

Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen

Summary of research problems concerning the application of
phosphate for arable and field-produced vegetables

ing. J. Alblas
ir. W. van Dijk
ing. C.A.Ph. van Wijk

verslag nr. 182
november 1994

PROEFSTATION



LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 03200-91111, fax 03200-30479

JSN serie 157052

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0968 5898

INHOUD

SAMENVATTING	6
SUMMARY	7
1. INLEIDING	8
2. PROBLEEMSTELLING	9
2.1 Fosfaatbalans	9
2.2 Fosfaatgebruik	10
2.2.1 Akkerbouw	10
2.2.2 Groenteteelt	12
2.3 Fosfaattoestand van de grond	14
2.3.1 Akkerbouw	14
2.3.2 Groenteteelt	15
2.4 Gevolgen voor het milieu	16
3. NAAR EVENWICHTSBEMESTING	19
3.1 Bemestingsadviezen	19
3.1.1 Grondonderzoek	19
3.1.2 Adviezen voor akkerbouw en groenteteelt	20
3.2 Pw-getal en grondbemonstering	21
3.3 Onvermijdbare fosfaatverliezen	23
3.4 Omgevingsfactoren	24
3.5 Rendement van mestsoorten	25
4. AKKERBOUWGEWASSEN	27
4.1 Stand van zaken	27
4.1.1 Gewasbehoefte	27
4.1.2 Interactie fosfaat en stikstof	30
4.2 Oplossingsrichtingen	30

4.2.1	Rijenbemesting	30
4.2.2	Bladbemesting	31
4.2.3	Rassenkeuze	32
4.2.4	Zaadbehandeling	32
5.	VOLLEGRONDSGROENTEN	33
5.1	Stand van zaken	33
5.1.1	Fosfaatbemestingsadvies	33
5.1.2	Fosfaatbehoefte per groentegewas	35
5.1.3	Fosfaatonttrekking	36
5.1.4	Milieurisico	36
5.2	Oplossingsrichtingen	37
5.2.1	Verbeterde onderbouwing fosfaatadvies voor vollegronds- groenten	38
5.2.2	Aanpassing fosfaatbemestingsadvies van enkele volle- grondsgroenten	39
5.2.3	Opnamecurven	39
5.2.4	Verbetering beschikbaarheid	39
6.	Aanbevelingen voor onderzoek	42
6.1	Aanbevelingen met eerste prioriteit	42
6.2	Aanbevelingen met tweede prioriteit	44
6.3	Aanbevelingen met derde prioriteit	45
6.4	Tot slot	45
7.	Literatuur	46
Bijlage 1.	Het mediane Pw-getal van bouwland per landbouwgebied ingedeeld naar grondsoort in seizoen 1988/1989. Bron: NMI en BLGG.	52
Bijlage 2.	Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen 1992-1993	53

Bijlage 3.	Adviesbasis voor de bemesting in de intensieve volle- grondsgroenteteelt	58
Bijlage 4.	Fosfaatafvoer akkerbouwgewassen	58
Bijlage 5.	Effects of phosphate fertilizer	61
Bijlage 6.	Fosfaatafvoer vollegrondsgroentegewassen bij gemiddelde opbrengsten (kg/ha)	61
Bijlage 7.	Overzicht P en P_2O_5 - normgehalten in het gewas en de hoeveelheid P en P_2O_5 in oogstresten van een aantal volle- grondsgroenten.	63
Bijlage 8.	Gebruikte afkortingen	64

SAMENVATTING

De voorgestelde evenwichtsbemesting als een mogelijkheid om het fosfaatprobleem in goede banen te krijgen roept een aantal vragen op met betrekking tot de bemesting van gewassen.

Uitgaande van de fosfaatbalans voor de Nederlandse landbouw en het gebruik van fosfaathoudende meststoffen wordt de fosfaattoestand van de akkerbouw- en groenteteeltgronden besproken waaraan gekoppeld de milieurisico's. Na deze probleemstelling worden vervolgens punten ter oplossing behandeld die verband houden met gevolgen van evenwichtsbemesting. Vrij veel aandacht wordt gegeven aan de advisering voor de fosfaatbemesting, in het bijzonder voor de groenteteelt. Verder komen aan de orde de onzekerheden van de Pw-waarde en de niet vermijdbare verliezen. Aandacht voor de fosfaatwerking van dierlijke mestsoorten kan ten gevolge van veranderingen in voedersamestelling of mestverwerking van belang worden.

Ten aanzien van de gewassenteelt worden zaken besproken die de opname van, en het aanbod van fosfaat kunnen verbeteren.

Tot slot wordt een overzicht van onderzoeksvragen met prioriteiten gegeven, waarbij hoge prioriteit wordt toegekend aan het fosfaatadvies voor de groenteteelt, het verband tussen de fosfaattoestand van de bouwvoor en de kans op uitspoeling van fosfaat in zand- en kleigronden, en de betrouwbaarheid van het Pw-getal staat ter discussie.

In overleg met mogelijke onderzoekpartners zal een en ander moeten worden uitgewerkt.

SUMMARY

Equilibrium fertilisation, proposed as a possible method of successfully dealing with the phosphate problem, gives rise to a number of questions concerning the fertilisation of crops.

The phosphate situation is discussed with respect to arable land and land used for growing vegetables, based on the phosphate balance for Dutch farming and the use of fertilisers containing phosphate, with special reference to risks to the environment. Following elucidation of this problem, points are raised which need to be solved in connection with the consequences of equilibrium fertilisation. Considerable attention is paid to recommendations regarding phosphate application, particularly in the case of vegetables. Also discussed are uncertainties concerning the Pw level and the inevitable losses. As a result of changes in feed composition or manure processing, the problem of the phosphate effects of different types of manure can be an important one.

With regard to growing crops, aspects are discussed which could lead to an improvement in the uptake and quantity of phosphate.

Finally a summary is given of research problems with priorities. High priority is given to phosphate recommendations for vegetable-growing, the relationship between the phosphate status of the top soil and the risk of phosphate leaching in sandy and clay soils. The reliability of the Pw number is also discussed. This will be further detailed in consultation with possible research partners.

1. INLEIDING

De maatschappelijke zorg omtrent de gevolgen van (agrarische) bedrijvigheid voor de kwaliteit van het milieu komt onder andere tot uiting in wet- en regelgeving. Ook voor de meststof fosfaat is deze ontwikkeling zichtbaar. Reden voor het PAGV om eerst de kennis over de fosfaatvoorziening overzichtelijk te maken en de onderzoeksvragen op dit terrein te inventariseren. Dit voorliggende verslag is het resultaat van deze inventarisatie.

Hiernaast wordt door het PAGV deelgenomen in de werkgroep Fosfaatevenwichtsbemesting en in de onderzoeksprojecten 'fosfaatwerking van dierlijke mest' en 'onvermijdbare fosfaatverliezen'. Een deel van dit laatste project is parallel aan deze studie versneld uitgevoerd ten behoeve van de normering binnen de regulerende wetgeving voor het gebruik van dierlijke mest. Voor alle grondgebruik is een 'evenwichtsbemesting' voorzien (NMP, SL). Voor definiëring van dit begrip zijn vier versies in omloop, waarvan de definitie van de werkgroep Fosfaatevenwichtsbemesting luidt: 'fosfaatevenwichtsbemesting is de fosfaatgift waarbij een streefwaarde voor de fosfaattoestand van de bodem wordt bereikt of gehandhaafd welke zo goed mogelijk is afgestemd op zowel landbouw- als milieudoelstellingen' (Breeuwsma en Berghs, 1993). Vanuit deze definitie heeft de werkgroep de problematiek benaderd en tot slot een aantal aanbevelingen voor onderzoek gedaan. Een aantal voor het werkterrein van het PAGV van belang zijnde aanbevelingen wordt in dit verslag nader uitgewerkt.

In hoofdstuk 2 wordt het probleem besproken, namelijk hoe via een erg ruime fosfaataanvoer de fosfaattoestand van de cultuurgronden toeneemt met als gevolg verrijking van ondergrond en verzadiging met fosfaat van de bovengrond. Daarop volgt in hoofdstuk 3 de aanpak van het probleem via de bemesting. Hier blijken zich onderzoeksvragen voor te doen betreffende meststoffen en de juistheid van het bemestingsadvies. In de hoofdstukken 4 en 5 worden de kenniselementen bij de teelt van gewassen besproken. In het slothoofdstuk 6 wordt een opsomming van onderzoeksvragen vermeld en vindt prioriteitsstelling plaats.

2. PROBLEEMSTELLING

2.1 Fosfaatbalans

Het overschot op de fosfaatbalans van de Nederlandse landbouw is 1.4 maal zo groot dan de afvoer (zie tabel 1).

Tabel 1. Fosfaatbalans van de Nederlandse landbouw in 1990. De balansposten zijn gegeven in miljoenen kg P_2O_5 .

aanvoer		afvoer	
kunstmest	75	plantaard. produktie	39 ¹⁾
mengvoer:		dierlijke produktie	78
- import grondstoffen	160	mengvoer huisdieren	5
- voederfosfaat	23	export mengvoer	9
- binnenlandse herkomst	28		
import ruwvoer	5		
depositie	5		
gewasresten plantaard. prod.	9		
diversen	7	overschot	181
totaal	312	totaal	312

¹⁾ exclusief ruwvoerders (103 miljoen kg P_2O_5)

Dit overschot was in 1990 181 miljoen kg P_2O_5 waarvan ongeveer 10% uit de akker- en tuinbouw kwam (Van der Meer, 1991). De afvoer van fosfaat in plantaardige produkten (exclusief ruwvoerders) was $\pm$ 39 miljoen kg P_2O_5 . Met dierlijke produkten werd 78 miljoen kg P_2O_5 afgevoerd. Tegenover de afvoer staat een invoer van 258 miljoen kg P_2O_5 in kunstmest, voederfosfaat en grondstoffen voor voederproduktie. Vanuit de sectoren varkens- en pluimveehouderij wordt getracht via dierlijke mest 110 miljoen kg P_2O_5 in de sectoren met open teelten af te zetten. Dat betekent dat ongeveer drie maal zoveel fosfaat wordt aangeboden dan van akker- en tuinbouw-bedrijven wordt afgevoerd. Een gevolg is dat de fosfaattoestand van onze gronden

hoger wordt (tabel 2) en in een flink aantal percelen fosfaatverzadiging voorkomt waardoor fosfaat uitspoelt of kan gaan uitspoelen.

Tabel 2. De fosfaattoestand van bouwland (mediaan Pw-getal) in een aantal landbouwgebieden in monsterperiodes 1988/1989 en 1992/1993. Bron: NMI en BLGG.

gebied	grondsoort	1988/1989	1992/1993
Veenkoloniën	dalgrond	52	56
Flevoland + Noord-Holland	zeeklei	33	36
Zuichw. klei	zeeklei	36	39
Noord. zand	zand	48	51
Centraal zand	zand	74	78
Zuidelijk zand	zand	67	73

2.2 Fosfaatgebruik

2.2.1 Akkerbouw

Volgens gegevens uit de LEI-boekhoudingen van akkerbouwbedrijven van het boekjaar 1991-1992 blijkt gemiddeld 108 kg P_2O_5 per ha te worden aangevoerd waarvan 55% in dierlijke mest (tabel 3).

Op de kleigronden wordt ruim de helft van de fosfaat aangevoerd in dierlijke mest, op zandakkerbouwbedrijven is deze aanvoer driekwart van het totaal. De aanvoer is relatief laag op klei-akkerbouwbedrijven zonder gebruik van dierlijke mest en op geïntegreerde en bd-eco-bedrijven. Op deze twee laatste groepen wordt wel veel dierlijke mest gebruikt voor de fosfaatvoorziening van de gewassen. Op een kwart van de klei-akkerbouwbedrijven wordt uitsluitend kunstmest gebruikt.

Tabel 3. De aangevoerde hoeveelheid fosfaat in meststoffen (kg P_2O_5 per ha), de verdeling naar dierlijke mest en kunstmest en de afvoer door gewassen in % van aanvoer op akkerbouwbedrijven; boekjaar 1991/1992. Bron: LEI-DLO.

bedrijven en (aantal)		aanvoer kg P_2O_5 /ha	dierlijke mest %	kunst- mest %	afvoer gewassen %
alle	(297)	108	55	45	45
kleigrond totaal	(222)	112	51	49	46
kleigrond met dierlijke mest	(164)	124	59	41	43
kleigrond zonder dierlijke mest	(58)	71	0	100	71
zandgrond totaal	(75)	103	71	29	36
zandgrond met dierlijke mest	(71)	110	73	27	33
geïntegreerd	(36)	80	83	17	54
bd-eco	(13)	69	97	3	53

In laatstgenoemde groep bedrijven wordt een hoog rendement behaald van de fosfaatbemesting: 71% van de aangevoerde hoeveelheid wordt afgevoerd met verkochte produkten. Naarmate het aandeel van dierlijke mest in de fosfaataanvoer toeneemt, loopt het afvoer-rendement ten opzichte van de aangevoerde hoeveelheid terug. Uit recente gegevens (over 1993) van 38 geïntegreerde akkerbouwbedrijven blijkt dat de aanvoer van fosfaat is teruggebracht tot 70 kg P_2O_5 per ha met een aandeel dierlijke mest van 83% en een afvoer in het geoogste gewas van 77% (F.G. Wijnands, persoonlijke mededeling).

In de akkerbouwpraktijk is een verschuiving gaande van kunstmestgebruik naar toediening van dierlijke mest. In tabel 4 wordt voor alle akkerbouwgebieden een afname in kunstmestverbruik van ± 20 kg P_2O_5 per ha in drie jaar (1988-1989/1991-1992) geconstateerd bij een nauwelijks teruglopende afzet van fosfaatkunstmest van ongeveer 39 kg P_2O_5 per ha cultuurgrond. Daar tegenover staat een toename in stalmestverbruik (tot voor kort de enige soort dierlijke mest die in de LEI-boekhoudingen werd geregistreerd) met 70% (tabel 4).

Tabel 4. Het verbruik van kunstmest (kg/ha) op cultuurgrond - grote akkerbouwbedrijven (Bedrijfs-uitkomsten in de landbouw 1988/1989 tot en met 1991/1992; LEI periodieke rapportage 11-1991/1992.

		1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
Noordelijk klei	N	161	160	154	140
	P ₂ O ₅	57	55	41	39
	K ₂ O	87	95	85	74
Veenkoloniën + Noordelijk zand	N	132	134	124	116
	P ₂ O ₅	46	42	35	30
	K ₂ O	123	115	103	92
Centraal klei	N	165	155	136	134
	P ₂ O ₅	82	71	60	58
	K ₂ O	136	111	110	89
Zuidwestelijk klei	N	190	184	175	175
	P ₂ O ₅	83	72	65	61
	K ₂ O	98	88	93	95
afzet Nederland kunstmest ¹⁾	P ₂ O ₅	42,7	37,8	36,8	39,0
verbruik stalmest ton per ha ²⁾		4,3	5,1	6,9	7,3

¹⁾ Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen 1990/1991 en 1991/1992. LEI periodieke rapportage 66-1990/1992.

²⁾ Bedrijfsuitkosten en financiële positie: LEI periodieke rapportage 13-1991/1992.

De toename van de fosfaattoestand van de grond, zoals geconstateerd in voorgaande en volgende paragraaf moet dus worden veroorzaakt door aanvoer van fosfaat in dierlijke mest, zonder dat het verbruik van kunstmestfosfaat voldoende is afgenomen.

2.2.2 Groenteteelt

Uit gegevens van LEI-DLO over het jaar 1992 blijkt dat de gemiddelde aanvoer van fosfaat op opengrondsgroentebedrijven gemiddeld 158 kg P₂O₅ per ha is (tabel 5) waarvan een kwart afkomstig is uit organische mest. Bedrijven die dierlijke mest ge-

bruiken, voeren gemiddeld 192 kg P_2O_5 per ha aan waarvan 54% via mest.

Tabel 5. De aangevoerde hoeveelheid fosfaat in meststoffen (kg P_2O_5 per ha), de verdeling naar dierlijke mest en kunstmest en de afvoer door gewassen in % van de aanvoer op vollegrondsgroentebedrijven, 1992. Bron: LEI-DLO.

bedrijven en (aantal)		aanvoer kg P_2O_5 /ha	dierlijke- mest %	kunst- mest %	afvoer gewassen %
alle	(27)	158	26	74	16
met dierlijke mest	(11)	192	54	46	13
zonder dierlijke mest	(16)	135	0	100	19

De aanvoer op de kunstmestbedrijven is gemiddeld 135 kg P_2O_5 per ha. De afvoer in de via de veiling afgezette produkten is met 25 kg P_2O_5 per ha laag en bedraagt slechts 13 tot 19% van de aanvoer.

Uit door LEI-DLO verstrekt cijfermateriaal is af te leiden dat ongeveer 40% van de bedrijven meer dan 150 kg P_2O_5 per ha aanvoert. Van de bedrijven die dierlijke mest aanwenden, geeft de helft meer dan 150 kg P_2O_5 per ha.

Uit een enquête in de winter 1991-1992 (Soorsma, 1992) komt naar voren dat 63% van de vollegrondsgroentetelers meer dan 150 kg P_2O_5 per hectare geeft. Een derde geeft zelfs meer dan 150 kg P_2O_5 in de vorm van organische mest. Verder blijkt dat op zes van de tien bedrijven dierlijke mest wordt gebruikt en dat dit voornamelijk in het zuidelijk zandgebied het geval is. De mineralen uit de mest worden op 37% van de bedrijven niet meegerekend bij het vaststellen van de bemesting.

Uit dezelfde enquête komt naar voren dat ruim 66% van de telers aangaf dat grondonderzoek doorslaggevend is bij het vaststellen van de bemestingsgift. Hoe serieus het advies wordt gevolgd blijft een open vraag

Wel kan worden gesteld dat in de vollegrondsgroenteteelt ruim wordt bemest vanuit de gedachte dat overmaat minder schade doet dan ondermaat en vanuit de wetenschap dat de kosten van de bemesting slechts een klein deel van de totale kosten uitmaken.

2.3 Fosfaattoestand van de grond

2.3.1 Akkerbouw

Van de bemonsteringen van het bouwland in het seizoen 1992-1993 zijn de fosfaatwaarderingen ingedeeld naar grootlandbouwgebied en naar grondsoort weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. Het mediane Pw-getal van bouwland per landbouwgebied ingedeeld naar grondsoort in seizoen 1992/1993. Bron: NMI en BLGG.

	diluviaal zand	dal- grond	jonge zeeklei	oude zeeklei	rivier- klei	löss
Noordelijk klei	52	-	41	-	-	-
Flevoland + Noord-Holland	-	-	36	37	-	-
Westelijk weide	-	-	-	37	-	-
ZW klei	-	-	39	-	-	-
Rivierklei	-	-	-	-	37	-
Noordelijk zand	51	63	-	-	-	-
Oostelijk zand	62	-	-	-	43	-
Centraal zand	78	-	-	-	-	-
Zuidelijk zand	73	-	34	-	56	-
Veenkoloniën	50	56	34	-	-	-
Limburg	-	-	-	-	-	56
gemiddeld	62	57	39	37	45	56

Het betreft hier de mediaanwaarden van de Pw-getallen. De hoogste fosfaattoestanden worden gevonden in de zandgebieden van Centraal (Veluwe en Utrecht) en Zuid-Nederland (Noord-Brabant en Limburg). De fosfaattoestanden van de kleibouwlandpercelen liggen aanzienlijk lager dan die van de zand- en dalgronden.

In vergelijking met de monsterresultaten van vier jaar daarvoor is in alle gebieden de mediaanwaarde met 3 tot 5 punten toegenomen (vergelijk tabel 6 met bijlage 1; zie ook tabel 2).

In tabel 7 zijn de percentages van de percelen weergegeven die beneden, respectievelijk boven de te handhaven toestand liggen. Voor zeekleigronden geldt hiervoor het traject Pw 26 tot en met 45 en voor de andere grondsoorten Pw 31 tot en met 45. In de zeekleigebieden ligt de helft tot tweederde van de percelen binnen dit streeftraject, terwijl in de zandgebieden minder dan een derde van de percelen in het streeftraject vallen. Opvallend is het lage aandeel monsters met lage fosfaatwaardering en het grote aandeel (tweederde) in de hoge waarderingsklassen. In de rivierkleigebieden is verdeling naar fosfaattoestanden het meest evenwichtig.

Tabel 7. Percentage van het bouwland met Pw-getallen respectievelijk onder en boven de te handhaven toestand. Seizoen 1992/1993. Bron: NMI en BLGG.

landbouwgebied	grondsoort ¹⁾					
	diluviaal zand	dal- grond	jonge zeeklei	oude zeeklei	rivier- klei	löss- grond
Noordelijk klei	13/61	-	12/38	-	-	-
Flevoland + Noord-Holland	-	-	18/24	10/23	-	-
Westelijk weide	-	-	-	17/27	-	-
ZW klei	-	-	12/33	-	-	-
Rivierklei	-	-	-	-	37/35	-
Noordelijk zand	16/58	5/72	-	-	-	-
Oostelijk zand	13/67	-	-	-	26/44	-
Centraal zand	10/75	-	-	-	-	-
Zuidelijk zand	8/77	-	22/19	-	22/54	-
Veenkoloniën	13/57	6/61	14/21	-	-	-
Limburg	-	-	-	-	-	12/64
gemiddeld	12/67	6/71	13/33	12/24	33/41	12/64

¹⁾ Te handhaven toestand zeeklei Pw 25 tot en met 45 en andere grondsoorten Pw 30 tot en met 45.

2.3.2 Groenteteelt

De toestanden van percelen die in gebruik zijn voor de teelt van vollegrondsgroenten zijn weergegeven in tabel 8. De verdeling is weergegeven in waarderingsklassen zoals deze in de advisering gebruikt worden. Opvallend zijn het hoge percentage percelen (71%) met fosfaattoestand boven de klasse 'goed' in het zuidelijke zandge-

bied van Noord-Brabant en Limburg en de lage waardering voor de aangrenzende lössgronden. In de teeltgebieden op de klei van Noord-Holland en Flevoland valt krap dertig procent van de percelen in de klassen boven 'goed'.

Het maken van een vergelijking met de waarderingen voor het bouwland ligt voor de hand, maar is aan de hand van dit cijfermateriaal niet eenvoudig te maken. De bouwlandwaardering is naar Pw-getal en voor groenteteelt wordt een indeling gemaakt naar grondsoort, P-Al-cijfer en Pw-getal. Zo kan een Pw-getal van 35 voorkomen in de klasse 'laag' tot 'vrij hoog' en kan de waardering 'goed' slaan op Pw 31 tot en met 110 en 'vrij hoog' van Pw 31 tot oneindig !

Tabel 8. De verdeling in procenten van de grondmonsters in waarderingsklassen voor de fosfaat-toestand van groenteteeltpercelen naar gebied en grondsoort. Seizoenen 1990/1991 en 1991/1992. Bron: BLGG.

gebied en grondsoort	klasse fosfaattoestand (%)							aantal mon- sters
	zeer laag	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	zeer hoog	
Flevol. + N.Holland klei	6	9	25	31	21	6	2	1631
Flevol. + N.Holland zand	12	16	18	12	15	14	13	126
Zuidelijk zand	3	4	9	13	16	24	31	4385
Zuidelijk zand klei	10	18	17	14	20	14	7	157
Veenkoloniën dalgrond	-	7	22	19	19	26	7	42
Limburg löss	33	17	9	13	12	8	8	166
Overig zand	8	10	14	18	14	16	20	545
Overig klei	8	11	18	19	13	14	17	927

2.4 Gevolgen voor het milieu

In het voorgaande is geconstateerd dat de fosfaathoeveelheden in de bouwvoor van akker- en tuinbouwgronden toeneemt. Aangenomen kan worden dat bij erg ruime fosfaatbemesting dit ook in diepere lagen het geval is. Goed cijfermateriaal is sporadisch voorhanden. In veeljarig onderzoek met toediening van grote giften runderdrijf-

mest met een jaarlijks fosfaatoverschot van 148 kg P_2O_5 per ha gedurende negen jaar werd tot in de laag van 20-60 cm van een enkeerdgrond een verhoging van het Pw-getal gevonden. Op een kleigrond werd na vijf jaar een verhoogd Pw-getal gevonden in de laag 20-40 cm bij een overschot van 189 kg P_2O_5 per ha per jaar (Schröder, 1985). Een verrijking met fosfaat van de diepere lagen kan dus plaatshebben. De kans dat dit gebeurt is heel groot in de zandgebieden waar de dierlijke mest in overvloed wordt geproduceerd en is uitgereden op een te geringe oppervlakte. In het akkerbouwadvies wordt voor percelen met Pw-getal boven 60 geen fosfaatbemesting geadviseerd. De toename van de mediaan-Pw in tabel 2 toont dat fosfaataanvoer toch doorgaat vanwege de druk van de mestoverschotten.

De norm voor het oppervlaktewater ligt op 0,15 mg P (0,34 mg P_2O_5) per liter en voor grondwater in zandgebieden is de streefwaarde 0,4 mg P (0,90 mg P_2O_5) per liter. De norm voor het oppervlaktewater wordt al overschreden als 1 kg P_2O_5 uit- of afspoelt. Voor kleigrond ontbreken nog normen (Breeuwsma en Berghs, 1993).

De normen voor fosfaat (P_2O_5) krijgen zoveel aandacht omdat ze zeer scherp zijn, namelijk een factor 100 kleiner dan die gelden voor nitraat: 0,15 mg P en 11,2 mg nitraat N of 0,34 mg P_2O_5 of 50 mg NO_3 .

Voor ondiep ontwaterde zandgronden geldt dat uitspoeling van fosfaat al beneden de toestand 'ruim voldoende' kan plaatshebben als gevolg van overschrijding van de maximaal toelaatbare fosfaatconcentratie (Breeuwsma en Ehlert, 1991). Dus ook bij het volgen van het advies kan fosfaat uitspoelen. In dit geval is sprake van een conflict tussen de landbouwkundig gewenste toestand, waarbij gestreefd wordt naar economisch optimale opbrengsten en de milieuhygiënisch gewenste toestand.

Volgens Schoumans e.a. (1991) is van minder goed ontwaterde bouwlandpercelen - in de zandgebieden ($\pm$ 56.000 ha met grondwaterklasse III en V) 85% verzadigd met fosfaat. Hierbij wordt een grond fosfaatverzadigd genoemd als 25% van de bindingscapaciteit is bezet. Bij zo'n bezetting zal fosfaat gaan uitspoelen gedurende perioden met een hoge grondwaterstand. Deze verzadigde gronden komen vooral voor in de gebieden met mestproduktie-overschot/hoge fosfaattoestand van de grond. Van klei- en veengronden is de relatie van de fosfaattoestand en -verzadiging niet bekend.

Ook bij gronden die goed ontwaterd zijn en hoge Pw-getallen hebben is de kans op

verzadiging en doorslag van fosfaat aanwezig. In veel gronden is sprake van preferente stroming. Er zijn schattingen dat dit verschijnsel in driekwart van de Nederlandse bodems voorkomt en zich niet alleen beperkt tot de scheurende kleigronden. Gezien deze dreiging van doorlekken of doorslaan is voorzichtigheid met fosfaataanwending geboden. Een gevolg hiervan is dat problemen kunnen ontstaan ten aanzien van de mestafzet.

Het streven naar hoge fosfaattoestanden, zoals in de intensieve vollegrondsgroenteteelt gebeurt en wordt ondersteund door het advies zal ook tot genoemde conflictsituatie leiden, vooral daar waar de ontwatering matig is.

Het leren kennen van de gevolgen voor het milieu bij toepassing van het huidige en toekomstige bemestingsadvies is van groot belang. Gepoogd moet worden de in de Inleiding genoemde definitie van evenwichtsbemesting uit te bouwen tot een bruikbaar instrument.

3. NAAR EVENWICHTSBEMESTING

Om overdosering met fosfaat te voorkomen is door de overheid gekozen voor een beleid van evenwichtsbemesting van fosfaat. Hierbij dient de gift redelijk overeen te komen met de onttrekking door de gewassen. Hoe 'redelijk' moet worden ingevuld is momenteel in onderzoek (paragraaf 3.3).

De gevolgen voor teelten die voortkomen uit de beleidskeuze voor evenwichtsbemesting worden besproken in de hoofdstukken 4 en 5, respectievelijk voor akkerbouw- en groentegewassen. Onderwerpen die niet aan teelten gebonden zijn komen in dit hoofdstuk aan de orde.

3.1 Bemestingsadviezen

Het nu in gebruik zijnde advies voor de bemesting van bouwland met fosfaat is gebaseerd op het Pw-getal en is ingevoerd in 1970. Het is in 1984 aangevuld met het begrip streefgetal; de jongste aanpassing van de adviestabel voor gewassen vond in 1992 plaats. Het fosfaatadvies uit de 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen 1992-1993' is als bijlage 2 aan dit rapport toegevoegd. Ook het fosfaatadvies voor vollegrondsgroentegewassen is bijgevoegd (bijlage 3). Dit laatste advies dateert van 1984 toen een aantal regionale, soms ver uiteenlopende advies-schema's zijn samengevoegd.

Voor beide adviezen worden een aantal opmerkingen gemaakt.

3.1.1 *Grondonderzoek*

De adviezen zijn gebaseerd op chemisch grondonderzoek. In beide adviezen wordt gebruik gemaakt van het Pw-getal. Dit wordt verkregen na een extractie van één deel grond met 60 delen water. Voor het groente-advies wordt tevens een bepaling gedaan van de P-Al-waarde. Hierbij wordt de fosfaathoeveelheid bepaald met behulp van een 1 op 20 extractie met een oplossing ammoniumlactaat en azijnzuur. De laatste bepalingsmethode geeft een hogere fosfaathoeveelheid in de grond aan dan

met de Pw-methode wordt gevonden. Het Pw-getal wordt een intensiteitsparameter genoemd en het P-Al-getal een capaciteitsparameter. In het groente-advies wordt voor korte teelt met het Pw-getal gewerkt en voor lange teeltduur wordt het P-Al-cijfer in de advisering betrokken.

In een onderzoek in verse grondmonsters van zandgronden werd gevonden dat via de P-Al-methode 28% (spreiding 19-37%) van de totale hoeveelheid fosfaat is geëxtraheerd. Via de Pw-methode werd slechts 4% (spreiding 1,3-6,7%) als direct beschikbaar fosfaat benoemd (Schoumans e.a., 1991).

Momenteel is onderzoek gaande naar het gebruik van een CaCl_2 -oplossing voor de bepaling van nutriëntgehalten in grondmonsters.

3.1.2 Adviezen voor akkerbouw en groenteteelt

Het fosfaatadvies voor de akkerbouw (bijlage 2) bestaat uit drie min of meer los van elkaar toe te passen adviezen, namelijk een gewasgericht advies, een advies om het streefgetal (Pw 25 op zeeklei en Pw 30 op andere gronden) te bereiken en één om de toestand ruim voldoende (respectievelijk Pw 25-45 en 30-45) te handhaven. Voor de intensieve groenteteelt worden de grondsoorten eerst gewaardeerd naar het P-Al-cijfer en vervolgens wordt via het Pw-getal de fosfaatgift voor de gewassen die in drie gewasgroepen zijn ingedeeld vastgesteld (bijlage 3).

Gewasgericht advies akkerbouw

Het zwaartepunt van het onderzoek waarop het gewasgericht advies is gemaakt, lag bij het gewas aardappelen. Volgens Ris en Van Luit (1973) zijn 172 proefvelden met fosfaathoeveelheden voor de aardappelteelt betrokken in de berekeningen. De proeven lagen door geheel Nederland op verschillende grondsoorten in de jaren 1958-1960 en 1968-1970. In de berekeningen die tot het advies leidden is een verhouding in prijzen van 1 kg P_2O_5 en 5 kg aardappelen (1:5) aangenomen. Deze prijsverhouding wordt ook in het nu gangbare advies aangehouden. In het advies zijn met de hoeveelheden fosfaat economisch optimale opbrengsten te behalen. Een sterke wijziging in de verhouding van meststof- en aardappelprijzen kan dus reden zijn het advies aan te passen. Zo kan bij mestprijzen van f 0,00 een zéér hoge fosfaatbemesting economisch rendabel zijn; in wezen is dan het technisch maximum

het economisch optimum. De andere gewassen zijn ingedeeld in groepen naar fosfaatbehoefte. Dit gebeurde door de opbrengstderving bij weglaten van de fosfaatbemesting ten opzichte van de opbrengsten met bemesting te vergelijken met de dervingen aan opbrengsten bij aardappelen (V.d. Paauw, 1955). Vervolgens zijn voor een groep fosfaatbehoefte gewassen representatief gewas (bieten, erwten en tarwe) de economische optimale fosfaathoeveelheden berekend (Ris en Van Luit, 1973; Bakker en Ris, 1971).

Streefgetal en verhoging fosfaattoestand

In tegenstelling tot het gewasgerichte advies zijn de adviezen voor het streefgetal gericht op het lange termijnbemestingsbeleid. De daarvoor benodigde data zijn verkregen uit veeljarige proefvelden met fosfaathoeveelheden en -toestanden van de grond. In de geldende adviestabel (bijlage 2) is een onderscheid gemaakt naar grondsoorten.

Uit veldproeven met fosfaattoestanden en -hoeveelheden zijn de streefwaarden voor de fosfaattoestanden afgeleid; nu worden die proefvelden gebruikt om de fosfaatbehoefte en de reactie op de fosfaattoestand van de grond van relatief onbekende gewassen te toetsen.

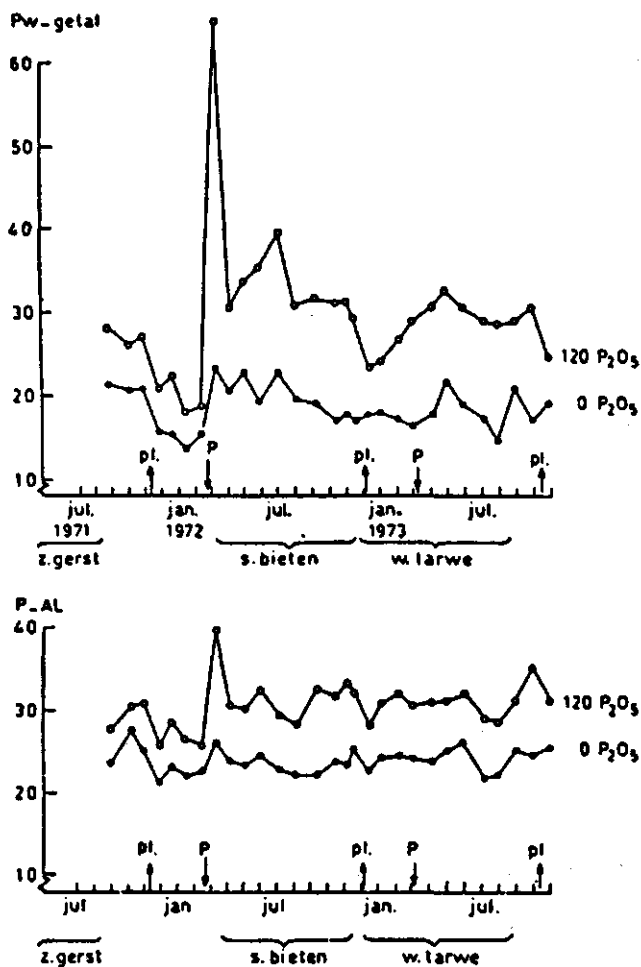
Gewasgericht advies groenteteelt

Het advies voor de groenteteelt wordt uitvoerig besproken in paragraaf 5.1.1. Hier wordt volstaan met op te merken dat een goede onderbouwing ontbreekt en dat bijstelling naar het niveau van het akkerbouwadvies gewenst lijkt.

3.2 Pw-getal en grondbemonstering

De fosfaat-indicator Pw kan in het seizoen sterk wisselen. Een voorbeeld hiervan wordt getoond in figuur 1. In sommige gevallen zijn de veranderingen te verklaren, bijvoorbeeld door de hoofdgrondbewerking en het toedienen van de fosfaatmeststof. Andere sprongen in het Pw-getal zijn niet verklaarbaar. Het P-Al-cijfer laat de geconstateerde veranderingen minder duidelijk zien en soms is de reactie niet

overeenkomstig met die van het Pw-getal. Een gevolg van deze sprongen van het Pw-getal is dat de adviesgiften steeds wat kunnen wijzigen ten opzichte van een voorgaande bemonstering. Om grote sprongen van de ene naar de andere bemonsteringsuitslag te beperken is het raadzaam een vast tijdstip in het bouwplan en op de kalender (bijvoorbeeld 1 oktober) te kiezen voor de bemonstering.



Figuur 1. Verloop van het Pw-getal en van het P-Al-getal bij maandelijkse bemonsteringen in een proef op kalkrijke, lichte zeeklei. Door pijltjes zijn de tijdstippen van fosfaatbemesting (P) en hoofdgrondbewerking (pl) aangegeven (Prummel, 1974).

Ook dan kunnen verschillen ten opzichte van vorige en volgende bemonsteringen voorkomen die moeilijk verklaarbaar zijn. Volgens Prummel (1974) zijn verschillen van 5 tot 14 Pw-eenheden toelaatbaar bij fosfaattoestanden oplopend van Pw-getal 10 tot 100.

Het Pw-getal zegt dus iets over het 'niveau' van de fosfaattoestand en is voor fijnregeling weinig geschikt.

Naast een in deze notitie aangeduid verschil in fosfaatadvisering en toestandwaardering tussen de akkerbouw en groenteteelt wordt ook een verschillend ritme van grondmonsteronderzoek gevolgd. In de groenteteelt wordt overwegend eenmaal per 2 jaar bemonsterd, terwijl in de akkerbouw een intensiteit van eenmaal per 4 à 5 jaar aangehouden wordt. Het nauwe bemonsteringsritme in de groenteteelt wordt gezien als een extra zekerheid ten aanzien van de hoge teeltkosten. De hoge fosfaattoestand en de vaak hoge fosfaatbemesting op groentepercelen geeft ook een extra zekerheid ten aanzien van de fosfaatvoorziening zodat met extensiever grondonderzoek ter controle van het bemestingsbeleid kan worden volstaan.

Indien het (fosfaat)bemestingsbeleid voor een perceel of bedrijf sterk gewijzigd wordt, kan een nauw ritme van bemonsteren echter wel interessant zijn.

Bij het verlagen van de fosfaatgiften is plaatstelijke toediening een oplossingsrichting. Als gevolg daarvan zal de heterogeniteit van de fosfaattoestand van de bouwvoor toenemen. De gevolgen hiervan voor de betrouwbaarheid van de gevonden toestandsindicator (Pw-getal) behoeft aandacht.

3.3 Onvermijdbare fosfaatverliezen

Met onvermijdbaar verlies wordt bedoeld de hoeveelheid nutriënten, in dit geval fosfaat ($\text{kg P}_2\text{O}_5$) per hectare per jaar, die boven de onttrekking nodig is om de bemestingstoestand van de grond (Pw- of PAI-getal) gelijk te houden.

Ervaring met proefvelden op verschillende grondsoorten is dat de hoeveelheid P_2O_5 die nodig is om de fosfaattoestand van de grond te laten stijgen divers is. Huidig onderzoek laat zien dat het onvermijdbaar fosfaatverlies - bij gelijkblijvend Pw-getal

een grote spreiding in uitkomsten geeft. Het gemiddeld verlies berekend via regressie-analyse bedroeg 64,5 kg P_2O_5 per hectare, maar over de diverse deelverzamelingen varieert dit van -6371 kg tot 2581 kg. De zeer lage correlatiecoëfficiënt tussen verandering van Pw-getal en bijbehorende fosfaatoverschot geeft aan dat verandering van de fosfaattoestand in geringe mate wordt bepaald door het fosfaatoverschot. De betrouwbaarheid van het bepaalde onvermijdbare verlies is zeer beperkt. Duidelijk is wel dat naarmate de fosfaattoestand van de grond hoger is het onvermijdbare verlies toeneemt. Kalkbemesting zorgt eveneens voor een toename van het onvermijdbare verlies.

Berekening van het onvermijdbare verlies via mediaan en gemiddelde laten een minder grote spreiding zien. Het mediane en het gemiddelde onvermijdbare verlies van de totale verzameling bedragen respectievelijk 49,5 en 66,0 kg P_2O_5 per hectare. Voor de diverse deelverzamelingen varieert het mediane onvermijdbaar verlies van -183 tot 182 kg en het gemiddelde onvermijdbaar verlies van -270 tot 278 kg. Ook voor mediaan en gemiddelde geldt dat het onvermijdbare verlies toeneemt naarmate de fosfaattoestand van de grond hoger is en/of kalkbemesting wordt toegepast.

Het bepalen van de juiste onvermijdbare verliezen is met de hiervoor genoemde methoden zeer beperkt. De berekende onvermijdbare verliezen zijn niet betrouwbaar (Alblas en Postma, 1994).

3.4 Omgevingsfactoren

De opname van fosfaat door planten is afhankelijk van vele factoren zoals eigenschappen van het gewas, van de grond en van meststoffen.

Sommige gewassen reageren sterk op een verse fosfaatbemesting (bijvoorbeeld aardappelen) en andere (granen) vertonen geen produktieverlaging bij een laag fosfaataanbod. Zo kunnen klaver en granen door het afscheiden van een fosfatase uit de wortels organisch gebonden fosfaat vrijmaken en opnemen (Tarafdar en Claassen, 1988). Verder zijn eigenschappen als wortellengte en -diameter van belang en is de fosfaatbehoefte gewasbepaald (Van Noordwijk e.a., 1990). Sommige

gewassen behoeven relatief veel fosfaat in het jeugd stadium en andere, zoals erwten, reageren sterk op fosfaataanbod kort voor de zaadvorming.

De beschikbaarheid van fosfaat in de grond wordt bepaald door de fosfaathoeveelheid en de concentratie in het bodemvocht. Deze is echter weer afhankelijk van bodemeigenschappen als pH, kalk- en organische stofgehalte en ijzer- en aluminiumgehalte. Het beschikbaar komen wordt bepaald door de dichtheid en vochtgehalte van de grond en de temperatuur (Van Noordwijk e.a., 1990). De gegeven adsorptie-isothermen van zand- en kleihoudende gronden zijn niet duidelijk te onderscheiden zodat niet gesproken kan worden van verschil in beschikbaarheid van fosfaat tussen zandgronden en kleigronden.

3.5 Rendement van mestsoorten

Uit een voorgaande paragraaf (2.2.1) komt naar voren dat benutting van fosfaat uit kunstmest anders (hoger) is dan van fosfaat uit dierlijke mest. Dit is door anderen bevestigd (Van Dijk, 1989; Prummel en Sissingh, 1983). De laatstgenoemde auteurs komen tot een werkingscoëfficiënt van 0,77 tot 0,86 waarbij sprake is van een grove relatie met het gehalte anorganisch fosfaat. Gerekend naar het effect op het Pw-getal 1½ jaar na aanwending is de werking van runderdrijfmest aanzienlijk lager dan die van varkensmest en slachtkuikmest. Deze beide mestsoorten gaven op lange termijn een werking die overeenkomt met die van superfosfaat.

Bij een normale op gewasbehoefte afgestemde dosis dierlijke mest is er niet meer risico voor uitspoeling van fosfaat dan bij kunstmest. Uitspoeling zal niet een gevolg zijn van de vorm waarin fosfaat wordt aangevoerd, maar van de dosis die op of in de percelen gebracht wordt (Gerritse, 1981).

In de veevoedersector wordt hard gewerkt om de voederconversie van de voedermiddelen te verbeteren en zodoende de nutriëntengehalten te kunnen verlagen, zodat minder nutriënten ongebruikt door het dier gaan en in de mest komen. Naast een verlaging van gehalten (Cu, N, P enz.) zullen ook andere bindingsvormen als gevolg van toevoegingen in de mest voorkomen dan voorheen. Dit kan tot gevolg

hebben dat de werking van nutriënten in de mest vermindert, verbetert, vertraagt of versnelt. De bemestingswaarde dient te worden vastgesteld in veldproeven na een voorafgaande toetsing van beschikbaarheid en werking van het fosfaat door chemici en potproeven. Kort geleden is een door FOMA medegefinancierde studie begonnen naar de fosfaatwerking van dierlijke mest.

4. AKKERBOUWGEWASSEN

4.1 Stand van zaken

4.1.1 Gewasbehoefte

In bijlage 4 zijn gemiddelde afvoercijfers van verschillende akkerbouwgewassen weergegeven. Binnen gewassen kan er echter sprake zijn van grote spreiding hetgeen meteen het bezwaar aangeeft van het gebruik van normcijfers. Het gebruik hiervan geeft op termijn dus altijd landbouwkundige (actuele afvoer > normaafvoer) dan wel milieukundige (actuele afvoer < normaafvoer) problemen. Mogelijk dat bij een aantoonbaar hoger afvoer dan de toekomstige norm een ontheffing kan worden verleend. In overleg met het IKC-MKT/V&M zal moeten worden nagegaan bij welke gewassen en bij welk soort proeven het zinvol zou zijn de fosfaatgehalten en -afvoer vast te stellen. Bij fosfaatproeven is dit in ieder geval zinvol.

Belangrijke vraag is voorts of evenwichtsbemesting in overeenstemming is met het vereiste niveau voor een landbouwkundig optimale produktie van akkerbouwgewassen. De omvang van de landbouwkundig optimale fosfaatbemesting hangt af van de fosfaattoestand van de grond en de fosfaatbehoefte van het gewas (zie adviesbasis bijlage 2). Uitgaande van een fosfaattoestand ruim voldoende wordt bij fosfaatbehoefte gewassen (aardappelen, maïs en peulvruchten) een hogere gift geadviseerd dan de afvoer terwijl bij niet-fosfaatbehoefte gewassen (onder andere granen) het omgekeerde het geval is. Wanneer evenwichtsbemesting wordt toegepast op bouwplanniveau dan doen zich vrijwel geen problemen voor (Breeuwsma & Ehler, 1991). Bij een veel voorkomend bouwplan met aardappelen, suikerbieten en granen bedraagt de afvoer ongeveer 70 kg P_2O_5 per ha. Bij een toestand van ruim voldoende (Pw-getal 35-40) is dan sprake van evenwicht tussen aan- en afvoer (tabel 9).

Tabel 9. Geadviseerde fosfaatgift (kg P_2O_5 per ha) in relatie tot fosfaattoestand van de grond bij een bouwplan met aardappelen, suikerbieten en granen op diluviaal zand (gemiddelde afvoer bedraagt 70 kg P_2O_5 per ha).

Pw-getal	10	15	25	35	40	60	80
fosfaatgift	170	142	102	77	67	15	0

Bij toepassing van evenwichtsbemesting op gewasniveau zullen met name problemen kunnen optreden bij fosfaatbehoefte gewassen (gewasgroep I in de adviesbasis). In het hier onderstaande zullen deze gewassen achtereenvolgens worden besproken.

Aardappelen

Uit onderzoek van Ris & Van Luit (1978) bleek dat het toepassen van evenwichtsbemesting bij een fosfaattoestand voldoende tot ruim voldoende leidde tot geringe opbrengstreducties van 1-3 % (tabel 10).

Tabel 10. Relatieve opbrengstderving bij evenwichtsbemesting (in % van de opbrengst bij geadviseerde gift).

Pw-getal	aardappelen *	stamslabonen	snijmaïs
10	6 (15)	-	6
20	3 (7)	6	2
30	2 (3,5)	4	2
40	1 (0)	-	0
50	0	1	0

* tussen haakjes staat de opbrengstderving ten opzichte van de opbrengst die verkregen wordt bij een toestand ruim voldoende.

Wanneer als gevolg van een hoge grondwaterstand (Gt-klasse III en V) een veel lagere Pw-waarde vereist is om fosfaatverzadiging te voorkomen kunnen de op-

brenghstdervingen oplopen tot 15 % in vergelijking tot de maximale haalbare opbrengsten die verkregen kunnen worden bij een ruim voldoende fosfaattoestand. Op dit soort gronden worden echter vrijwel geen aardappels geteeld. Naast opbrengst is tevens de sortering van belang. Uit onderzoek is gebleken dat een krappe fosfaatvoorziening leidde tot een grovere sortering en een vertraagde afrijping hetgeen met name ongunstig is voor de teelt van pootaardappelen (Fischnich en Pätzold, 1961; Prummel, 1978). Ook de selectie op zieke planten is minder gemakkelijk bij een lagere fosfaatvoorziening.

Maïs

Ook bij maïs kan er sprake zijn enige opbrengstderving wanneer evenwichtsbemesting wordt toegepast bij een fosfaattoestand voldoende tot ruim voldoende (tabel 10). Met name in de jeugdfase kan een fosfaattekort zich heel scherp aftekenen door paarsverkleuring en een geremde lengtegroei (Arnold en Ten Hag, 1982). Bij de oogst zijn de effecten vaak veel geringer.

Met name op veehouderijbedrijven komt het soms voor dat maïs wordt geteeld op zandgronden met een hoge grondwaterstand. In dat geval zal bij een fosfaattoestand gelijk aan de streefwaarde er reeds sprake zijn van fosfaatverzadiging. De gevolgen van een gereduceerde fosfaatbemesting bij lage fosfaattoestanden zijn niet aan te geven. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat dergelijke lage, natte percelen minder geschikt zijn voor de teelt van een warmteminnend gewas als maïs.

Peulvruchten

Uit onderzoek van Prummel (1979) blijkt dat op kleigrond het vereiste bemestingsniveau voor stamslabonen en veld/tuinbonen redelijk aansluit bij het advies voor aardappelen. Op zandgrond moeten deze gewassen echter zwaarder worden bemest dan aardappelen indien geen rijenbemesting wordt toegepast. Is dit wel het geval dan kan op zand- en dalgronden met eenzelfde gift worden volstaan als bij aardappelen. Deze vrij scherpe fosfaatreactie werd niet waargenomen in later onderzoek op zand- (Prummel, 1981) en kleigrond (Timmer, 1990).

Ook erwten worden aangemerkt als een fosfaatbehoefstig gewas. Met name in de jeugdfase is de behoefte groot door het dan nog zwak ontwikkelde wortelstelsel. Bij

erwten spelen naast opbrengst ook kwaliteitsaspecten een rol. De consumptiewaarde van groene erwten wordt onder andere bepaald door de kookkwaliteit welke samenhangt met het fosfaatgehalte van de korrel (Veenbaas, 1956, 1961).

4.1.2 *Interactie fosfaat en stikstof*

De Commissie Stikstof (Goossensen en Meeuwissen, 1990) heeft de aanbeveling gedaan de stikstofbemestingsadviezen aan te passen aan milieudoelstellingen. Onbekend is echter wat de gevolgen zijn van een verlaging van zowel de fosfaat- als de stikstofgift voor zowel opbrengst als kwaliteit (gehalte en soort eiwit) van het geoogste produkt.

4.2 Oplossingsrichtingen

Nadelige effecten op zowel opbrengst als kwaliteit kunnen mogelijk worden voorkomen door de fosfaat efficiënter toe te dienen door rijen- of bladbemesting of in het algemeen door het nemen van teeltmaatregelen die leiden tot een snelle onderschepping van fosfaat.

4.2.1 *Rijenbemesting*

Uit onderzoek bij een aantal fosfaatbehoeftige gewassen als maïs (Arnold & Ten Hag, 1982) en stamslabonen (Prummel, 1981) bleek de efficiëntie sterk te kunnen worden verbeterd door de fosfaat in de rij toe te dienen. De huidige adviesbasis geeft dan ook aan dat bij de fosfaatbehoeftige gewassen als maïs en stamslabonen in het geval van rijenbemesting de gift kan worden beperkt tot maximaal de helft van de breedwerpige gift. Bij andere fosfaatbehoeftige gewassen als veld- en tuinbonen en aardappelen waren de effecten van rijenbemesting geringer of niet aanwezig (Prummel, 1982; Timmer, 1990; Holmes en Shiles, 1980). Wel zijn bij aardappelen gunstige effecten waargenomen op vastleggende, fosfaatarme gronden (Prummel, 1977). De verschillen in reactie op een rijenbemesting kunnen mogelijk worden toegeschreven aan verschillen in wortelontwikkeling, groeiduur en temperatuur. Daarnaast spelen de grondsoort en natuurlijk ook de fosfaattoestand van de grond

een rol.

Bij gewassen die in de praktijk vaak worden bemest met dierlijke mest (onder andere maïs) zijn de plaatsingsmogelijkheden in de rij technisch veel minder eenvoudig. Eerste resultaten van lopend onderzoek wijzen echter uit dat ook rijenbemesting met dierlijke mest van positieve invloed is op de opbrengst van snijmaïs (Schröder, persoonlijke mededeling). Het is echter niet geheel duidelijk of het effect volledig kan worden toegeschreven aan fosfaat of dat ook een betere plaatsing van stikstof een rol heeft gespeeld. Naast plaatsing in het horizontale vlak is ook plaatsing in het verticale vlak van belang (toedieningsdiepte).

Samenvattend kan worden gesteld dat het vooralsnog niet nodig lijkt aan onderzoek naar fosfaatrijenbemesting bij akkerbouwgewassen een hoge prioriteit toe te kennen. Dit wordt mede ingegeven door het feit dat er op bouwplanniveau zich in de akkerbouw vrijwel geen problemen voordoen. Dit is wel het geval bij de teelt van maïs op veehouderijbedrijven. Uit oogpunt van minimalisering van overschotten op de mineralenbalans is het ongunstig maïs uit oogpunt van fosfaatbehoefte zwaarder te bemesten. Onderzoek is daarom vereist naar een betere plaatsing van dierlijke mest, w.o. fosfaat bij maïs. Op het PAGV loopt reeds onderzoek naar de effecten van ondiepe toediening van dierlijke mest terwijl op het AB-DLO verkennend onderzoek is opgestart naar rijenbemesting van dierlijke mest.

4.2.2 *Bladbemesting*

Bij toediening van fosfaat via het blad gaat het vaak om kleine giften (5-10 kg P_2O_5 per ha). Wel kunnen hierdoor mogelijk tijdelijke fosfaattekorten, met name als gevolg van een beperkte wortelontwikkeling in de jeugdfase, worden voorkomen. Duidelijke onderzoeksgegevens ontbreken echter. Ook zou een bladbespuiting een gunstige invloed hebben op de sortering bij pootaardappelen. Dit ligt momenteel in onderzoek. Het IKC-AGV is momenteel bezig onderzoeksresultaten aangaande bladbemesting te inventariseren.

4.2.3 *Rassenkeuze*

Door verschillen in fosfaatbehoefte, wortelomvang en wortelgezondheid kunnen rasverschillen ontstaan in benutting van de aangeboden fosfaat. Bij een krapper aanbod van fosfaat kan mogelijk door een geschikte rassenkeuze opbrengstdervingen (deels) worden voorkomen. Over eventuele interacties tussen ras en fosfaatbemesting is weinig bekend.

4.2.4 *Zaadbehandeling*

Naast rijenbemesting kan de meststof ook dicht bij de plant worden gebracht door het zaad te coaten met een fosfaatmeststof. Onbekend is wat de effecten van dergelijke maatregelen zijn. Ook het enten van het zaad met bepaalde bacteriën (bijvoorbeeld *Azospirillum*) kan een verbeterde fosfaatopname tot gevolg hebben. Bij maïs zijn hiermee nogal wisselende resultaten geboekt.

5. VOLLEGRONDSGROENTEN

Tegen de achtergrond van de in dit raamplan gehanteerde definitie van evenwichts-bemesting (een fosfaatgift, waarbij die streefwaarde voor de fosfaattoestand van de bodem wordt bereikt of gehandhaafd, die zo goed mogelijk is afgestemd op zowel de landbouw- als milieudoelstellingen) worden hier voor de vollegrondsgroenten achtereenvolgens behandeld het fosfaataanbod, de fosfaatonttrekking en de onvermijdbare fosfaatverliezen. Na kort te hebben aangegeven waar in de vollegrondsgroenteteelt de landbouw- en milieudoelstellingen strijdig met elkaar kunnen zijn, worden vervolgens doelen gesteld en oplossingsrichtingen aangedragen om de kans op vermijdbare fosfaatverliezen te verkleinen.

5.1 Stand van zaken

5.1.1 *Fosfaatbemestingsadvies*

De basis voor het fosfaataanbod is het fosfaatbemestingsadvies. Voor de vollegrondsgroenten geldt het fosfaatbemestingsadvies uit 1984 (zie bijlage 3). Het advies voor een aantal vollegrondsgroenten die ook op akkerbouwbedrijven geteeld worden, is tevens opgenomen in het akkerbouwadvies (zie bijlage 2). Bij laatstgenoemd advies bestaat een indeling naar fosfaatbehoefte in vier gewasgroepen. De vollegrondsgroenten zijn daarbij in de groep van de 'fosfaatbehoefte' gewassen (groep 1) geplaatst. Opvallend is dat groentegewassen, die op akkerbouwbedrijven geteeld worden een veel lagere adviesbemesting krijgen bij dezelfde fosfaattoestand van de grond dan volgens het advies voor de vollegrondsgroenteteelt. Voor de betreffende gewassen zijn in tabel 11 de beide adviezen naast elkaar gezet.

Tabel 11. Adviezen fosfaat-bemesting (in kg P_2O_5 per ha) van een aantal groentegewassen volgens akkerbouw-advies en volgens advies vollegrondsgroenten voor dekzand/dalgrond/rivier-klei/löss bij 2 Pw-reeksen.

Pw-getal	akkerbouwadvies			advies vollegrondsgroenten	
	15	51	>65	15	51/70
uien	170	55	0	350-250	250-50
spruitkool	170	55	0	350-250	250-50
bladspinazie	170	55	0	350-250	250-50
stamslabonen	340	110	0	400-300	300-75
consumptie-erwten	170	55	0	400-300	300-75
tuinbonen	340	110	0	400-300	300-75
wortelen	170	55	0	400-300	250-50
sluitkool	170	55	0	350-250	250-50
knolselderij	170	55	0	400-300	300-75
waspeen	170	55	0	400-300	300-75
kroten	170	55	0	350-250	250-50
augurken	170	55	0	350-250	250-50
prei	170	55	0	350-250	250-50
schorseneren	170	55	0	350-250	250-50
aardbeien	170	55	0	300-200	200-0

Daaruit blijkt dat het akkerbouw-advies voor dezelfde reeks van Pw-getallen veelal factor 1,5 tot 5 keer lager ligt dan het groente-advies. Alleen de adviezen voor tuinbonen en stamslabonen bij breedwerpig toediening liggen op gronden met een laag Pw-getal in dezelfde orde van grootte. Hoewel het akkerbouwadvies en het vollegrondsgroente-advies onderling niet echt vergelijkbaar zijn, vanwege een andere adviesopbouw, blijkt uit de vergelijking dat in de intensieve vollegrondsgroente-teelt gestreefd wordt naar hoge fosfaattoestanden.

Deze discrepantie tussen beide adviezen is in 1988 eveneens signaleerd in het 'Onderzoeksplan ten behoeve van een verbeterde adviesbasis voor de bemesting van intensieve vollegrondsgroenten' (Titulaer, 1988). Ook toen werd er vastgesteld dat voor een goed fosfaatbemestingsadvies voor de vollegrondsteelt nauwelijks onderzoeksresultaten beschikbaar zijn.

5.1.2 Fosfaatbehoefte per groentegewas

Hoewel het fosfaatbemestingsadvies voor vollegrondsgroenten (bijlage 3) een indeling maakt in 'gewassen met een hoge fosfaatbehoefte (andijvie, bos- en waspeen, knolselderij, peulvruchten, rabarber en sla), lage fosfaatbehoefte (aardbeien, witlof en groenten geteeld in combinatie met bloembollen), respectievelijk 'normale fosfaatbehoefte' (overige groenten) is er weinig Nederlands onderzoek voorhanden, waarbij groentegewassen onderling vergeleken worden ter onderbouwing van deze advisering. In Engeland (Greenwood, 1980) en Duitsland (Alt, 1987) zijn in meerjarige proeven de reacties per groente - gewas op fosfaat wel nader bekeken.

In het onderzoek van Greenwood (1980) is het effect van de fosfaatbemesting op de opbrengst, het fosfaatgehalte en de kwaliteit van 22 verschillende groente- en akkerbouwgewassen onderzocht. Hiervoor werden in totaal 56 proeven, elk met 15 fosfaatbemestingsniveaus, en met voldoende bemesting van stikstof en kali, uitgevoerd op aan elkaar grenzende proefvelden, waar het fosfaatgehalte op een laag niveau gehandhaafd is. De opbrengsten bleken gerelateerde aan het niveau van de fosfaatbemesting door een afnemende meeropbrengst-verloop. Hieruit werd een optimale verloop van de gewasreacties 'gefit'. Het verloop was bij veel gewassen identiek; niettemin waren er bij sommige gewassen aanzienlijke niveauverschillen. Bijlage 5 toont per gewas de gescoorde opbrengsten marktbaar produkt, de Qp (berekende factor voor de fosfaatbehoefte) en de optimale fosfaatgift (die hoeveelheid, waarbij bij verhoging van de gift met 10 kg P (23 kg P_2O_5) de opbrengst nog 1% toeneemt = ongeveer het economisch optimum). De Qp zou geldig zijn voor alle grondsoorten.

Aan de hand van de Qp-cijfers maakt Greenwood naar fosfaatbehoefte de volgende groepsindeling:

	gewas	gemiddelde bemesting
A zeer sterk fosfaat-behoefstig	: spinazie en sla	247 kg P/ha (565 kg P_2O_5)
B sterk fosfaat-behoefstig	: tuinbonen, stamslabonen, uien en prei	105 kg P/ha (240 kg P_2O_5)
C normaal fosfaatbehoefstig	: aardappelen en peen	63 kg P/ha (144 kg P_2O_5)
D weinig fosfaatbehoefstig	: alle andere groenten	34 kg P/ha (78 kg P_2O_5)

De resultaten van Alt (1987) komen in grote mate overeen met het onderzoek van Greenwood (zie figuur 2). Uitzondering daarop is de fosfaatreactie van spinazie, die in het Duitse onderzoek gemiddeld minder sterk is dan in het Engelse onderzoek. De variatie bij spinazie is in het Duitse onderzoek echter erg groot.

Opmerkelijk is dat in het Nederlandse vollegrondsgroente-advies ui, prei en spinazie niet als gewassen met een hoge fosfaatbehoefte genoemd worden. Daarentegen blijkt de fosfaatbehoefte van peen in het Engelse onderzoek normaal, en in het Duitse onderzoek sterk.

De oorzaken van grote fosfaatreacties kunnen gelegen zijn in een grote eigen opname, in een lage opname-capaciteit (klein wortelstelsel) van de plant, danwel geringe beschikbaarheid van opneembaar fosfaat. Tussen deze drie factoren bestaan ook weer interacties. De eerste twee factoren zijn gewasgebonden; de derde factor is door (gerichte) bemesting te beïnvloeden.

5.1.3 *Fosfaatonttrekking*

Aan de hand van de normgetallen verzameld door Berghs en Hotsma (1993) is een beeld te vormen over fosfaatafvoer bij vollegrondsgroentegewassen bij gemiddelde opbrengsten (bijlage 6). Weergegeven zijn een aantal teelten en gewascombinaties, die op een intensief vollegrondsgroentebedrijf het teeltplan zouden kunnen vormen. De hoogste afvoer wordt bereikt met 120 kg P_2O_5 per ha bij twee teelten per jaar van bleekselderij. Laag is de afvoer van fosfaat bij de teeltcombinatie broccoli/bloembollen (15 kg P_2O_5 per ha). Bij slechts zeven teeltcombinaties is de fosfaatafvoer 70 kg per ha of hoger.

Gezien deze afvoer-cijfers kan gesteld worden dat bij het huidige advies in absolute zin altijd meer fosfaat wordt aangeboden dan wordt opgenomen en afgevoerd bij een goede gewasgroei. Dit temeer daar tevens geadviseerd wordt voor elke volgteelt de helft van de adviesgift te strooien en voor zeer vroege teelten ten minste 50 kg fosfaat per ha te geven.

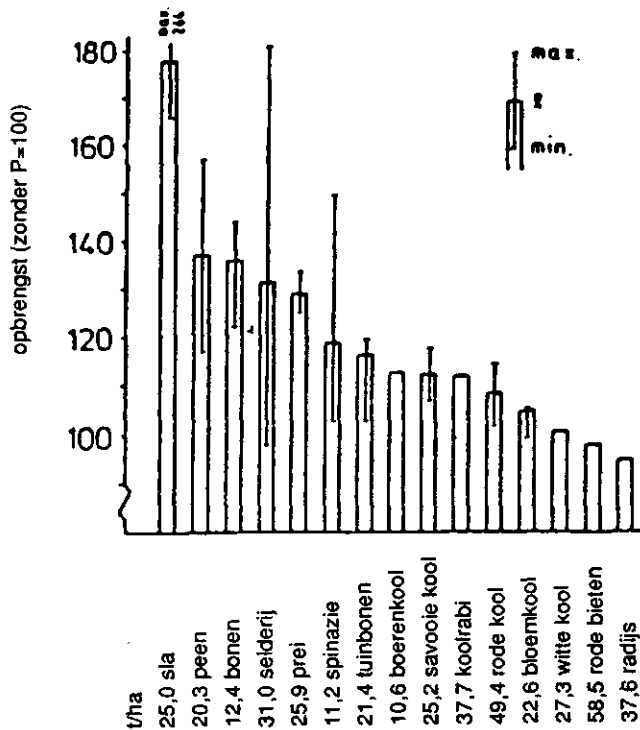
5.1.4 *Milieurisico*

De ruime fosfaatbemesting en lage afvoer geven een groot fosfaatoverschot waardoor hoge fosfaattoestanden van de grond zijn ontstaan. Uit voorgaande paragraaf

2.4 komt naar voren dat in het bijzonder op zandgronden een groot milieurisico bestaat. Hoewel groenteteelt op ondiep ontwaterde zandgrond weinig voorkomt, is er een risico gebonden aan beregening. Vooral op de intensieve groenteteeltbedrijven met hoge Pw-cijfers kunnen problemen als gevolg van fosfaatverzadiging ontstaan.

5.2 Oplossingsrichtingen

Het eerste doel moet zijn de noodzaak aan te tonen voor het niveau van het huidige fosfaatadvies voor vollegrondsgroentegewassen.



Figuur 2. De reactie van verschillende groentegewassen in procenten op fosfaatbemesting ten opzichte van geen fosfaat (= 100%).

Ten tweede dient men, zolang het advies van 1984 nog geldt, door verhoging van de efficiëntie, de mogelijkheden te onderzoeken om de voor het gewas opneembare hoeveelheid fosfaat gelijk te houden onder vermindering van de totale fosfaatgift per ha. Dit om eventueel verliezen door fosfaatuitspoeling te voorkomen en meer richting een evenwichtsbemesting te geraken.

5.2.1 Verbeterde onderbouwing fosfaatadvies voor vollegrondsgroenten

Zoals in voorgaande is toegelicht, is voor veel vollegrondsgroentegewassen het fosfaatbemestingsadvies slecht onderbouwd. Een plan voor een betere onderbouwing is in 1988 opgesteld. Een vervolg daarop is het fosfaatprojectvoorstel van het toenmalige IB (Ehlert e.a., 1992), dat ten opzichte van het plan uit 1988 uitgebreid is met herbewerking van oude proefveldgegevens en modelmatige berekeningen. Het verdient aanbeveling om uitvoering van dit plan in overweging te nemen. Het knelpunt bij de uitvoering van het plan zal zijn de beschikbaarheid van fosfaattoestanden-hoeveelheden proefvelden. Voor zavel en zware klei zijn die er wel. Voor de belangrijke grondsoort zand ontbreken deze proefvelden. Bij deze grondsoort dient onderscheid gemaakt te worden in 'veenkoloniale zandgronden' en 'andere' zandgronden. De opbouw van dergelijke proefvelden neemt 4-6 jaar in beslag. Gezien het feit dat in het jaar 1998 de mineraalbalans in de groenteteelt ingevoerd wordt, is de tijd te kort voor uitvoering van proeven op deze manier.

Wellicht kunnen door proeven onder geconditioneerde omstandigheden (bijvoorbeeld in m³-kisten) de validatie-data versneld verkregen worden. Door versnelde extractie van fosfaat kan zo'n proef binnen 1-2 jaar gestart worden. Zo'n proefopzet is kostenintensief, maar kan efficiënt gebruikt worden, omdat men niet aan seizoenen gebonden is.

Als het uitgangspunt van de proeven het 'landbouwkundig minimum' is in plaats van het 'economisch optimum', dan kunnen ook andere sectoren dan de vollegrondsgroenteteelt, zoals de akkerbouw (voor andere gewassen dan aardappel), de bollenteelt en de boomteelt van deze proefopstelling gebruik maken. Uit kostenoverweging is dat een goede zaak.

5.2.2 *Aanpassing fosfaatbemestingsadvies van enkele vollegrondsgroenten*

Bij die vollegrondsgroenten waarvoor een onderbouwd akkerbouwadvies en een vollegrondsvadvis voor fosfaatbemesting is, en die enkel binnen een akkerbouwrotatie geteeld worden, dient alleen het akkerbouwadvies gehandhaafd te worden. Dit geldt onder andere voor spruitkool. (De gewassen uien en witlof worden wel geteeld binnen een akkerbouwrotatie, maar specifieke onderbouwing van het akkerbouwfosfaatadvies voor deze gewassen ontbreekt. Samen met spruitkool omvatten beide gewassen wel 24600 ha (= een derde) van het totale vollegrondsgroente-areaal).

5.2.3 *Opnamecurven*

Voor een gerichte fosfaatbemesting naar tijdstip en behoefte dienen de opnamecurven voor fosfaat per gewas (gewasgroep) bekend te zijn. Gegevens hiervoor kunnen verzameld worden door gewasanalyses/grondmonsteranalyses vanuit het plan ter verbetering van het fosfaatbemestingsadvies vollegrondsgroenten (Titulaer, 1988). Een andere mogelijkheid is deze gegevens te verzamelen in proeven, uitgevoerd onder geconditioneerde omstandigheden. Wisselwerking van omgevingsfactoren (temperatuur, vochtigheid grond, antagonismen etc.) zijn dan beter te kwantificeren.

5.2.4 *Verbetering beschikbaarheid*

Daar de opname door het totale gewas vaak aanzienlijk kleiner is dan het aanbod, kan wellicht door verbetering van de efficiëntie van de opname met een lagere fosfaatgift per ha worden volstaan zonder produktieverlies. Verschillende mogelijkheden daarvoor in de vollegrondsgroenteteelt worden hier kort besproken.

Rijenbemesting

In het fosfaatbemestingsadvies voor de akkerbouw wordt voor stamslabonen en tuinbonen die op akkerbouwbedrijven geteeld worden, al rijenbemesting geadviseerd. Voor toediening als rijenbemesting adviseert men globaal de helft van de gift bij breedwerpig toediening (zie paragraaf 4.2.1).

Uitgaande van het huidige advies kan door rijenbemesting en aanpassing van de gift naar rato van de reikwijdte van de wortels, bij een aantal groentegewassen een

lagere totaalgift per ha bereikt worden. Kennis omtrent bewortelingsbreedte en -diepte van groentegewassen dient daartoe verzameld te worden. Met name bij zaaigewassen die op ruggen geteeld worden zoals peen en witlofwortels is deze verlaging mogelijk.

In gericht onderzoek dienen verder de mogelijkheden onderzocht te worden van fosfaatrijenbemesting bij een aantal gewassen met ruime rijenafstand (minimaal 30 cm). Andere dan bovengenoemde gewassen waarbij in de literatuur positieve effecten van rijenbemesting worden genoemd zijn de gewassen augurk, bleekselderij, courgette, suikermaïs en ijsbergsla.

Plantkluit/tray/plantgat-behandeling

Naast rijenbemesting kan bij gewassen die geplant worden, de fosfaat (althans nodig voor de beginontwikkeling) dicht bij de wortels gebracht worden door voornoemde behandelingen. Welke techniek per gewas het meest geschikt is, dient onderwerp van onderzoek te zijn, waarbij naast gewasreacties ook technische en logistieke aspecten een rol spelen. Wil men hogere doseringen meegeven zonder kans op gewasverbranding, dan zijn 'fosfaatpillen' die de meststof langzaam vrijgeven, wellicht een mogelijkheid. In de literatuur wordt een produktieverhoging gemeld van een gecombineerde stikstof en fosfaatbemesting vóór uitplant bij bleekselderij en ijsbergsla. Daarnaast zijn er mogelijkheden om fosfaat, nodig voor de start van de groei, door zaadcoating mee te geven.

Vroege teelten onder bedekking

In de huidige adviezen wordt standaard een gift van tenminste 50 kg fosfaat per ha geadviseerd voor zeer vroege teelten. Bekend is dat hogere temperaturen en meer vochtige grond de beschikbaarheid van het in de grond aanwezige fosfaat vergroten. Afdekking verhoogt de gemiddelde grondtemperatuur minimaal 2-3 graden, en beperkt de verdamping. Onderzocht moet worden of bij vroege teelten onder bedekking het weglaten van de geadviseerde begingift gevolgen heeft voor de optimale produktie.

Bladbespuitingen/fertigatie

De totale opname van fosfaat is vergeleken met de andere hoofdelementen gemiddeld vrij gering. Als van gewassen opname-curven bekend zijn, zijn bladbespuitingen een mogelijkheid voor efficiënte toediening. In Engeland ziet men perspectieven voor deze wijze van toediening (mondelinge mededeling H. Soorsma).

Bij een beperkt aantal gewassen is door middel van fertigatie (bemesten via regenleiding/druppelbevloeiing) de fosfaat op een efficiënte wijze bij de wortel te brengen. Voor praktijktoepassing is dat mogelijk bij augurken en courgette. Bij beregeningsonderzoek en druppelbevloeïingsonderzoek, onder andere bij asperge kan het aspect toediening fosfaat onderdeel van de proef zijn.

6. Aanbevelingen voor onderzoek

In de voorgaande hoofdstukken 3, 4 en 5 zijn onderzoeksvragen besproken. Hierop aansluitend volgt een overzicht van onderwerpen gerangschikt naar zwaarte van het probleem. Daarbij is een schatting van de tijdsduur van het onderzoek met eerste en tweede prioriteit gemaakt en zijn mogelijke partners voor de aanpak van het onderzoek genoemd.

probleem en paragraaf	zwaarte probleem	tijdsduur jaren*	instelling ¹⁾
vollegrondsgroenteadvies (3.1.2; 5.2.1)	1	5	AB-BLGG-PAGV
betrouwbaarheid P indicator (3.2)	1	?	AB-LUWBP-BLGG
verband Pw-getal en verzadiging in zand- en kleigronden	1	3	SC-LUWBP-PAGV
onvermijdbare verliezen (3.3)	1	2 (1994)	AB - NMI - SC - LUWBP - PAGV-PR
fosfaatwerking organische mest (3.5)	2	1 (1994)	AB-PAGV-NMI
grondbemonstering bij plaatselijke toediening (3.2)	2	2	BLGG-PAGV-AB-IMAG
verhoging van efficiëntie door middel van			
- rijenbemesting dierlijke mest (4.2.1)	2	4	AB-PAGV
- bladbemesting (4.2.2; 5.2.4)	3	-	
- plantgat-/traybemesting (5.2.4)	3	-	
- zaadcoating (4.2.4; 5.2.4)	3	-	
interactie stikstof en fosfaat (4.1.2)	3		

* (1994) is in uitvoering; ¹⁾ afkortingen - zie bijlage 8.

6.1 Aanbevelingen met eerste prioriteit

Het advies voor de fosfaatbemesting voor vollegrondsgroenten wordt gekenmerkt door grote hoeveelheden fosfaat. Deze vallen vooral op als een vergelijking wordt

gemaakt met het advies voor de akkerbouw. Zie tabel 11. Bij gelijke Pw-getallen en gewassen geeft het akkerbouwadvies hoeveelheden fosfaat aan die 20 tot 60% bedragen van het advies voor de groenten. Hoewel de adviezen een andere opbouw hebben waardoor de vergelijking niet eenvoudig is, blijkt wel dat met het advies voor de intensieve vollegrondsgroenteteelt gestreefd wordt naar hoge fosfaattoestanden. Vanuit de probleemstelling dat bij hoge Pw-getallen in de bouwvoor verrijking van de ondergrond plaats vindt en op sommige gronden zelfs fosfaat kan uitspoelen is het zinvol onderzoek te doen ten behoeve van de verbetering van het fosfaatadvies voor de intensieve groenteteelt. In 1988 werd hiertoe een onderzoeksplan geschreven vanuit het PAGV, dat in 1992 werd gevolgd door een voorstel van het AB-DLO. In dit laatste worden herbewerking van oude proefveldgegevens en modelmatige berekeningen voorgesteld. Voor nog uit te voeren onderzoek zal er behoefte zijn aan fosfaattoestanden - hoeveelheden proefvelden, in het bijzonder op zandgrond.

Als een manco in kennis wordt ervaren de relatie tussen de fosfaattoestanden van de bouwvoor en de kans op verzadiging van het bodemprofiel en uitspoeling in zand- en kleigronden. Van zandgronden is bekend dat de ontwateringstoestand een grote invloed heeft op de toelaatbare hoeveelheid fosfaat in de grond voordat uitspoeling optreedt. Van kleigronden zijn geen gepubliceerde gegevens bekend. Voor gronden die in de winter hoge grondwaterstanden hebben en zodoende vanuit een milieu-optiek relatief lage Pw-getallen mogen hebben is het interessant te bezien of plaatselijke toediening van meststof (o.a. rijen- of plantgatbemesting) perspectief biedt.

Uit de studie naar toelaatbare fosfaatoverschotten (P-deskstudie onvermijdbare verliezen) komen niet verklaarbare zaken naar voren betreffende het Pw-getal. Zo komen soms grote verschillen voor in korte rijd, waardoor twijfels rijzen over de juiste waarde van het Pw-getal. In de literatuur wordt gesproken over toelaatbare verschillen van 5 tot 14 Pw-eenheden bij oplopende toestanden van Pw 10 tot Pw 100. De principiële vraag doet zich hier voor of we het Pw-getal gebruiken voor aanduiding van het bemestingsniveau of voor fijnregeling.

De studie naar de onvermijdbare verliezen is in nauwe samenwerking met een aantal onderzoeksinstellingen in uitvoering. Tussentijdse rapportages geven aan dat het onvermijdbare verlies (kg P_2O_5 die boven de onttrekkingsgift nodig is om het Pw-getal gelijk te houden) toeneemt bij hogere fosfaattoestanden en bij bemesting met kalkmeststoffen. Andere nog niet verklaarde aspecten zijn in onderzoek.

6.2 Aanbevelingen met tweede prioriteit

Tweede prioriteit wordt gegeven aan een drietal onderwerpen: de fosfaatwerking van organische mest, grondbemonstering bij plaatselijke toediening van meststoffen en efficiënte verbetering (rijenbemesting) met dierlijke mest. Dit laatste punt is in onderzoek genomen. Binnen de akkerbouw is de behoefte aan deze toepassing niet zo dwingend als bij de teelt van snijmais. In de maisgebieden is het nodig de fosfaatoverschotten terug te dringen. Bij plaatselijk toedienen kan de benodigde hoeveelheid meststof kleiner zijn dan bij breedwerpige toediening.

Een gevolg van plaatselijke toediening is dat de verdeling van het fosfaat in de grond heterogener wordt. De vraag doet zich dan voor hoe te bemonsteren om een juiste weergave van de situatie te verkrijgen en hoe en welk advies daarop te geven. In de intensieve groenteteelt waar teelt op bedden plaats heeft is deze vraag actueel.

Een inventarisatie van onderzoeksresultaten naar de fosfaatwerking van dierlijke mest leverde weinig gegevens op. Het tot nu uitgevoerde veldonderzoek is vooral gericht geweest op de stikstofwerking. Het kan nodig zijn aandacht te besteden aan de fosfaatwerking van mest omdat veranderingen in voedersamenstelling tot wijzigingen in de werking van nutriënten kan leiden. Dit kan ook gelden voor verwerkte mestprodukten. Indien veldonderzoek nodig lijkt is een vooronderzoek naar beschikbaarheid en werking van fosfaat gewenst.

6.3 Aanbevelingen met derde prioriteit

Onderwerpen waaraan de laagste prioriteit is gegeven kunnen mogelijk worden meegenomen in onderzoek naar hiervoor genoemde vragen.

6.4 Tot slot

Hoe de aanpak van een en ander zal zijn is afhankelijk van de ander te omschrijven probleemstellingen. Veel onderwerpen komen pas tot hun recht als zij gezamenlijk met andere onderzoeksinstellingen worden aangepakt.

7. Literatuur

Alblas, J. en S. Postma (1994). Rapportage voor de cluster praktijk van de P-desk-studie betreffende onvermijdbare P-verliezen. PAGV Interne Mededeling nr. 1077, 19 pp.

Alt, D. (1987). Influence of P- and K-fertilization on yield of different vegetable species. *Journal of Plant Nutrition*, 10, (9-16), p. 1429-1435.

Arnold, G.H. en B.A. ten Hag (1982). Rijenbemesting met fosfaat bij snijmaïs. *Bedrijfsontwikkeling* 13 (4), p. 403-408.

Bakker, I.J. en J. Ris (1971). Het fosfaatbemestingsadvies op basis van het Pw-getal voor alle bouwlandgronden. *Bedrijfsontwikkeling* 2.2, p. 29-33.

Barnau Sijthoff, P.A. von (1974) Fosfaat- en kali-bemesting van spruitkool op akkerbouwgronden' *Bedrijfsontwikkeling*. 5, 1, p. 47-49.

Berghs, M.E.G. en P.H. Hotsma (1993). Fosfaatafvoercijfers van land- en tuinbouwgewassen in Nederland. IKC-MKT/IKC-VM, 28 pp.

Breeuwsma, A. en Berghs, M.E.G. (1993). Fosfaatevenwichtsbemesting. Analyse van de fosfaatproblematiek en de kennisbehoefte voor de invulling van eindnormen. DLO, Wageningen, 48 pp.

Breeuwsma, A. en P.A.I. Ehlert (1991). Fosfaatbemesting in relatie tot bodemvruchtbaarheid en milieudoelstellingen. In: *Mest en Milieu in 2000, visie vanuit het landbouwkundig onderzoek*, Wageningen, p. 49-59.

Brewster, J.L. e.a. (1991) The effect of sub-seed placement of liquid N and P fertilizer on the growth of bulb onions over a range of plant densities using primed and non-primed seed. *Journal of Horticultural Science*, 66, 5, p. 551-557.

Buwalda, J. e.a. (1988) Effects of phosphorus fertiliser levels on phosphorus accumulation, growth, and yield of hybrid squash in the field. *Scientia Horticulturae*, (3-4), p. 201-210.

Consulentschap voor Bodem- Water- en Bemestingszaken in de Akkerbouw en de Tuinbouw (1984). Bemestingsadvies Intensieve vollegrondsgroenteteelt 19 pp.

Dijk, T.A. van (1989). Het gebruik van dierlijke mest op grasland. 3. Fosfaatwerking van in het voorjaar geïnjecteerde dunne rundermest in het jaar van toediening. *Meststoffen* 2-3, p. 5-9.

Dufault, R.J. (1987). Use of slow-release nitrogen and phosphorus fertilizers in celery transplant production. *Hortscience* 22, 6, p. 1268-1270.

Ehlert, P.A.I., M. van Noordwijk en P. de Willigen (1992). Adviesbasis voor fosfaatbemesting van vollegrondsgroentegewassen. Projectvoorstel IB-DLO.

Fischnich, O. en Chr. Pätzold (1961). Die Bedeutung der Phosphatdüngung für die Pflanzkartoffelerzeugung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde* 93, p. 214-220.

Fohse, D. e.a. (1988). Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant and Soil* 110, 1, p. 101-109.

Gerritse, R.G. (1981). Ophoping en uitspoeling van fosfaat uit organische mest en kunstmest in de bodem. *Bedrijfsontwikkeling* 12 (11) p. 973-976.

Goossensen, F.R. en P.C. Meeuwissen (1990). Advies van de Commissie Stikstof. Ede, 93 pp.

Greenwood, D.J. e.a. (1980). Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the

yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. J. Agric. Sci, Camb. p. 95, 457-469.

Guzman, V.L. e.a. (1987). Banding fertilizers for improved fertilizer use efficiency for lettuce on Everglades histosols. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 100, p. 200-203, publ. 1988.

Ham, A. van den (1989). Economische waarde van fosfaatrijenbemesting bij de teelt van snijmaïs. De Buffer 35-1, p. 11-17.

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

Holmes, M.R. en R.J. Shiles (1980). Compound fertilizer placement for potatoes. Fertilizer Research 1, p. 235-244.

LEI-DLO (1994). Rapportage ten behoeve van P-deskstudie.

Kormilitsin, V.F. (1992). Slow release superphosphoric fertilizers for legume crops. Khimizatsiya Sel'skogo Khozyaistva, No 1, p. 78-80.

Meer, H.G. van der (1991). Nutriëntenbalansen in de Nederlandse landbouw. In: Mest en Milieu in 2000. DLO, Wageningen, p. 15-24.

Mulkey, J.R. Jr. e.a. (1979). Response of onions to P placement. Agronomy Journal 71, 6, p. 1037-1040.

Nathan, H. e.a. (1989). Sweet Corn plant responses to P and K in the soil and to Band-applied Monoammonium Phosphate, Potassium Sulfate and Magnesium Sulfate. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 114, (2), p. 269-272.

Nerson, H. e.a. (1980). The effect of supplementary banded phosphorus fertilization on yield of pickling cucumbers for once-over harvest. Hassadeh, 60, 5, p. 879-881.

Noordwijk, M. van, P. de Willigen, P.A.I. Ehlert en W.J. Chardon (1990). A simple model of P uptake by crops as a possible basis for P fertilizer recommendations. Neth. J. of Agr. science 38, p. 317-332.

Paauw, F. v.d. (1955). Voorlopige mededelingen over meerjarige fosfaatproeven (serie 1) tot en met 1953. CILLO-Interne proeven nr. 51, 50 pp.

Prummel, J. (1971). Fosfaat- en kalibemesting van bladspinazie en stamslabonen op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 2 (5), p. 77-82.

Prummel, J. (1973). Fosfaat- en kalibemesting van conservenerwten op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 4 (10), p. 928-930.

Prummel, J. (1974). Veranderingen in het Pw-getal in de loop van de tijd en onder invloed van de bemesting. De Buffer 20-1, p. 21-36.

Prummel, J. en P.A. Barnau Sijthoff (1975). Rijenbemesting met fosfaat bij stamslabonen en tuinbonen. Bedrijfsontwikkeling 6, p. 173-175).

Prummel, J. (1977). Rijenbemesting bij aardappelen en bieten. Bedrijfsontwikkeling 8, p. 1045-1048).

Prummel, J. (1978). Invloed van fosfaat- en kalibemesting op de sortering van aardappelen. IB-rapport nr. 16-78, Haren, 11 pp.

Prummel, J. (1979). Fosfaat- en kalibemesting van tuinbonen op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 10 (1), p. 77-80.

Prummel, J. (1981). Rijenbemesting met fosfaat bij bonen en aardappelen. Bedrijfs-

ontwikkeling 12 (12), p. 1091-1094.

Prummel, J. en H.A. Sissingh (1983). Fosfaatwerking van dierlijke mest. Bedrijfsontwikkeling 14 (12) p. 963-966.

Ris, J. en 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. Breeuwsma en R. Zwijnen (1991). De relatie tussen de bodemvruchtbaarheidsparameters Pw en P-AI en fosfaatverzadiging. Staring Centrum rapport nr. 112, Wageningen, 66 pp.

Schröder, J. (1985). Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmaïs. PAGV-publikatie nr. 30, 33 pp.

Soorsma, H. (1992). Technische informatie met betrekking tot de nutriëntenbenutting in de vollegrondsgroenteteelt ten behoeve van beleidsondersteuning. Deel 1, stikstof, IKC-agv, 13 pp.

Soorsma, H. (1992). Bewust omgaan met mineralen. Vollegrondsgroenteteelt. IKC-AT, 31 pp.

Tarafdar, J.C. en N. Claassen (1988). Organic phosphorus compounds as a phosphorus source for higher plants through the activity of phosphatases produced by plant roots and micro-organism. *Biology and Fertility of Soils* 5, p. 308-312.

Timmer, R.D. (1990). Invloed van de hoeveelheid fosfaat en de wijze van toedienen op de opbrengst en veldbonen. Jaarboek 1989-1990, PAGV, Lelystad, p. 64-70.

Titulaer, H.H.H. (1988). Onderzoeksplan ten behoeve van een verbeterde adviesbasis voor de bemesting van intensieve vollegrondsgroenten. PAGV

Tremblay, N. e.a. (1988). Effects of CO₂ enrichment, nitrogen and phosphorus fertilization during the nursery on mineral composition of celery. *Journal of Plant Nutrition*, 11, 1, p. 37-49.

Veenbaas, A. (1956). Verslag van het kwaliteitsonderzoek van groene erwtenrassen. *Gestencilde Mededelingen CILO* 9.

Veenbaas, A. (1961). De invloed van rijpheidsstadium op de kwaliteit van ronde groene erwten 1957-1958. *Mededelingen PAW* 48.

Bijlage 1. Het mediane Pw-getal van bouwland per landbouwgebied ingedeeld naar grondsoort in seizoen 1988/1989. Bron: NMI en BLGG.

landbouwgebied	grondsoort					
	diluviaal zand	dal- grond	jonge zeeklei	oude zeeklei	rivier- klei	löss- grond
Noordelijke klei	47	-	38	-	-	-
Flevoland + Noord-Holland	-	-	33	34	-	-
Westelijke weide	-	-	-	34	-	-
Zuidwestelijke klei	-	-	36	-	-	-
Rivierklei	-	-	-	-	34	-
Noordelijk zand	48	59	-	-	-	-
Oostelijk zand	58	-	-	-	38	-
Centraal zand	74	-	-	-	-	-
Zuidelijk zand	67	-	30	-	46	-
Veenkoloniën	44	52	32	-	-	-
Limburg	-	-	-	-	-	51

Bijlage 2. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen 1992-1993

Fosfaat

Op bouwland wordt de fosfaattoestand aangegeven met het Pw-getal.

Het Pw-getal wordt verkregen door één deel grond te extraheren met 60 delen water. Het Pw-getal geeft het aantal mg P_2O_5 per liter grond aan.

De waardering van de fosfaattoestand van de bouwvoor geldt voor alle grondsoorten.

Schema 6. Waardering van de fosfaattoestand op bouwland (1970).

Waardering	Pw-getal
zeer laag	< 11
laag	11/20
voldoende	21/30
ruim voldoende	31/45
vrij hoog	46/60
hoog	> 60

De gewenste fosfaattoestand

Op veeljarige proefvelden is gevonden dat bij gewassen als aardappelen en bieten bij een lage fosfaattoestand en een aangepaste bemesting een lagere opbrengst wordt verkregen dan bij Pw-getal 25 op zeeklei en Pw-getal 30 op zandgrond, rivierklei en löss met een aangepaste bemesting. Dit zal zeker ook gelden voor een aantal fosfaatbehoefte gewassen (bijvoorbeeld sommige groentegewassen).

Daarom wordt bij grondonderzoek ook een advies gegeven voor de hoeveelheid

fosfaat die nodig is om de fosfaattoestand op het gewenste peil te brengen.

Tabel 7. Het voor een bouwplan met aardappelen of andere fosfaatbehoefte gewassen gewenste Pw-getal op de diverse grondsoorten en het traject waar wordt geadviseerd de toestand te handhaven (1984).

grondsoort	streefgetal	toestand handhaven
zeeklei	25	25 t/m 45
zandgrond, rivierklei, löss	30	30 t/m 45

Schema 7. Hoeveelheid fosfaat ($\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) die boven de onttrekking nodig is om het Pw-getal te verhogen tot Pw-getal op zeeklei en Pw-getal 30 op de overige gronden (1984).

Pw-getal	Zeeklei	zandgrond, rivierklei, löss
1	1500	1710
5	1130	1340
10	780	990
15	490	700
20	230	440
25	0	210

Opmerkingen

1. In verband met de soms niet geheel verklaarde nadelige effecten van grote giften fosfaat in één keer wordt geadviseerd niet meer dan $500 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ per ha per jaar te geven.
2. Wanneer aanmerkelijk dieper wordt geploegd dan 25 cm op kleigrond en 20 cm op zand- en dalgrond, kan voor het bereiken van de gewenste toestand meer fosfaat nodig zijn dan het advies aangeeft. Dit kan ook het geval zijn op zeer kalkrijke of sterk ijzerhoudende gronden.

Adviezen voor bodemgerichte fosfaatbemesting

In tabel 7 is aangegeven bij welk traject het advies "toestand handhaven" kan worden gegeven.

Voor het handhaven van een bestaande toestand moet gemiddeld over het bouwplan minstens de onttrekking worden gegeven.

De onttrekking kan met behulp van de mineralenbalans worden berekend. Is de onttrekking over het bouwplan niet bekend dan kan voor een bouwplan met goede opbrengsten als onttrekking 70 kg P_2O_5 /ha/jaar worden gehanteerd.

Adviezen voor de gewasgerichte fosfaatbemesting

In schema 8 zijn de hoeveelheden fosfaat vermeld die gemiddeld nodig zijn om bij het gevonden of verkregen Pw-getal de economisch optimale opbrengst te bereiken. Bij de bepaling van de hoogte van de gift voor de belangrijkste gewassen is rekening gehouden met de kosten van de fosfaatmeststof. Hierbij is uitgegaan van de prijsverhoging kg fosfaat/kg aardappelen = 5.

De giften worden per 5 Pw-eenheden weergegeven. De gewassen zijn ingedeeld in gewasgroepen. Gewasgroep 1 bevat de fosfaatbehoefte gewassen, gewasgroep 2, 3 en 4 bevatten in aflopende volgorde steeds minder fosfaatbehoefte gewassen.

De indeling in gewasgroepen is als volgt:

Gewasgroep 1: Consumptie-aardappelen, fabrieksaardappelen, aardappelen voor industriële verwerking, maïs*, uien, spruitkool, bladspinazie, stamslabonen**, conservenerwten, tuinbonen**, landbouwerwten, veldbonen**, bruine bonen**, wortelen, rode kool, witte kool, knolselderij, waspeen, krotten, augurken, prei, schorseneren, aardbeien.

Opmerkingen

- * Bij rijenbemesting de halve hoeveelheid.
- ** Op zandgrond zijn de genoemde giften voor rijenbemesting; bij breedwerpige toediening dient 2 x zoveel gegeven te worden.
Op kleigrond zijn de genoemde giften voor breedwerpige toediening; bij rijenbemesting kan met iets lagere giften worden volstaan (75%).

Gewasgroep 2: Suikerbieten, voederbieten, zaadbieten, vlas, karwij.

Gewasgroep 3: Klaver, wicken, gerst, witlof, 1- en 2-jarig grasland (2 sneden).

Gewasgroep 4: Granen, (behalve gerst), graszaad, koolzaad en andere zaadgewassen.

Algemene opmerkingen

1. Bij twee teelten per jaar het tweede gewas bemesten met de helft van de geadviseerde hoeveelheden.
2. Pootaardappelen kunnen zwaarder met fosfaat worden bemest dan consumptieaardappelen.
3. Granen met ondervrucht klaver hebben iets meer fosfaat nodig dan granen alleen.
4. Het heeft voordelen als in een bouwplan het fosfaat voor de niet- fosfaatbehoefte-ge gewassen (groepen 3 en 4) aan de fosfaat- behoeftege gewassen wordt gegeven. Bij een zeer lage fosfaattoestand kan het nodig zijn alle gewassen een fosfaatbemesting te geven.

Schema 8. Hoeveelheden fosfaat in kg P_2O_5 /ha (1992).

Pw- getal	dekzand, dalgrond, rivierklei, löss				Zeeklei, zeezand			
	gewasgroepen				gewasgroepen			
	1	2	3	4	1	2	3	4
10	185	160	130	100	185	150	110	60
15	170	145	110	80	170	130	90	40
20	150	125	95	60	150	115	65	20
25	135	110	75	40	135	95	45	0
30	120	90	55	20	120	75	20	
35	105	75	40	0	105	55	0	
40	85	55	20		85	40		
45	70	40	0		70	0		
50	55	20			55			
55	35	0			35			
60	20				20			
65	0				0			

Rekenformules per gewasgroep:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) $218 - (Pw \times 3,3)$ | 1) $218 - (Pw \times 3,3)$ |
| 2) $195 - (Pw \times 3,5)$ | 2) $187 - (Pw \times 3,71)$ |
| 3) $167 - (Pw \times 3,67)$ | 3) $155 - (Pw \times 4,5)$ |
| 3) $140 - (Pw \times 4)$ | 4) $100 - (Pw \times 4)$ |

Uitkomst wordt afgerond op veelvouden van 5 kg.

Uitkomst lager dan 20 kg wordt afgerond op 0 kg.

Bijlage 3. Adviesbasis voor de bemesting in de intensieve volle- grondsgronteteelt

Fosfaat

Waarderingschema

Pw- getal (mg P_2O_5 /l)	P-AI (mg P_2O_5 /100 g)						
	≤ 17	18/25	26/35	36/45	46/55	56/65	löss (code 70)
	≤ 20	21/30	31/45	46/60	61/75	76/90	rivierklei (40)
	≤ 22	23/28	29/36	37/44	45/52	53/60	dalgrond (50)
	≤ 30	31/40	41/50	51/60	61/70	71/80	diluviaal zand (10)
	≤ 30	31/40	41/55	56/70	71/85	86/100	duinzand (00) zeeklei (20-30-80)
	≤ 30	31/45	46/65	66/85	86/105	106/125	veen (60)
kg P_2O_5 /ha							
≤ 15	ZL	ZL	L				
16/30	ZL	L	L	VL	VL		
31/50	L	L	VL	VL	G	G	VH
51/70	L	VL	VL	G	G	VH	VH
71/90		VL	G	G	VH	VH	H
91/110			G	VH	VH	H	H
> 110				VH	H	H	ZH

Bemesting

Waardering	gewasgroepen :	I II III		
		kg P_2O_5 /ha		
zeer laag (ZL)		400	350	300
laag (L)		300	250	200
vrij laag (VL)		200	150	100
goed (G)		125	75	50
vrij hoog (VH)		75	50	0
hoog (H)		50	0	0
zeer hoog (ZH)		0	0	0

I. Gewassen met hoge fosfaatbehoefte:

andijvie
bos- en waspeen
knolselderij
peulvruchten
rabarber
sla

II. Gewassen met normale fosfaatbehoefte: alle niet onder I en III genoemde groenten

III. Gewassen met lage fosfaatbehoefte:

aardbeien
witlof
groenten geteeld in combinatie met bloembollen

Opmerking:

- Voor zeer vroege teelten (dopenwt, peul, tuinboon, sla, spinazie) wordt een P-gift geadviseerd van ten minste 50 kg P_2O_5 per ha.

Bijlage 4. Fosfaatafvoer akkerbouwgewassen

Onderstaande tabel geeft voor de meest voorkomende akkerbouwgewassen een overzicht van de afvoercijfers per ton geoogst hoofdproduct (korrels, erwten, bonen, knollen, wortels) en bijproduct (stro, blad).

Gemiddelde afvoer met akkerbouwgewassen (kg per ton produkt).

gewas	hoofdproduct				bijproduct			
	% ds	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	% ds	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
wintertarwe	84	20	8,5	5	85	5	1,7	10
zomertarwe	84	17	8,5	5	85	5	1,7	10
wintergerst	84	17	8	6	85	3,5	2	15
zomergerst	84	15	8	6	85	3,5	2	15
haver	84	17	8	5	85	3,5	3	21
rogge	84	14	7	6	85	3,5	1,7	8,5
vlas (olie/vezel)	83	33	15	9	75	4	4	11
koolzaad	91	35	15	10	85	6	3	20
graszaad	87	18	8	7	85	7	3	21
blauwmaanzaad	93	34	18	10	85	13	4	20
karwij	90	32	15	18	80	5	3	24
teunisbloem	90	24	16	11	90	3	3	23
droge groene erwt	85	34	10	14	85	21	5	23
veldbonen	85	40	13	15	85	11	3	17
bruine bonen	85	45	13	15	85	14	4	20
consumptieaard.		3,3	1,2	5				
pootaard.		3,3	1,2	5				
zetmeelaard.		3,7	0,9	5,2				
suikerbieten		1,5	1,0	2,3		3	1	6
zaaiuien		2,0	0,9	2,4				

De gemiddelde fosfaatafvoer per hectare is op een akkerbouwbedrijf afhankelijk van het bouwplan en het opbrengsniveau. Voor een aantal akkerbouwregio's is voor het vermoedelijk meest voorkomende bouwplan en voor gemiddelde opbrengsten

berekend hoe groot de gemiddelde fosfaatafvoer naar schatting is (zie bijlage 2). Gedetailleerdere berekeningen waren niet mogelijk, omdat er geen gegevens gepubliceerd zijn over welke en in welke mate bepaalde gewascombinaties op de bedrijven voorkomen. Het resultaat staat hieronder samengevat (kg fosfaat/ha/jaar):

N. Friesland:	p.aard/s.biet/w.tarwe	56 kg
N. Groningen:	c.aard/s.biet/w/tarwe/w.tarwe	60 kg
Veenkoloniën:	f.aard/f.aard/s.biet/w.tarwe	50 kg
Flevoland:	c.aard/s.biet/w.tarwe/w.tarwe	70 kg
Zuid Holland:	c.aard/.w.tarwe./0,5 s.biet/0,5 spruitkool	65 kg
Zeeland:	c.aard/s.biet/1,5 w.tarwe/1,5 div.	62 kg

Uit deze cijfers kan enkel geconcludeerd worden dat op het gros van de akkerbouw-bedrijven de fosfaatafvoer 50 - 70 kg per ha per jaar is.

Fosfaatafvoercijfers van land- en tuinbouwgewassen IKC maart 1993

Bijlage 5. Effects of phosphate fertilizer

Parameter values after fitting equation (1) separately to the data from each experiment

Family	crop (part harvested)	No. of experiments	A (range) t/ha	Q_p (range)**	optimum kg/ha of P*
Amaryllidaceae	leeks (whole plant)	2	83 (71-95)	0.43 (0.41-0.45)	89
	spring sown onions (bulbs)	2	46 (31-61)	0.55 (0.37-0.76)	105
	autumn sown onions (bulbs)	2	95 (67-122)	1.82 (0.69-2.96)	209
Chenopodiaceae	red beet (roots)	2	60 (47-74)	0.04 (0.04-0.06)	1
	spinach (whole plant)	2	22 (17-27)	2.98 (2.53-3.41)	267
	sugar beet (sugar)	3	7 (5-9)	0.08 (0.02-0.18)	19
Compositae	lettuce (whole plant)	5	27 (10-44)	2.14 (0.84-4.12)	227
Crucifere	Brussels sprouts (buttons)	2	18 (14-22)	0.22 (0.10-0.33)	51
	calabrese (spears)	2	8 (6-10)	0.14 (0.08-0.20)	37
	radish (whole plant)	2	5 (4-6)	0.06 (0.00-0.12)	9
	summer cabbage (whole plant)	2	95 (90-100)	0.20 (0.12-0.27)	49
	summer cauliflower (curds)	2	45 (27-64)	0.20 (0.00-0.41)	51
	swede (roots)	2	70 (67-72)	0.10 (0.00-0.20)	25
	turnip (roots)	3	31 (15-45)	0.14 (0.00-0.35)	37
	winter cabbage (whole plant)	2	55 (49-60)	0.14 (0.06-0.24)	35
Gramineae	wheat grain	2	3 (1-5)	0.14 (0.04-0.24)	33
	wheat straw	2	6 (6-6)	0.16 (0.14-0.20)	43
Leguminosae	broad beans (pods)	4	21 (14-29)	0.42 (0.10-0.61)	87
	french beans (pods)	3	17 (15-19)	0.41 (0.33-0.47)	87
	pea (pods)	2	14 (8-19)	0.20 (0.10-0.33)	51
Solanaceae	potatoes (tubers)	4	44 (39-46)	0.24 (0.16-0.37)	59
Umbelliflorae	carrots (roots)	2	85 (70-100)	0.29 (0.14-0.43)	67
	parsnips (roots)	3	50 (44-56)	0.18 (0.12-0.31)	43

* Averaged over values for each experiment plants were analysed.

**
$$Q_p = \frac{A_p}{B_p} \times \frac{1}{49}$$

Greenwoud, D.J. e.a. (1980)

Bijlage 6. Fosfaatafvoer vollegrondsgroentegewassen bij gemiddelde opbrengsten (kg/ha)

teelt(en)	kg P ₂ O ₅ /ha
bleekselderij (2x)	120
prei/augurk	93
spinazie/sla/andijvie	83
spinazie/bospeen/sla	78
spinazie/spinazie/bospeen	76
continue kropsla (3x)	75
bloemkool/savoiekool	71
bospeen/chinese kool	69
augurk	68
spinazie/stamboon/spinazie	64
prei/chinese kool	64
prei/spruitkool	64
z. prei/andijvie	60
bloemkool/spitskool	58
bospeen/prei	55
kroten	55
witte kool	54
bloemkool (2x)	54
bloemkool/boerenkool	54
winterpeen	53
waspeen	53
z. prei/sla	50
bloemkool/ijsla	49
rode kool	48
vroege aard/spitskool	46
spinazie/prei	48
spinazie/ijsla	45
continue bospeen (1,5x)	45
vroege aard/bloemkool	42
broccoli/bloemkool	42
spruitkool	39
broccoli/ijsla	37
witlofwortelen	36
knolvenkel	35
continue ijsla (1,5x)	33
prei/aardbei	32
spitskool	31
continue broccoli (2x)	30
vroege aard/broccoli	30
prei	25
asperge	25
bloembollen/bloemkool	27
broccoli/bloembollen	15

Fosfaatafvoercijfers van land- en tuinbouwgewassen IKC maart 1993

Bijlage 7. Overzicht P en P_2O_5 - normgehalten in het gewas en de hoeveelheid
P en P_2O_5 in oogstresten van een aantal vollegrondsgroenten.

gewas	kg per ton		productie oogstresten (ton/ha)	input fosfaat	
	vers			uit oogstresten (kg/ha)	
	P	P ₂ O ₅		P	P ₂ O ₅
andijvie	0,17	0,39	25	4,25	10
bloemkool	0,48	1,10	37	17,76	41
boerenkool	0,57	1,31	17	9,69	22
broccoli	0,68	1,56	33	22,44	51
Chinese kool	0,31	0,71	33	10,23	23
rode kool	0,35	0,80	48	16,80	38
savooiekool	0,48	1,10	36	17,28	39
selderij	0,35	0,80	23	8,05	18
spinazie	0,48	1,10	15	7,20	16
stam-sperzie/slaboon	0,46	1,05	19	8,74	20
witte kool	0,35	0,80	41	14,35	33
gemiddeld				12,43	28

Bijlage 8. Gebruikte afkortingen

AB-DLO	Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek-DLO, Haren
BLGG	Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek
IB	Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (is nu AB-DLO)
IKC	Informatie- en Kennis Centrum, Ede
IKC-AGV	Informatie- en Kennis Centrum, akkerbouw en groenteteelt in de vollegrond, Lelystad
IKC-MKT/V & M	Informatie- en Kennis Centrum, milieu en kwaliteit/veehouderij en milieu, Ede
IMAG-DLO	Instituut voor Milieu- en Agritechniek-DLO, Wageningen
LEI-DLO	Landbouw Economisch Instituut-DLO, Den Haag
LUW-BP	Landbouwuniversiteit, Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding, Wageningen
NMI	Nederlands Meststoffen Instituut, Wageningen
NMP	National Milieubeleidsplan, VROM 1989
PR	Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad
SC-DLO	Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied-DLO, Wageningen
SL	Structuurnota Landbouw, LNV 1989

$$\begin{aligned} \text{P fosfor} & \quad \text{P} = 0.436 * \text{P}_2\text{O}_5 \\ \text{P}_2\text{O}_5 \text{ fosfaat} & \quad \text{P}_2\text{O}_5 = 2.291 * \text{P} \end{aligned}$$

P-Al P-Al-getal = mg P_2O_5 per 100 gram droge grond

Pw Pw-getal = mg P_2O_5 per liter grond

N stikstof
 NO_3 nitraat
 Cu koper
 CaCl_2 calciumchloride
 Gt grondwaterklasse

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹

Verlagen

183.	Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994	f	15,-
182.	Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994	f	15,-
181.	Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994	f	15,-
180.	Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994	f	15,-
179.	Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994	f	15,-
178.	Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994	f	15,-
177.	Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994	f	15,-
176.	Bedrijfs-Systemen Onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F. Wijnands, september 1994	f	15,-
175.	Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994	f	20,-
174.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994	f	35,-
173.	Opbrengst, rendement en kwaliteit van winter tarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994	f	15,-
172.	Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994	f	15,-
171.	Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994	f	15,-
170.	Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994	f	15,-
169.	Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994	f	15,-
168.	Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboos <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f	15,-
167.	Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijntoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wiltling, maart 1994	f	15,-
166.	De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f	15,-
165.	Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994	f	15,-
164.	Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f	15,-
163.	De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk		

¹Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

	wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993	f	15,-
162.	Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwemk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993	f	20,-
161.	Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
160.	Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbens, november 1993	f	15,-
159.	Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladplekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
158.	Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor winter tarwe Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
157.	The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-
154.	Gebruik van insectengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I. Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993	f	15,-
151.	Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
146.	Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992	f	10,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en winter tarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-

138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991	f	10,-
135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
134.	Het verloop van weggroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moei, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991	f	10,-
130.	Landbouwtechnische -,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbstrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematociden bij koolgewassen. C. de Moei, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje in de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
109.	(Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-

104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen <i>Rhizoctonia</i> op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y ⁿ . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
101.	Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanter, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
100.	Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
99.	Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
98.	Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
97.	Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
96.	De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-
95.	Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G. Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-

Publikaties

73a.	Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994	f	30,-
73b.	Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994	f	20,-
72.	Jaarverslag, mei 1994	f	20,-
71.	Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a.	Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b.	Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69.	Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68.	Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67.	28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62.	Verspreiding van onkruiden en plantenziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59.	Bedrijfshygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
50.	Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-

Themaboekjes

17.	Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-
16.	Themadag aardappelen	f	25,-
15.	Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14.	Bedrijfsystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13.	Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12.	Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991	f	15,-
11.	Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
10.	Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-

Teelthandleidingen

64.	Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63.	Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62.	Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61.	Teelt van haver, februari 1994	f	20,-

60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermajs, juli 1993	f	25,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f	30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
48. Teelt van doperwten, december 1992	f	15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
23. Wintertarwe, september 1987	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids 'Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-'), maart 1985	f	12,50
13. Voederbieten, april 1983	f	10,-
12. Witlof, augustus 1989	f	20,-

Korte teeltbeschrijvingen

8. Chinese kool, november 1989	f	10,-
1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfs-administratie), januari 1988 f 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988 f 5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) f 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegrondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegrondsgroente- en algemene informatie
- **vollegrondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegrondsgro.-praktijk	vollegrondsgro.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegrondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekening-nummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.