaatfixerende gronden. De categorie voldoende in tabel 7 omvat zowel de fosfaattoestand voldoende als ruim voldoende. Dat betekent dat het percentage gronden waarbij de fosfaattoestand niet ruim voldoende is, nog hoger ligt.

De opbrengstderving die optreedt door evenwichtsbemesting toe te passen, in plaats van de gift die momenteel geadviseerd wordt, is voor een aantal gewassen weergegeven in tabel 8. De gegevens zijn gebaseerd op onderzoek van Ris & van Luit (1978) voor aardappelen en bieten, en aan van der Paauw (1960) voor grasland. De reactie van snijmaïs op toegediend fosfaat is bij breedwerpige bemesting gelijk aan die van aardappelen. Ten opzichte van gegevens van Van den Ham (1989) is de opbrengstderving bij fosfaattoestanden voldoende of lager 1% te laag ingeschat. Verder is aangenomen dat de fosfaatbehoefte van snijmaïs bij rijenbemesting tweemaal zo laag is als bij breedwerpige bemesting. Bij grasland is uitgegaan van een gelijkmatige verdeling van de gift over het groeiseizoen.

Tabel 8. Relatieve opbrengstderving bij evenwichtsbemesting (in %-en van de opbrengst bij geadviseerde gift).

Fosfaattoestand <sup>1)</sup>	Pw- getal	P-AI- getal	Aardappelen <sup>2)</sup>	Suikerbieten	Snijmaïs <sup>3)</sup>		Gras 1 <sup>e</sup> snede
					rijen	breedw.	
zeer laag / laag	10	15	6 (15)	6	<3	6	6
laag / vrij laag	20	25	3 (7)	2	0	2	2
voldoende	30	35	2 (3,5)	1	0	2	0
ruim voldoende	40	45	1 (0)	0	0	0	0
vrij hoog / hoog	50	60	0	0	0	0	0

<sup>1)</sup>waardering bij resp. Pw en P-AI

<sup>2)</sup>tussen haakjes: %-en van de maximale opbrengst

<sup>3)</sup>continueert met rijenbemesting of breedwerpige toediening

Uit tabel 8 blijkt dat de opbrengstderving afhankelijk van de fosfaattoestand voor aardappelen, suikerbieten, snijmaïs en gras ongeveer 1-6% bedraagt. De opbrengsten kunnen ook worden vergeleken met de maximaal haalbare opbrengsten die verkregen worden bij een ruim voldoende fosfaattoestand (Henkens, 1984). Deze potentiële opbrengstderving bedraagt voor aardappelen ongeveer 3-15% (tabel 8). Voor vollegrondsgroenten zijn deze gegevens niet bekend, maar naar verwachting is de opbrengstderving hier bij breedwerpige toediening nog aanzienlijk hoger. Naast de opbrengst kan ook de kwaliteit bij een lage fosfaattoestand nadelig worden beïnvloed, met name bij vollegrondsgroenten en grasland is dit bekend.



Bij fosfaatverzadigde gronden met een goede ontwateringstoestand leidt evenwichtsbemesting niet tot opbrengstderving omdat de bemestingstoestand in het algemeen hoog is. In dit geval wordt momenteel een lagere gift geadviseerd (zie bijv. tabel 5). Wanneer na verloop van tijd de bemestingstoestand tot bijvoorbeeld ruim voldoende is gedaald kan op evenwichtsbemesting worden overgeschakeld.

## 4 Gevolgen voor de eindnormen

Uit het voorafgaande kunnen een aantal belangrijke conclusies worden getrokken ten aanzien van de afstemming van het bemestingsbeleid voor fosfaat en het milieubeleid.

In de eerste plaats dient rekening te worden gehouden met het optreden van fixatieverliezen. Dit betekent dat de gift iets hoger kan zijn dan de onttrekking zonder dat dit een nadelige invloed heeft op het milieu (tabel 9). Daarnaast zijn ook extra verliezen door uitspoeling te verwachten die op lange termijn wel invloed op de kwaliteit van het grondwater hebben. In de praktijk doet dit zich voor bij gronden die een ondiepe ontwatering hebben. Deze kunnen in feite ook door normaal landbouwkundig gebruik fosfaatverzadigd raken. Dit normale gebruik houdt in dat de fosfaattoestand op een (ruim) voldoende peil wordt gebracht door een overdosering. Wanneer men dit in de toekomst wenst te voorkomen is deze overdosering niet meer mogelijk. De tweede conclusie is daarom dat in dat geval ook bij een lage fosfaattoestand evenwichtsbemesting vereist is en op de lange duur zelfs mogelijk een gift die lager is dan de onttrekking. Dit laatste hangt samen met het feit dat de geringe uitspoelingsverliezen uit de bouwvoor (waarschijnlijk minder dan 1 à 2 kg  $P_2O_5$  per ha per jaar) op zeer lange termijn toch in het oppervlaktewater terecht kunnen komen.

Tabel 9. Differentiatie van de verhouding tussen gift (G) en onttrekking (O) bij de invulling van de eindnormen voor fosfaat.

Bemestingstoestand	Voorgenomen beleid	Mogelijke aanpassingen <sup>1)</sup>
(zeer) laag	$G > O$	$G = O+V$ of $G < O=V$ bij ondiepe ontwatering <sup>2)</sup>
ruim voldoende	$G = O$	$G = O+V$
(vrij) hoog	$G = O$	$G < O+V$ bij fosfaatverzadigde grond

<sup>1)</sup>V is verlies door fixatie en uitspoeling

<sup>2)</sup>ondiepe ontwatering : Gt I, II, III, V (incl. \*)

Op de derde plaats kan worden opgemerkt dat bij een hoge bemestingstoestand van de bodem in de akker- en weidebouw een gift wordt geadviseerd die lager is dan de onttrekking. Uit een oogpunt van gewasproductie is er geen reden hiervan in de toekomst af te wijken door evenwichtsbemesting toe te passen. Wanneer dit uit een oogpunt van mestoverschotten wel gewenst is moet dit worden afgewogen tegen het nadeel dat dit bij een fosfaatverzadigde grond de landbouwkundige sanering van de bodem, en daarmee de verbetering van de waterkwaliteit, vertraagt.

Vooraf de tweede conclusie kan verstrekkende gevolgen hebben voor de landbouw, met name wanneer de gift bij een lage fosfaattoestand zelfs lager zou moeten zijn dan de onttrekking. Maar ook toepassing van evenwichtsbemesting kan beperkingen opleveren die afgewogen dienen te worden tegen de milieubelangen. Daarbij dient met name te worden nagegaan in hoeverre een scheiding van gebieden met verschillende functies ook tot gebiedsgewijze differentiatie van milieudoelstellingen kan leiden.

## 5 Samenvatting

Bij fosfaat is het mestbeleid erop gericht bij een ruim voldoende fosfaattoestand een evenwicht te bereiken tussen de gift en de onttrekking door het gewas. Deze evenwichtsbemesting geldt ook voor fosfaatverzadigde gronden. Bij een lagere fosfaattoestand wordt een hogere gift toegestaan. Het is de vraag of ook de doelstellingen van het mest- en milieubeleid daarmee met elkaar in evenwicht zijn.

Uit een recent onderzoek van het DLO-Staring Centrum is gebleken dat dit bij ondiep ontwaterde gronden niet het geval hoeft te zijn. Het op peil brengen van de fosfaattoestand tot het niveau ruim voldoende kan bij deze gronden tot fosfaatverzadiging leiden. Dat betekent dat de algemene milieukwaliteitsdoelstelling hier voor het bovenste grondwater wordt overschreden. In hoeverre, en op welke termijn, dit ook voor het oppervlaktewater geldt is op dit moment niet bekend. Fosfaatverzadiging van gronden die nu nog een lage fosfaattoestand hebben kan worden voorkomen door geen overdosering toe te passen. Bij fosfaatverzadigde gronden vertraagt evenwichtsbemesting de landbouwkundige sanering van deze gronden en daardoor de verbetering van de waterkwaliteit op langere termijn.

Het afzien van overdosering op gronden met een fosfaattekort leidt bij bouwland en grasland tot een opbrengstderving van 1-6% ten opzichte van de economisch optimale opbrengst en van 3-15% ten opzichte van de maximaal haalbare opbrengst (bij aardappelen). Bij vollegrondsgroenten wordt een hogere opbrengstderving verwacht. Bij fosfaatverzadigde gronden kan gedurende een aantal jaren met een gift worden volstaan die lager is dan de onttrekking zonder dat dit tot opbrengstderving leidt.

In zijn algemeenheid verdient het aanbeveling bij de vaststelling van de eindnormen voor fosfaat een gedifferentieerd systeem te ontwikkelen dat rekening houdt met de toestand van bemesting, fosfaatverzadiging en ontwatering. Daarbij zou ook de mogelijkheid van een gebiedsgewijze differentiatie kunnen worden onderzocht.

## 6 Literatuur

Breeuwsma, A., J.G.A. Reijerink, O.F. Schoumans, D.J. Brus & H. van het Loo (1989). Fosfaatbelasting van bodem, grond- en oppervlaktewater in het stroomgebied van de Schuivenbeek. Staring Centrum rapport 10, Wageningen, 91 p.

Breeuwsma, A., J.G.A. Reijerink & O.F. Schoumans (1990). Fosfaatverzadigde gronden in het Oostelijk, Centraal en Zuidelijk Zandgebied. Staring Centrum rapport 68, Wageningen, 61 p.

CAD (1986). Consulentenschap in algemene dienst voor bodem-, water- en bemestingszaken in de akkerbouw en tuinbouw.

DSM-Agro B.V. (1988). De fosfaattoestand van de landbouwgebieden 1971/72 t/m 1986/87, Samenvatting, Utrecht.

Ehler, P.A.I. (1985) Betekenis van de fosfaat- en kalitoestand van de onder de zode gelegen bodemlagen voor de fosfaat- en kalivoorziening van grasland 1. Proefplekkenonderzoek op grasland. Haren, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport 11-85.

Goossensen, F.R. & P.C. Meeuwissen (red.) (1990). Advies van de Commissie Stikstof. In opdracht van de ministers van LNV, V&W en VROM. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 9, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.

Henkens, P.L.C.M. (1984). Bemestingsadvies voor het verkrijgen of behouden van de gewenste fosfaat- en kalitoestand van de bodem. *Bedrijfsontwikkeling* 15, 969-972.

Keuning, J.A. (1982). Fosfaatbemestingsproblemen op grasland. *Stikstof* 100, 548-553.

LNV (1986). Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen Nota van Toelichting. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Paauf, F. van der (1960). Die optimale versorgung von Boden und Pflanze mit Phosphor. *Landwirtschaftlicher Forschung* 14, 55-60.

Prummel, J. (1974a). Fosfaatbemesting van ijzerhoudende graslanden. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport 4-74, Haren.

Prummel, J. (1974b). Veranderingen in het Pw-getal in de loop van de tijd en onder invloed van bemesting. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport 9-74, Haren.

Ris, J. & B. van Luit (1978). The establishment of fertilizer recommendations on the basis of soil tests. Haren, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid.

Schoumans, O.F., A. El Bachrioui-Louwerse, A. Breeuwisma & R. Zwijnen (in voorber.). De relatie tussen de bodemvruchtbaarheidsparameters Pw en P-AI en fosfaatverzadiging. Staring Centrum, Rapport 112, Wageningen.

TCB (1990). Advies van de Technische Commissie Bodembescherming ten behoeve van de hantering van het protocol fosfaatverzadigde gronden. Advies aan de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 4 p.

VROM (1989). Nationaal Milieubeleidsplan. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, SDU, Den Haag.

V en W (1989). Derde Nota Waterhuishouding, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, SDU, Den Haag.

Zee, S.E.A.T.M. van der, W.H. van Riemsdijk & F.A.M. de Haan (1990). Het protocol fosfaatverzadigde gronden. Deel 1: Toelichting. Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding, Landbouwuniversiteit, Wageningen.