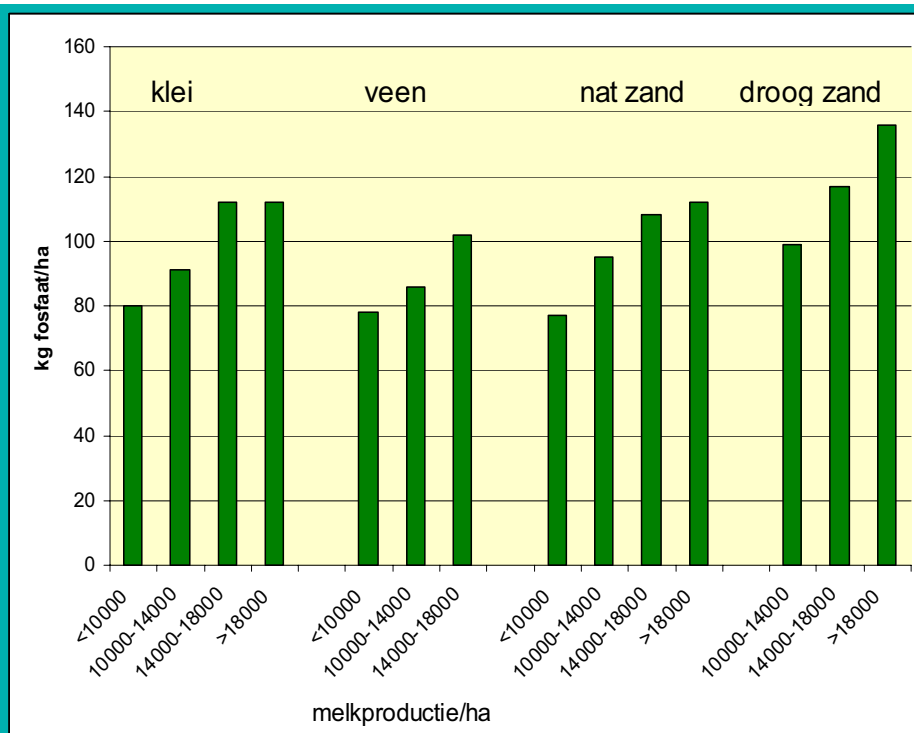


Landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen en differentiëren van fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij

H.F.M. Aarts, D.J. den Boer, J.C. van Middelkoop & J. Oenema





Landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen en differentiëren van fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij

H.F.M. Aarts¹, D.J. den Boer², J.C. van Middelkoop³ & J. Oenema¹

¹ Plant Research International (PRI Wageningen UR), Wageningen

² Nutriënten Management Instituut (NMI), Oosterbeek

³ Animal Sciences Group (ASG Wageningen UR), Lelystad

© 2008 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	9
1.1 Probleem	9
1.2 Vraagstelling	9
1.3 Leeswijzer	9
2 Huidig landbouwkundig advies voor grasland en snijmaïs	11
2.1 Grasland	11
2.2 Snijmaïs	13
3 De fosfaatopbrengst van grasland en snijmaïs op praktijkbedrijven	15
3.1 De bedrijven in het BedrijfsInformatieNet	15
3.2 De bedrijven in het project Koeien & Kansen	18
3.2.1 Voorloperbedrijven	19
3.2.2 Proefbedrijf De Marke	21
4 De gevolgen van 18 jaar evenwichtsbemesting voor de fosfaattoestand van een melkveebedrijf op zandgrond	25
5 Effecten van de bemesting van grasland en snijmaïs boven of onder de onttrekking	29
5.1 Gras	29
5.1.1 De maaiproeven	29
5.1.2 De beweidingsproeven	31
5.1.3 Fosfaatfixerend kleigrasland: proef Van Wijk	32
5.2 Snijmaïs	33
6 Differentiatie	35
6.1 Waarom differentiëren?	35
6.2 Mogelijkheden voor differentiatie	35
6.2.1 Differentiëren naar melkproductie per ha	35
6.2.2 Differentiëren als bij de stikstofgebruiksnormen	36
6.2.3 Differentiëren naar gewasopbrengst, bepaald op basis van de bedrijfsspecifieke excretie	37
6.2.4 Differentiëren naar de bedrijfsbalans voor P ₂ O ₅	38
7 Economische gevolgen	39
8 Discussie en conclusies	41
8.1 Hoe groot is de fosfaatonttrekking door gras en maïs gemiddeld en hoe groot is de spreiding tussen bedrijven?	41
8.2 Hoe verhoudt het landbouwkundig bemestingsadvies zich ten opzichte van de generieke gebruiksnormen?	41
8.3 Wat kost het voorgenomen aanscherpen van de generieke normen de melkveehouder?	42

	pagina	
8.4	Gaat evenwichtbemesting ten koste van de bodemkwaliteit?	42
8.5	Waarom differentiëren en wat zijn goede mogelijkheden?	42
8.6	Hoe kan de veehouder worden geholpen verstandig om te gaan met evenwichtbemesting?	43
Literatuur		45
Bijlage I.	Bemesting bedrijven Koeien & Kansen	2 pp.
Bijlage II.	De maaiproeven	7 pp.
Bijlage III.	De weideproeven	4 pp.
Bijlage IV.	Fosfaatfixerend kleigrasland: proef Van Wijk	5 pp.
Bijlage V.	Snijmais	2 pp.

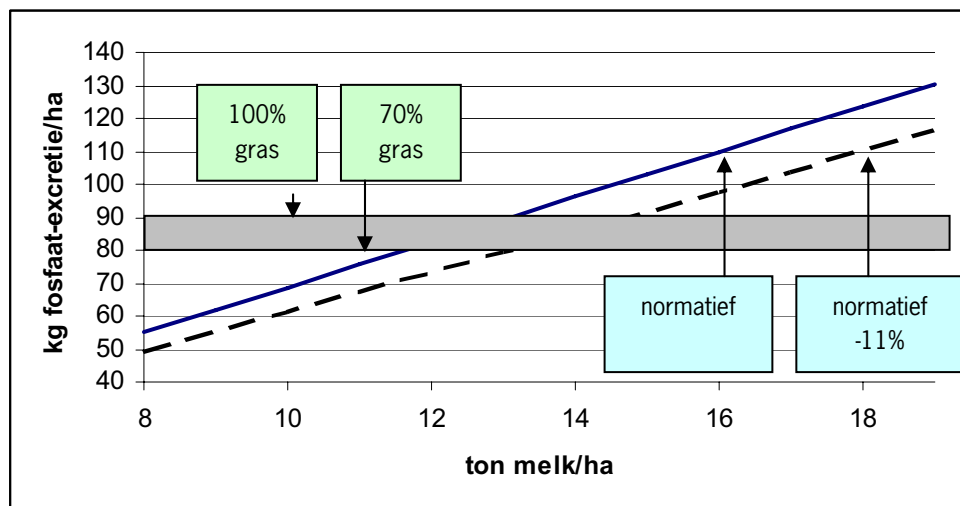
Samenvatting

De Nederlandse regering heeft met de Europese Commissie afgesproken dat in 2015 het gebruik van fosfaat (P_2O_5) als meststof overeen zal komen met de hoeveelheid fosfaat in geoogst gewas (evenwichtbemesting). Het fosfaat dat door grazende dieren wordt uitgescheiden geldt daarbij ook als meststof. De oogst van een grasgewas is de som van het gewonnen kuilgras en het verse gras dat door weidende dieren wordt opgenomen. Voor 2008 zijn de gebruiksnormen voor gras en maïs respectievelijk 100 kg en 85 kg P_2O_5 per ha per jaar. In 2015 moeten de gebruiksnormen verlaagd zijn tot 90 kg en 60 kg P_2O_5 per ha, maar als daar goede argumenten voor zijn kunnen normen worden gedifferentieerd naar omstandigheden.

Deze notitie gaat in op de gevolgen van het voorgenomen aanscherpen van de generieke fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij. Ook worden de mogelijkheden voor differentiëren in kaart gebracht. Naast de hier gerapporteerde studie werden studies uitgevoerd naar (a) de landbouwkundige gevolgen van de aanscherping van fosfaatgebruiksnormen voor de akker- en tuinbouw (Van Dijk *et al.*, 2007) en (b) de milieukundige gevolgen van de aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen voor de akker- en tuinbouw en de melkveehouderij (Chardon *et al.*, 2007).

Wat zijn de directe landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen van de fosfaatgebruiksnormen tussen 2008 en 2015?

In 2015 zijn de gebruiksnormen vermoedelijk 10 kg (grasland) en 25 kg P_2O_5 per ha (maïsland) lager dan in 2008. Afhankelijk van de verhouding tussen de arealen grasland en maïsland is de plaatsingsruimte op bedrijfsniveau dan 81 kg (70% gras) - 90 (100% grasland) kg P_2O_5 per ha. Dat is 15 - 10 kg minder dan in 2008.



Figuur 1. De relatie tussen de intensiteit van een bedrijf (melkproductie in ton per ha per jaar) en de fosfaat-excretie door het aanwezige vee (in kg P_2O_5 per ha per jaar). De dichte hellende lijn is gebaseerd op de normatieve excretie van een koe bij een melkproductie van 7.500 kg/jaar en 0,6 stuks jongvee per koe. De stippellijn veronderstelt 11% minder excretie. De grijze balk geeft de plaatsingsruimte voor fosfaat weer (in kg P_2O_5 per ha) bij 70 – 100% grasland.

Een koe met een melkgift van 7.500 kg produceert jaarlijks normatief 41,5 kg P_2O_5 , vooral in de vorm van faeces. Als we bij die koe de excretie van 0,6 stuks jongvee optellen komt de normatieve jaarlijkse excretie van deze aangeklede koe uit op 51,5 kg P_2O_5 . Voorlopige resultaten van de praktijkbedrijven in het project Koeien & Kansen

suggereren dat de excretie in veel gevallen met minstens 11% kan worden beperkt, ten opzichte van de excretie-normen, door gericht management. De kosten daarvan zijn een stuk lager dan de besparingen op kosten voor mestafzet. Beperken van de excretie kan het gemakkelijkste bij een hoge melkproductie per ha, omdat dan veel voer moet worden aangekocht waarmee het rantsoen te optimaliseren is. Minder fosfaatexcretie gaat in de regel gepaard met minder stikstofexcretie maar niet altijd in gelijke mate omdat voedermiddelen verschillen in de verhouding tussen de gehalten aan N en P¹. De veehouder heeft dus mogelijkheden om, binnen zekere grenzen, de verhouding tussen N en P₂O₅ in de mest af te stemmen op zijn wensen.

Bij de normatieve excretie is een melkproductie tot ongeveer 12 ton per ha mogelijk zonder mestafzet en zonder dat noemenswaardige inspanningen moeten worden geleverd om de excretie te verlagen (Figuur 1). In de klasse tot 12 ton melk per ha valt naar schatting 41% van de bedrijven. Tussen de 12 ton en de 15 ton melk per ha kan in theorie mestafzet vermeden worden door aanpassing van het management (minder jongvee, scherper voeren), maar dat zal zeker in de buurt van de 15 ton melk per ha voor veel bedrijven een te moeilijke opgave zijn en voor de meeste bedrijven en hun adviseurs is daarvoor bijscholing nodig. Het lijkt voor de klasse 12 tot 15 ton melk per ha interessant om maïs te vervangen door gras, omdat meer gras de plaatsingsruimte voor P₂O₅ verhoogt. Bij meer gras is het echter moeilijker om de excretie te beperken, omdat gras veel meer P bevat dan maïs. In de klasse 12 tot 15 ton melk per ha zit naar schatting 31% van de bedrijven. Boven de 15 ton (naar schatting 28% van de bedrijven, vooral op zand) is mestafzet zonder uitzonderlijke maatregelen niet te vermijden. Zeker de zeer intensieve bedrijven, die veel voer moeten aankopen, kunnen baat hebben bij een hoog percentage grasland. Figuur 1 maakt duidelijk dat het voor intensieve bedrijven erg belangrijk is de mogelijkheid te houden de excretie bedrijfsspecifiek vast te stellen, omdat ze dan door gericht management de afvoer van mest kunnen beperken.

Stel dat de fosfaatgebruiksnormen voor grasland en maïsland elk met 5 kg P₂O₅ per ha minder worden gekort dan voorgenomen. De grens waarbij mestafzet noodzakelijk wordt schuift dan met 0,8 ton melk naar rechts (via stippellijn). Een aantal bedrijven hoeft dan geen mest meer af te zetten. Als aangenomen wordt dat de afzetkosten van 1 kg P₂O₅ 10 € bedragen (16 € per m³ drijfmest waarin 1,6 kg P₂O₅ en 4,4 kg N) dan besparen bedrijven die mest moeten afzetten per ha € 50 aan kosten.

De voorgenomen aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen heeft zeker de eerste 5 jaren in het algemeen weinig effect op de gewasopbrengst of de waarde ervan als voer. Het fosforgehalte van met name gras(kuil) kan iets afnemen, maar nooit zover dat er gezondheidsproblemen bij het vee ontstaan. Het dalende gehalte zal de excretie doen afnemen waardoor bedrijven zich autonoom iets in de richting van de stippellijn van Figuur 1 gaan begeven. In de regel geldt dat als de fosfaattoestand van de bodem in landbouwkundige zin ruim voldoende is de norm van 90 kg P₂O₅ per ha grasland overeen komt met het bemestingsadvies. Op basis van de monsters van het Bedrijfs-laboratorium in Oosterbeek is dat bij 34% van het areaal grasland het geval. Naar schatting heeft 23% van de percelen een hogere toestand waardoor 12 kg P₂O₅ minder nodig is (78 kg). De resterende 43% heeft 20 – 45 kg meer P₂O₅ nodig dan de gebruiksnorm van 90 kg/ha omdat de fosfaattoestand van de bodem 'voldoende' of 'laag' is. Als het maïsland volgens advies wordt bemest zal dit op 50% van de percelen leiden tot een gift die lager is dan 60 kg P₂O₅ per ha.

Wat zijn de gevolgen van aanscherpen op de bodemkwaliteit?

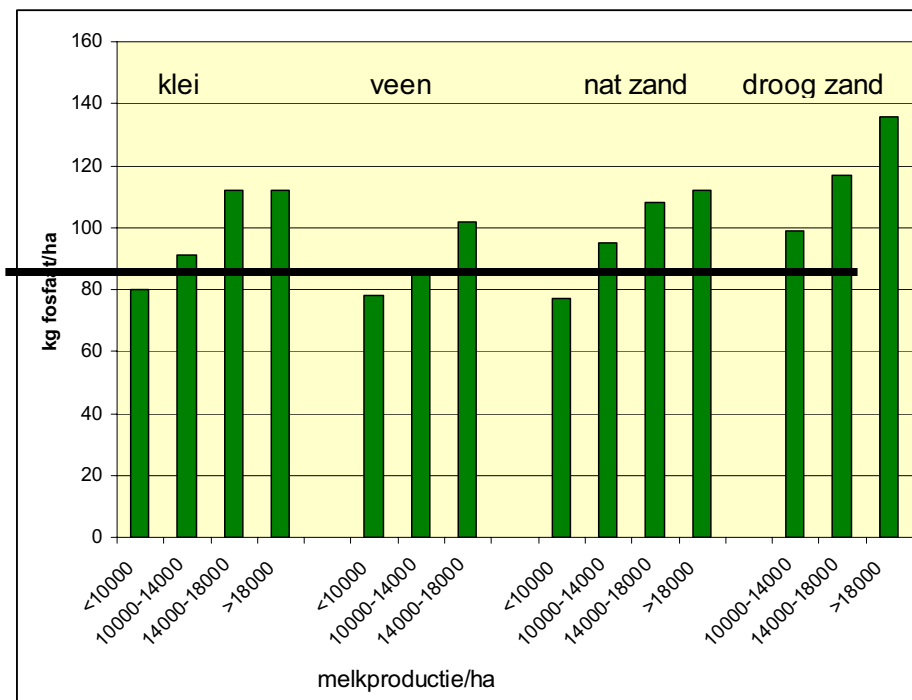
Als de gebruiksnormen 2015 leiden tot evenwichtbemesting, dus tot de waarde 0 van het bodemoverschot aan P₂O₅ per ha grond, dan zullen de parameters voor de beschikbaarheid van bodemfosfaat voor gewassen (Pw en PAL) langzaam dalen en in de regel pas na lange tijd op een nieuw niveau stabiliseren. De veldproeven die zijn aangelegd om de reacties van grond en gewas te leren kennen, zijn nog te jong om experimenteel vast te kunnen stellen wanneer dat evenwicht wordt bereikt. Op proefbedrijf De Marke (zandgrond) wordt evenwichtbemesting al bijna 2 decennia toegepast en heeft daar niet tot noemenswaardige problemen geleid met het voorzien in de fosfaat-behoefte van gras of maïs. Er moest daarvoor wel een bedrijfseigen bemestingsstrategie en gewasrotatie worden ontwikkeld. Stikstof of water zijn voor De Marke in de regel eerder groeibeperkend dan fosfaat. Tussen 1989 en

¹ Een beetje verwarrende gewoonte is bij de voeding van dieren het fosforgehalte (P) te gebruiken en bij de excretie en bemesting het fosfaatgehalte (P₂O₅). Omrekenen van P naar P₂O₅ kan door vermenigvuldiging met 2,29. Omgekeerd kan natuurlijk ook door deling met deze factor.

2004 nam de fosfaattoestand van de bodem af van 57 tot 41 (Pw) en van 75 tot 62 (PAL). Doortrekken van de trends leidt tot stabilisatieniveaus van 20 (Pw; laag tot voldoende) en 30 – 40 (PAL; voldoende). Dit beeld sluit goed aan bij de uitkomsten van modelmatige verkenningen.

Waarom differentiëren?

Uit onderzoek blijkt dat de voorgenomen fosfaatgebruiksnorm van 2015 voor zowel gras als maïs goed overeen komt met de gemiddelde hoeveelheid P_2O_5 in het geogste gewas. Gemiddeld zal de Nederlandse melkveehouderij daarmee evenwichtbemesting realiseren. Uit de analyse van gegevens van praktijkbedrijven blijkt dat de hoeveelheid P_2O_5 in het geogste gewas van een individueel bedrijf sterk van het gemiddelde kan afwijken. In Figuur 2 is dit geïllustreerd. Tussen 1998 en 2002 produceerde 31% van de bedrijven in Nederland minder dan 90 kg P_2O_5 per ha grasland. Op 20% van de bedrijven was de opbrengst meer dan 110 kg P_2O_5 per ha. Opvallend is dat vooral bedrijven met een hoge melkproductie per ha hoge fosfaatopbrengsten hebben. Waarschijnlijk benutten deze bedrijven het gegroeide gras beter door minder beweidingverliezen en betere mogelijkheden om herfstgras te benutten omdat per ha grasland meer vee als 'maaimachine' beschikbaar is. Voor de bedrijven in Koeien & Kansen geldt 78 kg P_2O_5 als laagste waarde en 117 kg als hoogste. De verschillen bij maïsland zijn met gemiddeld 20% afwijking van de gemiddelde waarde kleiner dan die bij grasland, maar niettemin aanzienlijk.



Figuur 2. Opbrengst van P_2O_5 (kg/ha) in geogst kuil- of weidegras van groepen melkveebedrijven in BIN die onderling verschillen in grondsoort en intensiteit, gemiddeld over de periode 1998 - 2002.

Het hanteren van generieke fosfaatgebruiksnormen voor grasland en maïsland zal er toe leiden dat vanaf 2015 naar schatting 25% van de bedrijven een negatief bodemoverschot zal hebben van minstens 10 kg P_2O_5 per ha per jaar. Omdat dit vooral de intensieve melkveebedrijven treft, is dat één op één te vertalen naar extra mestafzet, een kostenpost van minstens €100/ha. Voor ruim de helft van de bedrijven is de normatieve gebruiksnorm hoger dan de opbrengst; voor 15% is het verschil meer dan 10 kg P_2O_5 per ha. Door het positieve bodemoverschot van deze bedrijven zal een verdere accumulatie van P_2O_5 in de bodem optreden.

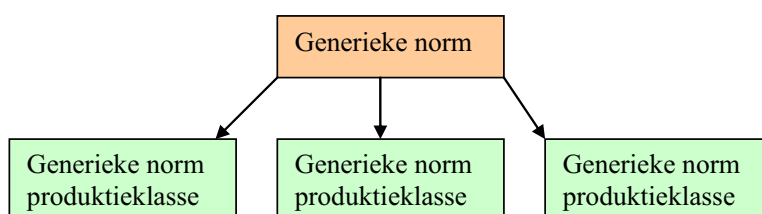
Differentiëren van de fosfaatgebruiksnorm naar bedrijfsomstandigheden kan de afwijking beperken van het beoogde evenwicht tussen fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst, en daarmee de schade beperken die ontstaat door overbemesting (accumulatie fosfaat in de bodem op vooral extensieve bedrijven) of onnodige afvoer van mest (intensieve bedrijven).

Hoe differentiëren?

Bij differentiëren is de vraag hoe een positief of negatief bodemoverschot zoveel mogelijk kan worden voorkomen op bedrijfsniveau, dus hoe de P_2O_5 -bemesting en P_2O_5 -opbrengst zo goed mogelijk bij elkaar aan kunnen sluiten (evenwichtbemesting). We hebben daarvoor de volgende mogelijkheden:

1. differentiëren naar melkproductie per ha
2. differentiëren als bij stikstofgebruiksnormen
3. differentiëren naar gewasopbrengst, bepaald op basis van de bedrijfsspecifieke excretie
4. differentiëren naar de bedrijfsbalans voor P_2O_5

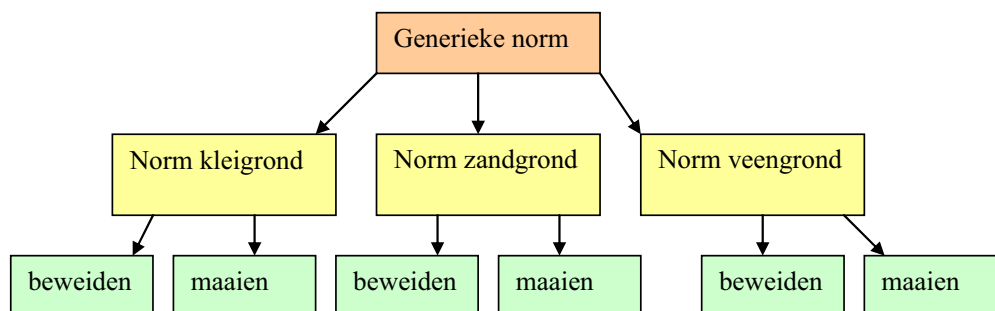
ad 1. Differentiëren naar melkproductie per ha



Figuur 3. Schematische weergave van differentiatie naar melkproductie per ha.

Gesignaleerd werd dat het grasland van bedrijven met een hoge melkproductie per ha gemiddeld meer fosfaat als kuil- of weidegras opbrengt dan het grasland van extensieve bedrijven, waarschijnlijk vooral als gevolg van verschillen in de benutting van het gegroeide gras. We kunnen dus een fosfaatgebruiksnorm bedenken per produktieklasse. Voor een goede beoordeling van deze mogelijkheid moet de relatie tussen intensiteit en grasopbrengst verder worden onderzocht. Dat kan in de eerstvolgende analyse van de bedrijven in het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM). Omdat ook binnen een klasse tussen bedrijven waarschijnlijk grote verschillen bestaan tussen de fosfaatopbrengst van het grasland lost deze benadering maar een deel van het probleem op. Het is niet aannemelijk dat ook bij snijmaïs de gewasopbrengst gerelateerd is aan de melkproductie per ha, maar het is een kleine moeite de analyse ook voor dit gewas uit te voeren.

ad 2. Differentiëren als bij de stikstofgebruiksnormen



Figuur 4. Schematische weergave van differentiatie als bij de stikstofgebruiksnormen.

De gebruiksnormen voor stikstof zijn afhankelijk van grondsoort en wel of niet beweiden. Bij die gebruiksnormen horen veronderstelde N-opbrengsten. We kunnen die opbrengsten vertalen naar fosfaatopbrengsten, door een vaste verhouding tussen stikstof en fosfaat te veronderstellen. Als we de aanpak voor stikstof op die manier doortrekken naar fosfaat ontstaan fosfaatopbrengsten (=gebruiksnormen) van 93 - 110 kg/ha voor grasland en van 55 - 59 kg voor maïsland. Als we deze normen toepassen op de bedrijven in Koeien & Kansen en vergelijken met de werkelijke gewasopbrengsten blijkt de mate van spreiding vrijwel gelijk aan die bij de generieke norm. Differentiatie op deze manier lijkt dus weinig zin te hebben maar het aantal bedrijven in Koeien & Kansen is te gering voor een goede analyse. Het is daarom verstandig deze mogelijk te toetsen met behulp van het eerder genoemde LMM-bestand.

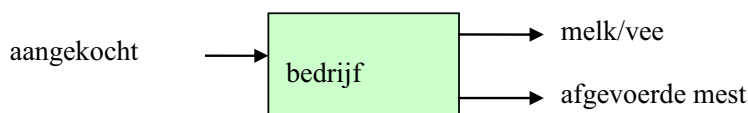
ad 3. Differentiëren naar gewasopbrengst, bepaald op basis van de bedrijfsspecifieke excretie



Figuur 5. Schematische weergave van het berekenen van de hoeveelheid P_2O_5 in het geoogste gewas op basis van de bedrijfsspecifieke excretie: P_2O_5 in geoogst gewas = P_2O_5 als melk/vlees + P_2O_5 excretie – P_2O_5 in aangekocht voer

De generieke excretienormen voor N en P_2O_5 van dieren zijn gebaseerd op een dierbalans: de excretie is het verschil tussen aanvoer als voer en afvoer als melk en vlees. Ook de Excretiewijzer, het binnen Koeien & Kansen ontwikkelde hulpmiddel waarmee de melkveehouder de stikstof- en fosfaatexcretie van de veestapel specifiek op bedrijfsniveau kan vaststellen en verantwoorden, gaat uit van die systematiek. De excretiewijzer berekent allereerst de normatieve energiebehoefte van de veestapel en trekt daar de energie in aangekochte voer van af. De resterende energie is door het eigen gras- en maïsland geleverd (geoogst gewas). Uit bedrijfsspecifieke analyses van de producten van dit gras- en maïsland is de verhouding tussen energie en P_2O_5 bekend. De eigen productie aan energie kan daardoor worden vertaald naar P_2O_5 . Deze uitbreiding van de Excretiewijzer met een fosfaatproductiemodule is vrij eenvoudig. De veehouder hoeft als extra's alleen de arealen grasland en maïsland op te geven. De berekende opbrengsten kunnen dan gelden als fosfaatgebruiksnormen. De methode heeft als nadelen dat er fouten kunnen ontstaan door verkeerde analyseresultaten van voer of verkeerde invoer van gegevens. Desondanks zal de afwijking van evenwichtbemesting op bedrijfsniveau klein zijn. Een voordeel is dat ongeveer 30% van de veehouders de Excretiewijzer al gebruikt. Deze benadering stimuleert intensieve bedrijven hun best te doen zoveel mogelijk voer van eigen land te winnen, omdat dan een hogere fosfaatgebruiksnorm geldt en minder mest hoeft te worden afgezet, en beperkt daarmee de aankoop van voer en het nationale mestoverschot. Een belangrijk voordeel is dat de veehouder beter zicht krijgt op interne bedrijfsstromen, waardoor de voeding en de bemesting beter te optimaliseren is.

Ad 4. Differentiëren naar de bedrijfsbalans voor P_2O_5



Figuur 6. Schematische weergave van de bedrijfsbalans als instrument voor het realiseren van fosfaatevenwichtbemesting (bodemoverschot = 0): P_2O_5 in aangekocht voer = P_2O_5 in melk/vee + P_2O_5 in afgevoerde mest. Het gaat om de netto bedragen (voorbeeld: de post 'aangekocht voer' is het verschil tussen de aankoop en de verkoop van voer)

Fosfaatevenwichtbemesting impliceert dat er geen bodemoverschot aan P_2O_5 mag zijn. Gerekend over een langere periode komt het bodemoverschot immers overeen met het overschot op de bedrijfsbalans, omdat P_2O_5 niet vervluchtigt. Natuurlijk moet ook hier rekening gehouden worden met meet- en analysefouten met betrekking tot de aan- en afvoer van producten, maar die zijn waarschijnlijk minder groot dan bij de vorige optie, omdat eigen voer buiten de berekeningen blijft. Bij deze benadering blijven de hoogte van de fosfaatbemesting en de opbrengsten van de gewassen als interne bedrijfsstromen onzichtbaar. Het berekenen van de fosfaatexcretie van de veestapel wordt overbodig. De bedrijfsbalans stimuleert intensieve bedrijven de aankoop van P_2O_5 als voer te beperken. De grote charme van deze benadering is de eenvoud. Meerdere Europese landen overwegen de bedrijfsfosfaatbalans in te voeren als instrument om het bodemoverschot te reguleren als vervanging van of aanvulling op fosfaatgebruiksnormen. In sommige Europese landen, waaronder Noord-Ierland, is het bijhouden van de bedrijfsfosfaatbalans zelfs een voorwaarde om in aanmerking te komen voor derogatie.

Conclusies en aanbevelingen

1. Het voorgenomen aanscherpen van de generieke fosfaatgebruiksnormen verhoogt de kosten van mestafzettende bedrijven met ongeveer 100 €/ha.
2. Fosfaatevenwichtbemesting heeft met name op zandgrond zeker de eerste 10 jaar nauwelijks een negatieve invloed op de opbrengst van gewassen en geen invloed op de veegezondheid.
3. Bij de generieke fosfaatgebruiksnormen 2015 realiseert ongeveer 25% van de bedrijven een negatief bodemoverschot van meer dan 10 kg P_2O_5 /ha (en dus geen evenwichtbemesting) omdat de hoeveelheid fosfaat in het geogste gras en maïs hoger is dan de hoeveelheid P_2O_5 die volgens die generieke fosfaatgebruiksnormen kan worden toegediend. Het zijn vooral intensieve bedrijven die baat hebben bij differentiatie van fosfaatgebruiksnormen; zij besparen op kosten van mestafzet.
4. Bij de generieke fosfaatgebruiksnormen 2015 realiseert ongeveer 15% van de bedrijven een positief bodemoverschot van meer dan 10 kg P_2O_5 /ha (en dus geen evenwichtbemesting) omdat de hoeveelheid fosfaat in het geogste gras en maïs lager is dan de hoeveelheid P_2O_5 die volgens die generieke fosfaatgebruiksnormen kan worden toegediend. Het zijn vermoedelijk vooral extensieve bedrijven die baat hebben bij generieke fosfaatgebruiksnormen; zij verdienen aan de acceptatie van bedrijfsvreemde mest.
5. De mogelijkheid tot het bedrijfsspecifiek vaststellen van de fosfaatexcretie lijkt voor 60% van de melkveebedrijven interessant. De methodiek die daarvoor ontwikkeld is, de Excretiewijzer, kan zodanig worden aangepast dat de fosfaatopbrengsten van het gras- en maïsland van een bedrijf berekend worden. Deze fosfaatopbrengsten kunnen dan als gebruiksnormen gelden.
6. Ook met de bedrijfsbalans kan het doel, evenwicht tussen bemesting en opbrengst, worden gerealiseerd door het acceptabele balansoverschot op 0 te stellen. Het voordeel daarvan ten opzichte van de optie 'bedrijfs-specifieke excretie' is dat moeilijk vast te stellen interne stromen (mestproductie, opbrengst eigen voer) niet hoeven te worden berekend en dat de beweidingintensiteit niet hoeft te worden geschat. Deze methode is het eenvoudigste en het meest betrouwbaar.
7. Door bijscholing van melkveehouders en hun adviseurs kan een grote groep bedrijven mestafvoer voorkomen of sterk beperken. De bijscholing moet gericht zijn op het verlagen van de excretie per ton melk. Belangrijke onderwerpen zijn: het optimaliseren van de verhouding tussen arealen gras en maïs, de jongveebezetting, de aankoop van (kracht)voer en het verstandig bemesten binnen de grenzen die fosfaatgebruiksnormen stellen.
8. Bemestingsadviezen moeten heroverwogen worden. De huidige adviesbasis is niet gericht op evenwichtbemesting. Het advies moet zich richten op een optimale verdeling van de beschikbare meststoffen over percelen en seizoenen. De resultaten van nieuwe analysemethodieken en de verplichte registraties als gevolg van een derogatietoekenning (bodemanalyses, grondgebruik, bemesting) kunnen daarbij worden betrokken.

9. De proeven met als thema evenwichtbemesting en uitmijning moeten langdurig worden voortgezet omdat bodemprocessen traag verlopen en omdat de uitslagen van analyses van de fosfaattoestand van de grond soms door nog niet begrepen oorzaken sterk kunnen afwijken van de trend. Een lange reeks analyses is dus nodig voor een betrouwbaar beeld.
10. Aanbevolen wordt bij de eerstvolgende analyse van BIN/LMM aandacht te besteden aan de spreiding van fosfaatopbrengsten en te zoeken naar factoren die de opbrengst van bedrijven kunnen verklaren, waaronder de intensiteit van melkproductie.

1 Inleiding

1.1 Probleem

Tijdens de onderhandelingen over de implementatie van de EU-Nitraatrichtlijn heeft de Nederlandse regering met de Europese Commissie afgesproken dat in 2015 het gebruik van fosfaat als meststof overeen zal komen met de hoeveelheid fosfaat in geoogst gewas, met mogelijk een toeslag voor het onvermijdbare verlies (maximaal 5 kg P_2O_5 /ha/jr). Het doel is een verdere verrijking van landbouwgronden met fosfaat te voorkomen. In het 3^e Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn is vastgelegd dat afbouw van de mestgiften in principe plaats vindt conform de normen van Tabel 1. Vanaf 2009 worden deze normen mogelijk gedifferentieerd op basis van de fosfaatbehoefte van gewassen, de fosfaattoestand van de bodem en de kans op milieuschade. De afspraken met de Europese Commissie bieden die ruimte.

Tabel 1. *Gebruiksnormen fosfaat als meststof, in kg P_2O_5 per ha per jaar. De gebruiksnormen tussen haakjes zijn de maximale fosfaatgiften als dierlijke mest.*

Jaar	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Grasland	130 (110)	110	105	100	95	95	95	95	95	95	90
Bouwland	115 (85)	95 (85)	90 (85)	85	80	75	70	70	65	65	60

De in de tabel weergegeven generieke verlagingen van de gebruiksnormen of differentiaties van de normen kunnen gevolgen hebben voor de gewasopbrengst en -kwaliteit, de bodemvruchtbaarheid en het overschot aan dierlijke mest, en daarmee ook op het inkomen van de boer.

1.2 Vraagstelling

Het is onvoldoende bekend wat de gevolgen zijn van de voorgenomen verlagingen van de generieke gebruiksnormen en van de effecten van differentiaties. Dit rapport doet verslag van de zoektocht naar antwoorden op de volgende vragen:

- Hoe groot is de fosfaatonttrekking door gras en maïs gemiddeld en hoe groot is de spreiding tussen bedrijven?
- Hoe verhoudt het landbouwkundig bemestingsadvies zich ten opzichte van de generieke gebruiksnormen?
- Wat kost het voorgenomen aanscherpen van de generieke normen de melkveehouder?
- Gaat evenwichtbemesting ten koste van de bodemkwaliteit?
- Waarom differentiëren en wat zijn goede mogelijkheden?
- Hoe kan de veehouder worden geholpen verstandig om te gaan met evenwichtbemesting?

1.3 Leeswijzer

Begonnen wordt met een korte beschrijving van de achtergronden van het landbouwkundige bemestingsadvies voor gras en maïs (Hoofdstuk 2). De fosfaatgift volgens 'goede landbouwpraktijk' wordt berekend bij de 3 fosfaattoestanden van de bodem die verderop in de studie ook als uitgangspunt worden genomen: Pw/PAL van 30, 45 en 60. Daarna wordt de fosfaatonttrekking van praktijkbedrijven in beeld gebracht (Hoofdstuk 3). De belangrijkste informatiebronnen daarvoor zijn de melkveebedrijven in het BedrijfsInformatieNetwerk (BIN) en het project Koeien & Kansen dat op een aantal voorloperbedrijven en op proefbedrijf De Marke de fosfaatonttrekking bepaalt. Van De Marke is ook bekend wat de gevolgen zijn van bijna 2 decennia evenwichtbemesting op de fosfaattoestand

van zandgrond (Hoofdstuk 4). Vervolgens gaan we in op de gevolgen van het boven of onder de onttrekking bemesten, dus op de gevolgen van een positief of een negatief bodemoverschot, voor gewasopbrengst en het fosfaatgehalte daarvan (Hoofdstuk 5). We maken daarbij gebruik van proefveldgegevens. Daarna gaan we in op de mogelijkheden om door differentiatie van de bemestingsnorm die beter te laten aansluiten bij de bedrijfsomstandigheden, met als doel evenwichtsbemesting (= een bodemoverschot van 0 kg/ha) beter te benaderen (Hoofdstuk 6). In het daaropvolgende hoofdstuk (7) wordt ingegaan op de economische gevolgen van een en ander. In het laatste hoofdstuk (8) worden de eerder gestelde onderzoeksvragen beantwoord.

2 Huidig landbouwkundig advies voor grasland en snijmaïs

2.1 Grasland

De waardering van de fosfaattoestand van grasland is gebaseerd op het P-AL-getal in de bovenste 10 cm van de bodem (mg P₂O₅ per 100 gram droge grond). De waardering van het P-AL-getal verschilt tussen grondsoorten (Tabel 2.1). Bij een gelijke waardering van de fosfaattoestand is het bemestingsadvies voor alle grondsoorten gelijk (Tabel 2.2). Het advies is geldig tot 4 jaar na het grondonderzoek. Daarna moet de grond opnieuw worden bemonsterd. Bij een hoge fosfaattoestand is het advies alleen geldig in het eerste jaar na grondonderzoek, in de volgende jaren wordt geadviseerd uit te gaan van een ruim voldoende fosfaattoestand.

Tabel 2.1. Waardering van het P-AL-getal.

Waardering	Zeeklei, veen, zand, dalgrond	Rivierklei	Löss	Aandeel NL grasland ¹
Laag	< 16	< 14	< 13	22% ²
Vrij laag	16 – 26	14 – 22	13 – 18	
Voldoende	27 – 35	23 – 30	19 – 26	21%
Ruim voldoende	36 – 50	31 – 46	27 – 40	34%
Hoog	> 50	> 46	> 40	23%

¹ Op basis van monsters BLGG 2003 (Schouwman, 2007).

² Combinatie klassen laag en vrij laag.

Het advies is gesplitst in een advies voor de eerste grassnede en een advies voor latere sneden. Het advies voor de eerste snede is voor maaien en beweiden gelijk. De fosfaatopbrengst van de eerste snede is ongeveer 30 kg/ha². Dat ook bij een hoge fosfaattoestand van de bodem in het voorjaar geadviseerd wordt te bemesten komt omdat het gemakkelijk opneembare fosfaat in meststoffen tot een snellere begingroei leidt. Bodemfosfaat kan in het vroege voorjaar niet snel genoeg worden opgenomen om aan de behoefte van het gewas te voldoen. Voor grasland met klaver is het fosfaatadvies lager dan van grasland zonder klaver om de concurrentiekracht van klaver ten opzichte van gras te vergroten. Het advies voor klaverrijk grasland is de fosfaatgift van één waarderingsklasse hoger aan te houden.

² 3500 kg ds bevat bij een gehalte van 4 gr P/kg ds 32,3 kg fosfaat.

Tabel 2.2. Advies voor de fosfaatbemesting (kg P₂O₅/ha).

Waardering	1 ^{ste} snede	Na eerste snede			
		weiden (per jaar)		maaien (per snede)	
		onbeperkt	beperkt	voor 1 juli normale snede ¹	na 1 juli
Laag	110	10	20	25	20
Vrij laag	70	10	20	25	20
Voldoende	45	10	20	25	20
Ruim voldoende	25	10	20	25	20
Hoog, 1 ^{ste} jaar	15	0	0	0	0
Hoog, 2 ^{de} t/m 4 ^{de} jaar	25	10	20	25	20

¹ Een snede van minstens 2500 kg ds per ha. Bij een lichtere snede 5 kg minder bemesten.

Indien een perceel met een hoge fosfaattoestand meer dan twee keer gemaaid wordt is het advies om één van de volgende sneden te bemesten met 25 kg P₂O₅ per ha (of bij lichte sneden 20 kg P₂O₅ per ha). Er is van uit gegaan dat er bij beweiding maar weinig fosfaat van het perceel wordt afgevoerd omdat het als weidegras door de dieren geconsumeerd fosfaat weer als weidemest wordt uitgescheiden. De onttrekking door het gewas na de eerste snede hoeft dan niet volledig te worden gecompenseerd. Bij beperkt weiden wordt het melkvee 's nachts binnengehouden. Hierbij wordt een deel van de weidemest naar de stal verplaatst. Bij een veebezetting van 2 melkkoeien per ha komt dit overeen met ongeveer 20 kg P₂O₅ per ha. Het advies is dan eenmalig een extra bemesting van 20 kg P₂O₅ per ha te geven. Bij dag en nacht weiden gaat het vee 2 keer per dag naar de stal om te worden gemolken, maar blijft verder buiten. In dit geval is het advies om de afvoer van fosfaat door excretie op stal te compenseren met een gift van 10 kg P₂O₅ per ha.

De sneden na 1 juli zijn over het algemeen lichter dan die in de eerste helft van het groeiseizoen. Daarom is het advies om na 1 juli uit te gaan van een snede van minder dan 2.500 kg ds per ha. Geadviseerd wordt om na 15 september geen fosfaat meer te geven.

Tabel 2.3. Advies kunstmest plus drijfmest (kg fosfaat/ha/jr) voor een bedrijf op zandgrond dat de eerste snede grotendeels maait, ook nog een snede in juli maait en dat tussen die twee maaisneden en na de tweede maaisnede beperkt beweidt. Dit is waarschijnlijk de meest gangbare situatie.

P-AL-getal	Waardering toestand	Advies	Toelichting
16 -26	vrij laag	110	70 eerste snede + 20 tweede maaisnede + 20 beweiden
27 -35	voldoende	85	45 eerste snede + 20 tweede maaisnede + 20 beweiden
36 -50	ruim voldoende	65	25 eerste snede + 20 tweede maaisnede + 20 beweiden
> 50	Hoog	1 ^{ste} jaar: 15	15 eerste snede + 0 tweede maaisnede + 0 beweiden
> 50	Hoog	2 ^{de} t/m 4 ^{de} jaar: 65	25 eerste snede + 20 tweede maaisnede + 20 beweiden
> 50	Hoog	gem. 4 jaren: 53	23 eerste snede + 15 tweede maaisnede + 15 beweiden

Tabel 2.4. Fosfaataanvoer als het advies wordt opgevolgd door het bedrijf op zandgrond dat in de vorige tabel als uitgangspunt is genomen (kg/ha).

P-AL-getal	Toestand	Drijfmest en kunstmest	Weidemest ²	Totaal
16 - 26	vrij laag	110	25	135
27 - 35	voldoende	85	25	110
36 - 50	ruim voldoende	65	25	90
> 50	hoog	53 ¹	25	78

¹ Gemiddeld over de 4 jaar na bemonstering.

² Gemiddelde Nederland 1998 – 2002.

In Tabel 2.4 is aangegeven hoeveel fosfaat in de vorm van kunstmest, drijfmest en weidemest wordt aangevoerd als het bedrijf beschikt over zandgrond, de eerste snede maait, in juli nog eens maait en tussen de twee sneden en in de nazomer en herfst beperkt beweidt en het landbouwkundig advies strikt opvolgt. De aanvoer is precies gelijk aan de gebruiksnorm 2015 (90 kg/ha) als de fosfaattoestand van de bodem ruim voldoende is. Naar schatting heeft 23% van de percelen een hogere toestand (Tabel 2.1). Voor die percelen is volgens het advies per ha 12 kg fosfaat minder nodig (78 kg). Ongeveer 43% heeft per ha 20 – 45 kg meer P₂O₅ nodig dan de gebruiksnorm omdat de bodemtoestand voldoende of laag is.

2.2 Snijmaïs

De fosfaattoestand van bouwland is gebaseerd op het Pw-getal van de bovenste 25 cm (mg P₂O₅/l grond). De waardering daarvan is voor alle grondsoorten gelijk (Tabel 2.5). Geadviseerd wordt het Pw-getal van bouwland rond het streefgetal te brengen of te houden. Het streefgetal voor zeeklei en zeezand is 25 en voor dekzand, dalgrond, rivierklei en löss 30. Van de maïspcelen heeft 76% een Pw-getal dat hoger is dan het streefgetal.

Tabel 2.5. Waardering van het Pw-getal.

Waardering	Pw-getal	Aandeel NL maisland ¹
Laag	< 20	11%
Voldoende	21 – 30	13%
Ruim voldoende	31 – 45	20%
Vrij hoog	46 – 60	56% ²
Hoog	> 60	

¹ Op basis van monsters BLGG 2003 (Schoumans, 2007).

² Combinatie klassen vrij hoog en hoog.

De adviesgift voor snijmaïs is gegeven in Tabel 2.6. Rijenbemesting verdubbelt de werking van de fosfaatmeststoffen en bij rijenbemesting is dus maar de helft nodig van de waarden die in de tabel staan. Bij het gebruik van kunstmestfosfaat wordt geadviseerd deze altijd als rijenbemesting te geven. Ook dierlijke mest kan in de rijen worden toegediend maar de hoeveelheid dient dan niet meer dan 30 m³ per ha te bedragen. Vaak wordt voor het zaaien van de maïs 40 m³ runderdrijfmest volvelds gegeven die ongeveer 65 kg fosfaat bevat. Bij een Pw-getal van boven de 45 is een aanvulling met kunstmest dan niet zinvol.

Tabel 2.6. Geadviseerde hoeveelheden fosfaat in meststoffen bij volvelds toepassing; bij bemesting in de gewasrij volstaat de helft (kg P_2O_5 /ha)

Pw-getal	Bemesting
10	185
15	170
20	150
25	135
30	120
35	105
40	85
45	70
50	55
55	35
60 >	0

Als het maïsland volvelds volgens advies wordt bemest zal voor 50% van de percelen de bemesting lager zijn dan de gebruiksnorm van 60 kg fosfaat/ha (2015). Bij geheel of gedeeltelijke rijenbemesting is dat percentage hoger.

3 De fosfaatopbrengst van grasland en snijmaïs op praktijkbedrijven

3.1 De bedrijven in het BedrijfsInformatieNet

Ten behoeve van het Nederlandse derogatieverzoek is in 2004 een studie uitgevoerd met als doel de bemesting, de meststofbenutting en de gras- en maïsofbrengsten van melkveebedrijven te kwantificeren (Aarts *et al.*, 2005). Er is daarbij gebruik gemaakt van de gegevens die verzameld worden in het BedrijfsInformatieNet (BIN). De bedrijven in BIN zijn zo gekozen dat ze samen een representatief beeld vormen van de Nederlandse landbouw. Binnen die verzameling is een selectie uitgevoerd, gericht op het vinden van commerciële melkveebedrijven met overwegend productiegasland. Bedrijven met veel natuurgrasland (weidevogels) of veel recreatiegrasland (paarden) zijn uitgesloten. De geselecteerde bedrijven vertegenwoordigen 600.000 ha grasland. Nederland heeft ongeveer 1 miljoen ha grasland waarvan 750.000 ha in handen is van melkveebedrijven. Op de gegevens van de geselecteerde bedrijven zijn rekenkundige bewerkingen losgelaten, gericht op het kwantificeren van de bemesting, opbrengst en meststofbenutting van het grasland naar grondsoort, intensiteit (kg melk/ha) en gebruik (maaïen of beweiden). De studie heeft betrekking op de groeiseizoenen 1998, 1999, 2001 en 2002. Het jaar 2000 moest buiten beschouwing blijven omdat van dat jaar geen bruikbare gegevens in BIN beschikbaar zijn. Over het algemeen waren de weersomstandigheden in de onderzochte jaren gunstig voor de groei van gras. Gunstige omstandigheden voor de groei kunnen ongunstig zijn voor de mogelijkheden te benutten wat gegroeid is. Gras heeft voor de groei veel water nodig maar bij veel neerslag, die de groei bevordert, nemen de beweidingverliezen toe door vertrapping van de zode of moet het maaïen worden uitgesteld waardoor het gras aan kwaliteit kan verliezen.

De netto grasopbrengst, dit is wat over de perceelsdam als kuilgras wordt afgevoerd of bij beweiding in de koeienbek verdwijnt, wordt in de praktijk niet gemeten. Gras is voor een bedrijf een intern product. Het wordt er geproduceerd en verbruikt. De netto grasopbrengst is daarom berekend door die als sluitpost van een voederbalans te beschouwen. Als eerste stap wordt de benodigde hoeveelheid voerenergie (als VEM) berekend op basis van de aanwezige aantallen dieren en de behoefte per dier. Bij het vaststellen van de behoeften van rundvee zijn de uitgangspunten gelijk aan die in de studie naar forfaitaire excreties (Taminga *et al.*, 2004). Als tweede stap is de energie in aangekocht voer in mindering gebracht op de totale energiebehoefte van het bedrijf. De resterende behoefte moet op het bedrijf zelf zijn geproduceerd. Van die behoefte wordt de opbrengst van de maïs afgetrokken (na correctie voor conserverings- en vervoederingsverliezen). Deze is door de veehouder geschat. De resterende behoefte moet zijn gedekt door het grasland. De VEM-opbrengst per ha wordt vertaald naar drogestof, en drogestof vervolgens naar stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5). Voor deze vertalingen wordt gebruik gemaakt van de jaargemiddelde analyse-resultaten van het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek. Er is met betrekking tot chemische samenstelling dus niet gedifferentieerd naar grondsoort of andere bedrijfskenmerken. Het P-gehalte van de maïs was steeds 0,20%. Het P-gehalte van weidegras was vrij constant (0,44%) en dat van kuilgras varieerde van 0,40 – 0,43%³. Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar het oorspronkelijke rapport. Hierna volgen de resultaten die het meest relevant zijn voor deze studie.

³ Voor omrekening van P naar P_2O_5 moeten deze gehalten met 2,29 vermenigvuldigd worden.

Tabel 3.1. Gemiddelden van de periode 1998 - 2002 van alle bedrijven en per grondsoort.

	Alle bedrijven	Klei	Veen	Nat zand	Droog zand
Aantal bedrijven	255	83	46	86	41
intensiteit (kg melk/ha)	13053	12901	12293	13082	14197
P-overschot bedrijfsbalans (kg P ₂ O ₅ /ha)	44	42	47	43	50
kg/ha ds grasland (netto)	10419	10322	9569	10443	11503
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	97	96	89	97	106
kg/ha ds snijmaïs (netto)	12561	12878	12892	12243	12605
kg/ha P ₂ O ₅ snijmaïs (netto)	58	59	59	56	58

De gemiddelde fosfaatopbrengst van het grasland varieert van 89 – 106 kg/ha, met de laagste waarde voor veen en de hoogste waarde voor droog zand (Tabel 3.1). Gemiddeld over alle bedrijven is de opbrengst 97 kg. De fosfaatopbrengst van maïs is 56 – 59 kg/ha. Deze waarden worden gerealiseerd bij een fosfaatoverschot van gemiddeld 44 kg op de bedrijfsbalans. Dat fosfaatoverschot loopt in de onderzochte periode terug van 60 naar 29 kg door beperking van de bemesting als gevolg van de introductie van MINAS, een bedrijfsbalans met een maximum voor het acceptabele overschot (Tabel 3.2). We zien nauwelijks veranderingen in de fosforgehalten van de gewassen. Het is daarom niet aannemelijk dat de fosfaatopbrengsten zijn afgenomen door de beperktere bemesting met fosfaat.

Tabel 3.2. Gemiddelden van alle bedrijven per jaar.

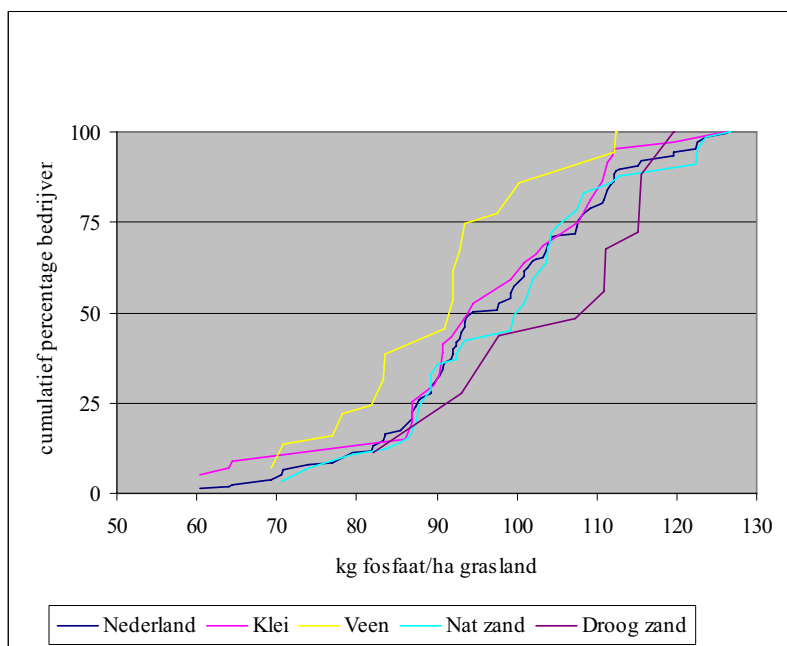
	1998	1999	2001	2002
Aantal bedrijven	295	300	204	220
intensiteit (kg melk/ha)	13283	13554	12878	12496
P-overschot (kg P ₂ O ₅ /ha)	60	51	38	29
kg/ha ds grasland (netto)	10795	11536	9229	10117
P-gehalte weidegras (% van ds)	0,44	0,44	0,43	0,44
P-gehalte kuilgras (% van ds)	0,42	0,41	0,40	0,43
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	100	107	86	94
kg/ha ds snijmaïs (netto)	12751	12990	12101	12400
P-gehalte snijmaïs (% van ds)	0,20	0,20	0,20	0,20
kg/ha P ₂ O ₅ snijmaïs (netto)	58	59	55	57

Tabel 3.3. Gemiddelden van de periode 1998 - 2002 per grondsoort en intensiteit.

	kg melk/ha			
	<10000	10000-14000	14000-18000	>18000
	klei			
Aantal bedrijven	17	36	23	7
P-overschot (kg P ₂ O ₅ /ha)	24	44	47	66
kg/ha ds grasland (netto)	8564	9744	12115	12111
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	80	91	112	112
	veen			
Aantal bedrijven	9	25	12	1
P-overschot (kg P ₂ O ₅ /ha)	45	44	50	
kg/ha ds grasland (netto)	8328	9196	11116	
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	78	86	102	
	nat zand			
Aantal bedrijven	15	41	22	8
P-overschot (kg P ₂ O ₅ /ha)	39	45	41	37
kg/ha ds grasland (netto)	8211	10243	11764	12288
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	77	95	108	112
	droog zand			
Aantal bedrijven	4	18	11	8
P-overschot (kg P ₂ O ₅ /ha)	56	47	56	58
kg/ha ds grasland (netto)	8234	10683	12733	14964
kg/ha P ₂ O ₅ grasland (netto)	77	99	117	136

Opvallend is dat de fosfaatopbrengst van grasland gemiddeld toeneemt naarmate een bedrijf meer melk per hectare produceert (Tabel 3.3). De meest voor de hand liggende verklaring is dat intensieve bedrijven het gegroeide gras beter kunnen en willen benutten. Er zijn meer 'maaimachines' en het gras heeft er meer waarde omdat het per dier schaarser is. Bij een intensief bedrijf betekent minder beweidings- en kuilverlies een besparing op voeraankoop, omdat er een ruwvoertekort is. Intensieve bedrijven stallen de dieren vaker 's nachts op wat de beweidingverliezen beperkt. Op extensieve bedrijven zijn er perioden met een grasoverschot dat te klein is om te kuilen. Vooral in het tweede deel van het groeiseizoen kan dit overbodig gras verloren gaan. Bij mais (niet opgenomen in Tabel 3.3) vinden we geen relatie tussen gewasopbrengst en intensiteit, wat ook logisch is omdat de teelt en oogst niet afhankelijk is van intensiteit.

Zoals uit Figuur 3.1 en Tabel 3.4 blijkt is de spreiding in de fosfaatopbrengst van grasland enorm.



Figuur 3.1. De cumulatieve verdeling van de P_2O_5 opbrengst van grasland.

Tabel 3.4. Het percentage bedrijven waarvan het grasland minder P_2O_5 opbrengt dan een bepaalde waarde.

	P_2O_5 opbrengst (kg/ha)					
	< 70	< 80	< 90	< 100	< 110	< 120
Nederland	5	11	31	57	80	94
Klei	10	15	30	60	83	97
Veen	10	23	45	86	92	100
Nat zand	0	11	36	49	85	90
Droog zand	0	0	25	46	55	?

3.2 De bedrijven in het project Koeien & Kansen

Aan het project Koeien & Kansen nemen 16 praktijkbedrijven deel die voorlopen met betrekking tot de implementatie van de mestwetgeving. Ze voldoen al geruime tijd aan de mestwetgeving 2009. De bedrijven liggen verspreid over Nederland en de meeste zijn bovengemiddeld intensief. Op proefbedrijf De Marke wordt verkend waar de grenzen liggen met betrekking tot de mogelijkheden te produceren binnen stringente milieunormen. Één van die stringente normen betreft evenwichtbemesting: het bodemoverschot mag gemiddeld over een langere periode niet meer dan 1 kg fosfaat per ha bedragen. Op al deze bedrijven worden gegevens vastgelegd en metingen verricht die voor de beantwoording van de vragen van deze studie nuttig zijn.

3.2.1 Voorloperbedrijven

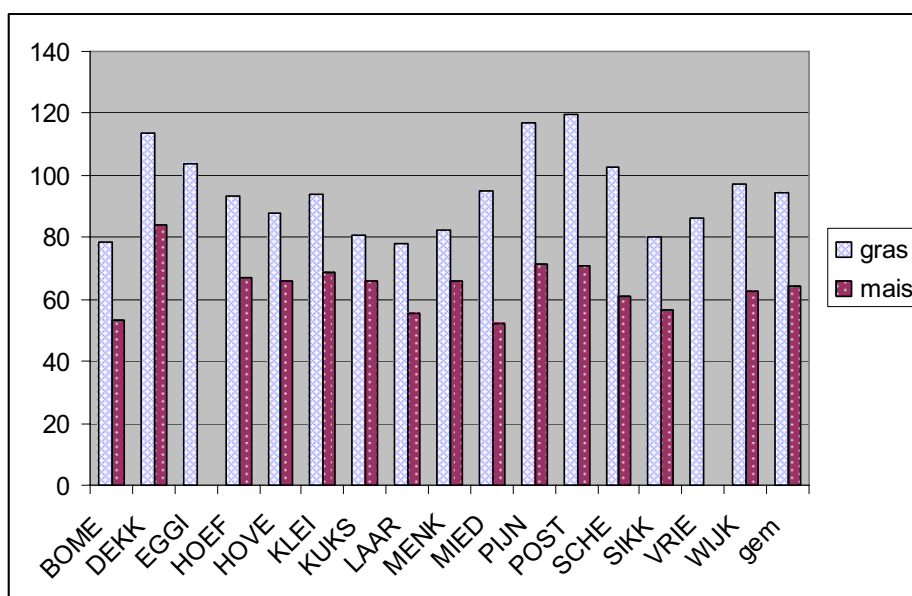
Van de voorloperbedrijven wordt de fosfaatopbrengst van het grasland en van het maïsland op bedrijfsniveau jaarlijks vastgesteld. De drogestofopbrengsten worden per perceel ingeschat en de P-gehalten worden afgeleid uit de kuilanalyses. In de Tabellen 3.5 en 3.6 worden de gemiddelde resultaten over de periode 1998 – 2005 gegeven met de afwijking van de generieke norm 2015 (90 kg voor grasland en 60 kg voor maïs). In Bijlage I staan de bemestingsgegevens van de bedrijven.

Tabel 3.5. P_2O_5 opbrengsten van het grasland, als gemiddelde van de periode 1998 t/m 2005 en de afwijkingen daarvan van de generieke norm 2015.

Bedrijf	kg melk/ha	Grondsoort	PAL-getal		Opbrengst (kg/ha)	Afwijking van norm	
			waarde	oordeel		kg/ha	%
BOME	11156	zand	46	ruim vold.	78	-12	-13
DEKK	22624	klei/zavel	46	ruim vold.	113	23	26
EGGI	12537	zand	54	hoog	104	14	15
HOEF	16478	zand	55	hoog	93	3	3
HOVE	14404	löss	28	vold.	88	-2	-2
KLEI	18185	zand	53	hoog	94	4	4
KUKS	12420	zand	43	ruim vold.	81	-9	-10
LAAR	12455	zand	44	ruim vold.	78	-12	-13
MENK	12648	zand	48	ruim vold.	82	-8	-8
MIED	14928	klei op veen	26	vold.	95	5	5
PIJN	17854	zand	40	ruim vold.	117	27	30
POST	14726	zand/dalgrond	41	ruim vold.	111	21	23
SCHE	20136	zand	50	ruim vold.	103	13	14
SIKK	14604	zeeklei	103	hoog	80	-10	-11
VRIE	13989	veen	47	ruim vold.	86	-4	-4
WIJK	18084	rivierklei	16	laag	97	7	8
<i>Gem.</i>	<i>15138</i>				<i>94</i>	<i>4</i>	<i>4</i>

Tabel 3.6. P_2O_5 -opbrengsten van het maïsland, als gemiddelde van de periode 1998 t/m 2005 en de afwijkingen daarvan van de generieke norm 2015.

Bedrijf	kgmelk/ha	Grondsoort	Pw-getal		Opbrengst (kg/ha)	Afwijking van norm	
			waarde	oordeel		kg/ha	%
BOME	11156	zand	44	ruim vold.	53	-7	-11
DEKK	22624	klei/zavel	33	ruim vold.	84	24	40
EGGI	12537	zand					
HOEF	16478	zand	52	vrij hoog	67	7	12
HOVE	14404	löss	45	ruim vold.	66	6	10
KLEI	18185	zand	66	hoog	69	9	14
KUKS	12420	zand	98	hoog	66	6	10
LAAR	12455	zand	71	hoog	55	-5	-8
MENK	12648	zand	54	vrij hoog	66	6	10
MIED	14928	klei op veen	13	laag	52	-8	-14
PIJN	17854	zand	61	hoog	71	11	19
POST	14726	zand/dalgrond	64	hoog	71	11	18
SCHE	20136	zand	45	ruim vold.	61	1	1
SIKK	14604	zeeklei	35	ruim vold.	57	-3	-5
VRIE	13989	veen					
WIJK	18084	rivierklei	44	ruim vold.	63	3	4
<i>Gem.</i>	<i>15138</i>				<i>64</i>	<i>4</i>	<i>7</i>



Figuur 3.2. P_2O_5 -opbrengsten van het gras- en maïsland (kg/ha), als gemiddelde van de periode 1998 t/m 2005.

De fosfaatopbrengst van het grasland is gemiddeld 94 kg/ha; maisland produceert 64 kg/ha. Dat komt redelijk overeen met de bemestingsnormen 2015 (90 kg en 60 kg). De resultaten van de individuele bedrijven kunnen sterk afwijken van deze gemiddelden. We proberen die afwijkingen te verklaren en beginnen met het grasland. Bedrijf BOME is biologisch en realiseert door de extra bemestingsbeperkingen die daaruit voortvloeien een lagere fosfaatopbrengst dan de andere bedrijven. Bedrijf DEKK is gelegen op zeer vruchtbare zavelgrond in Zuidelijk Flevoland (Zeewolde) en het gras wordt er enkel gemaaid. Beide factoren werken opbrengstverhogend. Ook bedrijf EGGI maait het gras. Een ander kenmerk van dit zandbedrijf is de goede vochtvoorziening. De natuurlijke omstandigheden op bedrijf KUKS zijn veel minder ideaal. Het bedrijf ligt in een beekdal en in de grond komen leemlagen voor die de waterhuishouding problematisch maken. De relatief lage fosfaatopbrengsten op de bedrijven LAAR en MENK zijn grotendeels te verklaren door de aanwezigheid van beheersland. Voor dat deel van het grasland gelden beperken ten aanzien van bemesting en gebruik. De hoge fosfaatopbrengsten op de bedrijven PIJN en POST zijn waarschijnlijk deels gerelateerd aan de hoge organische stofgehalten van hun jonge veenontginningsgronden. Op het intensieve zandbedrijf SCHE is de fosfaatopbrengst 14% hoger dan de norm. Aan het graslandmanagement wordt door dit bedrijf veel zorg besteed en er wordt berekend als dat nodig is. Bedrijf WIJK ligt op een fosfaatfixerende rivierkleigrond. Ondanks een laag P-AL getal is de fosfaatopbrengst iets hoger dan gemiddeld. Naast de bemesting met drijfmest wordt fosfaatkunstmest gebruikt, iets wat op de andere bedrijven niet gebeurt.

Ook bij de fosfaatopbrengst van maisland zijn de verschillen tussen de bedrijven aanzienlijk. Net als bij het grasland realiseert het biologische bedrijf BOME een lagere opbrengst van het maisland. De positieve invloed van de vruchtbare zavelgrond op bedrijf DEKK is ook bij de maïs waarneembaar. Op de bedrijven HOEF, HOVE, KLEI, KUKS en MENK zijn de fosfaatopbrengsten van het maisland relatief hoog. De hoge fosfaattoestand van het maisland kan hier aan hebben bijgedragen. Een laag gehalte aan organische stof (3%) en continueelt van maïs kunnen factoren zijn die de lagere fosfaatopbrengst op bedrijf LAAR verklaren. De bodem en ligging van bedrijf MIED (klei op veen in Friesland) zijn niet erg geschikt voor maïsteelt. Daarentegen zijn op de (zand)bedrijven PIJN en POST de omstandigheden ideaal voor hoge fosfaatopbrengsten (hoog gehalte organische stof, hoog Pw).

3.2.2 Proefbedrijf De Marke

Proefbedrijf De Marke past sinds het einde van de tachtiger jaren evenwichtbemesting toe. Het jaarlijks bedrijfsoverschot aan P_2O_5 is daardoor al zeer lang beperkt tot een paar kg/ha. In Tabel 3.7 zijn de fosfaatopbrengsten van de percelen grasland van De Marke weergegeven. Gemiddeld is deze 87 kg/ha. We zien dat de fosforgehalten in graskuil ongeveer 5% lager zijn dan de gemiddelden van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasanalyse (BLGG). Het gehalte lijkt ook iets af te menen in de tijd (Figuur 3.3). Dat komt waarschijnlijk door de beperkte fosfaatbemesting. Die is op gangbare praktijkbedrijven enkele tientallen kg hoger.

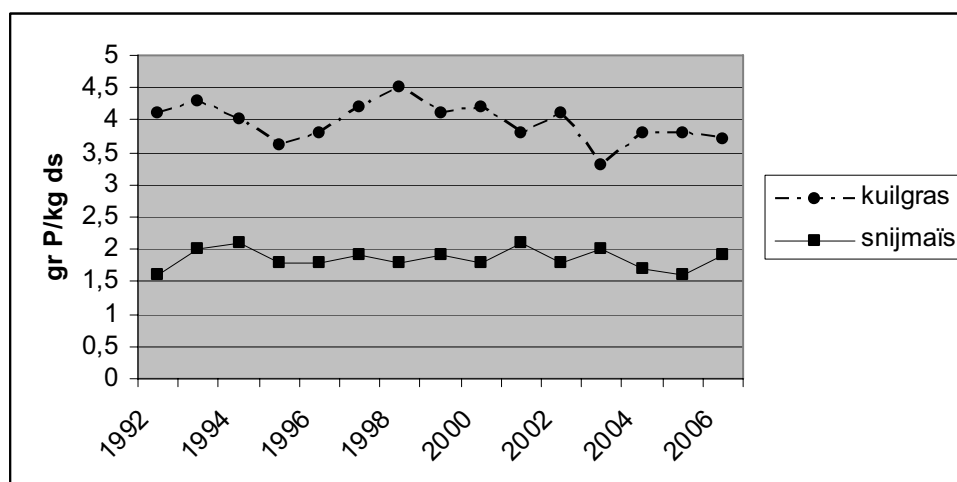
Tabel 3.7. De P_2O_5 -opbrengst van het grasland van De Marke (kg/ha).

Perceel	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Gem.
1					114	99				103	68			96
10				74	86	84				87	78	85		82
11				77	84	95				89	75	84		84
12			74	82	89		60	87	79				82	79
13	70	91	95				58	113	72				86	83
14	94	90	82	72	86	57	92	101	96	89	62	84	79	83
15	90	133	51	66	82	78	84	95	76	82	60	81	75	81
16	114	84						105	92	94				97
17_1	100	82	81				59	109	108	103				91
17_2	106	96	73	52	94	111	98	99	95	83	72	60	86	87
18							102	108		108	95	103		103
19			72	57	96				98	85			86	82
2				84	99	91					86	85	91	89
20	80						78	106	90			103	95	92
21			78	65									110	84
22		87	71	68						109	66			80
23											94	113		104
3		94	93	77					131	106	66			95
4		84	77	81					99	85	72			83
5	75	77	78				61	104	88				74	80
6	97				96	107	107				73	93	96	95
7	87				94	106	109				71	92	94	93
8		79	90	92	92	80	86	103	105			65	61	85
9	78	78	88	49	74	81	80	90	87	74	68	62	58	74
k1	101	106	108			98	106	105				92	105	103
k2	99	91				89	114	117				92	98	100
k3	87	79	78	75	81	67	73	85	118	88	68	86	77	82
v1	104	93	98											99
v2					42	88								65
v3		93			34	87								71
Gem.	92	90	82	71	84	89	85	102	96	92	73	86	85	87
<i>P-gehalte graskuil (gr P/kg ds)</i>														
De Marke	4,3	4,0	3,6	3,8	4,2	4,5	4,1	4,2	3,8	4,1	3,3	3,8	3,8	4,0
Gem. BLGG						4,2	4,1		4,0	4,3	3,9	4,1	4,0	

In Tabel 3.8 zijn de fosfaatopbrengsten van de percelen maïs van De Marke weergegeven. Gemiddeld is de opbrengst 50 kg/ha. Net als bij gras zijn de fosforgehalten in maïskuil ongeveer 5% lager dan de gemiddelden van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasanalyse (BLGG). Ook bij maïs komt dit waarschijnlijk door een lagere fosfaatbemesting.

Tabel 3.8. De P_2O_5 opbrengst van het maïsland van De Marke (kg/ha).

Perceel	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Gem.
1							59	50				65	56	58
10		59	50				63	36					43	50
11		47	39				59	41					52	48
12	48	53				50				62	49			52
13				43	45	31				62	47			45
6				50	57	34	53				55	39		48
17_1				53	51	31					57	39		46
18									80				64	72
19	47	53				45	49				56	47		50
2	55	39	26				60	51	57					48
20			38	45	35	33					48			40
21	35	53			45	36	52	43	54	54	51			47
22	46				46	36	56	39				48		45
23								73	69				76	73
3	57				54	40	50					52	49	51
4	42				47	35	47					50	39	43
5				47	36	33				71	51			47
6		65	45	45				58	67					56
7			47	43				56	55					50
8	79													79
k1				43	38				65	55				50
k2			31	40	41				66	59				47
v1				52										52
v2	48	51	42	45										47
v3				39										39
Gem.	51	53	40	45	45	37	55	50	64	59	52	49	54	50
<i>P-gehalte maïskuil (gr P/kg ds)</i>														
De Marke	2,0	2,1	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	2,1	1,8	2,0	1,7	1,6	1,9
Gem. BLGG									2,1	2,1	1,9	2,0	2,0	



Figuur 3.3. De P-gehalten van kuilgras en snijmaïs van De Marke (g P/kg ds).

4 De gevolgen van 18 jaar evenwichts- bemesting voor de fosfaattoestand van een melkveebedrijf op zandgrond

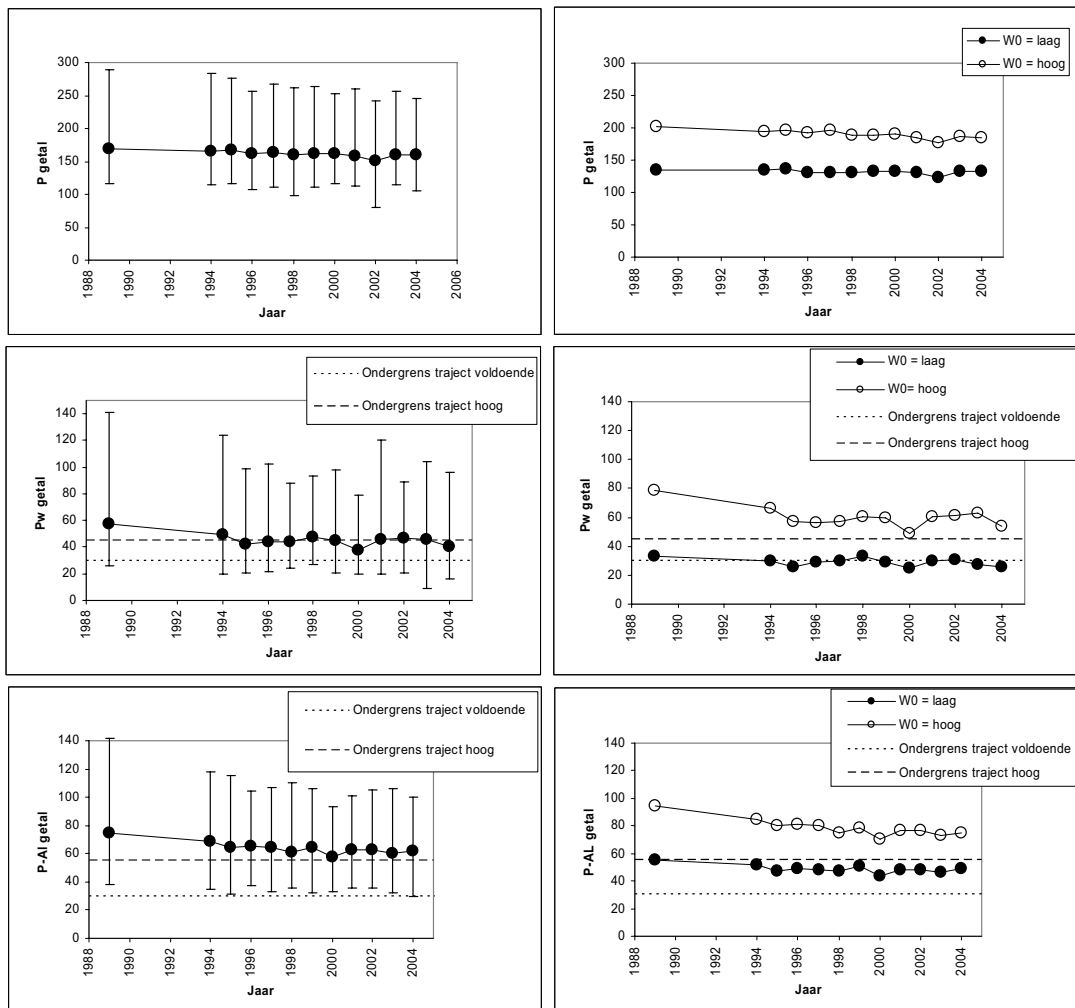
Op proefbedrijf 'De Marke' wordt sinds het einde van de jaren tachtig gestreefd naar evenwicht tussen de aanvoer en afvoer van P_2O_5 naar en van de bodem. Een jaarlijks P_2O_5 overschot van één kg/ha is toegestaan in verband met een onvermijdbaar verlies door uitspoeling. Om de gevolgen voor de fosfaattoestand van de bodem in beeld te brengen wordt regelmatig van elke hectare bedrijfsareaal (blok) één mengmonster genomen van de bovenste 20 cm.

Tabel 4.1 en Figuur 4.1 geven de ontwikkeling van de fosfaattoestand weer, uitgedrukt als P-totaal, Pw- en P-AL.

Naast de ontwikkeling van het gemiddelde van alle blokken is ook de ontwikkeling weergegeven in blokken met een relatief hoge (W_0 = hoog) en lage uitgangswaarde (W_0 = laag).

Tabel 4.1. De begin- en eindwaarden en de veranderingen van P-totaal (mg P_2O_5 per 100 gram grond), Pw (mg P_2O_5 per liter grond) en P-AL (mg P_2O_5 per 100 gram grond) in de perioden 1989-1999 en 2000-2004.

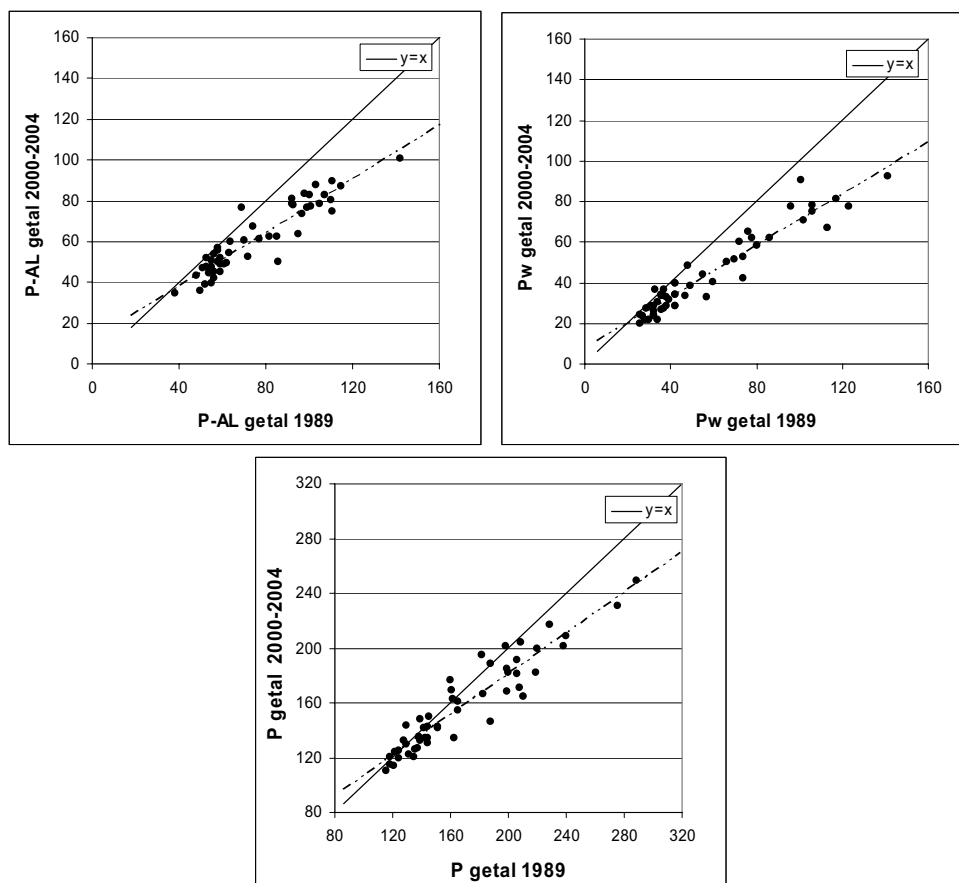
	Begin- en eindwaarde		Verandering per jaar	
	1989	2004	1989-1999	2000-2004
P totaal:				
Alle blokken	169	159	-0,9	-0,3
W_0 hoog	202	184	-1,3	-0,9
W_0 laag	134	133	-0,3	0,4
Pw:				
Alle blokken	57	41	-1,2	0,6
W_0 hoog	79	54	-2,0	1,3
W_0 laag	33	26	-0,2	-0,1
P-AL:				
Alle blokken	75	62	-1,2	0,7
W_0 hoog	94	75	-1,8	0,4
W_0 laag	55	49	-0,7	1



Figuur 4.1. Ontwikkeling van P-totaal (in de figuur aangeduid als P-getal), Pw en P-AL. Links: gemiddelde van alle blokken en de laagste en hoogste waarden (verticale balken). Rechts: de ontwikkeling van de gemiddelde waarden van de blokken met een hoge uitgangswaarde ($W_0 = \text{hoog}$) en met een lage uitgangswaarde ($W_0 = \text{laag}$).

Uit Tabel 4.1 en Figuur 4.1 kunnen we concluderen dat:

- de gemiddelden over alle blokken van P-totaal, Pw, en P-AL getal zijn afgenomen ten opzichte van de uitgangswaardes;
- de afnames van Pw en PAL relatief groter zijn dan die van P-totaal, de opneembaarheid van het fosfaat in de bodem neemt dus af;
- de afnames van Pw en PAL afvlakken; na 2000 is er sprake van stabilisatie of lichte toename;
- de afnames van Pw, P-AL en P-totaal het sterkst zijn in de blokken met een hoge waarde in de uitgangssituatie;
- het P-AL getal in 2004 nog minstens in het traject voldoende ligt.
- het Pw getal van een aantal blokken bij aanvang onvoldoende was en dat dit aantal toeneemt.

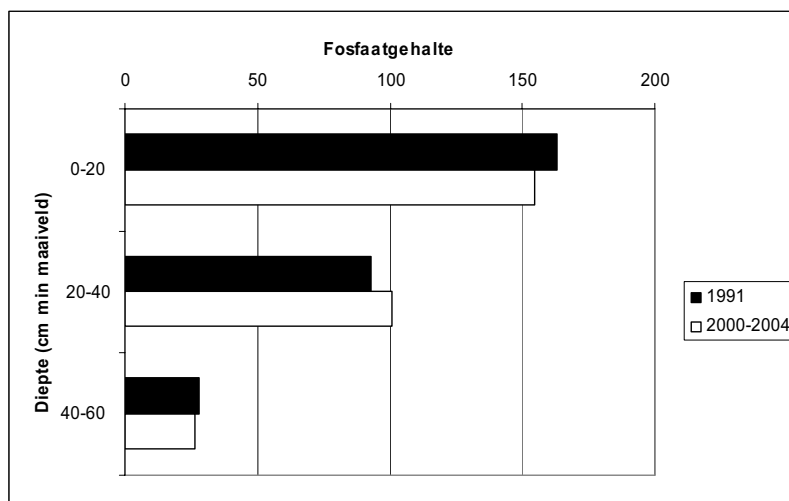


Figuur 4.2 P_w , P_{AL} , en P -totaal (in de figuur aangeduid als P -getal) van individuele blokken uitgezet tegen hun waarden in de uitgangssituatie.

In Figuur 4.2 zijn de gemiddelde waarden over de periode 2000-2004 per blok uitgezet tegen de waarden in 1989. Hierin zien we bevestigd dat er nivellering optreedt tussen hoge en lage waarden van P -totaal, P_{AL} en P_w . Maar er is toch ook nog een duidelijke relatie tussen de P -toestand in 2000-2004 en die in 1989. Dit geeft aan dat de veranderingen met betrekking tot fosfaat langzaam verlopen. De sporen van accumulatie in het verleden blijven nog lang zichtbaar, zelfs als percelen met een hoge P -toestand enige jaren onder het niveau van evenwichtsbermesting zijn bemest. Uit de resultaten van een uitmijnploef op één van de percelen valt te berekenen dat het 250 jaar duurt om tot het niveau van 1950 terug te kunnen keren.

De snijpunten van de 45 gradenlijnen (doorgetrokken streep) met de lijnen die getrokken zijn door de punten voor de blokwaarden in 1989 en de gemiddelden van 2000-2004 geven een indicatie van het uiteindelijke niveaus bij het beheer van 'De Marke'. Het snijpunt ligt voor het P_{AL} getal tussen 30 en 40 (in het traject voldoende) en voor het P_w getal op ongeveer 20 (10 eenheden onder het traject voldoende). Het indicatieve evenwichtsniveau van P -totaal ligt op 128. Dat is 41 eenheden lager dan de uitgangssituatie. Volgens deze indicaties zal de hoeveelheid P_2O_5 in de bovenste 20 cm van de bouwvoor afnemen met ruim 1000 kg P_2O_5 . Dat betekent dat de initiële P_2O_5 voorraad afneemt met 24%.

Het verlies van P-totaal uit de laag 0-20 cm wordt teruggevonden in de laag 20-40 cm (Figuur 4.3). Het transport wordt veroorzaakt door i) uitspoeling van opgelost fosfaat en ii) vermoedelijk ook door dieper ploegen. Als op een plek de verdeling over het profiel gelijk is aan die in Figuur 4.3 zou opploegen van 1 cm van de laag 30-40 cm met een lager fosfaat gehalte al tot een afname leiden van het gehalte in de bovenlaag van 4%. Dat zou al gelijk zijn aan de helft van de totaal waargenomen afname. In de laag 40 – 60 cm wordt geen verhoging aangetroffen.



Figuur 4.3. P-totaal (in de figuur aangeduid met fosfaatgehalte) in verschillende bodemlagen op 'De Marke' in 1991 en in 2000-2004 (mg P₂O₅ per 100 gr grond)

5 Effecten van de bemesting van grasland en snijmaïs boven of onder de onttrekking

Om de gevolgen van bemesting onder en boven de onttrekking te leren kennen is in een aantal veldproeven gekeken naar de ontwikkeling van de drogestofopbrengst, het P-gehalte van het gewas en de bodemvruchtbaarheid.

Om de interactie tussen N- en P-bemesting op grasland vast te stellen is van 1994 tot 2003 een aantal veldproeven uitgevoerd. Voor vier van deze proeven zijn op het oog homogene percelen uitgekozen, de meststoffen werden goed verdeeld in minerale vorm toegediend en er werd niet beweid. De omstandigheden sluiten daarmee niet helemaal aan bij de praktijk. Deze proeven worden in het vervolg aangeduid als 'de maaiproeven'.

In 1997 zijn proeven gestart waarin de praktijkomstandigheden beter zijn benaderd door te beweiden en dierlijke mest toe te dienen. Deze proeven zijn op vier locaties uitgevoerd. De behandelingen waren afgeleid van de toenmalige MINAS-wetgeving: op de velden werd gestreefd naar bepaalde N- en P_2O_5 -overschotten. In het vervolg zijn deze proeven als 'de beweidingsproeven' aangeduid.

Binnen het project Koeien en Kansen is op een praktijkbedrijf een bemestingsproef met fosfaat uitgevoerd op fosfaatfixerende kleigrond. Deze proef geeft eveneens een beeld van hoe grasland onder praktijkomstandigheden reageert en is aangeduid als 'proef Van Wijk'.

5.1 Gras

5.1.1 De maaiproeven

De maaiproeven lagen op jonge zeeklei (Waiboerhoeve, 1994 – 1998), zandgrond (Bosma Zathe, 1995 – 2000), rivierklei (Bommelerwaard, 1996 – 2000) en veengrond (Zegveld, 1998 – 2003). Er is een aantal combinaties van N- en P-bemestingsniveaus aangelegd. Elk van de proeven had een eigen uitgangstoestand wat betreft PAL-getal. We analyseren hier alleen de objecten met een N-bemesting van 300 kg per ha, omdat dit bemestingsniveau het beste past bij de gebruiksnormen voor N. Als dat niveau niet aanwezig was is gekozen voor 200 of 250 kg N per ha per jaar. De behandelingen duurden 5 of 6 jaar. Uit de resultaten van de proeven zijn relaties afgeleid (zie Bijlage II). Er zijn verbanden gezocht tussen enerzijds PAL-getal en fosfaatbemesting en anderzijds drogestofopbrengst en het P-gehalte van de drogestof en er is gelet op ontwikkelingen daarin. Die relaties zijn gebruikt om de data in Tabel 5.1 en 5.2 te genereren. Volstaan wordt met begin- en einddata van een periode van 5 jaar. Extrapolatie naar een langere periode wordt niet verantwoord geacht.

Aannemelijk is dat het PAL-getal invloed heeft op de effecten van bemesting. Op twee proefvelden zijn, naast de reguliere behandelingen, verschillende PAL-niveaus gecreëerd. Hierdoor kon het effect van het PAL-getal op de gewasproductie worden geschat.

In het eerste jaar is het opbrengstverschil tussen een overschot van -40 en 40 kg P_2O_5 /ha 200 kg drogestof. Dit verschil loopt op tot 500 kg in het vijfde jaar. Gemiddeld over de jaren is het verschil 3%. Het verschil in opbrengst tussen een overschot van 20 kg en 0 kg (evenwicht) is 1% (negatief).

In het eerste jaar varieert het verschil in P-gehalte tussen -40 en 40 kg P_2O_5 overschot van 0.07 g/kg ds (2%, jonge zeeklei) tot 0.36 g/kg ds (11%, zand). In het vijfde jaar liggen de verschillen tussen de 0.53 g/kg ds (16%, jonge zeeklei) en 1.18 g/kg ds (39%, veen). Gemiddeld is het P-gehalte 15% hoger bij een overschot van 40 kg P_2O_5 per ha dan bij een overschot van -40 kg P_2O_5 per ha. Als we kijken naar het verschil tussen een overschot van 20 kg en 0 (evenwicht) is het P-gehalte van het gras 3% lager bij evenwichtbemesting. Het effect op de P-gehalten is dus veel groter dan het effect op de drogestofopbrengst.

De ontwikkeling van het PAL-getal van de bodem verschilt per proef maar op geen van de proeven was na de proefperiode een evenwicht in bodemvruchtbaarheid bereikt. Op de jonge zeeklei stijgt het PAL-getal zelfs zonder bemesting met P_2O_5 , bij een jaarlijkse gewasonttrekking van circa 80 kg P_2O_5 per ha. Op zand daalt het PAL-getal van de laag 0-5 cm nog net bij een overschot van 0 kg P_2O_5 per ha maar stijgt wanneer het getal voor een iets dikkere laag (0-10 cm) wordt berekend. Het PAL-getal van zand in de lagen 0-5 en 0-10 cm daalt bij negatieve overschotten en stijgt bij positieve overschotten. Op de rivierklei en veengrond daalt het PAL-getal in de lagen 0-5 en 0-10 cm bij negatieve overschotten en stijgt bij evenwichtsbemesting en de positieve overschotten. Per proef blijkt het omslagpunt voor stijging of daling van het PAL-getal dus rond de evenwichtsbemesting te liggen behalve op de jonge zeeklei (voor meer informatie wordt verwezen naar Bijlage II). Evenwichtsbemesting leidt in deze proeven op korte termijn (5-6 jaar) dus niet tot een (snelle) afname van het PAL-getal.

Tabel 5.1. *Berekende drogestofopbrengst (ton/ha) en P-gehalte in de drogestof (g/kg) in het eerste en vijfde jaar bij een jaarlijks bodemoverschot van -40, -20, 0 20 en 40 kg P_2O_5 per ha bij uitsluitend maaien en het gebruik van kunstmest.*

Proef	Jaar	Overschot, kg P_2O_5 per ha					Verschil -40 en 40
		-40	-20	0	20	40	
<u>drogestofopbrengst</u>							
- Jonge zeeklei	1	9.8	9.8	9.9	9.9	10.0	0.2
(Waiboerhoeve)	5	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	0.5
- Zand	1	13.8	13.8	13.9	13.9	14.0	0.2
(Bosma Zathe)	5	12.9	13.0	13.1	13.3	13.4	0.5
- Rivierklei	1	10.8	10.8	10.9	10.9	11.0	0.2
(Bommelerwaard)	5	8.2	8.3	8.4	8.5	8.7	0.5
- Veen	1	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	0.2
(Zegveld)	5	8.9	9.1	9.2	9.3	9.5	0.5
<u>P-gehalte drogestof</u>							
- Jonge zeeklei	1	3.37	3.39	3.40	3.42	3.44	0.07
(Waiboerhoeve)	5	3.41	3.55	3.68	3.81	3.94	0.53
- Zand	1	3.32	3.41	3.50	3.59	3.68	0.36
(Bosma Zathe)	5	3.72	3.95	4.18	4.41	4.63	0.89
- Rivierklei	1	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	0.20
(Bommelerwaard)	5	4.19	4.42	4.65	4.88	5.11	0.92
- Veen	1	3.43	3.48	3.52	3.56	3.60	0.17
(Zegveld)	5	3.02	3.32	3.61	3.91	4.20	1.18

Tabel 5.2. Berekende verandering PAL-getal in de lagen 0-5 cm en 0-10 cm over vijf jaar bij een jaarlijks bodemoverschot van -40, -20, 0 20 en 40 kg P₂O₅ per ha bij uitsluitend maaien en het gebruik van kunstmest.

Proef	Overschot, kg P ₂ O ₅ per ha					
	-40	-20	0	20	40	
PAL getal 0-5 cm						
Jonge zeeklei	PAL	23.4	27.8	35.9	44.7	53.5
startPAL 10.6	verandering	+12.8	+17.2	+25.3	+34.1	+42.9
Zand	PAL	24.1	22.4	25.1	31.9	38.8
startPAL 26.4	verandering	-2.3	-3.9	-1.3	+5.6	+12.5
Rivierklei	PAL	21.9	26.0	30.2	34.1	37.8
startPAL 22.9	verandering	-0.9	+3.2	+7.3	+11.2	+14.9
Veen	PAL	31.9	35.3	37.5	39.9	43.1
startPAL 36.2	verandering	-4.3	-0.9	+1.4	+3.7	+6.9
PAL getal 0-10 cm						
jonge zeeklei	PAL	17.4	20.4	25.1	30.2	35.3
startPAL 10.7	verandering	+6.7	+9.7	+14.4	+19.5	+24.6
Zand	PAL	18.6	20.4	23.2	27.1	31.0
startPAL 21.3	verandering	-2.7	-1.0	+1.9	+5.8	+9.7
Rivierklei	PAL	17.7	20.1	22.6	24.7	26.6
startPAL 20.5	verandering	-2.8	-0.3	+2.1	+4.2	+6.1
Veen	PAL	25.1	27.7	29.5	31.4	32.9
startPAL 25.1	verandering	-3.2	-0.7	+1.2	+3.0	+4.5

Een invloed van het PAL-getal van de laag 0-10 cm op de drogestofopbrengst is niet aantoonbaar op basis van de twee proeven van twee jaar waarin van te voren verschillende PAL-waarden waren gecreëerd (zie Bijlage II). Het P-gehalte van het gras reageerde echter wel. Op rivierklei en zand is bij het achterwege laten van fosfaatbemesting bij een PAL-getal van 13 het P-gehalte van het gras 0,5 - 0,6 g P per kg ds lager dan bij een PAL-getal van 35 tot 37. Bij een bemesting van 200 kg fosfaat/ha is dit verschil kleiner, namelijk 0,3 - 0,4 g P per kg ds.

5.1.2 De beweidingsproeven

Het meeste grasland in Nederland wordt beweid. De mest die tijdens beweiding uitgescheiden wordt komt zeer plaatselijk terecht, zodat de fosfaatbemesting met weidemest erg heterogeen is. Het is voorstelbaar dat dit gevolgen heeft voor de relatie tussen enerzijds bemesting (inclusief weidemest) en anderzijds de gewasgroei en de ontwikkeling van de fosfaattoestand van de bodem. Om na te gaan of beweiding tot andere resultaten leidt dan hierboven beschreven in maaiproeven zijn in 1997 beweidingsproeven aangelegd op jonge zeeklei, zand (2x) en veen. Er wordt gestreefd naar jaarlijkse bodemoverschotten van 0, +20 en +40 kg P₂O₅ per ha. Het onderzoek loopt nog. De resultaten zijn tot en met 2004 geanalyseerd (Van Middelkoop *et al.*, 2007). Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar Bijlage III.

Op de jonge zeeklei bleken tussen de objecten zelfs na 8 jaar geen verschillen te bestaan in drogestofopbrengst en het P-gehalte in de drogestof. Het PAL-getal bleef gelijk bij een overschot van 0 en steeg in 8 jaar met ongeveer 2 eenheden bij de positieve overschotten. Op zand was de drogestofopbrengst bij een overschot van 0 ongeveer 400 kg per ha per jaar lager dan bij een overschot van 40 kg P₂O₅ per ha. De drogestof bevatte per kg 0,5 g P minder. Het PAL-getal in de laag 0-10 cm daalde in 8 jaar met 3-4 eenheden als het overschot 0 kg was en bleef gelijk bij een overschot van 40 kg. Op veengrond waren de drogestofopbrengst en het P-gehalte van de drogestof

bij een overschot van 0 kg respectievelijk 400 kg per ha per jaar en 0,3 g P lager. Het PAL-getal in de laag 0-10 cm daalde 7 eenheden in 8 jaar bij een overschot van 0 en steeg 3 eenheden in 8 jaar bij een overschot 40 kg P_2O_5 . Op de zand- en veenlocaties lijkt dus tussen de 20 en 40 kg bodemoverschot aan P_2O_5 nodig te zijn om het PAL-getal stabiel te houden.

Het verschil tussen maaiproeven en weideproeven kan voor een deel verklaard worden uit het verschil in de verdeling van het overschot over het perceel (mestflatten vs homogene verdeling). In de beweidingsproef is één jaar gekeken naar het lot van mestflatten. Uit de metingen kwam naar voren dat de weidemest op 3,4% van de oppervlakte terecht kwam (Van Middelkoop *et al.*, 2004). Evenwichtbemesting betekende dat het perceel voor 3,4% van de oppervlakte ver boven onttrekking was bemest, met ca. 1000 kg P_2O_5 per ha, en voor 96,6% ongeveer 30 tot 40 kg P_2O_5 per ha onder onttrekking. In de loop van de jaren wordt de oppervlakte waar mestflatten terecht gekomen zijn uiteraard groter. Een berekening met als aanname dat de verdeling van de meststoffen volledig willekeurig is, leert dat na 10 jaar ongeveer 30% van de oppervlakte één of meer keren met een mestflat is bedekt. Na 40 jaar is dit 80 tot 85%.

5.1.3 Fosfaatfixerend kleigrasland: proef Van Wijk

Het bedrijf Van Wijk, deelnemer aan het project Koeien & Kansen, is gelegen op fosfaatfixerende rivierklei. De fosfaattoestand op de meeste percelen is daardoor laag of vrij laag. In 1999 waren er indicaties dat een bemesting die gebaseerd was op het realiseren van de MINAS-eindnormen m.b.t. het fosfaatoverschot ten koste ging van de graslandopbrengst. In Koeien & Kansen is fosfaatkunstmest als balanspost meegeteld. Een lagere grasopbrengst betekent een hogere aanvoer van N en P als ruwvoer. Daarom is besloten op het bedrijf drie percelen met een PAL-getal van respectievelijk 11, 9 en 10 elk in tweeën te verdelen en deze helften verschillend te bemesten. De ene helft van de percelen, de min-percelen, is bemest overeenkomstig de MINAS-eindnormen en vanaf 2004 volgens de gebruiksnormen van 2009. Op de andere helft, de plus-percelen, is ernaar gestreefd overeenkomstig het advies te bemesten.

De gegevens over de bemesting, de opbrengst, het P-gehalte in het gras en de ontwikkeling van het PAL-getal zijn vermeld in Bijlage IV.

De min-percelen zijn tussen 2000 en 2005 gemiddeld 34 kg P_2O_5 per ha per jaar beneden het advies bemest en de plus percelen gemiddeld 21 kg P_2O_5 per ha per jaar erboven. De grasopbrengst van de min-percelen was gemiddeld 904 kg drogestof per ha lager dan van de plus-percelen. Het P-gehalte van de drogestof was gemiddeld 0,27 g P per kg lager met het grootste verschil in de eerste snede: 0,7 g P per kg.

In Tabel 5.3 is de gemiddelde P-bemesting en –onttrekking gegeven op de min- en op de plus-percelen en de ontwikkeling van het P-AL-getal. De gemiddelde bemesting minus de onttrekking (het overschot) op de min-percelen was ruim 16 kg P_2O_5 per ha per jaar. In totaal is in 2000 t/m 2005 98 kg P_2O_5 per ha meer bemest dan er onttrokken is. Het P-AL-getal steeg 1 à 2 eenheden. Op de plus-percelen is gemiddeld bijna 57 kg P_2O_5 per ha per jaar meer bemest dan onttrokken; over de hele periode 340 kg P_2O_5 . Het PAL-getal is met 10 eenheden gestegen. Een bemesting met 34 kg P_2O_5 per ha boven de onttrekking lijkt op deze fosfaatfixerende grond voldoende om het PAL-getal met een eenheid te laten stijgen. Naar verwachting zal het PAL-getal bij bemesting overeenkomstig de onttrekking nauwelijks dalen. Wel is de drogestofopbrengst bij een lage P-toestand op deze grond bij bemesting overeenkomstig de onttrekking 900 -1000 kg drogestof per ha per jaar lager dan bij bemesting overeenkomstig het advies.

Tabel 5.3. Bemesting, onttrekking (kg P₂O₅ per ha) en PAL-getal op de min- en de plus-percelen. Een PAL-getal van 23 is op deze rivierklei juist voldoende.

	2000	2001	2002*	2003	2004	2005
Min percelen						
P-bemesting	91	146	180	143	94	103
P-onttrekking	85	119	101	96	134	124
Bemest – onttrekking	6	27	79	47	-40	-21
P-AL-getal	12		13	15		14
Plus percelen						
P-bemesting	168	199	234	199	143	144
P-onttrekking	97	136	115	110	142	147
Bemest - onttrekking	71	63	119	89	1	-3
P-AL-getal	13		18	25		23

* Vanaf 2002 bemonsteringsdiepte 0-10cm, daarvoor 0-5 cm.

5.2 Snijmaïs

In november 2005 is voor de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen een onderzoek uitgevoerd naar de wenselijkheid van aanpassing van het fosfaatadvies voor snijmaïs (Holshof en Van Riel, 2006). Ten behoeve van dat onderzoek zijn data verzameld van proeven waarin de P-bemesting was gevarieerd. De Pw-getallen van de bodem waarop de proeven waren aangelegd lagen tussen 20 en 100. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar Bijlage V. Uit de analyse bleek dat er geen direct verband was tussen de P-gift en de drogestofopbrengst. Het Pw-getal was wel positief gecorreleerd was met de opbrengst. Uit de analyse van deze data bleek dat een toename van het Pw-getal over het traject 20 tot 100 een toename van de drogestofopbrengst gaf van 14,5 kg ds per eenheid Pw. De drogestofopbrengst was bij een Pw van 50 dus 290 kg per ha hoger dan bij een Pw van 30. Het is niet waarschijnlijk dat de stijging van de opbrengst doorgaat bij een Pw-getal hoger dan 100. Directe effecten van fosfaatbemesting op de fosfaatgehalten zijn wel aanwezig maar van geringe betekenis.

Er is geen analyse uitgevoerd van de verandering van het Pw-getal onder invloed van bemesting of overschot.

De schatting is dat de drogestofopbrengsten van snijmaïs bij evenwichtbemesting op zeer lange termijn ongeveer 800 kg per ha lager zullen zijn dan bij bodemoverschot van 20 of 40 kg P₂O₅ per ha. We schatten dat het Pw-getal naar circa 10 - 20 zal dalen. Bij een overschot van 20 kg P₂O₅ per ha per jaar zal het Pw-getal ongeveer 30 en bij een overschot van 40 kg P₂O₅ per ha per jaar ongeveer 60 zijn. De schatting is dat bij een Pw-getal van 60 de opbrengst ongeveer 400 kg ds per ha hoger zal zijn dan bij een Pw-getal 30.

6 Differentiatie

6.1 Waarom differentiëren?

Uit Hoofdstuk 3 komt naar voren dat de voorgenomen fosfaatgebruiksnorm van 2015 voor zowel gras als maïs gemiddeld goed overeenkomt met de gemiddelde hoeveelheid P_2O_5 in het geoogste gewas. Gemiddeld zal de Nederlandse melkveehouderij daarmee evenwichtbemesting realiseren.

Het hanteren van generieke fosfaatgebruiksnormen voor grasland en maïsland zal er toe leiden dat vanaf 2015 naar schatting 25% van de bedrijven een negatief bodemoverschot zal hebben van minstens 10 kg P_2O_5 per ha per jaar. Omdat dit vooral de intensieve melkveebedrijven treft, is dat één op één te vertalen naar extra mestafzet, een kostenpost van minstens 100 €/ha. Voor ruim de helft van de bedrijven is de normatieve gebruiksnorm hoger dan de opbrengst; voor 15% is het verschil meer dan 10 kg P_2O_5 per ha. Door het positieve bodemoverschot van deze bedrijven zal een verdere accumulatie van P_2O_5 in de bodem optreden.

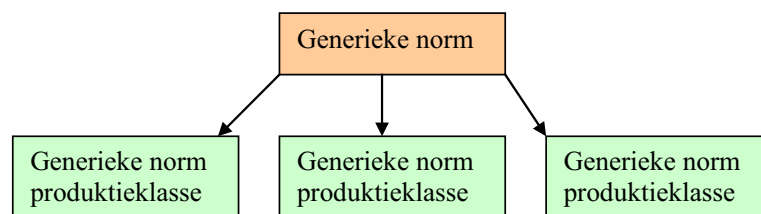
Differentiëren van de fosfaatgebruiksnorm naar bedrijfsomstandigheden kan de afwijking beperken van het beoogde evenwicht tussen fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst, en daarmee de milieu- en economische schade beperken die ontstaat door overbemesting (accumulatie fosfaat in de bodem op vooral extensieve bedrijven) of onnodige afvoer van mest (intensieve bedrijven).

6.2 Mogelijkheden voor differentiatie

Bij differentiëren is de vraag hoe een positief of negatief bodemoverschot zoveel mogelijk kan worden voorkomen op bedrijfsniveau, dus hoe de P_2O_5 -bemesting en P_2O_5 -opbrengst zo goed mogelijk bij elkaar aan kunnen sluiten (evenwichtbemesting). We hebben daarvoor de volgende mogelijkheden:

- differentiëren naar melkproductie per ha
- differentiëren als bij stikstofgebruiksnormen
- differentiëren naar gewasopbrengst, bepaald op basis van de bedrijfsspecifieke excretie
- differentiëren naar de bedrijfsbalans voor P_2O_5

6.2.1. Differentiëren naar melkproductie per ha

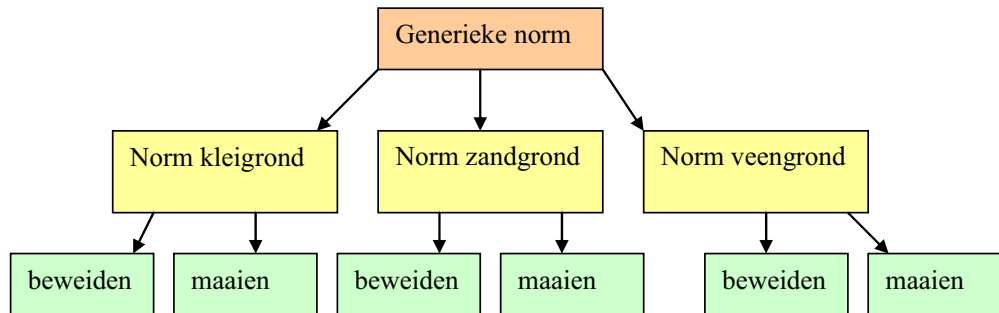


Figuur 6.1. Schematische weergave van differentiatie naar melkproductie per ha.

Gesignaleerd werd dat het grasland van bedrijven met een hoge melkproductie per ha gemiddeld meer fosfaat als kuil- of weidegras opbrengt dan het grasland van extensieve bedrijven, waarschijnlijk vooral als gevolg van verschillen in de benutting van het gegroeide gras. We kunnen dus een fosfaatgebruiksnorm bedenken per productieklasse. Voor een goede beoordeling van deze mogelijkheid moet de relatie tussen intensiteit en grasopbrengst verder worden onderzocht. Dat kan in de eerstvolgende analyse van de bedrijven in het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM). Omdat ook binnen een klasse tussen bedrijven waarschijnlijk grote verschillen bestaan tussen de fosfaatopbrengst van het grasland lost deze benadering maar een deel van het probleem op. Het is niet aannemelijk dat ook bij

snijmaïs de gewasopbrengst gerelateerd is aan de melkproductie per ha, maar het is een kleine moeite de analyse ook voor dit gewas uit te voeren.

6.2.2 Differentiëren als bij de stikstofgebruiksnormen



Figuur 6.2. Schematische weergave van differentiatie als bij de stikstofgebruiksnormen.

De gebruiksnormen voor stikstof zijn afhankelijk van grondsoort en wel of niet beweiden. Bij die gebruiksnormen horen veronderstelde N-opbrengsten. We kunnen die opbrengsten vertalen naar fosfaatopbrengsten, door een vaste verhouding tussen stikstof en fosfaat te veronderstellen. Als we de aanpak voor stikstof op die manier doortrekken naar fosfaat ontstaan fosfaatopbrengsten (=gebruiksnormen) van 93 - 110 kg/ha voor grasland en van 55 – 59 kg voor maïsland (Tabel 6.1). Als we deze normen toepassen op de bedrijven in Koeien & Kansen en vergelijken met de werkelijke gewasopbrengsten blijkt de mate van spreiding vrijwel gelijk aan die bij de generieke norm. Differentiatie op deze manier lijkt dus weinig zin te hebben maar het aantal bedrijven in Koeien & Kansen is te gering voor een goede analyse. Het is daarom verstandig deze mogelijkheid te toetsen met behulp van het eerder genoemde LMM-bestand.

Tabel 6.1. De N-bemestingsnormen voor gras- en maisland, de daarbij veronderstelde stikstofopbrengsten en de vertaling daarvan naar fosfaatopbrengst (= gedifferentieerde bemestingsnorm, kg/ha).

	N-norm totaal		
	klei	veen	zand
<i>Bedrijven met beweiding</i>			
Grasland	310	265	260
Maïs	160		150
<i>Bedrijven zonder beweiding</i>			
Grasland	350	300	340
Maïs	160		150

	Netto N-opbrengst bij 250 kg N als dierlijke mest		
	klei	veen	Zand
<i>Bedrijven met beweiding</i>			
Grasland	350	340	320
Maïs	169		169
<i>Bedrijven zonder beweiding</i>			
Grasland	379	355	363
Maïs	156		156

	Netto fosfaatopbrengst = gebruiksnorm meststoffen		
	klei	veen	Zand
<i>Bedrijven met beweiding</i>			
Grasland	102	99	93
Maïs	59		59
<i>Bedrijven zonder beweiding</i>			
Grasland	110	103	106
Maïs	55		55

6.2.3 Differentiëren naar gewasopbrengst, bepaald op basis van de bedrijfsspecifieke excretie

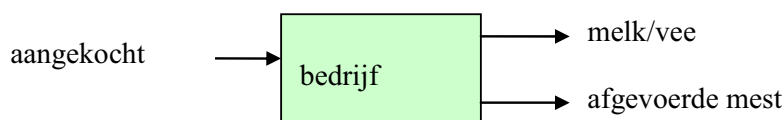


Figuur 6.3. Schematische weergave van het berekenen van de hoeveelheid P_2O_5 in het geoogste gewas op basis van de bedrijfsspecifieke excretie: P_2O_5 in geoogst gewas = P_2O_5 als melk/vlees + P_2O_5 excretie – P_2O_5 in aangekocht voer

De generieke excretienormen voor N en P_2O_5 van dieren zijn gebaseerd op een dierbalans: de excretie is het verschil tussen aanvoer als voer en afvoer als melk en vlees. Ook de Excretiewijzer, het binnen Koeien & Kansen ontwikkelde hulpmiddel waarmee de melkveehouder de stikstof- en fosfaatexcretie van de veestapel specifiek op bedrijfsniveau kan vaststellen en naar de overheid verantwoorden, gaat uit van die systematiek. De excretiewijzer berekent aller-

eerst de normatieve energiebehoefte van de veestapel en trekt daar de energie in aangekochte voer van af. De resterende energie is door het eigen gras- en maïsland geleverd (geoogst gewas). Uit bedrijfsspecifieke analyses van de producten van dit gras- en maïsland is de verhouding tussen energie en P_2O_5 bekend. De eigen productie aan energie kan daardoor worden vertaald naar P_2O_5 . Deze uitbreiding van de Excretiewijzer met een fosfaatproductie-module is vrij eenvoudig. De veehouder hoeft als extra's alleen de arealen grasland en maïsland op te geven. De berekende opbrengsten kunnen dan gelden als fosfaatgebruiksnormen. De methode heeft als nadelen dat er fouten kunnen ontstaan door verkeerde analyseresultaten van voer of verkeerde invoer van gegevens. Desondanks zal de afwijking van evenwichtbemesting op bedrijfsniveau klein zijn. Een voordeel is dat ongeveer 30% van de veehouders de Excretiewijzer al gebruikt. Deze benadering stimuleert intensieve bedrijven hun best te doen zoveel mogelijk voer van eigen land te winnen, omdat dan een hogere fosfaatgebruiksnorm geldt en minder mest hoeft te worden afgezet, en beperkt daarmee de aankoop van voer en het nationale mestoverschot. Een belangrijk voordeel is dat de veehouder beter zicht krijgt op interne bedrijfsstromen, waardoor de voeding en de bemesting beter te optimaliseren zijn.

6.2.4 Differentiëren naar de bedrijfsbalans voor P_2O_5



Figuur 6.4. Schematische weergave van de bedrijfsbalans als instrument voor het realiseren van fosfaatevenwichtbemesting (bodemoverschot = 0): P_2O_5 in aangekocht voer = P_2O_5 in melk/vee + P_2O_5 in afgevoerde mest. Het gaat om de netto bedragen (voorbeeld: de post 'aangekocht voer' is het verschil tussen de aankoop en de verkoop van voer).

Fosfaatevenwichtbemesting impliceert dat er geen bodemoverschot aan P_2O_5 mag zijn. Gerekend over een langere periode komt het bodemoverschot overeen met het overschot op de bedrijfsbalans, omdat P_2O_5 niet vervluchtigt. Natuurlijk moet ook hier rekening gehouden worden met meet- en analysefouten met betrekking tot de aan- en afvoer van producten, maar die zijn waarschijnlijk minder groot dan bij de vorige optie, omdat eigen voer buiten de berekeningen blijft. Bij deze benadering blijven de hoogte van de fosfaatbemesting en de opbrengsten van de gewassen als interne bedrijfsstromen onzichtbaar. Het berekenen van de fosfaatexcretie van de veestapel wordt overbodig. De bedrijfsbalans stimuleert intensieve bedrijven de aankoop van P_2O_5 als voer te beperken. De grote charme van deze benadering is de eenvoud. Meerdere Europese landen overwegen de bedrijfsfosfaatbalans in te voeren als instrument om het bodemoverschot te reguleren als vervanging van of aanvulling op fosfaatgebruiksnormen. In sommige Europese landen, waaronder Noord-Ierland, is het bijhouden van de bedrijfsfosfaatbalans zelfs een voorwaarde om in aanmerking te komen voor derogatie.

7 Economische gevolgen

Om de bedrijfseconomische gevolgen van de hoogte van gebruiksnormen te kunnen schatten moeten keuzes worden gemaakt op basis van de informatie in voorgaande hoofdstukken. Zo is aangenomen dat de drogestof-opbrengst van grasland iets afneemt bij bemesten naar onttrekking of iets daaronder bij een lage tot voldoende fosfaattoestand van de bodem (Tabel 7.1).

Tabel 7.1. *Opbrengstverandering in kg drogestof/ha t.o.v. evenwichtsbemesting (= fosfaatoverschot 0) bij PAL-getal 20-30 (vrij laag tot voldoende).*

	P ₂ O ₅ overschot, kg per ha per jaar				
	-40	-20	0	20	40
1 ^e jaar	-100	-50	0	+50	+100
5 ^e jaar	-200	-100	0	+100	+200
10 ^e jaar	-500	-250	0	+250	+500

Wanneer dit gras nodig is om de veestapel te voeden kan een bedrijf het verschil aanvullen met aankoop van gras. Bij een bemesting van 40 kg P₂O₅ beneden onttrekking en een prijs van € 13,48 per 100 kg ds gras(kuil). Overzichten kVem prijs in NL van 2006 (pers. med. G. Remmelink) zijn de extra kosten ten opzichte van evenwichtsbemesting in het 1^{ste} jaar circa € 13 per ha en in het 10^e jaar circa € 67 per ha (Tabel 7.2).

Tabel 7.2. *Kostenverandering in euro/ha t.o.v. evenwichtsbemesting (= overschot 0) bij PAL-getal 20-30 (vrij laag tot voldoende).*

	P ₂ O ₅ overschot, kg per ha per jaar				
	-40	-20	0	20	40
1 ^e jaar	+13	+7	0	-7	-13
5 ^e jaar	+27	+13	0	-13	-27
10 ^e jaar	+67	+33	0	-33	-67

Bij hogere PAL-getallen is de verwachting dat het langer duurt voordat deze opbrengstverschillen zullen ontstaan. In de weideproef is over 10 jaar een daling van circa 1 eenheid PAL per jaar te zien bij bemesting overeenkomstig onttrekking. Wanneer we daarvan uitgaan is bij een PAL-getal van 45 de uitgangssituatie uit Tabel 7.2 bereikt na 15 tot 25 jaar. Bij een PAL-getal van 60 is de verwachting dat in de eerste jaren het PAL-getal wat sneller daalt. Naar schatting neemt de daling van het PAL-getal (0-10cm) van 60 tot 45 ongeveer 8 tot 15 jaar in beslag. In 23 tot 40 jaar is dan de uitgangssituatie in Tabel 7.2 bereikt.

De effecten op zeer lange termijn zijn onzeker en nog niet uit de in de vorige hoofdstukken behandelde veldproeven af te leiden. Op basis van de berekeningen in het rapport over de milieu-effecten (Chardon *et al.*, 2007) is te verwachten dat de bodemvruchtbaarheid verder zal afnemen en de kosten dus hoger zullen worden dan vermeld in Tabel 7.2.

Het grootste verschil tussen wel en geen P₂O₅ bemesting in proeven is ongeveer 2 ton drogestof per ha op jaar-basis. Wanneer we dit aanhouden als maximum effect, is het verschil in arbeidsopbrengst tussen een overschot van -40 en +40 kg P₂O₅ per ha bij de voederprijzen van 2006 circa €270 per ha.

Door een afnemende bemesting zal het P-gehalte van gras dalen. Omdat rantsoenen vrijwel altijd meer P bevatten dan voor de voorziening van het vee nodig is leidt dit niet tot extra kosten.

Bovenstaande resultaten gelden hoogst waarschijnlijk niet voor fosfaatfixerende gronden, zoals de proef op bedrijf Van Wijk laat zien. Gemiddeld over 6 jaar was de opbrengst ongeveer 1 ton drogestof per ha per jaar (ca. € 135 per ha) lager bij een bemesting van 16 kg P₂O₅ boven de onttrekking ten opzichte van 57 kg P₂O₅ erboven. Op de langere termijn zijn de opbrengsteffecten sterk afhankelijk van de ontwikkeling van de fosfaatfixatie.

De opbrengsteffecten van verschillen in fosfaatbemesting van snijmais zijn de eerste jaren zeer gering. De opbrengst is wel afhankelijk van het Pw-getal (14,5 kg ds per ha per eenheid Pw over een Pw-traject van 20 tot 100). De daling van het Pw-getal lijkt traag te verlopen. We gaan er daarom van uit dat evenwichtsbemesting met fosfaat de eerste 10 jaar nauwelijks opbrengst kost.

Het aanscherpen van de fosfaatgebruiksnorm voor fosfaatmeststoffen houdt in dat minder dierlijke mest per ha kan worden uitgereden. Bedrijven met een hoge veebezetting zullen dan meer mest moeten afvoeren, wat extra kosten met zich meebrengt. De extra afvoer is echter minder dan de daling van de gebruiksnorm omdat het P-gehalte van het gras zal dalen en daardoor ook de excretie van de veestapel en daarmee de behoefte aan mestafzet. De volgende voorbeeldberekening maakt dit duidelijk.

We gaan uit van een zandbedrijf dat op 30% van haar grond mais teelt. Tussen 2008 en 2015 wordt de gebruiksnorm aangescherpt met 15 kg P₂O₅ per ha tot 81 kg. Dat is een afname van mestafzetruimte van 16%. De koeien produceren elk 8.000 kg melk en de jongveebezetting is 0.67 stuks per melkkoe. De voeropname door een melkkoe is op jaarbasis grofweg 4000 kg ds uit ruwvoer en 2000 kg ds uit krachtvoer. Per pink is dat 2500 kg ds uit ruwvoer en 100 kg ds krachtvoer en per kalf 1000 kg ds uit ruwvoer en 200 kg ds uit krachtvoer. Dit betekent dat er 5155 kg ds uit ruwvoer en 2100 kg ds uit krachtvoer nodig is per aangeklede melkkoe (koe plus jongvee).

Een mengsel van $\frac{3}{4}$ gras en $\frac{1}{4}$ snijmais heeft momenteel een P-gehalte van $\frac{3}{4} * 4 + \frac{1}{4} * 2 = 3,5$ g P per kg ds. Krachtvoer bevat ongeveer $\frac{3}{4} * 5 + \frac{1}{4} * 8 = 5,75$ g P per kg ds ($\frac{3}{4}$ standaard krachtvoer, $\frac{1}{4}$ eiwitrijk krachtvoer). De opname per aangeklede melkkoe is dan: 3,5 kg P per ton ds * 5,155 ton ds ruwvoer + 5,75 kg P per ton ds * 2,1 ton ds krachtvoer = 30,1 kg P. De afvoer in melk is 8000 kg melk * 0,9 g P per kg melk = 7,2 kg P. De afvoer in de groei van melkkoe + jongvee is 1,6 kg P. De P-excretie per melkkoe incl. jongvee is dan 30,1 kg opname - 8,8 kg in melk en groei = 21,3 kg P (49,0 kg P₂O₅).

Het P-gehalte van het gras daalt bij aanscherping van de gebruiksnorm fosfaat. Bij de invoering van de evenwichtsbemesting in 2015 is het P-gehalte in gras naar schatting ongeveer 0,2 g P per kg ds lager dan nu. De excretie van de veestapel neemt daardoor met bijna 4% (1,8 kg) af tot 47,2 kg P₂O₅ per aangeklede koe. De 16% aanscherping van de gebruiksnorm wordt dus voor bijna een kwart gecompenseerd door minder excretie.

8 Discussie en conclusies

8.1 Hoe groot is de fosfaatonttrekking door gras en maïs gemiddeld en hoe groot is de spreiding tussen bedrijven?

De generieke fosfaatgebruiksnorm 2015 gaat uit van een fosfaatopbrengst van grasland van 90 kg/ha. De fosfaatopbrengst van grasland van gangbare praktijkbedrijven in het BedrijfsInformatieNetwerk (BIN) is gemiddeld 97 kg/ha, de voorlopers in Koeien & Kansen scoren gemiddeld 94 kg/ha. De gemiddelde opbrengst komt goed overeen met de 98 kg/ha die op basis van een groot aantal proefveldgegevens door Ehlert *et al.* (2006) gerapporteerd werd voor grasland dat volgens advies bemest werd en een voldoende of ruim voldoende fosfaattoestand had. Bij de generieke fosfaatgebruiksnormen 2015 realiseert ongeveer 25% van de bedrijven een negatief bodemoverschot van meer dan 10 kg P_2O_5 /ha (en dus geen evenwichtbemesting) omdat de hoeveelheid fosfaat in het geoogste gras en maïs hoger is dan de hoeveelheid P_2O_5 die volgens die generieke fosfaatgebruiksnormen kan worden toegediend. Ongeveer 15% van de bedrijven realiseert een positief bodemoverschot van meer dan 10 kg P_2O_5 /ha (en dus geen evenwichtbemesting) omdat de hoeveelheid fosfaat in het geoogste gras en maïs lager is dan de hoeveelheid P_2O_5 die volgens die generieke fosfaatgebruiksnormen kan worden toegediend.

De gemiddelde fosfaatopbrengst van maïsland is bij de BIN-bedrijven 58 kg/ha en bij Koeien & Kansen 64 kg/ha. De spreiding lijkt veel geringer dan bij gras. Bij Koeien & Kansen variëren de opbrengsten van 52 tot 71 kg. Op basis van proefveldgegevens berekent Ehlert *et al.* (2006) een opbrengst van 62 kg bij een ruim voldoende fosfaattoestand.

Aannemende dat bij evenwichtbemesting de P-gehalten iets dalen kan worden geconcludeerd dat de generieke gebruiksnorm voor grasland geen bijstelling behoeft. Ook de norm voor maïs kan op 60 kg/ha worden gehandhaafd.

8.2 Hoe verhoudt het landbouwkundig bemestingsadvies zich ten opzichte van de generieke gebruiksnormen?

Als we uitgaan van het meest gangbaar graslandgebruik, waarbij het grasland jaarlijks 2 keer wordt gemaaid en verder overdag beweid, is de aanvoer van meststoffen volgens landbouwkundig advies gelijk aan de gebruiksnorm 2015 (90 kg/ha) als de fosfaattoestand van de bodem ruim voldoende is. Ongeveer 23% van de percelen heeft een hogere toestand. Voor die percelen is volgens het advies 12 kg fosfaat minder nodig dan de gebruiksnorm. Ongeveer 43% van de percelen heeft 20 – 45 kg meer nodig dan de gebruiksnorm om volgens advies te kunnen worden bemest.

Als het maïsland volvelds volgens advies wordt bemest zal voor 50% van de percelen de bemesting lager zijn dan de gebruiksnorm van 60 kg fosfaat/ha (2015). Bij geheel of gedeeltelijke rijenbemesting is dat percentage hoger.

Als we uitgaan van een hoge fosfaattoestand van de bodem moeten we volgens het advies het grasland met 78 kg fosfaat/ha bemesten (inclusief weidemest). Het maïsland wordt dan niet met fosfaat bemest. Op een bedrijf met 70% grasland wordt er dan gemiddeld bemest met 55 kg/ha terwijl dit conform de 2015-gebruiksnormen 81 kg mag zijn, een verschil van 26 kg fosfaat/ha.

Het huidige bemestingsadvies is niet gebaseerd op evenwichtbemesting. Het advies moet zich gaan richten op een optimale verdeling van de beschikbare meststoffen over percelen en seizoenen. De resultaten van nieuwe analysemethodieken en de verplichte registraties als gevolg van een derogatietoekenning (bodemanalyses, grondgebruik, bemesting) kunnen daarbij worden betrokken.

8.3 Wat kost het voorgenomen aanscherpen van de generieke normen de melkveehouder?

Voor een zandbedrijf dat op 30% van haar grond maïs teelt wordt tussen 2008 en 2015 de gebruiksnorm gemiddeld over het bedrijfsareaal aangescherpt met 15 kg P_2O_5 per ha, van 96 tot 81 kg. Het aanscherpen van de normen gaat zeker de eerste 10 jaar maar zeer beperkt ten koste van de gewasopbrengst of gewaskwaliteit. Als de fosfaatgebruiksnorm op bedrijfsniveau hoger is dan 90 kg per ha is de stikstofnorm (250 kg/ha) in de regel limiterend voor het gebruik van dierlijke mest. De afname tot 90 kg veroorzaakt dus geen extra mestafzetkosten. De verdere aanscherping van de fosfaatsnormen beperkt de plaatsingsruimte van dierlijke mest op het bedrijf. Door lagere P-gehalten in het ruwvoer, als gevolg van minder bemesten, neemt de P-excretie tot 2015 met bijna 4% af. Het netto verlies aan plaatsingsruimte is dan geen 9 kg fosfaat/ha (90 - 81) maar ongeveer 6 kg. De extra kosten van mestafzet plus de extra kosten voor voeraankoop worden geschat op 100 €/ha.

8.4 Gaat evenwichtbemesting ten koste van de bodemkwaliteit?

De veldproeven met als thema evenwichtbemesting zijn nog jong en moeten langdurig worden voortgezet omdat bodemprocessen traag verlopen en omdat de uitslagen van analyses van de fosfaattoestand van de grond soms door nog niet begrepen oorzaken sterk kunnen afwijken van de trend. Een lange reeks analyses is dus nodig voor een betrouwbaar beeld. Het huidige beeld is dat bij evenwichtbemesting de fosfaattoestand van de bodem langzaam daalt tot een niveau dat landbouwkundig geen problemen hoeft te geven. Wel is het belangrijk de meststoffen goed te verdelen omdat anders op plekken binnen het perceel het bodemoverschot negatief kan zijn. Beweiding wordt minder aantrekkelijk omdat door mestflatten fosfaat op plekjes accumuleert waarbij de tussenliggende ruimte verarmt. Door op te stallen kan men fosfaat in dierlijke mest veel beter verdelen over en binnen de percelen.

8.5 Waarom differentiëren en wat zijn goede mogelijkheden?

Het gebruik van één gebruiksnorm voor grasland en één voor maïs leidt ertoe dat op veel bedrijven het bodemoverschot zwaar positief of negatief is, dus dat geen evenwichtbemesting wordt gepraktiseerd. Dat heeft negatieve milieukundige of economische gevolgen. Het zijn vermoedelijk de intensiefste, best geleide bedrijven met goede bodemcondities die aan de generieke norm voor fosfaatonttrekking tekort komen. Het is de moeite waard om te onderzoeken of de generieke normen kunnen worden verfijnd op basis van kenmerken als grondsoort of melkproductie per ha. De afwijking van evenwichtbemesting kan dan wellicht worden beperkt.

Echte evenwichtbemesting op bedrijfsniveau kan op twee manieren worden gerealiseerd:

1. Met behulp van een bedrijfsbalans voor fosfaat. Als de afvoer van fosfaat (als melk, dieren en eventueel dierlijke mest) gelijk is aan de aanvoer (als voer en meststoffen) is het overschot op de bodembalans nihil en is dus sprake van evenwichtbemesting. In sommige Europese landen is het bijhouden van de bedrijfsfosfaatbalans een voorwaarde voor derogatie.
2. Door uitbouwen van de 'Handreiking bedrijfsspecifiek vaststellen excretie', die al door zeker 30% van de veehouders wordt gebruikt. Het is hierdoor mogelijk de fosfaatopbrengst van het grasland en de zelf geteelde voedergewassen te berekenen. Deze opbrengst kan als bemestingsnorm gelden.

Beide manieren hebben als voordeel dat ze meer inzicht bieden in bedrijfsprocessen en daarmee het vakmanschap van de veehouder vergroten waardoor voer en mest beter worden benut. Dat leidt niet alleen tot betere financiële resultaten maar ook tot een betere milieukwaliteit.

8.6 Hoe kan de veehouder worden geholpen verstandig om te gaan met evenwichtbemesting?

Het verlagen van de bemesting tot evenwichtsbemesting kan op twee manieren pijn doen. Minder fosfaat uit mest kan ertoe leiden dat de gewassen minder fosfaat kunnen opnemen en daardoor minder produceren waardoor meer voer moet worden aangekocht. De schade kan worden beperkt door de fosfaat in de mest beter benutbaar te maken. Dat kan door minder te beweiden (zie hierboven), door rijenbemesting bij maïs, door nauwkeurige afstemming van de drijfmestgift op de fosfaattoestand van het perceel en het beoogde gebruik (dus niet meer standaard een zekere hoeveelheid drijfmest per ha maar optimaliseren binnen de bedrijfscontext). Hiervoor zou een rekenmodel kunnen worden ontwikkeld.

Wisselbouw kan de beschikbaarheid van fosfaat voor maïs vergroten door versterkte mineralisatie van organische stof die tijdens de graslandfase is opgehoopt. Op proefbedrijf De Marke is fosfaatgebrek nu veel minder een probleem dan in de eerste jaren, terwijl de bemesting niet veranderd is en de fosfaattoestand van de bodem lager is.

Minder mogen bemesten betekent voor veel bedrijven hogere kosten voor mestafzet. Minder bemesten zal het fosforgehalte van het gras drukken en daarmee de excretie, waardoor de hoeveelheid extra af te zetten mest minder is dan in eerste instantie lijkt. In de regel hebben intensieve bedrijven nog ruimte om de aanvoer van fosfor te beperken door keuzes van aangekochte voedermiddelen. Het door het project Koeien & Kansen ontwikkelde rekenmodel Excretie-plus kan helpen de grenzen op te zoeken m.b.t. de aanvoer van fosfaat met voedermiddelen.

Door bijscholing van melkveehouders en hun adviseurs kan een grote groep bedrijven mestafvoer voorkomen of sterk beperken. De bijscholing moet gericht zijn op het verlagen van de excretie per ton melk. Belangrijke onderwerpen zijn: het optimaliseren van de verhouding tussen arealen gras en maïs, de jongveebezetting, de aankoop van (kracht)voer en het verstandig bemesten binnen de grenzen die fosfaatgebruiksnormen stellen.

Literatuur

- Aarts, H.F.M.; Daatselaar, C.H.G. & Holshof, G., 2005.
Bemesting en opbrengst van productiegrasland in Nederland. Rapport Plant Research International 102, Wageningen.
- Chardon, W.J., M. Pleijter, C. van der Salm, O.F. Schoumans & O. Oenema, 2007.
Milieukundige gevolgen van aanscherping en differentiatie van fosfaatgebruiksnormen in de landbouw. Alterra rapport 1571, Wageningen.
- Dijk, W. van, P.H.M. Dekker, H.F.M. ten Berge, A.L. Smit & J.R. van der Schoot, 2007.
Landbouwkundige gevolgen van aanscherping en differentiatie van fosfaatgebruiksnormen voor de akker- en tuinbouw. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, publicatie nr. 367 (in voorbereiding).
- Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop & P.H.M. Dekker, 2006.
Actualisatie van fosforgehalten en fosfaatafvoercijfers van landbouwgewassen. Alterra rapport 1348, Wageningen.
- Holshof, G. & J. van Riel, 2006.
Naar een nieuwe P-advies snijmaïs. Notitie ten behoeve van CBGV.
- Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, D.J. den Boer, M. 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. Rapport 48 Animal Sciences Group, Lelystad.
- Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, P.A.I. Ehlert, G. André, D. Oudendag & M. Pleijter, 2007.
Effecten van fosfaat- en stikstofoverschotten op grasland II. Rapport 68. Animal Sciences Group, Lelystad
- Schoumans, O.F., 2007.
Trends in de fosfaattoestand van landbouwgronden in Nederland in de periode 1998 – 2003. Alterra rapport 1537, Wageningen.
- Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema & G.J. Monteny, 2004.
Actualisering van geschatte N en P excreties door rundvee. Alterra, Reeks Milieu en Landelijk gebied 23, Wageningen.

Bijlage I.

Bemesting bedrijven Koeien & Kansen

Jouke Oenema (PRI)

Aan het project Koeien & Kansen nemen 16 praktijkbedrijven deel. Ze liggen verspreid over heel Nederland en implementeren de Nederlandse mestwetgeving enige jaren eerder dan waartoe de brede praktijk verplicht is. Het doel is de milieubelasting te reduceren tot acceptabele niveaus. In onderstaande tabellen zijn enige kenmerken van de bedrijven en de bemesting in de periode 1888 – 2005 samengevat.

Tabel 1. Fosfaatadviezen en -giften van het grasland (kg/ha), als gemiddelde van de periode 1998 t/m 2005.

Bedrijf	kg melk/ha	Grondsoort	PAL-getal		Advies	Gift		totaal
			waarde	oordeel	dm+km ¹	dm+km ¹	wm ¹	
BOME	11156	zand	46	ruim vold.	130	71	7	78
DEKK	22624	klei/zavel	46	ruim vold.	106	135	5	140
EGGI	12537	zand	54	hoog	35/113 ²	99	1	100
HOEF	16478	zand	55	hoog	35/105	105	23	128
HOVE	14404	löss	28	vold.	84	87	31	98
KLEI	18185	zand	53	hoog	35/85	93	26	119
KUKS	12420	zand	43	ruim vold.	91	89	21	110
LAAR	12455	zand	44	ruim vold.	67	75	26	101
MENK	12648	zand	48	ruim vold.	97	77	16	93
MIED	14928	klei op veen	26	vold.	118	121	15	136
PIJN	17854	zand	40	ruim vold.	77	94	46	140
POST	14726	zand/dalgrond	41	ruim vold.	106	126	25	151
SCHE	20136	zand	50	ruim vold.	92	112	39	151
SIKK	14604	zeeklei	103	hoog	35/76	156	30	186
VRIE	13989	veen	47	ruim vold.	74	66	35	101
WIJK	18084	rivierklei	16	laag	152	151	15	166
<i>Gem.</i>	<i>15138</i>				<i>98</i>	<i>94</i>	<i>23</i>	<i>117</i>

¹ dm = drijfmest; km = kunstmest; wm = weidemest.

² Bij een fosfaattoestand 'hoog' staan twee giften: gift eerste jaar na grondmonster en gift en volgende jaren.

Tabel 2. Fosfaatadviezen en -giften van het maisland (kg/ha), als gemiddelde van de periode 1998 t/m 2005.

Bedrijf	kgmelk/ha	Grondsoort	Pw-getal		Advies dm+km ²	Gift ¹ dm+km ²
			waarde	oordeel		
BOME	11156	zand	44	ruim vold.	70	71
DEKK	22624	klei/zavel	33	ruim vold.	110	135
EGGI	12537	zand				
HOEF	16478	zand	52	vrij hoog	50	72
HOVE	14404	löss	45	ruim vold.	70	87
KLEI	18185	zand	66	hoog	0	95
KUKS	12420	zand	98	hoog	0	120
LAAR	12455	zand	71	hoog	0	53
MENK	12648	zand	54	vrij hoog	35	126
MIED	14928	klei op veen	13	laag	175	138
PIJN	17854	zand	61	hoog	0	89
POST	14726	zand/dalgrond	64	hoog	0	77
SCHE	20136	zand	45	ruim vold.	70	83
SIKK	14604	zeeklei	35	ruim vold.	105	131
VRIE	13989	veen				
WIJK	18084	rivierklei	44	ruim vold.	70	107
<i>Gem.</i>	<i>15138</i>				<i>46</i>	<i>85</i>

¹ Inclusief de gift van het vanggewas.² dm = drijfmest; km = kunstmest.

Bijlage II.

De maaiproeven

Jantine van Middelkoop (ASG)

De maaiproeven zijn als één geheel statistisch geanalyseerd op de effecten van bemesting op drogestofopbrengst en P-gehalte van de drogestof. Door de factor 'proef' op te nemen, zijn de resultaten van de analyse wel per proef te interpreteren en wordt duidelijk welke effecten in welke proef naar voren komen.

De proeven hebben allemaal hun eigen uitgangstoestand in PAL-getal van de bodem. De bemesting per veldje is constant, waardoor verwacht wordt dat het effect van de P-bemesting groter wordt omdat de bodem verrijkt bij de hoge P-bemestingen en verarmt bij de lage. Hierdoor raken de effecten van PAL-getal en P-bemesting in de loop van de proefjaren verstrengeld. Om toch een schatting te kunnen maken van het effect van PAL-getal zijn zogenaamde B-delen op de proeven op zand (Bosma Zathe, PR2586) en op rivierklei (Bommelerwaard, PR3627) aangelegd. Op deze B-delen zijn gedurende enkele jaren verschillende PAL-getallen gecreëerd door middel van bemesting met kunstmestfosfaat. Omdat op deze B-delen slechts twee jaar P-trappen hebben gelegen zijn op basis van deze B-delen slechts uitspraken te doen over het korte termijn effect.

In de proeven zijn jaarlijks de bodems bemonsterd en geanalyseerd op PAL-getal (op enkele proeven ook nog andere P karakteristieken). Alle proeven zijn jaarlijks de bodemlagen 0-5 cm, 5-10 cm en 10-20 cm bemonsterd. Op een enkele uitzondering na is ook in alle jaren en op alle proeven de laag 20-30 cm bemonsterd. Om het effect van PAL-getal op de gewasopbrengst te schatten in de B-delen van PR2586 en PR3627 is gebruik gemaakt van het PAL-getal in de laag 0-10 cm omdat dit de diepte van bemonstering is in de huidige graslandpraktijk (2007). Dit PAL-getal wordt berekend als het gemiddelde van de lagen 0-5 en 5-10 cm.

Om de opbrengsten en gehalten van het gewas in de proeven te kunnen analyseren is gebruik gemaakt van de methode Residual Maximum Likelihood (REML).

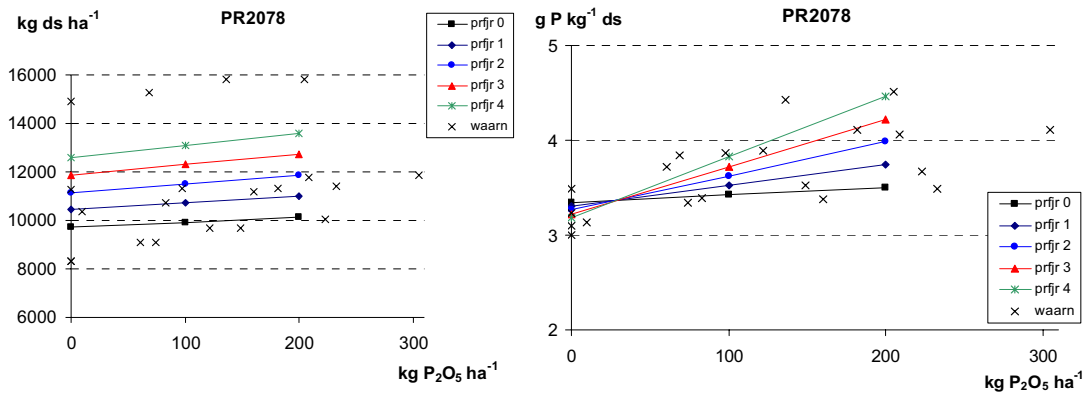
Met behulp van REML wordt er een multivariaat lineair model samengesteld dat zo goed mogelijk past bij de data. Een dergelijk model bestaat uit een random (aselect) en een systematisch deel. In het systematische deel worden factoren opgenomen die van belang (kunnen) zijn voor de te verklaren variabele. Door alleen factoren die een significante ($P < 0,05$) bijdrage leveren op te nemen, ontstaat er een model met factoren die een deel van de variatie verklaren. In het random deel wordt een deel van de niet-verklaarde variatie toegekend aan factoren die deze variatie kunnen veroorzaken maar niet te voorspellen zijn, zoals het jaareffect en effect van een afwijkend veldje (bijv. een altijd slechter producerend veldje). Het resultaat is een model waarin de invloed van de systematische factoren op de gemeten data worden gekwantificeerd met een correctie voor de random factoren.

De introductie van random factoren is een groot verschil van REML met lineaire regressie en variantie analyse met ANOVA. Door rekening te houden met random factoren kan met REML zuiverder bepaald worden of veranderingen veroorzaakt worden door behandelingen (of door de tijd). Door bijvoorbeeld na te gaan of een bepaalde bodemparameter op bepaalde objecten altijd meer daalt dan verwacht op basis van het effect dat de behandeling vertoont in de hele dataset, wordt deze (te) snelle daling gecorrigeerd. Binnen REML wordt tevens rekening gehouden met afhankelijkheid van waarnemingen. De REML-analyse is alleen uitgevoerd met rechtlijnige verbanden. Voor de relatief korte proefperiode is het niet zinvol om niet-lineaire verbanden te gebruiken. Die geven namelijk vooral extra informatie als er bijvoorbeeld evenwichten bereikt worden.

Resultaten

Waiboerhoeve (PR 2078)

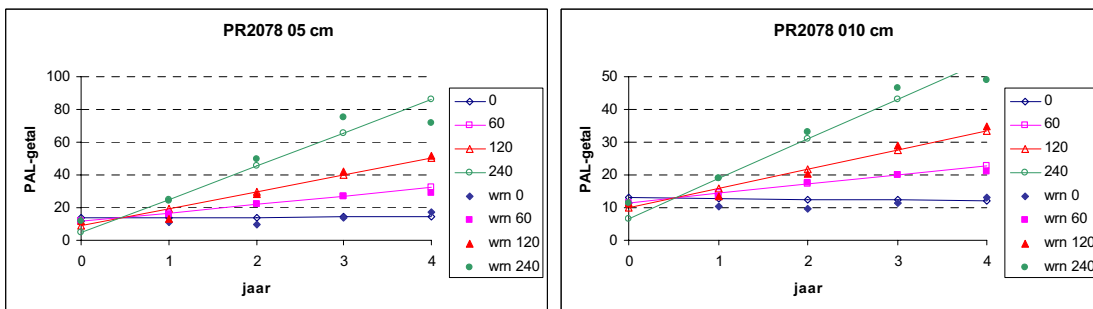
drogestofopbrengst en P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (kruisjes).



Zoals verwacht worden in de loop van de jaren de effecten groter tussen 0 en 200 kg P₂O₅ per ha. Opvallend is dat de opbrengst in de loop van de jaren steeds hoger wordt. Dit is een trend die zich bij alle P-trappen voordoet en is dus geen gevolg van de P-bemesting. Het P-gehalte bij 0 kg P₂O₅ per ha daalt heel licht in de loop van de jaren. Het kruispunt zit ongeveer bij ca. 20 kg P₂O₅ bemesting, daarboven stijgt het P-gehalte. Volgens de analyse is de schatting van het verschil tussen 0 en 200 kg P₂O₅ per ha in drogestofopbrengst en P-gehalte van het gras in jaar 0 (1^e proefjaar) en jaar 4 als volgt:

	Verschil 0-200 kg P ₂ O ₅	
	drogestofopbrengst (kg/ha)	P-gehalte (g P per kg ds)
Jaar 0	406	0.16
Jaar 4	1010	1.28

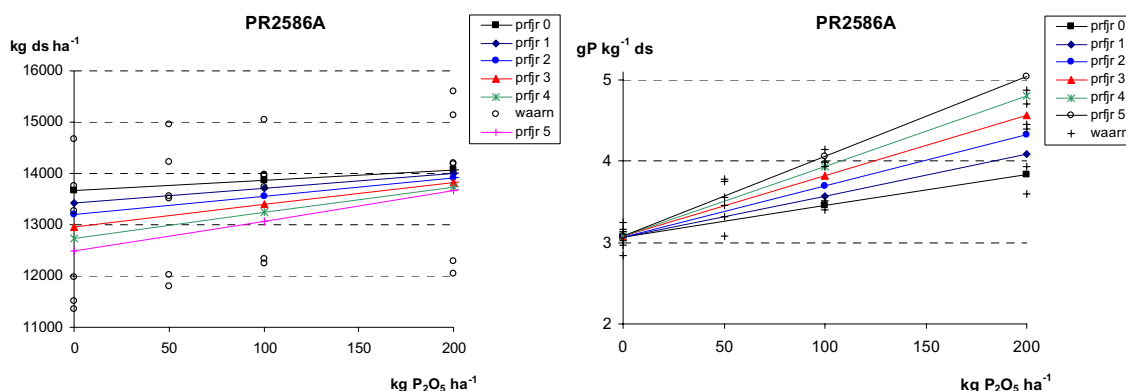
PAL getal 0-5 en 0-10 cm.



In de bodemlaag 0-5 cm reageert het PAL-getal sterker op de fosfaatbemesting dan in de laag 0-10 cm doordat in de dikkere laag de reactie wordt 'verdund' door de laag 5-10 cm (schaal x-as verschilt). De bodem op de Waiboerhoeve reageert op een bijzondere manier op de bemesting: het PAL-getal stijgt ondanks een flinke jaarlijkse onttrekking. Deze jonge bodem lijkt fosfaat te kunnen mobiliseren.

Bosma Zatthe A-deel (PR2586A)

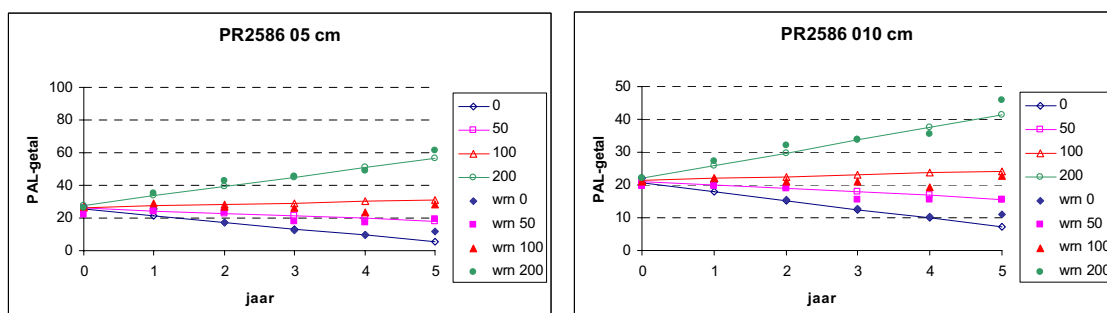
drogestofopbrengst en P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (bolletjes).



Zoals verwacht worden in de loop van de jaren de verschillen in P-gehalte groter tussen geen P₂O₅ bemesting en 200 kg P₂O₅ per ha. Het P-gehalte bij 0 P₂O₅ kg per ha blijft gelijk. Het verschil tussen 0 en 200 in drogestofopbrengst wordt eveneens steeds groter en de opbrengst bij 0 P₂O₅ per ha wordt lager in de loop van de jaren, zoals te verwachten.

	Verschil 0-200 kg P ₂ O ₅	
	drogestofopbrengst (kg/ha)	P-gehalte (g P per kg ds)
Jaar 0	+406	+0.78
Jaar 5	+1162	+1.96

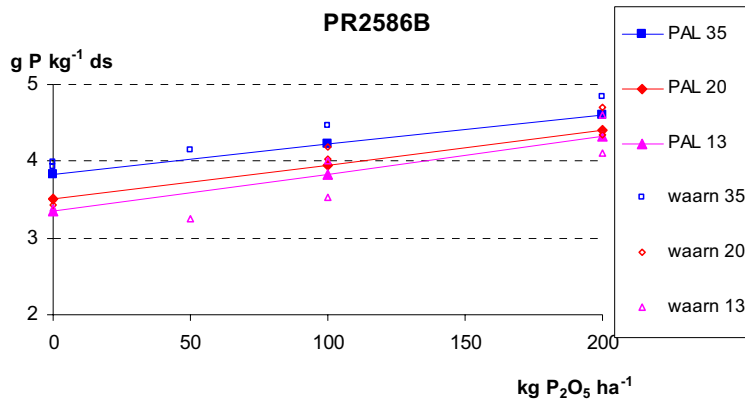
PAL-getal 0-5 en 0-10 cm.



In de bodemlaag 0-5 cm reageert het PAL-getal sterker op de fosfaatbemesting dan in de laag 0-10 cm doordat in de dikkere laag de reactie wordt 'verdund' door de laag 5-10 cm (let op verschil in schaal van de x-as). Bij de fosfaatbemesting van 200 kg P₂O₅ per ha stijgt het PAL-getal zowel in 0-5 als 5-10 cm. Het omslagpunt tussen stijgen en dalen ligt rond de bemesting van 100 kg P₂O₅ per ha. Dit is in deze proef in de buurt van onttrekking.

Bosma Zathe B-deel (PR2586B)

P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (losse symbolen).

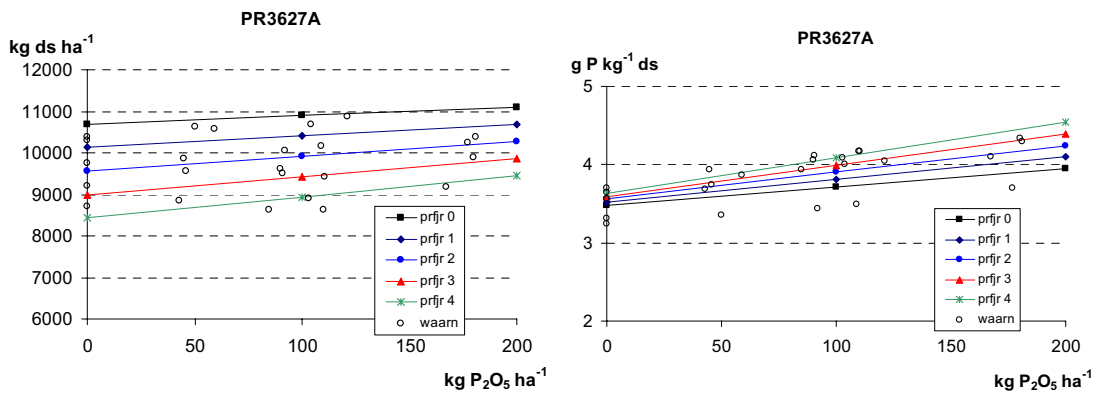


Op het B-deel zijn verschillen in PAL-getallen gecreëerd in de bodemlaag 0-10 cm. De drogestofopbrengst blijkt in deze beperkte dataset (2 jaar) niet aantoonbaar afhankelijk te zijn van het PAL-getal. Het P-gehalte van de drogestof blijkt significant te reageren op het PAL-getal en P₂O₅ bemesting. De lijnen convergeren licht. De reactie op de fosfaatbemesting wordt minder bij een hoger PAL-getal. De verwachting is dat het P-gehalte een maximum heeft, dat bereikt wordt door een hoog PAL getal met een hoge bemesting. Verwacht mag worden dat er wel een afbuiging zal plaatsvinden bij hogere bemestingen. In dit geval is de afbuiging niet aan te tonen.

	Vershil 0-200 kg P ₂ O ₅
	P-gehalte (g P per kg ds)
PAL13	+0.77
PAL35	+0.97

Bommelerwaard A-deel (PR3627 A)

drogestofopbrengst en P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (bolletjes).

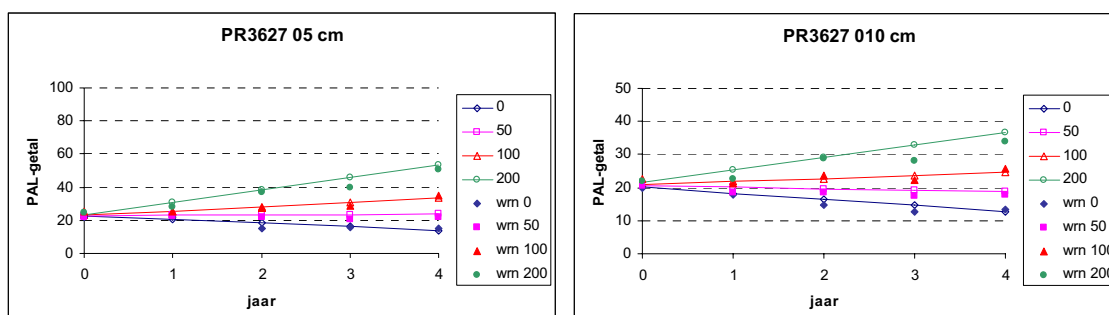


Het verschil tussen 0 en 200 kg P₂O₅ per ha in drogestofopbrengst wordt in de loop van de tijd steeds groter en de opbrengst van 0 kg P₂O₅ per ha wordt lager, zoals verwacht.

Eveneens naar verwachting wordt in de loop van de jaren het verschil in P-gehalte van de drogestof groter tussen geen P₂O₅ bemesting en 200 kg P₂O₅ per ha. Het P-gehalte van het gras loopt op alle bemestingen op. Bij 0 P₂O₅ is dit echter zeer gering.

	Verschil 0-200 kg P ₂ O ₅	
	drogestofopbrengst (kg/ha)	P-gehalte (g P per kg ds)
Jaar 0	+407	+ 0.47
Jaar 4	+1010	+ 0.91

PAL-getal 0-5 en 0-10 cm.

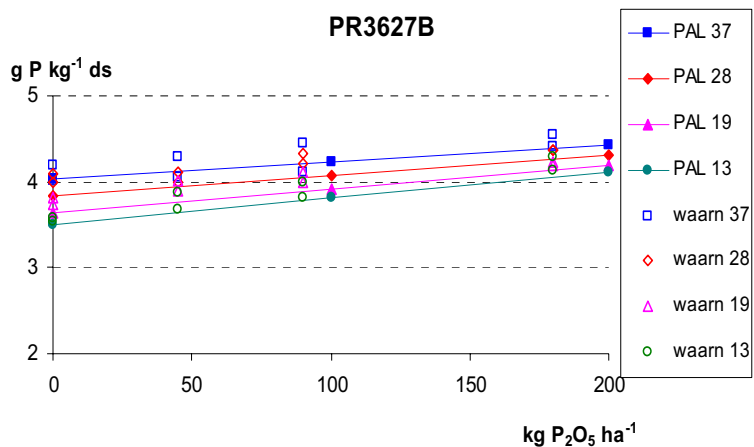


In de laag 0-5 cm reageert het PAL-getal sterker op de fosfaatbemesting dan in de laag 0-10 doordat in de dikkere laag de reactie wordt 'verdund' door de laag 5-10 cm-mv (let op verschil in schaal van de x-as). Bij de fosfaattrap 200 kg P₂O₅ per ha stijgt het PAL-getal zowel in 0-5 als 5-10 cm.

Het omslagpunt tussen stijgen en dalen ligt tussen de bemesting van 50 en 100 kg P₂O₅ per ha. Dit is in deze proef in de buurt van onttrekking.

Bommelerwaard B-deel (PR3627 B)

P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (losse symbolen).

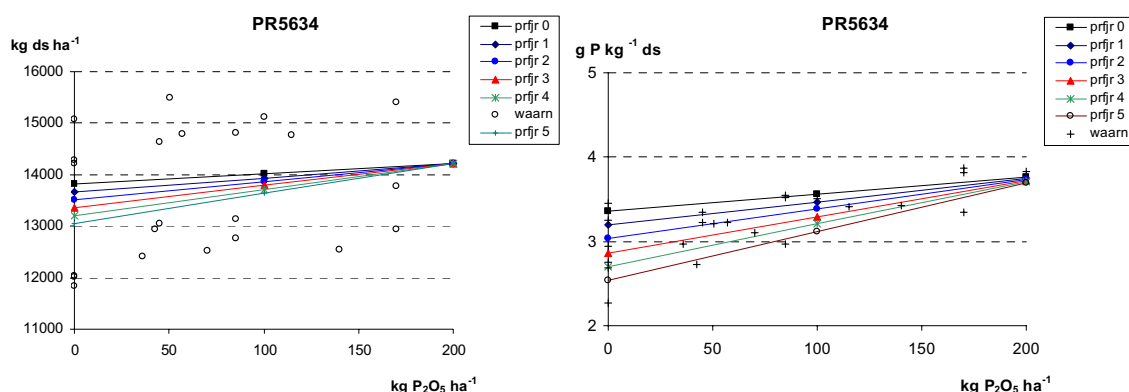


Op het B-deel zijn verschillen in PAL-getal gecreëerd. De drogestofopbrengst blijkt in deze beperkte dataset (2 jaar) niet aantoonbaar afhankelijk van het PAL-getal. Het P-gehalte blijkt wel afhankelijk te zijn van PAL-getal en P₂O₅ bemesting. De lijnen convergeren licht. De reactie op de fosfaatbemesting wordt minder bij een hoger PAL-getal. De verwachting is dat het P-gehalte een maximum heeft dat bereikt wordt bij een hoog PAL getal met een hoge bemesting. Verwacht mag worden dat er wel een afbuiging zal plaatsvinden bij hogere bemestingen. In dit geval is de afbuiging niet aan te tonen.

	Vershil 0-200 kg P ₂ O ₅ reactie P-gehalte (g P per kg ds)
PAL13	+0.60
PAL37	+0.39

Zegveld (PR5634)

drogestofopbrengst en P-gehalte: model (lijnen) + waarnemingen (bolletjes).

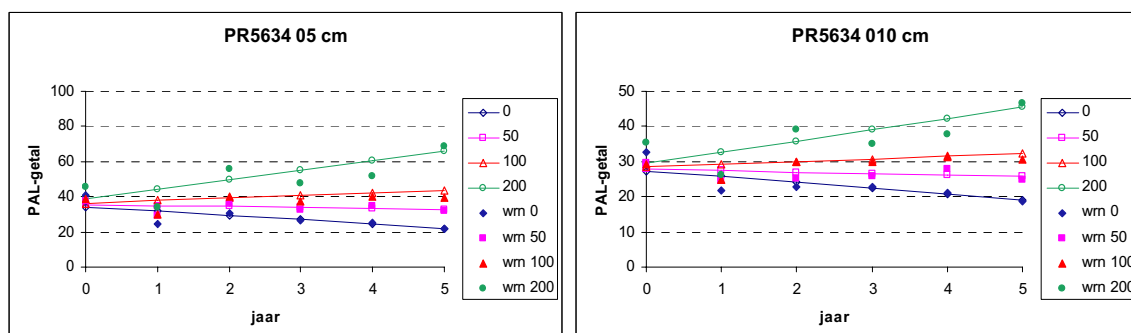


Het verschil tussen 0 en 200 kg P₂O₅ per ha in drogestofopbrengst neemt toe met de tijd en de opbrengst van 0 kg P₂O₅ per ha wordt lager, zoals verwacht. In de loop van de jaren wordt het verschil in P-gehalte van de drogestof groter tussen geen P₂O₅ bemesting en 200 kg P₂O₅ per ha.

Het P-gehalte van het gras daalt bij 0 kg P₂O₅ per ha en blijft gelijk bij 200 kg P₂O₅ per ha.

	Verschil 0-200 kg P ₂ O ₅	
	drogestofopbrengst (kg/ha)	P-gehalte (g P per kg ds)
Jaar 0	+406	+0.40
Jaar 5	+1161	+1.17

PAL-getal 0-5 en 0-10 cm-mv.



In de laag 0-5 cm reageert het PAL-getal sterker op de fosfaatbemesting dan in de laag 0-10 cm doordat in de dikkere laag de reactie wordt 'verdund' door de laag 5-10 cm-mv (let op verschil in schaal van de x-as). Bij de fosfaattrap 200 kg P₂O₅ per ha stijgt het PAL-getal zowel in 0-5 als 5-10 cm. Het omslagpunt tussen stijgen en dalen zit tussen de bemesting van 50 en 100 kg P₂O₅ per ha. Dit is in deze proef in de buurt van onttrekking.

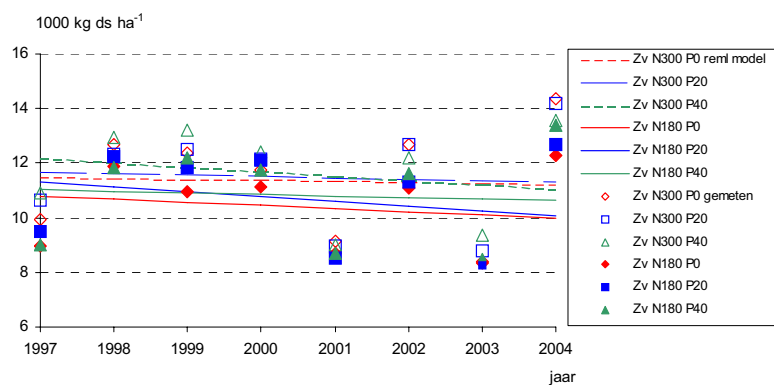
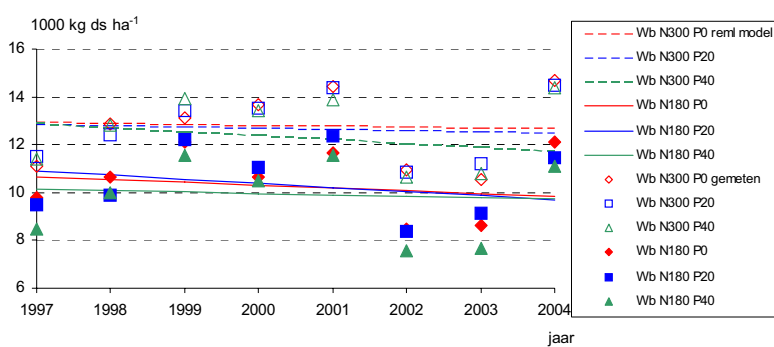
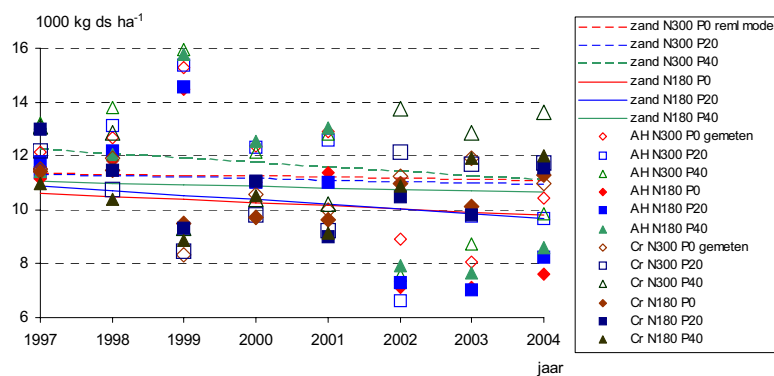
Bijlage III.

De weideproeven

Jantine van Middelkoop (ASG)

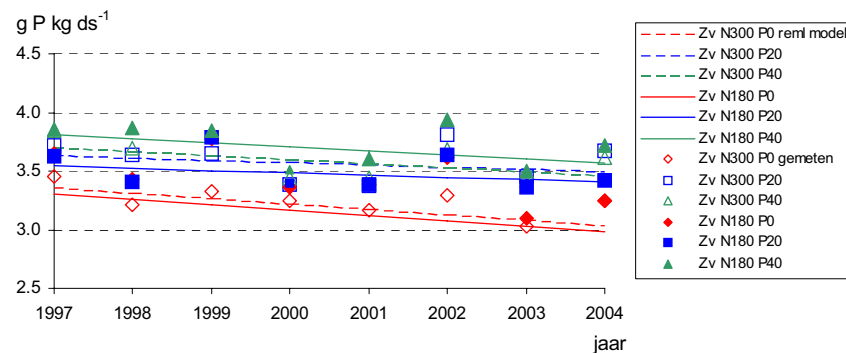
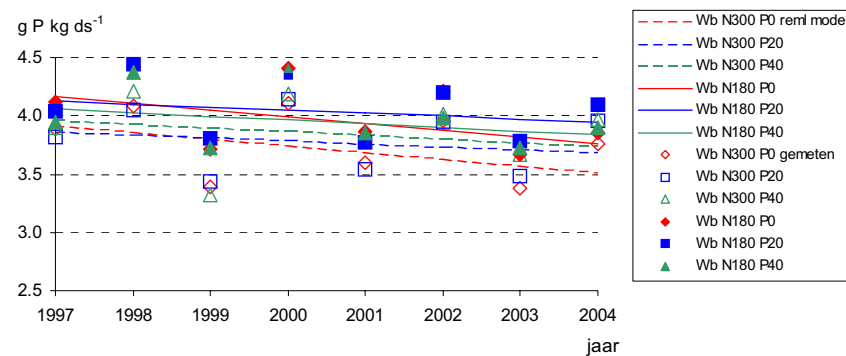
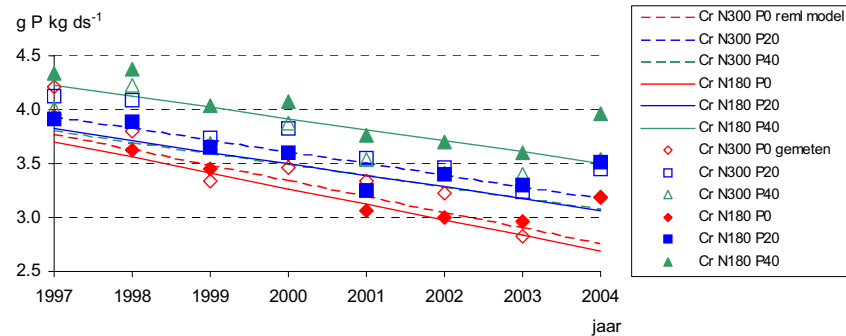
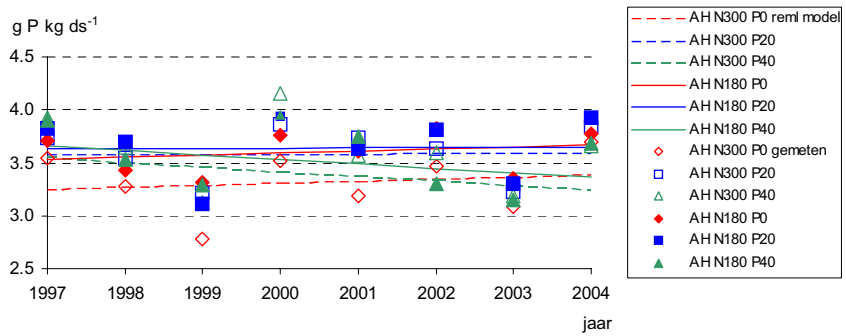
In onderstaande 3 figuren is de drogestofopbrengst per locatie per jaar weergegeven zoals gemeten en volgens het REML-model (voor uitleg zie Bijlage II). AH=Aver Heino, Cr=Cranendonck, Wb= Waiboerhoeve, Zv=Zegveld. P0=evenwichtsbemesting, P20 = P_2O_5 overschot 20 kg per ha, P40 = P_2O_5 overschot 40 kg per ha, N180 =N-overschot 180 kg per ha, N300 = N-overschot 300 kg per ha.

De invloed van verschillende fosfaatoverschotten over een periode van 8 jaar is significant voor zand (Aver Heino en Cranendonck) en veen (Zegveld). Daar heeft het object met evenwichtsbemesting een 400 kg lager drogestofopbrengst dan het object met een overschot van 40 kg P_2O_5 per ha. Op de jonge zeeklei van de Waiboerhoeve wordt geen relatie gevonden tussen opbrengst en fosfaatoverschot.



In onderstaande 3 figuren is het P-gehalte van de drogestof per locatie per jaar weergegeven zoals gemeten en volgens het REML-model (voor uitleg zie Bijlage II). AH=Aver Heino, Cr=Cranendonck, Wb= Waiboerhoeve, Zv=Zegveld. P0=evenwichtsbemesting, P20 = P205 overschot 20 kg per ha, P40 = P205 overschot 40 kg per ha, N180 =N-overschot 180 kg per ha, N300 = N-overschot 300 kg per ha.

Het P-gehalte is op één van de zandlocaties (Cranendonck) en veen (Zegveld) significant lager op het object met evenwichtsbemesting dan op het object met 40 kg P₂O₅ per ha overschot. Het verschil is 0,4 g per kg ds. Op de andere zandlocatie (Aver Heino) is het P-gehalte op het object met evenwichtsbemesting wel lager dan op het object met 40 kg P₂O₅ per ha overschot maar het verschil is niet significant. Op de locatie met jonge zeeklei (Waiboerhoeve) is er nauwelijks effect van het overschot op het P-gehalte van het gras.

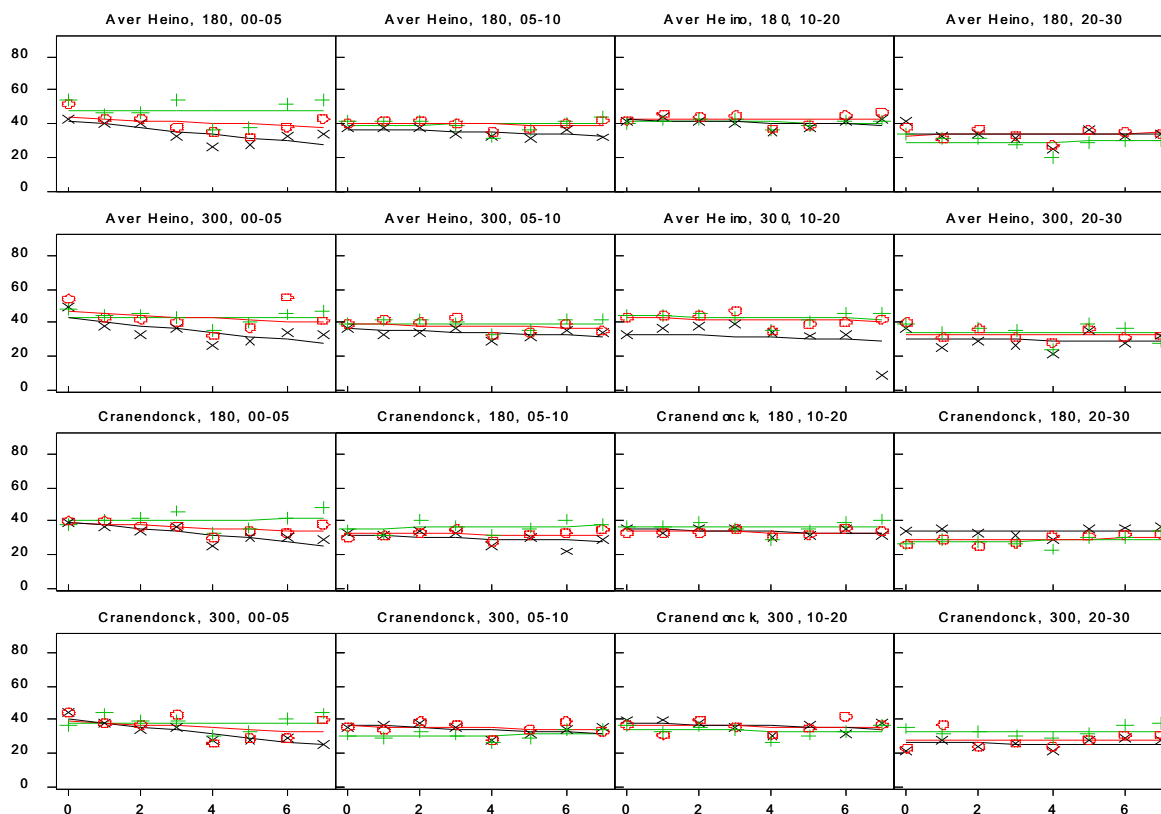


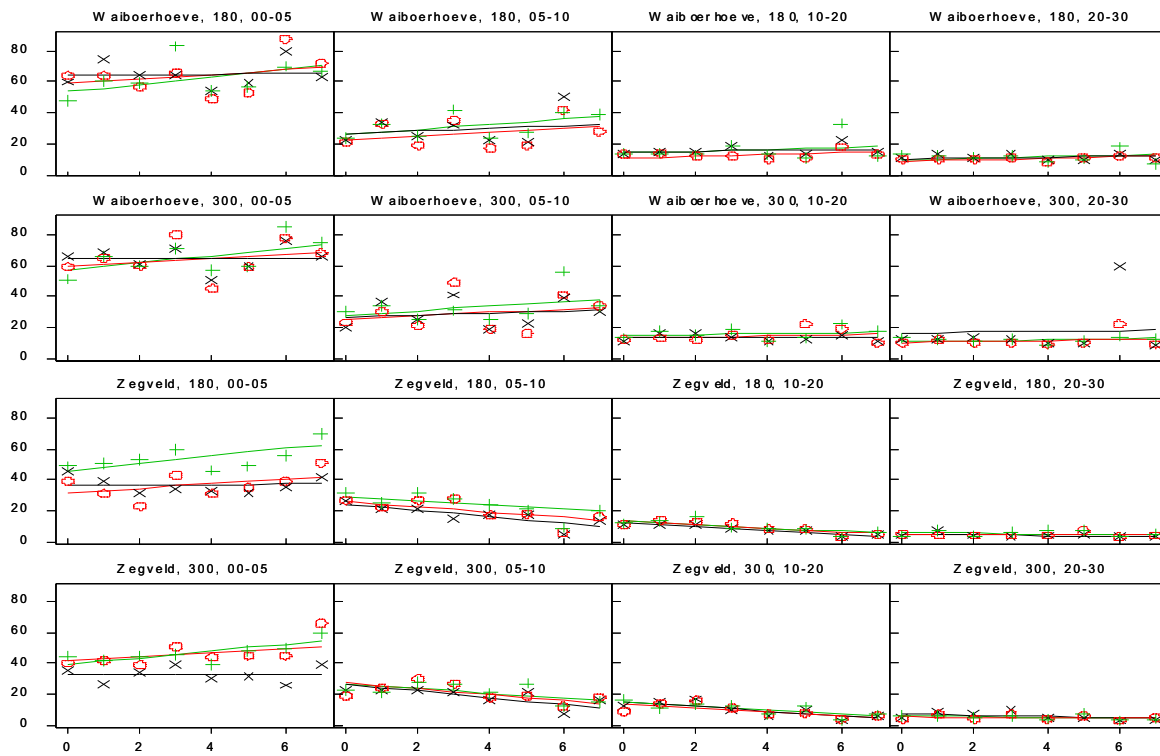
In onderstaande figuren is het PAL-getal (Y-as) van de bodemlagen 0-5, 5-10, 10-20 en 20-30 cm op de vier locaties weergegeven voor elk van de onderzoeksjaren (y-as). Waarnemingen zijn aangegeven door symbolen, de resultaten van het REML-model met lijnen. +=overschot 40 kg P_2O_5 per ha, o=overschot 20 kg P_2O_5 per ha, x=overschot 0 kg P_2O_5 per ha, 180=N-overschot 180 kg per ha, 300=N-overschot 300 kg per ha.

Op alle locaties is er een relatie tussen de verandering van het PAL-getal in de laag 0-5 cm en het P-overschot. Op de beide zandlocaties daalt het PAL-getal bij een overschot van 0 kg met 12 tot 14 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond, bij een overschot van 20 kg/ha is dat 6 tot 7 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond en bij een overschot van 40 kg blijft het PAL-getal gelijk. In de laag 5-10 cm daalt het PAL-getal bij een overschot van 0 kg licht, blijft gelijk of daalt licht bij een overschot van 20 kg en blijft gelijk of stijgt licht bij een overschot van 40 kg. In de laag 10-30 cm is er vrijwel geen verandering in de PAL-getallen.

Op de klei- en veengrond in 0-5 cm blijft het PAL-getal bij een overschot van 0 kg gelijk, stijgt het PAL-getal bij een overschot van 20 kg met 10 tot 11 en bij een overschot van 40 kg met 17 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond.

Op kleigrond stijgt het PAL-getal in 5-10 cm bij 0 kg overschot met 4, bij 20 kg met 8 en bij 40 kg met 10 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond. In de laag 10-30 cm stijgen de PAL-getallen bij alle P-overschotten met 2 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond. Op veengrond dalen de PAL-getallen in 5-10 cm bij 0 kg overschot met 14, bij 20 en 40 kg overschot met 11 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond. In de laag 10-20 cm dalen de PAL-getallen op alle objecten met 6 tot 7 mg P_2O_5 100 g⁻¹ grond. In de laag 20-30 cm veranderen de PAL-getallen niet.





Bijlage IV.

Fosfaatfixerend kleigrasland: proef Van Wijk

Dirk Jan den Boer, NMI

Het bedrijf Van Wijk, deelnemer aan het project Koeien & Kansen, is gelegen op fosfaatfixerende rivierklei. De fosfaattoestand op de meeste percelen was laag of vrij laag.

Waarnemingen op het bedrijf wezen erop dat bemesting volgens de MINAS-eindnormen in 1999 ten koste ging van de graslandopbrengst en daarmee ook van de N-benutting. Een lagere opbrengst betekende een hogere aankoop van N en P via ruwvoer. Daarom is besloten op het bedrijf drie percelen met een P-AL-getal van respectievelijk 11, 9 en 10 te verdelen in twee perceelshelften en deze verschillend te bemesten. De ene helft van de percelen, de min-percelen, is bemest overeenkomstig de MINAS-eindnormen van 2003 en vanaf 2004 overeenkomstig de gebruiksnormen van 2009. Op de andere helft, de plus-percelen, is ernaar gestreefd te bemesten overeenkomstig het advies.

Bemesting

De stikstofbemesting varieerde tussen de jaren van 250 – 320 kg werkzame N per ha per jaar. De N-bemesting was op beide perceelshelften gelijk en beide perceelshelften kregen evenveel dierlijke mest.

Alle fosfaatkunstmest is op de '+' en de '-' percelen steeds in het voorjaar gegeven als tripelsuper-fosfaat. De bemesting met fosfaat op de '-' en de '+' percelen is per jaar gegeven in Tabel 1. Het graslandgebruik en daarmee ook het fosfaatadvies was op beide perceelshelften gelijk. De eerste snede is steeds gemaaid. In 2000 zijn de eerste, vierde en zevende snede gemaaid, van 2001 tot en met 2004 zijn de eerste 4 snede gemaaid en in 2005 de eerste 3 sneden. De overige sneden zijn geweid.

Tabel 1. Bemesting en advies in kg P_2O_5 per ha.

Jaar	'-'percelen			+'percelen			Fosfaat-advies
	km snede 1	Totaal snede 1	Totaal per jaar	km snede 1	Totaal snede 1	Totaal per jaar	
2000	19	36	91	96	113	168	160
2001	15	51	146	68	104	199	172
2002	23	66	180	77	120	234	175
2003	18	46	143	74	102	199	150
2004	23	45	94	72	94	143	157
2005	20	43	103	61	84	144	147
Gem.	20	48	126	75	103	181	160

In de jaren 2001 – 2003 is meer dierlijke mest op de percelen toegediend dan in 2000. Het fosfaat uit dierlijke mest is niet op het bedrijf aangevoerd en telde dus niet mee voor het fosfaatoverschot in MINAS. De gebruiksnorm voor fosfaat is in 2009 naar verwachting 95 kg P_2O_5 per ha uit dierlijke mest plus kunstmest. De '+'percelen zijn overeen-

komstig het advies bemest. De fosfaatbemesting op deze percelen was duidelijk hoger dan volgens de gebruiksnorm is toegestaan. Ook de fosfaatbemesting op de '-percelen was in 2005 hoger dan de gebruiksnorm. De '+percelen zijn in de eerste snede gemiddeld krap overeenkomstig het advies van 110 kg P₂O₅ per ha bemest en op de '-percelen was de fosfaatbemesting krap de helft van het advies. Op jaarbasis zijn de '+percelen gemiddeld 21 kg boven het advies bemest en de '-percelen 34 kg P₂O₅ per ha eronder.

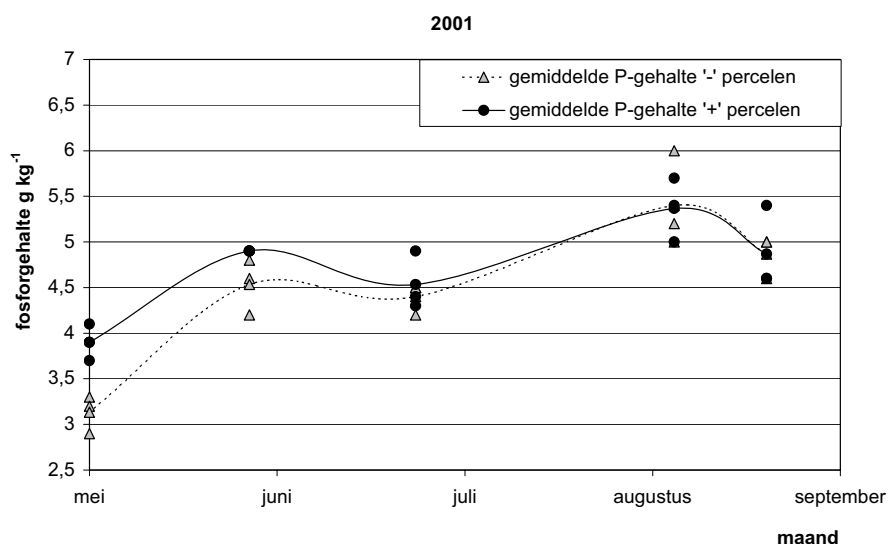
P-gehalte in weidegras

In 2004 zijn de '-percelen bemest overeenkomstig de gebruiksnormen en de '+percelen volgens het advies. In dat jaar zijn de opbrengsten niet geregistreerd en zijn geen gewasanalyses uitgevoerd. Het gemiddelde P-gehalte over de jaren 2000 tot en met 2005 (m.u.v. 2004) is per maand weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Gemiddeld P-gehalte in het weidegras (g P per kg ds), 2000 t/m 2005 m.u.v. 2004.

Maand	'-' percelen	'+' percelen
Mei	3,6	4,3
Juni	4,1	4,4
Juli	4,4	4,5
Augustus	4,6	4,7
September	4,9	5,0
Oktober	4,3	4,5

De P-gehalten zijn in de eerste snede het laagst. De verschillen in P-gehalte tussen de '- en de '+percelen zijn dan het grootst. Later in het seizoen stijgen de gehalten over het algemeen en zijn de verschillen tussen de beide behandelingen kleiner of niet meer aanwezig. Dit is weergegeven in Figuur 1, waarin de gehalten per maand in 2001 zijn weergegeven.



Figuur 1. Fosforgehalte in vers gras van '+' en '-' percelen over het seizoen in 2001.

In mei 2001 is op één van de '-percelen het P-gehalte 2,9 g P/kg ds. Over het algemeen wordt aangenomen dat bij een fosforgehalte lager dan 3,0 g P/kg ds een groeivertraging op zal treden.

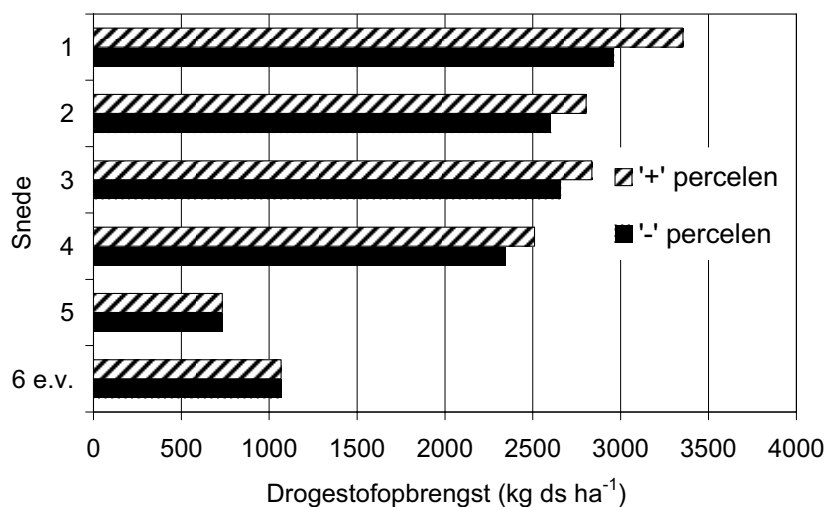
De opbrengst

Jaarlijks verschilde de drogestofopbrengst tussen de beide behandelingen. De gemiddelde verschillen over de jaren 2000 tot en met 2005 (m.u.v. 2004) zijn per snede weergegeven in Tabel 3. De verschillen waren het grootst in de eerste sneden. Later in het seizoen waren de verschillen klein of niet meer aanwezig. Gemiddeld brachten de '-' percelen 904 kg drogestof per ha per jaar minder op dan de '+' percelen.

Tabel 3. Gemiddelde opbrengst per snede, in kg ds per ha, over 2000-2005 m.u.v. 2004.

Snede	'-'percelen	'+'percelen	Vershil
1	3.607	4.071	464
2	1.807	2.009	202
3	1.959	2.120	161
4	1.500	1.551	51
5	867	892	26
6	1.197	1.197	0
Totaal	10.937	11.840	904

Ter illustratie is de opbrengst per snede voor de beide behandelingen in 2001 gegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Drogestofopbrengst per behandeling per snede in het jaar 2001.

De jaaropbrengsten liepen uiteen van 9 tot 14 ton drogestof per ha. De opbrengsten en de verschillen tussen beide behandelingen zijn per jaar weergegeven in Tabel 4. Bij een hogere jaaropbrengst waren de verschillen groter.

Tabel 4. Opbrengsten, in kg drogestof per ha, en verschillen in opbrengst per jaar.

Jaar	'—' percelen	'+' percelen	Verskil in opbrengst
2000	8.656	9.293	667
2001	12.362	13.305	943
2002	10.706	11.364	658
2003	10.044	10.819	775
2005	12.917	14.392	1.475

De ontwikkeling van het P-AL-getal

Bij de start van de proef was het P-AL-getal (0-5cm) op de percelen 8, 9 en 10 respectievelijk 11, 9 en 10. De bodemvruchtbaarheid is per perceelshelft bepaald in het najaar van 2000, 2002, 2003 en 2005. Het beloop van het P-AL-getal is per perceelshelft weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5. Beloop van het P-AL-getal op de '—' en op de '+' percelen.

Jaar	Perc. 8 -	Perc 9 -	Perc.10 -	'—' Gem.	Perc. 8+	Perc. 9+	Perc.10+	'+' Gem.
2000	16	11	8	12	11	17	11	13
2002**	13	12	13	13	18	18	19	18
2003	7	16	22	15	17	19	29	25
2005	11 (12)*	17 (14)	14 (12)	14 (13)	20 (21)	27 (21)	23 (26)	23 (23)

* () Extra meting in mei 2006.

** Vanaf 2002 bemonsteringsdiepte 0-10cm.

De '—'percelen zijn jaarlijks gemiddeld 34 kg P₂O₅ per ha per jaar beneden het advies bemest. De fosfaattoestand is laag gebleven. Op de '+' percelen is gemiddeld 21 kg P₂O₅ per ha per jaar boven het advies bemest. De fosfaat-toestand is op deze percelen met 10 eenheden gestegen en is gemiddeld juist voldoende voor rivierklei.

P-bemesting en P-onttrekking

In Tabel 6 is de gemiddelde P-bemesting en -onttrekking gegeven op de min- en op de plus-percelen en de ontwikkeling van het P-AL-getal.

Tabel 6. Bemesting en onttrekking in kg P_2O_5 per ha en het P-AL-getal op de min- en de plus-percelen.

	2000	2001	2002*	2003	2004	2005
Min percelen						
P-bemesting	91	146	180	143	94	103
P-onttrekking	85	119	101	96	134	124
Bemesting - onttrekking	6	27	79	47	-40	-21
P-AL-getal	12		13	15		14
Plus percelen						
P-bemesting	168	199	234	199	143	144
P-onttrekking	97	136	115	110	142	147
Bemesting - onttrekking	71	63	119	89	1	-3
P-AL-getal	13		18	25		23

* Vanaf 2002 bemonsteringsdiepte 0-10 cm.

De gemiddelde bemesting minus de onttrekking op de min-percelen was ruim 16 kg P_2O_5 per ha per jaar. In totaal is in 2000 t/m 2005 98 kg P_2O_5 per ha meer bemest dan er onttrokken is. In deze situatie lijkt het P-AL-getal 1 à 2 eenheden gestegen te zijn.

Op de plus-percelen is gemiddeld bijna 57 kg P_2O_5 per ha per jaar meer bemest dan de onttrekking. In totaal is 340 kg P_2O_5 per ha meer bemest dan er onttrokken is. Het P-AL-getal is met 10 eenheden gestegen. Een bemesting met 34 kg P_2O_5 per ha boven de onttrekking lijkt op deze 'fosfaatfixerende grond' voldoende om het P-AL-getal met een eenheid te laten stijgen. Een P-AL-getal van 23 is op rivierklei juist voldoende. Naar verwachting zal het P-AL-getal bij bemesting overeenkomstig de onttrekking nauwelijks dalen. Wel is de drogestofopbrengst bij een lage P-toestand op deze grond bij bemesting overeenkomstig de onttrekking 900 -1000 kg drogestof per ha per jaar lager dan bij bemesting overeenkomstig het advies. De P-onttrekking op de min-percelen was gemiddeld 15 kg P_2O_5 per ha per jaar lager dan die op de plus-percelen.

Bijlage V.

Snijmaïs

Jantine van Middelkoop (ASG)

In november 2005 is voor de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen een onderzoek uitgevoerd naar mogelijke aanpassing van het fosfaatadvies voor snijmaïs (Notitie Naar een nieuwe P-advies snijmaïs, G. Holshof en R. van Riel, 2006. Notitie ten behoeve van CBGV). In dat onderzoek zijn data verzameld van proeven op maïsland met verschillen in P-bemesting. De data zijn afkomstig van 26 proeven uit de jaren 1973 tot en met 2004. Van deze proeven waren 15 éénjarige en de overige 11 duurden meerdere jaren. In totaal waren 807 waarnemingen bruikbaar. De Pw –getallen in de laag 0-25 of 0-30 cm lagen tussen de 11 en 100; de fosfaatbemesting varieerde van 0 tot 1015 kg P₂O₅ per ha (dierlijke mest + minerale meststoffen).

Op basis van deze data is met REML een statistisch model ontwikkeld. Omdat de N-bemestingen niet gelijk waren op alle objecten is ook de N-bemesting meegenomen als factor.

Uit de analyse bleken de volgende factoren significant te zijn:

- N-gift
- Volgjaar (aantal jaren dat dezelfde behandeling uitgevoerd is)
- Pw-getal
- Grondsoort (klei of zand)

Er was geen directe invloed van de P-gift op de drogestofopbrengst. Het Pw-getal had echter wel invloed op de drogestofopbrengst.

De verschillen ten opzichte van een Pw-getal van 30 tussen de opbrengsten bij de verschillende Pw-getallen volgens de analyse is 14,5 kg drogestof per ha per eenheid Pw-getal (dus 145 kg drogestof meer bij een Pw-getal van 40 dan bij een Pw-getal van 30). De P-gift heeft op lange termijn daardoor wel een (indirecte) invloed namelijk via het Pw-getal: wanneer (ver) boven of onder onttrekking bemest wordt, mag verwacht worden dat het Pw-getal zal stijgen of dalen en daarmee de drogestofopbrengst.

Met deze dataset is echter geen statistische analyse uitgevoerd op de verandering van het Pw-getal onder invloed van de bemesting over de jaren.

Op lange termijn zal fosfaatbemesting boven onttrekking het Pw-getal doen stijgen. Tot hoever en hoe snel is niet bekend. De drogestofopbrengst stijgt niet oneindig mee. In de proeven is 100 de hoogste Pw. Het is niet waarschijnlijk dat boven een Pw-getal van 100 nog veel extra opbrengst bereikt kan worden.

Op het P-gehalte van de maïs is geen statistische analyse uitgevoerd. Uit de ruwe data is echter wel te zien dat het P-gehalte van de maïs hoger is bij een hogere P-bemesting.

Het verwachte effect van bemesting onder en boven onttrekking op snijmaïs is in Tabel 1 weergegeven. Omdat er slechts enkele proefgegevens beschikbaar zijn met Pw-getallen onder de 20 en de verandering van Pw onder invloed van fosfaatbemesting niet is vastgesteld, zijn er nog grote onzekerheden in deze effecten.

De schatting is dat de drogestofopbrengsten van snijmaïs bij een overschot van 0, -20 en -40 kg P₂O₅ per ha op lange termijn ongeveer 800 kg per ha lager zullen zijn dan bij overschot van +20 tot +40 kg P₂O₅ per ha. Bij 0 kg P₂O₅ overschot per ha zal dat langer duren dan bij -40 kg P₂O₅ overschot per ha. Bij een overschot van 0 schatten we dat het Pw-getal naar circa 10 - 20 zal dalen; bij een overschot van +20 kg P₂O₅ per ha per jaar zal het Pw-getal ongeveer 30 en bij een overschot van +40 kg P₂O₅ per ha per jaar ongeveer 60 zijn.

Tabel 1. *Het verwachte effect op korte (1 jaar) en lange termijn (schatting 20 jaar) van fosfaat bemesting van mais onder en boven onttrekking op drogestofopbrengst en Pw-getal op basis van 26 veldproeven.*

Korte termijn effect	Pw-getal bij aanvang					
	Pw 30		Pw 45		Pw 60	
overschot, kg P ₂ O ₅ per ha	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op korte termijn	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op korte termijn	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op korte termijn
-40	0	30	+218	45	+436	60
-20	0	30	+218	45	+436	60
0	0	30	+218	45	+436	60
20	0	30	+218	45	+436	60
40	0	30	+218	45	+436	60

Lange termijn effect	Pw-getal bij aanvang					
	Pw 30		Pw 45		Pw 60	
overschot, kg P ₂ O ₅ per ha	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op lange termijn	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op lange termijn	drogestof opbrengst tov Pw 30 kg ds per ha	Pw-getal op lange termijn
-40	-800	11 of lager	-800	11 of lager	-800	11 of lager
-20	-800	11 of lager	-800	11 of lager	-800	11 of lager
0	-800	11 of lager	-800	11 of lager	-800	11 of lager
20	0	30	0	30	0	30
40	+400	60	+400	60	+400	60