



bioveem Rapport 17

Fosfaatbemesting van grasklaver





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail bioveem.po.asg@wur.nl.
Internet <http://www.bioveem.nl>

Redactie

Bioveem

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

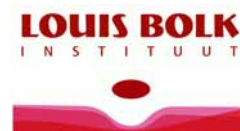
Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2005/oplage 50
Prijs € 12,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN **UR**



Bioveem is een samenwerkingsproject van 17 biologische melkveehouders, Louis Bolk Instituut, Animal Sciences Group en DLV-adviesgroep n.v.

Missie:
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 17

Fosfaatbemesting van grasklaver

Hoe fosfaat te bemesten op grasklaver in de biologische veehouderij?

Louis Bolk Instituut:
Geert-Jan van der Burgt
Nick van Eekeren

Voorwoord

Voor u ligt een rapport in het kader van het thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling van het project Bioveem. Binnen dit thema werken Bioveem-deelnemers, adviseurs en onderzoekers van diverse instituten aan een bemestingsadvies.

Dit rapport draagt bij aan de onderbouwing van een fosfaatbemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Eerder is het rapport over kalibemesting op grasklaver verschenen (Bioveem Rapport 9, van Eekeren *et al.*). Dit rapport sluit daar op aan.

Speciale dank gaat uit naar Jantine van Middelkoop van WUR-ASG, die het concept van dit rapport nog eens kritisch heeft doorgenomen en van commentaar heeft voorzien.

Samenvatting en advies voor de praktijk

Dit rapport draagt bij aan de ontwikkeling van het fosfaatbestedingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Uitgangspunt hierbij vormt het huidige fosfaatbestedingsadvies voor gras en grasklaver. Op basis van resultaten uit bemestingsproeven op grasklaver, regelgeving en argumenten uit de biologische landbouw wordt gekeken of dit advies aangepast moet worden voor de teelt van grasklaver op biologische melkveebedrijven.

De huidige gebruiksnormen voor dierlijke mest in de biologische melkveehouderij zetten de fosfaataanvoer uit mest onder druk. Het gaat om de aanvoernormen voor stikstof: op ecologische bedrijven 170 kg N/ha en BD-bedrijven 112 kg N/ha. Door deze beperking is de netto beschikbare mest vaak simpelweg te gering om het bemestingsadvies te kunnen volgen. Bovendien treedt de complicatie op dat vanuit het oogpunt van klaverbeheer de bemesting met stikstof terughoudend moet zijn. Problemen met fosfaattekorten doen zich theoretisch het eerst voor op maaipercelen door de hoge afvoer, op percelen met een lage P-AI en op fosfaatfixerende bodems. Op de bedrijven in Bioveem is de fosfaattoestand volgens de reguliere waardering op ongeveer 25% van de percelen laag of vrij laag, met grote verschillen tussen de bedrijven.

Fosfaattekorten tonen zich minder snel en minder duidelijk dan kali- of stikstoftekorten.

De voor het *totale rantsoen* aangehouden voernorm van 3,25 gram P kg⁻¹ ds wordt onder de huidige omstandigheden soms niet gehaald, maar of dat gevolgen heeft voor de diergezondheid is niet bekend. Eventuele tekorten in gras en maïs kunnen gecompenseerd worden door krachtvoer dat vaak een hoger P-gehalte heeft dan ruwvoer. Uit onderzoek blijkt dat er geen eenduidige relatie bestaat tussen de fosfaattoestand van de grond en de fosforconcentratie in het gewas. Tenslotte is de reactie van grasklaver droge stofopbrengst op specifiek fosfaatbemesting wisselend. Uit het rapport over kaliumbemesting blijkt dat de problematiek bij kalium om twee redenen scherper naar voren komt.

- De uitspoeling van kalium is aanzienlijk hoger dan die van fosfaat, met name op lichte gronden;
- Een tekort aan kalium kan zich uiten in het wegvallen van klaver en heeft daarmee een onevenredig groot effect op de totale opbrengst, veel sterker dan bij alleen gras met stikstofbemesting.

Om deze redenen is het van belang om eerst de kaliproblematiek aan te pakken, en daarna de overgebleven 'gaten' in de fosfaatbemesting.

Er ligt een degelijk fosfaatbestedingsadvies voor grasland en grasklaver. Bij de huidige gebruiksnormen van dierlijke mest kan de fosfaatvoorziening uit organische bemesting in de knel komen. In dit rapport gaan we in op de vraag of het huidige fosfaatbestedingsadvies voor de biologische klaverteelt aangepast moet worden om deze problematiek te verkleinen.

Argumenten voor en tegen afwijking van het gangbare fosfaatbestedingsadvies kunnen als volgt worden samengevat:

Tegen aanscherping

- De relatie tussen fosfaatbeschikbaarheid en grasklaverproductie is niet eenduidig gedocumenteerd, dus voorzichtigheid is geboden.
- Hoewel een kleine verlaging van het fosforgehalte van grasklaver mogelijk is zonder gezondheidsproblemen bij de dieren is het wel raadzaam de vinger aan de pols te houden. De P-AI als maat voor fosforgehalte van de grasklaver is niet betrouwbaar genoeg, dus gewasanalyse is noodzakelijk.

Neutraal

- In het bemestingsadvies wordt in de eerste gift rekening gehouden met het verschil tussen puur gras en grasklaver;
- Afgezien van uitzonderingssituaties biedt de wettelijk toegestane bemesting voldoende ruimte voor (ten minste) evenwichtsbemesting, en het bemestingsadvies is grotendeels gericht op evenwichtsbemesting bij een voldoende hoge P-toestand van de bodem;
- Een verlaging van de bemesting met verlaging van P-AI tot gevolg heeft maar een tijdelijk effect: er ontstaat een nieuw evenwicht met lagere P-gehalten in het gewas maar ook lagere P₂O₅-gehalten in de mest waardoor alsnog de vrijkomende mest voor bij voorbeeld akker- of tuinbouw beperkt wordt;
- Vanuit diergezondheid is er enige ruimte voor een verlaging van het fosforgehalte van de gewassen. Dit kan bereikt worden door de bemesting structureel omlaag te brengen.

Voor aanscherping

- Mycorrhiza's en een ruimer bodemvolume kunnen de fosfaatopname door de grasklaver bevorderen bij een lagere P-AI. Dit kan betekenen dat men *tijdelijk* minder fosfaat bemest om de P-AI te verlagen;
- Een verlaagde P-AI verkleint het risico op verliezen door fosfaatlekken.

Er lijkt voor de grasklaverteelt wel enige ruimte te zijn om wat beneden het bemestingsadvies te bemesten. Het zal sterk van de ondernemer en het bedrijf afhangen of deze ruimte - lees: wat lagere fosfaatbemesting dan geadviseerd – benut kan worden. Indien aan een aantal voorwaarden voldaan wordt, kan met beperking van de fosfaatgift geëxperimenteerd worden. Te denken valt daarbij aan:

- weinig of geen percelen onder permanent maairegim;
- meeste percelen met P-AI voldoende of hoger;
- meeste percelen met goede structuur en bodemleven;
- geen fosfaatfixerende gronden.

Indien de fosfaatgift beperkt wordt, is het aan te raden de vinger aan de pols te houden. Dat kan door strook- of plekgewijs toch extra fosfaat te strooien en de gewasontwikkeling daar te volgen, maar verschillen tonen zich niet makkelijk visueel. Ook gewasanalyse op fosfor kan men als graadmeter gebruiken, hoewel het P-gehalte van gras per jaar nogal kan verschillen. Bewaken van de bodemvruchtbaarheid door de P-AI geeft meer een idee van de grote lijn.

Advies voor de praktijk

Algemeen

- Maak een inschatting van de fosfaattoestand van het bedrijf door van verschillende percelen de P-AI te beschouwen en een fosfaatbalans op bedrijfsniveau op te stellen. Indien de P-AI voldoende of hoger is en de fosfaatbalans positief is (netto aanvoer naar het bedrijf), kan men overwegen de (fosfaat)bemesting terug te brengen en eventueel mest van het bedrijf af te voeren;
- Maak onderscheid per perceel. Verschillende percelen kunnen flinke verschillen vertonen in P-AI, en het graslandgebruik zal verschillen. Percelen met een lage P-AI en percelen met een hoog maaipercentage behoeven extra fosfaat. Deze twee variabelen zijn opgenomen in het gangbare bemestingsadvies;
- In de praktijk wordt vaak bij de derde en latere sneden afgezien van bemesting en dus afgeweken van het fosfaatbemestingsadvies. Voor fosfaat, met zijn wat trage werking, is het geen enkel bezwaar om in de eerste (twee) snede(n) meer te geven en daarna niets meer, zoals ook in het bemestingsadvies staat;
- Let op kalium: die zal bij onevenwichtige bemesting waarschijnlijk eerder limiterend worden dan fosfaat. Maak dus ook een plan voor de kalium en kijk dan of er nog gaten open blijven voor de fosfaat.

Maaipercelen

Maaipercelen krijgen binnen biologische bedrijfsvoeringen vrijwel altijd te weinig fosfaat toegevoerd om de onttrekking te compenseren, of omdat er te weinig mest beschikbaar is, of omdat vanuit stikstofoogpunt de bemesting beperkt wordt. Het bemestingsadvies wordt in praktijk dus niet opgevolgd.

- Breng zo mogelijk maaipercelen in rotatie met akkerbouwgewassen of wissel het door de jaren heen toch af met beweiding. Hierdoor kan het opgebouwde tekort van een of enkele jaren zich weer uitmiddelen met overschotten tijdens andere jaren;
- Meerjarige puur maaipercelen moeten uiteindelijk bijbemest worden. De P-AI is maatgevend. Men kan het gangbare fosfaatadvies volgen, en waar dat niet ingevuld wordt of kan worden met organische mest, kan men zacht natuurfosfaat inzetten. Indien men enig risico aandurft, kan het advies een trede opgeschoven worden: wat in het advies als 'voldoende' wordt beschouwd, kan men als 'ruim voldoende' interpreteren enzovoort. Bewaak dit met monitoring van P-AI en fosforgehalte van het gewas.

Beweide percelen

Percelen met kortere of langere beweiding ontvangen met de vallende mest al fosfaat. Op jaarbasis is de ruimtelijke verdeling zeer ongelijk; op zeer lange termijn (circa 50 tot 100 jaar) middelt dat uit. Eventueel kan de bovengrond horizontaal gemengd worden wanneer men grondbewerking en herinzaai toepast.

- Intensief beweide percelen die ook nog bemest worden volgens de richtlijn ontvangen iets meer fosfaat dan onttrokken wordt. Beperk de bemesting tot de eerste en eventueel de tweede snede;
- Minder intensief beweide percelen, percelen die ook gemaaid worden en percelen die in een rotatie liggen, kan men in principe met fosfaatevenwicht bemesten, met de gangbare bemestingsrichtlijn als basis. Indien men enig risico aandurft, kan het advies een trede opgeschoven worden: wat in het advies als 'voldoende' wordt beschouwd, kan men als 'ruim voldoende' interpreteren enzovoort. Bewaak dit met monitoring van P-AI en fosforgehalte van het gewas.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting en advies voor de praktijk

1	Inleiding	1
2	Huidige (fosfaat)bemesting op biologische melkveebedrijven	2
3	Effecten van een tekort aan fosfaat	4
	3.1 Fosfor in veevoeder	4
	3.2 Fosfor in planten	5
	3.3 Effect van fosfaat op de productie van grasklaver	6
	3.4 Samenvatting en conclusies	6
4	Gangbaar bemestingsadvies voor fosfaat op grasklaver	8
	4.1 Waardering van P-AI	8
	4.2 Bemestingsadvies fosfaat	8
	4.3 Uitspoeling en fixatie	9
	4.4 Fosfaatwerkingscoëfficiënt	9
5	Aanpassing van advies voor biologische grasklaverteelt noodzakelijk?	10
6	Afwijking van het gangbare fosfaatbemestingsadvies	12
7	Fosfaatbemestingsadvies voor de biologische melkveehouderij	14
	Literatuur	15
	Bijlage 1 Overzicht Bioveem-bedrijven	17

1 Inleiding

Binnen het thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling van het project Bioveem wordt toegewerkt naar een bemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Bij de ontwikkeling van dit bemestingsadvies worden twee sporen gevolgd die uiteindelijk worden geïntegreerd.

- 1) Ontwikkeling van een bemestingsplanner om de organische mest die beschikbaar is op bedrijfsniveau zo goed mogelijk over de percelen te verdelen;
- 2) Onderbouwen van het bemestingsniveaus voor de verschillende elementen door veldproeven en deskstudies.

Dit rapport geeft een onderbouwing van de fosfaatbemesting voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Uitgangspunt hierbij is het gangbare fosfaatbemestingsadvies voor gras. Op basis van resultaten uit bemestingsproeven op grasklaver, regelgeving en argumenten uit de biologische landbouw bekijken we of dit advies aangepast moet worden voor de teelt van grasklaver op biologische melkveebedrijven.

In hoofdstuk 2 kijken we naar de huidige bemesting op biologische melkveebedrijven en de knelpunten wat betreft fosfaat. In hoofdstuk 3 bespreken we de effecten van fosfaat op de productie van gras en grasklaver en op de diergezondheid. In hoofdstuk 4 wordt het gangbare bemestingsadvies kort besproken. We gaan in op mogelijke argumenten voor aanpassing van het gangbare fosfaatbemestingsadvies voor biologische grasklaver in hoofdstuk 5. Hoe deze aanpassing eruit moet zien bespreken we in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 geeft de praktische invulling van het advies voor de praktijk.

In dit rapport spreken we over fosfor (P) in gewas en dier en over fosfaat (P_2O_5) in bodem en mest. $1 \text{ kg P} = 2,291 \text{ kg } P_2O_5$, afgerond $2,3 \text{ kg } P_2O_5$.

2 Huidige (fosfaat)bemesting op biologische melkveebedrijven

Analyse Bioveem-1

Op de meeste biologische melkveebedrijven wordt enkel bemest met organische mest die met weidegang en bemesting op het land komt. De bemesting is daarbij vooral gericht op stikstof en niet op fosfaat of kali. Een analyse van de organische bemesting op bedrijven in Bioveem-1 over de periode 1998-2000 door Snijders en Pinxterhuis (2001) laat zien dat de fosfaatbemesting op bedrijfsniveau boven het gangbare advies voor fosfaat ligt. Dit wordt voor een groot deel verklaard door de gemiddeld voldoende fosfaattoestanden in de bodem en het daaruit voortvloeiende relatief laag advies voor de aanvoer van fosfaat (zie hoofdstuk 4). De fosfaatbalans op bedrijfsniveau (afvoer via melk en vlees, aanvoer door aangekocht voer, strooisel en mest) was voor de meeste bedrijven positief. Enkel één van de elf bedrijven in Bioveem-1 had toen een negatieve fosfaatbalans en twee bedrijven zaten net boven het evenwicht. Van deze drie bedrijven waren twee bedrijven zeer extensief met 5000-6000 liter melk per hectare.

De kans op fosfaattekort werd in deze analyse vrij klein geacht gezien het gemiddeld lichte fosfaatoverschot op bedrijfsniveau en de verwaarloosbare verliezen door uit- of afspoeling. Alleen maaipercelen zouden op termijn interen op de fosfaatvoorraad van de bodem doordat met maaisneden aanzienlijk meer fosfaat wordt afgevoerd dan er gemiddeld genomen met bemesting wordt aangevoerd. De oorzaak hiervan is dat de bemesting gericht is op stikstof; een maaiperceel met voldoende klaver hoeft maar weinig stikstof en krijgt dus weinig mest toegediend. Op termijn kan men bij ongewijzigd beleid dus alleen een probleem verwachten op percelen met een hoog maaipercentage en/of op fosfaatfixerende gronden.

Beperking fosfaataanvoer door stikstof aanvoernorm

Sinds Bioveem-1 (Snijders en Pinxterhuis 2001) is er veel veranderd. In 2001 is voor biologische bedrijven de bemestingsnorm op bedrijfsniveau ingesteld van 170 kg stikstof per hectare in de vorm van organische mest uit beweiding en bemesting (SKAL, 2004) en voor biologisch-dynamische bedrijven de scherpere norm van 112 kg stikstof per hectare (BD-Vereniging, 2004). Deze bemestingsnormen op bedrijfsniveau voor stikstof beperken ook de aanvoer van fosfaat uit organische mest. In tabel 1 is voor bedrijven met verschillende veebezettingen aangegeven wat ze uit drijfmest aan fosfaat per ha land beschikbaar hebben en wat er door weidegang aan fosfaat op de percelen komt. De excretie van fosfaat vindt voornamelijk plaats in de feces en nauwelijks in de urine. Het fosfaat komt daardoor heel pleksgewijs op het land en de benutting van dat fosfaat op korte termijn is gering. Op termijn is de benutting van dit fosfaat wel groot zolang geen lekken optreden (normaal gesproken verwaarloosbaar) of fixatie optreedt (bodemafhankelijk). Dit is anders dan bij kali dat bij beweiding ook pleksgewijs neerkomt, voornamelijk in urine, maar wel sterk uitspoeling-gevoelig is, met name op lichtere gronden. Naast het al gesignaleerde probleem op extensieve bedrijven in Bioveem-1, loopt door het gewijzigde mestbeleid de beschikbaarheid van fosfaat uit drijfmest ook terug op intensievere bedrijven. Dit zet de fosfaatbemesting op maaipercelen nog verder onder druk. Met de bemestingsnorm van 112 kg stikstof speelt dit op BD-bedrijven nog sterker.

Tabel 1 Beschikbaarheid van fosfaat uit drijfmest en via beweiding naar aanleiding van de aanvoernorm van 170 kg N/ha

Bedrijfs-type	Aantal GVE per ha	Mest-productie (kg N/ha)	Opgevangen mest (kg N /ha)	Beschikbare mest voor uitrijden (kg N / ha)	Beschikbare hoeveelheid drijfmest (m ³ / ha)	Beschikb. fosfaat uit drijfmest (P ₂ O ₅ /ha)	Hoeveelheid fosfaat via weidegang (P ₂ O ₅ /ha)
Intensief	2,5	228	150	92	24	41	35
Maximaal voor biologisch	1,85	168	111	111	29	49	26
Gemiddeld	1,5	137	90	90	24	40	21
Extensief	1,1	100	66	66	17	29	15

Aanname: een stikstofproductie in mest van 91 kg N per GVE, 34 % van de uitgescheiden mest die als weidemest direct op het land komt, en 9,0 % d.s., 3,8 kg N en 1,7 kg P₂O₅ per m³ mest (Smolders e.a., 2000)

Aan- en afvoer op maaiperceel grasklaver

Tabel 1 geeft aan wat er met de huidige regelgeving op biologische bedrijven aan de aanbodzijde van fosfaat uit organische mest gebeurt. Opmerkelijk is dat de meest intensieve bedrijven *minder* mest om uit te rijden hebben omdat een relatief groot deel van de geproduceerde mest in weidegang geproduceerd wordt. Deze bedrijven hebben gemiddeld nog maar 24 m³ ton dunne mest per hectare beschikbaar. In tabel 2 wordt de aan- en afvoerbalans van fosfaat op een maaiperceel berekend. De aanvoer is aangegeven bij twee bemestingsniveaus; 30 en 45 m³ drijfmest, ongeveer overeenkomend met 112 en 170 kg stikstof. Overigens staat de regelgeving

wel toe om op percelen meer dan 170 kilo stikstof te geven, zolang het op bedrijfsniveau maar maximaal 170 is. De afvoer is aangegeven bij drie niveaus van fosfor in het gewas: 2,5 , 3,2 , 4,0 g fosfor/kg ds . Hierbij is 2,5 de absolute ondergrens in verband met diergezondheid, 3,2 het volgens de literatuur na te streven minimum en 4,0 een ruime voorziening.

Tabel 2 Aan- en afvoer van fosfaat op maaiperceel grasklaver met twee bemestingsniveaus

Bedrijfstype		BD	Ecologisch
Mestsoort		drijfmest	drijfmest
Bemestingsniveau (m ³)		30	45
Aanvoer			
N-totaal kg/ha		114	171
Werkelijke aanvoer fosfaat (kg P ₂ O ₅ /ha)		51	77
Gangbaar advies bij voldoende P-AI		85	85
Afvoer bij maaien			
Fosfaat (kg P ₂ O ₅ /ha) bij gehalten in gewas van:	2,5 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	69	69
	3,2 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	88	88
	4,0 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	110	110
Overschot of tekort			
Fosfaat (kg P ₂ O ₅ /ha) bij gehalten in gewas van:	2,5 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	- 18	+ 8
	3,2 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	- 37	- 11
	4,0 g fosfor kg ⁻¹ d.s.	- 59	- 33

¹ Uitgaande van gehalten in drijfmest van 9,0 % d.s., 3,8 kg N en 1,7 kg P₂O₅ (Smolders e.a., 2000) en een netto productie van 12 ton droge stof ha⁻¹ in vier sneden

Rekenend met het gangbare advies bij vier sneden (85 kg) en een gemiddeld fosforgehalte (3,2 g fosfor kg⁻¹ ds) is nagenoeg sprake van evenwicht tussen aanvoer (85) en afvoer (88), wat ook de gedachtegang is achter het bemestingsadvies. Echter, in de praktijk van de biologische landbouw wordt op maaipercelen dit bemestingsniveau vrijwel nooit gehaald (Pers. Med. Nick van Eekeren, Jan de Wit (LBI)).

Uit de tabel wordt ook duidelijk dat bij de getoonde bemestingen onder biologische respectievelijk biologisch-dynamische omstandigheden de fosfaatbalans in vrijwel alle gevallen negatief is, zelfs bij lage fosforgehalten in het gewas. Dit betekent dat met deze in praktijk niet ongebruikelijke bemesting op maaipercelen, bedrijven op die percelen interen op de fosfaatvoorraad in de bodem. Of dat tot problemen met de gewasgroei leidt, is vooral afhankelijk van de initiële fosfaattoestand van het perceel. Op het merendeel van de Bioveem-bedrijven is te zien dat de fosfaattoestand voldoende tot hoog is (zie tabel 3).

Op maaipercelen met een lage- of voldoende fosfaattoestand wordt met de aanvoer van 30 of 45 m³ drijfmest niet voldoende fosfaat bemest volgens het gangbare bemestingsadvies.

Op percelen met beweiding is de fosfaatbemesting doorgaans gelijk aan of hoger dan de onttrekking.

Tabel 3 Waardering P-AI getal in de laag 0-10 cm naar het bemestingsadvies (hoofdstuk 4) op Bioveembedrijven (zie bijlage 1 voor uitsplitsing per bedrijf)

	Laag % van de percelen	Vrij laag	Voldoende tot hoog
Zeeklei, veen, zand en dalgrond (15 bedrijven)	4 (0-21)*	28 (0-90)*	68 (6-94)*
Rivierklei (1 bedrijf)	0	18	82
Löss (1 bedrijf)	0	17	83

*(laagste en hoogste percentage)

Samenvatting en conclusies

De huidige aanvoernormen voor organische mest uit beweiding en bemesting zet de fosfaataanvoer uit mest beperkt onder druk. Bij een uitgebalanceerde bemesting over beweide en gemaaide percelen kan overal in evenwicht of met een gering fosfaatoverschot bemest worden. Voor BD-bedrijven pakt het door de strengere norm ongunstiger uit dan voor overige biologische bedrijven. Problemen met fosfaattekorten zullen zich theoretisch het eerst voordoen op maaipercelen (hoge afvoer), percelen met een lage fosfaattoestanden/of percelen met een fosfaatfixerende bodem. Op de bedrijven in Bioveem is grondsoort geen bepalende factor voor de fosfaattoestand van de percelen. Er is sprake van grote verschillen tussen de bedrijven.

3 Effecten van een tekort aan fosfaat

3.1 Fosfor in veevoeder

Fosfor is een belangrijke stof in de voeding van rundvee. Het speelt een belangrijke rol in de botvorming, in de energiehuishouding en in het zuur-base evenwicht in het lichaam (NRL0, 1982). Het grootste deel van de fosfor in een rund is opgeslagen als fosfor-calcium complexen in het bot. Op beperkte schaal kan de fosfor daaruit gemobiliseerd worden, bijvoorbeeld bij een in absolute zin te laag fosforgehalte in het voer. Het is duidelijk dat dit een ongewenste situatie is die niet te lang mag duren.

Er bestaat een voedingsnorm (NRL0, 1982) voor fosfor voor rundvee in verschillende levensfasen: kalf, volwassen dier, einde dacht, melkgevend. Dit is opgebouwd uit de componenten groei (voor kalf en drachtige koe), onderhoud (alle dieren) en melkgift.

Voor melkgevende koeien is de norm in Nederland als volgt:

$$P\text{-behoefte uit voer (in gram per dag)} = 0,042 \times G + 1,5 \times M$$

waarin G = lichaamsgewicht in kg en M = melkgift per dag in kg.

Voor een koe aan het einde van de dracht is de norm:

$$P\text{-behoefte uit voer (in gram per dag)} = 0,042 \times G + 7 \text{ gram.}$$

Hierbij is rekening gehouden met een opname uit ruwvoer van ongeveer 60% van de in het voer aanwezige fosfor. De fosfor uit krachtvoer, als dat tenminste is samengesteld uit voornamelijk zaden, kan voor een hoger percentage benut worden door rundvee.

De normering is ten opzichte van 1982 niet wezenlijk veranderd (CVB, 2005): een vaste component voor melkvee (was gewichtsaafhankelijk) en een iets lagere melkgiftafhankelijke component: $P\text{-behoefte uit voer per dag} = 19 + 1,43 \times M$ (gr); M = melkgift in kg dag⁻¹.

De opname van fosfor wordt, net zoals die van calcium, bevorderd door een voldoende aanwezigheid van vitamine D. Deze vitamine komt niet voor in vers gras(klaver), maar wordt onder invloed van (de ultraviolette component uit) zonlicht gevormd in de planten in de periode tussen maaien en binnenhalen. Ook wordt het door die lichtwerking onderhuids gevormd bij buitenlopend vee. Lange stalperiodes voor het vee en korte tijd tussen maaien en binnenhalen van grasklaversneden hebben dus een negatieve werking op de fosforopname. Bij de vijf onderzochte bedrijven (Smolders e.a. (2005)) bleek op één van de bedrijven in één periode van een half jaar de dekking van vitamine D2 te kort te komen.

Indien de fosforbehoefte gezet wordt naast de opname aan ruwvoer per dag, kan daaruit een minimaal vereist fosforgehalte van het ruwvoer berekend worden. Dat minimum ligt ongeveer bij 3 g P kg⁻¹ ds in ruwvoer. Zowel voor kalveren (groei) als voor hoogproductief melkvee (melkgift) is dat echter te laag. Daar staat weer tegenover dat de meest productieve koeien vaak ook het meeste krachtvoer krijgen met daarin vaak een hoger gehalte aan fosfor en een hogere opneembaarheid daarvan. Voor het totale rantsoen voor rundvee wordt 3,25 g P kg⁻¹ ds aangehouden (Smolders e.a., 2005).

Metingen aan grasklaver in Nederland (Schils, 2002) wijzen op een voldoende fosforgehalte in zowel de grascomponent als de klavercomponent met gemiddeld 3,2 tot 4,0 g P kg⁻¹ ds, afhankelijk van de fosfaatbemesting. Ook Baars (2002) meldt dat in de beschreven proeven de fosforconcentratie hoog genoeg was voor optimale groei en boven het vereiste minimumniveau in voeders.

In Smolders e.a. (2005) wordt een analyse gegeven van de energie, mineralen en vitaminen voorziening van een vijftal biologische bedrijven. Hieruit blijkt dat de P-voorziening in het rantsoen van de onderzochte bedrijven in twee van de drie onderzochte perioden (najaar 2004 en voorjaar 2005) met 2,7 respectievelijk 2,2 onder de norm van 3,25 ligt. In die zelfde periode ligt de bloedwaarde van anorganisch fosfaat ruim binnen het normtraject van 1,1 – 2,4 mmol/l. Over de discrepantie tussen voeders beneden de P-norm en bloedwaardes binnen het normtraject wordt door Smolders e.a. niets gezegd. Een eventuele verklaring hiervoor is de bufferwerking van het organisme (remobilisatie van fosfor) of een te hoog gestelde minimumnorm in voer.

Bij een gegeven bedrijfsvoering zal een hoger gehalte aan fosfor in het voer leiden tot hogere gehalten van fosfaat in de mest. Voor twaalf niet biologische bedrijven (Management op Duurzame Melkveebedrijven, 1997) is de relatie als volgt berekend door lineaire regressie:

$$\text{Fosfaat} = 0,0129 \times \text{P-dekking}$$

waarbij

Fosfaat = fosfaatgehalte in gram per kilo rundveedrijfmest gecorrigeerd naar 9,0% ds

P-dekking = P-aanbod/P-behoefte voor melkveerantsoen

Bij een rantsoen waarop scherp op de P-norm wordt gevoerd (dekking 102%) blijkt de mest in dat onderzoek 1,4 g P₂O₅ kg⁻¹ ds te bevatten. Dat is aanzienlijk lager dan het gemiddelde van 1,7 gram van de onderzochte Bioveem-bedrijven (Smolders e.a., 2000), wat erop kan duiden dat daar gemiddeld de P-dekking meer dan voldoende was. Het is echter hoger dan de mest uit onderzoek op de Minderhoudhoeve die 1,1 g P₂O₅ kg⁻¹ ds bevatte bij hoogproductieve en gezonde dieren. De ondergrens voor de P-voedernorm is kan voor individuele bedrijven dus afwijken van de algemene norm.

Samenvattend kunnen we stellen dat de beschikbare data voor biologische bedrijfsvoering er op wijzen dat er sprake is van een voldoende dekking van de fosforbehoefte. Waar de voedernorm aan fosfor niet gehaald wordt, hoeft dat niet direct tot te lage bloedwaarden of gezondheidsproblemen te leiden.

Een vergiftiging met fosfor via de voeding zal niet snel optreden. Overmaat treedt waarschijnlijk regelmatig op, maar heeft geen schadelijke gevolgen voor de dieren; hiervoor is een grote onbalans in de voeding nodig. Een eventuele vergiftiging zal zich openbaren in de vorm van verminderde opname van diverse sporenelementen (NRLO, 1982). Omgekeerd geldt wel dat bedrijven waar problemen met sporenelementen optreden, er verstandig aan doen niet boven het P-advies te voeren.

3.2 Fosfor in planten

Fosfor vervult een rol bij de energiehuishouding van de plant. Ook zit het als bestanddeel in eiwit. Bij gelijke omstandigheden zal een hoger percentage ruw eiwit leiden tot een hoger fosforgehalte (NRLO, 1982), maar partijen van verschillende herkomst met gelijk ruweiwit- gehalte kunnen aanzienlijk verschillen in fosforgehalte. Een hogere fosfaatbeschikbaarheid in de bodem kan leiden tot een hogere fosforinhoud van het gewas bij gelijkblijvende ruweiwit inhoud.

De fosfaatopname door planten loopt niet evenredig met de droge stofproductie. In de begingroei is de fosforbehoefte en -opname relatief hoog (Baumeister en Ernst, 1978); later is de opname lager en vindt redistributie in de plant plaats. Bovendien is sprake van 'verduunning': hoe ouder het gewas en dus hoe groter de gerealiseerde droge stofproductie, hoe lager het fosfaatgehalte in het gewas. De zwaarte van de snede heeft dus invloed op het fosforgehalte in de droge stof. Dit wordt bevestigd door metingen van Baars (2002).

Fosfaat in de bodem is weinig mobiel. Er is slechts geringe diffusie in of stroming met het bodemvocht. Dat betekent dat de plant er met de wortels naar toe moet groeien. Bodemstructuur speelt dus een belangrijke rol bij de fosfaatopname door het gewas (Baumeister und Ernst, 1978).

Van mycorrhizaschimmels is bekend dat ze de fosforopname kunnen bevorderen. Ze fungeren als een soort verlengde wortels. In ruil voor koolhydraten van de gastplant leveren ze voedingsstoffen aan de wortels, waaronder fosfor. Deze fosfor kan afkomstig zijn van plaatsen waar de (dikkere) wortels niet bij kunnen, of van fosforverbindingen in de bodem die niet rechtstreeks door wortels opneembaar zijn (Ingham, 2001). Deze schimmels kunnen dus de fosforopname bevorderen waardoor een gewas bij een lage P-AI toch voldoende fosfor op kan nemen. In literatuur staat beschreven dat klaverwortels in een grasklaverbestand meer met mycorrhiza's bezet zijn dan graswortels. Mycorrhiza's treden sterker op naarmate de bodemvruchtbaarheid lager is. Er is gerapporteerd dat de bezetting op biologische bedrijven hoger is dan op gangbare bedrijven (Mäder e.a., 2002), en gemiddeld op zandgrond hoger dan op kleigrond. Een hoge P-AI leidt tot lagere mycorrhizabezetting (Keltjens, 1999).

De combinatie van hoge fosforbehoefte in de begingroei en de afhankelijkheid van voldoende wortelgroei maakt dat acuut fosforgebrek zich voornamelijk in het voorjaar manifesteert en met name bij lage (bodem)temperaturen. Bij een gevoelig gewas zoals snijmais kan het voorkomen dat de Pw meer dan voldoende is en toch in het voorjaar fosforgebrek zich aandient. Voor gras en klaver is dat minder het geval.

Visuele gebrekverschijnselen in gras

Acuut fosforgebrek kenmerkt zich door een paarse verkleuring van het gewas.

Visuele gebrekverschijnselen in klaver

Toch al vrij donkergroene klaverplanten verkleuren bij fosforgebrek naar een nog donkerder groen met een blauwe schijn erover. Bovendien leidt P-gebrek tot dwerggroei.

3.3 Effect van fosfaat op de productie van grasklaver

Indien fosfaat in de bodem de limiterende factor is voor productie, werkt een fosfaatbemesting als volgt: in eerste instantie leidt toenemende fosfaatbeschikbaarheid tot een toenemende productie bij vrijwel gelijkblijvende P-concentratie in het gewas. Bij meer bemesting zal het effect op droge stofproductie afnemen en de P-concentratie in het gewas toenemen. De combinatie van gras en klaver in één gewas geeft echter specifieke reacties. De literatuur is daarover niet eenduidig. Schils e.a. (1997) stellen in algemene zin dat bij een verhoging van de fosfaat- en kalitoestand van laag naar voldoende, de concurrentiekracht van witte klaver toeneemt. Gras heeft ten opzichte van klaver een relatief uitgebreid wortelstelsel. Bij lagere bodemvruchtbaarheid zal klaver in een grasklaver bestand meer moeite hebben de benodigde voedingsstoffen te vinden omdat de (wortel)concurrentiekracht geringer is (Schils, 2002). Daar staat tegenover dat bij lage bodemvruchtbaarheid de bezetting met mycorrhizaschimmels in het voordeel van klaver kan werken.

Schils (2002) concludeert dat in zijn proeven op een grond met matige P-toestand de grascomponent in grasklaver ten opzichte van P-bemesting net zo reageert als een puur grasbestand (in dit geval Engels raaigras), en dat de klavercomponent anders reageert, namelijk een hogere fosforconcentratie maar een iets lagere droge stofproductie. Dit kan erop duiden dat onder deze omstandigheden een P-bemesting negatief doorwerkt op de klavercomponent door toenemende concurrentie van het gras. Hij haalt echter ook andere auteurs aan (Sinclair e.a., 1996) die juist een sterkere klaverreactie observeren. Acuna en Wilman (1993) beschrijven dat in een proef op een bodem met lage P-status de witte klaver en het Engels raaigras min of meer gelijkwaardig reageren. Zij suggereren dat de concurrentieverhoudingen mede afhangen van de concurrentiekracht van het type gras en de stikstofbeschikbaarheid: bij hoge stikstofbeschikbaarheid kan gras meer profiteren van een P-bemesting dan klaver. Dit laatste treedt ook op bij de proeven van Schils.

Uit het werk van Schils (2002) blijkt ook dat bij de gegeven bodemomstandigheden (matige P-status) een bemesting met fosfor vooral doorwerkt in de P-concentratie in de droge stof. Bij een bemesting oplopend van 0 naar 100 kg P ha⁻¹ neemt de P-concentratie ruwweg toe van 3 naar 4 gram P kg⁻¹ droge stof. Een gewas zonder P-bemesting op een bodem met matige P-toestand bevat dus nog altijd voldoende P vanuit voedingsoogpunt. Pas bij de combinatie van lage P-toestand, geen P-bemesting en wel N-bemesting wordt de fosfor in het gewas dusdanig 'verdund' door droge stofopbrengst dat de P-concentratie kan dalen tot onder de kritische grens van rond 3,2 g kg⁻¹ ds. Gras in afwezigheid van klaver en zonder stikstofbemesting geeft een lage opbrengst van rond 6 ton ha⁻¹ onafhankelijk van de P-bemesting en met een P-concentratie van ongeveer 4 g P kg⁻¹ ds.

Op een in 2001 aangelegde fosfaatbemestingsproef op klei-op-veen met een lage fosfaattoestand waarbij additioneel op de gewone bedrijfsvoering natuurfosfaat als meststof is gebruikt, blijkt in het derde en vierde jaar van de proef een positief effect op de eerste snede maar nauwelijks effect op de totale jaaropbrengst (De Wit e.a., 2004). Bij een fosfaatgift van 200 kg ha⁻¹ blijkt wel de P-Al toe te nemen van 9 naar 21. Er is sprake van een lichte tendens tot meer klaver ten gunste van fosfaatbemesting. Ook hier blijkt dus een gering effect van P-bemesting ondanks de lage P-Al waarde. Het overschot aan fosfaat wordt in de bodem opgeslagen en leidt tot hogere P-concentratie in het gewas in het derde jaar gemeten. In deze proef is zonder P-bemesting de P-concentratie in de eerste snede en ook in een late snede onder de kritische grens: 2,8 tot 2,9 g P kg⁻¹ ds. Met fosfaatbemesting van 50, 100 of 200 kg P₂O₅ ha⁻¹ ligt de P-concentratie meest tussen 3,0 en 3,3 g P kg⁻¹ ds.

3.4 Samenvatting en conclusies

Fosfortekorten in het voer zijn in de Nederlandse situatie op korte termijn niet te verwachten. Een tijdelijke onbalans in de voeding waardoor P-tekort optreedt, kan het vee opvangen door mobilisatie van lichaamseigen fosfor. De respons van grasklaver op fosforbemesting is wisselend. Het lijkt erop dat we in Nederland te maken hebben met matig tot voldoende P-Al waarden waarbij extra P-bemesting niet of nauwelijks leidt tot extra opbrengst of extra klaveraandeel, en mogelijk wel tot P-concentratie in de droge stof. Dat laatste is echter vanuit voedingsoogpunt niet nodig. Gegeven de immobiliteit van fosfor in de grond waardoor uitspoeling klein is, kan in de meeste gevallen volstaan worden met P-evenwichtbemesting om de P-Al een vrij lange periode in stand te

houden en de productie niet te belemmeren. Op de lange termijn mogen we verwachten dat de bodemvoorraad P zover daalt dat het P-AL-getal daalt en de productie wordt beperkt. Dit zal echter (afhankelijk van de initiële voorraad) enkele jaren tot tientallen jaren duren. Mycorrhiza's spelen mogelijk een rol om onder lagere P-AI waardes toch voldoende fosfor beschikbaar te hebben voor de grasklaver. Bodems met een gemeten lage P-AI behoeven aandacht, zowel vanuit productieoogpunt als vanuit diergezondheidsoogpunt.

4 Gangbaar bemestingsadvies voor fosfaat op grasklaver

Het huidige bemestingsadvies voor fosfaat is gesplitst naar gras en grasklaver (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Dit advies is verder afhankelijk van

- 1 de beschikbaarheid van fosfaat in de bodem, gewaardeerd naar het P-AI getal;
- 2 de grondsoort;
- 3 het graslandgebruik, en daarmee de afvoer van fosfaat van het perceel;
- 4 het tijdstip in het seizoen.

4.1 Waardering van P-AI

De waardering van P-AI is gegeven in tabel 4. Op zeeklei, veen, zand en dalgrond worden iets hogere waarden aangehouden dan op rivierklei; op löss worden de laagste waarden aangehouden. Bij metingen in 0-10 cm (nieuwe standaard) in plaats van 0-5 cm (oude standaard) worden ook lagere waarden aangehouden.

Tabel 4 Waardering van het P-AI getal in de bodem (voor gras en grasklaver)

	Zeeklei, veen, zand en dalgrond		Rivierklei		Löss	
	0-5 cm	0-10 cm	0-5 cm	0-10 cm	0-5 cm	0-10 cm
Laag	<18	<16	<15	<14	<13	<13
Vrij laag	18-29	16-26	15-24	14-22	13-19	13-18
Voldoende	30-39	27-35	25-34	23-30	20-29	19-26
Ruim voldoende	40-55	36-50	35-55	31-46	30-45	27-40
Hoog	>55	>50	>55	>46	>45	>40

4.2 Bemestingsadvies fosfaat

Het advies voor de eerste gift heeft als doel een snelle begingroei mogelijk te maken.

Het advies voor de overige snedes is gericht op het compenseren van de onttrekking.

In tabel 5 is het bemestingsadvies voor grasklaver gegeven. Dat is alleen voor de eerste snede afwijkend van het advies voor puur gras; voor de overige snedes is het identiek.

Voor grasklaver adviseert men een lagere gift omdat verondersteld wordt dat een hoge fosfaatgift de concurrentiepositie van het gras te veel bevordert. In tabel 6 is het verschil weergegeven tussen gras en grasklaver in geadviseerde fosfaatgift voor de eerste snede.

Tabel 5 Advies voor de fosfaatbemesting van grasklaver op alle grondsoorten in kg P₂O₅ per ha (Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen, 2002)

	Eerste snede	Volgende sneden				Aantal jaren	
		Weiden		Maaien			
		Dag en nacht	Overdag	Voor 1 juli	Na 1 juli		
				>2500 kg ds/ha	<2500 kg ds/ha		
Laag	70	10	20	25	20	20	4
Vrij laag	45	10	20	25	20	20	4
Voldoende	25	10	20	25	20	20	4
Ruim voldoende	15	10	20	25	20	20	4
Hoog	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 6 Verschil van fosfaat advies tussen grasland en gras/klaver in kg P₂O₅ per ha

	Grasland	Gras/klaver	Verschil
Laag	110	70	40
Vrij laag	70	45	25
Voldoende	45	25	20
Ruim voldoende	25	15	10
Hoog	15	0	15

4.3 Uitspoeling en fixatie

Fosfaat is in de bodem aanwezig in organische en anorganische verbindingen.

De anorganische fosfaat komt in verschillende vormen voor, en wordt gemakkelijk omgezet in moeilijker opneembare fosfaatverbindingen. Bij kalkloze zandgronden die ijzer en aluminium bevatten, gaat het om ijzer- en aluminiumfosfaten die niet opneembaar zijn voor gewassen. Bij kalkhoudende gronden wordt fosfaat vooral vastgelegd in de vorm van calciumfosfaten (Chardon e.a., 1996). Het vrijmaken van deze fosfaten voor opname door de plant is slechts zeer beperkt mogelijk.

Een bodem kan al fosfaat met percolerend regenwater verliezen bij een fosfaatverzadiging van 25% (Schoumans, 2004). Van de bodems op de Bioveem-bedrijven is geen mate van fosfaatverzadiging gemeten. Wel zijn de P-AI waarden bekend, die niet extreem hoog liggen. Op basis hiervan kan niet met zekerheid gesteld worden dat de uitspoeling verwaarloosbaar is. Mocht uit nader onderzoek blijken dat verliezen door uitspoeling wel degelijk een rol spelen, dan verzwaart dat de hier beschreven problematiek: een strikte evenwichtbemesting in mestaanvoer ten opzichte van gewasafvoer zou versneld leiden tot terugloop van de bodemvoorraad.

Sommige gronden zijn fosfaatfixerend: ze leggen irreversibel fosfaat vast in verbindingen die niet meer door planten opgenomen kunnen worden. Gedeelde fosfaatgiften kunnen deze problematiek verminderen. In geval van toediening van fosfaat met organische mest kan deling van een soms toch al vrij geringe hoeveelheid mest problematisch zijn. Daar staat tegenover dat meerdere kleinere giften gunstig zijn voor stikstofbenutting en stikstofbinding door klavers.

4.4 Fosfaatwerkingscoëfficiënt

Onder alle omstandigheden (afgezien van fosfaatfixerende gronden) is de meerjarige werkingscoëfficiënt van fosfaat bij organische meststoffen 100%. In de tabellen 7 en 8 staat een verdere differentiatie (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Het fosfaat in de excreties van dieren zit voornamelijk in de vaste fractie. Op korte termijn bezien valt de mest van weidend vee zeer ongelijk verdeeld (3 - 5% van de oppervlakte, Middelkoop e.a., 2004). Op langere termijn middelt dat maar deels uit tenzij er herinzaai en dus menging van de grond over het hele perceel plaatsvindt. Met de mestflatten zelf vindt pleksgewijs een bemesting plaats van 700 – 1000 kg P₂O₅ ha⁻¹. Het is niet onwaarschijnlijk dat hier zeer lokaal versterkte uitspoeling kan plaatsvinden. Hoewel de werking van het fosfaat uit mest van weidend vee op termijn 100% werkzaam zou zijn volgens de gebruikelijke tabellen, kunnen we daar zeker vraagtekens bij zetten.

Tabel 7 Fosfaatwerkingscoëfficiënt in % van dierlijke dunne bij diverse toediening-methoden op grasland

Methode	Fosfaattoestand bodem	Snedes na toediening		Totaal
		Eerste	Overige	
Injectie	(vrij) laag	0	100	100
	(ruim) voldoende / hoog	20	80	100
Zodenbemesting en zodeninjectie	n.v.t.	50	50	100
Sleepvoeten	n.v.t.	75	25	100

Tabel 8 Fosfaatwerkingscoëfficiënt in % van vaste mest

Mestsoort	In het jaar van toediening	Langjarig
Rundvee	80	100
Varken	80	100
Kip	80	100

5 Aanpassing van advies voor biologische grasklaverteelt noodzakelijk?

Argumenten voor het al dan niet aanpassen van het fosfaatbestedingsadvies

Er ligt een degelijk fosfaatbestedingsadvies voor grasland (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002) dat vanaf de eerste gift al specifiek gericht is op grasklaver. Vanuit de nieuwe gebruiksnormen gezien lijkt fosfaat nog voldoende aangevoerd te kunnen worden (170 kg N uit dierlijke mest, N/P = 2,24 dus beschikbaar 76 kg P₂O₅ ha⁻¹). Men moet vooral letten op een juiste verdeling over de percelen. In het bestedingsadvies wordt daarmee al rekening gehouden. De geadviseerde gift is immers afhankelijk van gebruik (onttrekking) en beschikbaarheid (P-AI). Toch zijn er argumenten om het advies nader te beschouwen.

1 Verschil tussen met stikstof bemest gras en grasklaver

Er is geen eenduidige reactie van grasklaverproductie op fosfaatbemesting (zie hoofdstuk 3). In het bestedingsadvies is al (bij de eerste snede) rekening gehouden met een negatief effect van fosfaatbemesting op grasklaver, veroorzaakt door versterkte concurrentie door gras en het daardoor wegdrücken van de klaver. Het risico van wegvallen van klaver uit de grasmat door een te lage fosfaatbeschikbaarheid lijkt kleiner dan bij te lage kaliumbeschikbaarheid.

2 P-AI als maatstaf

Het bestedingsadvies is gebaseerd op P-AI metingen en de waardering daarvan.

De verandering van 0-5 naar 0-10 cm bemonsterde diepte is een verbetering. Gras en (witte) klaver kunnen echter dieper wortelen, en onder biologische omstandigheden doen ze dat in de regel ook. Door activiteit van het bodemleven - regenwormen komen meer voor onder biologische dan gangbare omstandigheden (van Eekeren e.a., 2003) - kan organisch materiaal en daarmee fosfaat verplaatst worden naar diepere bodemlagen.

Mycorrhizaschimmels kunnen de fosfaatopname bevorderen. Deze schimmels komen meer voor onder fosfaatarme omstandigheden (Ryan e.a. 2000) en bij lagere stikstofniveaus (De Goede en Brussaard, 2001), wat bij biologische bedrijfsvoering het geval kan zijn. Metingen op het biologisch bedrijf van T.J. Slob met een fosfaatproef lieten in 2003 echter nauwelijks een verschil zien van de mycorrhiza's bij toenemende fosfaatbemesting en daardoor een toenemend P-AI getal (ongepubliceerde data N. van Eekeren).

Beide aspecten – bodemvolume en mycorrhiza's – wijzen erop dat het bestedingsadvies genuanceerd kan worden.

3 Diergezondheid

Hoewel niet onder alle omstandigheden eenduidig is er wel sprake van een positieve relatie tussen P-bemesting of P-beschikbaarheid en de fosforinhoud van grasklaver. Onder Nederlandse omstandigheden bevindt het fosforgehalte in grasklaver zich tot nu toe boven het minimum uit veevoedingsoogpunt, en is ook de fosforstikstofverhouding boven de kritische grens. Er zijn aanwijzingen dat een zekere verlaging van de fosforconcentratie kan plaatsvinden zonder gevolgen voor de diergezondheid.

4 Gesloten bedrijfsvoering en beperking van gebruik van externe hulpbronnen

Een van de intenties van de biologische landbouw is het beperken van het gebruik van externe hulpbronnen en het maximaliseren van bedrijfsinterne kringlopen. Waar sprake is van gespecialiseerde bedrijven levert de veehouderij zo mogelijk mest aan akkerbouw en tuinbouw. Door een verlaging van de bemesting met fosfaat blijft in potentie mest over voor afvoer naar akkerbouw- of tuinbouwbedrijven. Een negatieve P-bedrijfsbalans zal zich uiteindelijk vertalen in een nieuw evenwicht met lagere P-AI, een lager P-gehalte in de grasklaver en waarschijnlijk ook een lager P₂O₅-gehalte in de mest. Zolang dat niet ten koste gaat van productie (punt 1 en 2) of diergezondheid (punt 3) is het een positieve bijdrage aan de ontwikkeling van de biologische sector. Bovendien kan een lagere P-AI (en P-w) ertoe leiden dat eventuele verliezen door uitspoeling nog verder teruggebracht worden. Wel moet men goed in gedachten houden dat het grotendeels een *tijdelijk* effect is (verminderde P-toevoer zodat de P-AI daalt tot een lagere gewenste waarde) en voor een klein en moeilijk te bepalen deel een blijvend effect heeft (verminderde uitspoeling van fosfaat).

5 Kosten

Uitzonderingen daargelaten lijkt er onder de huidige omstandigheden weinig reden te zijn om te gaan werken met specifieke fosfaatmeststoffen. Dat komt wel in beeld als door mestlevering aan derden structureel aanzienlijk meer fosfaat wordt afgevoerd dan aangevoerd. In dat geval moet men overigens ook aan kalium, magnesium en kalk denken.

Met bekalking komt een zekere hoeveelheid fosfaat mee. Omgerekend naar kilo's fosfaat per jaar is de bijdrage gering.

Natuurfosfaat is de enige fosfaatmeststof die in de biologische landbouw is toegestaan. Indien voldoende fijn gemalen is de werking ervan redelijk snel. Op termijn is de werking 100%. Er zijn momenteel biologische bedrijven op fosfaatfixerende gronden die het toepassen.

Gezien de niet eenduidige reactie van grasklaveropbrengst op fosfaatbemesting is het niet zinnig hiervoor een kosten-batenanalyse te maken. Wel kunnen we kijken naar een kostenvergelijking tussen het verkopen van dunne mest en het aankopen van fosfaat en kali ter compensatie van de extra mineralenafvoer.

Indien we 1 ton dunne mest verkopen en het fosfaat (1,7 kg/ton) en de kali (6,1 kg/ton) door aankoop gecompenseerd wordt, komt dat bij een prijspijl van € 0,82 per kg P₂O₅ (Zacht natuurfosfaat: Physalg 27) en € 0,51 per kg K₂O (kaliumsulfatgranulaat, van Eekeren e.a., 2005) neer op € 4,50 per ton. Daarbij moeten we rekening houden met de kosten van het uitbrengen van deze twee meststoffen ten opzichte van het uitrijden van dunne mest. De verkoopprijs van dunne biologische rundermest ligt momenteel ver beneden dit minimum van € 4,50 per ton (mondelinge mededeling U. Prins, LBI), dus vervanging van dunne mest door externe fosfaat- en kalibronnen is financieel gezien onaantrekkelijk. Pas indien de vraag naar biologische mest en daarmee de prijs sterk toeneemt, kan deze route in beeld komen.

Samenvatting en conclusie

De argumenten voor een aanpassing van het fosfaatbemestingsadvies samengevat:

Tegen aanscherping

- De relatie tussen fosfaatbeschikbaarheid en grasklaverproductie is niet eenduidig gedocumenteerd, dus voorzichtigheid is geboden;
- Hoewel een kleine verlaging van de fosforinhoud van grasklaver mogelijk is zonder gezondheidsproblemen bij de dieren is het wel raadzaam de vinger aan de pols te houden. De P-AI als maat voor fosforinhoud van de grasklaver is niet betrouwbaar genoeg, dus gewasanalyse is noodzakelijk.

Neutraal

- In het bemestingsadvies wordt in de eerste gift al rekening gehouden met het verschil tussen puur gras en grasklaver;
- Afgezien van uitzonderingssituaties biedt de wettelijk toegestane bemesting voldoende ruimte voor (ten minste) evenwichtsbemesting, en het bemestingsadvies is grotendeels gericht op evenwichtsbemesting bij een voldoende hoge P-toestand van de bodem;
- Een verlaging van de bemesting met verlaging van P-AI tot gevolg heeft maar een tijdelijk effect: er ontstaat een nieuw evenwicht met lagere P-gehalten in het gewas maar ook lagere P₂O₅-gehalten in de mest waardoor alsnog de vrijkomende mest voor bij voorbeeld akker- of tuinbouw beperkt wordt;
- Vanuit diergezondheid is er enige ruimte voor een verlaging van de fosforinhoud van de gewassen. Dit kan men bereiken door de bemesting structureel omlaag te brengen.

Voor aanscherping

- Mycorrhiza's en een ruimer bodemvolume kunnen de fosfaatopname door de grasklaver bevorderen bij een lagere P-AI. Dit zou betekenen dat er *tijdelijk* minder fosfaat bemest kan worden om de P-AI te verlagen.
- Een verlaagde P-AI verkleint het risico van verliezen door uitspoeling.

6 Afwijking van het gangbare fosfaatbestedingsadvies

We kunnen dus stellen dat er geen dringende redenen zijn minder te bemesten dan het fosfaatbestedingsadvies aangeeft, maar dat daar wel mogelijkheden voor zijn zonder dat dit risico's met zich meebrengt voor de opbrengst of diergezondheid.

Deze mogelijkheid is er niet voor percelen op fosfaatfixerende gronden en op percelen met een (te) lage fosfaattoestand. Ook moeten we constateren dat bij percelen die uitsluitend gemaaid worden, een bemesting van 45 ton dunne mest per hectare (30 ton voor eerste snede, 15 ton voor tweede snede) bij lange na niet voldoende is om de fosfaatafvoer te compenseren.

Bij een perceel met uitsluitend maaien en een opbrengst van 12 ton ds ha⁻¹ is sprake van een fosfaatafvoer van 88 kg en 110 kg bij respectievelijk 3,2 en 4 g fosfor kg⁻¹ ds grasklaver. Hiervoor is 52 resp. 65 m³ dunne mest met 1,7 kg P₂O₅ /m³ nodig. Vanuit het oogpunt van klaverbeheer en maximalisatie van stikstofbinding door klaver is zo'n gift niet gewenst.

Hieruit volgen enkele vragen en constatering:

- Indien men het fosfaat- (en kali)advies opvolgt met uitsluitend dunne mest is dat strijdig met de voor klaver gewenste beperkte stikstofbemesting;
- Intensieve bedrijven die op maaipercelen de bemestingsrichtlijnen volgen, houden vrijwel geen mest over voor beweidde percelen. Op bedrijf- en perceelniveau kan de balans goed kloppen, maar het is niet werkbaar. Andersom is ook een probleem: indien de beweidde percelen nog een redelijke startgift krijgen is er een netto aanvoer van fosfaat naar die percelen, en komen de maaipercelen fosfaat en kali tekort;
- Hoe kan voldoende fosfaat (en kali) bemest worden zonder de klaver en de stikstofbinding te benadelen?

Verlaging van het advies door een verlaagd fosforgehalte in grasklaver

Een blijvende verlaging van het bemestingsniveau leidt in de regel tot een daling van de P-AI totdat zich een nieuw evenwicht heeft ingesteld. Dit kan sneller of langzamer verlopen, afhankelijk van grondsoort en fosfaatvoorraad. Op basis van de beschikbare literatuur is het niet mogelijk een direct en eenduidig verband te leggen tussen de P-AI en het fosforgehalte in het gewas. Wel kan als gedachtenexperiment gesteld worden dat een verlaging van de fosforconcentratie van 3,5 naar 2,9 g kg⁻¹ ds bij evenwichtsbemesting op perceelniveau een besparing oplevert van bijna 20% mest. Omgekeerd gezegd: bij een 20% lagere fosfaatbemesting dan geadviseerd en verwaarloosbare fosfaatverliezen in de grond kan zich een nieuw evenwicht instellen op een niveau waarbij de totale jaaropbrengst niet in gevaar komt en het gewas vanuit voedingsoogpunt naar verwachting nog voldoende fosfor bevat. De rest van het rantsoen moet een eventueel tekort compenseren. Hierbij moeten we wel de nodige kanttekeningen en vragen plaatsen.

- Verschillende gronden kunnen verschillend reageren; een rechtlijnig verband zoals hierboven gemakshalve verondersteld wordt, is niet waarschijnlijk;
- Hoe weet de veehouder zeker dat fosfaat niet limiterend wordt voor de opbrengst?
- Hoe weet de veehouder zeker dat het fosforgehalte in het gewas niet te laag wordt?
- Een lager fosforgehalte in het gewas leidt uiteindelijk tot een lager fosfaatgehalte in de mest. Hoeveel lager hangt af van de fosforopname en van de hoeveelheid fosfor die met krachtvoer naar het bedrijf komt. Een deel van de 'besparing' wordt dus weer tenietgedaan omdat door lagere gehalten in de mest men weer 'meer' moet bemesten. Het gaat dus om een tijdelijk effect.

Fosfaat evenwicht op bedrijfsniveau

Op bedrijfsniveau ("aan de poort") kan men berekenen of er sprake is van een evenwicht tussen aanvoer (stro, voer, ...) en afvoer (melk, vee, ...). Onzekerheden over de P-inhoud van mest en gewas vallen dan weg omdat die bedrijfsintern spelen.

In combinatie met inzicht in de P-AI van diverse percelen is dit een goede maatstaf voor een beoordeling van de fosfaattoestand van het bedrijf. Is er sprake van een evenwicht of overschot op bedrijfsniveau en voldoende of ruim voldoende P-AI op de meeste percelen, dan kan men overwegen om *ten minste tijdelijk* af te wijken van het fosfaatadvies.

Fosfaat, kali, stikstof

Omdat het overgrote deel van de mineralenaanvoer uit de eigen mest afkomstig is, hebben we te maken met vaak hoofdzakelijk één mestsoort met drie hoofdelementen in min of meer vastliggende verhoudingen. Afwijken van het fosfaatadvies heeft dus directe gevolgen voor de kali- en stikstofbemesting. Stikstof speelt vooral in de eerste snede een rol, daarna heeft de grasklaver geen stikstof meer nodig. Kali speelt het hele seizoen een rol, vooral op lichtere gronden en al helemaal bij een laag K-getal. Kalium is in tegenstelling tot fosfaat wel uitspoelingsgevoelig, met name op lichtere gronden. Kalium zal dus eerder beperkend worden dan fosfaat, en

kaliumgebrek kan uitval van klaver betekenen wat de hele productie onderuit haalt. De bemestingsrichtlijn voor kalium gaat daarom vóór op die voor fosfaat.

Controle

In tegenstelling tot de controle voor kalium door een bemestingsvenster (Van Eekeren, 2005) is de controle op P-tekort complex.

- De P-AI kan makkelijk gemeten worden, maar eerder is gezegd dat er een minder helder verband is tussen P-AI en gewasgroei dan bij voorbeeld het K-getal en gewasgroei;
- Meten van het fosforgehalte in het gewas is mogelijk;
- Een visuele beoordeling van de percelen levert geen antwoord op de vraag of er eventueel sprake is van een dusdanig fosfaattekort dat er sprake is van opbrengstderving;
- Een bemestingsvenster met separaat fosfaatbemesting (zacht natuurfosfaat) is uiteraard mogelijk, maar de reactie van het gewas zal zich veel gedempter en daardoor moeilijker zichtbaar vertonen dan bij kali.

7 Fosfaatbemestingsadvies voor de biologische melkveehouderij

Algemeen

- Maak een inschatting van de fosfaattoestand van het bedrijf door van verschillende percelen de P-AI te beschouwen en een fosfaatbalans op bedrijfsniveau op te stellen. Indien de P-AI voldoende of hoger is en de fosfaatbalans positief (netto aanvoer naar het bedrijf), kan men overwegen de (fosfaat)bemesting terug te brengen en eventueel mest van het bedrijf af te voeren;
- Maak onderscheid per perceel. Verschillende percelen kunnen flink verschillen in P-AI, en het graslandgebruik zal verschillen. Percelen met een lage P-AI of met een hoog maaipercentage behoeven extra fosfaat. Deze twee variabelen zijn opgenomen in het gangbare bemestingsadvies;
- In praktijk wordt vaak bij de derde en latere sneden afgezien van bemesting en dus afgeweken van het fosfaatbemestingsadvies. Voor fosfaat, met zijn wat trage werking, is het geen enkel bezwaar om in de eerste (twee) snede(n) meer te geven en daarna niets meer, zoals ook in het bemestingsadvies staat;
- Let op kalium: dit wordt bij onevenwichtige bemesting waarschijnlijk eerder limiterend dan fosfaat. Maak dus ook een plan voor de kalium en kijk of er nog gaten open blijven voor de fosfaat.

Maaipercelen

Maaipercelen krijgen binnen biologische bedrijfsvoeringen vrijwel altijd te weinig fosfaat om de onttrekking te compenseren, óf omdat er te weinig mest beschikbaar is, óf omdat men uit stikstofopgootpunt de bemesting beperkt. Men volgt het bemestingsadvies dus niet in praktijk:

- Breng zo mogelijk maaipercelen in rotatie met akkerbouwgewassen of wissel het door de jaren heen af met beweiding. Hierdoor kan het opgebouwde tekort van een of enkele jaren zich weer uitmiddelen met overschotten tijdens andere jaren;
- Puur meerjarige maaipercelen moeten uiteindelijk bijbemest worden. De P-AI is maatgevend. Men kan het gangbare fosfaatadvies volgen, en waar dat niet ingevuld wordt of kan worden met organische mest, kan men zacht natuurfosfaat inzetten;
- Indien men enig risico aandurft, kan het advies een trede opgeschoven worden: wat in het advies als 'voldoende' wordt beschouwd, kan men als 'ruim voldoende' interpreteren enzovoort. Bewaak dit met monitoring van P-AI en fosforgehalte van het gewas.

Beweide percelen

Percelen met kortere of langere beweiding ontvangen met de vallende mest al fosfaat. Op jaarbasis is de ruimtelijke verdeling zeer ongelijk; op zeer lange termijn (ca 50 tot 100 jaar) middelt dat uit. Eventueel kan de bovengrond horizontaal gemengd worden wanneer grondbewerking en herinzaai wordt toegepast.

- Intensief beweide percelen die men ook nog bemest volgens de richtlijn, ontvangen iets meer fosfaat dan onttrokken wordt. Beperk de bemesting tot de eerste en eventueel de tweede snede;
- Minder intensief beweide percelen, die men ook maait en percelen die in een rotatie liggen, kunnen in principe met fosfaatevenwicht bemest worden, met de gangbare bemestingsrichtlijn als basis. Indien men enig risico aandurft, kan het advies een trede opgeschoven worden: wat in het advies als 'voldoende' wordt beschouwd, kan men als 'ruim voldoende' interpreteren enzovoort. Bewaak dit met monitoring van P-AI en fosforgehalte van het gewas.

Hulpmeststoffen

Als er reparatiebemestingen uitgevoerd moeten worden of als men kiest mest af te voeren en het fosfaat daarvoor te compenseren, is er maar één enkelvoudige fosfaatmeststof toegestaan: zacht natuurfosfaat waarbij het cadmiumgehalte ten hoogste 90 mg kg⁻¹ fosfaat bedraagt. De korrelgrootte is bepalend voor de werking: hoe fijner gemalen, hoe directer het fosfaat werkt. Het product kan rechtstreeks op het land gebracht worden of bijgemengd in (vaste) mest. De werking is aanzienlijk minder snel dan die van triplesuperfosfaat, maar uiteindelijk wel volledig werkzaam. Men kan het P-AL-getal ermee verhogen en daarmee ook de beschikbaarheid van fosfaat in het begin van het seizoen, vaak de kritieke periode.

Literatuur

- Acuna, G.H. & D. Wilman (1993) Some effects of added phosphorus on perennial ryegrass-white clover swards. In: Science 48, 416-420
- Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen (2002) Praktijk onderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Baars, T.(2002) Reconciling scientific approaches for organic farming research. Part II. Effects of manure types and white clover cultivars on the productivity of grass-clover mixtures grown on a humid sandy soil. Proefschrift Wageningen Universiteit, pp 346.
- Baumeister, W. und W. Ernst (1978). Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York, pp 416.
- BD-Vereniging (2004) Landbouwnormen. Vereniging voor biologisch-dynamische landbouw, Driebergen.
- Chardon, W.J., O. Oenema, O.F. Schoumans, P.C.M. Boers, B. Fraters en Y.C.W.M. Geelen (1996) Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek; deel 8. Wageningen.
- CVB (2005) Tabellenboek Veevoeding 2005. Lelystad.
- Eekeren, N., E. Heeres & F.J. Smeding (2003) Leven onder de graszode. Louis Bolk Instituut, pp149.
- Eekeren, N. van, E. Heeres, G. Iepema & H. van der Meer (2005) Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven. Bioveem extern rapport 9.
- Goede, R. de, & L. Brussaard (2001) Bodembologisch onderzoek op 12 melkveebedrijven binnen het mineralenproject VEL en VANLA: Effecten van toevoegmiddelen op de bodemfauna en mycorrhiza's. In: Een nieuw milieuspoor: Tussenrapportage mineralenproject VEL en VANLA 1998-2000. Verhoeven, F. (ed). Wageningen Universiteit en Praktijkonderzoek veehouderij. pp 27.
- Ingham, I. (2001) Workshop "Het bodemvoedselweb onder gras." Georganiseerd door Compara International, Arena, Amsterdam.
- Keltjens, W.G. (1999) Verhoogde fosfaatvoeding van planten op P-arme gronden als gevolg van symbiose met mycorrhiza. Meststoffen, 49-56.
- Mäder, P., A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried & U. Niggli (2002) Soil fertility and biodiversity in Organic Farming. Science Vol 296, 1694-1697.
- Management op Duurzame Melkveebedrijven (1997) MDM publicatie 6. Praktijkonderzoek Rundveehouderij, Lelystad.
- 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. PraktijkRapport Rundvee 48. Animal Science Group, Wageningen UR.
- NRLO (1982) Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Commissie onderzoek minerale voeding. 's-Gravenhage.
- Ryan, M.H., D.R. Small & J.E. Ash (2000) Phosphorus controls the level of colonisation by arbuscular mycorrhizal fungi in conventional and biodynamic irrigated dairy pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture 40, 663-670.
- Schils, R.L.M., T. Baars en P.J.M. Snijders (1997) Witte klaver in grasland. Praktijkonderzoek Rundvee en Louis Bolk Instituut.

Schils, R.L.M. (2002) White clover utilisation on dairy farms in the Netherlands. Proefschrift Wageningen Universiteit. pp 149.

Schoumans, O.F. (2004) Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Rapport 730.4, Alterra, Wageningen.

Sinclair, A.G., L.C. Smith, J.D. Morrison & K.G. Dodds (1996) Effects and interactions of phosphorus and sulphur on a mown white clover/ryegrass sward. 1. Herbage dry matter production and balanced nutrition. In: New Zealand Journal of Agricultural Research 39: 412-433.

SKAL (2004) Normen voor de biologische productiewijze in Nederland. SKAL, Zwolle. pp

Smolders, G., P. Snijders, T. Kraak & J. Bleumink (2000) Bodemvruchtbaarheid en bemesting. Biologische Veehouderij en Management. Projectteam Bioveem. PR Publicatie 144. Lelystad.

Smolders, G., N. van Eekeren, M. Plomp & F. Nijenhuis (2005) Vitaminen in rantsoenen voor biologisch melkvee. Praktijkrapport rundvee g2. Animal Science Group, Wageningen UR.

Snijders, P. & I. Pinxterhuis (2001) Mestkwaliteit en bemesting. Rapport Bioveem-1.

Wit, J. de, M. van Dongen, N. van Eekeren & E. Heeres, (2004) Handboek grasklaver. Louis Bolk Instituut, pp 109.

Bijlage 1 Overzicht Bioveem-bedrijven

Tabel a Bioveem-bedrijven: aantal percelen bij divers P-AI getal in de laag 0-10 cm.
Per grondsoort zijn de kolommen respectievelijk waardering laag (L), vrij laag (VL) en voldoende of beter (V+)

Bedrijf	Grondsoort	Zeeklei, veen, zand en dalgrond			Rivierklei			Löss		
		< 16	16-26	>26	< 14	14-22	>22	< 13	13-18	>18
		L	VL	V+	L	VL	V+	L	VL	V+
Boons	rivierklei					3	14			
Bor – van Gils	veen	2	14	1						
Van Dorp	zeeklei		19	2						
Boerderij Ter Linde	zeeklei		7	1						
Duyndam	zeekei		7	44						
Elderink	zand		1	16						
Frijns	löss							3	15	
Koekoek	zeeklei	1		13						
Mts. De Lange	veen	6	13	10						
Mts. Van Liere	zand		2	10						
Mulder	zand		3	10						
Oosterhof	zand		4	16						
Ormel	zand		1	7						
Schoenmakers	zand		2	23						
Tomassen – van Dael	zand		2	19						
Vis	zeeklei	1	4	13						
Wagenvoort	zand	2	4	14						