



WAGENINGEN UR

For quality of life

Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen

Eindrapportage

P.A.I. Ehlert

P.H.M. Dekker

J.R. van der Schoot

R. Visschers

J.C. van Middelkoop

M.P. van der Maas

A.A. Pronk

A.M. van Dam



Alterra-rapport 1773, ISSN 1566-7197



Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het LNV-programma Beleidsondersteunend onderzoek,
thema Mineralen en Milieukwaliteit.

Projectcode [BO-05-002-006]

Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen

Eindrapportage

P.A.I. Ehlert

P.H.M. Dekker

J.R. van der Schoot

R. Visschers

J.C. van Middelkoop

M.P. van der Maas

A.A. Pronk

A.M. van Dam

Alterra-rapport 1773

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Ehlert, P.A.I., P.M.H., Dekker, J.R. van der Schoot, R. Visschers, J.C. van Middelkoop, M.P. van der Maas, A.A. Pronk & A.M. van Dam, 2009. *Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen. Eindrapportage*. Wageningen, Alterra, Alterra rapport nr. 1773. 125 blz.; 8 fig.; 20 tab.; 40 ref.

Fosfaatgebruiksnormen werden op 1 januari 2006 ingevoerd en worden gefaseerd aangescherpt tot evenwichtsbemesting in 2015. De bemesting is dan afgestemd op de fosfaatafvoer met (oogst)producten. De actuele fosfaatafvoercijfers die behoren bij een verantwoord gebruik van fosfaat en stikstof waren onzeker. De realiteitswaarde van beoogde fosfaatgebruiksnormen voor 2015 zijn onderzocht door fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen in samenhang met fosfaattoestand, meststofgiften, grondsoort en andere fosfaatafvoerbepalende factoren te onderzoeken. Daartoe zijn gegevens van onderzoek en praktijk verzameld en bewerkt. Bij gewassen met onvoldoende gegevens is aanvullend onderzoek uitgevoerd om een fosfaatafvoercijfer vast te stellen. De studie omvat grasland en bouwland. Onder bouwland vallen akkerbouwgewassen, vollegrondsgroentegewassen, bloembolgewassen, voedergewassen, boomkwekerijgewassen, fruit, buitenbloemen en vaste planten. Beoogde fosfaatgebruiksnormen knellen bij grasland en bij een aantal bouwlandgewassen. Deze studie signaleert deze knelpunten.

Trefwoorden: Fosfaat, evenwichtsbemesting, fosfaatafvoer, fosforgehalte, fosfaattoestand, grondsoort, fosfaatbemesting, stikstofbemesting, grasland, voedergewassen, landbouwgewassen, bloembollen, vollegrondsgroenten, boomkwekerij, vaste planten en buitenbloemen.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Doelstelling	15
1.3 Leeswijzer	16
2 Data-acquisitie en bewerking	17
2.1 Herkomst data	17
2.2 Bewerking	20
2.3 Statistische analyses	24
2.4 Afbakening	27
3 Gehalten van landbouwgewassen	29
3.1 Kenmerken van het bestand met fosforgehalten	29
3.2 Gehalten in het hoofdproduct	31
3.2.1 Grasland	31
3.2.2 Bouwland	33
3.3 Gehalten in het bijproduct	40
3.3.1 Kenmerken van de data	40
3.3.2 Grasland	41
3.3.3 Bouwland	42
4 Fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen	47
4.1 Kenmerken van het bestand met fosfaatafvoercijfers	47
4.1.1 Hoofdproduct	47
4.1.2 Bijproduct	48
4.2 Fosfaatafvoercijfers	50
4.2.1 Grasland	50
4.2.2 Bouwland hoofdproduct	50
4.2.3 Bouwland bijproduct	58
5 Resultaten van bewerking van grote deelverzamelingen	65
5.1 Ontwikkeling van fosfaatafvoercijfers voor en na 1990	65
5.2 Effect van bemesting en bodemvruchtbaarheid	67
5.2.1 Grasland	67
5.2.2 Bouwland	69
5.3 Tarra	78
5.4 Praktijkcijfers versus gegevens van onderzoek	78
6 Fosfaatafvoercijfers en fosfaatgebruiksnorm	83
Literatuur	89

Bijlage 1	Uitbreiding van de data t.o.v. het bestand van 2006	93
Bijlage 2	Herkomst data	97
Bijlage 3	Observationele eenheid	107
Bijlage 4	Fosfaatgehalten in het vers geoogste hoofdproduct	109
Bijlage 5	Fosfaatgehalte in het vers geoogste bijproduct	115
Bijlage 6	Parameterschattingen, standaardfout en t-waarde van de regressies voor bouwland.	119
Bijlage 7	Bereik van fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift van regressies.	125

Woord vooraf

De studie is een vervolg op Alterra rapport 1348. De database is aangevuld met nieuwe meetgegevens en factoren die fosfaatafvoercijfers kunnen verklaren. Daarnaast werd dubbele invoer van gegevens verwijderd. De gegevens van dit rapport geven de actuele stand van zaken. De data zijn op eenvoudige wijze bewerkt en verslagen maar bieden handvatten bij gewassen met een groot aantal waarnemingen voor een verder verdiepend onderzoek.

Deze studie is het resultaat van een intensieve uitwisseling van gegevens tussen onderzoekers van WUR. Wij zijn Nathalie Reijers, Henk van Reuler, Jan Paauw, Willem van Geel, Ruud Timmer, Wout Uijthoven, Kees van Wijk, Hanja Slabbekoorn, Marian Vlaswinkel, Harry Verstegen, Kees Bus en Klaas Wijnholds dank verschuldigd voor hun coöperatieve inzet en prettige samenwerking.

Samenvatting

Op 1 januari 2006 is het stelsel van gebruiksnormen voor fosfaat en stikstof van kracht geworden. Bij fosfaat wordt beoogd om in 2015 de fosfaatgebruiksnorm af te stemmen op de fosfaatafvoer met het landbouwgewas. Bij grasland wordt een gebruiksnorm van 90 kg P₂O₅/ha beoogd, bij bouwland 60 kg P₂O₅/ha. Er bestaat echter onzekerheid of deze beoogde gebruiksnormen gebaseerd op forfaitaire waarden voor fosfaatafvoercijfers van Kiezen uit gehalten (Beukenboom, 1996) passen bij de actuele fosfaatafvoer met het geogoste gewas. Deze studie heeft tot doel gehad om de feitelijke fosfaatafvoercijfers te actualiseren.

De studie is in twee fasen uitgevoerd. Na de rapportage over de eerste fase in 2006 door middel van Alterra rapport 1348 van Ehlert et al. (2006) is de tweede fase uitgevoerd waarbij verzamelde gegevens werden aangevuld met data uit onderzoek en door nieuwe metingen in praktijksituaties onder inachtneming van de factoren die de fosfaatafvoercijfers bepalen. Dit rapport verantwoordt de volledige dataverzameling en bewerking en vervangt en actualiseert de fosfaatafvoercijfers van Alterra rapport 1348.

De data zijn afkomstig van onderzoek en praktijk en verzameld door WUR (Alterra, PRI, PPO en ASG). Fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van hoofdproduct (marktbaar) en bijproduct (niet marktbaar, oogstrest) zijn verzameld in samenhang met gegevens over de fosfaattoestand van de bodem, fosfaat- en stikstofbemesting, meststofvormen, teeltgegevens (ras, cultivar, plant- en zaaidichtheid) en bodemgegevens.

De data zijn bewerkt door ze in subklassen voor fosfaattoestand, fosfaatgiften en stikstofgiften onder te brengen. De subklasse voor fosfaattoestand bestond uit drie deelverzamelingen namelijk: (1) lage toestanden, (2) bij het bemestingsadvies passende toestanden en (3) hoge fosfaattoestanden. De subklassen voor de fosfaat- of stikstofgiften bestonden elk eveneens uit drie deelverzamelingen; lage giften werden onderscheiden van optimale en van te hoge giften. Het rapport definieert deze deelverzamelingen gedetailleerd.

De subklassen met een lage fosfaattoestand en lage giften werden in de klasse *laag* samengebracht, overige subklassen werden samengebracht in de klassen *midden* en *hoog*. De klasse *midden* vertegenwoordigt fosfaattoestanden die voldoende of ruim voldoende zijn, fosfaatgiften die tenminste de helft van de fosfaatadviesgift of lager dan tweemaal die gift zijn, en stikstofbemestingen die tenminste de helft en maximaal 1,5 maal de adviesgift zijn waarbij de overschrijding nooit hoger was dan 70 kg N/ha.

De klassen *laag* en *hoog* respectievelijk onderschrijden of overschrijden genoemde indelingscriteria. Gerapporteerde fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers zijn zoveel mogelijk afkomstig van de klasse *midden*.

De studie geeft gehalten aan fosfor in drogestof en fosfaat in het verse product en fosfaatafvoercijfers in kg per ha. De cijfers hebben betrekking op het gewas zoals dat met hoofd- en bijproducten van het veld wordt afgevoerd. Bij grasland betreft het de afvoer per jaar, bij overige gewassen per teelt. De teeltduur kan daarbij variëren van enkele weken tot maximaal 3 jaar.

Een algemeen kenmerk van de gehalten en fosfaatafvoercijfers is de grote spreiding binnen een klasse. Dit rapport beveelt daarom mediaanwaarden aan als karakteristiek voor een fosforgehalte of een fosfaatafvoercijfer. Het bereik in gehalten en fosfaatafvoercijfers wordt bij de gerapporteerde klassen gegeven en geeft belangrijke informatie voor de interpretatie van deze mediaanwaarden.

Fosforgehalten bij lage fosfaatvoorziening door fosfaattoestand of gift zijn doorgaans niet lager dan die bij een optimaal verantwoorde voorziening. Fosfaatbemestingen duidelijk hoger dan de adviesgift en fosfaattoestanden vrij hoog en hoog kunnen leiden tot hogere gehalten.

Fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift bepalen mede het fosforgehalte en het fosfaatafvoercijfer, maar er zijn ook andere factoren die een grotere invloed uitoefenen, zoals de weersomstandigheden, het ras en teeltomstandigheden.

Tabel I geeft een overzicht van de fosfaatafvoercijfers van de belangrijkste landbouwgewassen die samen op $1,8 \times 10^6$ ha van de Nederlandse cultuurgrond geteeld worden. Het betreft de gegevens van de klasse *midden*. De feitelijke fosfaatafvoer in de praktijk kan om een aantal redenen hiervan afwijken, zowel naar boven als naar beneden. De opbrengsten van snijmaïs, peen en plantui zijn hoger indien vergeleken wordt met KWIN-cijfers. Voor korrelmaïs, zetmeelaardappel, zomer- en wintergerst, zomer- en wintertarwe en zaaiui zijn de opbrengsten lager. Gebruik van opbrengsten van KWIN leiden in de laatste situatie tot hogere fosfaatafvoercijfers.

Bij grasland wordt het fosforgehalte in de drogestof van de eerste snede sterk beïnvloed door de stikstofbemesting. Bij stikstofgiften lager dan de helft van het advies, volgens het advies of tenminste 70 kg N/ha boven het advies zijn de mediaanwaarden respectievelijk 3,5, 3,8 en 4,1 g P/kg drogestof (DS) en de mediaanwaarden van de gewogen gehalten van volgende sneden zijn respectievelijk 3,9, 3,6 en 3,5 g P/kg DS. Echter ook binnen een subklasse met een N-bemesting tussen 0,5 en 1,5 maal de adviesbemesting varieert het fosforgehalte sterk. Bij de klasse *midden* had het graslandgebruik (maaien of weiden) geen significant effect op het fosforgehalte. De zwaarte van de snede was als factor te ongebalanceerd in de database aanwezig om verschillen verantwoord te kunnen aantonen.

Voor grasland is het fosfaatafvoercijfer op jaarbasis en op basis van mediaanwaarden voor dekzand, rivierklei, veen en zeeklei respectievelijk 95, 90, 99 en 107 kg P_2O_5 /ha. Voor alle data bij de klasse *midden* is het fosfaatafvoercijfer 95 kg P_2O_5 /ha. Het fosfaatafvoercijfer van rivierklei komt overeen met de beoogde fosfaatgebruiksnorm van 90 kg in 2015, de afvoercijfers voor de overige grondsoorten zijn hoger.

De hoogte van de N-bemesting heeft een grote invloed op de fosfaatafvoer bij grasland. Bij een N-gift die minder is dan de helft van de adviesgift is de mediaanwaarde voor het fosfaatafvoercijfer 71 kg P₂O₅/ha. Bij een stikstofgift afgestemd op de adviesgift wordt op basis van mediaanwaarden 95 kg P₂O₅/ha afgevoerd en bij stikstofgiften die hoger zijn dan 70 kg N/ha boven het advies wordt 118 kg P₂O₅/ha afgevoerd. Deze deelverzamelingen hebben elk rond deze mediaanwaarden een groot bereik in fosfaatafvoercijfers.

Tabel I. Areaal en mediaanwaarden voor opbrengst en fosfaatafvoercijfers van 25 landbouwgewassen in Nederland voor de klasse 'midden'.

Gewas	Areaal ha x 1000	Opbrengst ton/ha	Fosfaatafvoercijfer kg P ₂ O ₅ /ha
Gras ²	1017	11,4	95
Luzerne, 1e jaars	5,9	47,9	72
Mais, snij ²	221,6	15,5	64
Mais, korrel	19,8	6,8	60
Aardappel, consumptie	72,4	54,7	55
Aardappel, poot	36,7	36,6	31
Aardappel, zetmeel	48	42,2	49
Biet, suiker	82	67,7	54
Boon, stamsla	0,5	17,2	20
Erwt, dop	6,4	5,6	15
Gerst, winter	4,3	3,8	54
Gerst, zomer	41,7	4,8	44
Graszaad, Engels raai	16,5	1,6	39
Peen	7,3	101,1	64
Tarwe, winter	124,4	7,3	61
Tarwe, zomer	16,9	5,4	47
Triticale	3,9	6,3	61
Ui, plant	5,4	87,2	67
Ui, zaai	20,1	52,6	37
Vlas	3,5	3,4	42
Lelie	4,2	23,1	34
Tulp	9,9	39,8	48
Appel	9,4	65,0	19
Peer	7,3	69,0	18
Laan- en parkbomen	4,2	*	44

¹ De definitie van klasse *midden* wordt in § 2.2 op blz. 21 gegeven.

² Opbrengsten bij gras en snijmaïs zijn gegeven in ton drogestof/ha overige opbrengsten in ton vers/ha.

Tussen de gewassen op bouwland (alle sectoren) bestaan grote verschillen in fosforgehalte in de drogestof. Mediaanwaarden variëren van 0,7 bij appel tot 7,9 g P/kg DS bij Chinese kool. Rond deze mediaanwaarde is echter een groot bereik aanwezig.

Tussen de gewassen op bouwland bestaan grote verschillen in fosfaatafvoercijfers. Bij de klasse *midden* lopen de mediaanwaarden voor het fosfaatafvoercijfer met het hoofdproduct uiteen van 7 tot 100 kg P₂O₅/ha (tabel 8). Luzerne, hennep, knolselderij, snijmaïs, peen, plantui en veldboon voeren op basis van vastgestelde mediaanwaarden met het hoofdproduct meer dan 60 kg P₂O₅/ha af. Daar staat tegenover dat er ook gewassen zijn die – zelfs op basis van de hoogste gevonden fosfaatafvoercijfers – altijd minder fosfaat afvoeren dan 60 kg P₂O₅/ha. Ook binnen een gewas bestaan grote verschillen in fosfaatafvoercijfers wat leidt tot een groot bereik rond een mediaanwaarde.

Bij een aantal gewassen (suikerbiet, boon (stamslaboon, tuinboon, veldboon), gerst (winter, zomer), graszaad, knolselderij, koolzaad en wintertarwe, ijssla, knolvenkel, bloemkool, peen, selderij (bleek, groen), luzerne (2^e jaars) en snijmaïs) is een verschil in fosfaatafvoer tussen grondsoorten vastgesteld. Dit komt hoofdzakelijk door een verschil in opbrengst en niet door een verschil in fosforgehalte in de drogestof.

Gewassen met een voldoende aantal gegevens werden met multivariate lineaire regressieanalyse onderzocht om gerichter het fosfaatafvoercijfer te schatten. Alle data werden gebruikt zonder indeling in klassen.

De grondsoort, de fosfaattoestand van de grond, de hoogte van de N- en P-bemesting kunnen invloed uitoefenen op het fosfaatafvoercijfer. Consumptie-aardappel kan als voorbeeld dienen om dit te illustreren. Op kleigrond is het fosfaatafvoercijfer van consumptieaardappel 10 kg P₂O₅/ha hoger dan op zandgrond. Wanneer binnen bepaalde grenzen de fosfaattoestand (Pw-getal) 10 punten hoger is dan neemt de fosfaatafvoer met 5 kg P₂O₅/ha toe. Bij dit gewas heeft stikstofbemesting geen significante invloed op het fosfaatafvoercijfer. Bij snijmaïs daarentegen bepaalt de stikstofbemesting het fosfaatafvoercijfer.

Voor gewassen met grote arealen worden multivariate regressievergelijkingen gegeven waarmee een fosfaatafvoercijfer kan worden berekend op basis van factoren die bijdrage aan de fosfaatafvoer voor zover deze statistisch significant zijn. Deze vergelijkingen bieden handvatten voor verdere differentiatie van fosfaatafvoercijfers.

Bij grasland en bij een aantal bouwlandgewassen zijn mediaanwaarden voor fosfaatafvoercijfers hoger dan beoogde eindwaarden voor fosfaatgebruiksnormen. Dit kan leiden tot knelpunten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In 2006 is het stelsel van gebruiksnormen van kracht geworden. Deze gebruiksnormen worden gefaseerd aangescherpt. Het beleidsvoornemen is om vanaf 2015 de gebruiksnorm voor fosfaat af te stemmen op de fosfaatafvoer met (oogst)producten. Dit wordt evenwichtsbemesting genoemd. De gebruiksnormen voor 2015 staan nog niet vast. Wel zijn indicatieve waarden genoemd: voor grasland 90 kg P₂O₅/ha en voor bouwland 60 kg P₂O₅/ha. Deze indicatieve normen voor gebruik van fosfaat leiden tot onrust bij veel landbouwers. Het idee leeft dat fosfaatafvoercijfers hoger zijn en dat met de maximaal toegestane bemesting de fosfaattoestand van de grond niet op peil kan worden gehouden. De zorg wordt geuit dat door een verminderd gebruik van fosfaat, de opbrengst en kwaliteit zullen verminderen. Die vermindering zal, als het niet op korte termijn plaats vindt, beslist op langere termijn plaatsvinden, zo wordt gemeend.

Een gebruiksnorm afgestemd op de afvoer knelt als de feitelijke fosfaatbehoefte van landbouwgewassen hoger is dan de gebruiksnorm. Dit werd onlangs bevestigd voor bedrijven op bouwland met meer dan 50% gewassen van de gewasgroepen 0 en 1 (Van Dijk et al., 2008). Verder kunnen door aanscherping van de gebruiksnormen voor fosfaat bedrijven met een hoge fosfaatonttrekking in de knel komen. Dit werd vastgesteld bij bedrijven met een groot aandeel tarwe (Van Dijk et al., 2008). Daarnaast blijft bij teelten met gewassen met een lagere fosfaatonttrekking dan de fosfaatgebruiksnorm fosfaatophoping plaatsvinden. Dit leidt tot verhoging van de fosfaattoestand en daardoor op termijn op een verhoogd risico op fosfaatuitspoeling of tot continuering van bestaande fosfaatuitspoeling. Actuele gegevens over de feitelijke fosfaatafvoer van landbouwgewassen zijn nodig om gerichter effecten van voorgenomen beleid voor gefaseerde aanscherping van fosfaatgebruiksnormen te kunnen vaststellen.

Het stelsel van gebruiksnormen heeft MINAS vervangen nadat het Europese hof geoordeeld had dat niet voldaan werd aan de Nitraatrichtlijn. Hoewel deze richtlijn stikstof reguleert, is als gevolg van het derogatieverzoek van Nederland voor stikstof een voorwaarde gesteld aan het gebruik van fosfaat. Het fosfaatbeleid dient gericht te zijn op evenwichtsbemesting. De Europeesrechtelijke grondslag voor regulering van fosfaatbemesting wordt gevormd door de richtlijnen 75/440/EEG (Drinkwaterrichtlijn), 75/442/EEG (Kaderrichtlijn afvalstoffen) en 2000/60/EG (Kaderrichtlijn water). De gebruiksnorm voor fosfaat geldt voor de totale fosfaatbemesting met kunstmest en dierlijke mest.

Evenwichtsbemesting is erop gericht om een balans in aanvoer en afvoer tot stand te brengen. De schaal waarop dat evenwicht moet worden ingesteld is relevant. Het maakt voor de balansposten uit of dat een regionale schaal is, een bedrijfsschaal of een perceelsschaal. In deze studie beperken wij ons tot het schaalniveau perceel.

Bij een perceel wordt de aanvoer van fosfaat in hoofdzaak bepaald door de gift aan kunstmest en organische meststoffen (dierlijke mest, compost etc.). De afvoer wordt in hoofdzaak bepaald door de hoeveelheid fosfaat die met producten inclusief tarra het landbouwperceel verlaat. Producten kunnen gewas, melk en vlees zijn. In deze studie wordt de fosfaatafvoer met afvoer met het gewas bestudeerd. Afgezien van aanvoer met plantgoed, grond en hulpstoffen (bv. stro) zijn overige posten voor aanvoer (atmosferische depositie) of afvoer (uitspoeling onder GLP) klein ($< 2 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha/jaar}$; Tunney et al., 2003).

De aanvoer van fosfaat is door de verplichte registratie van meststoffen goed bekend. De gehalten in kunstmest zijn bekend en worden gecontroleerd, bij organische meststoffen dient het fosfaatgehalte van de aangevoerde partij gemeten te zijn en het volume dient te worden bepaald. De afvoer van fosfaat wordt daarentegen veelal niet vastgesteld. De bruto-opbrengst (veldopbrengst, marktbaar) wordt wel bepaald, maar is vaak verstrengeld met verschillende percelen met verschillende areaalgrootte. Fosforgehalten worden niet gemeten. Op basis van geraamde opbrengst en forfaitaire fosfaat (of fosfor)gehalte in het marktbaar product kan een fosfaatafvoercijfer worden bepaald. Forfaitaire gehalten en fosfaatafvoercijfers worden gegeven in Kiezen uit gehalten (Beukenboom, 1996). Deze geraamde fosfaatafvoer is door de berekeningmethode niet meer dan een indicatie voor een orde van grootte. Uit gemeten opbrengst en gemeten samenstelling van het gewas kan wel objectief de fosfaatafvoer voor een specifieke veldsituatie worden vastgesteld.

Forfaitaire waarden voor fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers berusten op gemiddelden. Daardoor worden echter variatiebronnen opgenomen die leiden tot onnauwkeurigheden. Die onnauwkeurigheden van de fosfaatafvoer berusten op systematische en op niet-systematische factoren. Bij een systematische afwijking wordt een factor telkens op eenzelfde wijze onderschat of overschat. Bij niet-systematische afwijkingen wordt de afvoer wisselend te hoog of te laag geschat. Het gangbare beeld is dat niet-systematische afwijkingen gemiddeld geen effect hebben. Dit hoeft echter niet zo te zijn. Systematische afwijkingen ten opzichte van de gebruiksnorm voor fosfaat kunnen veroorzaakt worden door bodemeigenschappen, nutriëntenmanagement, cultuurgebruik (grasland, voedergewassen, akkerbouwland, vollegrondsgroenteteelt, bloembollenteelt, boomkwekerij, fruit, buitenbloemen), teelt (rassenkeuze, teeltcondities) en methodologische effecten van bepaling van opbrengst en fosfaatafvoer. Niet systematische afwijkingen kunnen worden veroorzaakt door de invloed van het weer (temperatuur, neerslagoverschot), variatie in netto/bruto areaal geoogst oppervlak, schud- en maaiverliezen (bij gras), oogstverliezen en bewaarverliezen (voor zover ongecontroleerd).

Het onderscheid tussen een systematische en een niet systematische afwijking is niet altijd helder aan te geven. Zo is het onderscheid tussen de bepaling van de oogst en de daarbij optredende oogstverliezen sterk gebonden aan het (cultuur)gebruik.

Belangrijke eigenschappen van de bodem die invloed kunnen uitoefenen op de fosfaatafvoer zijn:

- de voorraad gewasbeschikbaar fosfaat (Ehlert et al., 2008),
- de snelheid waarmee dat fosfaat gewasbeschikbaar wordt (Van Rotterdam-Los et al., 2009a, 2009b)),
- het bufferend vermogen van de bodem (Ehlert et al., 2003, Koopmans, et al., 2004, Van Rotterdam-Los, 2009a, 2009b),
- de mate waarin de bodem geëxploiteerd kan worden door het gewas (Van Noordwijk et al., 1990),
- het vochtbergende en vochtleverend vermogen (Willigen en Van Noordwijk, 1987).

Deze eigenschappen worden vaak gerangschikt onder het begrip bodemvruchtbaarheid (fysische, chemische en biologische). Goed nutriëntenmanagement stemt het gebruik van meststoffen in tijd, hoeveelheid, vorm en wijze van toediening af op de beschikbare voorraden in de bodem. Cultuurgebruik en teeltomstandigheden bepalen mede het opbrengstniveau.

De wijze waarop de opbrengst wordt bepaald en het tijdstip (voor of na een periode van bewaring) en de methoden voor het meten van de fosfaatafvoer verschillen. Het maakt uit of de opbrengst bepaald wordt:

- als veldgewas of als marktbaar product
- als stukgoed of als gewicht
- naar vochtgehalte gestandaardiseerd wordt of naar veldgewas
- met grond- en gewastarra of zonder deze tarravormen

De bepaling van de fosfaatafvoer vraagt om een verantwoorde afleiding. Daarvoor zijn protocollen voor bemonstering, voorbehandeling van de gewasmonsters en analysemethoden voor de bepalingen van de gehalten aan drogestof en fosfor essentieel. Deze studie maakt gebruik van protocollen zoals die gangbaar zijn bij veldonderzoek bij onderzoek van WUR. Overigens vindt ontwikkeling van die protocollen nog steeds plaats.

1.2 Doelstelling

Het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven, kent de volgende doelen.

1. Vaststellen van de fosforgehalten van landbouwgewassen.
2. Vaststellen van fosfaatafvoercijfers voor landbouwgewassen.
3. In beeld brengen en indien mogelijk kwantificeren van factoren die leiden tot systematische afwijking in fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers.

Het onderzoek betreft observationeel statistisch onderzoek van gegevens van onderzoek en praktijk.. Bij gewassen met onvoldoende gegevens werden nieuwe metingen uitgevoerd.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden databronnen en de methoden van gegevensbewerking gegeven. Hoofdstuk 3 geeft de fosforgehalten van landbouwgewassen. In hoofdstuk 4 worden de fosfaatafvoercijfers gegeven. Hoofdstuk 5 behandelt de factoren die leiden tot systematische afwijking in fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de relatie van de nieuwe fosfaatafvoercijfers en de beoogde fosfaatgebruiksnormen en aanbeveling voor mogelijkheden tot differentiatie worden gegeven. De literatuur vermeld in dit rapport wordt na hoofdstuk 6 gegeven. Vervolgens worden bijlagen gegeven met resultaten van bewerking. Bijlage 2 geeft literatuur behorend bij de databronnen.

2 Data-acquisitie en bewerking

De data zijn afkomstig van onderzoek met veldproeven en bedrijfssystemen-onderzoek op praktijkbedrijven. De data zijn afkomstig van gewassen die op veldproeven of op praktijkbedrijven goed gemanaged zijn en zijn exclusief verliezen aan opbrengst door wendakkers, sloten, greppels en dergelijke.

2.1 Herkomst data

Data van de fosforgehalten van landbouwgewassen en fosfaatafvoercijfers zijn in fasen verzameld. In een eerste fase werden data van veldproeven verzameld afkomstig van onderzoeksgegevens van:

- Alterra, Centrum Bodem (Alterra);
- Animal Sciences Group (ASG);
- Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente (PPO-AGV).

De achtergronden en bewerkingen van de data van deze fase worden gegeven door Ehlert et al. (2006). Die verzameling toonde aan dat voor bepaalde gewassen het aantal gegevens ontoereikend was om fosfaatafvoercijfers te actualiseren terwijl dit wel wenselijk was. Daarop werden bij gewassen met onvoldoende gegevens aanvullende gegevens verzameld van afgesloten onderzoek bij genoemde onderzoeksinstellingen aangevuld met gegevens afkomstig van:

- Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Bloembollen, Bomen en Fruit (PPO-BBF);
- Plant Research International (PRI);

Daarnaast werden in de praktijk voor gewassen met onvoldoende gegevens nieuwe metingen uitgevoerd door PPO-AGV en PPO-BBF. De selectie berustte op de geraamde fosfaatafvoer en het areaal. Gewassen met een hoge afvoer ($> 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) en een aanzienlijk areaal werden geselecteerd. Het beschikbare budget bepaalde het aantal gewassen en het aantal monsters met aanvullende bepalingen. Bijlage 1 geeft een overzicht de gewassen waarvoor nieuwe data werd toegevoegd aan de database door bronnenonderzoek en nieuwe metingen.

Bloembollen

In de database zijn voor de bol- en knolgewassen alleen proeven en praktijkpercelen opgenomen waarop leverbare bollen en knollen geteeld zijn (uitgezonderd bij teelt gladiolenkralen). Bij teelt van leverbare bollen en knollen is de plantmaat en de opbrengst (versgewicht) in het algemeen hoger dan bij teelt met een kleinere plantmaat. Nutriëntengehalten nemen, voor zover bekend, af naarmate de maat toeneemt, zodat het niet zeker is of bij kleinere plantmaten ook minder fosfaat wordt afgevoerd. De opbrengst van de kleine plantmaten vormt het plantgoed voor de daaropvolgende teelt en blijft over het algemeen op het bedrijf aanwezig.

Er zijn wel enkele proeven opgenomen waarin gladiolenkralen geplant zijn. Hierbij worden gladiolenpitten geoogst, die niet als leverbare bollen beschouwd worden, maar als plantgoed. In het algemeen worden deze pitten wel van het bedrijf afgevoerd, omdat bedrijven in het algemeen gespecialiseerd zijn in de teelt van gladiolenkralen of gladiolenpitten.

Als hoofdproduct is de geoogste knol of bol genomen. Alle geoogste bollen zijn meegenomen, niet alleen leverbare. Deze worden in de praktijk ongepeld van het veld afgevoerd en in de schuur gepeld. Hierbij worden het restant van de geplante bol en loshangende schillen, en soms aanhangende wortels verwijderd. De waarnemingen in de database zijn in sommige proeven gedaan vóór het pellen van de knollen of bollen, en in sommige er na. In het algemeen zijn de wortels verwijderd voor de waarneming. Pellen en wortels bevatten in het algemeen verwaarloosbare hoeveelheden nutriënten.

Als bijproduct zijn de bovengrondse delen van het gewas genoemd, vlak voor de oogst. Deze bestaan in het algemeen uit blad en soms stengels en bloemen. Dahlia wordt tijdens de teelt een aantal keer gemaaid. Het maaisel is ook meegerekend als bijproduct. In het algemeen blijft het bijproduct op het land.

Tulpen en lelies worden tijdens de teelt gekopt. De gekopte bloemen blijven in het algemeen op het veld. De fosfaatinhoud van de bloemen is voor deze gewassen niet meegenomen in de database. Het gaat bij tulp om 2 kg P/ha. Van lelie zijn er geen gegevens bekend van de P-inhoud van de gekopte bloem.

Met de geoogste bollen of knollen wordt in de praktijk enige tarragrond meegenomen van het veld naar het erf. De fosfaatinhoud van tarragrond is in de database niet meegenomen.

Boomkwekerijgewassen

Bij de dataverzameling van de boomkwekerijgewassen dient het volgende te worden opgemerkt. De Boomkwekerijsector (inclusief vaste planten en buitenbloemen) wordt gekenmerkt door een grote variatie in gewassen, teeltsystemen en teeltduur. In deze sector wordt daarom doorgaans gewerkt met gewasgroepen. Binnen een gewasgroep kan de teeltduur variëren van 1 tot maximaal 5 jaar. De teeltduur wordt gedefinieerd als het aantal teeltseizoenen dat een gewas groeit zonder verplanten. In de database zijn alleen gegevens met een maximale teeltduur van 3 jaar opgenomen, omdat gegevens van gewassen met een langere teeltduur dan 3 jaar niet aanwezig zijn. Voor gewasgroepen is aan te geven welke teeltduur doorgaans plaats vindt. Zo is de teeltduur van bos- en haagplantsoen 1 of 2 jaar, buitenbloemen 1, 2 of 3 jaar, coniferen 2 of 3 jaar, laanbomen 3, 4 of 5 jaar, rozen 1 of 2 jaar, sierheesters 1, 2 of 3 jaar en vaste planten 1 jaar. Afhankelijk van de groei van de gewassen kan de teeltduur verlengd of verkort worden. Ook heeft de markt (vraag) invloed op de teeltduur. Kan het gewas verkocht worden tegen een goede prijs voordat de teeltduur verstreken is dan wordt deze verkort. Anderzijds geldt dat als de teeltduur gerealiseerd is maar er geen vraag is naar het gewas het soms nog een jaar kan blijven staan. Dit treedt vooral op bij de grotere maten en bijna nooit bij bos- en

haagplantsoen. De gegevens in de database zijn de gegevens verzameld aan het einde van een teeltduur van een gewas binnen de desbetreffende gewasgroep. Het kan voorkomen dat hetzelfde gewas binnen verschillende gewasgroepen geteeld wordt. Gewassen in de gewasgroep bos- en haagplantsoen worden op oudere leeftijd geteeld in de gewasgroep laanbomen. Het fosfaatafvoercijfer is bij deze sector berekend per teelt in kg P₂O₅/ha waarbij de teeltduur kan oplopen tot en met 3 jaar tenzij anders wordt aangegeven.

Fruit

Bij appel en peer werd op praktijkbedrijven de opbrengst bepaald door het aantal voorraadkisten te tellen en die te vermenigvuldigen met het gemiddelde gewicht aan vruchten dat in de een voorraadkist gaat. Dit is omgerekend naar ton/ha zonder randen of kopakkers maar inclusief grasbanen tussen de bomenrijen. Het blad is bemonsterd door 60 bladeren aselekt over het perceel te plukken. Het betrof het 5^e volgroeide basislanglotblad. De vrucht werd bemonsterd door 25 vruchten per perceel aselekt binnen een boom en aselekt over het perceel gekozen bomen te plukken. De analyse op fosfor (fosfaat) berust op een destructie met koningswater gevolgd door een totaal bepaling met ICP. De analyses werden uitgevoerd door het Laboratorium “Zeeuws-Vlaanderen” B.V. in Grauw.

Onderzoeksgegevens en praktijkgegevens

Nagenoeg alle gegevens van akkerbouw-, vollegrondsgroentegewassen en bloembollen zijn proefveldgegevens die betrekking hebben op de opbrengst buiten de spuitsporen en kopeinden, waarbij afhankelijk van het gewas de oogst machinaal dan wel handmatig is uitgevoerd. In 2006 en 2007 zijn ook opbrengstbepalingen op praktijkpercelen uitgevoerd bij pootaardappel, peen, wittekool, plantui, knolselderij (met en zonder blad) en bleekselderij, waarbij op representatieve perceelsgedeeltes buiten spuitsporen en kopeinden opbrengstbepalingen zijn uitgevoerd door handmatig oogsten van een drietal veldjes per perceel. Van tuinboon, cichorei, luzerne en vlas zijn in 2006 en 2007 de opbrengstgegevens afkomstig van het afnemende bedrijf en hebben betrekking op de oppervlakte van het gehele perceel inclusief spuitsporen en kopeinden. De analyse van fosforgehalte in de drogestof zijn tot en met 2005 geheel afkomstig van het Blgg in Oosterbeek en in 2006 en 2007 van zowel het Blgg als het CBLB in Wageningen. Alle opbrengstgegevens hebben betrekking op het netto product, zonder grond- en/of gewastarra.

De onderzoeksgegevens van de databanken werden verkregen bij een groot aantal onderzoeksprojecten met verschillende onderzoeksdoelen. Een ingang tot de databanken met onderliggende projecten, onderzoeksresultaten en achtergronden bij wordt gegeven in bijlage 2. Tevens worden referenties opgegeven voor relevante publicaties in vakbladen, rapporten en projectrapportages. Het aantal gegevens van praktijkbedrijven is beperkt ten opzichte van gegevens van veldproeven. Praktijkgegevens zijn vooral afkomstig van het bedrijfssystemenonderzoek en vooral van gewassen met te weinig gegevens van fosfaatafvoercijfers. De data van praktijksituaties vormen een fractie van het totaal aantal observaties. Omdat de variatie groot is in fosfor- of fosfaatgehalte en fosfaatafvoercijfers in zowel gegevens van onderzoek als de praktijk en de verdeling over onderzoeksgegevens en

praktijkgegevens onvoldoende gebalanceerd o.a. omdat dit gewas specifiek is, wordt in dit rapport geen expliciete kwantificering van het verschil fosfaatafvoercijfers van onderzoek en praktijk gemaakt. Hoofdstuk 6 gaat op dit aspect nader in.

2.2 Bewerking

De data werden opgenomen in zogenoemde observationele eenheden. Een observationele eenheid bestaat uit een fosforgehalte van een specifiek gewas met bijhorende opbrengst. Hieruit werd het fosfaatafvoercijfer berekend. Daarnaast zijn per observationele eenheid een aantal kenmerken van bodem, gewas, bemesting en teelt verzameld die mogelijk de variatie in het fosforgehalte of fosfaatafvoercijfer kunnen verklaren. Deze kenmerken worden in bijlage 3 gegeven. In dit rapport wordt op deze kenmerken ingegaan voor zover inderdaad variatie in fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers uit deze kenmerken (factoren, variabelen) verklaard kon worden.

De oorspronkelijke veldproeven zijn aangelegd voor andere onderzoeksdoeleinden dan actualisatie van de fosfaatafvoercijfers. Die veldproeven wijken af van de landbouwpraktijk omdat de percelen op basis van homogeniteit in bodem en gewasstand geselecteerd werden en goed gemanaged. Het aantal behandelingen, de opzet en uitvoering verschillen tussen veldproeven. Daardoor zijn veldproeven aanwezig waarbij in groot detail elk gewasonderdeel bepaald en geanalyseerd werd, terwijl bij andere veldproeven volstaan werd met het bepalen van de chemische samenstelling van een mengmonster van behandelingen. Naast veldproeven zijn data ook afkomstig van het bedrijfssystemenonderzoek (BSO) dat door PPO-agv (voorheen PAGV) is uitgevoerd en van metingen door PPO in de praktijksituaties. Veldproeven werden uitgevoerd met herhalingen. Het bedrijfssystemenonderzoek en het onderzoek in de praktijk leveren gegevens die veelal niet op herhalingen gebaseerd zijn. Om een te grote onevenwichtige bijdrage van veldproeven door hun herhalingen ten opzichte van metingen op bedrijven te beperken, zijn deze data gecondenseerd tot objectgemiddelden (observationele eenheden) per veldproef. Onderliggende gedachte hierbij is dat variatie tussen locaties in fosfaatafvoercijfers aanzienlijk groter is dan die tussen herhalingen. Een specifieke vraag naar kwantificering van variatie per locatie en object ontbrak.

De data voor fosforgehalte in landbouwgewassen en fosfaatafvoercijfers worden gekenmerkt door een ruim bereik in condities wat per gewas leidt tot een groot bereik in waarden. Standaardisatie was nodig omdat bereik te kunnen inperken. De verantwoording voor die standaardisatie is de volgende.

De data werden opgedeeld in deelverzamelingen met een onderverdeling naar fosfaattoestand, fosfaatbemesting en stikstofbemesting. De deelverzamelingen bij de genoemde factoren worden subklassen genoemd. Het detail van deze indeling was veelal te groot om verantwoord fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers te berekenen. Daarom werden de subklassen weer ondergebracht in grotere verzamelingen die wij klassen noemen. De aanpak van deze indeling is als volgt.

De algemene aanpak was een rubricering van data op basis van de fosfaattoestand van de grond, fosfaatbemesting en stikstofbemesting en grondsoort. Als grondslag voor rubricering werd hiervoor de geldende bemestingsadviezen gevolgd (Aendekerk, 2000, CBGV, 2008, Kreij, 1999, Kodde, 1994, Van Dam et al., 2004, Van Dijk, 2003).

Indeling van de fosfaattoestand

De rubricering van de fosfaattoestand van bouwland berust op de waardering van het Pw-getal, de fosfaattoestand van grasland berust op de waardering van het PAL-getal van de laag 0-5 cm. Het aantal waarderingsklassen van de fosfaattoestand van de bodem is te groot om voor iedere klasse een fosfaatafvoercijfer te bepalen voor landbouwgewassen. Een verdere vereenvoudiging werd aangebracht. Hierbij werd uitgegaan van de waardering van de fosfaattoestand van landbouwgronden volgens huidige bemestingsadviezen voor akkerbouw- en vollegrondsgroenten en werden waarderingsklassen verder vereenvoudigd tot drie klassen.

1. De waarderingsklassen *zeer laag* en *laag* op bouwland en *vrij laag* en *laag* op grasland zijn ondergebracht in de klasse laag
2. De waarderingsklassen *voldoende* en *ruim voldoende* voor bouwland en grasland zijn samengebracht in de klasse midden
3. De waarderingsklassen *vrij hoog* en *hoog* voor bouwland en *hoog* voor grasland zijn samengebracht in de klasse hoog

De adviesbasis voor bloembollen kent geen waarderingsschema van de fosfaattoestand. Het advies is om de fosfaattoestand (Pw-getal¹) tussen 20 en 25 te handhaven. Bij bolgewassen is de waardering van de akkerbouwgewassen gevolgd. Voor boomkwekerijgewassen, buitenbloemen en vaste planten en fruit gelden andere bemestingsadviezen met andere waarderingsklassen voor de fosfaattoestand van de bodem. Het aantal observationele eenheden per gewas van deze sectoren was te gering om differentiatie naar de waardering van de fosfaattoestand van de bodem mogelijk te maken. Deze indeling van verschillende waarderingsklassen van grondonderzoek in drie klassen lijkt rigoureuus. Echter de respons van landbouwgewassen op fosfaattoestand en fosfaatbemesting is in het algemeen zwak. Ehlert et al. (2005) geven mate van opbrengstderving bij wijziging van toestand en van gift.

Indeling van de fosfaatgift

De totale fosfaatgift met kunstmest en organische mest (dierlijke mest, compost) werd bepaald. Bij de bewerking werd ervan uitgegaan dat het fosfaat van diverse fosfaatmeststoffen (bv. tripelsuperfosfaat, superfosfaat, Rhenaniafosfaat, slakkenmeel en verschillende soorten organische mest) eenzelfde werking had. De gift aan fosfaat met organische meststoffen was niet voor elke observationele eenheid bekend. De gift was opgegeven maar een fosfaatgehalte ontbrak. In voorkomende gevallen is de fosfaatgift berekend met een forfaitaire waarde zoals opgegeven in de adviesbasis indien nodig gecorrigeerd voor de verandering van het gehalte in de tijd.

¹ mg P₂O₅/L

De fosfaatgiften werden gerubriceerd door indeling op basis van de adviesgift passend bij gegeven fosfaattoestand. De methode van toediening heeft invloed op deze rubricering. Als de meststof breedwerpig was toegediend werd geen reductiefactor op de adviesgift toegekend, bij rijenbemesting werd een reductiefactor van 50% in rekening gebracht (dit betekent dat rijenbemesting twee maal zo effectief is als breedwerpig toegediend fosfaat). Gewasgroep 0 van de adviesbasis voor akkerbouw en vollegrondsgroentegewassen vormt hierop een uitzondering. Tot Pw-getal 35 mg P₂O₅/L (klei) of 40 mg P₂O₅/L (zand) gelden de adviezen voor plaatsing van de fosfaatmeststof. In deze situatie zijn de adviesgiften met een factor 2 vermenigvuldigd indien de meststof breedwerpig was toegediend.

Bij de fosfaatgift werden drie kleinere deelverzamelingen onderscheiden:

1. totale fosfaatgift was minder dan de helft van de fosfaatadviesgift;
2. de totale fosfaatgift was gelijk aan tenminste de helft van de fosfaatadviesgift of hooguit twee maal zo hoog;
3. de totale fosfaatgift was meer dan twee maal zo hoog als de adviesgift aangeeft.

Indeling van de stikstofgift

Gegevens over de stikstofbemesting (kunstmest en/of organische meststoffen) zijn beschikbaar voor grasland, akkerbouwgewassen, vollegrondsgroenten en bloembollen. Bij deze sectoren zijn de effectief werkzame stikstofgiften in drie subklassen onderverdeeld. Bij overige gewassen werd deze onderverdeling niet aangebracht. Bij de stikstof afkomstig van organische meststoffen werd de totale stikstofgift met behulp van de werkingscoëfficiënt omgerekend naar de effectief werkzame stikstofgift. De werkingscoëfficiënten voor dierlijke mest volgen de huidige adviesbases waardoor rekening gehouden wordt met soort dierlijke mest, wijze en tijdstip van toediening.

De bepaling van de optimale stikstofgift volgt eveneens huidige bemestingsadviezen. Die adviezen komen overeen met de stikstofgebruiksnormen voor kleigrond (vanaf 2009) en voor zandgrond (vanaf 2006). De totale hoeveelheid werkzame stikstof werd in drie subklassen ondergebracht:

1. minder dan de helft van het advies (< 0,5);
2. gelijk aan of meer dan de helft van het advies en maximaal anderhalf maal het advies (0,5-1,5). De maximale afwijking tussen de adviesgift en anderhalf maal het advies mag hierbij niet meer dan 70 kg N/ha bedragen;
3. meer dan anderhalf maal het advies (> 1,5) of indien de maximale afwijking tussen de adviesgift en anderhalf maal het advies meer dan 70 kg N/ha bedroeg: de adviesgift plus 70 kg N/ha.

De subklasse 0,5-1,5 maal de adviesgift heeft een relatief breed bereik in stikstofgift. De opbrengststijging in deze klasse kan bij zeer sterk op stikstof reagerende gewassen aanzienlijk zijn. Uit stikstofproeven komt naar voren dat bij een bemesting van 50% van die van Adviesbemesting er sprake is van een opbrengstderving van 10% en bij een bemesting van 50% boven het advies van een opbrengsttoename van 1 à 2% (Van Dijk et al, 2007). Deze spreiding in opbrengsten is geaccepteerd bij de indeling

in subklassen. Bij de gewassen van grote arealen zijn aanvullende multivariate analyses uitgevoerd waardoor met feitelijke stikstofgiften gerekend kan worden.

De keuze voor de getalswaarde 70 berust op de overweging om vooral bij gras en snijmaïs differentiatie naar te hoge stikstofbemestingsgiften aan te brengen. Omdat bij overige gewassen in het algemeen volgens behoefte met stikstof is bemest, heeft dit indelingscriterium voor die gewassen doorgaans geen betekenis. Data afkomstig van stikstofbemestingsproeven vormen hierop een uitzondering.

Bij de selectie van de data van fosfaatafvoercijfers werd doorgaans stikstof met landbouwkundig verantwoorde giften toegediend. Er is echter een bereik in stikstofgiften van suboptimale tot zeer ruime stikstofgiften. Bij gegevens van gras en snijmaïs waren data ook afkomstig van veldonderzoek waarbij (zeer) grote hoeveelheden dierlijke mest waren gebruikt. Ook zijn observationele eenheden aanwezig die afkomstig zijn van stikstofbemestingsonderzoek met stikstoftrappen waaronder behandelingen met suboptimale stikstofgiften. Suboptimale en superoptimale giften kunnen echter door de aangebrachte rubricering worden uitgesloten.

Indeling grondsoort

De indeling volgt het huidige bemestingsadvies. Bij gras werden drie grondsoortgroepen onderscheiden, namelijk zee- en rivierklei, zandgrond (dekzand) en veen. Bij teelten op bouwland werden de indelingen van de grondsoort volgens de adviesbases gevolgd. Die indeling is verder vereenvoudigd tot zand en klei. Onder zand vallen dekzand, rivierklei, dalgrond en löss, onder klei vallen zeeklei en duinzand. Bij bloembollen is conform het advies duinzand onder de rubriek zand (dekzand) geplaatst.

Indeling gewassen

Teelten van eenzelfde gewas verschillen. De verzamelde data bieden geen mogelijkheden om op groot detail onderscheid aan te brengen tussen verschillende teeltwijzen van eenzelfde gewas. Alleen bij een aantal grote gewassen als aardappel (consumptie, poot, zetmeel), maïs (snijmaïs, korrel) en bloembollen (plantgoed, leverbaar) wordt het teeltdoel betrokken bij de rapportage van fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers. Bij de indeling van de gewassen is onderscheid aangebracht naar de sectoren (grasland, voedergewassen, akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen, boomkwekerijgewassen en fruit). Akkerbouwmatige vollegrondsgroenteteelt is als akkerbouw gerubriceerd omdat deze gewassen in vruchtwisseling met akkerbouwgewassen geteeld worden. Op basis van de aangebrachte subklassen van bemesting met fosfaat en stikstof en fosfaattoestand zijn de data ondergebracht drie klassen *laag* (L), *midden* (M) en *hoog* (H). De definities van deze klassen zijn:

Klasse Laag: fosfaattoestanden met waarderingen zeer laag, laag of vrij laag, totale fosfaatgiften minder dan de helft van het advies, werkzame stikstofgift minder dan de helft van het advies.

Klasse Midden: fosfaattoestanden met de waarderingen voldoende of ruim voldoende, fosfaatgiften minimaal de helft van het bemestingsadvies tot en met maximaal tweemaal de aanbevolen gift en effectieve stikstofgiften tenminste de helft tot maximaal 1,5 van de adviesgift waarbij de overschrijding niet meer dan 70 kg N/ha mag bedragen.

Klasse Hoog: Fosfaattoestanden met de waarderingen vrij hoog en hoog, fosfaatgiften die 2 maal hoger zijn dan de adviesgift en effectieve stikstofgiften die 1,5 maal hoger zijn dan het advies en alle situaties waarbij het advies met meer dan 70 kg N/ha werd overschreden.

De klasse *midden* omvat een breder bereik in bodemvruchtbaarheid en bemesting dan strikt genomen past bij goede landbouwpraktijk (GLP). Beperking tot GLP leidt tot een reductie van het aantal observationele eenheden. In een aantal gevallen – gewassen met een beperkt aantal waarnemingen – was die reductie te ingrijpend. Verkenningen van de data wezen uit dat een dergelijke reductie tot GLP condities in het algemeen niet leidt tot een verkleining van de spreiding in fosforgehalten of fosfaatafvoercijfers t.o.v. de klasse *midden*. Deze observatie billijkt deze klasse.

Opbrengst

De opbrengst bepaalt naast het fosforgehalte de fosfaatafvoer. Als regel zijn de opbrengsten van de verzamelde data gebruikt die passen bij de klasse *midden* of in voorkomende gevallen bij de klasse *hoog*. De opbrengsten die in de tabellen zijn opgenomen zijn berekende waarden uit de mediaanwaarden van fosfaatgehalte of fosforgehalte (gras, snijmaïs) en fosfaatafvoercijfers. Opbrengsten van de klasse *laag* zijn niet gebruikt voor bepaling van de fosfaatafvoercijfers. Bij gewassen die alleen of in hoofdzaak data hadden van de klasse *laag* zijn opbrengstgegevens van KWIN toegepast (KWIN 2005, 2006a, 2006b, 2008, Wekken en Schreuder, 2006).

2.3 Statistische analyses

De methode is gericht op het vaststellen van de fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen bij een middelbaar bereik in fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. Dezelfde methoden zijn toegepast op fosforgehalten in oogstproducten.

De verzamelde data per gewas zijn door rubricering opgedeeld in klassen. Per gewas worden van de fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers het gemiddelde van de populatie gegeven en tevens mediaan, standaardafwijking, aantal waarnemingen en bij klassen van gewassen met een grote omvang tevens de percentielwaarden voor 5% (5^e) en 95% (95^e). De mediaan is de waarde voor de 50^e percentiel (50^e).

$$\text{Populatiegemiddelde: } \mu = \Sigma x_i / N \quad (1)$$

Met x_i de waarde van de variabele voor waarneming i en N het aantal waarnemingen van de deelverzameling.

De mediaan is de middelste waarde van een reeks op grootte gerangschikte waarden voor het fosforgehalte of fosfaatafvoercijfers. Bij een symmetrische verdeling van de waarden voor deze grootheden per deelverzameling komt de mediaan overeen met het gemiddelde. Wanneer de verdeling scheef is, wijkt de mediaan af van het gemiddelde.

Als maat voor de spreiding is de populatievariantie (σ^2) gebruikt (het gemiddelde van het kwadraat van de afwijkingen van μ):

$$\sigma^2 = \Sigma (x_i - \mu)^2 / N \quad (2)$$

Hieruit werden de standaardafwijking (σ) en de variatiecoëfficiënt (σ/μ) berekend.

Een 95^e percentielwaarde geeft een waarde van een parameter waarbij 95% van de data een waarde heeft die gelijk aan of lager is. De 95^e percentielwaarde wordt in dit onderzoek gehanteerd als een bovengrens van de desbetreffende deelverzameling.

Indien de data van een gewas een voldoende omvang hadden om het gemiddelde van de klasse *midden* verantwoord te onderscheiden van overige klassen (*laag, hoog*), dan wordt het resultaat van statistische bewerking tot genoemde statistische grootheden van die klasse gegeven. Dit wordt aangeduid met '*midden*'.

Een voldoende omvang betreft minimaal 8 waarnemingen. De getalswaarde 8 berust op statistische en een economische overweging (beschikbaar onderzoeksbudget).

De variantie in fosfaatafvoercijfers verschilt aanzienlijk tussen de gewassen. Het is niet zo dat naarmate het aantal waarnemingen toeneemt de variantie kleiner wordt. Het is eerder het omgekeerde. Naarmate per gewas maar weinig waarnemingen aanwezig zijn, wordt een kleinere variantie berekend. Dat is niet zo verwonderlijk omdat bronnen van variantie dan beperkt blijven tot die van één locatie of enkele locaties (veelal veldproef) en één of enkele oogstja(ar(en)). Variantie tussen proeven ontbreekt (objectgemiddelen) dan of is sterk verlaagd. Op basis van beschikbare data werd in een vooronderzoek verkend welke omvang een steekproef moet hebben om een significant verschil van 5, 10 of 15 kg P₂O₅/ha in fosfaatafvoercijfers te kunnen vaststellen.

Om te onderzoeken of het onderscheidingsvermogen voldoende groot is bij een afwijking van 5, 10 of 15 kg P₂O₅ ha⁻¹ ten opzichte van een gegeven waarde voor het fosfaatafvoercijfer als significant aan te merken zijn drie waarden voor de kans voor het ten onrechte niet verwerpen van de werkhypothese gehanteerd (β): 0,5, 0,2 en 0,1 (onderscheidingsvermogen is 1- β). Veelal wordt 0,2 gebruikt. Voor de precieze uitwerking wordt verwezen naar Oude Voshaar (1994). Voor reeks van gewassen werd vastgesteld dat om een verschil van respectievelijk 5, 10 of 15 kg P₂O₅ significant te kunnen onderscheiden gemiddeld respectievelijk 36, 15 of 8 waarnemingen nodig zijn. Er is gekozen voor 8 waarnemingen.

De klasse *midden* kwam niet altijd met een voldoende aantal waarnemingen voor. Er werd dan een deelverzameling samengesteld uit de klasse *midden* voor fosfaattoestand en stikstofbemesting waarbij echter de fosfaatgift vrij gelaten werd. Deze deelverzameling wordt aangeduid met '**verbreed**'. De overweging hierbij was dat veeljarig veldonderzoek effecten van de fosfaattoestand doorgaans wel aantoonbaar zijn, maar dat niet altijd het geval is voor bij het aantonen van effecten van fosfaatbemesting (Prummel, 1981; Ehlert et al., 2003, 2008). Het aantal observationele eenheden nam daardoor toe. Data van deze deelverzameling worden ook gegeven in geval de deelverzameling van alle klassen *midden* geen aantoonbaar verschil in mediaan en gemiddelde opleverde. Het aantal waarnemingen neemt ook dan toe en in beginsel zou daardoor de variantie kunnen afnemen. Die afname werd overigens lang niet altijd vastgesteld.

Indien de data niet toelieten om een verantwoord onderscheid op basis van de klasse *midden* of *verbreed* aan te brengen, dan worden de resultaten van bewerking van alle data gegeven. Dit wordt aangeduid met '**alle data**'. Indien een bepaald kenmerk van een subklasse domineert over de klasse *midden*, dan wordt dat kenmerk gegeven.

Naast omvang van de deelverzameling wordt ook een kwaliteitsoordeel gegeven over de data. Indien de data van een gewas afwijken van de klasse *midden*, dan wordt dit aangegeven inclusief de oorzaak van die afwijking.

Percentielwaarden (5^e en 95^e) vragen een voldoende aantal waarnemingen om verantwoord vastgesteld te kunnen worden. In dit onderzoek is daarvoor een minimum van 100 observationele eenheden gehanteerd. De getalswaarde berust op keuze voor een voldoende aantal aselechte observaties. Bij lage aantallen is het sowieso lastig om verantwoord een percentielwaarde te berekenen. Het lagere aantal, de arbitraire keuze voor 5 en 95% en invloed van specifieke deelverzameling binnen een gewas sluit de presentatie van deze percentielwaarden uit. Ook verkenningen bij gewassen met grotere aantallen observaties wezen uit dat specifieke deelverzamelingen de percentielwaarden beïnvloedden. Dit wordt gesignaleerd in dit rapport. De percentielwaarden worden alleen gegeven voor gras, aardappel (consumptie), aardappel (zetmeel), biet (suiker, voeder), boon (stamsla-, veld-), erwten (droge), gerst (zomer), gladiool, gras, graszaad (Engels raai), haver, ijssla, krokus, kropsla, lelie, maïs (snij), peen, prei, rogge (winter), tarwe (winter, zomer) en ui (zaai). Bij overige gewassen waren de aantallen te laag.

Bij gewassen met een voldoende aantal observationele eenheden zijn aanvullende parametrische hypothesetoetsen (t-toets) en multivariate regressie-analyses uitgevoerd. Deze aanvullende analyses met hun werkhypothese worden beschreven bij de desbetreffende gewassen. Alle uitspraken berusten op een onbetrouwbaarheidsdrempel van 0,05 tenzij anders wordt aangegeven. Toetsing van verbanden volgt standaard de t-toets of F-grootheid. De aanduiding voor de mate van significantie² van een analyseresultaat volgt Oude Voshaar (1994).

² ~ aanwijzing voor een verschil (0,05 < P < 0,10), * significant (0,01 P < 0,05), ** sterk significant (0,001 < P < 0,01), *** zeer sterk significant (P < 0,001).

Bij de dataverzameling van gegevens van de veldproeven zijn de observationele eenheden ontkoppeld van de proefstructuur (proefopzet of statistisch ontwerp) en proef. Bij kleine deelverzamelingen waarvan de gewasgegevens van één of enkele veldproeven afkomstig zijn, kan dit tot een dominante invloed van een object of veldproef leiden. Deze invloed werd – bij gebrek aan meer data – geaccepteerd. Bij grote deelverzamelingen is onderzocht of de invloed van de oorspronkelijke proefopzet effect heeft op schattingen voor het fosforgehalte of het fosfaatafvoercijfer. Bij consumptieaardappel werden deze effecten van de oorspronkelijke proefopzet onderzocht maar significante effecten van de aangelegde behandelingen werden niet vastgesteld. Dit is onder andere een gevolg van het gegeven dat de database alleen de objectgemiddelden van veldproeven bevat en veldproeven doorgaans weinig objecten hadden. Andere variantiebronnen (jaar, locatie, gewasverschillen) dragen sterker bij aan de variantie.

Alle analyses werden uitgevoerd met het statistisch programma Genstat 10.2.

2.4 Afbakening

Dit rapport geeft resultaten voor het fosforgehalte en het fosfaatafvoercijfer dat met het geoogste product afkomstig van gewassen het landbouwperceel verlaat. Er worden geen resultaten gegeven van de verandering in het fosforgehalte in het gewas gedurende de gewasontwikkeling. Evenmin worden resultaten gegeven van de totale maximale fosfaatopname van een gewas. Tijdens de groei en ontwikkeling kunnen gewassen meer fosfaat opnemen dan uiteindelijk met het geoogste gewas (marktbaar product) het landbouwperceel verlaat. Dit geldt zowel voor gewassen die afrijpen als voor gewassen waarvan een specifiek gewasonderdeel geoogst wordt en waarvan de gewasrest achterblijft op het veld. Evenmin worden resultaten gegeven over de fosfaatbehoefte van gewassen. Daarvoor wordt verwezen naar huidige bemestingsadviezen. Met nadruk wordt gewezen op het onderscheid tussen fosfaatbehoefte en een fosfaatafvoercijfer. De fosfaatbehoefte is de hoeveelheid fosfaat die een gewas nodig heeft om optimaal te kunnen produceren gegeven een bepaalde fosfaattoestand. Het fosfaatafvoercijfer geeft de hoeveelheid fosfaat aan die met de (marktbaar) oogst het perceel verlaat.

Er zijn observationele eenheden die berusten op gegevens afkomstig van de biologische landbouw. Hun aantal is te gering om de gewassen van deze sector qua fosforgehalte en fosfaatafvoercijfer te kunnen onderscheiden van de gewassen geteeld in de gangbare landbouw.

De fosfaataanvoer met plant-, poot-, zaai-, stek- en entgoed wordt in het algemeen niet gegeven. Voor bedrijfsbalansen maakt het uit of die aanvoer van het eigen bedrijf komt of dat het plant-, poot-, zaai-, stek- en/of entgoed is aangekocht van een ander bedrijf. Dergelijk interne kringlopen van fosfaat op perceels- of bedrijfsniveau werden niet onderzocht.

Deze studie rapporteert data van verschillende herkomst. Dit leidt tot verschillen in bemonstering, monstervoorbehandeling, in methoden van chemisch gewas- en grondonderzoek en laboratoria. Deze studie behandelt deze verschillen niet. Aangenomen wordt dat effecten op het fosforgehalte en het fosfaatafvoercijfer door verschil in bemonstering, monstervoorbehandeling, analysemethoden en laboratoria kleiner zijn dat de variatie veroorzaakt door verschil in oogstjaar, locatie, gewassenmerken en grondsoort. Deze aanname kan niet worden geverifieerd, omdat de database geen onderscheidende kenmerken bevat om een verschil te kunnen definiëren.

3 Gehalten van landbouwgewassen

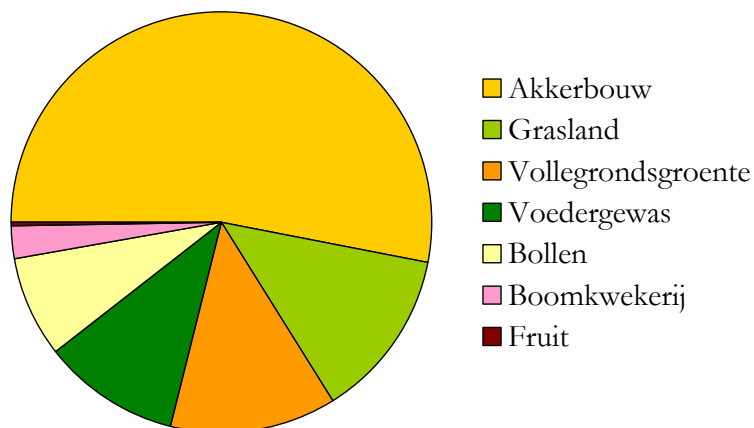
In dit hoofdstuk worden fosforgehalten van landbouwgewassen gerapporteerd. De grondslag van bewerking is voor de gehalten die in dit hoofdstuk worden gerapporteerd gelijk. Bij gewassen met veel observationele eenheden zijn gedetailleerdere bewerkingen mogelijk. De resultaten van die gedetailleerdere bewerkingen worden gegeven in hoofdstuk 5.

Gehalten aan fosfor in het gewas worden in de verschillende landbouwsectoren op verschillende wijzen gedeclareerd. Dit is afhankelijk van het doel van de analyse (gewasonderzoek, voederkwaliteit). Bij grasland en veevoedergewassen wordt standaard gerapporteerd in g P/kg drogestof (DS). Bij overige gewassen werd veelal gerapporteerd g P₂O₅/kg product (of in %P₂O₅). Het product is het gewas zoals dat bemonsterd werd (veldgewas of marktbaar product). De huidige rapportages van analyseresultaten van chemisch gewasonderzoek hanteren g P/kg DS. In dit rapport wordt aangesloten bij de eenheden van de huidige grond- en gewasanalyses. Dat betekent dat alle data van dit hoofdstuk gedeclareerd zijn in **g P/kg DS**. Voor de belangstellenden worden voor de bouwlandgewassen in bijlagen 4 en 5 de fosfaatgehalten in het gewas gegeven uitgedrukt in g P₂O₅/kg product.

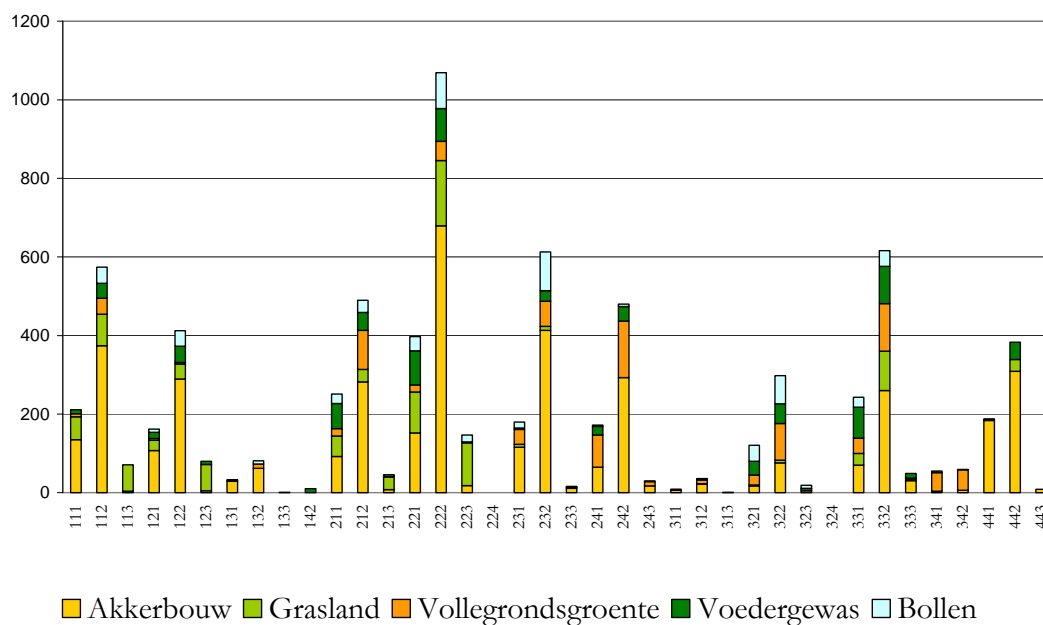
3.1 Kenmerken van het bestand met fosforgehalten

De dataverzameling van het fosforgehalte van het hoofdproduct betrof 7750 observationele eenheden. De verdeling van de data wordt gegeven in figuur 1. Het databestand bevat de meeste gegevens van de gewassen met de grootste arealen (akkerbouw, grasland, voedergewassen). Ook bolgewassen en vollegrondsgroenten zijn goed vertegenwoordigd. Gegevens van qua areaal kleine gewassen van de boomkwekerij, buitenbloemen en fruit zijn relatief gering in aantal vertegenwoordigd. Van het totaal aantal observationele eenheden was 54% afkomstig van 38 akkerbouwgewassen, 13% van grasland, 13% van 12 vollegrondsgroenten, 11% van 5 voedergewassen, 8% van 11 bolgewassen, 2% van 12 boomkwekerijgewassen en buitenbloemen en 0,2% van 2 fruitgewassen.

De data omvatten een bereik in fosfaattoestanden, fosfaat- en stikstofgiften (figuur 2). De klasse *midden* domineert. Bij akkerbouwgewassen en grasland komen ook deelverzamelingen voor met suboptimale fosfaattoestanden, fosfaat- en/of stikstofgiften voor. Bij bloembollen en vollegrondsgroenten komen deelverzamelingen voor met hoge fosfaattoestanden en/of hoge fosfaatgiften. In het algemeen bevat het bestand weinig observationele eenheden met te hoge stikstofgiften. Van een deel van de data is fosfaattoestand en/fosfaatgift en/of stikstofgift onbekend. De herkomst van deze data is voldoende verantwoord en aangenomen kan worden dat bij deze data geen groei limiterende omstandigheden door P of N hebben voorgedaan (bv gegevens zijn afkomstig van stikstofbemestingsonderzoek).



Figuur 1. Verdeling van de aantallen observaties van het fosforgehalte in het marktbaar product over de sectoren.



Figuur 2. Verdeling van de aantallen observaties van de P-gehalten van marktbaar gewassen over de klassen voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. De X-as geeft de subklassen. Het eerste cijfer geeft de subklassen voor de fosfaattoestand, het tweede cijfer voor de fosfaatgift en het derde cijfer voor de stikstofgift. Hierbij volgen 1, 2 en 3 de indelingen van toestand en giften en 4 geeft niet gespecificeerd aan. Observaties bij boomkwekerijgewassen, buitenbloemen en fruit zijn niet opgenomen in verband het geringe aantal observaties.

3.2 Gehalten in het hoofdproduct

3.2.1 Grasland

Het totaal aantal observaties betrof 1030. Hiervan voldeden 174 aan de criteria voor de klasse *midden* op basis van de fosfaattoestand, fosfaat- en stikstofgift. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de regressieanalyses gegeven op basis van alle observaties.

Bij grasland reageert de opbrengst met name de eerste snede op fosfaatbemesting en fosfaattoestand (Agterberg en Henkens, 1995). Overige sneden reageren in opbrengst soms. Er is geen verdere splitsing aangebracht naar graslandgebruik (maaien, weiden) of zwaarte van de geoogste snede. Vooronderzoek met ANOVA (ongebalanceerd, $P=0,05$) wees uit dat bij de klasse *midden* er geen significant verschil was tussen het fosforgehalte bij uitsluitend maaien in vergelijking met de gegevens afkomstig van de weideproeven. De zwaarte van de snede was te ongebalanceerd in de database aanwezig om verantwoord de aangelegde klassen op statistische verschillen te onderzoeken.

Tabel 1 geeft de waarden uitgedrukt in g P/kg DS voor de statistische parameters (gemiddelde, mediaan, minimum, maximum, standaardafwijking, percentielen en aantal observaties) voor de klasse *midden* voor dekzand, rivierklei, veen en zeeklei. Voor de subklasse stikstof zijn tevens de waarden voor de te lage en te hoge bemestingsniveaus gegeven. Naast onderscheid naar grondsoort worden de waarden voor de statistische parameters voor de totale verzameling gegeven.

Bij de klasse *midden* komen gemiddelden en mediaanwaarden (50^e percentiel) overeen. De deelverzameling voor veen heeft de laagste waarde voor de mediaan (3,5 g P/kg DS) gevolgd door zeeklei (3,8 g P/kg DS) maar dat is echter gebaseerd op een beperkt aantal observaties (9). Voor dekzand werd een waarde van 3,9 g P/kg DS vastgesteld en voor rivierklei 4,1 g P/kg DS. Voor alle grondsoorten is de mediaanwaarde 3,8 g P/kg.

Bij dekzand en rivierklei worden grote effecten van stikstofbemesting vastgesteld. De invloed van de stikstofbemesting op het fosforgehalte van gras is groter dan die van de fosfaattoestand (PAL-getal) of fosfaatbemesting. Naarmate de stikstofgift toeneemt worden hogere fosforgehalten vastgesteld. De N-subklasse 1 (onderdeel van *laag*) heeft een mediaan van 3,5 g P/kg DS, de subklasse 2 (onderdeel *midden*) 3,8 g P/kg DS en de subklasse 3 (onderdeel van *hoog*) 4,2 g P/kg DS. Voor veen wordt dat niet vastgesteld en bij zeeklei zijn het aantal observaties te beperkt om verantwoord uitsluitsel te krijgen. De toename van het fosforgehalte met stikstofbemesting is een gevolg van een effect van stikstof op de verhoging van het gehalte aan ruweiwit onder de conditie van een voldoende fosfaatvoorziening (Prummel, 1973).

Tabel 1. Gemiddelde, minimum, maximum, percentielwaarden inclusief mediaan (50^e), standaardfout en aantal van het fosforgehalte van de eerste snede gras in g P/kg DS bij de klasse 'midden' voor de fosfaattoestand (PAL-getal) en fosfaatgift en de subklassen laag, midden en hoog voor de stikstofgift.

Grondsoort	subklasse N-gift	Gemiddelde	Percentielen ¹			Minimum	Maximum	Standaard- fout	Aantal
			Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e				
Dekzand	te laag	3,5	3,6	-	-	2,9	4,5	0,42	32
	voldoende	3,8	3,9	-	-	2,6	5,1	0,65	74
	te hoog	4,0	4,1	-	-	3,0	6,4	0,57	83
Rivierklei	te laag	3,1	3,0	-	-	2,1	4,0	0,35	23
	voldoende	4,1	4,1	-	-	2,9	5,1	0,58	25
	te hoog	4,8	4,8	-	-	3,9	5,8	0,55	18
Veen	te laag	3,5	3,5	-	-	3,0	4,3	0,28	42
	voldoende	3,5	3,5	-	-	2,7	4,4	0,43	59
	te hoog	3,7	3,6	-	-	3,0	4,3	0,52	8
Zeeklei	te laag	3,5	3,7	-	-	3,0	3,9	0,30	7
	voldoende	4,0	3,8	-	-	3,4	5,0	0,61	9
	te hoog	* ²	*	*	*	*	*	*	0
Alle grondsoorten	te laag	3,4	3,5	2,9	4,0	2,1	4,5	0,38	104
Alle grondsoorten	voldoende	3,8	3,8	2,9	4,9	2,6	5,1	0,60	166
Alle grondsoorten	te hoog	4,1	4,1	3,2	5,4	3,0	6,4	0,63	101

¹ 50^e percentiel is de mediaan

² geen waarnemingen

3.2.2 Bouwland

De data zijn volgens sectoren gerangschikt namelijk bloembollen, akkerbouwgewassen, vollegrondsgroentegewassen, fruit, voedergewassen, boomkwekerijgewassen (inclusief vaste planten en buitenbloemen). Tabel 2 geeft gemiddelde, mediaan, minimum en maximum, standaardfout in g P/kg DS en aantal observaties voor alle sectoren met uitzondering van de boomkwekerijgewassen. Tabel 3 geeft deze informatie voor de boomkwekerijgewassen (inclusief vaste planten en buitenbloemen) waarbij tevens rekening is gehouden met de teeltduur (1-, 2- of 3-jarig). Voor gewassen met tenminste 100 observaties worden bij tabel 2 tevens 5^e- en 95^e percentielen gegeven. In geval alle beschikbare data samengevat worden ('alle data') wordt een kenmerk van de deelverzameling gegeven indien er sprake is van groter aantal observaties t.o.v. de klasse *midden*. Bij tabel 3 ontbreekt dat kenmerk. De fosfaattoestand en de fosfaatbemestingen waren bij de boomkwekerijgewassen in het algemeen meer dan voldoende hoog.

In het algemeen is in de klasse *midden* geen relatie vast te stellen tussen het fosforgehalten in de drogestof en de drogestofproductie. Bij snijmaïs en veldboon worden negatieve correlaties vastgesteld: een lager fosforgehalte bij een hogere drogestofproductie. Bij de klassen *laag* of *hoog* worden vaker negatieve correlaties tussen deze grootheden vastgesteld. Naarmate de drogestofproductie toeneemt wordt een lager gehalte vastgesteld. Het is niet zo dat een laag gehalte gecorreleerd is met een lage fosfaattoestand of een lage fosfaatbemesting. Hoge waarden worden ook vastgesteld bij suboptimale fosfaatvoorziening (toestand, gift).

De boomkwekerijgewassen zijn gegroepeerd naar de gewasgroepen bos- en haagplantsoen, buitenbloemen, coniferen, laanbomen, rozen, sierheesters en vaste planten en gedifferentieerd naar teeltduur. De belangrijkste vertegenwoordigers van de gewasgroep bos- en haagplantsoen zijn *Quercus robur* zaailing, buitenbloemen *Veronica* 'Dark Martje', sierconiferen *Thuja occidentalis* 'Brabant', laanbomen *Carpinus betulus*, rozen struikroos, sierheesters *Hybiscus syriacus* en *Ligustrum vulgare* 'Atrovirens' en vaste planten *Peonia* 'Sarah Bernhart' (zie bijlage 1). De rubricering tracht de grote verscheidenheid aan gewassen, teelten en teeltduren enigszins te beheersen. De mediaanwaarde voor het fosforgehalte varieert van 0,87 tot 3,30 g P/kg DS. Onder buitenbloemen komen gewassen voor (*Helianthus* 'Sunrich Orange') met de hoogste gehalten (7,7 g P/ kg DS). Het algemene gemiddelde is 2,1 g P/kg DS.

Mediaanwaarden en gemiddelden van tabel 2 en tabel 3 komen goed overeen. Bij een aantal gewassen werd vastgesteld dat er een significant verschil aantoonbaar is tussen fosforgehalten in de drogestof van gewassen geteeld op zand en klei. Zand is een rubriek die gebaseerd is op de indeling van de adviesbasis voor bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroenten en omvat dekzand, rivierklei, dalgrond, veen en löss. Ook de bolgewassen op duinzand zijn onder deze rubriek geplaatst.

Tabel 4 geeft de gemiddelden voor de fosforgehalten voor deze gewassen (t-toets, P-waarde 0,05). Bij lage aantallen observaties (n < 10) is er sprake van een locatie/jaar effect. Het vastgestelde verschil heeft daardoor een beperkte praktische betekenis.

In bijlage 4 worden de gehalten gegeven uitgedrukt in g P₂O₅/kg product.

Tabel 2. Fosforgehalten van bouwlandgewassen van het hoofdproduct in g P/kg DS naar sectoren bloembol (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk ¹
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
bol	Anemone coronaria	Alle data	3,2	3,2	-	-	2,9	3,6	0,25	9	301
bol	Dahlia	Midden	2,2	2,2	-	-	1,9	2,7	0,32	8	
bol	Fritillaria	Alle data	2,3	2,2	-	-	1,9	2,8	0,31	9	040
bol	Gladiool	Verbreed	2,3	2,4	-	-	1,6	3,7	0,38	56	
bol	Hyacint	Verbreed	1,8	1,7	-	-	1,3	2,6	0,36	14	
bol	Iris	Alle data	1,8	1,8	-	-	1,3	2,4	0,32	31	300
bol	Krokus	Verbreed	2,0	2,1	-	-	1,1	2,7	0,37	34	
bol	Lelie	Verbreed	1,9	2,0	-	-	1,3	2,5	0,27	43	
bol	Tulp	Verbreed	1,6	1,6	-	-	0,9	3,0	0,50	52	
bol	Zantedeschia	Alle data	2,4	2,4	-	-	1,9	2,9	0,33	15	010
bwl	Aardappel, consumptie	Midden	2,1	2,0	1,4	3,0	1,2	4,5	0,51	196	
bwl	Aardappel, poot	Midden	2,1	2,0	-	-	1,6	3,2	0,44	22	
bwl	Aardappel, zetmeel	Verbreed	2,0	1,9	-	-	1,3	4,2	0,59	61	
bwl	Biet, suiker	Midden	1,5	1,5	-	-	0,8	2,1	0,24	75	
bwl	Boon, stamsla	Verbreed	4,5	4,4	3,7	5,6	3,5	6,1	0,52	116	
bwl	Boon, tuin	Alle data	5,7	5,5	-	-	4,7	6,9	0,65	16	300
bwl	Boon, veld	Verbreed	7,2	7,5	-	-	5,1	7,9	0,71	81	
bwl	Cichorei	Alle data	2,3	2,2	-	-	1,8	2,9	0,44	8	440
bwl	Erwt, dop	Alle data	4,6	4,5	-	-	3,3	6,1	0,53	47	040

Tabel 2 (vervolg). Fosforgehalten van bouwlandgewassen van het hoofdproduct in g P/kg DS naar sectoren bloembollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Mini- mum	Maxi- mum	Standaard- fout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
bwl	Erwt, droge (schokker)	Verbreed	5,1	5,0	-	-	3,5	6,7	0,82	48	
bwl	Gerst, winter	Alle data	3,8	3,7	-	-	3,0	4,6	0,39	18	001
bwl	Gerst, zomer	Verbreed	4,0	4,1	3,1	4,8	0,8	5,7	0,64	136	
bwl	Graszaad, Engels raai	Alle data	4,8	4,9	4,2	5,2	3,3	5,6	0,34	165	030
bwl	Graszaad, Rietzwenk	Alle data	3,3	3,3	-	-	3,3	3,3	*	1	040
bwl	Graszaad, Roodzwenk	Alle data	4,8	4,8	-	-	4,7	4,8	0,04	5	040
bwl	Graszaad, Veldbeemd	Alle data	3,8	3,8	-	-	3,7	3,9	0,08	5	040
bwl	Graszaad, Westerwolds	Alle data	3,2	3,1	-	-	2,8	3,5	0,30	5	030
bwl	Haver	Verbreed	4,4	4,4	3,8	5,1	3,4	5,2	0,38	101	
bwl	Hennep	Alle data	2,6	2,7	-	-	0,7	3,7	0,98	7	040
bwl	Knolselderij	Alle data	6,2	6,1	-	-	4,6	9,1	0,83	26	
bwl	Kool, spruit	Verbreed	4,8	4,8	-	-	3,3	6,9	0,86	38	
bwl	Koolraap	Alle data	3,3	3,1	-	-	2,4	4,2	0,57	11	030
bwl	Koolzaad	Verbreed	7,4	7,6	-	-	6,3	8,3	0,71	16	
bwl	Krotten	Alle data	2,4	2,4	-	-	2,4	2,4	*	1	300
bwl	Kunstweide	Alle data	2,5	2,5	-	-	1,8	3,0	0,38	9	040
bwl	Mengteelt	Alle data	4,0	3,9	-	-	3,5	4,7	0,36	23	110
bwl	Miscanthus	Alle data	0,6	0,6	-	-	0,4	0,8	0,18	4	401
bwl	Narcis	Alle data	1,7	1,4	-	-	0,9	2,6	0,59	24	300
bwl	Rogge, winter	Verbreed	3,6	3,8	-	-	1,8	4,4	0,59	51	

Tabel 2 (vervolg). Fosforgehalten van bouwlandgewassen van het hoofdproduct in g P/kg DS naar sectoren bloembollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
bwl	Schorseneer	Alle data	2,6	2,5	-	-	2,2	2,9	0,30	6	041
bwl	Tarwe, winter	Verbreed	3,6	3,5	3,1	4,3	2,8	4,9	0,35	111	
bwl	Tarwe, zomer	Verbreed	3,9	3,8	-	-	3,3	4,9	0,45	34	
bwl	Triticale	Verbreed	4,4	4,4	-	-	3,9	4,9	0,33	10	
bwl	Ui, plant	Alle data	2,6	2,6	-	-	2,2	3,3	0,34	8	330
bwl	Ui, zaai	Midden	3,3	3,3	-	-	2,4	3,8	0,28	43	
bwl	Valeriaan, wortel	Alle data	3,6	3,6	-	-	3,5	3,7	0,08	7	041
bwl	Vlas	Alle data	7,9	7,9	-	-	7,4	8,2	0,24	7	340
bwl	Witlof	Verbreed	2,4	2,5	-	-	1,9	2,9	0,36	10	
grt	Aardbei	Alle data	3,1	3,2	-	-	1,8	4,0	0,53	22	340
grt	Broccoli	Alle data	7,2	7,5	-	-	4,3	9,6	1,84	20	301
grt	Ijssla	Verbreed	5,6	5,5	3,9	7,3	2,9	7,9	0,99	103	
grt	Knolvenkel	Verbreed	5,1	5,2	-	-	3,9	6,6	0,67	39	
grt	Kool, bloem	Verbreed	6,0	6,1	-	-	4,7	7,4	0,67	35	
grt	Kool, Chinese	Alle data	8,1	7,9	-	-	7,3	9,4	0,62	14	340
grt	Kool, witte	Verbreed	3,0	3,1	-	-	2,5	3,4	0,30	10	
grt	Kropsla	Verbreed	5,6	5,5	-	-	3,7	7,4	0,86	59	
grt	Peen	Verbreed	2,9	2,7	-	-	2,1	5,5	0,60	48	
grt	Prei	Verbreed	3,3	3,3	-	-	1,5	4,6	0,65	46	
grt	Selderij, bleek, groen	Alle data	5,2	5,3	-	-	3,3	7,8	1,41	18	040

Tabel 2 (vervolg). Fosforgehalten van bouwlandgewassen van het hoofdproduct in g P/kg DS naar sectoren bloembollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50e)	5e	95e					
grt	Spinazie	Verbreed	4,8	5,0	-	-	3,2	6,3	0,95	10	
frit	Appel	Alle data	0,77	0,70	-	-	0,70	1,00	0,10	9	
frit	Peer	Alle data	0,86	0,80	-	-	0,80	1,00	0,07	9	
vdg	Biet, voeder	Midden	2,3	2,3	-	-	1,7	3,1	0,42	19	
vdg	Klaver	Alle data	3,0	2,9	-	-	1,8	4,2	0,64	18	440
vdg	Luzerne, 1e jaars	Alle data	3,1	3,0	-	-	2,8	3,5	0,18	8	
vdg	Luzerne, 2e jaars	Alle data	2,7	2,7	-	-	2,2	3,4	0,37	18	
vdg	Mais, korrel	Verbreed	3,4	3,5	-	-	2,4	4,1	0,52	9	
vdg	Mais, snij	Midden	1,9	1,8	-	-	1,2	4,0	0,50	55	
vdg	Stoppelknollen	Alle data	5,7	5,8	-	-	5,3	5,9	0,35	3	

¹ Het kenmerk is opgebouwd uit een 3 cijferige code. Het eerste cijfer geeft informatie over de subklasse fosfaattoestand, het tweede cijfer over de subklasse fosfaatgift en het derde cijfer over de subklasse stikstofgift. Code 1 staat voor de deelverzameling met een te lage rubricering van de desbetreffende subklasse, 2 voor een voldoende rubricering en 3 voor een te hoge rubricering. Code 4 geeft aan dat er geen informatie bekend is en code 0 dat er geen dominante deelverzameling is bij die factor. Indien er geen kenmerk wordt opgegeven, dan ontbreekt een deelverzameling die domineert in de subklasse.

Tabel 3. Fosforgehalten van boomkwekerijgewassen in g P/kg DS voor bos- en haagplantsoen, buitenbloemen, coniferen, laanbomen, rozen, sierheesters en vaste planten gedifferentieerd naar teeltduur.

Gewas	Teeltduur, jaar	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal
Bos- en haagplantsoen	1	1,42	1,10	1,00	2,10	0,41	15
	2	1,65	1,67	1,10	2,00	0,20	17
Buitenbloemen	1	3,61	3,30	2,39	7,70	1,12	37
Coniferen	2	1,57	1,44	0,80	2,27	0,38	23
	3	1,91	1,87	1,81	2,00	0,09	5
Laanbomen	3	0,91	0,87	0,66	1,18	0,16	18
Rozen	1	1,75	1,75	1,50	2,00	0,35	2
	2	2,00	2,01	1,76	2,19	0,16	8
Sierheesters	2	1,75	1,60	0,90	2,80	0,57	28
Vaste planten	1	2,50	2,40	1,70	3,60	0,53	22

Tabel 4. Gemiddelde fosforgehalten van hoofdproducten in g P/kg DS op klei en zand en hun gewogen gemiddelden van landbouwgewassen waarvoor een significant verschil tussen grondsoorten werd vastgesteld.

Sector	Gewas	Grond						
		Alle gronden		Klei			Zand ¹	
		Gemid- delde	Gemid- delde	Standaard- fout	Aantal	Gemid- delde	Standaard- fout	Aantal
bol	Gladiool	2,3	2,4	0,38	41	2,1	0,30	15
bol	Krokus	2,0	1,9	0,37	24	2,3	0,26	10
bol	Tulp	1,6	1,8	0,57	25	1,4	0,34	27
bwl	Boon, tuin	5,7	5,2	0,31	8	6,2	0,45	8
bwl	Boon, veld	7,2	7,3	0,54	72	5,9	0,59	9
bwl	Erwt, droge (schokker)	5,1	5,4	0,73	35	4,5	0,76	13
bwl	Graszaad, Engels raai	4,8	4,9	0,23	157	3,8	0,36	8
bwl	Haver	4,4	4,2	0,27	12	4,4	0,38	89
bwl	Koolraap	3,3	3,8	0,2	5	2,8	0,23	6
bwl	Koolzaad	7,4	6,9	0,55	7	7,8	0,57	9
bwl	Tarwe, winter	3,6	3,6	0,31	93	3,8	0,48	18
bwl	Tarwe, zomer	3,9	4,2	0,44	20	3,6	0,23	14
grt	Broccoli	7,2	4,4	0,23	5	8,1	0,97	15
grt	Ijssla	5,6	5,4	0,92	79	6,3	0,89	24
grt	Selderij, bleek, groen	5,2	4,6	1,05	13	6,7	0,99	5
vdg	Klaver	3,0	3,4	0,49	10	2,5	0,37	8
vdg	Luzerne, 2e jaars	2,7	2,4	0,14	8	3,0	0,31	10

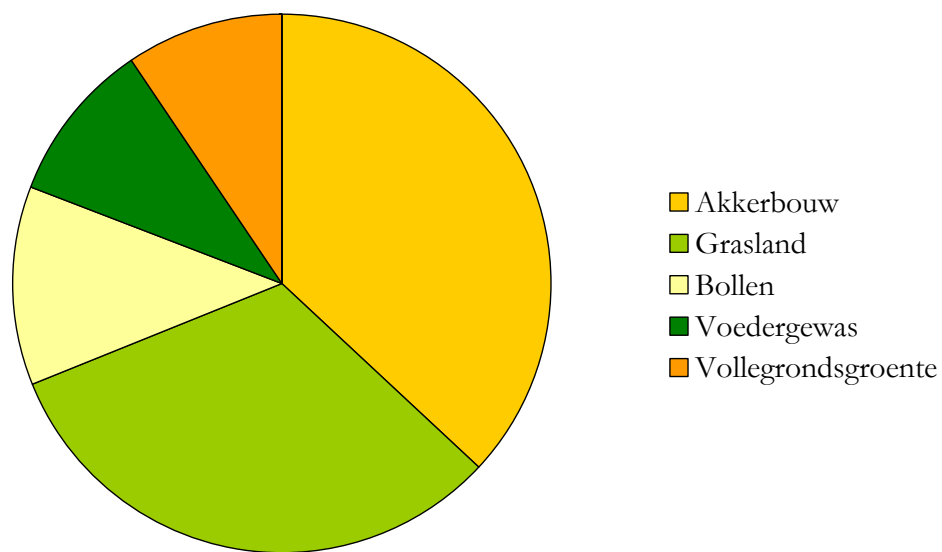
¹ De indeling van de grondsoort naar klei en zand volgt de bemestingsadviesbasis voor akkerbouw en vollegrondsgroenten en voor bloembollen.

3.3 Gehalten in het bijproduct

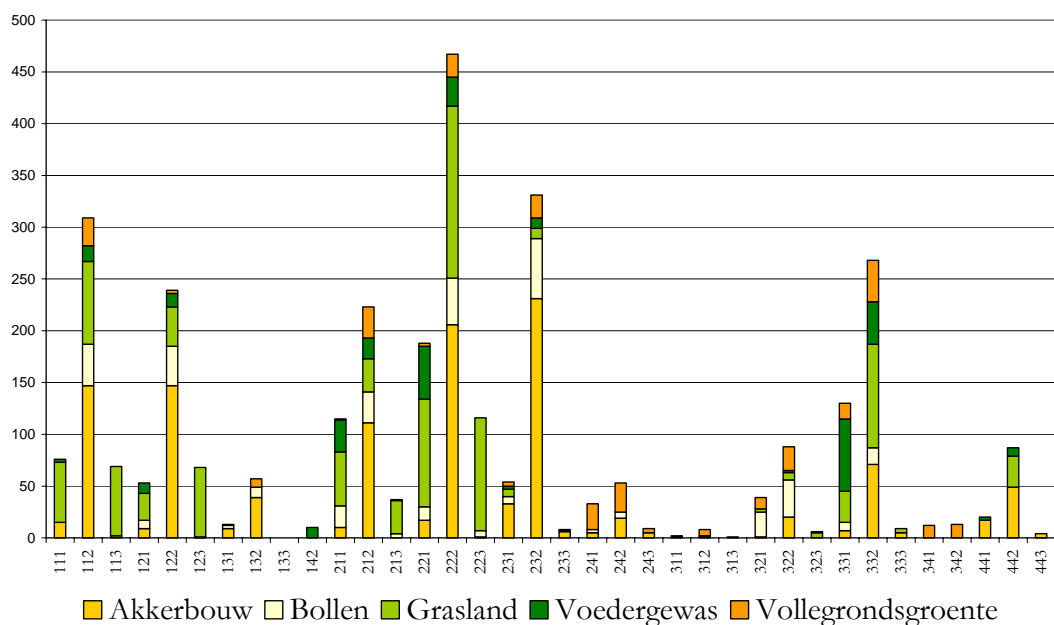
3.3.1 Kenmerken van de data

Het fosforgehalte van gras van de sneden na de eerste sneden betreffen een naar opbrengst gewogen gemiddelde. Er zijn 3215 observationele eenheden opgesteld. Figuur 3 geeft de verdeling over de verschillende sectoren. Bij grasland zijn maai- en weidenproeven hebben een volledig bemonstering doorlopen; er zijn dus evenveel waarnemingen als bij de eerste snede. Voor bouwland zijn het aantal gegevens t.o.v. de data van het hoofdproduct lager. Gegevens van bijproducten van fruit en boomkwekerijgewassen zijn niet beschikbaar.

De meeste data liggen in de subklasse met een afdoende fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. Daarnaast zijn er deelverzamelingen die bepaald worden door een suboptimale voorziening met fosfaat of stikstof. Bij vollegrondsgroenten en bloembollen zijn deelverzamelingen aanwezig die bepaald worden door hoge fosfaattoestanden en fosfaatgiften.



Figuur 3. Verdeling van de data van fosforgehalten van sneden gras na de eerste snede en van gewasresten van bouwlandgewassen.



Figuur 4. Verdeling van de observaties voor de P-gehalten van bijproducten over de klassen voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. De X-as geeft de klassen zoals benoemd bij figuur 2.

3.3.2 Grasland

In deze paragraaf wordt het fosforgehalte in het gras van sneden gegeven die geoogst worden na de eerste snede. Er is daarbij geen verdere differentiatie aangebracht naar graslandgebruik (weiden of uitsluitend maaien). Graslandgebruik had bij de klasse *midden* geen significante effect op het fosforgehalte. Effecten van de zwaarte van de snede na de eerste sneden werden niet onderzocht.

De fosforgehalten van de overige sneden worden beduidend minder sterk beïnvloed door stikstofbemesting dan die van de eerste snede. In het algemeen leidt een hogere stikstofbemesting tot een lager fosforgehalte hetgeen tegengesteld is aan de waarneming bij de eerste snede (tabel 5). De variatie in de fosforgehalten is dusdanig groot dat er geen significant verschil vast gesteld kan worden tussen het gemiddelde fosforgehalte van de eerste snede en die van volgende sneden.

De mediaanwaarden (50^e percentiel) komen overeen met de gemiddelden. Voor dekzand, rivierklei, veen en zeeklei wordt een fosforgehalte in g P/kg DS vastgesteld van respectievelijk 3,5, 4,1, 3,6 en 3,8. Voor de totale verzameling is de mediaanwaarde 3,6 g P/kg DS.

Tabel 5. Gemiddelde, minimum, maximum, percentielwaarden inclusief mediaan (50^e), standaardfout en aantal van het fosforgehalte in g P/kg DS van overige sneden gras bij de klasse 'midden' voor de fosfaattoestand (PAL-getal) en fosfaatgift en de klassen laag, midden en hoog voor de stikstofgift.

Grondsoort	Subklasse N-gift	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal
			Me-diaan	5 ^e	95 ^e				
Dekzand	te laag	4,0	3,9			3,2	5,2	0,55	32
	voldoende	3,6	3,5			2,6	5,2	0,57	74
	te hoog	3,4	3,4			2,6	4,8	0,41	83
Rivierklei	te laag	4,5	4,3			3,6	6,2	0,79	23
	voldoende	4,0	4,1			3,4	4,4	0,25	25
	te hoog	4,0	4,0			3,4	4,3	0,26	18
Veen	te laag	3,6	3,6			2,7	4,5	0,41	42
	voldoende	3,5	3,6			2,6	4,2	0,33	59
	te hoog	3,6	3,7			3,0	4,1	0,41	8
Zeeklei	te laag	4,3	4,3			3,9	4,9	0,37	7
	voldoende	3,8	3,8			3,3	4,3	0,32	9
	te hoog	*	*	*	*	*	*	*	0
Alle	te laag	4,0	3,9	3,0	5,2	2,7	6,2	0,66	104
	voldoende	3,6	3,6	2,9	4,4	2,6	5,2	0,48	166
	te hoog	3,5	3,5	3,0	4,3	2,6	4,8	0,43	109

3.3.3 Bouwland

De fosforgehalten in de drogestof van de niet marktbaar gewasresten van bouwlandgewassen van de verschillende landbouwsectoren worden in tabel 6 gegeven. Het aantal observaties is lager dan die bij het hoofdproduct. Het betreft in hoofdzaak gegevens afkomstig van onderzoek. Praktijkgegevens zijn beschikbaar van de bemonsteringen van 2006 en 2007. Het aantal is te gering om daar onderscheid voor aan te brengen.

Mediaanwaarden en gemiddelden komen overeen; er is geen aantoonbaar verschil. Percentielen worden alleen voor stro van wintertarwe gegeven. Het aantal gegevens voor overige gewassen is te laag om verantwoord percentielen te berekenen. In de klasse *midden* is er geen relatie vast te stellen tussen fosforgehalte en drogestofopbrengst van het bijproduct. Dergelijke relaties zijn wel voor bepaalde gewassen vast te stellen bij de klassen *laag* of *hoog*. Op deze relaties wordt in hoofdstuk 5 nader ingegaan.

In bijlage 5 worden de gehalten in g P₂O₅/kg van het verse product gegeven.

Tabel 6. Fosforgehalten van bijproducten van bouwlandgewassen in g P/kg DS naar sectoren bollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Bijproduct	Klasse	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk ¹
				Mediaan	5e	95e					
bol	Dahlia loof en maaisel	Verbreed	4,6	4,6		3,5	5,4	0,538	12		
bol	Fritillaria, loof	Alle data	1,4	1,1		0,8	2,2	0,545	9	040	
bol	Gladiool, loof	Verbreed	1,3	1,3		0,8	2,2	0,275	36		
bol	Hyacint, loof	Alle data	2,4	2,4		1,2	4,2	0,578	59		
bol	Iris, loof	Alle data	0,9	0,8		0,3	1,6	0,324	25	300	
bol	Krokus, loof	Verbreed	0,5	0,5		0,2	1,0	0,273	10		
bol	Leliegewasrest	Verbreed	0,4	0,3		0,2	1,1	0,166	26		
bol	Narcissen, loof	Alle data	1,4	1,5		0,4	2,4	0,635	19	330	
bol	Tulploofrest	Verbreed	0,7	0,6		0,4	1,6	0,310	30		
bol	Zantedeschia, loof	Alle data	2,7	2,2		1,4	5,3	1,272	13	010	
bwl	Aardappelloof	Verbreed	1,8	1,8		0,8	3,4	1,136	8		
bwl	Bietenloof, suiker	Midden	2,8	2,8		1,9	4,1	0,514	21		
bwl	Boon, stamsla, loof	Midden	2,8	3,1		1,8	3,8	0,707	51		
bwl	Boon, veld, loof	Alle data	0,5	0,5		0,4	0,5	0,020	5	100	
bwl	Droge-erwt, stro	Alle data	1,4	1,1		0,6	3,2	0,891	17		
bwl	Gerst, winter, stro	Alle data	1,0	1,0		0,7	1,4	0,306	3	440	
bwl	Gerst, zomer, stro	Verbreed	1,1	0,8		0,5	3,8	0,624	50		
bwl	Graszaad, hooi plus kaf, Engels raai	Midden	1,9	1,8		1,5	2,4	0,318	22		
bwl	Graszaad, roodzwenk, hooi en kaf	Alle data	1,5	1,6		1,5	1,7	0,089	5	040	

Tabel 6 (vervolg). Fosforgehalten van bijproducten van bouwlandgewassen in g P/kg DS naar sectoren bollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Bijproduct	Klasse	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan	5e	95e					
bwl	Graszaad, Westerwolds, hooi	Alle data	3,6	3,5			3,2	4,3	0,415	5	040
bwl	Graszaad, veldbeemd, hooi en kaf	Alle data	2,2	2,3			2,0	2,4	0,139	5	040
bwl	Haver, stro	Verbreed	1,5	1,5			0,5	3,1	0,543	37	
bwl	Koolraap, loof	Alle data	4,1	4,2			3,8	4,4	0,231	6	030
bwl	Koolzaad, stro	Alle data	1,0	0,9			0,7	1,4	0,267	12	030
bwl	Krotten, loof	Alle data	2,1	2,1			2,1	2,1	*	1	130
bwl	Mengteelt, stro	Alle data	1,5	1,4			1,0	2,7	0,506	11	100
bwl	Rogge, winter, stro	Verbreed	0,7	0,7			0,3	1,3	0,252	21	
bwl	Spruitkool, blad en stam	Alle data	2,8	2,8			2,6	3,0	0,126	10	010
bwl	Tarwe, winter, stro	Alle data	0,8	0,7	0,4	1,5	0,3	1,8	0,326	123	030
bwl	Tarwe, zomer, stro	Alle data	0,9	0,9			0,4	1,8	0,382	42	440
bwl	Triticale, stro	Alle data	1,4	1,1			0,6	4,6	0,928	16	300
bwl	Ui, zaai, loofrest	Midden	2,1	2,0			1,2	3,1	0,610	31	
bwl	Vlas, vezelrest	Alle data	1,5	1,5			0,8	2,3	0,420	13	003
bwl	Witlof, loof	Alle data	2,8	2,8			2,7	3,0	0,124	4	030
bwl	Zaaiui, loof	Alle data	1,2	1,2			1,0	1,4	0,155	6	
grt	Broccolirest	Alle data	4,4	4,5			3,8	5,0	0,603	3	030
grt	Kool, Chinese, omblad	Alle data	6,8	6,7			5,0	8,6	1,801	3	140
grt	IJssla, omblad	Verbreed	3,2	3,1			2,4	4,4	0,662	15	
grt	Knolselderij, blad	Alle data	2,5	2,1			2,0	3,2	0,590	5	330

Tabel 6 (vervolg). Fosforgehalten van bijproducten van bouwlandgewassen in g P/kg DS naar sectoren bollen (bol), bouwland (bwl), vollegrondsgroenten (grt), fruit (frit) en voedergewassen (vdg).

Sector	Bijproduct	Rubriek	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan	5e	95e					
grt	Knolvenkel, blad	Alle data	3,4	3,1			2,5	4,4	0,528	21	040
grt	Kropsla, omblad	Verbreed	3,0	3,0	2,0	4,0	1,9	4,2	0,571	33	
grt	Peenloof	Verbreed	1,8	1,6	1,5	2,2	1,5	2,3	0,267	18	
grt	Preiloof	Verbreed	3,3	3,2	2,2	4,2	2,2	4,3	0,585	23	
vdg	Biet voeder, loof	Alle data	2,6	2,6	1,8	3,7	1,7	4,5	0,566	59	010
vdg	Klaver, snede	Alle data	3,4	3,6	2,4	4,1	2,4	4,1	0,637	8	440
vdg	Korrelmaïs, stro	Alle data	1,3	1,2	0,8	2,5	0,7	2,8	0,481	28	330
vdg	Luzerne, 2e jaars	Alle data	3,1	3,2	2,7	3,5	2,8	3,5	0,300	8	100
vdg	Stoppelknol, loof	Alle data	4,2	4,0	3,8	4,9	3,8	4,7	0,446	3	030

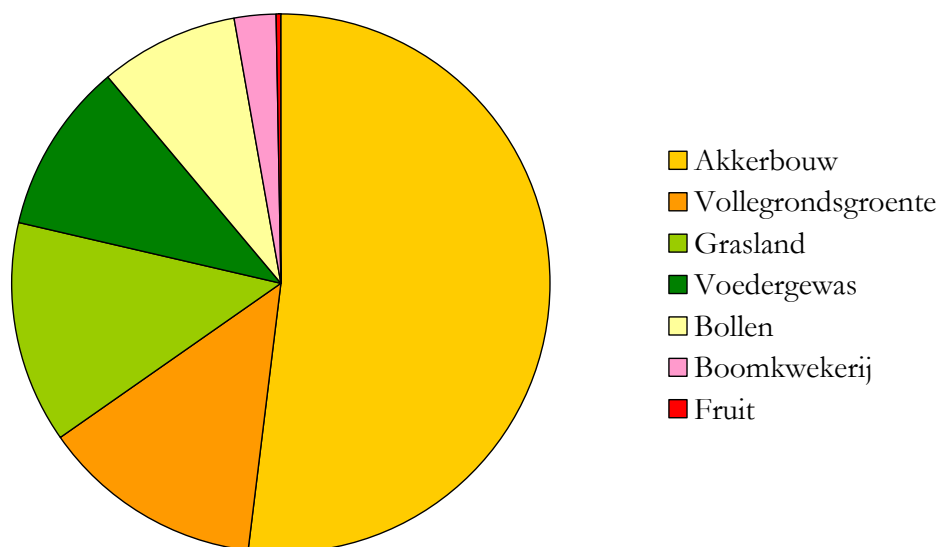
¹ De legenda wordt bij tabel 2 gegeven.

4 Fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen

4.1 Kenmerken van het bestand met fosfaatafvoercijfers

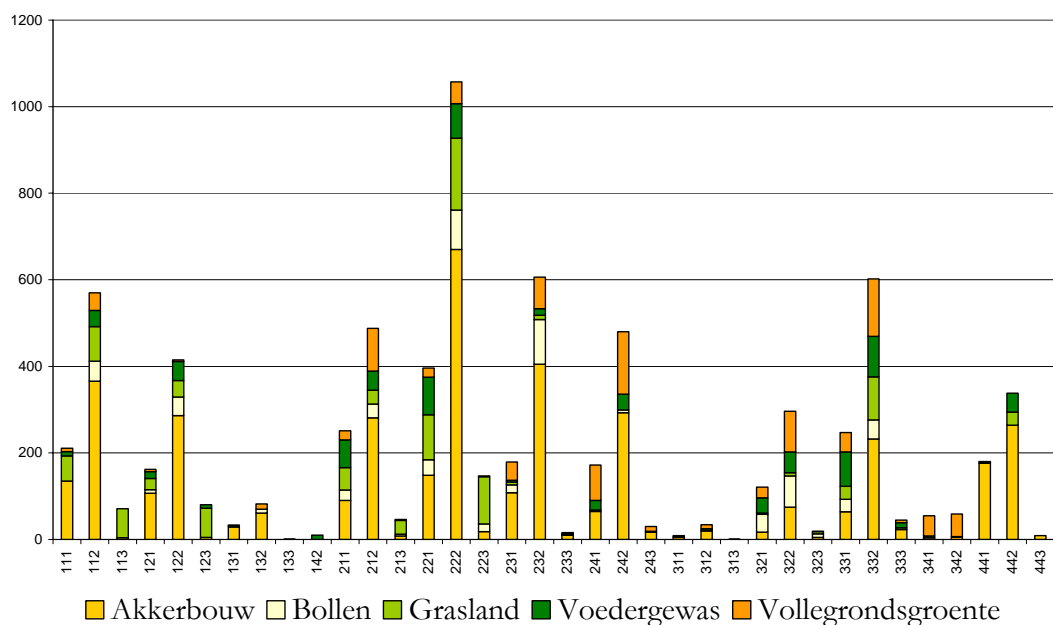
4.1.1 Hoofdproduct

In totaal zijn 7518 gegevens van fosfaatafvoercijfers verzameld en in observationele eenheden ondergebracht. Figuur 5 geeft de verdeling over de verschillende landbouwsectoren. Akkerbouw domineert het bestand met 37 gewassen gevolgd door vollegrondsgroenten met 14 gewassen. Op bouwland volgen dan de voedergewassen (4 gewassen) gevolgd door de bologewassen. De aantallen gegevens van boomkwekerijgewassen inclusief buitenbloemen (42 gewassen) en fruit (2 gewassen) zijn gering in omvang qua aantal observationele eenheden per gewas. Grasland is qua omvang goed vertegenwoordigd (1060 observationele eenheden).



Figuur 5. Verdeling van de gegevens voor de fosfaatafvoer van het hoofdproduct per sector.

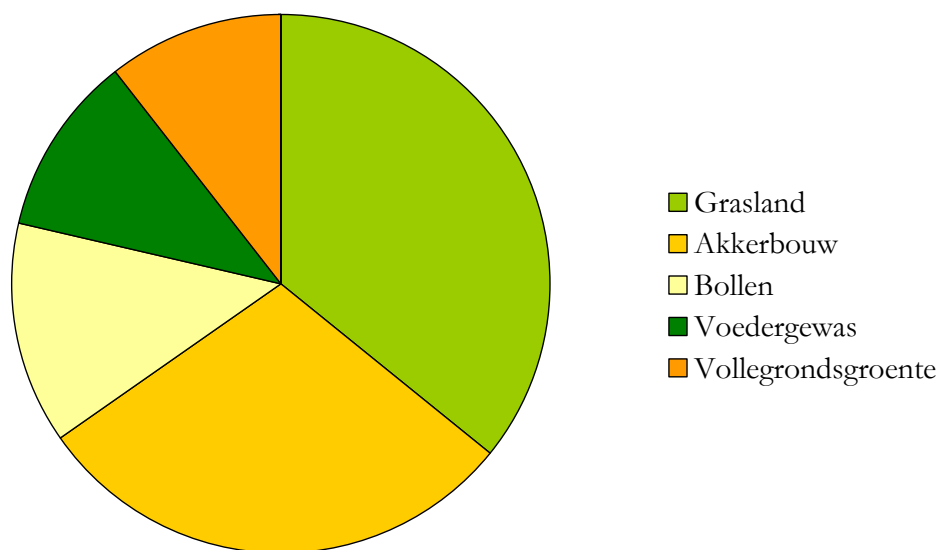
De meeste data liggen in de klasse *midden* maar ook andere klassen komen voor. Data met zowel lage als hoge fosfaattoestanden en lage en hoge fosfaatgiften komen in het hele bereik voor. Data met hoge stikstofgiften komen nauwelijks voor (> 1,5 maal de adviesgift); daarentegen zijn er wel data aanwezig die bepaald worden door te lage stikstofgiften. Data geconditioneerd door te lage stikstofgiften zijn in het algemeen niet opgenomen in deze rapportage tenzij andere data ontbraken of door een omstandigheid (niet representatief voor de huidige landbouw) ongeschikt waren voor het vaststellen van een fosfaatafvoercijfer.



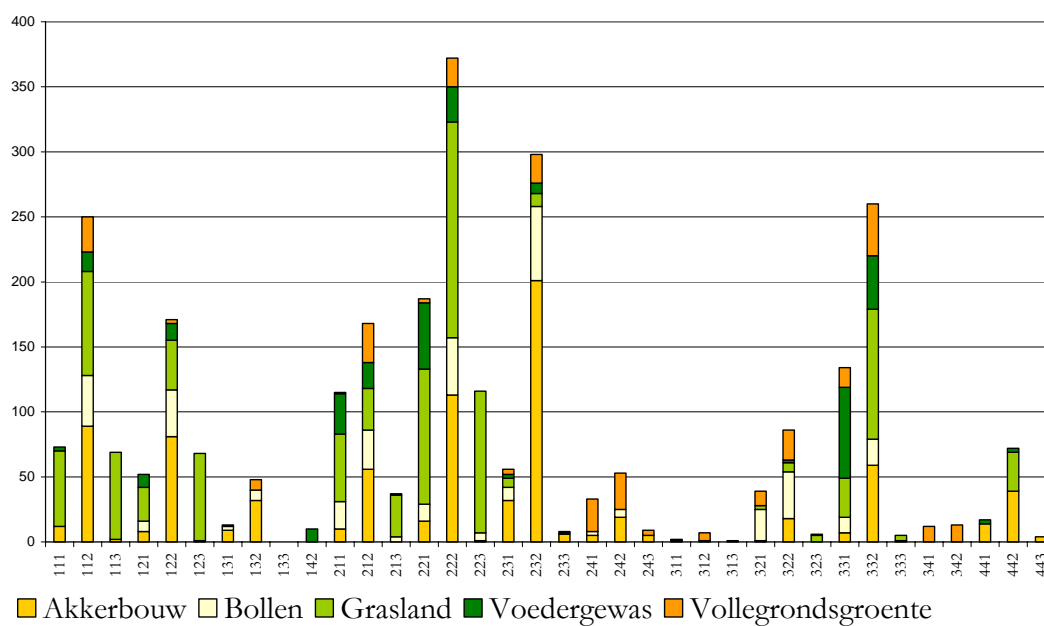
Figuur 6. Verdeling van de observaties voor de fosfaatafvoercijfers van het hoofdproduct over de klassen voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. De X-as geeft de subklassen zoals benoemd bij figuur 2.

4.1.2 Bijproduct

Bijproducten van landbouwgewassen zijn stro, bietenblad inclusief kop, vezelresten (vlas), hooi met kaf (graszaad), omblad (groenten) en loofresten (bollen). Behalve voor stro zijn gegevens over fosfaatafvoercijfers in de praktijk nauwelijks beschikbaar omdat in de praktijk die bijproducten veelal op het land worden ondergewerkt. Onderzoeksgegevens zijn beschikbaar: in totaal 3215 observaties werden verzameld waarvan 15% tot de klasse *midden*. Hiervan worden 2165 observaties bepaald door een afdoende stikstofbemesting en 1634 observaties door een afdoende fosfaattoestand. Het aantal observaties met fosfaattoestand laag is 894 en met fosfaattoestand hoog 576. Figuur 7 geeft de verdeling over de sectoren en figuur 8 over de subklassen per sector. Data van boomkwekerijgewassen, buitenbloemen en fruit zijn niet opgenomen in de figuur i.v.m. hun beperkte aantal observaties. In de figuren zijn ook de gegevens van grasland opgenomen van het aantal observaties van overige sneden. Dit betreft een verantwoording van de aantallen observaties maar geen kwalitatief oordeel. De fosfaatafvoercijfers bij gras worden op jaarbasis gegeven.



Figuur 7. Verdeling van de gegevens voor de fosfaatafvoer van het bijproduct per sector.



Figuur 8. Verdeling van de observaties voor de fosfaatafvoercijfers van het bijproduct over de subklassen voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift. De X-as geeft de subklassen zoals benoemd bij figuur 2.

4.2 Fosfaatafvoercijfers

4.2.1 Grasland

De fosfaatafvoercijfers op jaarbasis worden gegeven in tabel 7 voor een voldoende tot ruim voldoende fosfaattoestand en adequate fosfaatbemesting behorend tot de klasse *midden*. Voor de subklasse stikstofgift zijn alle deelverzamelingen gegeven. Er is onderscheid aangebracht naar grondsoort omdat daartussen significante verschillen aantoonbaar zijn. Er is geen differentiatie aangebracht naar graslandgebruik (weiden, maaien). Als rekening gehouden wordt met de feitelijke fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift is er geen significant effect van graslandgebruik vast te stellen. Dit komt overeen met wat bij het fosforgehalte in de drogestof is vastgesteld. Doorgaans komen de waarden voor het gemiddelde en mediaan bij de klasse *midden* overeen. Zeeklei lijkt af te wijken, er is bij deze deelverzameling sprake van enkele hoge waarden die het gemiddelde doen stijgen. Omdat bij deze deelverzameling sprake is van een gering aantal waarnemingen, wordt hieraan geen verdere betekenis gegeven. Het opvallend resultaat van de toetsing van effecten van maaien versus weiden wordt mogelijk veroorzaakt door de systematiek van de berekening. Bij weiden werd de weidesnede ingerekend (Middelkoop e.a., 2004). De observationele eenheden bieden geen mogelijkheid om deze methode van inrekening te verdisconteren in het fosfaatafvoercijfer. Bij – intensieve – beweiding zal een aanzienlijk deel van het fosfaat op het grasperceel achterblijven. De in dit rapport gegeven fosfaatafvoercijfers overschatten dan het fosfaatafvoercijfer bij beweiding.

Het fosfaatafvoercijfer op dekzand, rivierklei, veen en zeeklei is respectievelijk 95, 90, 99 en 107 kg P₂O₅/ha. Voor alle data bij de klassen *midden* is het fosfaatafvoercijfer 95 kg P₂O₅/ha.

4.2.2 Bouwland hoofdproduct

De fosfaatafvoercijfers van het hoofdproduct van akkerbouwgewassen, vollegrondsgroentegewassen, voedergewassen, bloembollen en fruit worden gegeven in tabel 8. Dit betreffen gegevens van éénjarige teelten. Bij boomkwekerijgewassen komen meerjarige teelten voor en dit onderscheid wordt gegeven in tabel 9. De daar gegeven fosfaatafvoeren zijn gerealiseerd over een periode van 1, 2 of 3 jaar.

Het hoofdproduct is het product waarvoor het gewas geteeld wordt en dat afgevoerd wordt van het veld. Deze afvoer wordt gegeven als kg P₂O₅/ha. Bij boomkwekerijgewassen worden de bruto fosfaatafvoercijfers gegeven. Die zijn berekend uit de fosfaatafvoer per plant (per boom of per 5 bomen) die omgerekend zijn naar de plantdichtheid per ha maar er is geen rekening gehouden met uitval of onverkoopbare planten. Bij buitenbloemen betreft het de netto afvoer; dit is inclusief een omrekening van beddenteelt naar ha maar er is eveneens geen rekening gehouden met uitval of onverkoopbare planten. Het aspect uitval en onverkoopbare planten kan voor perceelsbalansen betekenis hebben maar hoeft dat niet te hebben voor bedrijfsbalansen omdat bv. door composteren of door hernieuwde aanplant fosfor binnen het bedrijf recirculeert. Met name voor de boomkwekerijgewassen zijn

Tabel 7. Gemiddelde, minimum, maximum, percentielwaarden inclusief mediaan (50^e), standaardfout en aantal van de fosfaatafvoercijfers op jaarbasis in kg P₂O₅/ha en de bij de mediaanwaarde behorende opbrengst in ton drogestof/ha voor gras voor dekzand, rivierklei, veen en zeeklei en voor alle data bij de klasse 'midden' voor de fosfaattoestand (PAL-getal) en fosfaatgift en de klassen laag, midden en hoog voor de stikstofgift.

Grondsoort	Subklasse N-gift	Opbrengst	Fosfaatafvoer							
			Gemid- delde	Percentiel			Mini- mum	Maxi- mum	Standaard- fout	Aantal
				50e	5e	95e				
Dekzand	te laag	8,7	83	73			53	143	25,5	32
	voldoende	11,0	93	95			40	165	32,2	74
	te hoog	15,3	120	118			83	173	18,0	83
Rivierklei	te laag	5,8	50	49			26	76	14,5	23
	voldoende	9,5	89	90			78	104	7,5	25
	te hoog	12,7	121	123			97	140	11,5	18
Veen	te laag	10,2	86	84			56	117	18,9	42
	voldoende	12,3	99	99			66	141	18,8	59
	te hoog	12,3	98	95			88	116	8,9	8
Zeeklei	te laag	6,0	65	61			32	95	23,2	7
	voldoende	13,5	117	107			77	163	28,4	9
	te hoog	*1	*	*	*	*	*	*	*	0
Alle	te laag	8,7	76	71	35	116	26	143	25,0	104
	voldoende	11,4	96	95	48	141	40	165	25,9	166
	te hoog	14,7	118	118	93	149	83	173	17,5	109

¹ *: Geen observaties

deze aspecten zo divers en leiden tot zoveel detail, dat in deze rapportage daar niet verder op ingegaan wordt. Voor gegevens over bruto of netto landgebruik en over percentages uitval en onverkoopbaar/niet marktbaar product wordt verwezen naar desbetreffende KWIN-informatie.

Doorgaans stemmen gemiddelden en mediaanwaarden overeen. Bij gladiool, koolraap, knolvenkel, luzerne (2^e jaarsteelt), veldboon, vlas en zetmeelaardappel is er een verschil van meer dan 10% (gemiddelde als referentie). Bij de deelverzamelingen van deze gewassen zijn er afvoercijfers die het gemiddelde omlaag brengen (gladiool, veldboon, vlas) of doen stijgen (knolvenkel, koolraap, zetmeelaardappel). De oorzaak voor deze uitbijters is niet met de informatie van de observationele eenheid aan te geven.

De mediaanwaarden voor de fosfaatafvoercijfers van de akkerbouwgewassen variëren van 6,9 tot 100,5 kg P₂O₅/ha, voor vollegrondsgroentegewassen van 9,8 tot 99,4 kg P₂O₅/ha, voor bolgewassen van 9,2 tot 62,3 kg P₂O₅/ha, voor voedergewassen van 36,3 tot 71,6 kg P₂O₅/ha, voor boomkwekerijgewassen met een teeltduur van 1 tot en met 3 jaar van 31,5 tot 60,2 kg P₂O₅/ha en voor fruitgewassen van 12,3 tot 22,3 kg P₂O₅/ha. De data vertonen ondanks het onderbrengen in subklassen voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift veel variatie (grote standaardfout). De variatiecoëfficiënten variëren van 3 tot 90%. Bij de meeste gewassen bedraagt de variatiecoëfficiënt circa 30% en daarin verschillen de sectoren niet. Uitzondering vormt de boomkwekerij waar de fosfaatafvoercijfers zeer variabele variatiecoëfficiënten hebben (3-90%, gemiddeld 42%).

Tabel 8. Fosfaatvoercijfers in kg P₂O₅/ha en bij de mediaanwaarden behorende opbrengst in ton/ha van open teelten.

Sector	Gewas	Klasse	Opbrengst	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk ¹
					Mediaan (50 ^e)	5e	95e					
bol	Anemone coronaria	Alle data	7,1	32,1	31,7			11,6	44,1	11,4	9	301
bol	Dahlia	Midden	24,2	26,4	25,4			18,0	35,9	6,2	8	
bol	Fritillaria	Alle data	39,7	50,2	53,3			30,7	61,5	11,6	9	040
bol	Gladiool	Verbreed	44,3	50,3	55,6			9,2	90,2	21,1	57	
bol	Hyacint	Verbreed	39,1	50,2	47,3			35,2	79,1	12,7	14	
bol	Iris	Alle data	24,6	29,5	27,8			13,3	56,9	11,0	31	300
bol	Krokus	Verbreed	17,2	50,4	49,0			24,3	73,2	14,8	34	
bol	Lelie	Verbreed	23,1	34,9	34,0			13,1	62,5	12,2	43	
bol	Narcis	Alle data	49,1	60,0	57,9			43,3	75,2	9,9	24	300
bol	Tulp	Verbreed	39,8	43,8	47,9			18,3	65,0	14,0	52	
bol	Zantedeschia	Alle data	42,5	65,9	62,3			47,6	100,3	15,4	19	110
bwl	Aardappel, consumptie	Midden	54,7	53,2	54,7	24,4	80,2	10,3	92,5	16,9	196	
bwl	Aardappel, poot	Midden	36,6	32,1	31,3			20,4	46,6	7,1	22	
bwl	Aardappel, zetmeel	Midden	42,2	54,3	48,5			33,2	103,3	20,5	20	
bwl	Biet, suiker	Midden	67,7	51,8	53,8			21,6	70,1	11,4	75	
bwl	Boon, stamsla	Verbreed	17,2	19,3	19,5	8,1	27,3	3,0	31,0	5,7	116	
bwl	Boon, tuin	Alle data	5,2	16,4	15,8			10,3	25,1	4,2	16	331
bwl	Boon, veld	Verbreed	7,4	89,3	100,5			26,5	112,1	22,3	81	
bwl	Cichorei	Alle data	43,9	48,1	49,9			34,7	56,5	7,6	8	440
bwl	Erwt, dop	Alle data	5,6	15,9	15,0			8,8	27,3	4,1	47	040

1. De legenda van kenmerk wordt gegeven bij tabel 2.

Tabel 8, vervolg. Fosfaatvoercijfers in kg P₂O₅/ha en bij de mediaanwaarden behorende opbrengst in ton/ha van open teelten.

Sector	Gewas	Klasse	Opbrengst	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
					Mediaan	5e	95e					
bwl	Erwt, droge (schokker)	Verbreed	2,5	26,3	23,9			11,7	53,6	9,5	44	
bwl	Gerst, winter	Alle data	3,8	28,7	27,1			16,0	40,4	7,1	18	001
bwl	Gerst, zomer	Verbreed	4,8	40,2	37,6	22,9	63,6	15,8	70,7	12,4	133	
bwl	Graszaad, Engels raai	Alle data	1,6	16,1	16,5	11,4	20,2	4,6	24,7	3,0	165	030
bwl	Graszaad, Rietzwenk	Alle data	1,0	6,9	6,9			6,9	6,9	*	1	041
bwl	Graszaad, Roodzwenk	Alle data	1,1	10,6	10,7			10,1	10,9	0,3	5	040
bwl	Graszaad, Veldbeemd	Alle data	1,4	10,8	10,6			10,5	11,1	0,3	5	040
bwl	Graszaad, Westervolds	Alle data	26,8	31,5	31,3			27,0	35,7	3,2	5	040
bwl	Haver	Verbreed	3,8	30,9	31,7	20,0	38,6	16,7	42,9	5,2	98	
bwl	Hennep	Alle data	132,5	79,3	79,5			3,5	119,5	38,3	7	040
bwl	Knolselderij	Alle data	46,4	67,2	62,5			19,6	128,6	26,4	26	
bwl	Kool, spruit	Verbreed	17,9	32,5	33,1			2,6	63,2	11,8	38	
bwl	Koolraap	Alle data	16,2	25,1	10,3			7,3	48,1	18,9	11	030
bwl	Koolzaad	Verbreed	3,1	49,0	49,2			20,2	78,7	15,7	16	
bwl	Kunstweide	Alle data	20,4	17,0	17,8			8,7	21,6	4,6	9	440
bwl	Mengteelt	Alle data	3,9	29,8	30,8			17,5	37,3	5,3	23	110
bwl	Miscanthus	Alle data	22,7	20,6	21,8			14,0	24,7	4,8	4	041
bwl	Rogge, winter	Verbreed	3,9	27,1	27,3			9,9	50,2	9,9	38	
bwl	Schorseneer	Alle data	18,4	26,8	25,7			16,2	47,1	11,0	6	040
bwl	Tarwe, winter	Verbreed	7,3	54,4	50,7	37,2	78,2	28,0	85,9	12,9	111	
bwl	Tarwe, zomer	Verbreed	5,4	42,9	39,4			30,9	63,0	8,2	34	
bwl	Triticale	Verbreed	6,3	51,7	52,9			33,1	62,0	8,5	10	

Tabel 8, vervolg. Fosfaatafvoercijfers in kg P₂O₅/ha en bij de mediaanwaarden behorende opbrengst in ton/ha van open teelten.

Sector	Gewas	Klasse	Opbrengst	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
					Mediaan	5e	95e					
bwl	Ui, plant	Alle data	87,2	68,4	67,3			58,7	81,5	8,4	8	330
bwl	Ui, zaai	Verbreed	52,6	44,1	43,3			17,6	95,8	14,8	122	
bwl	Valeriaan, wortel	Alle data	22,1	45,6	45,1			42,9	50,0	2,4	7	041
bwl	Vlas	Alle data	3,4	47,3	56,2			25,2	77,7	21,4	7	441
bwl	Witlof	Alle data	33,0	43,2	39,7			26,3	70,5	10,3	44	001
grt	Aardbei	Alle data	18,0	10,6	9,8			3,4	17,0	3,6	22	340
grt	Broccoli	Alle data	7,2	11,8	11,3			8,6	15,2	2,2	20	341
grt	Ijssla	Verbreed	38,6	20,4	19,2	6,2	35,7	2,3	45,7	9,8	103	
grt	Knolvenkel	Alle data	22,1	17,8	14,8			4,6	36,3	8,7	57	040
grt	Kool, bloem	Verbreed	33,1	28,6	30,1			9,7	41,7	9,2	35	
grt	Kool, Chinese	Alle data	38,3	33,2	33,9			20,2	44,6	7,6	14	340
grt	Kool, witte	Verbreed	89,4	64,1	58,4			45,9	89,4	13,5	9	
grt	Kropsla	Verbreed	54,4	34,5	34,6			17,1	51,1	8,2	59	
grt	Peen	Verbreed	101,1	62,0	63,7			21,6	99,4	21,2	48	
grt	Prei	Verbreed	48,1	33,7	36,7			11,6	57,6	11,4	44	
grt	Selderij, bleek, groen	Alle data	54,7	37,5	36,3			22,1	65,7	12,4	18	040
grt	Spinazie	Verbreed	23,0	16,4	15,5			6,2	29,5	8,0	10	
frr	Appel	Alle data	65,0	18,0	19,3			12,3	22,3	2,3	9	
frr	Peer	Alle data	69,0	18,6	18,4			14,1	21,5	2,6	9	

Tabel 8, vervolg. Fosfaatafvoercijfers in kg P_2O_5 /ha en bij de mediaanwaarden behorende opbrengst in ton/ha van open teelten.

Sector	Gewas	Klasse	Opbrengst	Gemid- delde	Percentielen			Mini- mum	Maxi- mum	Standaard- fout	Aantal	Kenmerk
					Mediaan	5e	95e					
vdr	Biet, voeder	Midden	62,5	45,9	45,5		26,3	70,8	11,8	19		
vdr	Klaver	Alle data	33,2	34,6	36,3		17,8	44,6	8,7	8		100
vdr	Luzerne, 1e jaars	Alle data	47,9	65,8	71,6		33,9	93,7	21,9	8		
vdr	Luzerne, 2e jaars	Alle data	42,6	56,0	62,4		23,3	93,7	22,0	18		030
vdr	Mais, korrel	Verbreed	6,8	40,8	42,0		29,8	63,7	10,6	9		
vdr	Mais, snij ¹	Midden	15,5	65,4	63,7		28,5	94,9	14,9	55		

¹ Snijmais in ton drogestof/ha.

Tabel 9. Fosfaatafvoercijfers van boomkwekerijgewassen naar teeltduur in kg P₂O₅/ha.

Gewas	Teeltduur, jaren	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal
Bos- en haagplantsoen	1	32,0	35,4	6,5	55,4	15,9	15
	2	43,7	41,4	22,7	69,7	14,4	17
Buitenbloemen	1	60,7	60,1	1,1	113,0	31,0	37
Coniferen	2	54,7	52,9	22,1	116,1	22,7	24
	3	68,6	60,2	34,5	117,3	33,4	5
Laanbomen	3	48,4	43,7	30,5	79,8	15,0	18
Rozen	1	31,9	31,9	31,2	32,5	0,9	2
	2	36,2	31,5	30,6	52,9	8,0	8
Sierheesters	2	60,5	52,7	18,9	103,7	27,5	28
Vaste planten	1	59,8	50,5	9,6	252,7	53,7	22

Die variatie wordt in het algemeen ook teruggevonden in de percentielwaarden. Zo bedraagt voor de klasse *midden* de 95^e percentiel bij consumptieaardappel 80,2 kg P₂O₅/ha terwijl de mediaanwaarde 54,7 kg P₂O₅/ha is.

Een bron van variatie is de grondsoort. In tabel 10 worden de gemiddelde fosfaatafvoercijfers gegeven voor zand en klei en hun gewogen gemiddelde voor deelverzamelingen waarbij significante verschillen tussen klei en zand werden vastgesteld (t-toets, P-waarde 0,05). Effecten van stikstofgiften op de fosfaatafvoer zijn doorgaans groter dan die van fosfaattoestand of fosfaatgift. In hoofdstuk 5 worden voor grotere databestanden de resultaten van regressieanalyse met deze factoren besproken. Bij Anemone coronaria, broccoli, miscanthus, rietzwenkgras, tuinboon, valeriaan, vlas en wintergerst zijn de meeste stikstofgiften te laag en dit kan leiden tot een onderschatting van de feitelijke fosfaatafvoer.

Tabel 10. Gemiddelde fosfaatafvoercijfers van hoofdproducten in kg P₂O₅/ha op klei en zand van landbouwgewassen waarvoor een significant verschil tussen grondsoorten werd vastgesteld.

Sector	Gewas	Klei			Zand		
		Gemiddelde	Standaardfout	Aantal	Gemiddelde	Standaardfout	Aantal
bol	Lelie	28,4	9,0	19	40,0	12,2	24
bwl	Biet, suiker	55,8	7,7	52	42,6	13,0	23
bwl	Boon, stamsla	20,1	4,9	108	8,8	4,7	8
bwl	Boon, tuin	13,6	2,4	8	19,3	3,6	8
bwl	Boon, veld	94,3	17,7	72	49,2	12,1	9
bwl	Gerst, winter	38,2	2,0	5	25,0	4,2	13
bwl	Gerst, zomer	44,4	11,4	90	31,3	9,1	43
bwl	Graszaad, Engels raai	16,5	2,4	157	9,1	3,3	8
bwl	Knolselderij	73,4	24,8	21	41,2	14,6	5
bwl	Koolzaad	61,2	11,2	7	39,6	11,8	9
bwl	Tarwe, winter	55,7	13,1	93	48,0	9,6	18
grt	Ijssla	17,0	7,7	79	31,6	7,0	24
grt	Knolvenkel	19,3	8,6	48	9,8	2,0	9
grt	Kool, bloem	26,2	9,0	27	36,5	3,9	8
grt	Peen	74,3	15,1	23	50,7	19,9	25
grt	Selderij, bleek, groen	32,2	7,6	13	51,6	11,6	5
vdr	Luzerne, 2e jaars	75,8	9,1	8	40,2	15,0	10
vdr	Mais, snij	79,0		12,0 14	60,8	12,9	41

4.2.3 Bouwland en bijproduct

Bij diverse teelten blijven gewasresten op het land achter. Veelal worden die ondergewerkt. Daardoor is er geen sprake van een fosfaatafvoer en is het feitelijk niet juist om te spreken van een fosfaatafvoercijfer in deze situaties. Binnen een bedrijf kunnen gewasresten wel herverdeeld worden. De vraag naar biobrandstoffen leidt tot een toename van de afvoer van gewasresten. Sommige gewasresten, zoals stro, worden als bijproduct afgevoerd. In deze paragraaf worden de hoeveelheden fosfaat gegeven die bij de eind oogst van landbouwgewassen werden bepaald. Die hoeveelheid wordt binnen de systematiek van dit rapport als fosfaatafvoercijfer van het bijproduct benoemd.

Bijproducten van bolgewassen hebben fosfaatafvoercijfers van 0,2-69,9 kg P₂O₅/ha, akkerbouwgewassen van 1,9-72,9 kg P₂O₅/ha, vollegrondsgroentegewassen van 2,4-45,1 kg P₂O₅/ha en voedergewassen 5,2-51,7 kg P₂O₅/ha (tabel 11).

Er zijn gewassen die in het bijproduct veel fosfaat achterlaten op het veld. Bij bolgewassen wordt met het maaisel van dahlia veel fosfaat achtergelaten, ook met de loofresten van gladiool wordt veel fosfaat achtergelaten. Bij akkerbouwgewassen bevatten het loof van doperwten en het bietenblad plus kop van suikerbieten de grootste hoeveelheden fosfaat. Met stro wordt 6-10 kg P₂O₅/ha afgevoerd. Bij de vollegrondsgroenten bevat het omblad van Chinese kool veel fosfaat (34,8 kg P₂O₅/ha). Gewassen die in een vegetatief stadium worden geoogst laten gewasresten achter die meer fosfaat bevatten dan afgerijpte gewassen. De totale fosfaatafvoer bij een gewas is af te leiden uit het optellen van de fosfaatafvoer met het hoofdproduct gegeven in tabel 8 met die van het bijproduct van tabel 11. In de praktijksituatie gelden in het algemeen de fosfaatafvoercijfers gegeven in tabel 8.

De variatie in de fosfaatafvoercijfers van bijproducten is groot. Bij loof van gladiool, tulp, doperwt, knolvenkel en prei verschilt de fosfaatafvoer tussen de deelverzamelingen van klei en zand (tabel 12). Bij tulp wordt op zand een wat hogere fosfaatafvoer vastgesteld, bij overige genoemde gewassen is de afvoer met het bijproduct op klei hoger. De aantallen observaties zijn echter beperkt. De praktische betekenis van deze vaststelling is daardoor beperkt. Het ontbreken van een grondsoorteffect bij overige landbouwgewassen op de fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen heeft betekenis. Bij het vaststellen van fosfaatafvoercijfers van bijproducten hoeft daardoor namelijk geen rekening gehouden te worden met de grondsoort.

Tabel 11. Fosfaatafvoercijfers van bijproducten van vollegrondsteelten in kg P₂O₅/ha.

Sector	Bijproduct	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk ¹
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
bol	Dahlia, loof en maaisel	Midden	50,6	47,9			29,9	69,9	15,498	8	
bol	Fritillaria, loof	Alle data	4,9	3,7			2,9	8,4	2,112	9	040
bol	Gladiool, loof	Verbreed	21,7	20,9			10,9	43,5	5,548	37	
bol	Hyacintloof	Verbreed	8,2	6,5			5,5	13,5	3,150	10	
bol	Iris, loof	Alle data	4,2	4,1			1,5	8,2	1,546	25	300
bol	Krokus, loof	Verbreed	1,5	1,1			0,3	3,1	0,943	10	
bol	Lelie, gewasrest	Verbreed	0,9	0,8			0,3	2,7	0,520	26	
bol	Narcissen, loof	Alle data	6,8	8,1			0,6	13,6	4,107	19	300
bol	Tulp, loofrest	Alle data	2,3	1,7			0,2	5,4	1,407	46	030
bol	Zantedeschia, loof	Alle data	8,2	6,2			3,0	16,3	5,015	13	010
bwl	Aardappel, loof	Alle data	3,8	3,8			2,4	5,1	1,400	4	110
bwl	Biet, suiker, loof	Verbreed	36,0	37,1			8,0	72,9	14,948	51	
bwl	Boon, stamsla, loof	Alle data	30,6	28,2			26,5	39,6	6,055	4	
bwl	Boon, veld, loof	Alle data	2,9	2,8			2,4	3,7	0,548	5	100
bwl	Doperwt, loof	Alle data	39,7	44,1			19,4	55,8	16,883	6	
bwl	Droge-erwtstro	Alle data	10,5	5,7			4,2	26,5	8,419	17	
bwl	Gerst, winter, stro	Alle data	7,8	8,0			5,1	10,5	2,729	3	441
bwl	Gerst, zomer, stro	Verbreed	8,7	5,9			2,1	37,8	7,667	46	
bwl	Graszaad, Engels raai, hooipluskaf	Verbreed	26,2	22,4	10,5	50,3	9,1	69,1	14,600	135	

¹ De legenda van kenmerk wordt bij tabel 2 gegeven.

Tabel 11. vervolg Fosfaatafvoercijfers van bijproducten van volleggrondsteelten in kg P₂O₅/ha.

Sector	Bijproduct	Klasse	Gemid- delde	Percentiel			Mini- mum	Maxi- mum	Standaard- fout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
bwl	Graszaad, roodzwenk, hooipluskaf	Verbreed	27,3	27,5		25,3	30,2	2,088	5		
bwl	Graszaad, Westerwolds, hooi	Alle data	20,0	18,8		17,7	25,8	3,292	5	030	
bwl	Graszaad, veldbeemd, hooipluskaf	Alle data	28,9	29,4		25,9	30,3	1,803	5	040	
bwl	Haverstro	Verbreed	15,6	16,0		4,9	29,4	6,189	36		
bwl	Klaver, snede	Alle data	18,2	18,8		15,0	20,8	2,933	3	100	
bwl	Kool, spruit, oogstrest	Alle data	*	*		*	*	*	0		
bwl	Koolraap, loof	Alle data	4,8	4,9		3,5	5,6	0,762	6	030	
bwl	Koolzaad, stro	Alle data	7,8	6,8		2,0	16,2	4,733	6	030	
bwl	Korrelmaïs, stro	Alle data	19,5	17,5		9,1	39,8	6,960	28	330	
bwl	Kroten, loof	Alle data	7,4	7,4		7,4	7,4	*	1	130	
bwl	Mengteelt, stro	Alle data	12,3	12,8		5,2	18,4	4,058	11	100	
bwl	Rogge, winter, stro	Alle data	12,7	11,1		3,0	53,4	9,903	47	301	
bwl	Spruitkool, blad+stam	Verbreed	38,3	41,2		15,2	59,5	15,459	8		
bwl	Tarwe, winter, stro	Midden	11,7	9,8		1,9	23,5	8,252	24		
bwl	Tarwe, zomer, stro	Alle data	8,8	7,8		2,7	19,9	4,738	36	100	
bwl	Triticale, stro	Alle data	10,6	8,3		2,6	23,3	6,478	16	300	
bwl	Vlas, vezelrest	Alle data	19,8	17,2		15,0	32,6	6,464	8	001	
bwl	Witlof, loof	Alle data	17,9	17,6		16,7	19,8	1,338	4	330	
bwl	Zaaiui, loof	Alle data	8,5	9,4		2,5	12,1	3,419	6	300	

Tabel 11. vervolg Fosfaatafvoercijfers van bijproducten van vollegrondsteelten in kg P₂O₅/ha.

Sector	Bijprodukt	Klasse	Gemid- delde	Percentiel			Mini- mum	Maxi- mum	Standaard- fout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50 ^e)	5 ^e	95 ^e					
grt	Broccoli, rest	Alle data	20,7	20,9			18,4	22,8	2,211	3	030
grt	IJssla, omblad	Alle data	14,9	13,5			5,2	28,1	6,223	53	040
grt	Kool, Chinese, omblad	Alle data	32,2	34,8			16,6	45,1	14,435	3	340
grt	Knolselderij, blad	Alle data	12,9	11,5			5,8	19,8	5,434	5	330
grt	Knolvenkel, blad	Alle data	21,1	18,3			6,9	35,8	9,592	21	400
grt	Kropsla, omblad	Verbreed	5,2	5,2			2,4	7,6	1,153	33	
grt	Peen, loof	Alle data	15,1	14,8			3,5	27,4	5,832	56	030
grt	Prei, loof	Verbreed	18,4	18,6			5,2	28,0	4,732	23	
vdg	Biet, voeder, loof	Alle data	13,8	12,9			5,2	33,7	6,143	59	010

Tabel 12. Gemiddelde fosfaatafvoercijfers van hoofdproducten in kg P₂O₅/ha op klei en zand en hun gewogen gemiddelden van landbouwgewassen waarvoor een significant verschil tussen grondsoorten werd vastgesteld

Sector	Gewas	Alle gronden	Klei			Zand		
		Gemiddelde	Gemiddelde	Standaardfout	Aantal	Gemiddelde	Standaardfout	Aantal
bol	Gladioolloof	21,7	23,2	6,3	22	19,4	3,3	15
bol	Tulploofrest	2,3	1,4	0,1	8	2,5	1,5	38
bwl	Doperwtloof	39,7	49,8	8,5	4	19,7	0,4	2
grt	Knolvenkelblad	21,1	23,4	4,8	9	9,2	0,0	3
grt	Preilooft	18,4	20,3	4,1	14	15,3	4,1	9

5 Resultaten van bewerking van grote deelverzamelingen

In de voorafgaande hoofdstukken 3 en 4 zijn de fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers gegeven na het onderbrengen in klassen. Er is sprake van een aanzienlijke spreiding in de gehalten en fosfaatafvoercijfer per klasse. Die spreiding is onderwerp van nader onderzoek geweest. In dit hoofdstuk worden resultaten gegeven van gedetailleerdere statistische analyses van deelverzamelingen van gewassen met een toereikend aantal observaties. Hierbij zijn per gewas alle data gebruikt om daardoor variatiebronnen te kunnen onderzoeken en te kwantificeren en een nauwkeuriger schatting van het fosfaatafvoercijfer te geven.

Bij de bepaling van fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers zijn verschillende variantiebronnen geïdentificeerd. Naast fosfaatgift en fosfaattoestand en de stikstofgift dragen teeltomstandigheden (ras, plant, zaai, oogstdatum, plantafstand, zaaiafstand), bemestingsgegevens (meststofvorm, tijdstip en wijze van bemesting), bodem- en klimaatgegevens (grondsoort, neerslagoverschot, temperatuur) bij aan het fosforgehalte en het fosfaatafvoercijfer. Informatie over deze gegevens is opgenomen bij de observationele eenheden (bijlage 3). De database van 2006 werd aangevuld met variabelen die bronnen van variatie kunnen kwantificeren voor zover deze beschikbaar kwamen of traceerbaar waren. Gegevens van de bemesting met stikstof en met dierlijke mest en de wijze van bemesting vormen de belangrijkste aanvullingen. Bronnen van variatie geïntroduceerd door verouderde niet-representatieve gegevens, fosfaattoestand, fosfaatgift, stikstofgift en grondsoort werden onderzocht. Niet alle beoogde detailanalyses (invloed van ras, bemestingsdata, incubatieduur van de meststoffen) werden uitgevoerd omdat de tijd daarvoor ontbrak. In dit hoofdstuk komen aan de orde:

- Vergelijking fosfaatafvoercijfers voor en na 1990;
- Effect van bemesting en bodemvruchtbaarheid;
- Tarra;
- Onderzoeksgegevens versus praktijkgegevens.

5.1 Ontwikkeling van fosfaatafvoercijfers voor en na 1990

De data zijn afkomstig van onderzoek en praktijk. Praktijkgegevens vormen een fractie van het totaal aantal gegevens. De data hebben een onderscheidenlijke ouderdom wat een bron van variatie is omdat opbrengsten door wijzigingen in teelt toegenomen zijn. Oude gegevens kunnen systematisch de fosfaatafvoercijfers onderschatten door lagere stikstofgiften, fosfaatgiften en fosfaattoestanden en daarnaast door verschillen in ras en teelt (management). Dit aspect is onderzocht voorzover informatie daarover beschikbaar was. Gegevens van droge erwt, voederbieten, wintergerst, westerwolds raaigraszaad, haver, krokus, winterrogge dateren van de periode voor 1990. De bestanden van consumptieaardappel, zetmeelaardappel, suikerbiet, zomergerst, wintertarwe, zomertarwe bevatten data van oude (voor 1990) en recentere datum (vanaf 1990). Van overige gewassen zijn data

afkomstig vanaf 1990. Onderzocht werd of de fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van het hoofdproduct verschilden tussen deelverzamelingen van voor 1990 versus deelverzamelingen vanaf 1990 voor de klasse *midden*. De klasse *midden* is geselecteerd om effecten van lage of hoge fosfaattoestanden en lage of hoge bemestingen met P en N uit te sluiten. Tabel 13 geeft gemiddelde opbrengsten en fosfaatafvoercijfers voor de twee perioden (jaarklassen), waarbij ook het effect van grondsoort is onderscheiden. Bij consumptieaardappel, suikerbiet, veldboon, zomergerst en wintertarwe steeg de opbrengst significant. Bij zetmeelaardappel werd geen significante opbrengstvermeerdering vastgesteld met de beschikbare data. Significante verschillen tussen gemiddelden voor de fosfaatafvoercijfers van de jaarklassen werden vastgesteld voor consumptieaardappel op zand, veldboon op klei, zomergerst op klei en zand en wintertarwe op klei maar niet bij suikerbiet (t-toets, P-waarde 0,05). De klasse *midden* vertegenwoordigt echter een bereik van fosfaattoestanden en giften aan P en N. Aanvullende analyses met multivariate regressie-analyse wezen uit dat effecten van het oogstjaar consumptieaardappel en suikerbieten niet aantoonbaar indien dezelfde waarden voor fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift worden toegepast. De klasse *midden* heeft een dusdanig ruim bereik in fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift, dat daarbinnen nog differentiatie mogelijk is die een verklaring geeft voor de vastgestelde verschillen in gemiddelden voor fosfaatafvoercijfers tussen oude en recentere oogstjaren. Bij de granen en bij voederbieten is er sprake van significante verschillen in fosfaatafvoercijfers. Het aantal observaties bij deze gewassen bij deze deelverzamelingen is echter laag waardoor verdere differentiatie mogelijkheden niet mogelijk zijn en verschillen veroorzaakt kunnen worden door locaties in plaats van oogstjaar. Effecten van jaarklassen zijn ook onderzocht voor de fosforgehalten van de hoofdproducten van deze gewassen. Significante jaarklasseffecten in de klasse *midden* werden niet vastgesteld. Verkennende multivariate regressieanalyses met fosfaattoestand, fosfaatgift, stikstofgift en grondsoort als verklarende variabelen gaven geen robuuste resultaten. Op basis van deze resultaten werd besloten alle data in het onderzoek te rapporteren ongeacht hun ouderdom.

Tabel 13. Gemiddelde opbrengsten in ton/ha en fosfaatafvoercijfers in kg P₂O₅/ha voor de klasse '*midden*' voor enkele landbouwgewassen van de periode voor 1990 en vanaf 1990.

Gewas	Grond	Opbrengst		Fosfaatafvoercijfer	
		< 1990	≥1990	< 1990	≥1990
Aardappel, consumptie	Klei	50,2a	56,1b	51,8a	55,4a
Aardappel, consumptie	Zand	39,7a	59,7b	44,5a	56,5b
Aardappel, zetmeel	Zand	46,3a	42,0a	63,0a	47,2a
Biet, suiker	Klei	64,7a	70,4b	56,9a	55,4a
Biet, suiker	Zand	50,0a	64,3b	38,2a	46,7a
Boon, veld	Klei	5,3a	7,6b	69,0a	103,6b
Gerst, zomer	Klei	4,9a	6,3b	36,8a	50,3b
Tarwe, winter	Klei	6,8a	9,6b	46,5a	66,8b

5.2 Effect van bemesting en bodemvruchtbaarheid

In hoofdstuk 4 zijn fosfaatafvoercijfers na in klassen te zijn onderverdeeld gecondenseerd tot gemiddelden, mediaanwaarden en overige generieke statistische grootheden. In deze paragraaf wordt het effect van bemesting en bodemvruchtbaarheid op de fosfaatafvoercijfers nader gekwantificeerd. Naarmate de fosfaattoestand en de fosfaatgift hoger zijn, neemt de opbrengst toe. Daardoor nemen de fosfaatafvoercijfers toe. Die toename vlakt af bij hogere giften en toestanden (Noordwijk et al., 1990, Ehlert en van Wijk, 2002, Ehlert et al., 2004). Ook door de stikstofbemesting te verhogen, neemt het fosfaatafvoercijfer toe (Dekker, 2006). Ook hier is geen sprake van evenredige toename; bij hogere giften nemen de fosfaatafvoercijfers steeds minder toe met de gift en bij zeer hoge giften kan er zelfs sprake zijn van daling. Het fosforgehalte van een gewas is afhankelijk van het groeistadium van het gewas en het bodemvruchtbaarheids- en bemestingsniveau. Het fosforgehalte kan bij absoluut fosfaatgebrek relatief hoog zijn (Steenbjerg en Jakobsen, 1963). Bij een verbetering van de fosfaatvoorziening neemt het fosforgehalte af door toename van de drogestofproductie (verdunding door productie van organische stof). Over een breed traject van de drogestofproductie is het fosforgehalte constant. Pas bij een zeer ruim aanbod van fosfaat neemt het fosforgehalte toe. Dat wil zeggen dat er geen toename is van de drogestofproductie voor het extra opgenomen fosfaat. Dit is een vorm van luxe consumptie van fosfaat (Steenbjerg en Jakobsen, 1963). In het traject *midden* wordt daardoor geen relatie verwacht tussen fosforgehalte en drogestofproductie. De beschreven effecten en relaties zijn statistisch te onderzoeken met multivariate regressie-analyse waarbij de interacties tussen fosfaattoestand en fosfaatgift en tussen fosfaatgift en stikstofgift worden opgenomen. In deze paragraaf worden de resultaten van deze multivariate regressie-analyse gegeven waarbij naast de hoofdfactoren deze interacties opgenomen werden. Bepaald werd of er een relatie was tussen het fosforgehalte in de drogestof van het gewas en de drogestofproductie. Daarna werd onderzocht of de fosfaatafvoercijfers bepaald kunnen worden uit de fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift en of de grondsoort hierop effect uitoefent.

5.2.1 Grasland

Relatie fosforgehalte en drogestofproductie

In de klasse *midden* werd geen correlatie vastgesteld tussen fosforgehalte en de drogestofproductie van de eerste snede. Bij andere klassen per grondsoort (deelverzameling) werden zwakke maar significante correlaties vastgesteld. Dit betreffen echter toevallige correlaties omdat het teken (richting) willekeurig per deelverzameling veranderde. Van volgende sneden zijn gepoolde data beschikbaar waardoor analyse op drogestofproductie per snede niet mogelijk is. De totale drogestofproductie correleert zwak met de gewogen gemiddelde fosforgehalten van die sneden (correlatiecoëfficiënt -0,21; n=952). Bij de klasse *midden* is er geen verband tussen drogestofproductie en P-gehalte (percentage verklaarde variantie is 1,8).

Indien de totale drogestofproductie wordt gerelateerd aan een gewogen fosforgehalte van het gras (jaargemiddelde) dan wordt er geen relatie tussen deze grootheden vastgesteld (percentage verklaarde variantie 0,3).

Relatie fosfaatafvoercijfer met fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift

Het product van de totale drogestofproductie en fosforgehalte bepaalt het fosfaatafvoercijfer. Opbrengst is daardoor geen onafhankelijke variabele om daarmee het fosfaatafvoercijfer te bepalen in samenhang met andere verklarende factoren of verklarende variabelen. Daarom werd de relatie onderzocht tussen fosfaatafvoercijfers en onafhankelijke verklarende variabelen fosfaattoestand, fosfaatgift, stikstofgift, grondsoort en graslandgebruik inclusief de interactie tussen fosfaattoestand en fosfaatgift en tussen fosfaatgift en stikstofgift door middel van multivariate regressie-analyse. Het graslandgebruik (weiden, maaien) had geen significant effect bij het verklaren van de variantie.

$$Y = C + \alpha \cdot \text{STP} + \beta \cdot \text{PG} + \gamma \cdot \text{NG} + \delta \cdot \text{STP} \times \text{PG} + \epsilon \cdot \text{PG} \cdot \text{NG} + \zeta_i \cdot \text{GR} \quad (1)$$

Met

Y: Fosfaatafvoer op jaarbasis, in kg P₂O₅/ha;

STP: PAL-getal in mg P₂O₅/100 g;

PG: Fosfaatgift in kg P₂O₅/ha;

NG: Stikstofgift in kg werkzame N/ha;

GR: Grondsoort (dekzand, rivierklei, veen en zeeklei).

en C, α, β, γ, δ, ε, ζ_i en η parameterschatters van vergelijking (1).

Parameterschatter	Schatting	Standaardfout	t-waarde
C	61,12	3,36	<0,001
α	0,1054	0,0779	0,176
β	0,1683	0,0275	<0,001
γ	0,07230	0,00714	<0,001
δ	-0,001898	0,000529	<0,001
ε	0,0001534	0,0000665	0,021
ζ _i voor rivierklei	-13,69	1,92	<0,001
ζ _i voor veen	2,87	1,93	0,136
ζ _i voor zeeklei	2,72	2,31	0,240

Voor dekzand is ζ_i gelijk aan 0.

Rivierklei heeft een lagere fosfaatafvoercijfer dan dekzand maar veen en zeeklei verschillen niet van dekzand in fosfaatafvoercijfer. Deze bevinding is in lijn met de groepering van de grondsoorten van het huidige bemestingsadvies voor grasland. Hoewel vergelijking (1) hoogst significant is, wordt maar 45,4% van de variantie verklaard. Er blijft dus veel onverklaarde variantie over. Met vergelijking (1) kan een fosfaatafvoercijfer worden berekend bij aangenomen waarden voor de fosfaattoestand, fosfaatgift en werkzame stikstofgift. Tabel 14 geeft een resultaat voor een dergelijke berekening. De fosfaatgift is de beoogde eindnorm voor de

gebruiksnorm, de fosfaattoestand is het midden van de klasse voldoende van het bemestingsadvies en de stikstofgift volgt de gebruiksnorm voor grasland. Graslandgebruik kent vele vormen die leiden tot verschillen in geadviseerde fosfaatgiften. De invloed van de fosfaatgift op de fosfaatafvoer is gering. Per 10 kg P₂O₅/ha meer geeft dat een verhoging van het fosfaatafvoercijfer van circa 1,6 kg P₂O₅/ha. Detaillering van effecten van verschillen in graslandgebruik op de fosfaatgiften worden daarom in dit rapport verder niet behandeld.

Tabel 14. Berekende fosfaatafvoercijfers in kg P₂O₅/ha als functie van grondsoort en bij aangenomen waarden voor fosfaattoestand, fosfaatgift en werkzame stikstofgift.

Parameter	Dekzand	Rivierklei	Veen	Zeelei
PAL-getal, mg P ₂ O ₅ /100 g	35	30	35	35
Fosfaatgift, kg P ₂ O ₅ /ha	90	90	90	90
Stikstofgift, kg N/ha	355	350	330	350
Fosfaatafvoercijfer, kg P ₂ O ₅ /ha	105	91	105	107

5.2.2 Bouwland

Relatie fosforgehalte en drogestofproductie

Ook bij gewassen op bouwland wordt doorgaans in de klasse *midden* geen correlatie vastgesteld tussen het P-gehalte van het hoofdproduct en de drogestofopbrengst (tabel 15). Er zijn echter uitzonderingen. Bij consumptieaardappel, stamslaboon, veldboon, droge erwt, snijmaïs en peen worden correlatiecoëfficiënten vastgesteld die significant van 0 afwijken (t-test, tweezijdig, P-waarde 0,05). Het betreffen negatieve correlatiecoëfficiënten: hoe hoger het fosforgehalte is, hoe lager de drogestofproductie is.

Peen heeft een gering aantal observaties in de klasse *midden* waardoor verdere differentiatie niet mogelijk is. Bij consumptieaardappel wordt de negatieve correlatie veroorzaakt door de deelverzameling zand. Bij de klasse *midden* bij deze deelverzameling is per ras geen duidelijke correlatie vast te stellen. Bij de deelverzameling voor klei ontbreekt een correlatie. Bij stamslaboon blijkt een jaareffect aanwezig te zijn; binnen een jaar ontbreekt een correlatie. Ook bij veldboon is er sprake van een jaareffect. Bij veel data is er geen relatie (2 proefjaren), bij weinig data is er sprake van een sterk positieve relatie (1 proefjaar) en sterk negatieve relatie (1 proefjaar). Bij droge erwt blijkt de deelverzameling gedomineerd te worden door een ras met een hoger fosforgehalte en waarvan de opbrengst een grote temporele variatie heeft. Bij snijmaïs blijkt de correlatie aanwezig te zijn in de deelverzameling zand, bij klei ontbreekt een correlatie. In de verzameling zand zijn er twee observaties met hoge gehalten en lage opbrengsten. Zonder deze observaties ontbreekt een correlatie tussen fosforgehalte en drogestofopbrengst.

Deze verkenningen wijzen uit dat als er sprake is van een correlatie dit een gevolg is van een dominant kenmerk van een deelverzameling. Binnen een deelverzameling met dat kenmerk blijkt er geen correlatie te zijn. Daardoor zijn de vastgestelde

correlaties een toevallige eigenschap van de database zonder dat daaraan een causale oorzaak aangegeven kan worden.

Tabel 15. Correlatiecoëfficiënten voor de relatie tussen het P-gehalte van het hoofdproduct en de drogestofopbrengst voor gewassen op bouwland met P-waarden voor de T-test of er significant verschil is tussen de correlatiecoëfficiënt en 0 en aantal observaties voor de klasse 'midden'.

Gewas	Correlatiecoëfficiënt	t-test P-waarde	aantal
Aardappel, consumptie	-0,22*	0,0021	196
Aardappel, zetmeel	-0,15	0,5191	20
Biet, suiker, biet	-0,05	0,6580	75
Biet, voeder	-0,48	0,0360	19
Boon, stamsla	-0,41*	0,0025	53
Boon, veld	0,58*	0,0001	41
Erwt, droge (schokker)	-0,41*	0,0401	25
Gerst, zomer	-0,10	0,5730	32
Gladiool	0,22	0,5356	10
Graszaad, Engels raai	-0,32	0,1443	22
Haver	-0,18	0,3819	25
Ijssla	-0,04	0,9565	4
Krokus	0,39	0,0627	24
Kropsla	0,10	0,6869	16
Lelie	-0,17	0,4409	22
Mais, snij	-0,44*	0,0008	55
Peen	-0,89*	0,0185	6
Prei	-0,17	0,6249	173
Rogge, winter	0,37	0,2680	11
Tarwe, winter	0,14	0,2552	67
Tarwe, zomer	-0,12	0,7356	11
Ui, zaai	-0,17	0,2639	43

* markeert significant verschil ten opzichte van een correlatiecoëfficiënt 0.

Relatie fosfaatvoercijfer met fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift

Differentiatie naar fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift is door een voldoende aantal waarnemingen (>100) mogelijk bij de gewassen consumptieaardappel, zetmeelaardappel, suikerbiet, voederbieten, veldboon, droge erwt, zomergerst, gladiool, haver, ijssla, krokus, kropsla, lelie, snijmaïs, peen, prei, winterrogge, wintertarwe, zomertarwe en zaaiui.

De effecten van fosfaattoestand, fosfaatgift, stikstofgift, de interacties tussen fosfaattoestand en fosfaatgift en tussen fosfaatgift en stikstofgift zijn onderzocht op basis van alle data met behulp van multivariate regressie-analyse. Vergelijking 1 werd opgelegd. Voor bouwland wordt bij grondsoort (GR) onderscheid gemaakt naar zand en klei. Klei is de referentie. De gegeven getalswaarden gelden voor het significante

verschil van zand t.o.v. klei. Veldboon is hierop een uitzondering. De getalswaarde geldt voor het verschil van klei t.o.v. zand. Niet significante termen werden uitgesloten. Ook vergelijkingen met significante parameterschattingen die niet-realistisch zijn (negatieve tekens ingeval er sprake dient te zijn van een positief teken) werden uitgesloten. In deze gevallen zijn deelverzamelingen aanwezig in de data die een onevenwichtig en niet-realistisch effect uitoefenen op het verband. Dit is bijvoorbeeld het geval bij snijmaïs. In deze deelverzameling blijken locaties sterk het verband te bepalen wat leidde tot negatieve tekens³ voor fosfaattoestand en fosfaatgift. Verkennende analyses met REML (*residual maximum likelihood*, Patterson en Thompson, 1971) toonden aan dat bijvoorbeeld locatie-effecten het teken van de verklarende variabelen bepaalden. Soms had oogstjaar een effect. De wijze waarop locatie-effecten en effecten van het oogstjaar (of ras) de variantie van de opgelegde verklarende variabelen bepalen vragen andere methoden van statistische analyses (bv. REML). De inspanning die daarmee verbonden is, valt buiten het bestek van dit project. Het resultaat wordt gegeven in tabel 16. De parameterschattingen met hun standaardfouten en hun t-waarde worden gegeven in bijlage 6.

Alle gegeven regressievergelijkingen zijn significant. Toch wordt nooit meer van 46,6% van de variantie verklaard en vaak is het lager. Het merendeel van de aanwezige variatie kan niet uit de fosfaattoestand, fosfaatgift, stikstofgift of grondsoort worden verklaard. Andere bronnen van variatie (bv. weer, locatie (bodem), gewaseigenschappen) hebben kennelijk een groter effect op het fosfaatafvoercijfer dan de gift aan fosfaat of stikstof en de fosfaattoestand. De parameterschattingen zijn doorgaans significant maar deze schattingen zijn ook geaccepteerd als er slechts een aanwijzing voor verschil was ($0,05 < P < 0,10$). Bij de analyse bleek dat de fosfaattoestand vaker een significant effect op het fosfaatafvoercijfer had dan de fosfaatgift. Soms hadden beiden significante effecten en soms alleen de fosfaatgift. In dit laatste geval was het bereik in fosfaattoestand vaak kleiner dan het bereik in de fosfaatgift.

Omdat de stikstofgift veelal op maat toegesneden was, werd vaak geen effect van de stikstofgift op het fosfaatafvoercijfer vastgesteld. Bij gewassen waarvan data ook afkomstig waren van stikstofbemestingsonderzoek werd wel een significant effect vastgesteld: verhoging van de stikstofgift leidt tot een hoger fosfaatafvoercijfer.

Bij de bolgewassen gladiool en lelie zijn de fosfaatafvoercijfers op zand (dit is in dit geval duinzand) hoger dan op zavel. Bij alle overige gewassen is de fosfaatafvoer op klei hoger dan op zand. Het effect is opvallend groot (4-45 kg P₂O₅/ha).

De regressies waarvan de parameterschattingen zijn gegeven in tabel 16 betreffen louter observaties bij een in beginsel willekeurig samengestelde databestand d.w.z. dat er geen oorzakelijke verband in verklarende variabelen in de verzamelde data aanwezig is. Er is een agronomische grondslag bij data afkomstig van veldproeven door de – impliciet – onderliggende proefopzet maar de data bepalen of er

³ Bij snijmaïs bleken t.o.v. de eerste rapportage in 2006 data dubbel voor te komen. De herziening van het databestand waarbij dubbel ingevoerde data werden verwijderd geeft het hier gerapporteerde verband.

significante bronnen van variatie detecteerbaar zijn. Er werden in het algemeen geen aanwijzingen gevonden dat onderliggende proefopzetten van deelverzamelingen invloed uitoefenden op de resultaten van statistische analyses (m.a.w. de structuur van de observationele eenheid is onafhankelijk van de oorspronkelijke proefopzet). Het klakkeloos toepassen van de parameters van de regressievergelijkingen zonder rekening te houden met de bereiken van de verklarende variabelen leidt tot onjuiste fosfaatafvoercijfers. Om verkeerd gebruik te voorkomen wordt gewezen op de bereiken van de verklarende variabelen. Deze worden in bijlage 7 gegeven. De nauwkeurigste schatting van het fosfaatafvoercijfer op basis van de regressie wordt verkregen door de mediaanwaarden te kiezen. Het bereik van de invoervariabelen omsluiten de fosfaattoestanden, fosfaatgiften en stikstofgiften die passen bij GLP. Met de vastgestelde parameterschattingen kunnen de fosfaatafvoercijfers bepaald worden.

In tabel 17 worden de fosfaatafvoercijfers van de gewassen voor de marktbaar producten gegeven voor een voldoende fosfaattoestand, een fosfaatgift volgens de huidige bemestingsadviezen en de stikstofgift volgens stikstofgebruiksnorm die geldt vanaf 2009. Die stikstofnorm komt overeen met het bemestingsadvies.

De fosfaatafvoercijfers die berekend worden met de regressie komen doorgaans qua orde van grootte overeen met de mediaanwaarden van de klassen *midden* of *verbreed*. Indien afgeweken wordt, wordt dit veroorzaakt doordat data niet tot deze klassen behoren of een sterk scheve verdeling over het bereik hebben.

Tabel 16. Parameterschattingen van vergelijking 1 voor landbouwgewassen van vollegrondsteelten met het percentage verklaarde variantie (VPV) en aantal vrijheidsgraden. Grond Zand geeft het verschil t.o.v. klei aan. STP = fosfaattoestand van de grond (Pw-getal); PG = fosfaatgift; NG = stikstofgift

Sector	Gewas	VPV ¹	Aantal Vrijheids- graden	Constante	STP	PG	STP*PG	NG	NG*PG	Grond ²
bol	Gladiool, knol	6,8	126	32,71	0,348					
bol	Gladiool, knol+loof	25,9	112	30,48	0,664					20,96
bol	Krokus, knol+loof	17,6	29	33,52	0,472					
bol	Lelie, bol	10,7	105	29,18						7,78
bol	Lelie, bol+gewasrest	12,5	49	26,99						7,68
bwl	Aardappel, consumptie	31,6	726	35,01	0,5359			0,02114		-10,66
bwl	Aardappel, zetmeel	23,4	66	34,52	0,243	0,1056				
bwl	Biet, suiker, biet	49,8	294	32,89	0,4115	0,0697	-0,001187	0,0504		-22,92
bwl	Biet, suiker, biet en loof	21,9	289	41,11		0,1131		0,0508		-12,81
bwl	Biet, voeder, biet	33,1	94	30,6	0,748					-9,74
bwl	Biet, voeder, biet en loof	26,4	94	29,34	0,751					
bwl	Boon, stamsla, boon+loof	39	189	21,226						-12,17
bwl	Boon, veld, boon	46,6	109	44,48		0,0365				44,64
bwl	Boon, veld, boon+loof	24,3	37	47,39						16,82
bwl	Erwt, droge (schokker)	3,2	111	26,33		0,0291				
bwl	Erwt, droge (schokker) totaal	5,8	111	26,8		0,043				
bwl	Graszaad, Engels raai, zaad	28,8	164	16,502						-7,431

¹ VPV: Fractie van de variantie die verklaard wordt door de regressie en waarbij rekening gehouden wordt met het aantal variabelen (Oude Voshaar, 1994);

² Grond: Klei is de referentie. De getalswaarde geeft het verschil aan voor zand. Uitzondering hierop is veldboon, hier is zand de referentie.

Tabel 16, vervolg. Parameterschattingen van vergelijking 1 voor landbouwgewassen van vollegrondsteelten met het percentage verklaarde variantie (VPV) en aantal vrijheidsgraden. Grond Zand geeft het verschil t.o.v. klei aan.

Sector	Gewas	VPV4	Aantal Vrijheidsgraden	Constante	STP	PG	STP*PG	NG	NG*PG	Grond Zand
bwl	Haver, korrel	13,1	299	37,321						-5,867
bwl	Haver, korrel en stro	2,9	233	34,53	0,1223	0,0441	-0,001262			-3,06
bwl	Rogge, korrel+stro	7,5	155	22,95				0,0721		
bwl	Snijmaïs, hoofd	28,3	595	65,6				0,07262		-18,86
bwl	Snijmaïs, totaal	28,3	589	65,64				0,07246		-18,87
bwl	Tarwe, winter, korrel	45,7	187	32,15	0,2552			0,0874		-10,84
bwl	Tarwe, winter, korrel+stro	62,1	152	32,36	0,3557			0,1295		-9,54
bwl	Tarwe, zomer, korrel	29,2	8	35,39	0,1962			0,0414		-4,81
bwl	Tarwe, zomer, korrel+stro	24,5	7	32,36	0,1663			0,1089		
bwl	Ui, zaai, bol	15,7	147	28,76	0,4736					
bwl	Ui, zaai, bol+loof	18,2	147	27,39	0,5341					
bwl	Zomergerst, korrel	31,1	228	25,57	0,2904	0,0255	-0,001309	0,1054		-9,7
bwl	Zomergerst, korrel+stro	33	228	22,61	0,3539	0,0615	-0,001061	0,1944	-0,000589	-12,66

⁴ VPV=Fractie van de variantie die verklaard wordt door de regressie en waarbij rekening gehouden wordt met het aantal variabelen (Oude Voshaar, 1994)

Tabel 16, vervolg. Parameterschattingen van vergelijking 1 voor landbouwgewassen van vollegrondsteelten met het percentage verklaarde variantie (VPV) en aantal vrijheidsgraden. Grond Zand geeft het verschil t.o.v. klei aan.

Sector	Gewas	VPV ⁵	Aantal Vrijheids- graden	Constante	STP	PG	STP*PG	NG	NG*PG	Grond Zand
grt	Ijssla, krop	24,6	5:	10,34	0,109					
grt	Ijssla, krop + omblad	46,6	5:	6,88	0,2098					
grt	Kropsla, krop	34,6	130	20,29	0,0954					
grt	Kropsla, krop+omblad	34,8	130	21,8	0,1112					
grt	Peen, wortel	10,6	106	56,79	0,2501	0,056				
grt	Peen, wortel+loof	12,1	106	63,16	0,2107	0,0838				
grt	Prei, marktbaar	13,6	168	30,06	0,1013	0,02903				-7,23
grt	Prei, marktbaar+rest	9	166	42,25	0,0474	0,0366				-7,39

⁵ VPV=Fractie van de variantie die verklaard wordt door de regressie en waarbij rekening gehouden wordt met het aantal variabelen (Oude Voshaar, 1994)

Tabel 17. Schatting voor het fosfaatafvoercijfer voor enkele bouwlandgewassen op basis van multivariate regressievergelijking bij fosfaattoestand (Pw-getal) 35 mg P₂O₅/L en in de tabel opgegeven fosfaat- en stikstofgiften.

Gewas	Fosfaatgift, kg P ₂ O ₅ /ha		Stikstofgift, kg N/ha		Fosfaatafvoer, kg P ₂ O ₅ /ha	
	Klei	Zand	Klei	Zand	Klei	Zand
Aardappel, consumptie	105	105	250	265	59	49
Aardappel, zetmeel		105		240		54
Biet, suiker, biet	55	75	150	150	56	34
Biet, suiker, biet en loof	55	75	150	150	55	44
Biet, voeder, biet	55	75	165	165	57	47
Biet, voeder, biet en loof	55	75	165	165	56	56
Boon, stamsla, boon	105	105	120	120	20	11
Boon, stamsla, boon+loof	105	105	120	120	21	9
Boon, veld, boon	105	105	50	50	93	48
Boon, veld, boon+loof	105	105	50	50	64	47
Erwt, droge (schokker)	105	105	30	30	29	29
Erwt, droge (schokker) totaal	105	105	30	30	31	31
Zomergerst, korrel	0	40	80	90	44	35
Zomergerst, korrel+stro	0	40	80	90	51	39
Gladiool, knol	0	0	260	260	45	45
Gladiool, knol+loof	0	0	260	260	54	75
Haver, korrel	0	0	100	100	37	31
Haver, korrel en stro	0	0	100	100	39	36
Ijssla, krop	260	310	180	180	14	14
Ijssla, krop + omblad	260	310	180	180	14	14

Tabel 17, vervolg. Schatting voor het fosfaatafvoercijfer voor enkele bouwlandgewassen op basis van multivariate regressievergelijking bij fosfaattoestand (Pw-getal) 35 mg P₂O₅/L en in de tabel opgegeven fosfaat- en stikstofgiften.

Gewas	Fosfaatgift, kg P ₂ O ₅ /ha		Stikstofgift, kg N/ha		Fosfaatafvoer, kg P ₂ O ₅ /ha	
	Klei	Zand	Klei	Zand	Klei	Zand
Krokus, knol	0	40	175	175	48	48
Krokus, knol+loof	0	40	175	175	50	50
Kropsla, krop	260	310	180	180	24	24
Kropsla, krop+omblad	260	310	180	180	26	26
Lelie, bol	0	0	155	155	29	37
Lelie, bol+gewasrest	0	0	155	155	27	35
Snijmaïs, hoofd	105	105	185	185	82	63
Snijmaïs, totaal	105	105	185	185	79	60
Peen, wortel	0	40	110	110	66	68
Peen, wortel+loof	0	40	110	110	71	74
Prei, marktbaar	0	0	245	245	34	26
Prei, marktbaar+rest	0	0	245	245	44	37
Rogge, korrel	0	0	140	140	21	21
Rogge, korrel+stro	0	0	140	140	33	33
Tarwe, winter, korrel	0	0	200	190	59	47
Tarwe, winter, korrel+stro	0	0	200	190	71	60
Tarwe, zomer, korrel	0	0	140	140	48	43
Tarwe, zomer, korrel+stro	0	0	140	140	53	53
Ui, zaai, bol	105	105	120	120	45	45
Ui, zaai, bol+loof	105	105	120	120	46	46

5.3 Tarra

Fosfaatafvoercijfers worden mede bepaald door tarra. Er zijn twee groepen van tarra: gewastarra en grondtarra. Gewastarra wordt opgevat als een gewasonderdeel dat onder de noemer 'bijproduct' valt. Fosfaatafvoercijfers van bijproducten zijn gegeven in hoofdstuk 4. Koptarra van suikerbieten wordt in deze studie toegerekend aan de fosfaatafvoercijfers voor bieten die af land geleverd worden.

Grondtarra (tarra) vraagt aandacht. De fosfaatafvoercijfers van deze rapportage betreffen gewassen zonder grondtarra. In de praktijk verlaat echter met (marktbaar) opbrengst grondtarra het landbouwperceel. Dit geldt voor alle sectoren.

Bij akkerbouwgewassen en bolgewassen levert een veldgewas met tarra een lagere financiële opbrengst op dan een gewas zonder tarra. Het is dus een belang van de akkerbouwer/bollenteler om het aandeel tarra zo laag mogelijk te houden.

Het tarra-aandeel varieert per jaar. Er zijn weinig statistische gegevens over temporele variatie in tarra. Data voor suikerbiet (exclusief koptarra) wijzen 3,3-8,9% uit (periode 2000-2004 (bron: IRS). Dit is gemiddeld een afvoer van 4 ton drogegrond. Herleid op de minerale delen komt 1,5 g P_2O_5 /kg grond onder GLP gebruik voor (Ehlert, 2005). In deze situatie wordt met tarra circa 6 kg fosfaat (P_2O_5)/ha afgevoerd van het landbouwperceel.

De hoogte van de fosfaatafvoer met grondtarra is bij aardappelen en bloembollen naar verwachting in eenzelfde orde van grootte als die voor suikerbieten.

Tarra van boomkwekerijgewassen kent een andere orde van grootte. Het maakt uit of een gewas kaal wordt geleverd of met kluit wordt geleverd en daarvoor ook met kluit wordt geroid. Het wel of niet leveren van gewassen met kluit hangt af van het gewas en de wensen van de afnemer. Tarrapercentages van kaal geleverde gewassen zijn niet bekend. Oprooien met kluit betekent een forse afvoer van grond (tarra) van het perceel. Schattingen van de afvoer van grond met kluiten bij verschillende boomkwekerijgewassen zijn gegeven door Van Dijk et al. (2005) paragraaf 3.4.3.3. (pagina 46-47) en wijzen in de richting van 1 cm bouwvoor per ha per jaar bij de continu teelt van gewassen die alleen met kluit geleverd worden. De schaarse gegevens in de gebruikte database wijzen op een afvoer van 248-270 m³ grond per ha waarmee 250-400 kg fosfaat (P_2O_5)/ha afgevoerd wordt. Deze afvoer van grond moet weer worden aangevuld (aanvulgrond). De aanvulgrond is geen meststof en resorteert niet onder de Meststoffenwet. Dergelijke grote hoeveelheden van de afvoer van grond vallen dus buiten de systematiek van fosfaatgebruiksnormen.

5.4 Praktijkcijfers versus gegevens van onderzoek

De data van onderzoek en praktijk gelden voor het veldgewas tenzij anders wordt aangegeven. Bij de opbrengstbepalingen zijn netto opbrengsten exclusief wend- of kopkokers, greppels, sloten etc. De data van deze rapportage zijn afkomstig van

gegevens van onderzoek op veldproeven, van het Bedrijfssystemenonderzoek en van het aanvullend onderzoek in 2006 en 2007 bij gewassen met onvoldoende gegevens. Data uit de praktijk zijn schaars aanwezig en daardoor is het niet mogelijk om een kwantificering van een mogelijk verschil in orde van grootte tussen fosfaatafvoercijfers in de praktijk versus die van onderzoek uit te voeren.

Tabel 18. Mogelijke oorzaken voor systematische afwijkingen in fosfaatafvoercijfers van praktijkpercelen en onderzoekspercelen.

Afwijking door	Oorzaak
Perceel heterogener door:	Heterogene bodem
	Wendakker, kopeind
	Slootkant
	Bomenrij
	Ontwatering
	Akkerrand agrarisch natuurbeheer
	Teeltvrije zone
	Kavelpad
	Tred (veepad)
	Verschillen in voorgeschiedenis (samenvoegen percelen)
Opbrengst lager door:	Lager beteeld oppervlak (bruto, netto)
	Jaaropbrengst bij beweiding x aantal sneden
	Uitgangsmateriaal plantgoed, zaad
	Ras, cultivar
	Oogstechniek
	Tijdstip van oogst
	Tijdstip van opbrengstbepaling
	Afwijkende gewasverzorging
	Spuitsporen
	Declaratie opbrengst
	Marktbaar product
	Gewasresten (lot van)
	Tarra
Afvoer van wortelkluit	
Fosforgehalte afwijkend (zowel lager als hoger) door:	Beweiding (mestflatten)
	Uitgangsmateriaal plantgoed, zaad
	Ras, cultivar
	Oogstechniek (scheiding kaf, hoogte koppen biet...)
	Tijdstip van oogst
	Tijdstip van opbrengstbepaling
	Afwijkende gewasverzorging
	Spuitsporen
Marktbaar product	

Dit onderzoek geeft geen uitsluitend of de fosfaatafvoer van onderzoeksgegevens verschilt van praktijkgegevens. Het uitsluiten van wend- en kopakkers, greppels en sloten leidt tot een hogere fosfaatafvoer in vergelijking tot de praktijk waar deze vormen van landgebruik wel tot het oppervlak van het landbouwperceel worden toegerekend. Het percentage land, dat niet effectief gebruikt wordt voor een teelt, verschilt per sector en per teelt. KWIN gegevens geven waarden voor aandeel land dat niet effectief wordt gebruikt bij een teelt varieert per gewas en sector. De KWIN gegevens berusten op *expert judgement*. Dit rapport verwijst naar de KWIN cijfers voor de percentages. Onderzoek met proefvelden vindt plaats op homogene landbouwpercelen. Ook dit is een factor die bedraagt tot een hogere fosfaatafvoer dan in praktijksituaties waar heterogeniteit van de bodem een rol kan spelen. De verwachting is dat de fosfaatafvoercijfers in de praktijk lager zullen zijn dan die welke gerealiseerd worden onder optimale omstandigheden van veldproeven of bedrijfssystemenonderzoek. In tabel 18 worden oorzaken benoemd waarom een dergelijk systematische afwijking zal kunnen voorkomen. Er kunnen in de praktijk ook systematisch hogere afvoercijfers voorkomen indien rassen gebruikt worden die meer fosfaat opnemen.

De gerapporteerde fosfaatafvoercijfers hebben betrekking op netto beteeld oppervlak. In de praktijk heeft men echter te maken met bruto oppervlak omdat spuitsporen, wendakkers etc. meegerekend worden bij het vaststellen van de opbrengst. Bij akkerbouwgewassen is het onderscheid tussen netto en bruto doorgaans marginaal. Anders is het bij groentegewassen, bloembollen en boomkwekerijgewassen (inclusief vaste planten en buitenbloemen). In situaties van vollegrondsgroenteteelt met een ruime kopakker en met spuitsporen of met extra ruimte om vliesdoek terug te slaan wordt veelal opgemerkt dat het grondbenuttingspercentage 90 of 95% is. Het varieert van geen opmerking over een grondbenuttingspercentage tot een waarde van 80%. De waarde van 80% geldt voor teelten waar vervoeging met plastic een rol speelt. Bij bloembollen en bij boomkwekerijgewassen (inclusief vaste planten en buitenbloemen) hebben de gegevens betrekking op het beplante deel van het perceel. Door de teelt van bloembollen in bedden is 10 à 12% van het perceel onbeplant (randen, wendakkers). Dit percentage kan verschilt echter per gewas en bedrijf. De teelt van boomkwekerijgewassen kent een dusdanig grote variatie dat het niet past om een generieke norm voor het beteeld oppervlakte te geven. Het aandeel beplant/onbeplant varieert per gewas en teelt. Informatie over die variatie wordt gegeven in de Kwantitatieve informatie (KWIN) van bloembollen en bolbloementeelt en Kwantitatieve informatie Boomkwekerij 2006 (KWIN 2005, 2006a, 2006b, 2008, Van der Wekken en Schreuder, 2006). Toepassing van deze informatie zal leiden tot een lagere waarde voor de feitelijke fosfaatafvoer in kg/ha.

Bij beoordeling van praktijkopbrengsten maakt het uit of dit een opbrengst betreft van vers geoogst product (af land) of een opbrengst vanuit bewaring. In de database gaat het vermoedelijk steeds om de opbrengst van vers geoogst product. Informatie over de consequenties van bewaring van het product op het fosfaatafvoercijfer is niet expliciet aanwezig in de aangelegde databestanden. Effecten van bewaarverliezen zijn verstrengeld aanwezig in de verschillende bronnen en die verstrengeling kan niet

ongedaan gemaakt worden. In het algemeen kan het volgende hierover worden opgemerkt. In KWIN wordt bij aardappel de kanttekening gemaakt dat het praktijkopbrengstniveau betrekking heeft op bewaring tot half januari en er 3% bewaarverlies is ingerekend. Bij pootaardappel is in KWIN 6% bewaarverlies ingerekend. De opbrengst van doperwt en tuinboon is in KWIN weergegeven bij Tm120. Bij zaaiui geldt het fosfaatafvoercijfer voor het opbrengstniveau bij bewaring tot eind januari en dan met een correctie van 8% voor indroogverlies en van 4% voor uitval. (KWIN 2006a)

De data van bloembollen hebben verder betrekking op de afvoer met de bol bij de eind oogst. Er is geen correctie uitgevoerd voor de aanvoer van fosfaat op het perceel met het plantgoed. KWIN 2006b geeft mogelijkheden voor correcties. Vaak komt het plantgoed van het eigenbedrijf, maar de praktijk kent hier vele uitvoeringen. De fosfaataanvoer met plantgoed kan afgeleid worden uit de cijfers die in dit rapport worden gegeven. Toepassing van dergelijke fosfaataanvoercijfers leidt tot netto lagere fosfaatafvoercijfers bij de bloembollen.

Het gewas en de teelt op eigen of gehuurd land hebben hierbij een grote invloed op de doorwerking naar de bedrijfsbalans. De uitwerking van dergelijke fosfaatbalansen voor systemen met gehuurd en eigenland valt buiten het bereik van dit rapport.

Op basis van bovenstaande toelichting wordt geconcludeerd dat de fosfaatafvoercijfers van dit rapport een verantwoorde schatting geven van de fosfaatafvoercijfers in de praktijk op homogene percelen en bij goed gemanagede teelten en waarbij kop- of wendakkers nauwelijks/niet bijdragen aan het areaal van het landbouwpercelen. In geval van heterogeniteit van de bodem van een landbouwperceel en substantiële ineffectief landgebruik overschatten de fosfaatafvoercijfers van dit rapport de afvoer van die praktijkpercelen. Nieuwe rassen kunnen leiden tot hogere fosfaatafvoercijfers in de praktijk.

6 Fosfaatafvoercijfers en fosfaatgebruiksnorm

Het beleidsvoornemen is om in 2015 de fosfaatgebruiksnorm af te stemmen op de afvoer met het gewas. Voor grasland wordt een indicatieve waarde van 90 kg P_2O_5 /ha opgegeven, voor bouwland een indicatieve waarde van 60 kg P_2O_5 /ha. In dit onderzoek richten wij ons op de klasse *midden*. Deze klasse is niet representatief voor de huidige landbouwpraktijk omdat de fosfaattoestanden nu vaak hoger zijn dan de waarderingen van de fosfaattoestand voldoende, ruim voldoende, goed en vrij hoog (Schoumans, 2007). Door de hogere fosfaattoestand zullen de fosfaatafvoercijfers nu in de praktijk ook hoger zijn (dit rapport). De resultaten van ons onderzoek reiken handvatten aan om de huidige fosfaatafvoercijfers te schatten op basis van de resultaten van multivariate-regressie analyse van hoofdstuk 5 in combinatie van de gegevens van de fosfaattoestand van Schoumans (2004). Indien de giften aan N en P afgestemd worden op de huidige bemestingsadviezen en een gemiddelde fosfaattoestand afgeleid wordt uit gegevens van Schoumans (2004) dan zijn de geschatte fosfaatafvoercijfers op grasland bij een gewogen gemiddeld PAL-getal van 43 mg P_2O_5 /100 g 12 tot 20 kg P_2O_5 /ha hoger dan die gegeven in tabel 14. Op bouwland neemt de fosfaatafvoer gemiddeld met 3 kg P_2O_5 /ha per teelt toe indien een Pw-getal van 51 mg P_2O_5 /L voor bouwland en 60 mg P_2O_5 /L voor snijmaïs wordt aangenomen maar er zijn grote verschillen tussen gewassen. Aardappel, voederbiet, wintertarwe en zaaïui voeren dan respectievelijk 8, 12, 6 en 10 kg P_2O_5 /ha extra af. Gegeven toename van het fosfaatafvoercijfer voor de actuele fosfaattoestand vraagt nadere precisering waarvoor actuele gegevens van fosfaattoestanden en landgebruik nodig zijn.

Dit onderzoek focust op de de klasse *midden*, dat wil zeggen een gebruik van N en P en een fosfaattoestand die niet te hoog zijn. Daarmee wordt een voorschot genomen op de afbouw van de fosfaattoestand. De gegeven fosfaatafvoercijfers voor deze klasse *midden* geven een prognose hoe de fosfaatafvoercijfers gemiddeld zullen gaan worden. Dit onderzoek wijst uit dat deze beoogde fosfaatgebruiksnormen op gewasniveau bij grasland en bij een aantal opengrondsteelten van de klasse *midden* hoger zijn dan de indicatieve waarden van respectievelijk 90 en 60 kg P_2O_5 /ha.

Het fosfaatafvoercijfer voor grasland op jaarbasis voor dekzand, rivierklei, veen en zeeklei is respectievelijk 95, 90, 99 en 107 kg P_2O_5 /ha. Voor alle data bij de klasse *midden* is het fosfaatafvoercijfer 95 kg P_2O_5 /ha. Deze fosfaatafvoercijfers berusten op bruto opbrengsten waarbij beweidingsverliezen en schudverliezen zijn meegeogst en gewogen. In de praktijk blijven die op het land achter en behoren dus niet tot het fosfaatafvoercijfer. Het fosfaatafvoercijfer van rivierklei komt overeen met de beoogde fosfaatgebruiksnorm, overige afvoercijfers zijn hoger. Alle data van grasland zijn afkomstig van onderzoek. Het onderzoek omvat veldonderzoek met uitsluitend maaien en maaien met beweiding. Emissie-arme toediening van mest heeft alleen in enkele gevallen plaatsgevonden op de veldproeven. De fosfaatafvoer kan daardoor hoger zijn dan die welke in de praktijk wordt gerealiseerd omdat maaiverliezen, opbrengstverlies door tred (deze neemt toe met hogere beweidingsdichtheden) en

door emissie-arme toediening en greppels niet aanwezig zijn of met het effect rekening gehouden wordt (tred). Ons onderzoek kan geen uitsluitel geven in welke mate de fosfaatafvoer verlaagd wordt door een hogere beweidingsdichtheid. Beuving et al. (1989) geven een percentage van 20% voor vertrapingsverliezen door onvoldoende draagkracht op veengrasland. Voor afwisselend maaien en beweiding hanteert de WOG reductiefactoren van 10-15% voor zand- en kleigrond (Schröder et al., 2007). Verliezen door emissie-arme toedieningstechnieken van mest zijn niet door ons gekwantificeerd. Over dit aspect is literatuur beschikbaar. Voor het maaiverlies is een kengetal beschikbaar. Corporaal (1993) stelde een maaiverlies van 4% bij gras en 5% bij maïs vast. Om kwantitatieve effecten van beweidingsdichtheid in de praktijk op het fosfaatafvoercijfer te kunnen vaststellen is aanvullend onderzoek nodig. Het onderzoek geeft geen uitsluitel over de fosfaatafvoercijfers op löss omdat deze grondsoort niet in de database voorkomt. Ook begreppeling van grasland leidt tot een netto lager gebruik van het perceel en daardoor tot een lagere netto fosfaatafvoer. De mate van begreppeling varieert van perceel tot perceel. In het kader van dit onderzoek zijn geen gegevens beschikbaar gekomen om het effect van de mate van begreppeling op het fosfaatafvoercijfer te kunnen kwantificeren. In de praktijk zullen de fosfaatafvoercijfers de waarden van dit rapport benaderen indien begreppeling niet of nauwelijks voorkomt. Het aspect van kwantificeren van verlaging van fosfaatafvoercijfers door maaiverliezen, beweidingsdichtheid, mestinjectie en begreppelingsdichtheid vraagt nader onderzoek.

Bij akkerbouw- en vollegrondsgroenten, bloembolgewassen, voedergewassen zullen luzerne, hennep, knolselderij, snijmaïs, peen, plantui en veldboon op basis van vastgestelde waarden voor de mediaan meer fosfaat afvoer dan 60 kg P₂O₅/ha. Daar staat tegenover dat er ook landbouwgewassen zijn die – zelfs op basis van de hoogst vastgestelde gevonden fosfaatafvoercijfers – altijd minder fosfaat afvoeren dan de indicatieve waarden aangeven. Tabel 19 geeft het overzicht van deze gewassen die altijd de beoogde eindgebruiksnorm voor fosfaat zullen onderschrijven. Deze conclusie geldt voor de klasse *midden*. Bij de klasse hoog (hoge fosfaattoestand van de grond en hoge bemesting van N en P) is de fosfaatafvoer hoger dan die bij de klasse *midden*.

Voor de gewasgroep vaste planten is de gemiddelde fosfaatafvoer 60 kg/ha en de mediaan 51 kg /ha. Deze gewasgroep bestaat uit ondernemers die hoog gespecialiseerde bedrijven hebben en daardoor alleen vaste planten telen. De relatief hoge afvoer van vaste planten wordt bevestigd door een recent uitgevoerde studie van Van Reuler (2009) waarbij vooral Astilbe een fosfaatafvoer realiseert van gemiddeld 77 kg/ha. Telers met alleen Astilbe of met een groot aandeel Astilbe kunnen daarmee niet aan de fosfaatbehoefte van het gewas voldoen binnen de evenwichtsbemesting van 60 kg fosfaat/ha.

Alle overige gewassen genoemd in dit rapport hebben soms een fosfaatafvoercijfer dat hoger kan zijn dan de beoogde fosfaatgebruiksnorm. Bij deze gewassen zijn fosfaatafvoercijfers vastgesteld die beduidend hoger kunnen zijn dan hun mediaanwaarde. In tabel 7 en tabel 8 zijn bijvoorbeeld bij gras (alle grondsoorten) de mediaanwaarde, het 95e percentiel en de het maximum 95, 141 en 165 kg P₂O₅/ha.

Tabel 19 Gewassen met een fosfaatafvoer lager dan 60 kg P₂O₅/ha.

Sector	Gewas
bol	Anemone coronaria
bol	Dahlia
bol	Iris
bwl	Aardappel, poot
bwl	Boon, stamsla
bwl	Boon, tuin
bwl	Cichorei
bwl	Erwt, dop
bwl	Erwt, droge (schokker)
bwl	Gerst, winter
bwl	Graszaad, Engels raai
bwl	Graszaad, Rietzwenk
bwl	Graszaad, Roodzwenk
bwl	Graszaad, Veldbeemd
bwl	Graszaad, Westerwolds
bwl	Haver
bwl	Koolraap
bwl	Kunstweide
bwl	Mengteelt
bwl	Miscanthus
bwl	Rogge, winter
bwl	Schorseneer
bwl	Valeriaan, wortel
grt	Aardbei
grt	Broccoli
grt	Ijssla
grt	Knolvenkel
grt	Kool, bloem
grt	Kool, Chinese
grt	Kropsla
grt	Prei
grt	Spinazie
vdr	Klaver
frt	Appel
frt	Peer
bkg	Rozen

Bij consumptieaardappel en wintertarwe (korrel) zijn deze waarden respectievelijk 55, 80 en 93 kg P₂O₅/ha en 61, 78 en 86 kg P₂O₅/ha. De mediaanwaarde voor de opbrengst van wintertarwe is relatief laag (7,3 ton/ha). Daardoor kan de fosfaatafvoer worden onderschat.

Omdat de doelstelling is evenwicht aan te brengen tussen aanvoer en afvoer is het niet juist om een generieke norm vast te stellen op een percentielwaarde (met een arbitraire keuze voor een percentage) of een maximum. De mediaanwaarden van fosfaatafvoercijfers van de klasse *midden* vertegenwoordigen een verantwoorde richtwaarde voor het fosfaatafvoercijfer. Dit advies om een mediaanwaarde te hanteren berust op de overweging om geen systematische overschatting van de fosfaatafvoer te introduceren. Het gebruiksnormenstelsel is immers gericht om evenwichtsbemesting te realiseren. Wel kunnen boeren en telers systematisch afwijken van de mediaanwaarden omdat slechter of beter de teelt gemanaged wordt.

In het algemeen zijn de aantallen verzamelde data over fosfaatafvoercijfers voldoende groot om een verantwoorde mediaanwaarde vast te stellen. De fosfaatafvoer is afhankelijk van de opbrengst. Ons onderzoek geeft hogere opbrengsten dan in KWIN gehanteerd worden voor snijmaïs, peen en plantui. Voor korrelmaïs, zetmeelaardappel, zomer- en wintergerst, zomer- en wintertarwe en zaaiui worden echter lagere opbrengsten vastgesteld dan KWIN of LEI (2008) aangeven. De condities waaronder KWIN of LEI opbrengsten vaststellen kunnen afwijken van die gegeven in ons rapport. Toepassing van KWIN of LEI (2008) opbrengsten zal bij laatst genoemde gewassen tot een hogere fosfaatafvoercijfer leiden.

Fosfaatafvoercijfers met een te gering aantal observationele eenheden of met een opbrengstbeperkende factor (te lage fosfaattoestand, te lage stikstof- of fosfaatbemesting) kunnen echter een onderschatting geven van het fosfaatafvoercijfer. Hierop is een controle uitgevoerd. Daarbij is vastgesteld dat slechts bij een beperkt aantal gewassen het risico aanwezig is van een onderschatte mediaanwaarde voor het fosfaatafvoercijfer. Dit risico is aanwezig bij anemoon, zantedeschia, tuinboon, wintergerst, miscanthus, valeriaan, vlas, witlof, broccoli en klaver. Dit onderzoek wijst uit dat fosforgehalten in het gewas (fosfaatgehalten) van dit type landbouwgewassen ook bij suboptimale fosfaatvoorziening niet de waarden onderschrijden van die bij optimale fosfaatvoorziening. De fosfaatafvoercijfers kunnen dan uit fosfaatgehalten vermenigvuldigd met een aangenomen opbrengst afgeleid worden. Voor deze gewassen kunnen KWIN-gegevens gebruikt worden voor de opbrengst. Toepassing van KWIN-gegevens voor opbrengst en mediaanwaarden voor fosfaatgehalten (bijlage 4) geven voor anemoon, zantedeschia, tuinboon, wintergerst, vlas (lijnzaad), witlof en broccoli fosfaatafvoercijfers van respectievelijk 39,6, 68, 19,7, 45,8, 42,0, 42,0 en 17,9 kg P₂O₅/ha. Voor miscanthus, valeriaan en klaver is geen KWIN cijfer beschikbaar. Voor gewassen niet genoemd in deze rapportage bevatten de databanken geen gegevens over het fosfaatafvoercijfer.

Het toepassen van mediaanwaarden voor fosfaatafvoercijfers zonder rekening te houden met het grondgebruik en de gewasrotatie kan leiden tot systematische onder- of overschattingen van de fosfaatafvoer. Deze studie beperkt zich tot fosfaat-

afvoercijfers voor de klasse *midden*. Deze studie reikt handvatten aan om scenariostudies uit te voeren waarbij rekening gehouden wordt met diverse vormen van grondgebruik en gewasrotaties. Wij adviseren om deze scenariostudies uit te laten voeren.

De stand van zaken van 2008 geeft gewogen naar het areaal per sector de volgende gemiddelden voor de mediaanwaarden (tabel 20). De gegevens over het areaal zijn afkomstig van het LEI (2008). De gewassen zijn ingedeeld volgens de indeling in sectoren zoals die in dit rapport is gevolgd. Kunstweide is niet opgenomen in de berekening wegens onzekerheid over het werkelijk areaal. Bij granen, korrelmaïs, vlas en graszaad zijn fosfaatafvoercijfers gebruikt voor de totale fosfaatafvoer met graan en stro, vezel of hooi. Bij overige open teelten zijn alleen de fosfaatafvoercijfers gebruikt van de marktbaar producten. Eventuele effecten van een verhoogde afvoer van gewasresten door bijvoorbeeld een toepassing bij mestvergiftiging zijn nog niet doorberekend. Bij grasland en voedergewassen is de fosfaatafvoer hoger dan de voorziene gebruiksnorm voor 2015 en bij de overige sectoren is deze lager dan de voorziene gebruiksnorm van 2015. Er zijn bij deze presentatie van afvoercijfers wel enige kritische kanttekeningen te plaatsen.

1. Dit gewogen gemiddelde houdt geen rekening met de samenstelling van het bouwplan in rotaties. Gangbare rotaties zoals op klei- of zandgrond consumptieaardappel, wintertarwe, suikerbiet en snijmaïs voeren meer af (respectievelijk 61,3 en 51,5 kg P₂O₅/ha). Vaststellen van fosfaatafvoercijfers gewogen naar verschillen in bouwplan vormen geen onderdeel van deze studie.
2. Er wordt geen rekening gehouden met dubbelteelten of een hoger aantal teelten per jaar. Evenmin wordt rekening gehouden met afvoer van fosfaat met bijproduct (o.a. stro) en met eventuele grondtarra.
3. Bij bloembollen zijn de afvoercijfers vooral afkomstig van de teelt met plantmaten waarbij leverbare bollen of knollen geoogst worden. Teelt met kleinere plantmaten (bv. lelieschubben, kleine maten hyacint) die alleen plantgoed opleveren, zijn niet in de database vertegenwoordigd. Tabel 20 is gebaseerd op het totale areaal per bolgewas, ongeacht de plantmaat.
4. De fosfaatafvoercijfers die in dit rapport gegeven worden zijn niet gecorrigeerd voor de aanvoer van fosfaat met plantgoed, stekmateriaal, zaad, bol, knol etc.
5. Bij boomkwekerijgewassen is geen rekening gehouden met de teeltduur (meerdere jaren) of met de afvoer via kluit.
6. Bij boomkwekerij beslaan de verzamelde gegevens slechts een gedeelte van het volledige sortiment. Fosfaatafvoercijfers kunnen aanzienlijk hoger uitvallen bij mogelijk andere, niet in de database vertegenwoordigde gewassen.
7. Bij fruit is geen rekening gehouden met aanleg van nieuwe boomgaarden.
8. Fosfaatafvoercijfers kunnen aanzienlijk hoger uitvallen bij gunstige teeltomstandigheden (en aanzienlijk lager bij ongunstige teeltomstandigheden).

Herleid op de arealen van deze landbouwgewassen (LEI, 2008) en de vastgestelde mediaanwaarden voor de fosfaatafvoercijfers (dit rapport) wordt bij klasse ‘*midden*’ een algemeen gemiddelde voor het fosfaatafvoercijfer van 76,0 kg P₂O₅/ha (grasland en bouwland) en 52,9 kg P₂O₅/ha (alleen bouwland) vastgesteld.

Tabel 20. Gemiddelde waarde van de mediaanwaarden van fosfaatafvoercijfer gewogen naar areaal van sectoren voor landbouwgewassen exclusief areaal kunstweide.

Gewas	Fosfaatafvoercijfer kg P ₂ O ₅ /ha
Grasland	95
Voedergewassen, per teelt	64
Akkerbouwgewassen, per teelt	50
Vollegrondsgroente, per teelt	39
Bloembollen en bolgewassen, per teelt	45
Boomkwekerij, over meerdere teeltjaren	48
Fruit, per oogstjaar	19

Literatuur

- Aendekerk, Th.G.L. 2000. Adviesbasis voor de bemesting van boomkwekerijgewassen. Vollegrondsteelt. Proefstation voor de boomkwekerij. Boskoop.
- Agterberg, G.C., & P.L.C.M. Henkens. 1995. Grondslagen van het fosfaatbemestingsadvies op grasland. With a summary: Basis for phosphate fertilizer recommendations on grassland. Meststoffen 12-23.
- Beukenboom, J.A. 1996. Kiezen uit gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Informatie- en Kenniscentrum-Landbouw (IKC), Ede.
- Beuving, J., K. Oostindie and Th. Vellinga. 1989. Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht op veengrasland. Rapport 6, Staring Centrum, Wageningen.
- CBGV. 2008. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. Lelystad (<http://www.bemestingsadvies.nl/>).
- Corporaal, J. 1993. Kneuzen geeft verlies. Landbouwmechanisatie 44: 26-27.
- Dam, A.M. van, L.J.M. Kater, & N.S. van Wees. 2004. Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V. Sector Bloembollen. PPO 708.
- Dekker, P.H.M, W. van den Berg & J.J. Slabbekoorn. 2006. Alternatieven voor ontijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Effect mestsoort, mestscheidingsproducten, tijdstip van aanwenden van mest en gebruik van een groenbemester op de N-benutting bij aardappelen op klei. Verslag van drie jaar veldonderzoek op PPO-proefbedrijf in Westmaas. Seizoenen 2002/2003, 2003/2004 en 2004/2005. PPO-projectrapport nr. 510170, juni 2006.
- Dijk, W. van (samenstelling). 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Publicatienr. 307.
- Dijk W. van, J.R. Van der Schoot, A.M. Van Dam, L.J.M. Kater, F.J. De Ruijter, H. Van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk & M.P. Van der Maas. 2005. Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw. N-gebruiksnorm 'kleine gewassen', Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Business-unit Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroente, Wageningen.
- Dijk, W. van, P.H.M. Dekker, H.T.M. ten Berge, A.L. Smit & J.R. van der Schoot. 2008. Technische oplossingsrichtingen. Hoofdstuk 6 in: Aanscherping van

fosfaatgebruiksnormen opbouwland bij akker- en tuinbouwgewassen. Verkenning van noodzaak en mogelijkheden tot differentiatie. PPO- rapport nr. 367.

Ehlert, P.A.I. & C.A.Ph. van Wijk. 2002. Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 2. Plaatsing in gewasgroepen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., Lelystad, PPO-projectrapportnr. 1125232.

Ehlert, P.A.I., Morel, C; Fotyma, M. & Destain, JP. 2003. Potential role of phosphate buffering capacity of soils in fertilizer management strategies fitted to environmental goals. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 166: 409 - 415.

Ehlert, P.A.I., H.P. Pasterkamp & G. Brouwer. 2004. Fosfaatbehoefte van bloembollen; onderbouwing van de fosfaatbestedingsadviezen. Alterrapportnr. 990.

Ehlert, P.A.I. 2005. Toepassing van de basisvruchtbenadering op fosfaat van compost; advies WOT Natuur en Milieu, WOT-rapport 5.

Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop & P.H.M. Dekker. 2006. Actualisatie van fosfaatgehalten en fosfaatafvoer van landbouwgewassen. Een verkenning op basis van onderzoeksgegevens. Alterra rapportnr. 1348.

Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop, C. van der Salm & P.H.M. Dekker. 2008. Effecten van fosfaatoverschotten op gras- en bouwland op lange termijn. Stand van zaken 2007. Wageningen, Alterra-rapportnr. 1665.

KWIN. 2005. Kwantitatieve informatie bloembollen 2005. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

KWIN. 2006a. Kwantitatieve informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 2006. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

KWIN. 2006b. Kwantitatieve informatie boomkwekerij 2006. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lisse.

KWIN, 2008. Kwantitatieve informatie voor de veehouderij 2008-2009. Animal Science Group, Lelystad.

Kodde, J. 1994. Adviesbasis voor de bemesting van fruitteeltgewassen in de vollegrond. Grondonderzoek. Bladonderzoek. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw, Afdeling Fruitteelt, Wilhelminadorp. Publicatie IKC-F'T-09.

Koopmans, G.F. 2004. Characterization, desorption, and mining of phosphorus in noncalcareous sandy soils. Doctoral thesis, Wageningen University, Wageningen.

- Kreij, C. de. 1999. Bemestingsadviesbasis buitenbloemen. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente. Naaldwijk.
- LEI, 2008. Land- en tuinbouwcijfers 2008. Landbouw Economisch Instituut, LEI Wageningen UR, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).
- Nonhebel, S. 2002. Energy yields in intensive and extensive biomass production systems. *Biomass and Bioenergy* 22: 159 – 167.
- Noordwijk, M. van, P. de Willigen, P.A.I. Ehlert & W.J. Chardon. 1990. A simple model of P uptake by crops as a possible basis for P fertilizer recommendations. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 38: 317-332.
- Oude Voshaar, J.H. 1994. Statistiek voor onderzoekers met voorbeelden uit de landbouw- en milieuwetenschappen. Wageningen Pers, Wageningen.
- Patterson, H.D. & R. Thompson. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika* 58. 545-554.
- Prummel, J. 1973. Factoren van invloed op het calcium- en fosforgehalte van gras. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport 3, Haren.
- Prummel, J. 1981. Bemestingsbeleid voor fosfaat en kali op bouwland. 1. Fosfaat. Stikstof: 447-451.
- Reuler, H. van. 2009. Stikstof- en fosfaatopname van hoogbehoefte vaste planten. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit, Lisse.
- Rotterdam-Los A.M.D. van, E.J.M. Temminghoff, W. Bussink & W.H. van Riemsdijk. 2009a. Integrating soil P supply potential and standard soil tests (concept).
- Rotterdam-Los A.M.D. van, E.J.M. Temminghoff, W. Bussink & W.H. van Riemsdijk. 2009b. Soil P supply potential in terms of P uptake by ryegrass and standard soil tests (concept).
- Schoumans, O.F. 2007. Trends in de fosfaattoestand van landbouwgronden in Nederland in de periode 1998-2003. Rapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007. Alterra rapport 1537.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters, W.J. Willems, 2007. Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *Europ. J. Agronomy* 27 (2007) 102–114.
- Steenbjerg, F. & S.T. Jakobsen. 1963. Plant nutrition and yield curves. *Soil Science* 95: (1): 69-88.

Tunney, H.P. Csathó & P.A.I. Ehlert. 2003. Approaches to calculating P balance at the field-scale in Europe. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 166: 438 - 446.

Wekken J.W. van der & R. Schreuder. 2006. Kwantitatieve informatie: boomkwekerij 2006. PPO 422, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Bloembollen en Bomen, Lisse.

Willigen, P. de & M. van Noordwijk 1987. Roots, plant production and nutrient use Dissertation . no. 1166, Landbouwniversiteit, Wageningen.

Bijlage 1 Uitbreiding van de data t.o.v. het bestand van 2006

Sector	Gewas	2006	Wijziging	2008
Akkerbouw	Aardappel, consumptie	1577	144	1721
	Aardappel, poot	53	32	85
	Aardappel, zetmeel	236	-6	230
	Anemone coronaria	0	9	9
	Biet, suiker	936	6	942
	Biet, voeder	237	37	274
	Blauwmaanzaad	0	10	10
	Boon, stam	30	0	30
	Boon, stamsla	44	147	191
	Boon, tuin	0	16	16
	Boon, veld	54	72	126
	Cichorei	5	3	8
	Erwt, dop	27	20	47
	Erwt, droge (schokker)	210	3	213
	Gerst, winter	28	10	38
	Gerst, zomer	579	9	588
	Gladool	76	57	133
	Graszaad, Engels raai	27	143	170
	Graszaad, Rietzwenk	1	0	1
	Graszaad, Roodzwenk	5	0	5
	Graszaad, Veldbeemd	5	0	5
	Graszaad, Westerwolds	13	0	13
	Haver	567	28	595
	Hennep	6	1	7
	Karwijzaad	5	0	5
	Klaver	20	0	20
	Knolselderij	10	16	26
	Kool, spruit	53	29	82
	Koolraap	10	10	20
	Koolzaad	40	14	54
	Kroten	1	0	1
	Kunstweide	68	0	68
	Mais, korrel	39	0	39
	Mais, snij	1007	-364 ²	643
	Mengteelt	45	0	45
	Miscanthus	4	0	4
	Rogge, winter	583	1	584

Sector	Gewas	2006	Wijziging	2008
Akkerbouw	Schorseneer	6	0	6
	Tarwe, winter	759	18	777
	Tarwe, zomer	248	40	288
	Triticale	7	12	19
	Ui, plant	8	0	8
	Ui, zaai	256	-43 ²	213
	Valeriaan, wortel	7	0	7
	Vlas	79	-63 ²	16
	Witlof	59	1	60
Bloembol	Dahlia	6	35	41
	Fritillaria	0	9	9
	Hyacint	10	88	98
	Iris	7	24	31
	Krokus	14	96	110
	Lelie	48	58	106
	Narcis	5	19	24
	Tulp	76	14	90
	Zantedeschia	3	23	26
Voedergewas	Gras	1060	0	1060
	Luzerne, 1e jaars	27	10	37
	Stoppelknollen	5	0	5
Vollegrondsgroente	Aardbei	22	0	22
	Broccoli	15	5	20
	Ijssla	171	56	227
	Knolvenkel	32	25	57
	Kool, bloem	77	7	84
	Kool, Chinese	12	2	14
	Kool, witte	22	7	29
	Kropsla	179	0	179
	Peen	121	30	151
	Prei	136	37	173
	Selderij, bleek, groen	10	8	18
	Spinazie	11	6	17

Sector	Groep	Gewas	2008	Totaal
Boomkwekerij	bos- en haagplantsoen	<i>Carpinus betulus</i>	6	32
		<i>Castane sativa</i> (zaailingen: 1+0)	1	
		<i>Fagus sylvatica</i> (1+2)	1	
		<i>Fraxinus excelsior</i> (1+1)	5	
		<i>Fraxinus excelsior</i> (zaailing)	3	
		<i>Quercus robur</i> (zaailing 1A1)	10	
		<i>Quercus robur</i> (zaailing)	6	
	buitenbloemen	<i>Alchemilla mollis</i> 'Robustica'	9	37
		<i>Callistephus chinensis</i> 'Matsumoto' dark blue	2	
		<i>Carthamus tinctorius</i> orange	2	
		<i>Delphinium consolida</i> blauw	2	
		<i>Helenium</i> 'Canaria'	4	
		<i>Helianthus</i> 'Sunrich Orange'	6	
		<i>Phlox paniculata</i> 'Bright Eyes'	2	
		<i>Veronica</i> 'Dark martje'	10	
	coniferen	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Columnaris'	9	46
		<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Golden Wonder'	1	
		<i>Juniperus communis</i> 'Suecica'	3	
		<i>Picea pungens</i> 'Hoopsii'	1	
		<i>Taxus baccata</i>	8	
		<i>Thuja occidentalis</i> 'Brabant'	21	
		<i>Thuja plicata</i> 'Excelsa'	3	
	laanbomen	<i>Acer platanoides</i> 'Emerald Queen'	3	18
		<i>Carpinus betulus</i>	12	
		<i>Ulmus</i> 'Lobel' (200 cm op)	3	
	rozen	<i>Rosa</i> (struikrozen)	8	10
		<i>Rosa canina</i> 'Inermis' (zaailingen)	1	
		<i>Rosa corymbifera</i> 'Laxa' (zaailingen)	1	
	sierheesters	<i>Berberis lologensis</i> 'Mystery Fire'	1	28
		<i>Hibiscus syriacus</i>	8	
		<i>Ligustrum vulgare</i> 'Atrovirens'	8	
		<i>Magnolia liliiflora</i> 'Nigra'	1	
		<i>Magnolia soulangiana</i>	1	

Sector	Groep	Gewas	2008	Totaal
Boomkwekerij		Malus 'Golden Hornet'	3	
		Prunus laurocerasus 'Otto Luyken'	3	
		Viburnum davidii	3	
	vaste planten	Aconitum napellus	1	22
		Astilbe spp.	1	
		Hemerocallis	1	
		Hosta	4	
		Iris	1	
		Papaver	1	
		Peonia 'Sarah Bernhart'	9	
		Phlox	1	
		Phlox 'Bright eyes'	1	
		Pioen	2	

1: Bij snijmaïs zijn herhalingen van data-invoer verwijderd

2: Bij deze gewassen waren de observationele eenheden onvolledig en die zijn verwijderd.

Bijlage 2 Herkomst data

De data zijn afkomstig van bestaande databanken van WUR van Alterra, ASG en PPO. De data zijn verschillend qua herkomst en aard en bovendien verschillend bewerkt en gerapporteerd. Een deel van de data is afkomstig van niet gepubliceerde rapporten. Een volledige bronvermelding kan daardoor niet worden geven. Een entree wordt gegeven met de literatuurlijst opgenomen in deze bijlage. Een toelichting op de databestanden van bestaande databanken is de volgende

Alterra

Data zijn afkomstig van het Technisch Archief en Grondmonster Archief (TAGA). TAGA bevat de beschrijvingen, analyses en resultaten van circa 20.000 kortlopende en veeljarige landbouwkundig proeven - meest veldproeven – die verspreid over Nederland van 1879 tot heden zijn uitgevoerd. Deze gegevens zijn beschikbaar in het Technisch Archief. Het Grondmonster Archief bevat de fysieke monsters die in het kader van die (veld)proeven (jaarlijks) zijn genomen. De monsterverzameling bevat ruim 250.000 grondmonsters, en daarnaast gewasmonsters en monsters van meststoffen en bodemverbeteraars. Één van de unieke facetten van TAGA is dat zowel data als de grond-, gewas- en meststofmonsters van (veld)proeven beschikbaar zijn voor (her-)analyses en andere onderzoeksdoeleinden. Een ander unieke facet van TAGA is dat de jaarlijkse resultaten en monsters beschikbaar zijn van veldproeven die 50 tot 80 jaar zijn voortgezet. Achtergronden van TAGA zijn gegeven door Ehlert et al. (2002c).

Uit TAGA zijn eenjarige en veeljarige veldproeven geselecteerd waarin onderzocht werden:

- fosfaattoestand van de bouwvoor of zode (Pw-getal, PAL-getal),
- fosfaatmeststofvorm (kunstmest, organische meststoffen),
- fosfaatgift,
- tijdstip van bemesten en/of
- wijze van fosfaatbemesting (breedwerpig, rij- of plantgat).

Daarnaast waren gegevens beschikbaar van:

- gewasopbrengsten en
- chemisch grond- en gewasonderzoek
- teeltgegevens
- algemene proefgegevens (locatie).

Het betreft met name gegevens van onderzoek naar de fosfaatbehoefte van grasland en akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen en bloembollen. De literatuurlijst geeft een entree tot dit onderzoek. Data in TAGA zijn in het algemeen niet geaggregeerd beschikbaar. In een aantal gevallen waren de data van chemisch grond- en gewasonderzoek per object (mengmonsters) beschikbaar. Bij de dataverzameling zijn alle gegevens echter gecondenseerd tot objectgemiddelden. Onderliggende gedachte hierbij is dat variatie tussen locaties in fosfaatafvoercijfers aanzienlijk groter is dan die tussen herhalingen. Een specifieke vraag naar kwantificering van variatie per locatie en object ontbrak.

ASG

De data die gebruikt zijn voor de studie, zijn afkomstig uit een serie graslandproeven om de reactie van grasland op fosfaatbemesting vast te stellen.

Van 1989 tot en met 1993 voerden ASG en NMI gezamenlijk twee veldproeven uit op zandgrond om de fosfaatwerking van (diep) geïnjecteerde dunne rundermest te toetsen. Op de proef lagen twee relatief hoge N-niveaus en werden gecombineerd met injecteren van dunne rundermest en fosfaattrappen met kunstmest.

Om de interactie tussen de effecten van N en P bemesting op grasland vast te stellen zijn sinds 1994 een aantal veldproeven uitgevoerd, deels door ASG en deels door ASG en NMI gezamenlijk.

Vanaf 1994 tot en met 2003 zijn NxP interactie proeven uitgevoerd. De opzet van de proeven was een aantal fosfaatbemestingstrappen over stikstofbemestingstrappen. De proeven werden geoogst door maaien. Deze proeven zijn aangelegd om de NxP interactie in het veld onder min of meer geconditioneerde omstandigheden (alle meststoffen zijn als minerale meststoffen toegediend, goed verdeeld over het proefveld, geen beweiding, relatief kleine velden zodat natuurlijke variatie binnen een veldje minimaal is, een egaal en op het oog homogeen perceel, etc.). Een aantal proeven bevatte extra behandelingen met dierlijke mest. Voor het N-niveau is voor deze behandelingen de standaard N-werking ingerekend.

Vanaf 1997 is een NxP proef opgezet waarin meer praktijkomstandigheden zijn benaderd. De velden zijn beweid en er is dierlijke mest toegediend. Deze proef is gelijktijdig op vier locaties uitgevoerd. De behandelingen zijn geënt op de toenmalige wetgeving: op de velden wordt gestreefd naar een reeks vooraf ingestelde N- en P-overschotten. Een overzicht van de proeven is hieronder gegeven.

Tabel B2.1 Overzicht van vier NxP proeven die van 1989 tot en met 2003 werden uitgevoerd met een duur van 5 of 6 jaar.

Proef	Grondsoort	Jaren	N-niveaus kg N/ha	P-niveaus kg P ₂ O ₅ /ha	Bijzonderheden
Moergestel PR3537 PR3540	zandgrond	1989-1993	420, 540	0, 25, 50, 100	2 niveaus PAL- getal
Waiboerhoeve PR2078	jonge zeeklei	1994-1998	0,200,400	0,60,120,240	gras en gras- klaver
Bosma Zathe PR2586	zand	1995-2000	0,150,300,450	0,50,100,200	dierlijke mest, 3 aangelegde PAL-niveaus
Bommelerwaard PR3627	rivierklei	1996-2000	0,150,300,450 (B-deel 0,250,450)	0,50,100,200	4 aangelegde PAL-niveaus
Zegveld PR5634	veen	1998-2003	0,150,300	0,50,100,200	dierlijke mest
NP-weideproef PR1618 PR2106 PR3636 PR5622	jonge zeeklei, zand 2x veen	1997-2007	180 – 300 kg N per ha overschot	0, 20 en 40 kg P ₂ O ₅ per ha overschot	Beweiding en dierlijke mest

Voor snijmaïs is gebruik gemaakt van een database die samengesteld is om de invloed van P-bemesting en Pw-getal op de opbrengst te toetsten voor een studie voor de

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. Voor het samenstellen van deze database hadden PPO en PRI eveneens data beschikbaar gesteld.

De data zijn afkomstig van 26 verschillende proeven uit de jaren 1973 tot en met 2004, uitgevoerd door ASG, PPO en PRI. Van deze proeven waren 15 1-jarige proeven, de overige 11 meerjarige proeven. Er waren proeven die als doel het testen van P-bemesting hadden in samenhang met N-bemesting, de overige proeven hadden andere doelen bijvoorbeeld toetsen van N-bemesting, organische mesttoediening en organische stof beheer.

PPO-AGV

Voor dit project is gebruik gemaakt van gegevens uit de PPO-databank. In deze databank zijn gegevens verzameld van onderzoek dat vanaf ongeveer 1990 tot op heden door het toenmalige (PA(G)V nu PPO-agv is en wordt uitgevoerd. De verzamelde data zijn afkomstig van veldonderzoek, namelijk:

- N- en P-bemestingsproeven
- het bedrijfssystemenonderzoek (BSO)
- Overige proeven waarin wel P-gehalten in het gewas en fosfaattoestanden van de bodem zijn vastgesteld.

Bij de bemestingsproeven zijn ook de behandelingen met organische mest opgenomen. Voor de berekening van de werkzame hoeveelheid stikstof (N) uit dierlijke mest is gerekend met vaste werkingscoëfficiënten van 0,2 en 0,7 bij resp. najaars- en voorjaarstoepassing. De volgende gegevens zijn, voor zover achterhaald, in de PPO-databank ingevoerd.

- algemene proefgegevens (locatie, perceel, grondsoort, soort proef (bv. stikstoftrappen of BSO), uitvoeringsjaar, gewas, ras, zaai- of plantdatum en eventueel kg zaai- of pootgoed);
- objecten (bemestingsniveaus N, P en K, tijdstip bemesten en type meststof, herhalingen);
- bodemanalyses voor en na de teelt op perceels- of objectniveau en indien beschikbaar per herhaling (N-mineraal, Pw-getal, kaligetal en - indien beschikbaar - .gehalte van lutum, leem en organische stof);
- gewasopbrengst (hoofdproduct en evt. bijproducten), oogstdatum, verse opbrengst, percentage drogestof (DS%) en drogestofopbrengst, gehalten aan N, P en K in de drogestof.

In de databank zijn de gegevens per herhaling (veldjes) ingevoerd. Gegevens per herhaling zijn niet altijd beschikbaar, bijvoorbeeld bij mengmonsters bij gewasonderzoek. Er is dan gebruik gemaakt van gegevens per behandeling (objectgemiddelde).

De data zijn grotendeels afkomstig van proefvelden. Bij veldproeven kunnen bij de meest gunstigste behandelingen de opbrengstniveaus zo'n 15% hoger kunnen liggen dan in de praktijk. Echter, de PPO-databank bevat ook gegevens afkomstig van proeven met lage opbrengstniveaus als gevolg van ziektes, weersomstandigheden, e.d. De databank omvat daardoor een ruim bereik in fosforgehalte en fosfaatafvoercijfers die beduidend lager tot veel hoger kunnen zijn dan die in de huidige landbouwpraktijk.

Kiezen uit gehalten

Dit rapport geeft data van metingen uit onderzoek en in de praktijk. Voor ontbrekende gegevens wordt verwezen naar Kiezen uit Gehalten-3 (Beukenboom, 1996).

Referenties bij de databestanden

Aarts, H.F.M., D.J. den Boer, J.C. van Middelkoop & J. Oenema. 2008. Landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen en differentiëren van fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij. Wageningen, Plant Research International, PRI rapport 166.

Alblas J. & J.R. van der Schoot. 2000. Pw-getal zegt niet alles. PAV Bulletin vollegroondsgroenteteelt (april 2000) p. 1-4 (ook verschenen in PAV Bulletin akkerbouw van april 2000)

Anonymus. 2008. Nutriëntendatabank PPO met basisgegevens van factoriële veldproeven en bedrijfssystemenonderzoek.

Beukenboom, J.A. 1996. Kiezen uit gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Ministerie voor LNV, IKC-L, Ede.

Boer, D.J. den, J.C. van Middelkoop, G. André, A.P. Wouters & H. Everts. 1995. Effecten fosfaattoestand en fosfaatbemesting op graslandopbrengst en P-gehalte. Meststoffen 1995: 32-37.

Dekker, P.H.M, W. van den Berg & J.J. Slabbekoorn. 2006. Alternatieven voor ontijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Effect mestsoort, mestscheidingsproducten, tijdstip van aanwenden van mest en gebruik van een groenbemester op de N-benutting bij aardappelen op klei. Verslag van drie jaar veldonderzoek op PPO-proefbedrijf in Westmaas. Seizoenen 2002/2003, 2003/2004 en 2004/2005. PPO-projectrapport nr. 510170, juni 2006.

Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw & W. van den Berg. 2007. Biogas Flevoland. Verslag van het veldonderzoek in 2006 naar de landbouwkundige waarde van covergiste mest. Projectrapport PPO nr. 3251046400.

Dekker, P.H.M., J.G.M. Paauw, H.A.G. Verstegen & ir. W van den Berg. 2008. Indicator voor stikstofmineralisatie in gescheurd grasland; stikstofbehoefte van consumptieaardappel op gescheurd grasland in 2007. PPO-rapport 3250032400.

Dekker. P.H.M, J.G.M. Paauw, W. van den Berg, J. Huijsmans, B. Vermeulen & P. van Velde. 2008. Mesttoediening in het voorjaar op klei bouwland; consumptieaardappel. PPO-projectrapport 3250028500 (in concept).

Dijk van W., S.L.G.E. Burgers, H.F.M. ten Berge, A.M. van Dam, W.C.A. van Geel en J.R. van der Schoot. 2007. Effecten van verlaagde stikstofbemesting op marktbaar opbrengst en stikstofopname van akker- en tuinbouwgewassen. PPO-rapport 366.

- Dijk, W. van (samenstelling). 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Publicatienr. 307.
- Dijk, W. van. 1996. Effecten van maïs-gras vruchtwisseling. PAGV-verslag no. 217.
- Dijk, W. van. 1996. Invloed van N-rijenbemesting op drogestofproductie en N-benutting bij snijmaïs. PAGV-verslag no. 215.
- Dijk, W. van. 1997. Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Intern verslag 1997 project 96224.
- Dijk, W. van. 1997. Ondiepe toediening van dierlijke mest bij maïs. PAV-bulletin feb. 1997.
- Dijk, W. van. 1997. Stikstof in maïsstro niet beschikbaar voor volggewas. PAV-bulletin 1997/2 (pag 16-18).
- Dijk, W. van. 1998. Veel stikstof van snijmaïs (effecten van maïs-gras vruchtwisseling). PAV-bulletin nov. 1998.
- Dijk, W. van, J.R. der Schoot & J. Neuvel. 2002. Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij fosfaatbehoefte gewassen. PPO-projectrapport 110017 en 1125236.
- Dijk, W. van, J.J. Schröder, L. Ten Holte & W.J. De Groot. 1995. Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. PAGV-verslag 201.
- Dijk W. van, J.R. Van der Schoot, A.M. Van Dam, L.J.M. Kater, F.J. De Ruijter, H. Van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk & M.P. Van der Maas. 2005. Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw. N-gebruiksnorm 'kleine gewassen', Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Business-unit Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroente, Wageningen.
- Ehlert, P.A.I., S.L.G.E. Burgers & J.W. Steenhuizen. 1996. Verandering van de beschikbaarheid van fosfaat in grond onder invloed van bemesting. Observationeel statistisch onderzoek naar het voorkomen van 'onvermijdbare fosfaatverliezen' op basis van gegevens van veeljarige bemestingsproeven. DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, Rapport 51.
- Ehlert, P.A.I. & P. de Willigen. 1999. Relatie fosfaatbehoefte vollegrondsgroenten en fosfaattoestand in de bodem. In: Naar maatwerk in bemesting. P.H.M. Dekker. Themaboekje nr. 22. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad, pp. 32-45.

- Ehlert, P.A.I., C.A.P. Wijk & W. van den Berg. 2000. Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen; 1. Bemesting en rendement. Lelystad, PAV / Wageningen, Alterra, 2000. Projectrapport 25.2.32.
- Ehlert, P.A.I., P. de Willigen, G. Brouwer, O. Oenema & H.P. Pasterkamp. 2000. Fosforbehoefte van bloembollen. Meststoffen 2000.
- Ehlert, P.A.I. & A.E. Johnston. 2001. Chapter 4. Fate of phosphorus in soil. In: The effect of phosphate fertilizer management strategies on soil phosphorus status and crop yields in some European countries. A.E. Johnston, P.A.I. Ehlert, M. Kuecke, B. Amar, K.W. Jaggard & C. Morel (Eds). Actes Editions, 2001. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc. ISBN: 9981-801-49-6. pp. 59-100.
- Ehlert, P.A.I. & C.A.P. van Wijk. 2002a. Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 2. Plaatsing in gewasgroepen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., Lelystad, PPO-projectrapportnr. 1125232.
- Ehlert, P.A.I., C.A.P. van Wijk & P. de Willigen. 2002b. Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 3. Rijenbemesting. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V., Lelystad, PPO-projectrapportnr. 1125232.
- Ehlert, P.A.I., E.E.J.M. Leeters & A.F.M. Olsthoorn. 2002c. Integratie en operationalisatie van strategische archieven binnen Alterra. TAGA-, BIS- en Dorschkamparchieef. Een definitiestudie. Alterra-rapport 485. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte.
- Ehlert, P.A.I., C.A.P. van Wijk & P.H.M. Dekker. 2003. Fosfaatbalansen op perceelsniveau; scan van de resultaten van vier veeljarige veldproeven op bouwland. PPO, Wageningen, 2003. PPO Publ. 305.
- Ehlert, P.A.I., H.P. Pasterkamp & G. Brouwer. 2004. Fosfaatbehoefte van bloembollen; onderbouwing van de fosfaatbemestingsadviezen. Alterra-rapportnr. 990.
- Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop & P.H.M. Dekker. 2006. Actualisatie van fosfaatgehalten en fosfaatafvoer van landbouwgewassen. Een verkenning op basis van onderzoeksgegevens. Alterra rapportnr. 1348.
- Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop, C. van der Salm & P.H.M. Dekker. 2008. Effecten van fosfaatoverschotten op gras- en bouwland op lange termijn. Stand van zaken 2007. Alterra-rapport 1665. Alterra, Wageningen,
- Everaarts, A.P. & C.P. de Moel. 1995. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. PAGV-verslag nr. 198.

- Everaarts, A.P. & C.P. de Moel. 1995. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van witte kool. PAGV-verslag nr. 202.
- Gambetta, S. 1988. Stikstofbemesting bij gladiolen; waterbalans. Veldproef 1987. Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding Landbouwniversiteit Wageningen.
- Groen, N.P.A., C.T. Enserink & J.H.G. Slangen. 1992. Stikstofbemesting van gladiolen (veldproef op ROC 'De Waag' 1989 en nateelt op ROC Zwaagdijk 1991). L.B.O. rapport nr. 80, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.
- Hengsdijk, H. 1992. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. PAGV-verslag no. 149.
- Kroonen-Backbier, B.M.A. 1999. Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten Meterik. PAV-publicatie no. 92.
- Kroonen-Backbier, B.M.A., M.H.J.P. van der Burgt & M. van der Ham, 1996. Bedrijfssystemen-onderzoek Meterik; evaluatie 1991-1993. PAGV-verslag nr. 223.
- Kuecke, M., K.W. Jaggard, P.A.I. Ehlert & A.E. Johnston. 2001. Chapter 3. Crop response to phosphorus. In: The effect of phosphate fertilizer management strategies on soil phosphorus status and crop yields in some European countries. A.E. Johnston, P.A.I. Ehlert, M. Kuecke, B. Amar, K.W. Jaggard & C. Morel (Eds). Actes Editions, 2001. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc. ISBN: 9981-801-49-6. pp. 29-58.
- Landman A. & P.N.A. Bruin. 1998. De opname van stikstof en andere nutriënten door tulp. In: Stikstofbemesting en nutriëntenonderzoek bij diverse gewassen. Rapport bloembollenonderzoek 101. Laboratorium voor bloembollenonderzoek, Lisse. Ruwe gegevens in: Stikstofbemesting en nutriëntenonderzoek bij diverse gewassen (meetgegevens). Intern LBO-rapport nr. 80.
- Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, D.J. den Boer, M.M.S. ter Horst, W.J. Chardon, R.F. Bakker, R.L.M. Schils, P.A.I. Ehlert & O.F. Schoumans. 2004. Effecten van fosfaat- en stikstofoverschotten op grasland. ASG Praktijkonderzoek Praktijkrapport Rundvee 48.
- Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, P.A.I., Ehlert, G.André, D. Oudendag, & M. Pleijter. 2007. Effecten van fosfaat- stikstofoverschotten op grasland II. WUR Animal Sciences Group, rapport 68.
- Postma, S. & E.M.J.H. van Beek. 1995. Invloed van stikstof- en kalibemesting op nitraatgehalte van aardappelen (VP 868). Onderzoeksresultaten van het Regionaal Onderzoekscentrum Akkerbouw "Vredepeel". Pag 83-87.
- Postma, S. 1995. Invloed van stikstof- en kalibemesting op nitraatgehalte van aardappelen (VP 845). Onderzoeksresultaten van het Regionaal Onderzoekscentrum

Akkerbouw "Vredepeel". Pag 73-77.

Postma, S. 1995. Toediening van dierlijke mest op löss-, dal- en lichte zavelgrond. PAGV-verslag no. 197. Lelystad.

Prummel, J. 1956. Jaarverslag over 1955 van het proefveld Pr LOV 5; Permanente proef met fosfaathoeveelheden. R-1956-20. Rijkslandbouwproefstation, Groningen.

Prummel, J. 1971. Fosfaat- en kalibemesting van conservenerwten op landbouwgronden, met bijlagen R-1971-64. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.

Prummel, J. 1972. Rapport over proefnemingen met Hyperfosfaat en Rhenaniafosfaat R-1972-25. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.

Prummel, J. 1973. Resultaten van de fosfaatvormenproeven in het oogstjaar 1972 R-1973-13. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.

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

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

Prummel, J. 1978. De behoefte van koolzaad aan fosfaat en kali. Instituut voor bodemvruchtbaarheid, rapport 2-78. Haren.

Prummel, J. 1981. Bemestingsbeleid voor fosfaat en kali op bouwland. 1. Fosfaat. Stikstof 98: 447-451.

Reuler, H. van. 2009. Stikstof en fosfaatopname van hoogbehoefte vaste planten. PPO-Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit.

Rovers, J. & R. Stokkers. 1998. Bedrijfssystemenonderzoek vollegrondsgroenten te Westmaas; Evaluatie 1991-1995. PAV-publicatie nr. 91.

Schans, D. van der. 1995. Invloed van plantverdeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. PAGV verslag no. 191.

Schils, R. & P. Snijders. 2004. The combined effect of fertiliser nitrogen and phosphorus on herbage yield and changes in soil nutrients of a grass/clover and grass-only sward. Nutrient Cycling in Agroecosystems 68: 165–179.

Schoot, J.R. van der & W. van Dijk, 2001. Rijenbemesting met dierlijke mest in maïs maakt kunstmest overbodig. PPO-bulletin Akkerbouw (2001-2) p. 13-17.

Schooten, H.A. van, I.E. Hoving, P.H.M. Dekker & J.W. van Riel. 2008. Indicator voor stikstofmineralisatie in gescheurd grasland; stikstofbehoefte van aardappelen en snijmaïs op gescheurd grasland. Animal Sciences Group, Rapport 89.

Schröder, J. 1992. Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmaïs. PAGV-verslag 148.

Schröder, J.J. & L. Ten Holte. 1996. Bemestingsonderzoek aan maïs en voederbieten op De Marke (1990-1995). AB-DLO rapport 63.

Schröder, J.J. & P.A.I. Ehlert. 1998. Fosfaatbeheer bij de teelt van maïs. In: B. Habekotté, H.F.M. Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans & F.C. van der Schans. Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement. Recente (1990-1997) en te verwachten resultaten van proefbedrijf De Marke en de betekenis voor praktijkbedrijven. Rapport 92, AB-DLO, De Marke verslag 22, Wageningen, pp. 87-100.

Slangen, J.H.G., C.H.M. Hendriks & N. Hof. 1987. Stikstofbemesting bij lelies (veldproeven 1984, 1985). L.B.O. rapport 61, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.

Slangen, J.H.G., H.H.H. Titulair., H. Niers en J. van der Boon. 1989. Stikstofbemesting van ijssla. PAGV-verslag nr. 81.

Slangen, J.H.G., N.P.A. Groen & N.A.A. Hof. 1990. Stikstof-bemesting bij gladiolen. Veldproeven 1987, 1988; potproef 1988. L.B.O. rapport 74, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.

Steenhuizen, J.W., J.G.N. Wander, P.A.I. Ehlert & S. Vreeke. 1993. Reactie van graszaad op fosfaattoestand en fosfaatbemesting. Verslag van veldproeven met veldbeemd-, roodzwenk- en Engels raaigras (1989-1991). DLO-Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport, Haren.

Steenhuizen, J.W., J.G.N. Wander, P.A.I. Ehlert & S. Vreeke. 1995. Reactie van graszaad op fosfaattoestand en fosfaatbemesting. With a summary: Response of grass seed crop to soil P level and phosphate fertilization. Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond/DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, Verslag 187, Lelystad/Haren.

Vlaming, E.A.C. & A. Landman. 1994. Opname van stikstof en andere nutriënten door Oriental-hybriden. (Meetgegevens). Intern LBO-rapport nr. 31. Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.

Wander, J. 1993. Reactie van graszaad op de fosfaattoestand van de bodem en op de fosfaatbemesting. PAGV Jaarboek 1992/1993, publicatie nr. 70 A: 125-127.

Wekken J.W. van der & R. Schreuder. 2006. Kwantitatieve informatie: boomkwekerij 2006. PPO publikatie nr. 422, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Bloembollen en Bomen, Lisse.

Zwart-Roodzant, M.H., F.C.G. Kreuk & M. van der Ham. 1996. Bedrijfssystemenonderzoek vollegrondsgroente/bloembollen, proeftuin Zwaagdijk; evaluatie 1991-1993. PAGV-verslag nr. 209.

Zwart-Roodzant, M.H., J. Rovers & R. Stokkers. 1998. Bedrijfssystemenonderzoek vollegrondsgroenten proeftuin Noord-Brabant; Evaluatie 1991-1995. PAV-publikatie nr. 90.

Bijlage 3 Observationele eenheid

Labels

Herkomst, proefcode, locatie, oogstjaar, proefdoel

Factoren

Bodem: grondsoort;

Bemesting: vorm fosfaat kunstmest, vorm organische mest, vorm stikstofkunstmest, vorm van organische meststof;

Gewas: landbouwgewas, gewassenmerk (bv. industrie-aardappel, zetmeelaardappel, consumptieaardappel, plantgoed), sector (grasland, akkerbouwland, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen, boomkwekerijgewassen, buitenbloemen, fruit), zwaarte grassnede, bijproduct van het desbetreffende gewas (bv. stro, bietenblad), waardering fosfaattoestand, indeling fosfaatgift, indeling stikstofgift.

Variabelen

Fosfaattoestand (Pw-getal, PAL-getal), dikte bodemlaag, waardering fosfaattoestand, fosfaatgift met kunstmest, vorm fosfaat kunstmest, fosfaatgift als organische meststof, vorm organische mest, stikstofgift met kunstmest, vorm stikstofkunstmest, stikstofgift met organische meststof, vorm van organische meststof, werkingscoëfficiënt van stikstof van organische meststof, opbrengst vers, drogestofgehalte, opbrengst drogestof, fosforgehalte, fosfaatafvoercijfer, opbrengst vers, drogestofgehalte bijproduct, drogestofopbrengst bijproduct, fosforgehalte bijproduct, fosfaatafvoercijfer bijproduct, fosfaatadviesgift.

Bij gewassen met een voldoende aantal waarnemingen werd verder het tijdstip van bemesting met stikstof en fosfaat met kunstmest en/of organische mest, het tijdstip van de oogst, de kaliumgift, de kaliumvorm en het tijdstip van kaliumbemesting opgenomen in de observationele eenheid. Van het gewas werd dan tevens het ras met klasse, hoeveelheid poot/plant/zaaigoed, de rijafstand (tussen en binnen de rij), datum van zaaien/planten, datum oogst en voorvrucht, data voor bemonstering van de bodem voor grondonderzoek, meegenomen ter verklaring van de variantie.

Bijlage 4 Fosfaatgehalten in het vers geogste hoofdproduct

In deze bijlage worden de fosfaatgehalten van bouwlandgewassen gegeven in g P₂O₅/kg product. Product is hierbij het veldgewas of het markbare product dat van het veld wordt afgevoerd. Voor de legenda wordt verwezen naar tabel 2.

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50e)	5e	95e					
bol	Anemone coronaria	Alle data	4,48	4,47	2,94	6,05	2,95	6,03	1,114	9	301
bol	Dahlia	Midden	0,98	1,05	0,74	1,15	0,75	1,15	0,163	8	
bol	Fritillaria	Alle data	1,36	1,34	1,20	1,63	1,20	1,63	0,151	9	040
bol	Gladiool	Verbreed	1,25	1,25	0,86	1,55	0,79	1,79	0,211	56	
bol	Hyacint	Verbreed	1,25	1,21	0,85	1,91	0,84	1,94	0,312	14	
bol	Iris	Alle data	1,07	1,13	0,46	1,86	0,40	1,88	0,545	31	300
bol	Krokus	Verbreed	2,83	2,85	1,86	3,89	1,69	3,92	0,675	34	
bol	Lelie	Verbreed	1,44	1,47	1,12	1,71	1,09	1,75	0,186	41	
bol	Narcis	Alle data	1,30	1,18	0,87	1,78	0,86	1,82	0,329	24	300
bol	Tulp	Verbreed	1,29	1,20	0,76	2,36	0,65	2,67	0,455	52	
bol	Zantedeschia	Alle data	1,51	1,47	1,13	1,90	1,11	1,92	0,235	15	010
bwl	Aardappel, consumptie	Midden	1,01	1,00	0,72	1,43	0,67	1,99	0,216	196	
bwl	Aardappel, poot	Midden	0,91	0,85	0,67	1,32	0,62	1,51	0,204	22	
bwl	Aardappel, zetmeel	Midden	1,23	1,16	0,84	2,25	0,80	2,23	0,369	20	
bwl	Biet, suiker	Midden	0,79	0,80	0,60	1,01	0,40	1,10	0,132	75	
bwl	Boon, stamsla	Verbreed	1,12	1,13	0,86	1,45	0,30	1,51	0,198	116	
bwl	Boon, tuin	Alle data	3,13	3,03	2,33	4,00	2,27	4,06	0,537	16	331
bwl	Boon, veld	Verbreed	13,24	13,63	10,77	14,35	9,93	14,64	1,039	81	

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50e)	5e	95e					
bwl	Cichorei	Alle data	1,16	1,14	0,96	1,36	0,97	1,36	0,164	8	440
bwl	Erwt, dop	Alle data	2,65	2,70	1,83	3,24	1,71	3,56	0,413	47	040
bwl	Erwt, droge (schokker)	Verbreed	9,56	9,43	6,82	11,38	6,64	11,83	1,345	44	
bwl	Gerst, winter	Alle data	7,10	7,05	5,85	8,38	5,76	8,46	0,671	18	001
bwl	Gerst, zomer	Verbreed	7,65	7,81	5,73	9,07	1,45	10,89	1,28	136	
bwl	Graszaad, Engels raai	Alle data	10,00	10,15	8,32	10,90	6,58	11,59	0,790	165	
bwl	Graszaad, Rietzwenk	Alle data	6,58	6,58	6,58	6,58	6,58	6,58	*	1	041
bwl	Graszaad, Roodzwenk	Alle data	9,463	9,463	9,339	9,588	9,364	9,563	0,071	5	040
bwl	Graszaad, Veldbeemd	Alle data	7,61	7,57	7,32	7,77	7,37	7,77	0,167	5	040
bwl	Graszaad, Westerwolds	Alle data	1,161	1,166	1,069	1,243	1,094	1,223	0,065	5	030
bwl	Haver	Verbreed	8,50	8,31	7,23	10,02	6,54	10,48	0,827	98	
bwl	Hennep	Alle data	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	*	1	001
bwl	Knolselderij	Alle data	1,36	1,35	1,02	1,68	0,98	2,11	0,239	26	
bwl	Kool, spruit	Verbreed	1,85	1,85	1,42	2,41	1,32	2,47	0,299	38	
bwl	Koolraap	Alle data	0,72	0,64	0,51	0,94	0,50	0,94	0,166	11	030
bwl	Koolzaad	Verbreed	15,46	15,93	13,22	17,21	13,18	17,31	1,501	16	
bwl	Kroten	Alle data	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	*	1	140
bwl	Kunstweide	Alle data	0,89	0,87	0,68	1,06	0,69	1,06	0,123	9	440
bwl	Mengteelt	Alle data	7,92	7,85	6,92	9,12	6,91	9,31	0,710	23	110
bwl	Miscanthus	Alle data	0,96	0,96	0,59	1,33	0,64	1,28	0,293	4	041
bwl	Rogge, winter	Verbreed	6,74	6,94	3,65	8,06	3,47	8,32	1,279	38	

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50e)	5e	95e					
bwl	Schorseneer	Alle data	1,40	1,39	1,22	1,55	1,23	1,55	0,131	6	
bwl	Tarwe, winter	Verbreed	7,01	6,93	6,04	8,27	5,39	9,43	0,661	111	
bwl	Tarwe, zomer	Verbreed	7,66	7,32	6,75	9,38	6,42	9,76	0,849	34	
bwl	Triticale	Verbreed	8,33	8,37	7,50	9,43	7,50	9,43	0,647	10	
bwl	Ui, plant	Alle data	0,80	0,77	0,70	0,99	0,70	0,98	0,091	8	330
bwl	Ui, zaai	Verbreed	0,83	0,83	0,69	0,96	0,42	1,04	0,084	122	
bwl	Valeriaan, wortel	Alle data	2,03	2,04	1,96	2,09	1,97	2,09	0,037	7	
bwl	Vlas	Alle data	16,39	16,39	15,72	17,35	15,74	17,28	0,544	7	
bwl	Witlof	Alle data	1,22	1,20	1,00	1,51	0,91	1,62	0,159	44	001
frt	Appel	Alle data	0,27	0,25	0,23	0,39	0,23	0,39	0,0490	9	
frt	Peer	Alle data	0,28	0,28	0,25	0,35	0,25	0,35	0,0292	9	
grt	Aardbei	Alle data	0,54	0,55	0,43	0,69	0,39	0,69	0,091	22	340
grt	Broccoli	Alle data	1,51	1,56	0,94	1,98	0,94	1,98	0,349	20	301
grt	Ijssla	Verbreed	0,51	0,50	0,35	0,68	0,26	1,05	0,123	103	
grt	Knolvenkel	Alle data	0,70	0,71	0,51	0,84	0,40	1,14	0,125	57	
grt	Kool, bloem	Verbreed	0,94	0,91	0,81	1,11	0,77	1,13	0,092	35	
grt	Kool, Chinese	Alle data	0,89	0,89	0,76	1,01	0,75	1,02	0,082	14	340
grt	Kool, witte	Verbreed	0,66	0,65	0,54	0,76	0,54	0,76	0,082	9	
grt	Kropsla	Verbreed	0,63	0,64	0,40	0,82	0,39	0,88	0,111	59	

Sector	Gewas	Klasse	Gemiddelde	Percentiel			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan (50e)	5e	95e					
grt	Peen	Verbreed	0,69	0,63	0,49	1,09	0,48	1,15	0,156	48	
grt	Prei	Verbreed	0,75	0,76	0,56	0,91	0,41	0,95	0,110	44	
grt	Selderij, bleek, groen	Alle data	0,67	0,66	0,53	0,87	0,50	0,88	0,093	18	040
grt	Spinazie	Verbreed	0,74	0,67	0,58	1,05	0,58	1,05	0,154	10	
vdr	Biet, voeder	Midden	0,74	0,73	0,57	0,95	0,56	0,99	0,114	19	
vdr	Klaver	Alle data	1,09	1,09	0,74	1,41	0,69	1,45	0,182	18	440
vdr	Luzerne, 1e jaars	Alle data	1,56	1,49	1,31	2,29	1,32	2,22	0,281	8	
vdr	Luzerne, 2e jaars	Alle data	1,42	1,46	1,04	1,79	1,03	1,79	0,285	18	030
vdr	Mais, korrel	Verbreed	6,14	6,20	3,91	8,71	3,92	8,69	1,849	9	
vdr	Mais, snij	Midden	1,57	1,32	0,89	1,96	0,84	8,59	1,371	55	
vdr	Stoppelknollen	Alle data	0,93	0,96	0,79	1,02	0,84	1,01	0,09	3	

Gewas	Teeltduur, jaren	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal
Bos- en haagplantsoen	1	1,39	1,17	0,16	2,38	0,60	15
	2	2	2	1,64	2,37	0,20	17
	3	*	*	*	*	*	*
Buitenbloemen	1	1,58	1,6	0,64	2,47	0,41	37
	2	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*
Coniferen	1	*	*	*	*	*	*
	2	1,37	1,28	0,98	2,14	0,33	23
	3	1,87	1,88	1,76	2,01	0,09	5
Laanbomen	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	3	1,07	1,07	0,36	1,6	0,38	18
Rozen	1	1,7	1,7	1,36	2,04	0,48	2
	2	2,21	2,3	1,58	2,54	0,30	8
	3	*	*	*	*	*	*
Sierheesters	1	*	*	*	*	*	*
	2	1,6	1,66	0,95	2,21	0,37	28
	3	*	*	*	*	*	*
Vaste planten	1	1,61	1,4	0,71	3,12	0,69	13
	2	*	*	*	*	*	*
	3	*	*	*	*	*	*

Bijlage 5 Fosfaatgehalte in het vers geogste bijproduct

Sector	Bijproduct	Rubriek	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan	5e	95e					
bol	Dahlia, loof en maaisel	Verbreed	1,48	1,49	1,17	1,77	1,17	1,77	0,212	12	
bol	Fritillaria, loof	Verbreed	1,30	1,13	0,78	2,73	0,81	2,49	0,607	6	
bol	Gladiool, loof	Verbreed	0,54	0,51	0,39	0,77	0,35	1,15	0,143	36	
bol	Hyacint, loof	Alle data	0,40	0,38	0,22	0,66	0,15	0,82	0,117	59	
bol	Iris, loof	Alle data	0,80	0,76	0,47	1,37	0,38	1,55	0,289	25	300
bol	Krokus, loof	Verbreed	0,29	0,24	0,12	0,49	0,12	0,49	0,140	10	
bol	Lelie, gewasrest	Verbreed	0,27	0,18	0,12	0,61	0,11	1,46	0,257	26	
bol	Narcissen, loof	Alle data	0,51	0,48	0,27	0,82	0,25	0,84	0,165	19	330
bol	Tulploof, rest	Verbreed	0,32	0,25	0,18	0,80	0,17	0,92	0,199	27	
bol	Zantedeschia, loof	Alle data	0,44	0,41	0,25	0,75	0,25	0,78	0,155	13	010
bwl	Aardappel, loof	Alle data	0,49	0,49	0,36	0,61	0,38	0,59	0,095	4	110
bwl	Biet, suiker, loof	Verbreed	0,94	0,92	0,63	1,32	0,61	1,84	0,228	51	
bwl	Boon, veld, loof	Verbreed	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	*	2	
bwl	Doperwt, loof	Verbreed	0,98	0,97	0,72	1,28	0,73	1,26	0,276	4	
bwl	Droge-erwt, stro	Alle data	2,60	1,86	1,08	5,95	1,03	6,06	1,724	17	
bwl	Gerst, winter, stro	Alle data	1,93	1,93	1,15	2,70	1,35	2,50	0,573	3	441
bwl	Gerst, zomer, stro	Verbreed	1,97	1,70	0,90	3,88	0,65	7,31	1,118	46	
bwl	Graszaad, engels raai, hooi en kaf	Verbreed	4,33	4,39	3,38	5,20	3,18	5,84	0,620	135	
bwl	Graszaad, roodzwenk, hooi en kaf	Verbreed	3,07	3,09	2,89	3,31	2,89	3,29	0,178	5	

Sector	Bijproduct	Rubriek	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan	5e	95e					
bwl	Graszaad, Westerwolds, hooi	Verbreed	1,32	1,24	1,21	1,59	1,22	1,50	0,157	3	
bwl	Haver, stro	Verbreed	2,72	2,81	1,55	4,34	0,96	5,12	0,916	37	
bwl	Klaver, snede	Alle data	1,11	1,21	0,71	1,39	0,72	1,39	0,273	8	440
bwl	Koolraap, loof	Verbreed	2,26	2,34	2,02	2,35	2,10	2,34	0,137	3	
bwl	Koolzaad, stro	Alle data	1,88	1,75	1,28	2,69	1,27	2,69	0,521	12	030
bwl	Mengteelt, stro	Alle data	2,95	2,52	1,86	5,02	1,84	5,07	0,964	11	100
bwl	Rogge, winter, stro	Alle data	1,89	1,69	0,83	4,19	0,71	5,91	1,098	47	030
bwl	Spruitkool, blad en stam	Alle data	1,60	1,59	1,49	1,73	1,49	1,73	0,075	10	010
bwl	Tarwe, winter, stro	Alle data	1,60	1,45	0,86	3,15	0,61	3,46	0,675	117	030
bwl	Tarwe, zomer, stro	Alle data	1,59	1,65	0,84	2,41	0,77	2,92	0,474	36	130
bwl	Triticale, stro	Alle data	2,58	2,26	0,99	7,25	0,93	8,95	1,872	16	300
bwl	Vlas, vezelrest	Alle data	2,94	3,06	1,66	4,57	1,58	4,66	0,849	13	001
bwl	Witlof, loof	Alle data	0,62	0,62	0,58	0,65	0,58	0,65	0,032	4	030
bwl	Zaaiui, loof	Alle data	1,65	1,55	1,26	2,65	1,26	2,50	0,465	6	
grt	Broccoli, rest	Verbreed	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	*	1	
grt	Ijssla, omblad	Alle data	0,52	0,52	0,32	0,82	0,28	0,94	0,154	53	040
grt	Knolselderij, blad	Alle data	0,63	0,57	0,51	0,75	0,52	0,75	0,107	5	330
grt	Knolvenkel, blad	Verbreed	0,66	0,64	0,56	0,75	0,55	0,75	0,057	12	
grt	Kropsla, omblad	Verbreed	0,45	0,43	0,34	0,62	0,29	0,65	0,097	33	
grt	Peen, loof	Alle data	0,79	0,70	0,48	1,53	0,45	1,63	0,315	56	300
grt	Prei, loof	Alle data	0,85	0,82	0,56	1,46	0,44	1,66	0,248	76	330

Sector	Bijproduct	Rubriek	Gemiddelde	Percentielen			Minimum	Maximum	Standaardfout	Aantal	Kenmerk
				Mediaan	5e	95e					
vdg	Biet, voeder, loof	Alle data	0,84	0,85	0,50	1,21	0,49	1,29	0,226	47	010
vdg	Korrelmaïs, stro	Alle data	2,51	2,31	1,51	4,90	1,35	5,39	0,923	27	330
vdg	Luzerne, 2e jaars	Alle data	1,30	1,26	1,15	1,73	1,16	1,69	0,171	8	100
vdg	snijmaïs, spil	Alle data	1,84	1,82	1,58	2,05	1,58	2,05	0,168	10	140
vdg	Stoppelknol, loof	Verbreed	1,12	1,11	1,01	1,24	1,04	1,21	0,085	3	

Bijlage 6 Parameterschattingen, standaardfout en t-waarde van de regressies voor bouwland.

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Aardappel, consumptie	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	35,01	1,59	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,5359	0,0315	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,02114	0,00647	0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-10,66	1,26	< 0,001
Aardappel, zetmeel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	34,52	4,95	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,243	0,119	0,044
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,1056	0,0347	0,003
Biet, suiker, biet	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	32,89	2,7	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,4115	0,0715	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0697	0,0185	< 0,001
	Interactie Pw-getal x Fosfaatgift	mg P ₂ O ₅ /L * kg P ₂ O ₅ /ha	-0,001187	0,00573	0,039
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0504	0,0125	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-22,92	1,51	< 0,001
Biet, suiker, biet+loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	41,11	3,26	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,1131	0,0154	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0508	0,0209	0,016
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-12,81	2,21	< 0,001

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Biet, voeder, biet	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	30,6	4,32	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,748	0,109	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-9,74	4,09	< 0,001
Biet, voeder, biet+loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	29,34	3,76	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,751	0,128	
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha		0,0154	< 0,001
Boon, stamsla, boon	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	25,354	0,994	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	-0,1639	0,0357	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-9,11	1,69	< 0,001
Boon, stamsla, boon+loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	21,226	0,423	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-12,17	1,1	< 0,001
Boon, veld, boon	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	44,48	4,64	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0365	0,0169	0,034
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-44,64	5,02	< 0,001

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Boon, veld, boon+loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	47,39	3,65	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-16,83	4,69	< 0,001
Erwt, droge, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	26,33	1,45	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0291	0,0134	0,032
Erwt, droge, korrel+stro	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	26,8	1,67	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,043	0,0154	0,006
Gerst, zomer, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	25,57	2,15	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,2904	0,0592	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0255	0,0133	0,056
	Interactie Pw-getal x Fosfaatgift	mg P ₂ O ₅ /L * kg P ₂ O ₅ /ha	-0,001309	0,000421	0,002
	Stikstofgift	kg N/ha	0,1054	0,022	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-9,7	1,1	< 0,001

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Gerst, zomer, korrel+stro	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	22,61	3,24	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,3539	0,0747	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0615	0,277	0,027
	Interactie Pw-getal x Fosfaatgift	mg P ₂ O ₅ /L * kg P ₂ O ₅ /ha	-0,001061	0,00533	0,048
	Stikstofgift	kg N/ha	0,1944	0,039	< 0,001
	Interactie Stikstofgift x Fosfaatgift	kg N/ha * kg P ₂ O ₅ /ha	-0,000589	0,000327	0,073
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-12,66	1,39	< 0,001
Gladiool, knol	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	32,71	4,14	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,348	0,109	0,002
Gladiool, knol+loofrest	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	30,48	6,07	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,664	0,152	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	20,96	4,34	< 0,001
Graszaad, engels raai, zaad	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	15,13	0,929	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,0539	0,0315	0,09
Haver, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	37,321	0,764	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-5,867	0,863	< 0,001

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Haver, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	34,53	2	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,1223	0,0668	0,068
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0441	0,0168	0,009
	Interactie Pw-getal x Fosfaatgift	mg P ₂ O ₅ /L * kg P ₂ O ₅ /ha	-0,001262	0,000526	0,017
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-3,06	1,5	0,042
Ijssla, krop	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	10,34	2,08	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,109	0,0257	< 0,001
Ijssla, krop+omblad	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	6,88	2,49	0,008
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,2098	0,0308	< 0,001
Kropsla, krop	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	20,29	1,58	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0954	0,0114	< 0,001
Kropsla, krop + omblad	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	21,8	1,83	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,1112	0,0133	< 0,001
Lelie, bol	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	29,18	1,73	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	7,78	2,11	< 0,001
Lelie, bol + gewasrest	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	26,99	1,92	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	7,68	2,71	0,007
Snijmaïs	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	65,6		< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,07262		< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-18,86		< 0,001
Peen, wortel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	56,79	4,94	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,2501	0,0856	0,004
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,056	0,0236	0,02
Peen, wortel plus loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	63,16	5,3	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,2107	0,0919	0,024
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0838	0,0253	0,001

Gewas	Variabele	Eenheid	Schatting	Standaardfout	t-waarde
Prei, marktbaar	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	30,06	2,3	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,1013	0,0234	< 0,001
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,02903	0,0095	0,003
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-7,23	2,21	0,001
Prei, marktbaar = rest	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	42,25	3	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,0474	0,307	0,124
	Fosfaatgift	kg P ₂ O ₅ /ha	0,0366	0,0124	0,004
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-7,39	2,89	0,011
Rogge, winter, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	25,26	1,2	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,0434	0,0211	0,042
	Stikstofgift	kg N/ha	-0,0392	0,0191	0,042
Rogge, winter, korrel+stro	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	22,95	1,51	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0721	0,0196	< 0,001
Tarwe, winter, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	32,15	2,04	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,2552	0,087	0,004
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0874	0,0147	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-10,84	2,05	< 0,001
Tarwe, winter, korrel+stro	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	32,26	2,03	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,3557	0,0887	< 0,001
	Stikstofgift	kg N/ha	0,1295	0,0146	< 0,001
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-9,54	2,16	< 0,001
Tarwe, zomer, korrel	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	35,39	2,15	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,1962	0,0613	0,002
	Stikstofgift	kg N/ha	0,0414	0,0198	0,039
	Grond - Zand	kg P ₂ O ₅ /ha	-4,81	1,66	0,005
Tarwe, zomer, korrel+stro	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	32,36	3,11	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,1663	0,0947	0,084
	Stikstofgift	kg N/ha	0,1089	0,0305	< 0,001
Ui, zaai, bol	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	28,76	2,8	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,4736	0,0889	< 0,001
Ui, zaai, bol+loof	Constante	kg P ₂ O ₅ /ha	27,39	2,9	< 0,001
	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /L	0,5341	0,0921	< 0,001

Bijlage 7 Bereik van fosfaattoestand, fosfaatgift en stikstofgift van regressies

Gewas	Pw-getal, mg P ₂ O ₅ /L				Fosfaatgift, kg P ₂ O ₅ /ha				Stikstofgift, kg N/ha			
	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum
Aardappel, consumptie	30	26	3	133	115	90	0	1056	156	150	0	711
Aardappel, zetmeel	49	41	7	190	88	82	0	300	138	150	0	253
Biet, suiker	31	28	2	128	122	96	0	1000	136	140	0	358
Biet, voeder	28	28	5	66	75	62	0	275	139	129	0	300
Boon, stamsla	28	25	12	80	88	60	0	280	88	54	0	186
Boon, veld	27	26	11	66	96	75	0	300	45	40	0	70
Erwt, droge (schokker)	26	23	2	84	88	70	0	375	36	30	0	100
Gerst, zomer	29	24	3	125	83	50	0	1000	69	62	0	236
Gladiaal	35	37	12	50	70	80	0	328	159	167	0	327
Graszaad, Engels raai	29	28	13	55	72	100	0	240	125	125	68	177
Haver	29	26	3	98	87	70	0	1000	65	60	0	155
Ijssla	66	40	18	161	43	0	0	380	119	113	0	783
Kropsla	47	40	14	142	111	60	0	400	123	133	0	240
Lelie	43	27	12	86	43	20	0	164	117	125	0	225
Mais, snij	44	35	4	108	75	80	0	356	106	97	0	381
Peen	45	38	10	139	71	50	0	400	59	73	0	127
Prei	73	68	16	156	57	15	0	400	177	175	0	334
Rogge, winter	32	27	3	198	80	50	0	1000	69	60	12	225
Tarwe, winter	29	26	3	125	68	15	0	480	91	78	0	268
Tarwe, zomer	29	30	4	74	72	56	0	480	82	70	0	176
Ui, zaai	28	25	7	126	77	60	0	280	96	100	0	256