

Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen

J. Oenema, H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema

werkdocumenten



wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR
For quality of life

Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijk- bedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen

J. Oenema

H.F.M. Aarts

D.W. Bussink

R.H.E.M. Geerts

J.C. van Middelkoop

J. van Middelaar

J.W. Reijs

O. Oenema

Werkdocument 287

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, augustus 2012

Referaat

Oenema, J., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema (2012). *Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WOt-werkdocument 287. 60 blz.; 16 fig.; 5 tab.; 11 ref.; 5 bijl.

Het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) heeft de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd onderzoek te doen naar de variatie in de jaarlijkse fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven, en naar nut en noodzaak van differentiatie van fosfaatgebruiksnormen voor grasland naar opbrengstniveau. Een werkgroep van de CDM heeft dit onderzoek uitgevoerd. In de periode 1998 – 2009 was de graslandopbrengst van de circa 250 bedrijven in het Bedrijven Informatie Netwerk (BIN) gemiddeld 89 kg fosfaat (P₂O₅) per ha per jaar. Op de bedrijven in het project Koeien & Kansen (K&K-bedrijven) was de opbrengst gemiddeld iets hoger, namelijk 96 kg per ha. De verschillen tussen bedrijven waren soms groot. In 90% van de gevallen (5%-95% percentiel) lag de opbrengst van KK-bedrijven tussen de 68 en 128 kg P₂O₅ per ha per jaar. Op BIN-bedrijven waren de verschillen nog groter. Op bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst zullen de fosfaattoestand van de bodem en de fosfaatopbrengst van het grasland geleidelijk dalen, indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 van toepassing blijven. De indicatieve norm gaat uit van een bemesting van 90 kg P₂O₅ per ha per jaar, met een kleine correctie naar boven of naar beneden als de fosfaattoestand van de bodem daar aanleiding toe geeft. Deze bedrijven kunnen minder bemesten dan volgens de strikte definitie van fosfaatevenwichtsbemesting mogelijk zou zijn geweest. Het teveel aan mest moet van het bedrijf worden afgevoerd en dat kost (veel) geld. Op termijn zullen deze bedrijven mogelijk meer voer moeten aankopen omdat de grasopbrengst afneemt naar een niveau dat past bij de bemestingsnorm. Het eerstgenoemde effect treedt direct op, het laatste groeit in de loop van jaren. Op bedrijven met een lage fosfaatopbrengst geldt dat de fosfaattoestand van de bodem zal toenemen, indien bemest wordt volgens de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015. Uiteindelijk zal de bodem van deze bedrijven verzadigd raken, en het jaarlijkse fosfaatoverschot (indicatieve norm minus fosfaat in gewasopbrengst) zal dan verloren gaan door uitspoeling. Voor bedrijven die hoge fosfaatopbrengsten van grasland realiseren tot differentiatie van de bemestingsnorm tot lagere kosten voor mestafzet en voeraankoop. Voor bedrijven met een lage fosfaatopbrengst leidt differentiatie mogelijk tot minder inkomsten omdat er minder mest van buiten het bedrijf kan worden aangevoerd. Voor differentiatie van gebruiksnormen is een instrument nodig waarmee de fosfaatopbrengst van grasland op individuele bedrijven voldoende nauwkeurig kan worden vastgesteld. Een uitbouw van BEX (BedrijfsEigenExcretie), een instrument dat het merendeel van de melkveehouders al gebruikt, kan daarin waarschijnlijk voorzien. Een naar grasopbrengst gedifferentieerde fosfaatgebruiksnorm stimuleert de veehouder om zijn grasland beter te verzorgen (streven naar hoge opbrengsten). Dit leidt dan tot beperking van de import van veevoer en mogelijk ook tot beperking van de nitraatuitspoeling van grasland.

Trefwoorden: fosfaat, fosfaatgebruiksnormen, grasland, meststoffen, meststoffenwet

Auteurs:

J. Oenema, H.F.M. Aarts & R.H.E.M. Geerts: Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR
D.W. Bussink: Nutriënten Management Instituut Bv
J.C. van Middelkoop: Wageningen UR Livestock Research
J. van Middelaar: PPP-Agro Advies
J.W. Reijs: LEI, onderdeel van Wageningen UR
O. Oenema: Alterra, onderdeel van Wageningen UR

©2012

Plant Research International, Wageningen UR

Postbus 616, 6700 AP Wageningen
Tel: (0317) 48 60 01; e-mail: info.pri@wur.nl

Nutriënten Management Instituut Bv

Postbus 250, 6700 AG Wageningen
Tel: (088) 876 12 80; e-mail: nmi@nmi-agro.nl

Wageningen UR Livestock Research

Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Tel: (0320) 238 238; e-mail: info.livestockresearch@wur.nl

PPP-Agro Advies Zuid-oost

Bosch 53, 6021 AN Budel
Tel: (06) 473 03 181; e-mail: j.van.middelaar@ppp-agro.nl

LEI Wageningen UR

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag
Tel: (070) 335 83 30; e-mail: informatie.lei@wur.nl

Alterra Wageningen UR

Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 07 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; Fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	11
2 Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen?	13
2.1 Factoren die de opbrengst van gras beïnvloeden	13
2.2 Vaststellen van grasopbrengsten van praktijkbedrijven	13
2.3 Grasopbrengsten op melkveebedrijven	15
2.3.1 Algemeen	15
2.3.2 BIN-bedrijven	16
2.3.3 DMS-bedrijven	18
2.3.4 Koeien & Kansen	18
2.4 Antwoord op de vraag grasopbrengsten in de praktijk	20
3 Hoe werkt de fosfaatopbrengst van grasland door in de stikstof- en fosfaatkringloop van een bedrijf?	21
3.1 Theoretisch kader	21
3.2 Relaties tussen fosfaatopbrengst grasland en andere nutriëntenstromen	22
3.2.1 Fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via veevoer op bedrijfsniveau	22
3.2.2 Fosfaatopbrengst grasland en excretie van fosfaat door de veestapel	22
3.2.3 Fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst grasland	23
3.2.4 Stikstofbemesting en fosfaatopbrengst grasland	23
3.3 Toetsing van de relaties tussen fosfaatopbrengst grasland en andere nutriëntenstromen	23
3.3.1 Resultaten BIN-bedrijven	23
3.3.2 Resultaten veldproeven	24
3.3.3 Koeien & Kansen	28
3.4 Samenvattende conclusies	29
4 Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn?	31
5 Welke bedrijven kunnen mogelijk negatieve bedrijfseffecten (landbouwkundig, economisch) ondervinden en wanneer zullen deze optreden?	33
6 Bestaat er vanuit landbouwkundig/economisch oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten? Zo ja, geldt dat voor alle graslandbedrijven?	35
Literatuur	37
Bijlage I Brief CDM	39
Bijlage II Resultaten van enkele veldproeven	43
Bijlage III Fosfaatopbrengst op BIN-bedrijven	45
Bijlage IV De gevolgen van generieke fosfaatgebruiksnormen op korte en lange termijn voor de fosfaatkringloop van een melkveehouderijbedrijf met een hoge en een lage gewasopbrengst in de huidige situatie	47
Bijlage V Economische effecten bij handhaving en voortzetting van de indicatieve fosfaatgebruiksnormen 2015	55

Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van een deskstudie naar 'de variatie in de jaarlijkse fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven', en naar 'nut en noodzaak van differentiatie van fosfaatgebruiksnormen voor grasland naar opbrengstniveau'. De deskstudie is uitgevoerd door een ad-hoc werkgroep van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM), in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I). De opdrachtgever heeft per brief vijf vragen gesteld:

1. Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen (inclusief indicatie van aandeel bedrijven in te onderscheiden categorieën)?
2. Hoe werkt de fosfaatonttrekking door grasland door in de stikstof- en fosfaatkringloop van een bedrijf? Wat is het effect/bijdrage van de N- en P- kringloop op bedrijfsniveau (inclusief overige op bedrijf aanwezige gewassen, voornamelijk mais) op graslandopbrengsten (o.a. effect op P-input via ruwvoer op P-excretie en bemesting? Is er op bedrijven met een hoge P-opbrengst sprake van hoge P-gehalten in de gehele cyclus waardoor input van extra P niet of nauwelijks noodzakelijk is of vraagt een hoge P-opbrengst om extra P-input van buiten het bedrijf?
3. Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn?
4. Welke bedrijven (intensief of extensief, grondsoort) kunnen mogelijk negatieve bedrijfseffecten (landbouwkundig, economisch) ondervinden en wanneer zullen deze optreden?
5. Bestaat er vanuit landbouwkundig / economisch oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten? Zo ja, geldt dat voor alle graslandbedrijven?

Voornoemde vragen zijn op basis van bestaande informatie uit diverse projecten beantwoord. Fosfaat is in deze studie gedefinieerd als P_2O_5 . De graslandopbrengst is gedefinieerd als de hoeveelheid fosfaat in het geoogste gras, in kg P_2O_5 per ha per jaar. De termen 'graslandopbrengst', 'fosfaatopbrengst grasland' en 'fosfaatonttrekking door grasland' worden in deze studie als synoniemen gebruikt.

Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen?

Over de periode 1998 – 2009 lag de gemiddelde graslandopbrengst op melkveebedrijven van het Bedrijven Informatie Netwerk (BIN) op ongeveer 89 kg fosfaat (P_2O_5) per ha per jaar. Op Koeien & Kansen-bedrijven (K&K-bedrijven) lag dit gemiddeld iets hoger (96 kg per ha). De verschillen tussen bedrijven in fosfaatopbrengst kunnen groot zijn. Op K&K-bedrijven lag de opbrengst in 90% van de gevallen (5%-95% percentiel) tussen de 68 en 128 kg P_2O_5 per ha per jaar. Op BIN-bedrijven is de variatie zelfs nog groter. Meestal zijn het steeds dezelfde bedrijven die een relatief hoge of lage opbrengst realiseren. Gemiddeld genomen hebben bedrijven met een hoge melkproductie per ha een hogere opbrengst. De meest waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat intensieve bedrijven meer bemesten en het gegroeide gras beter benutten dan extensieve bedrijven. Duidelijke verschillen tussen verschillende grondsoortgebieden zijn niet waargenomen.

Hoe werkt de fosfaatopbrengst door grasland door in de stikstof- en fosfaatkringloop van een bedrijf?

Deze vraag is gesplitst in vier deelvragen, waarin relaties tussen aanvoer van veevoer, bemesting, graslandopbrengst, en mestproductie (fosfaatexcretie) door melkvee zijn beschreven en vervolgens zijn getoetst met waarnemingen uit de praktijk.

1. Fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via veevoer op bedrijfsniveau

Een melkveehouder kan besparen op de aankoop van veevoer (en dus op de aanvoer van fosfaat via aangekocht voer) door een hoge opbrengst van grasland te realiseren. In de praktijk gaat een hoge melkopbrengst per ha vaak samen met een hoge fosfaatopbrengst van grasland en vaak ook met een hoge aanvoer van fosfaat via aangekocht voer.

Het verband tussen fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via aangekocht veevoer is in de praktijk verstrengeld met de intensiteit van de bedrijfsvoering. Daardoor is er in de praktijk geen negatief verband tussen fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via aangekocht veevoer. Bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst zijn meestal intensiever (produceren meer melk/ha) dan bedrijven met een lage fosfaatopbrengst en hebben daardoor meer veevoer nodig, waarvan een deel moet worden aangekocht. Niettemin geldt dat bij gelijke melkproductie per ha een hoge grasopbrengst gepaard gaat met een relatief geringe aankoop van voer.

2. Fosfaatopbrengst grasland en excretie van fosfaat door de veestapel

De verhouding tussen gras en snijmaïs in het rantsoen en de samenstelling van het aangekochte veevoer hebben een grotere invloed op de fosfaatexcretie door het melkvee dan de fosfaatopbrengst van het grasland. Een hoge fosfaatopbrengst van grasland gaat dus niet noodzakelijkerwijze samen met een hoge fosfaatexcretie per dier.

De relatie tussen fosfaatopbrengst van het grasland en fosfaatexcretie van het melkvee is verstrengeld met rantsoensamenstelling. Bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst van het grasland hebben een intensieve bedrijfsvoering, kopen vaak meer voer aan en hebben daardoor een andere rantsoensamenstelling dan bedrijven met een lage fosfaatopbrengst. Het gevolg is dat de relatie tussen fosfaatopbrengst grasland en fosfaatexcretie van het melkvee diffuus is.

3. Fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst grasland

Een hoge fosfaattoestand van de bodem en een hoge fosfaatbemesting leiden tot relatief hoge fosfaatgehalten in het gras en dus tot hoge fosfaatopbrengsten van grasland. Het omgekeerde geldt ook; een lage fosfaattoestand en een geringe fosfaatbemesting leiden tot lage fosfaatgehalten in het gras. Ook geldt dat naarmate meer fosfaat via het geoogste gewas aan de bodem wordt onttrokken meer fosfaatbemesting nodig is om de fosfaattoestand van de bodem op peil te houden (en daarmee de grasgroei).

In de Nederlandse melkveehouderij wordt de grasgroei gemiddeld genomen niet beperkt door fosfaat. De fosfaattoestand van de bodem is gemiddeld (meer dan) ruim voldoende om een maximale grasgroei te realiseren. Fosfaatbemesting kan dan nog wel helpen om het fosfaatgehalte in het gras en dus ook de fosfaatopbrengst van het grasland te verhogen (luxue consumptie). In de praktijk signaleren we een positief verband tussen fosfaatbemesting, drogestofopbrengst en fosfaatopbrengst van grasland. Deze verbanden zijn vooral het gevolg van de hogere fosfaatopbrengsten op intensieve bedrijven, waar meer wordt bemest dan op extensieve bedrijven, maar waar vermoedelijk ook bij een vergelijkbare bemesting een hogere fosfaatopbrengst zou worden gerealiseerd.

4. Stikstofbemesting en fosfaatopbrengst grasland

Stikstofbemesting verhoogt de fosfaatopbrengst van grasland, omdat stikstofbemesting zowel de grasgroei als de opname van fosfaat door het gras bevordert. In de Nederlandse melkveehouderij wordt de grasgroei gemiddeld genomen veel meer beperkt door stikstof dan door fosfaat. Op extensieve en biologische melkveebedrijven komt vaak veel klaver met een relatief hoog fosfaatgehalte in de grasmat voor. Stikstofbemesting kan op deze bedrijven het klaver uit de grasmat laten verdwijnen, waardoor ook de fosfaatopbrengst mogelijk daalt.

Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn?

Op bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst zullen de fosfaattoestand van de bodem en de fosfaatopbrengst van het grasland geleidelijk dalen, indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 van toepassing blijven. Op de lange termijn (mogelijk tientallen jaren) stelt zich een evenwicht in waarbij de fosfaatopbrengst globaal vergelijkbaar wordt met de hoogte van de indicatieve fosfaatgebruiksnorm. Deze bedrijven zullen op de lange termijn dan genoodzaakt worden om meer voer aan te kopen. Op bedrijven met een lage fosfaatopbrengst geldt dat de fosfaattoestand van de bodem zal toenemen, indien bemest wordt volgens de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015. Uiteindelijk zal de bodem op deze bedrijven 'verzadigd' raken, en het jaarlijkse fosfaatoverschot (indicatieve norm minus fosfaat in gewasopbrengst) zal op de zeer lange termijn verloren gaan door uitspoeling, ondanks de huidige differentiatie van de fosfaatgebruiksnormen naar de fosfaattoestand van de bodem.

Welke bedrijven kunnen mogelijk negatieve bedrijfseffecten (landbouwkundig, economisch) ondervinden en wanneer zullen deze optreden?

Melkveebedrijven met een bovengemiddeld hoge grasopbrengst ervaren een generieke fosfaatgebruiksnorm als onterecht/oneerlijk, omdat deze bedrijven minder kunnen bemesten dan volgens de strikte definitie van fosfaatevenwichtsbemesting mogelijk zou zijn geweest. Het teveel aan mest moet van het bedrijf worden afgevoerd en dat kost (veel) geld. Melkveebedrijven met een bovengemiddelde grasopbrengst komen op alle grondsoorten voor; het zijn gemiddeld genomen de intensieve bedrijven. Op termijn moeten deze intensieve bedrijven meer voer aankopen omdat de grasopbrengst afneemt. Dezelfde bedrijven moeten vervolgens ook meer mest afvoeren wat extra kosten met zich mee brengt. De laatstgenoemde effecten treden direct op.

Bestaat er vanuit landbouwkundig / economisch oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten? Zo ja, geldt dat voor alle graslandbedrijven?

Differentiatie leidt voor bedrijven die hoge fosfaatopbrengsten van grasland realiseren tot lagere kosten voor mestafzet en voeraankoop. Voor bedrijven met een relatief lage fosfaatopbrengst van grasland leidt differentiatie mogelijk tot minder inkomsten omdat er minder mest van buiten het bedrijf kan worden aangevoerd. Differentiatie naar grondsoort biedt geen perspectief omdat bedrijven met relatief hoge en lage fosfaatopbrengsten op alle grondsoorten voorkomen. Bedrijven met een relatief hoge fosfaatopbrengst zijn gemiddeld genomen intensieve bedrijven, dat wil zeggen hebben een hoge melkproductie per ha per jaar. De variatie is echter groot. Er zijn ook intensieve bedrijven met een gemiddelde of relatief lage fosfaatopbrengst, omdat er meer factoren zijn die de hoogte van de graslandopbrengst bepalen dan melkproductie per ha per jaar.

Voor differentiatie van gebruiksnormen naar de fosfaatopbrengst van grasland is een instrument nodig waarmee de fosfaatopbrengst van grasland op individuele bedrijven nauwkeurig kan worden vastgesteld. Met de voor K&K-bedrijven ontwikkelde module BEP (Bedrijfseigen P-opbrengst) kan de fosfaatopbrengst van grasland worden vastgesteld. De module BEP is een verlengstuk van BEX (Bedrijfseigen Excretie), dat momenteel op ongeveer de helft van de melkveebedrijven in Nederland wordt gebruikt. Dit zijn naar verwachting ook de bedrijven die baat hebben bij differentiatie van de fosfaatgebruiksnormen naar de fosfaatopbrengst van grasland. Een naar grasopbrengst gedifferentieerde fosfaatgebruiksnorm stimuleert de veehouder om zijn grasland beter te verzorgen (streven naar hoge opbrengsten). Dit leidt dan tot beperking van de import van veevoer en mogelijk ook tot beperking van de nitraatuitspoeling van grasland.

1 Inleiding

Aanleiding

Het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) heeft de melkveehouderij toegezegd onderzoek te doen naar 'nut en noodzaak van differentiatie van fosfaatgebruiksnormen voor grasland naar het opbrengstniveau van dat grasland'. Bij het huidige stelsel van gebruiksnormen wordt uitgegaan van een gemiddelde fosfaatgebruiksnorm van 90 kg per ha per jaar, maar gedifferentieerd naar de fosfaattoestand van de bodem (bij een hoge fosfaattoestand is de gebruiksnorm lager en bij een lage fosfaattoestand is de gebruiksnorm hoger dan de gemiddelde gebruiksnorm). Een gemiddelde fosfaatgebruiksnorm van 90 kg/ha komt globaal overeen met de gemiddelde jaarlijkse fosfaatopbrengst van grasland op moderne melkveehouderijbedrijven. Echter, de fosfaatopbrengst van grasland varieert sterk tussen deze moderne melkveehouderijbedrijven. Sommige bedrijven realiseren gemiddeld over een reeks van jaren een opbrengst van 120 kg/ha, terwijl andere bedrijven niet verder komen dan de helft daarvan.

Per brief dd. 23 augustus 2011 is de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) verzocht voor dit onderzoek een plan van aanpak op te stellen (Bijlage I). De volgende vijf vragen dienen beantwoord te worden:

1. Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen?
2. Hoe werkt de fosfaatopbrengst door grasland door in de stikstof- en fosfaatkringloop van een bedrijf?
3. Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn?
4. Welke bedrijven (intensief of extensief, grondsoort) kunnen mogelijk negatieve bedrijfseffecten (landbouwkundig, economisch) ondervinden en wanneer zullen deze optreden?
5. Bestaat er vanuit landbouwkundig / economisch oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten? Zo ja, geldt dat voor alle graslandbedrijven?

In reactie heeft de CDM een Plan van Aanpak opgesteld en (na goedkeuring van het plan door het ministerie van EL&I) een ad-hoc werkgroep ingesteld om voornoemde vragen te beantwoorden.

De werkgroep had de volgende samenstelling: J. Oenema, H.F.M. Aarts, en R. Geerts (Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR), W.D. Bussink (Nutriënten Management Instituut BV), J.C. van Middelkoop (Livestock Research, onderdeel van Wageningen UR), J. van Middelaar (PPP-Agro Advies), J.C. Reijs (LEI, onderdeel van Wageningen UR) en Oene Oenema (Alterra, onderdeel van Wageningen UR). Onderhavig rapport beschrijft de resultaten van de studie.

Werkwijze

In de onderhavige deskstudie is gebruik gemaakt van drie databronnen die inzicht geven in de spreiding van graslandopbrengsten in de praktijk in Nederland, namelijk die van BIN, Koeien & Kansen en Dirksen Management Support (DMS). Daarenboven is gebruik gemaakt van resultaten van veldproeven.

Het Bedrijfsinformatie Netwerk (BIN) is een steekproef van Nederlandse landbouwbedrijven waarin jaarlijks gegevens worden verzameld over economische en milieutechnische bedrijfsvoering, waaronder gewasopbrengsten. Deze gewasopbrengsten worden verzameld en berekend in het kader van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). In het project Koeien & Kansen worden de

gewasopbrengsten en de nutriëntenkringlopen al ruim tien jaar in detail in beeld gebracht. Ook is gebruik gemaakt van resultaten van een database van Dirksen Management Support (DMS).

Met behulp van de gegevens uit voornoemde bronnen zijn de vragen 1 en 2 beantwoord. Bedrijfsverschillen in fosfaatopbrengst van grasland en relaties tussen fosfaatopbrengst en andere bedrijfskenmerken worden in beeld gebracht.

De beantwoording van de vragen 3, 4 en 5 is gebaseerd op de resultaten van voornoemde analyses en op aanvullende literatuurgegevens. Ook is gebruik gemaakt van expertkennis, aanwezig bij de leden van de werkgroep. De voornoemde vragen worden hierna per hoofdstuk beantwoord.

2 Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen?

2.1 Factoren die de opbrengst van gras beïnvloeden

De opbrengst van grasland wordt bepaald door de aanwezige grassoorten (genetische aanleg), het klimaat (weersomstandigheden), en het management van het grasland (maairegime, beweidingsregime, bemesting, beregening, drainage, etc.). De factoren die de gewasopbrengst bepalen, worden ook wel onderverdeeld naar (i) opbrengst-bepalende factoren (genetische samenstelling van de graszode, temperatuur, lichtintensiteit), (ii) opbrengst-beperkende factoren (voorziening met water en nutriënten), en (iii) opbrengst-reducerende factoren (ziekten en plagen, bijvoorbeeld roest, engerlingen).

In Europa worden de hoogste grasopbrengsten gerealiseerd tussen 52 en 57 graden noorderbreedte, in de nabijheid van grote wateroppervlakten. Die combinatie zorgt voor zachte winters en koele, vochtige zomers. Nederland voldoet aan die voorwaarden en hoort met Ierland, Engeland en het noorden van Duitsland tot de gebieden waar grasopbrengsten van 15 ton drogestof per ha per jaar als maai-opbrengsten mogelijk zijn (Peeters & Kopec, 1996). Berekend is dat onder ideale omstandigheden de opbrengst van grasland bij een Nederlands klimaat 20 ton per ha per jaar kan bedragen, een opbrengst die op proefvelden soms wel wordt gemeten (Alberda, 1968).

Vaak wordt de groei beperkt door (tijdelijk) gebrek aan water of voedingsstoffen. Ook een teveel aan water kan de groei doen stagneren door zuurstofgebrek van het wortelstelsel. De mate van opbrengst-beperking is afhankelijk van grondsoort en hydrologie. Die zijn maar beperkt te beïnvloeden zodat verschillen in grasopbrengst tussen percelen aannemelijk zijn op basis van verschillen in natuurlijke omstandigheden. De opbrengsten van proefvelden op verschillende locaties maar met een gelijke behandeling geven een beeld van de betekenis van verschillen in natuurlijke omstandigheden. Deze verschillen in opbrengst blijken meer dan 30% van de gemiddelde opbrengst in Nederland te kunnen zijn (Middelkoop *et al.*, 2004; Den Boer *et al.*, 1995). Voor meer informatie over de resultaten van veldproeven wordt verwezen naar Bijlage II.

Natuurlijke verschillen worden gedempt of versterkt door verschillen in het management van het grasland. Dit management beïnvloedt niet alleen de soortensamenstelling en levenskracht van de grasmat, maar ook het deel van het gegroeide gras dat door vertrapping of anderszins verloren gaat. Verschillen in groeicondities en management maken het aannemelijk dat de netto grasopbrengsten van praktijkbedrijven sterk van elkaar kunnen verschillen.

2.2 Vaststellen van grasopbrengsten van praktijkbedrijven

De grasopbrengst van een bedrijf kan niet eenvoudig worden gemeten. Gras is voor een bedrijf een intern product; het groeit er en het wordt er geconsumeerd. De (netto) grasopbrengst kan wel worden berekend, als sluitpost van een voederbalans. Dat is gedaan voor de ongeveer 200 bedrijven in het BIN voor de periode 1998 – 2009 en voor ruim 300 bedrijven die begeleid worden door Dirksen Management Support (DMS) voor het jaar 2010. In Aarts *et al.* (2008b) is de berekeningsmethode uitvoerig beschreven. Hieronder volgt een samenvatting.

Als eerste stap wordt de benodigde voerenergie (als VEM) van een bedrijf berekend. Dit gebeurt op basis van de aanwezige aantallen dieren en de normatieve behoefte per dier. Bij het vaststellen van de behoeften zijn de uitgangspunten dezelfde als die zijn gebruikt bij de berekening van excreties

voor de mestwetgeving (Tamminga *et al.*, 2005). Er wordt verondersteld dat in de praktijk 2% meer voerenergie nodig is dan onder de proefomstandigheden, waarbij de behoeften zijn gemeten. Uit praktijkprojecten als Koeien & Kansen en praktijkcijfers blijkt dat deze 2% op veel bedrijven een onderschatting is, maar het is (nog) niet mogelijk voornoemde correctie van 2% te differentiëren naar bedrijfskenmerken. De samenstelling van het rantsoen, de gezondheid van dieren en het meer of minder individueel voeren van dieren zijn hierbij belangrijke factoren. Een onderschatting van de energiebehoefte leidt niet alleen tot een onderschatting van de voeropname en grasopbrengst, maar ook tot een, in dezelfde mate, onderschatting van de excretie van N en P.

Als tweede stap wordt de energie in aangekocht voer in mindering gebracht op de totale energiebehoefte van de veestapel. De aankoop van voer wordt geregistreerd en vaak is de energetische waarde ervan bekend, maar als dat niet zo is wordt gebruik gemaakt van normatieve waarden.

In stap drie wordt de voerproductie door het bedrijf zelf berekend, op basis van de resterende energiebehoefte van de veestapel. Van die behoefte wordt de opbrengst van de maïs afgetrokken, na correctie voor conserverings- en vervoederingsverliezen. De drogestofopbrengst van de zelf verbouwde snijmaïs kan door de veehouder, zijn loonwerker of bedrijfsadviseur worden geschat, op basis van aantal wagens snijmaïs dat op de bult wordt gebracht of op basis van de afmetingen van de kuilbult. De drogestofopbrengst wordt vervolgens vertaald naar opbrengst aan energie (VEM), stikstof (N) en fosfor (P) via de resultaten van gewasanalyses van onderzoekslaboratoria. Indien voor een bedrijf onvoldoende analyseresultaten beschikbaar zijn, wordt gebruik gemaakt van een provinciaal gemiddelde (gebaseerd op de resultaten van onderzoekslaboratorium BLGG AgroExpertus). In de jaren 1998 – 2006 werd voor het merendeel van de bedrijven gebruik gemaakt van deze provinciale gemiddelden.

De energiebehoefte die niet wordt gedekt door aangekocht voer of eigen snijmaïs moet zijn gedekt door het grasland. De grasopbrengst is dus sluitpost. Een fout bij de schatting van bijvoorbeeld de maïsopbrengst werkt dus sterker door in de graslandopbrengst naarmate het bedrijf meer maïs teelt.

De verdeling van de aldus berekende geconsumeerd gras-energie (VEM) over kuilgras en weidegras wordt afgeleid uit de mate van beweiding en komt overeen met de rekenprocedure die daarvoor wordt gehanteerd bij het bedrijfsspecifiek berekenen van de excretie van de veestapel ('Handreiking bedrijfsspecifieke excretie', versie 29 jan. 2008, LNV loket). De hoeveelheid te kuilen gras die over de perceelsdam gaat is groter dan de geconsumeerde hoeveelheid kuilgras, als gevolg van conserverings- en vervoederingsverliezen tussen opraapwagens en bek van de koe. De berekende opgenomen hoeveelheid kuilgras wordt gecorrigeerd voor deze verliezen om de opbrengst 'kuilgras over de perceelsdam' vast te stellen. Bij het verrekenen van verliezen wordt uitgegaan van de daarvoor gangbare normen die dus voor alle bedrijven gelijk zijn. De som van 'weidegras' en 'kuilgras over de dam' is de netto VEM-grasopbrengst.

Na deling door het aantal hectares grasland wordt de VEM-opbrengst per ha verkregen. De VEM-opbrengst per ha wordt vertaald naar drogestof, en drogestof vervolgens naar stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5) met gebruikmaking van de resultaten van onderzoekslaboratoria. Omdat de analyses van kuilgras betrekking hebben op geconserveerd product wordt bij het berekenen van de opbrengst 'over de dam' rekening gehouden met verschillen in conserveringsverliezen tussen drogestof, stikstof en fosfaat. Ook daarbij wordt uitgegaan van de daarvoor gangbare normen.

In het project 'Koeien & Kansen' wordt al meer dan tien jaar de drogestofopbrengst per perceel en per snede bepaald. Dat gebeurt niet op alle 16 bedrijven op gelijke wijze omdat de mogelijkheden verschillen. Als hulpmiddel voor de schatting van de grasopbrengst bij maaien gebruiken veel veehouders de grashoogtemeter. Er bestaat een matig goede relatie tussen grashoogte en oogstbare hoeveelheid gras. In de praktijk wordt de grashoogtemeter meestal door de veehouder

gebruikt om zijn gevoel voor het schatten van de opbrengst te ijken. De maaiopbrengst is bij schatting met behulp van de grashoogtemeter een bruto-opbrengst. Een andere methode voor het schatten van de maaiopbrengst is het tellen en (soms) wegen van wagens met geoogst gras. Deze methode levert een netto-schatting van de maaiopbrengsten op. Beide methodes vergen veel gevoel en vaardigheid. De grasopbrengst bij beweiden kan worden geschat op basis van de grasopname per koe per dag in combinatie met het aantal dieren en het aantal dagen dat er op het perceel wordt geweid. Sommige bedrijven gebruiken de grashoogtemeter ook voor het schatten van weidegras of schatten op het oog. Afhankelijk van de methode worden de schattingen door de deelnemers aan Koeien & Kansen in overleg met onderzoekers bijgesteld, als confrontatie met andere bedrijfsgegevens (in een kringloop) daar aanleiding voor geven. Net als bij de BIN-bedrijven wordt de opbrengst aan drogestof vertaald naar opbrengst aan N en P₂O₅ met gebruikmaking van de resultaten van kuilanalyses, maar voor bedrijven van Koeien & Kansen zijn meer kuilanalyses beschikbaar en over een langere periode.

Samenvattend, het bepalen van de grasopbrengst is verschillend gedaan voor enerzijds BIN- en DMS bedrijven (voederbalans) en anderzijds Koeien & Kansen-bedrijven (schattingen en kringloop). In Oenema *et al.* (2011) zijn voor Koeien & Kansen-bedrijven beide bepalingen met elkaar vergeleken en daaruit is gebleken dat het verschil klein was (2%).

Bij proefvelden wordt de opbrengst direct bij maaien door weging vastgesteld. Er is geen sprake van verliezen tussen maaien en afvoer van (voorgedroogd) gras van het perceel. Bij de bedrijven in BIN en K&K is dat wel het geval. Na het maaien blijft het gras enkele dagen op het veld achter. Tijdens het voordroogproces worden suikers verbrand en bij het schudden en wiersen breken stukjes bladeren af. Ook bij het oprapen van het gras treden verliezen op. De (bruto)opbrengst van proefvelden zijn daarom meestal aanmerkelijk hoger dan die van praktijkbedrijven.

2.3 Grasopbrengsten op melkveebedrijven

2.3.1 Algemeen

In Tabel 2.1 zijn de opbrengsten (= som 'in te kuilen gras over de perceelsdam' + geconsumeerd weidegras) van de BIN- en DMS-bedrijven, en die van de bedrijven van Koeien & Kansen samengevat. De gemiddelde opbrengsten van Koeien & Kansen-bedrijven zijn iets hoger dan die van de BIN-bedrijven. De variatie tussen BIN-bedrijven is groter dan die bij de Koeien & Kansen-bedrijven. De fosfaatopbrengst van DMS-bedrijven zijn het laagst, maar het betreft hier alleen het resultaat over één jaar (2010); daardoor zijn deze resultaten niet goed vergelijkbaar met BIN- en Koeien & Kansen-bedrijven.

Tabel 2.1: Gemiddelde drogestof- en fosfaatopbrengsten en de variatie daarin (uitgedrukt als variatiecoëfficiënt) van BIN- (BedrijfsInformatie Netwerk), DMS- (Dirksen management Support) en Koeien & Kansen-bedrijven.

	Drogestofopbrengst (kg/ha)		Fosfaatopbrengst (kg/ha)	
	Gemiddeld	Vc (%) ¹	Gemiddeld	Vc (%) ¹
BIN ²	10071	25	89	25
DMS ³			78	24
Koeien & Kansen ²	10550	17	96	20

¹ Vc betekent variatiecoëfficiënt; een relatieve spreidingsmaat waarin de standaardafwijking van het gemiddelde gedeeld is door de absolute waarde van het gemiddelde

² Gemiddeld over de periode 1998 - 2009

³ Gemiddeld in 2010

2.3.2 BIN-bedrijven

Het Bedrijven-Informatie-Net (BIN) is een steekproef van bedrijven uit de Landbouwtelling die beoogd een representatief beeld te geven van de Nederlandse landbouw. In een studie om het Nederlandse derogatieverzoek voor de periode 2010-2014 te onderbouwen, zijn gegevens op een rij gezet van de bemesting, graslandgebruik, meststofbenutting en opbrengsten van gras en maïs (Aarts *et al.*, 2008b). De gegevens hadden betrekking op de periode 1998 – 2006, met uitzondering van het jaar 2000. Vanaf 2006 is het BIN uitgebreid met extra derogatiebedrijven als gevolg van de door de EC verplichte monitoring voor het Derogatiebesluit (Zwart *et al.*, 2011). Deze monitoring is opgenomen in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). De gegevens van gespecialiseerde melkveebedrijven over de jaren 2007, 2008 en 2009, die in het BIN in dit kader zijn verzameld, zijn voor deze studie aan de dataset (Aarts *et al.*, 2008b) toegevoegd. Hierbij zijn niet alle BIN-melkveebedrijven gebruikt maar zijn een aantal selectiecriteria gebruikt omwille van datakwaliteit en om er voor te zorgen dat de dataset zich beperkt tot zuiver gespecialiseerd melkveebedrijven (zie Aarts *et al.*, 2008b). Ook is geen weging toegepast om te corrigeren voor eventuele onzuiverheden in de steekproef. De gebruikte dataset is derhalve niet volledig representatief voor de gehele melkveehouderij in Nederland maar geeft wel een betrouwbaar beeld van de opbrengsten op moderne Nederlandse melkveebedrijven. De gehanteerde populatie vertegenwoordigt globaal ruim 60% van het Nederlandse grasland en bijna 60% van het Nederlandse snijmaisareaal (Aarts *et al.*, 2008b).

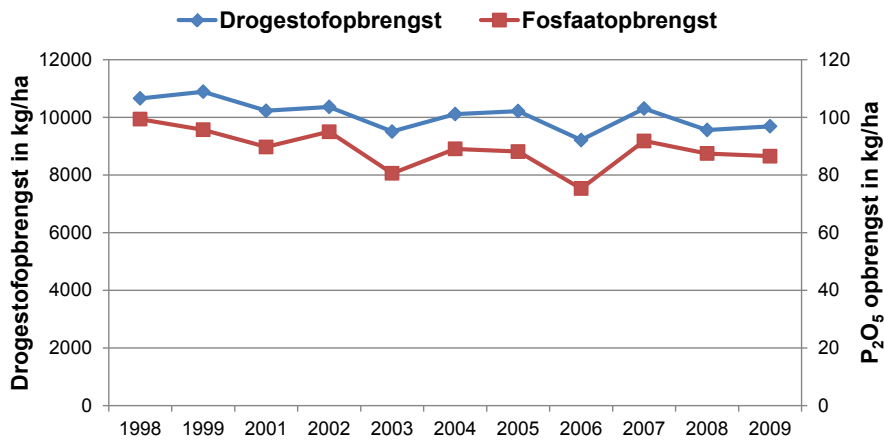
De gebruikte BIN-bedrijven zijn geclusterd naar grondsoort en intensiteit (melkproductie/ha). In Tabel 2.2 is aangegeven hoe de gebruikte BIN-melkveebedrijven over de onderscheiden groepen zijn verdeeld. Ruim de helft van de bedrijven heeft zand als dominante grondsoort, waarvan 2/3 'nat' is. Het merendeel van de bedrijven zit in de intensiteitsklasse 10-14 ton melk per ha. Zandbedrijven zijn gemiddeld intensiever dan de bedrijven op klei en vooral veen.

Tabel 2.2: Procentuele verdeling van de gebruikte BIN-melkveebedrijven over de naar grondsoort en intensiteit onderscheiden groepen over de periode 1998-2009. De intensiteit is uitgedrukt als hoeveelheid geproduceerde melk per eenheid bedrijfsoppervlakte.

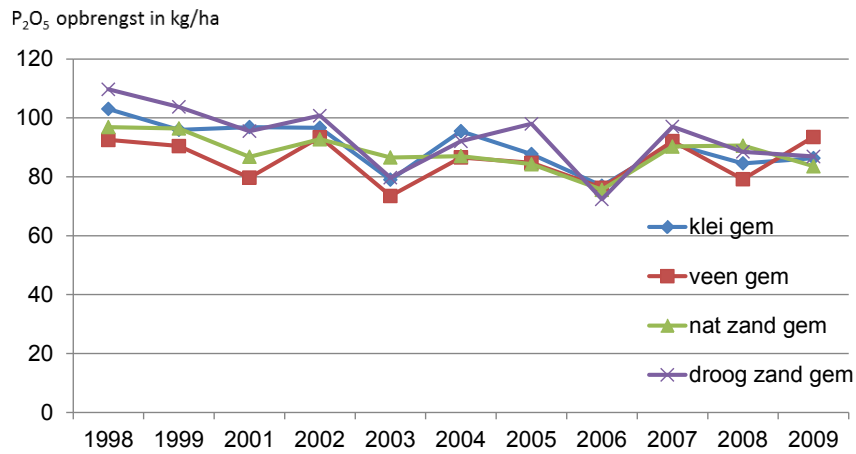
	Alle bedrijven	< 10 ton melk/ha	10-14 ton melk /ha	14-18 ton melk /ha	> 18 ton melk/ha
Klei	31	5	16	7	3
Veen	16	3	9	2	0
Nat zand	35	6	18	8	4
Droog zand	18	2	8	6	3
<i>Totaal</i>	<i>100</i>	<i>16</i>	<i>51</i>	<i>23</i>	<i>10</i>

In Figuur 2.1 zijn de gemiddelde drogestof- en fosfaatopbrengsten van grasland van alle BIN-bedrijven weergegeven voor de periode 1998 – 2009. In Figuur 2.2 is de fosfaatopbrengst gedifferentieerd naar grondsoort. Het lijkt erop dat de eerste jaren de opbrengsten afnemen en daarna stabiliseren.

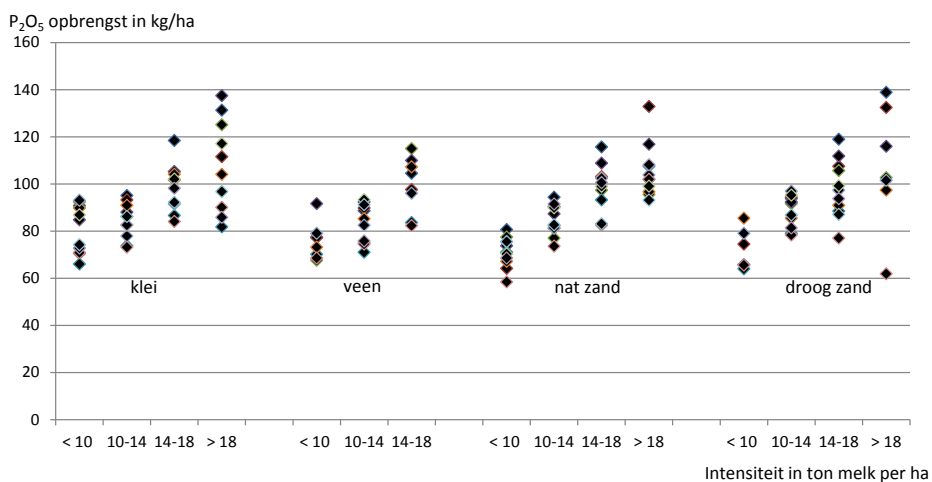
In Figuur 2.3 is de fosfaatopbrengst weergegeven per grondsoort en per intensiteitsklasse. In Bijlage III zijn de resultaten in tabelvorm weergegeven. Opvallend is dat naarmate bedrijven intensiever waren, de fosfaatopbrengst hoger was. Dit geldt voor alle grondsoorten. Een hogere grasopbrengst op intensieve bedrijven kan het gevolg zijn van een betere benutting van het gras dat gegroeid is. Op intensieve bedrijven komt het immers minder vaak voor dat er (tijdelijk) een overschot aan gras is. De veehouder zal zuiniger zijn op zijn gras en meer zijn best doen verliezen te beperken. Een lagere opbrengst op extensievere bedrijven kan ook het gevolg zijn van minder zwaar bemesten, omdat deze bedrijven minder (ruw)voer nodig hebben en minder mest tot hun beschikking hadden (vooral in pre-gebruiksnormenstelsel).



Figuur 2.1: Ontwikkeling van de gemiddelde drogestof- en fosfaatopbrengst van grasland op alle BIN-bedrijven.



Figuur 2.2: Fosfaatopbrengst van grasland per grondsoort op de BIN-bedrijven.

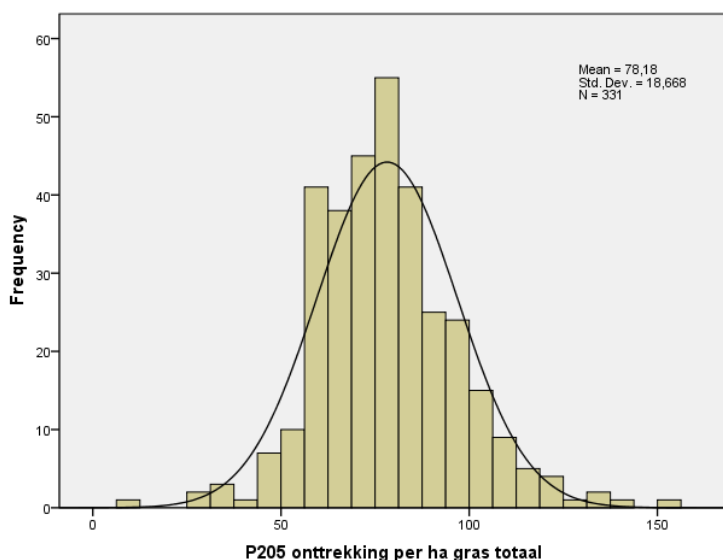


Figuur 2.3: De fosfaatopbrengst van grasland van BIN-bedrijven voor de onderscheiden groepen. Elke waarneming is het jaargemiddelde van een groep.

De verschillen tussen grondsoorten in fosfaatopbrengst zijn veel kleiner dan de verschillen tussen intensiteitsklassen. De variatie tussen jaren op klei en droog zand lijkt iets hoger dan die op veen en nat zand. Dit wordt met name veroorzaakt door hogere opbrengsten op intensieve bedrijven op droog zand en klei in de eerste jaren van de bestudeerde periode (zie Bijlage III). Meer inzicht in de exacte relatie tussen opbrengst en bedrijfskenmerken vereist een nadere studie, waarbij ook gekeken dient te worden naar individuele bedrijfsgegevens.

2.3.3 DMS-bedrijven

Dirksen Management Support (DMS) is een bedrijf met als kerntaak het begeleiden en ondersteunen van agrarische ondernemers. Aan de hand van bedrijfsresultaten (mineralenkringloop, kostprijs en voerefficiëntie) zijn analyses gemaakt en besproken in kleine groepen. De fosfaatopbrengst van grasland is op dezelfde manier berekend als bij de BIN-bedrijven.



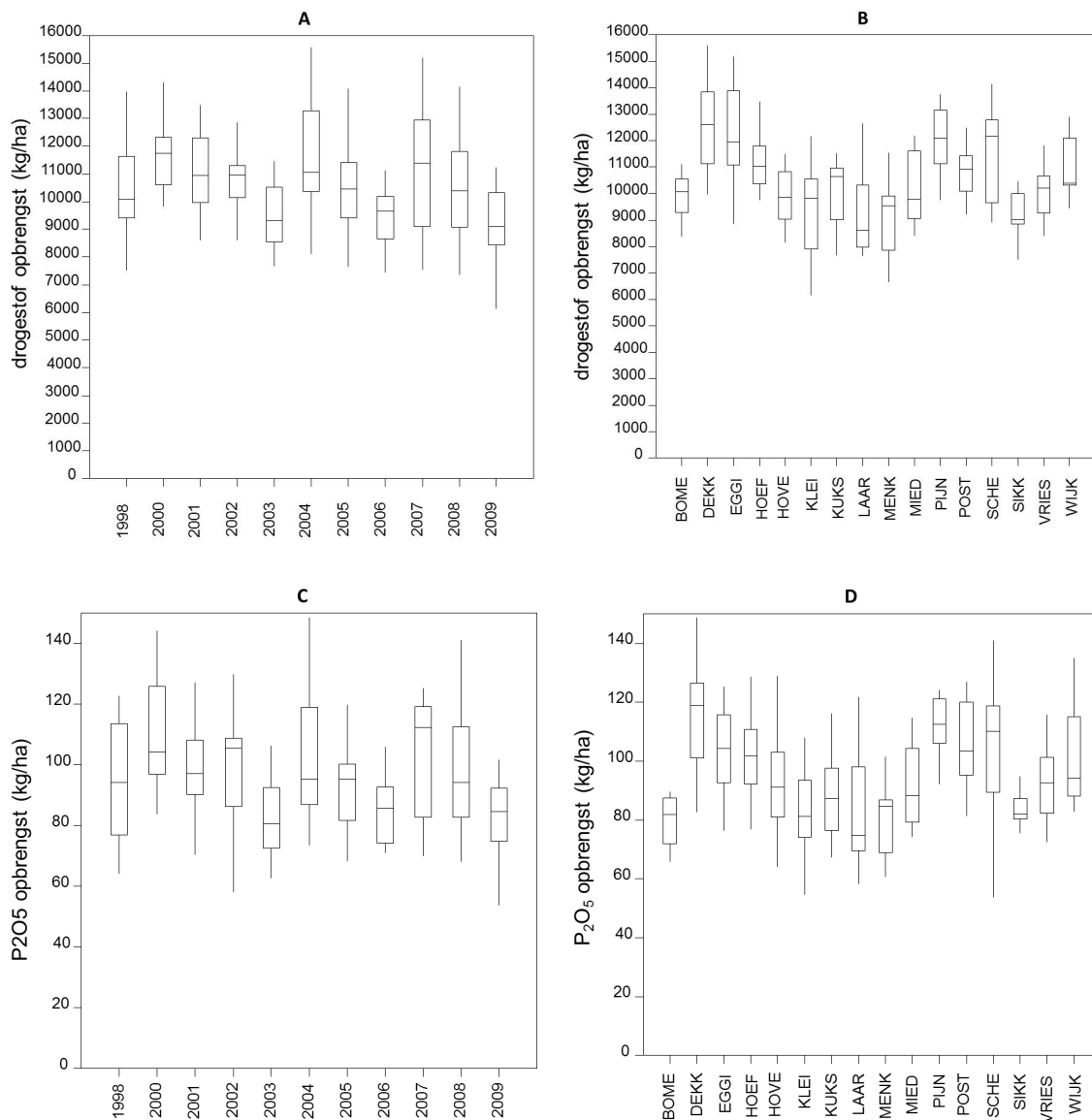
Figuur 2.4: Frequentieverdeling van fosfaatopbrengst van grasland bij 331 DMS bedrijven in 2010. De lijn is de normale verdeling

Figuur 2.4 laat de frequentieverdeling zien van de fosfaatopbrengst van grasland bij 331 DMS in 2010. De variatie in fosfaatopbrengst was erg groot. Er zijn bedrijven met meer dan 120 kg/ha maar ook bedrijven met minder dan 50 kg/ha. De frequentieverdeling helt iets naar links.

2.3.4 Koeien & Kansen

In Figuur 2.5 zijn de drogestof- en de fosfaatopbrengsten van het grasland van de Koeien & Kansen-bedrijven weergegeven voor de periode 1998-2009.

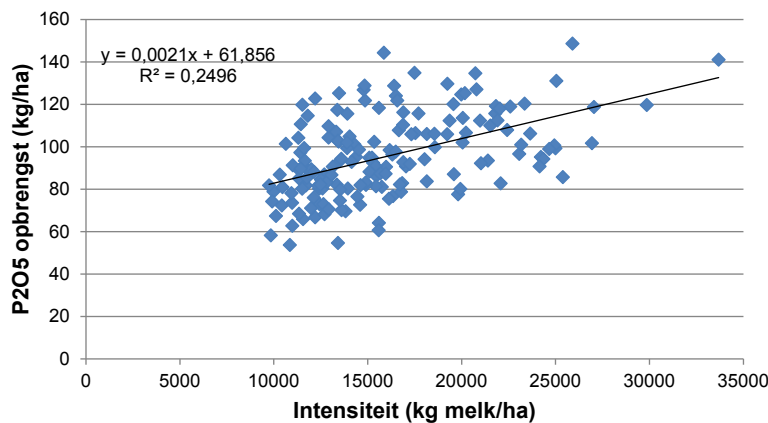
De variaties in drogestof- en fosfaatopbrengst tussen jaren en tussen bedrijven waren relatief groot. De variatiecoëfficiënt van de gemiddelde drogestofopbrengst van alle bedrijven in de periode 1998 – 2009 was 17% en die van de fosfaatopbrengst 20%. Het verschil in gemiddelde drogestofopbrengst tussen bedrijven was minimaal 4 ton (tussen 7,5 en 11,5 ton in 2003) en maximaal 7,5 ton (tussen 8 en 15,5 ton in 2004). Het verschil in gemiddelde fosfaatopbrengst tussen bedrijven was minimaal 35 kg (tussen 70 en 105 in 2006) en maximaal 75 kg (tussen 75 en 150 in 2004). De gemiddelde fosfaatopbrengst varieerde van 80 kg in 2003 tot 115 kg in 2007.



Figuur 2.5: Drogestof- (A en B) en fosfaatopbrengsten (C en D) van grasland van Koeien & Kansen bedrijven in de periode 1998 – 2009, zowel per jaar (A en C) als per bedrijf (B en D). De resultaten zijn weergegeven als een box-plot. De 'boxjes' in de grafieken geven het 25-75%-bereik van de variatie weer, en verticale lijnen het 5-95%-bereik. Het horizontale streepje geeft de mediaan aan (middelste getal als alle waarden op een rij worden gezet van laag naar hoog).

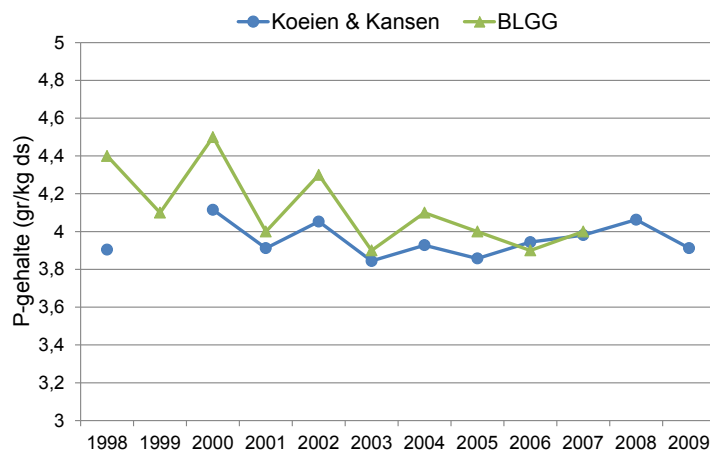
Verschillen tussen jaren in drogestof- en fosfaatopbrengsten kunnen voor een groot deel worden verklaard door verschillen in weersomstandigheden. De verschillen tussen bedrijven worden vooral verklaard door verschillen in bemestingsniveau, management en groeiomstandigheden. De verschillen tussen jaren binnen een bedrijf worden veroorzaakt door weeromstandigheden en veranderingen in het bedrijf. Er kunnen bijvoorbeeld percelen met beheers-beperkingen zijn aangekocht.

In Figuur 2.6 is het verband weergegeven tussen de intensiteit en de fosfaatopbrengst op Koeien & Kansen-bedrijven in de periode 1998-2009. Vergelijkbaar met de BIN-bedrijven neemt de fosfaatopbrengst toe naarmate een bedrijf intensiever is, hoewel de variatie groot is.



Figuur 2.6: Relatie tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de fosfaatopbrengst (kg/ha) op Koeien & Kansen bedrijven in de periode 1998 – 2009. Elke waarneming vertegenwoordigd een bedrijf in een jaar.

In Figuur 2.7 is de ontwikkeling van het P-gehalte in graskuil op Koeien & Kansen-bedrijven en die van BLGG weergegeven (tot 2007). Het P-gehalte varieerde van jaar tot jaar. Op Koeien & Kansen-bedrijven varieerde het P-gehalte tussen 3,85 en 4,1 en in de BLGG –data van 3,9 tot 4,5 g per kg. Op de Koeien & Kansen bedrijven is geen duidelijke daling of stijging te zien, terwijl in BLGG-data het P-gehalte de eerste jaren lijkt te zijn afgenomen.



Figuur 2.7: Ontwikkeling van het P-gehalte in graskuil op Koeien & Kansen-bedrijven en BLGG (Aarts et al., 2008b)

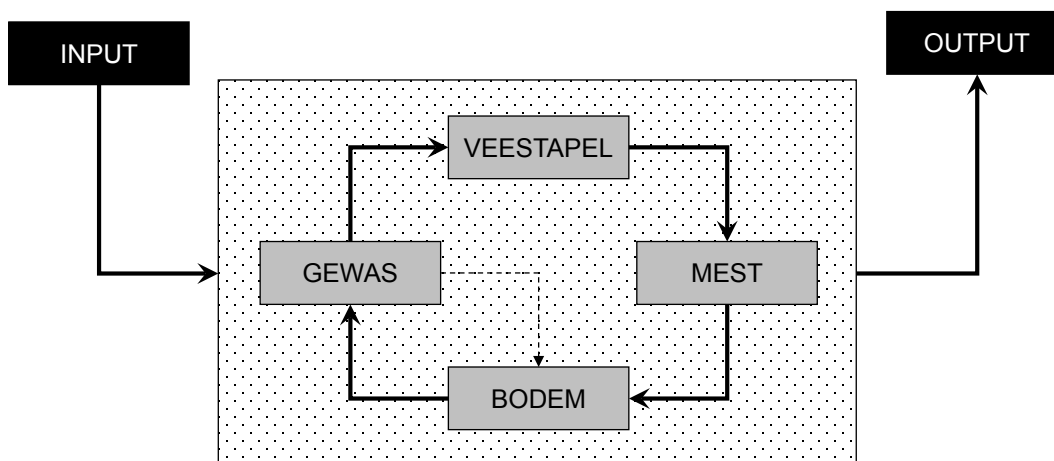
2.4 Antwoord op de vraag grasopbrengsten in de praktijk

In de periode 1998 – 2009 was de gemiddelde fosfaatopbrengst op BIN-bedrijven 89 kg per ha per jaar. Bij K&K was dit gemiddeld 96 kg per ha. De DMS-bedrijven hadden in 2010 een gemiddeld fosfaatopbrengst van 78 kg per ha. De verschillen tussen bedrijven in fosfaatopbrengst kunnen groot zijn. Op K&K-bedrijven lag de fosfaatopbrengst in 90% van de gevallen (5%-95% percentiel) tussen 68 en 128 kg per ha per jaar. Op BIN- en DMS-bedrijven is de variatie nog groter. Meestal zijn het steeds dezelfde bedrijven die een relatief hoge of lage opbrengst realiseren. Gemiddeld genomen hebben bedrijven met een hoge melkproductie per ha een hogere opbrengst. De meest waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat ze meer bemesten en/of het gegroeide gras beter benutten. Dit wil echter niet zeggen dat er geen intensieve bedrijven bestaan met lage opbrengsten of extensieve bedrijven met hoge opbrengsten bestaan (zie ook Figuur 2.6). De verschillen tussen bedrijven in fosfaatopbrengst blijken niet samen te hangen met verschillen in grondsoort.

3 Hoe werkt de fosfaatopbrengst van grasland door in de stikstof- en fosfaatkringloop van een bedrijf?

3.1 Theoretisch kader

Een melkveebedrijf heeft een kenmerkende fosfaatkringloop (Figuur 3.1). Fosfaat in mest wordt na toediening aan de bodem door gras en mais opgenomen en deze gewassen dienen als voer voor het vee, dat het grootste deel van het opgenomen fosfaat in mest uitscheidt. De kringloop is niet gesloten omdat fosfaat wordt aangevoerd met aangekocht voer en soms ook kunstmest. Fosfaat verlaat het bedrijf in melk, verkochte dieren en eventueel ruwvoer en afgevoerde mest. Er is sprake van een overschot op de fosfaatbalans als het bedrijf meer aanvoert dan afvoert. Omdat fosfaat niet vluchtig is en slecht oplosbaar, waardoor er weinig van uitspoelt, hoopt dit overschot zich hoofdzakelijk op in de bodem. Als de afvoer groter is dan de aanvoer vindt het tegenovergestelde plaats. De bodem wordt armer aan fosfaat. De bedrijfsonderdelen VEESTAPEL, MEST, BODEM en GEWAS zijn de schakels in de fosfaatkringloop.



Figuur 3.1: Kringloop van fosfaat op een melkveehouderijbedrijf. INPUT = aanvoer van fosfaat met voer en meststoffen. OUTPUT = afvoer van fosfaat met melk, vlees en mest.

Tabel 3.1: Belangrijkste posten van de fosfaatbalansen van de verschillende schakels van de fosfaatkringloop van een melkveehouderijbedrijf.

	Veestapel	Mest	Bodem	Gewas
Aanvoer	- krachtvoer - graskuil en maiskuil voor voerhek - weidegras	- excretie	- weidemest - uitgereden mest - kunstmest - atmosferische depositie	- gegroeid weidegras - in te kuilen gras en mais (over dam) - aanvoer ruwvoer
Afvoer	- melk - vee	- weidemest - uitgereden mest - afgevoerde mest	- gegroeid weidegras - in te kuilen gras en mais (over dam)	- geconsumeerd weidegras - graskuil en maiskuil voor voerhek
Aanvoer – Afvoer	-Excretie		- ophoping of uitputting bodem (-uitspoeling)	- beweidings- en conserverings-verliezen

Van deze afzonderlijke schakels kunnen ook input-outputbalansen worden opgesteld; deze deelbalansen maken zichtbaar hoe (on)volledig fosfaat van het ene bedrijfs onderdeel aan het volgende wordt overgedragen en maken daarmee relaties tussen fosfaatstromen inzichtelijk (Tabel 3.1).

3.2 Relaties tussen fosfaatopbrengst grasland en andere nutriëntenstromen

De fosfaatopbrengst van grasland is afhankelijk van en/of wordt beïnvloedt door vier andere nutriëntenstromen op een bedrijf. Deze afhankelijkheden of relaties worden hierna beschreven en vervolgens getoetst aan waarnemingen uit de praktijk.

3.2.1 Fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via veevoer op bedrijfsniveau

De voederbehoefte van de veestapel is afhankelijk van omvang, samenstelling, productiviteit en management van de veestapel. Die behoefte kan voor elke veestapel worden berekend op basis van normen.

Een bedrijf zal proberen zoveel mogelijk voer van eigen land te produceren om de voederbehoefte van de veestapel te dekken. Hoe meer op het eigen bedrijf wordt geproduceerd, hoe minder voer aangekocht moet worden. Bedrijven met een hoge melkproductie per ha hebben vaak hogere gewasopbrengsten dan bedrijven met een lage melkproductie per ha. Toch zijn de voeraankopen van intensieve bedrijven vaak groter dan die van extensieve bedrijven, ondanks de hoge voerproductie per ha, omdat de intensieve bedrijven meer voer nodig hebben.

De aanvoer van fosfaat via veevoer is afhankelijk van het soort voer dat aangekocht wordt (soort ruwvoer, samenstelling krachtvoer, soort bijproducten). De energie- (VEM) en/of de eiwitvoorziening (RE) zijn in de regel bepalend bij de keuze van voedermiddelen en fosfaat 'lift daarin mee'. De verhouding tussen VEM en fosfaat of RE en fosfaat is afhankelijk van het soort voer.

Samenvattend: Een melkveehouder kan besparen op de aankoop van veevoer (en dus op de aanvoer van fosfaat via aangekocht voer) door een hoge opbrengst van grasland te realiseren. In de praktijk gaat een hoge melkopbrengst per ha vaak samen met een hoge fosfaatopbrengst van grasland en vaak ook met een hoge aanvoer van fosfaat via aangekocht voer.

3.2.2 Fosfaatopbrengst grasland en excretie van fosfaat door de veestapel

De excretie van fosfaat in mest door het vee wordt vooral bepaald door de samenstelling van het rantsoen en de productiviteit van het melkvee. Gras is een belangrijk element van het rantsoen van melkvee. Bedrijven met een hoge grasopbrengst zouden in theorie een hoge fosfaatexcretie door het melkvee moeten hebben, omdat gras relatief veel fosfaat bevat. Veel gras in het rantsoen verdringt in theorie fosfaatarmere producten (bijvoorbeeld snijmaïs) uit het rantsoen.

Toch wordt in de praktijk vaak het omgekeerde waargenomen. Bedrijven met een hoge graslandopbrengst hebben een hoge melkproductie per ha en een hoge veedichtheid, waardoor het aandeel gras in het rantsoen vaak toch beperkt is. Ondanks de hoge graslandopbrengst moeten intensieve bedrijven veel voer aankopen (omdat de voederbehoefte op deze bedrijven groot is). Bovendien wordt het fosfaatgehalte van het rantsoen ook bepaald door de verhouding grasland/maïsland op het bedrijf. Mais bevat veel minder fosfaat dan gras.

Samenvattend: Een hoge fosfaatopbrengst van grasland gaat niet noodzakelijkerwijze samen met een hoge fosfaatexcretie per dier. De verhouding tussen gras en snijmaïs in het rantsoen en de samenstelling van het aangekochte veevoer hebben een grotere invloed op de fosfaatexcretie dan de fosfaatopbrengst van het grasland.

3.2.3 Fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst grasland

In de huidige melkveehouderij is de bemesting met fosfaat in de regel niet limiterend voor de grasgroei, omdat de fosfaattoestand van de bodem gemiddeld genomen ruim voldoende tot hoog is. Bij een ruim voldoende tot hoge fosfaattoestand leidt fosfaatbemesting niet tot een hogere grasopbrengst, maar vaak wel tot hogere fosfaatgehalten in het gras, door luxe consumptie, en daardoor tot een hogere fosfaatopbrengst per ha.

Een ongelijke verdeling van dierlijke mest over het bedrijf in voorgaande jaren kan ertoe geleid hebben dat tussen de percelen grote verschillen zijn in de fosfaattoestand van de bodem. Op percelen met een relatief lage fosfaattoestand kan de grasgroei wel beperkt worden door fosfaattekort wat de gemiddelde grasopbrengst/ha van het bedrijf kan drukken.

Samenvattend: Een hoge fosfaattoestand van de bodem en een hoge fosfaatbemesting leiden tot relatief hoge fosfaatgehalten in het gras en dus tot hoge fosfaatopbrengsten van grasland. Het omgekeerde geldt ook; een lage fosfaattoestand en een geringe fosfaatbemesting leiden tot lage fosfaatgehalten in het gras. Ook geldt dat naarmate meer fosfaat via het geoogste gewas aan de bodem wordt onttrokken meer fosfaatbemesting nodig is om de fosfaattoestand van de bodem op peil te houden.

3.2.4 Stikstofbemesting en fosfaatopbrengst grasland

Stikstof (N) is in het algemeen het meest limiterende nutriënt voor grasgroei in Nederland, behalve op gedraineerde veengronden. Toediening van stikstof verhoogt de graslandopbrengst en daardoor ook de fosfaatopbrengst van het grasland. Toediening van stikstof heeft vaak ook een positief effect op het fosfaatgehalte van het gras.

Op gedraineerde veengronden komt relatief veel extra stikstof (en ook fosfaat) beschikbaar door afbraak van veen. Daardoor is het effect van stikstofbemesting op veengronden vaak minder sterk dan op zand- en kleigronden.

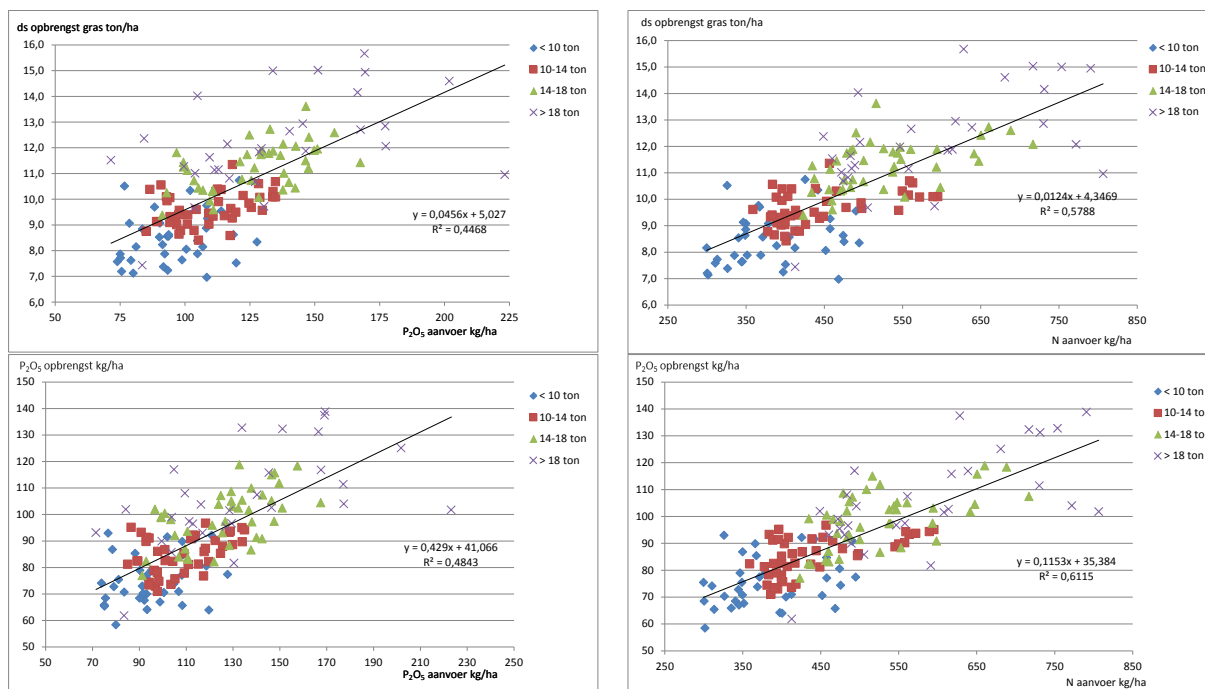
Samenvattend: Stikstofbemesting heeft meestal een positief effect op de grasopbrengst en het fosfaatgehalte van het gras. Stikstofbemesting verhoogt dus de fosfaatopbrengst van grasland.

3.3 Toetsing van de relaties tussen fosfaatopbrengst grasland en andere nutriëntenstromen

3.3.1 Resultaten BIN-bedrijven

In deze paragraaf worden de relaties 'Fosfaatbemesting versus fosfaatopbrengst (3.2.3)' en 'Stikstofbemesting versus fosfaatopbrengst (3.2.4)' besproken aan de hand van resultaten van BIN-bedrijven (dus op bedrijfsniveau). In Figuur 3.2 zijn die relaties weergegeven. Ook de relaties tussen de bemesting en drogestofopbrengst zijn weergegeven. Fosfaat- en stikstofbemesting is inclusief de mest en urine van weidend vee (weidemest). Bovendien is rekening gehouden met stikstofaanvoer via atmosferische depositie. Stikstofbemesting omvat hier dus de totale toevoer van stikstof naar de bodem. Uit de figuren blijkt de drogestofopbrengst van een bedrijf hoger te zijn als de totale fosfaataanvoer naar de bodem hoger is. De effecten van de fosfaatbemesting op de fosfaat-

opbrengst zijn iets sterker dan die op de drogestofopbrengst, door een stijgend P-gehalte van het gras. Vergelijkbare effecten treden op bij hogere stikstofbemesting.



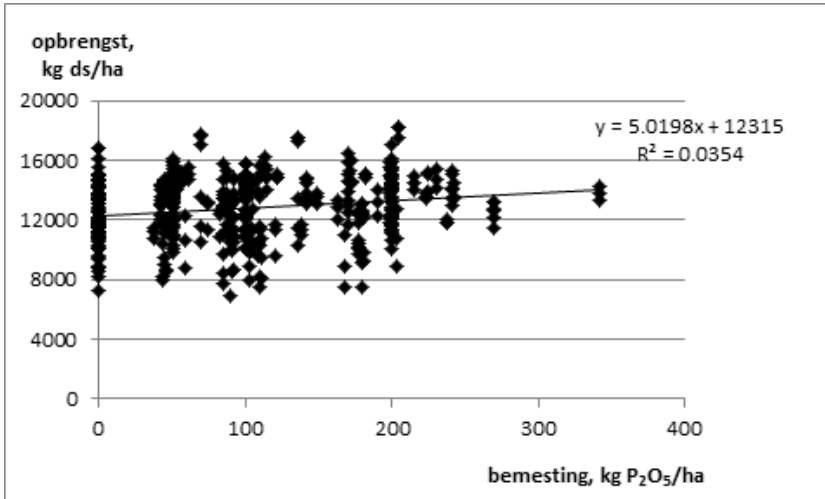
Figuur 3.2: Relaties tussen de aanvoer van fosfaat (links) en stikstof (rechts) naar de bodem en de drogestofopbrengst (boven) en fosfaatopbrengst (onder) van grasland. Elke waarneming vertegenwoordigt het gemiddelde van een intensiteitsklasse van een grondsoort in een jaar

3.3.2 Resultaten veldproeven

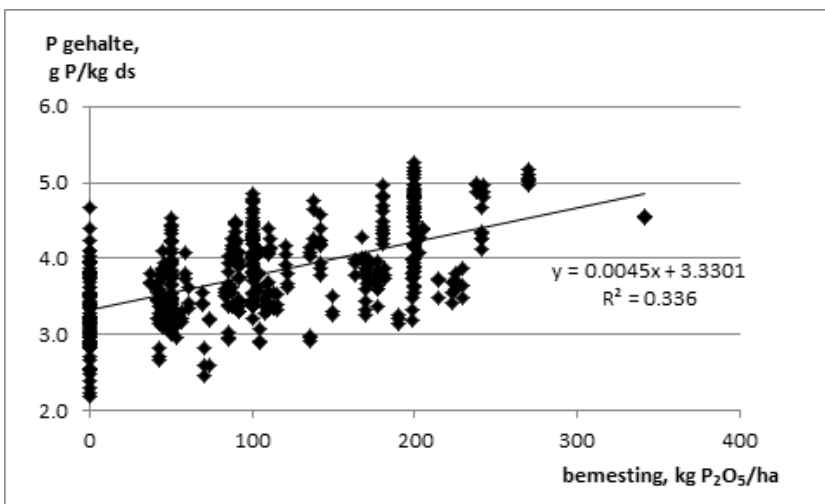
In deze paragraaf worden de relaties 'Fosfaatbemesting versus fosfaatopbrengst (3.2.3)' en 'Stikstofbemesting versus fosfaatopbrengst (3.2.4)' besproken aan de hand van resultaten van veldproeven.

In de Figuren 3.3, 3.4, en 3.5 zijn de relaties uitgezet tussen respectievelijk fosfaatbemesting en drogestofopbrengst, fosfaatbemesting en P-gehalte van het gras en tussen fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst. De data zijn afkomstig van vier meerjarige veldproeven, uitgevoerd tussen 1995 en 2003. In de figuren zijn de resultaten weergegeven van de objecten die jaarlijks bemest werden met 250 tot 300 kg N/ha. Alle uitgevoerde fosfaatbemestingen zijn meegenomen, van 0 tot 350 kg fosfaat per ha.

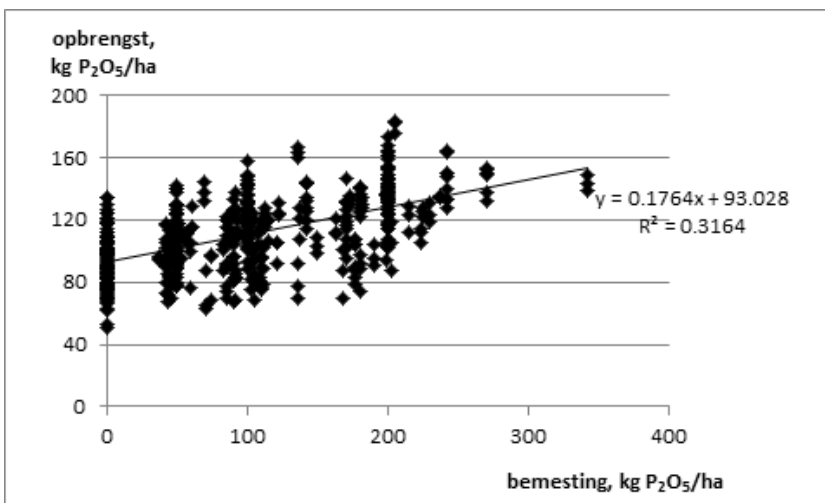
De drogestofopbrengst van grasland reageert alleen positief op een zwaardere fosfaatbemesting als er onvoldoende fosfaat in de bodem aanwezig is. In het algemeen is in Nederland de voorraad (beschikbaar) fosfaat in de bodem zo hoog dat het effect op de opbrengst aan drogestof zeer beperkt is. In Figuur 3.3 blijkt dat de relatie van fosfaatbemesting en drogestofopbrengst zeer zwak is ($R^2 = 0,035$). Fosfaatbemesting heeft vaak wel een positieve invloed op het P-gehalte van gras, ook bij een hoge fosfaatvoorraad in de bodem. De fosfaatopbrengst stijgt bij P-bemesting vooral door de verhoging van het P-gehalte van het gras. In de Figuren 3.4 en 3.5 blijken P-gehalte en P₂O₅-opbrengst van het gras significant te stijgen bij een stijgende P-bemesting (R^2 van beide 0,3).



Figuur 3.3: Drogestofopbrengst in relatie tot P₂O₅-bemesting (N-bemesting tussen 250 en 300 kg N/ha) (Aarts et al., 2008a)

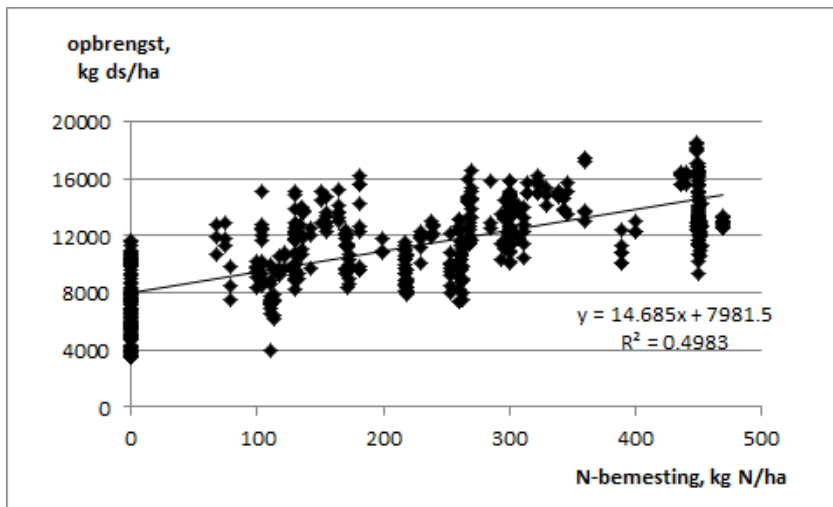


Figuur 3.4: P-gehalte van gras in relatie tot P₂O₅-bemesting (N-bemesting tussen 250 en 300 kg N/ha) (Aarts et al., 2008a)

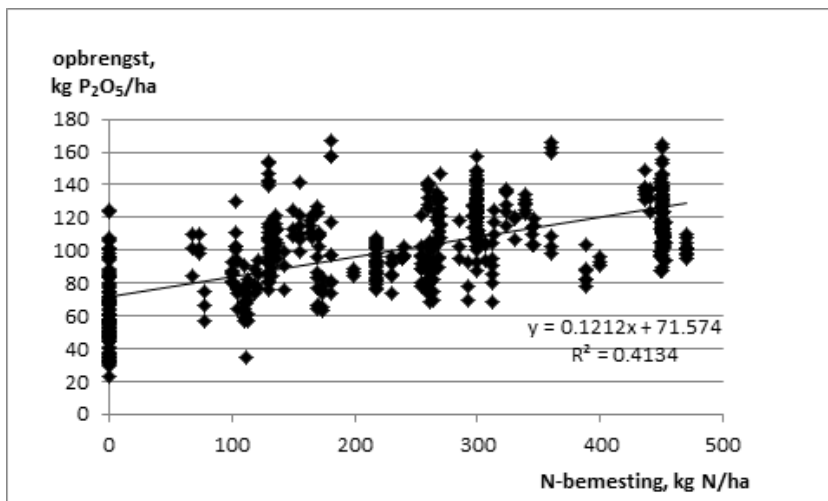


Figuur 3.5: Fosfaatopbrengst van gras in relatie tot P₂O₅-bemesting (N-bemesting tussen 250 en 300 kg N/ha) (Aarts et al., 2008a)

Het effect van N-bemesting op de drogestofopbrengst en fosfaatopbrengst van grasland is weergegeven in de Figuren 3.6 en 3.7. Uit de proeven blijkt een positief verband tussen N-bemesting en drogestof- en fosfaatopbrengst.

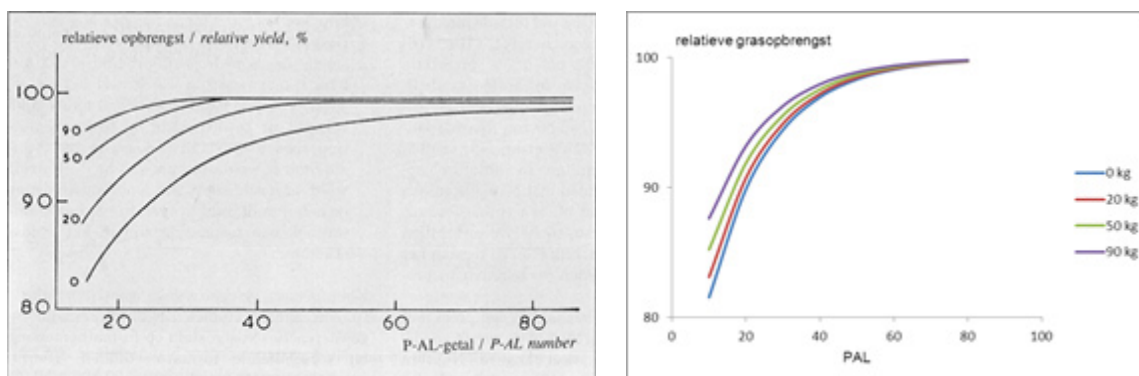


Figuur 3.6: Drogestofopbrengst van gras in relatie tot N-bemesting (P_2O_5 -bemesting tussen 90 en 200 kg P_2O_5 /ha) (Aarts et al., 2008).



Figuur 3.7: Fosfaatopbrengst van gras in relatie tot N-bemesting (P_2O_5 -bemesting tussen 90 en 200 kg P_2O_5 /ha) (Aarts et al., 2008a).

Het effect van P-bemesting is afhankelijk van de P-toestand. Naarmate de P-toestand lager is is het effect van bemesting op de opbrengst hoger, zoals ook blijkt uit Figuur 3.8. Een P-bemesting van 70-90 kg P_2O_5 /ha bij een PAL van 20 geeft 5% meeropbrengst op basis van recent onderzoek (Bussink et al., 2011). In oud onderzoek werd tot ruim 10% meeropbrengst gevonden (Agterberg & Henkens, 1995). Bij een PAL van 50 geeft bemesting maximaal 1-2% meeropbrengst.



Figuur 3.8: Effect van fosfaatbemesting en PAL op de relatieve opbrengst op basis van oud onderzoek (links, Agterberg & Henkens, 1995) en recent onderzoek (rechts, Bussink *et al.*, 2011)

Figuur 3.8 laat zien dat de grasopbrengst bij geen fosfaatbemesting met ongeveer 15% toeneemt indien de PAL stijgt van 10 naar 50. In de proeven van den Boer (1995) stijgt de opbrengst met 1,5 ton ds/ha indien de PAL stijgt van 10 naar 40. Bij een lage fosfaattoestand is de opbrengstderiving slechts voor een deel te compenseren door fosfaatbemesting, zo laten Figuur 3.8 en Tabel 3.2 zien. Bussink *et al.* (2011) stellen dat de PAL minimaal 30 zou moeten zijn.

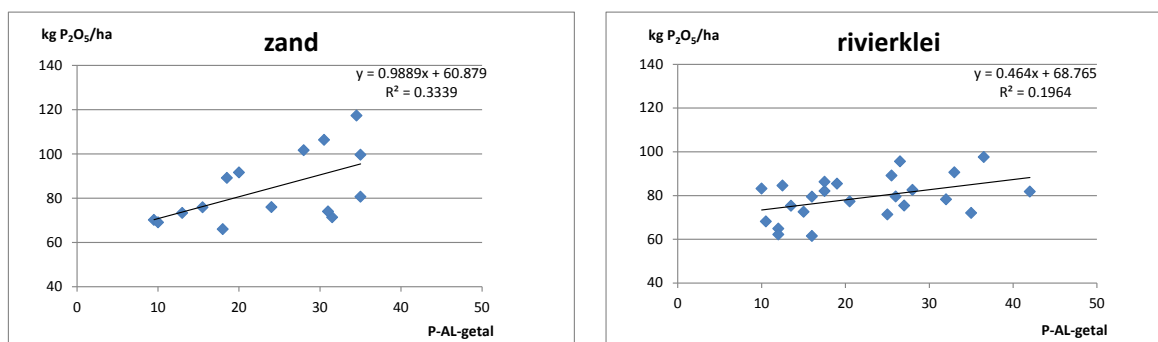
In proeven die zijn uitgevoerd tussen 1989 en 1994 vonden Den Boer *et al.*, (1995) bij een PAL van 10 zo'n 600 kg ds/ha meeropbrengst in de 1e snede bij 100 kg P_2O_5 per ha ten opzichte van geen fosfaat (Tabel 3.2). Bij PAL 40 was er geen meeropbrengst meer door fosfaatbemesting.

Tabel 3.2: Effect van P-toestand en kunstmest-P-gift op de drogestofopbrengst (ton ds ha^{-1}) van de 1^e snede in proeven op zandgrasland die uitgevoerd zijn tussen 1989 en 1994 (Den Boer *et al.*, 1995).

PAL 0-5cm/5-20cm	Kunstmest P-trap kg P_2O_5 ha^{-1}				
	0	25	50	75	100
10/10	2,1	2,4	2,6	2,6	2,7
20/10	2,3	2,6	2,8	2,8	2,9
20/20	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5
30/30	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6
40/40	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6

De P-toestand en P-bemesting hebben ook invloed op het P-gehalte van het gras (Bussink *et al.*, 2011). Een hogere P-toestand leidt tot een hoger P-gehalte in gras. P-bemesting leidt eveneens tot een stijging van het P-gehalte, maar het effect van P-bemesting op het P-gehalte zwakt af naarmate de toestand hoger is. Dit betekent dat de fosfaatopbrengst (product van opbrengst en P-gehalte) bepaald wordt door de P-toestand en de P-bemesting.

In Figuur 3.9 is het verband tussen P-AL-getal van de en fosfaatopbrengst van grasland zonder fosfaatbemesting weergegeven. Deze resultaten zijn afkomstig van veldproeven die in 1998 en 1999 zijn uitgevoerd op zandgrond en rivierklei met verschillende P-AL-niveaus. Op zandgrond was het verschil in fosfaatopbrengst tussen P-AL-getal 13 en 35 gemiddeld 22 kg P_2O_5 per ha (26% ten opzichte van gemiddeld) bij een N-bemesting van 130 kg N/ha. Op rivierklei was het verschil in fosfaatopbrengst tussen P-AL-getal 13 en 37 gemiddeld 11 kg P_2O_5 per ha bij een N-bemesting van 220 kg N/ha.



Figuur 3.9: Fosfaatopbrengst bij verschillende P-AL-getallen zonder P2O5-bemesting, veldproeven op zand (130 kg N/ha) en rivierklei (220 kg N/ha) (Aarts et al., 2008).

Samenvattend: De resultaten van de veldproeven geven aan dat stikstofbemesting en fosfaatbemesting de fosfaatopbrengst van grasland kunnen verhogen. De fosfaattoestand van de bodem is ook van belang; de fosfaatopbrengst is gemiddeld genomen hoger als de fosfaattoestand van de bodem hoger is. De wet van de afnemende meeropbrengsten geldt zowel voor de fosfaattoestand als voor bemesting; de effecten nemen sterk af bij toenemende fosfaattoestand en -bemesting.

3.3.3 Koeien & Kansen

Van Koeien & Kansen-bedrijven zijn de volgende relaties onderzocht op bedrijfsniveau: Fosfaatopbrengst en aanvoer fosfaat via aangekocht voer (3.2.1.), Fosfaatopbrengst en excretie van fosfaat door melkvee (3.2.2.) en Fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst (3.2.3.). In Tabel 3.3 zijn relevante bedrijfsgegevens vermeld. De bedrijven zijn ingedeeld in twee groepen, naar fosfaatopbrengst van het grasland. Elke groep omvat vijf bedrijven. De indeling in groepen is gedaan door bedrijven te selecteren die structureel een relatief lage fosfaatopbrengst of structureel een relatief hoge fosfaatopbrengst realiseren in de periode 1998-2009.

Tabel 3.3: Kengetallen van Koeien & Kansenbedrijven, ingedeeld naar laagste en hoogste fosfaatopbrengst van het grasland (1998-2009). Bemesting is de totale toevoer naar de bodem, dat wil zeggen inclusief excretie tijdens beweiding en depositie.

	Laag	Hoog	Verskil (%)
P ₂ O ₅ -opbrengst (kg/ha)	84	108	29
Drogestofopbrengst grasland (kg/ha)	9489	11756	24
Intensiteit (kg melk/ha)	13752	18005	31
Aanvoer P ₂ O ₅ als voer (kg/ha)	48	76	58
P ₂ O ₅ -excretie (kg/ha)	88	119	35
P ₂ O ₅ -excretie (kg/1000 kg melk)	6,6	6,6	1
P ₂ O ₅ -bemesting grasland (kg/ha)	98	122	24
N-bemesting grasland (kg/ha)	381	488	28
P ₂ O ₅ -overschot bodem (kg/ha)	6,3	6,1	-4

Het verschil tussen de twee groepen bedrijven in fosfaatopbrengst van het grasland is vrij groot. De groep 'laag' oogst 84 kg/ha en de groep 'hoog' 108 kg/ha. Het verschil in drogestofopbrengst is ruim 2 ton/ha. De bedrijven in de groep 'hoog' zijn intensief. Ondanks de hoge fosfaatopbrengst van grasland is de aanvoer van fosfaat als voer op die bedrijven veel hoger, door de grotere voerbehoefte. Om dezelfde reden is de fosfaatexcretie per ha ook groter, maar wordt de fosfaatexcretie uitgedrukt per 1000 kg melk (productie-eenheid) dan is er geen verschil. De

bemesting met fosfaat en stikstof is bij de groep bedrijven met een relatief hoge fosfaatopbrengst hoger dan bij de groep bedrijven met een relatief lage fosfaatopbrengst. De zwaardere bemesting wordt volledig gecompenseerd door een hoger fosfaatopbrengst van het grasland, waardoor het fosfaatoverschot van de twee groepen bedrijven gelijk is.

3.4 Samenvattende conclusies

Fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via veevoer op bedrijfsniveau

Het verband tussen fosfaatopbrengst grasland en fosfaataanvoer via aangekocht veevoer is verstrengd met de intensiteit van de bedrijfsvoering. Bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst van het grasland kopen meestal ook veel veevoer aan, omdat deze bedrijven meestal intensief zijn (veel melk per ha produceren). De aanvoer van fosfaat is bovendien afhankelijk van het voer dat aangekocht wordt (soort ruwvoer, samenstelling krachtvoer, soort bijproducten). De verhoudingen tussen VEM en fosfaat of RE en fosfaat zijn afhankelijk van het soort voer. De energie- (VEM) en/of de eiwitvoorziening (RE) zijn in de regel de bepalende factoren bij de keuze van voedermiddelen en fosfaat lift daarin mee. Niettemin geldt dat bij gelijke intensiteit een hogere grasopbrengst gepaard gaat met minder aankoop van voer; dit is echter niet op te maken uit het huidig beschikbare analysemateriaal.

Fosfaatopbrengst grasland en excretie van fosfaat door de veestapel

De relatie tussen fosfaatopbrengst van het grasland en fosfaatexcretie van het melkvee is verstrengd met rantsoensamenstelling. Bedrijven met een hoge fosfaatopbrengst van het grasland hebben een intensieve bedrijfsvoering, kopen vaak meer voer aan en hebben daardoor een andere samenstelling van het rantsoen dan bedrijven met een lage fosfaatopbrengst. Het gevolg is dat de relatie tussen fosfaatopbrengst grasland en fosfaatexcretie van het melkvee diffuus is.

De fosfaatexcretie door de veestapel wordt vooral bepaald door de samenstelling van het rantsoen en de totale behoefte aan voer-energie (VEM). De hoogte van de grasopbrengst heeft daar maar beperkte invloed op. Een hoge grasproductie wordt vooral waargenomen op intensieve bedrijven die veel voer moeten aankopen en aangekochte voeders kunnen sterk verschillen in fosfaatgehalte. Bovendien wordt het fosfaatgehalte van het rantsoen bepaald door de verhouding grasland/maisland op het bedrijf. Mais bevat veel minder fosfaat dan gras.

Fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst grasland

Op moderne melkveehouderijbedrijven is de beschikbaarheid van fosfaat niet limiterend voor de grasopbrengst, omdat de fosfaattoestand van de bodem gemiddeld (meer dan) ruim voldoende is. Toch signaleren we op bedrijfsniveau een positief verband tussen fosfaatbemesting, drogestofopbrengst en fosfaatopbrengst van grasland bij de BIN-bedrijven en Koeien & Kansen-bedrijven. Deze effecten op bedrijfsniveau zijn vooral het gevolg van het feit dat intensieve bedrijven hogere graslandopbrengsten realiseren dan extensieve bedrijven. Deze intensieve bedrijven produceren meer melk en mest, bemesten meer dan extensieve bedrijven en benutten het gegroeide gras wellicht beter door de grotere voederbehoefte. De positieve relatie tussen fosfaatbemesting en fosfaatopbrengst van grasland is dus vooral het gevolg van verschillen in (grasland)management tussen intensieve en extensieve bedrijven.

Stikstofbemesting en fosfaatopbrengst grasland

De relatie tussen stikstofbemesting en opbrengst is vergelijkbaar met die van fosfaatbemesting, maar het is aannemelijk dat stikstofbemesting vaker limiterend is voor de grasgroei. Ook hier geldt dat de positieve relatie tussen stikstofbemesting en fosfaatopbrengst van grasland vooral het gevolg van verschillen in (grasland)management tussen intensieve en extensieve bedrijven.

4 Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn?

De indicatieve gebruiksnorm van 90 kg P₂O₅ per ha is gebaseerd op de gemiddelde fosfaatopbrengst van grasland in Nederland, bij een fosfaattoestand van de bodem die 'neutraal' is, dat wil zeggen op het landbouwkundig gewenste peil. Als de werkelijke fosfaatopbrengst van het grasland lager is dan de gebruiksnorm, dan zal het verschil grotendeels in de bodem accumuleren en neemt de fosfaattoestand van de bodem dus toe. Omgekeerd, als de werkelijke fosfaatopbrengst van het grasland hoger is dan de gebruiksnorm, dan neemt de fosfaattoestand van de bodem af.

Als de fosfaatopbrengst van het grasland lager is dan de gebruiksnorm, dan zal op termijn de fosfaattoestand van de bodem zo hoog worden dat de gebruiksnorm wordt gekort met 10 kg P₂O₅ per ha per jaar. Bij bedrijven die minder dan 80 kg P₂O₅ per ha per jaar produceren zal de verrijking van de bodem doorgaan. In de periode 2007-2009 had 25% van de BIN-bedrijven een opbrengst van 72 kg P₂O₅ per ha per jaar of lager. Waarschijnlijk leidt bemesting volgens de fosfaatgebruiksnorm bij deze bedrijven op termijn tot een lichte stijging van de fosfaatopbrengst, door een toenemend P-gehalte van het gras. Deze stijging (door 'luke consumptie') is eindig en zal waarschijnlijk niet in staat zijn de verdere verrijking van de bodem volledig te voorkomen op deze bedrijven. Uiteindelijk kan dit leiden tot fosfaatverzadiging van de bodem en toenemende fosfaatverliezen naar grond- en oppervlaktewater. Het doel evenwichtsbemesting (aanvoer met meststoffen = afvoer als gewas) wordt op deze bedrijven dus niet bereikt tenzij met (aanzienlijk) minder fosfaat wordt bemest dan de indicatieve gebruiksnorm toelaat.

Bedrijven die een graslandopbrengst van meer dan 90 kg P₂O₅ per ha per jaar hebben, zullen interen op de bodemvoorraad. In de periode 2007-2009 had 25% van de BIN-bedrijven een fosfaatopbrengst van 103 kg P₂O₅ per ha per jaar of hoger. Deze bedrijven teren bij een neutrale fosfaattoestand van de bodem jaarlijks minimaal 13 kg P₂O₅ per ha in en bij een hoge fosfaattoestand minimaal 23 kg P₂O₅ per ha. De fosfaattoestand van de bodem van deze bedrijven zal dan dalen. Hoe snel de daling gaat is moeilijk te zeggen maar bij PAL 60 (hoog) duurt het naar schatting ongeveer 10 jaar tot een neutrale toestand (50) bereikt is. Vanaf toestand 'neutraal', maar wellicht ook eerder, kan de fosfaatopbrengst beperkt worden door een beperkte fosfaatvoorziening. De graslandopbrengst blijft eerst nog wel op peil, maar de fosfaatopbrengst zal dan gaan dalen, vooral door een daling van het P-gehalte in het gras. Door die daling wordt het verschil tussen fosfaatopbrengst en fosfaatgebruiksnorm kleiner. De fosfaattoestand zal dan minder snel gaan dalen, maar de daling gaat wel door als meer wordt onttrokken dan wordt toegediend. Op termijn kunnen de grasopbrengsten van bedrijven die nu bovengemiddeld presteren dan ook afnemen. Deze bedrijven zullen dan meer voer moeten aankopen. Ook kan de benutting van stikstof in meststoffen dan afnemen en de uitspoeling van nitraat toenemen, als fosfaat een groei-limiterende factor wordt en de stikstofbemesting (stikstofgebruiksnorm) niet wordt aangepast aan de veranderde situatie. Als de fosfaattoestand daalt tot het niveau 'laag' dan is de indicatieve fosfaatgebruiksnorm hoger (100 kg P₂O₅ per ha per jaar), en zal de daling van de fosfaatopbrengst minder worden. Uiteindelijk zal zich een evenwicht instellen, waarbij de fosfaatopbrengst in de orde van grootte van 90-100 kg P₂O₅ per ha per jaar is.

In Bijlage IV zijn de mogelijke bedrijfseffecten van generieke fosfaatgebruiksnormen verder uitgewerkt voor de korte en lange termijn. Dat is gedaan op basis van gegevens uit de praktijk,

waarbij voor melkveebedrijven met hoge en lage fosfaatopbrengsten van grasland de fosfaatstromen op de bedrijven worden vergeleken.

Samenvattend: Op bedrijven met een relatief hoge gras- en fosfaatopbrengst zullen de fosfaattoestand van de bodem en de fosfaatopbrengst van het grasland, en in mindere mate de grasopbrengst, op termijn gaan dalen, indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 op alle bedrijven uniform van toepassing zijn. Op termijn zullen deze bedrijven genoodzaakt worden om meer voer aan te kopen. Uiteindelijk stelt zich een evenwicht in waarbij de fosfaatopbrengst gemiddeld genomen vergelijkbaar wordt met de indicatieve fosfaatgebruiksnorm (90-100 kg P₂O₅ per ha per jaar). Op bedrijven met een relatief lage fosfaatopbrengst geldt dat de fosfaattoestand van de bodem zal toenemen, indien bemest wordt volgens de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015.

5 Welke bedrijven kunnen mogelijk negatieve bedrijfs-effecten (landbouwkundig, economisch) ondervinden en wanneer zullen deze optreden?

Algemeen

Bedrijven met een bovengemiddelde fosfaatopbrengst van grasland zullen negatieve bedrijfseffecten ervaren wanneer de gemiddelde fosfaatopbrengst van grasland in Nederland, als generieke fosfaatgebruiksnorm, op alle veehouderijbedrijven van toepassing wordt verklaard. Deze bedrijven komen op alle grondsoorten voor en in alle intensiteitsklassen, maar vooral bij de intensieve melkveebedrijven. Deze bedrijven zijn echter niet eenvoudig te traceren, omdat noch de graslandopbrengst noch de fosfaatopbrengst in de praktijk wordt gemeten. Enkel door het opstellen van een voerbalans voor de gehele veestapel van het bedrijf en met een goede registratie van alle veevoeraankopen kunnen deze bedrijven worden getraceerd.

Voornoemde bedrijven ondervinden de volgende negatieve bedrijfseffecten:

- daling van de fosfaattoestand van de bodem, daardoor op termijn een daling van de graslandopbrengst en daardoor een toename van de voeraankopen;
- hogere kosten voor de afvoer van dierlijke mest vergeleken met de situatie waarbij bemest zou mogen worden naar onttrekking;
- indirecte effecten, ten gevolge van de toename van voeraankopen en toename druk op de mestmarkt.

Toename voeraankopen

Op termijn zullen bedrijven die nu een bovengemiddelde fosfaatopbrengst van grasland realiseren meer voer moeten aankopen, omdat de grasopbrengst afneemt. Dit gaat ten koste van de economische prestatie.

De toename van de voeraankopen zijn omgekeerd evenredig met de daling van de graslandopbrengst. De grootte van de daling van de graslandopbrengst, bij toepassing van de generieke fosfaatgebruiksnormen, is echter niet bekend en kan ook niet nauwkeurig worden afgeleid uit empirische data. Er zijn geen moderne melkveebedrijven bekend waar de fosfaatbemesting vele jaren lager is geweest dan de fosfaatopbrengst van het grasland, en waar de drogestofopbrengst van het grasland is afgenomen door daling van de fosfaattoestand. Er zijn wel resultaten van proefvelden beschikbaar om af te leiden wat de verwachte afname is van de graslandopbrengst door suboptimale fosfaatbemesting.

Resultaten vermeldt in Tabel 3.2 en Figuur 3.8 geven aan dat een vermindering van de fosfaatbemesting pas tot een daling van de drogestofopbrengst leidt als het PAL-getal kleiner is dan ~30. Bij een PAL-getal van >30 heeft fosfaatbemesting geen noemenswaardig effect op de graslandopbrengst. Een vermindering van de fosfaatbemesting of een vermindering van de fosfaattoestand van de bodem heeft meer effect op het P-gehalte van het gras dan op de graslandopbrengst. Echter, een daling van het P-gehalte tot ~3,5 g P per kg drogestof wordt vanuit veevoedingsoogpunt niet als een bezwaar gezien. Momenteel is het gemiddelde P-gehalte in het kuilgras circa 4,0 g P per kg (Figuur 2.7), dus ruim boven de 'norm' van 3,5 g P per kg. Deze proefveldresultaten geven dus aan dat een daling van de fosfaatbemesting van grasland tot maximaal 90 à 100 kg P₂O₅ per ha per jaar tot een daling van de graslandopbrengsten kunnen leiden van <2%. De daling van de fosfaatopbrengst van het grasland is hoger, in de range van 0-10%.

Als een 'hypothetisch scenario' is de daling van de graslandopbrengst op bedrijven met bovengemiddelde fosfaatopbrengsten afgeleid uit resultaten van BIN-bedrijven. Daarbij is aangenomen dat de groep bedrijven die nu een bovengemiddelde graslandopbrengst realiseren door beperking van de fosfaatbemesting zullen terugvallen in de groep bedrijven die nu een gemiddelde graslandopbrengst realiseren. Van de BIN-bedrijven realiseerde de top 25% van een bedrijven een drogestofopbrengst van minimaal 11,5 ton per ha per jaar in de periode 2007-2009. De gemiddelde drogestofopbrengst bedroeg op de bedrijven in die periode 9,8 ton drogestof per ha met een fosfaatopbrengst van circa 90 kg per ha. Dat verschil van 1,7 ton drogestof per ha per jaar betekent voor een bedrijf met 50 ha grasland een mogelijke extra aankoop van 52 ton drogestof per jaar. In de vorm van snijmais vertegenwoordigt dit een waarde van € 7.400,- (3,47 ha snijmais met 15 ton drogestof/ha en € 2.050,- per ha). Daarnaast zal er mogelijk meer soja moeten worden aangekocht omdat snijmais eiwitarm voer is. De kosten van deze extra eiwitaankoop zijn geschat op minimaal € 7.400. Een verdere uitwerking van de economische bedrijfseffecten staat in Bijlage V. In dit scenario kunnen de totale extra kosten jaarlijks oplopen tot minimaal € 14.800 voor een bedrijf met 50 ha grasland.

Hogere kosten voor mestafvoer

Bedrijven met hoge graslandopbrengsten mogen minder bemesten dan uit oogpunt van evenwichtsbemesting (een beleidsdoel achter de indicatieve gebruiksnorm) of de beoogde afbouw van de bodemvoorraad van fosfaatrijke gronden (10 kg P₂O₅ per ha per jaar) nodig zou zijn. Daardoor moeten ze meer mest afvoeren dan bij strikte toepassing van de definitie van evenwichtsbemesting nodig zou zijn, hetzij als drijfmest of als dikke fractie van gescheiden mest.

Een grasopbrengst van minimaal 11,5 ton drogestof per ha per jaar gerealiseerd door de top 25% van de bedrijven correspondeert met een fosfaatopbrengst van 103 kg P₂O₅ per ha per jaar. Bij strikte toepassing van evenwichtsbemesting zouden deze bedrijven dus 13 kg P₂O₅ per ha per jaar meer mogen bemesten dan bij toepassing van de indicatieve fosfaatgebruiksnorm, en dus een equivalente hoeveelheid als mest minder hoeven af te voeren. Deze hoeveelheid vertegenwoordigt voor een bedrijf met 50 ha grasland een waarde van minimaal € 3824,- aannemende dat de mestafzetkosten € 10 per m³ mest bedragen en dat de mest 1,7 kg P₂O₅ per m³ mest bevat.

Indirecte effecten

De indirecte effecten ten gevolge van de toename van voeraankopen en toename druk op de mestmarkt zijn lastig te kwantificeren. De ervaring van de afgelopen jaren is dat een lichte verstoring op de veevoermarkt en een lichte verstoring op de mestmarkt tot forse prijseffecten kunnen leiden. Als 25% van de melkveebedrijven 10-20% meer voer moeten aankopen, dan is de impact op de voermarkt waarschijnlijk significant. Dat zelfde geldt voor de mestmarkt. Kortom, de indirecte effecten kunnen significant zijn.

6 Bestaat er vanuit landbouwkundig/economisch oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten? Zo ja, geldt dat voor alle graslandbedrijven?

Differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar de fosfaattoestand van de bodem, naar gewasopbrengst en naar gewassoort is conform de principes van de formele fosfaatbestedingsadviezen. Deze principes zijn meer dan 50 jaar geleden ontwikkeld, en zijn nog steeds geldig. In sommige fosfaatbestedingsadviezen wordt ook gedifferentieerd naar grondsoort, maar de effecten van grondsoort op de reactie van het gewas op fosfaatbemesting en fosfaattoestand zijn niet altijd even duidelijk. Dat laatste heeft onder andere te maken met het feit dat grondsoorten in fosfaatbestedingsadviezen enkel worden onderscheiden op basis van textuur en organische stofgehalte (al wordt in sommige Adviesbases ook rekening gehouden met aanwezigheid van ijzerrijke lagen). Samenvattend, differentiatie van de fosfaatgebruiksnormen voor grasland naar de fosfaattoestand van de bodem en naar de fosfaatopbrengst van grasland heeft een stevige basis in de literatuur over fosfaatbestedingsadviezen. Differentiatie van de gebruiksnormen naar grondsoort of bodemtype heeft aanvullend weinig waarde.

Differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst van grasland leidt voor bedrijven die bovengemiddeld hoge fosfaatopbrengsten van grasland realiseren tot lagere kosten voor voeraankoop en mestafzet. Differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst gaf in de worst-case scenario een vermindering van voerkosten plus mestafzetkosten van minstens €19.000,- per jaar voor de top 25% meest productieve bedrijven. Vermindering van de mestafzetkosten zullen direct optreden; vermindering van de voeraankoopkosten pas op langere termijn (omdat de daling van de drogestofopbrengst pas op termijn zal optreden door een trage afname fosfaattoestand bodem). Kortom, bedrijven die boven gemiddelde fosfaatopbrengsten van grasland realiseren, hebben baat bij differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst van grasland. Voor het milieu hoeft dit niet een nadeel te zijn, zolang een korting van toepassing is bij een hoge fosfaattoestand.

Voor bedrijven die beneden gemiddelde fosfaatopbrengsten van grasland realiseren, leidt differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst van grasland in principe tot minder inkomsten uit mestafzet. Deze bedrijven zullen mogelijk worden geconfronteerd met een lagere fosfaatgebruiksnorm dan de indicatieve fosfaatgebruiksnorm voor grasland, waardoor de ruimte voor afzet op het bedrijf van bedrijfsvreemde mest afneemt. Mogelijk moeten bedrijven ook meer bedrijfseigen mest afvoeren. Kortom, bedrijven die beneden gemiddelde fosfaatopbrengsten van grasland realiseren, voelen geen noodzaak voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst van het grasland. Deze bedrijven kunnen juist geconfronteerd worden met economische nadelige effecten indien fosfaatgebruiksnormen worden gedifferentieerd naar fosfaatopbrengst van grasland. Voor het milieu kan dit een voordeel zijn, omdat de fosfaattoestand dan niet verder zal kunnen toenemen.

Differentiatie van fosfaatgebruiksnormen naar fosfaatopbrengst van grasland vereist dat de fosfaatopbrengst van grasland bekend is. Die opbrengst is op bedrijfsniveau vrijwel niet te meten. Wel kan de opbrengst via een indirecte weg uit bedrijfskenmerken worden afgeleid, via het opstellen van een voerbalans van de veestapel van het bedrijf. Een bedrijf kan met de in het Koeien & Kansen-

project ontwikkelde module BEP (Bedrijfseigen P-opbrengst) de fosfaatopbrengst van het grasland berekenen. BEP moet als verlengstuk van BEX (Bedrijfseigen Excretie) worden gebruikt. Ongeveer de helft van de melkveebedrijven in Nederland maakt nu al gebruik van BEX en waarschijnlijk zijn dit ook de bedrijven die baat hebben bij differentiatie van de fosfaatgebruiksnorm, omdat BEX vooral interessant is voor bedrijven met een (dreigend) mestoverschot. Het principe van 'vrije bewijsvoering' dat bij het vaststellen van excretiecijfers per bedrijf van toepassing is (een bedrijf mag afwijken van de generieke excretienorm als het met cijfers aantoont dat de werkelijke excreties anders zijn), zou ook voor het vaststellen van de fosfaatopbrengst van grasland kunnen worden toegepast. Dat zou eventueel in combinatie kunnen met een lagere generieke gebruiksnorm voor bedrijven die geen gebruik van differentie naar fosfaatopbrengst van grasland willen maken. Een alternatief voor BEP is een eenvoudige fosfaatbalans op bedrijfsniveau, vergelijkbaar met MINAS. Het overschot op de bedrijfsbalans (aanvoer van fosfaat via voer, meststoffen en mest, minus afvoer van fosfaat via melk, vee, voer en mest) is het bodemoverschot.

Een naar werkelijke grasopbrengst gedifferentieerde fosfaatgebruiksnorm stimuleert de veehouder zijn grasland beter te verzorgen (streven naar hoge opbrengsten). Dit kan de aanvoer van veevoer en de uitspoeling van nitraat op bedrijfsniveau beperken.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., Boer, D.J. den, Middelkoop, J.C. van & Oenema, J. (2008a). Landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen en differentiëren van fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij. Rapport 166 Plant Research International, Wageningen.
- Aarts, H.F.M., Daatselaar, C.H.G. & Holshof, G. (2008b). Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. Rapport 208 Plant Research International, Wageningen.
- Agterberg, G.C. & Henkens, P.L.C.M. (1995). Grondslagen van het fosfaatbemestingsadvies grasland. *Meststoffen 1995*, 12-23.
- Alberda, Th. (1968). Dry matter production and light interception of crop surfaces. IV. Maximum herbage production as compared with predicted values. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 16, 142-153.
- Boer, D.J. den, Middelkoop J.C. van, André G. & Everts H. (1995). Fosfaatwerking van dunne rundermest op grasland bij jaarlijkse injectie en bij zodebemesting. *Meststoffen 1995*, 24-31.
- Bussink, D.W., Bakker, R.F., Draai, H. van den, Temminghoff, E.J.M. (2011). Naar een advies voor fosfaatbemesting op nieuwe leest; deel 2 grasland. NMI rapport 1246.2, Wageningen.
- Oenema, J., Hilhorst, G.H., Sebek, L. & Aarts, H.F.M. (2011). Bedrijfsspecieke fosfaatgebruiksnormen (BEP): onderbouwing en verkenning in de praktijk, Rapport 400 Plant Research International, Wageningen.
- Peeters, A., & Kopec, S. (1996). Production and productivity of cutting grassland in temperate climates of Europe. *Grassland Science in Europe* 1, pp 59-73.
- Middelkoop, J.C. van, Salm, C. van der, Boer, D.J. den, Horst, M.M.S. ter, Chardon, W.J.; Bakker, R.F., Schils, R.L.M., Ehlert, P.A.I. & Schoumans, O.F. (2004). Effecten van fosfaat- en stikstofoverschotten op grasland. *Animal Sciences Group, PraktijkRapport. Rundvee 48*.
- Tamminga, S., Aarts, H.F.M., Bannink, A., Oenema, O. & Monteny, G. (2005). Actualiseren van geschatte N en P excreties voor rundvee. Reeks Milieu en Landelijk Gebied 25, Departement dierwetenschappen Wageningen Universiteit, Wageningen.
- Zwart, M.H., Daatselaar, G.H.G., Boumans, L.J.M. & Doornewaard, G.J. (2011). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie. Resultaten meetjaar 2009 in het derogatiemeetnet. RIVM Rapport 680717022/2011, Bilthoven.

Bijlage I Brief CDM

ARCHIEF K.E.G.R.	
NR:	11/alt 1820
TER BEH:	G. Velthof
25 AUG 2011	
KOPIE:	A. Steenbrugge Wit beh CB FIC

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Commissie van Deskundigen Meststoffenwet
T.a.v. de secretaris, de heer dr. ir. G.L. Velthof
Wageningen UR, Alterra
Postbus 47
6700 AA WAGENINGEN

**Directie Agroketens &
Visserij**
Cluster Milieu- en Mestbeleid

Prins Clauslaan 8
2595 AJ Den Haag
Postbus 20401
2500 EK Den Haag
www.rijksoverheid.nl/eleni

Contactpersoon
drs. M. van Rietschoten
senior beleidsmedewerker

T 070 378 40 72
F 070 378 61 58
m.van.rietschoten@minlnv.nl

Onze referentie
227202

Bijlagen
1

Datum 23 augustus 2011

Betref Adviesaanvraag CDM / differentiatie fosfaatgebruiksnormen

Geachte heer Oenema,

Met de start van het vierde actieprogramma Nitraatrichtlijn in 2010 zijn de fosfaatgebruiksnormen gedifferentieerd naar de fosfaattoestand van de bodem. Hiermee zijn de normen meer in evenwicht gebracht met de behoefte van het gewas en de levering van fosfaat uit de bodem.

Vanuit de sector (melkveehouderij) is aangegeven dat lopende het vierde actieprogramma nog geen problemen verwacht worden met opbrengst en kwaliteit van de gewassen. Deze problemen worden op de lagere termijn wel verwacht, met name bij die ondernemingen die bovengemiddeld hoge gewasopbrengsten (gras) realiseren. In voorbereiding op het vierde actieprogramma is om die reden de toezeggingen gedaan aan de sector dat onderzoek uitgevoerd zou worden naar nut en noodzaak van een differentiatie van fosfaatgebruiksnormen voor grasland naar opbrengstniveau's.

Bijgevoegd vindt u een beschrijving van het aan de CDM gevraagd advies op dit punt. De adviesaanvraag is opgesplitst in twee fasen. U wordt verzocht voor fase 1 een plan van aanpak op te stellen met de daaraan verbonden kosten. Dit plan van aanpak ontvang ik graag uiterlijk 16 september 2011. Op basis van een goedgekeurd plan van aanpak zal ik een definitieve opdracht voor de uitvoering van fase 1 afgeven. Fase 1 dient uiterlijk eind 2011 afgerond te zijn. Op basis van de uitkomst van fase 1 en het daaraan verbonden advies van uw Commissie zal ik bezien of fase 2 doorgang behoeft.

Ik verzoek u over het plan van aanpak en de verdere uitvoering van deze opdracht contact te onderhouden de heer M. van Rietschoten van mijn directie.

Wvd. Directeur Agroketens en Visserij,

drs. H. Kool

Differentiatie fosfaatgebruiksnormen naar graslandopbrengsten

= Adviesaanvraag CDM =

Inleiding

Met de start van het vierde actieprogramma Nitraatrichtlijn zijn de fosfaatgebruiksnormen voor grasland en bouwland gedifferentieerd naar de fosfaattoestand van de bodem. Vanuit de belangenorganisaties (LTO) en onderzoekspraktijk (Koeien&Kansen) is de wens geuit om de fosfaatgebruiksnormen voor grasland ook te baseren op de gewasopbrengsten.

Bedrijven kunnen structureel sterk verschillen in fosfaatopbrengst van hun grasland. Dat kan het gevolg zijn van verschillen in bodem of waterhuishouding, maar ook van verschillen in management. Het gevolg is dat bij een generieke bemestingsnorm op de meeste bedrijven niet de gewenste evenwichtsbemesting wordt gerealiseerd, maar dat over of onder wordt bemest met mogelijk negatieve gevolgen voor milieu (vedergaande ophoping) of opbrengst (lager dan nodig uit milieuoverwegingen).

Tussen het ministerie van EL&I en het landbouwbedrijfsleven (LTO-Nederland) is afgesproken dat er voor het vijfde actieprogramma Nitraatrichtlijn (2014-2017) bezien zal worden of differentiatie van fosfaatgebruiksnormen niet uitsluitend gebaseerd dient te worden op de fosfaattoestand van de bodem, maar ook op de gerealiseerde fosfaatopname door het gewas.

Met onderhavige opdracht wordt de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet verzocht het ministerie van EL&I te adviseren over nut en noodzaak (fase 1) en mogelijkheden (fase 2) van een differentiatie van fosfaatgebruiksnormen op grasland voor de periode vanaf 2014.

Achtergrond

In voorbereiding op het vierde actieprogramma Nitraatrichtlijn heeft de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet advies uitgebracht over differentiatie van fosfaatgebruiksnormen. Uit dit advies waren de volgend conclusies te trekken als het gaat om de noodzaak om te differentiëren op basis van gewasopbrengsten:

- De voorgenomen generieke fosfaatgebruiksnormen zijn gemiddeld voldoende om de fosfaatonttrekking door het geogste gewas te compenseren.
- De spreiding tussen melkveebedrijven in de fosfaatonttrekking door het geogste gewas is erg groot (voor grasland 60 tot 140 kg P₂O₅ per ha per jaar), en de economische gevolgen van een generieke fosfaatgebruiksnorm voor intensieve melkveebedrijven zijn aanzienlijk, omdat deze bedrijven relatief veel mest zouden moeten afvoeren.

Op basis van bovenstaande conclusies gaf de CDM het volgende advies als het gaat om de differentiatie van fosfaatgebruiksnormen op basis van gewasopbrengsten:

- Vanwege de grote spreiding in de fosfaatonttrekking met het geogste gewas en de forse economische consequenties van een generieke fosfaatgebruiksnorm voor intensieve melkveebedrijven wordt aanbevolen de fosfaatgebruiksnorm te differentiëren op basis van een (vijf)jaarlijks op te stellen fosfaatbalans op bedrijfsniveau. Bedrijven met een onttrekking van meer dan 90 kg P₂O₅ per ha per jaar zouden meer dan de generieke gebruiksnorm van 90 kg P₂O₅ per ha per jaar moeten kunnen toedienen. Bedrijven met een onttrekking van minder dan 90 kg P₂O₅ per ha per jaar zouden minder dan de generieke gebruiksnorm van 90 kg P₂O₅ per ha per jaar moeten toedienen.

Het advies van de CDM om tot een differentiatie van de fosfaatgebruiksnorm op basis van gewasopbrengsten voor alle melkveebedrijven te komen was niet gebaseerd op een strikt landbouwkundige of milieukundige noodzaak. Belangrijkste overweging was de verhoogde kosten van afzet van dierlijke mest voor bedrijven met een bovengemiddelde (boven de 90 kg P₂O₅/ha) productie.

Uit het onderliggende rapport bij het CDM-advies over differentiatie in de melkveehouderij valt op te maken dat in het huidige landbouwkundig advies alleen bedrijven met een fosfaattoestand 'vrij laag' en 'voldoende' (PAL-getal < 36) boven de 90 kg P₂O₅/ha/jr. dienen

te bemesten. Voor het merendeel van de bedrijven is de fosfaattoestand van de bodem echter dusdanig dat evenwichtsbemesting nog niet tot opbrengstproblemen zal leiden.

Mede op basis van het advies van de CDM is voor het vierde actieprogramma Nitraatrichtlijn besloten uitsluitend een differentiatie van fosfaatgebruiksnormen in te voeren op basis van de fosfaattoestand van de bodem, volgens de indeling in tabel 1. Een differentiatie op basis van gewasopbrengst (grasland) werd voor de looptijd van het vierde actieprogramma landbouwkundig en milieukundig niet noodzakelijk geacht. LTO Nederland kon zich in dit besluit vinden onder de voorwaarde dat voor het vijfde actieprogramma Nitraatrichtlijn (2014-2017) onderzoek verricht zou worden naar nut en noodzaak van een differentiatie naar opbrengsten.

Grasland	fosfaat klasse	vierde AP				vijfde AP	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Grond met hoge fosfaattoestand	< 27	90	90	85	85	85	80
Fosfaatneutrale grond	27 – 50	95	95	95	95	95	90
Grond met lage fosfaattoestand	> 50	100	100	100	100	100	100

Tabel 1: Fosfaatgebruiksnormen voor de periode 2010-2015 voor grasland. De normen voor de jaren 2014 en 2015 zijn indicatief.

Adviesaanvraag

De CDM wordt verzocht de volgende vragen van antwoord te voorzien.

Fase 1:

1. Welke range in graslandopbrengsten worden in de praktijk waargenomen (inclusief indicatie van aandeel bedrijven in onderscheiden te onderscheiden categorieën).
2. Wat is effect/bijdrage van N- en P-kringloop op bedrijfsniveau (inclusief overige op bedrijf aanwezige gewassen, voornamelijk bestaande uit maïs) op graslandopbrengsten (o.a. effect van P-input via ruwvoer op P-excretie op P-bemesting)¹.
3. Welke bedrijfseffecten kunnen op de lange termijn verwacht worden indien de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 (zie tabel 1) ook voor de daarop volgende jaren van toepassing zullen zijn.
4. Welke bedrijven (intensief of extensief, grondsoort) kunnen mogelijk negatieve bedrijfseffecten ondervinden en wanneer zullen deze optreden.
5. Bestaat er vanuit landbouwkundig oogpunt een noodzaak om (op termijn) bij de hoogte van de fosfaatgebruiksnormen rekening te houden met verschillen in graslandopbrengsten. Zo ja, geldt dit voor alle graslandbedrijven?

Bij beantwoording van de vragen uit fase 1 wordt de CDM gevraagd ondermeer gebruik te maken van gegevens over praktijkbedrijven uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM; derogatiemeetnet).

De CDM wordt gevraagd over fase 1 te rapporteren en advies uit te brengen over mogelijke vervolgstappen. Afhankelijk van de uitkomst van fase 1 zou fase 2 kunnen bestaan uit beantwoording van de volgende vragen.

¹ Is er op bedrijven met een hoge P-opbrengst sprake van hoge P-gehalten in de gehele cyclus waardoor input van extra P niet of nauwelijks noodzakelijk is of vraagt een hoge P-opbrengst om extra P-input van buiten het bedrijf?

Fase 2:

1. Op welke wijze kan de graslandopbrengst op betrouwbare en verifieerbare wijze vastgesteld worden (op praktijkbedrijven).
2. Welke marges treden op bij vaststelling van de graslandopbrengst (afwijkingen als gevolg van gehanteerde systematiek) en op welke wijze kan een ondernemer 'sturen' op de uitkomst (fraudemogelijkheden).
3. Welke voor- en nadelen zijn verbonden aan een dergelijke systematiek (landbouwkundige en milieukundige voor- en nadelen, betrouwbaarheid vaststelling, handhaafbaarheid, administratieve lasten)?

Bijlage II Resultaten van enkele veldproeven

In een 'Verliesnormen'-graslandproef op vier locaties (twee op zand, één op klei en één op veen) met twee N-niveaus, die vanaf 1997 wordt uitgevoerd, zijn de bemestingen en behandelingen per locatie vrijwel gelijk (Van Middelkoop *et al.*, 2004). De fosfaattoestand van de bodem is voor alle locaties ruim voldoende.

De verschillen in drogestofopbrengst tussen de vier locaties zijn echter aanzienlijk (Tabel II.1). Gemiddeld over de eerste vijf jaar van deze proef is de drogestofopbrengst op de hoogstproducerende locatie 16% (1,8 ton ds/ha) hoger dan op de laagst producerende. De hoogst- en laagstproducerende locaties zijn de twee zandgronden.

De P₂O₅-opbrengsten verschillen eveneens maar anders dan de drogestofopbrengst: de veen- en een zandlocatie verschillen het meest en wel 16% (16 kg P₂O₅/ha).

In Brabant zijn op twee zandgronden tussen 1989 en 1993 'P'-proefvelden geogst. De bemesting was exact dezelfde (Den Boer *et al.*, 1995). Tussen deze twee proefvelden was het verschil in drogestofopbrengst gemiddeld over deze 5 jaar 9% (1,3 ton ds per ha) en het verschil in P-opbrengst 12% (14 kg P₂O₅ per ha).

Op zandgrond in Friesland en rivierklei in de Bommelerwaard (bron: Database fosfaatproeven, WUR LR) hebben twee 'NP'-proeven gedeeltelijk gelijktijdig gelopen. Een proef op veen bevatte niet exact dezelfde objecten maar was in grote lijnen wel te vergelijken. Over 1998 t/m 2000 zijn de gemiddelde opbrengsten van vergelijkbare objecten 11,5 ton per ha op zand, 8,5 ton op klei en 11,9 ton op veen. De P₂O₅-opbrengst was respectievelijk 106,5; 75,2 en 96,7 kg P₂O₅ per ha. Het verschil tussen de hoogste en de laagste opbrengst van de NP proef is 32% in drogestof en 34% in P₂O₅ opbrengst (ten opzichte van het gemiddelde van de NP proef).

Tabel II.1: Verschillen tussen veldproeven in gelijke jaren met gelijke behandelingen

Proef	Grondsoort	Jaren	Drogestof-opbrengst (ton/ha)	P ₂ O ₅ -opbrengst (kg/ha)	Drogestof-opbrengst verschil in % ¹	P ₂ O ₅ -opbrengst verschil in % ¹
Verliesnormenproef	Zand	1997-2001	12,3	111	16	16
	Zand	1997-2001	10,5	97		
	Zeeklei	1997-2001	11,9	106		
	Veen	1997-2001	11,0	95		
P proef	Zand	1989-1993	14,2	104	9	12
	Zand	1989-1993	15,5	118		
NP proef	Zand	1998-2000	11,5	107	32	34
	Rivierklei	1998-2000	8,5	75		
	Veen	1998-2000	11,9	97		

¹ hoogste minus laagste t.o.v. gemiddeld per proef

Bijlage III Fosfaatopbrengst op BIN-bedrijven

Zie Tabel III.1 op volgende bladzijde.

Tabel III.1: Fosfaatopbrengst van grasland op BIN-bedrijven voor de onderscheiden groepen. Minima en maxima zijn gebaseerd op groepsgemiddelden, niet op individuele bedrijven

	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Gem 1998-2006	2007	2008	2009	Gem 1998-2009
klei gem	103	96	97	97	79	95	88	77	91	91	85	86	90
klei < 10 ton melk/ha	91	71	92	85	66	90	93	71	82	87	73	74	81
klei 10-14	95	93	86	88	74	91	78	73	85	82	82	86	84
klei 14-18	118	102	105	105	87	104	91	84	100	102	98	92	99
klei > 18	131	112	125	137	82	104		90	112	117	86	97	108
veen gem	93	90	80	93	74	87	85	76	85	92	79	94	86
veen < 10	77	77	68	92	70	73	79	68	76				
veen 10-14	89	90	75	92	71	85	82	74	82	93	76	91	84
veen 14-18	104	98	115	110	84	107	96	82	99				
veen > 18													
nat zand gem	97	96	87	93	87	87	84	76	88	90	91	84	88
nat zand < 10	81	64	77	74	71	67	75	58	71	70	68	75	71
nat zand 10-14	94	90	77	87	82	81	81	74	83	90	91	83	85
nat zand 14-18	116	103	97	109	93	103	102	82	101	99	100	83	99
nat zand > 18	102	133	95	117	107	97	104	102	107	99	108	93	105
droog zand gem	110	104	95	101	80	92	98	72	94	97	88	87	93
droog zand < 10	66	74			64	85	79	65	72				
droog zand 10-14	94	94	92	92	79	85	97	78	89	95	81	87	89
droog zand 14-18	119	107	106	112	88	91	97	77	100	99	94	87	98
droog zand > 18	139	132	103	116		97	101	62	107				
gemiddeld (ongewogen)	101	96	93	100	80	91	90	76	91	94	87	87	91
Minimum	66	64	68	74	64	67	75	58	71	70	68	74	71
Maximum	139	133	125	137	107	107	104	102	112	117	108	97	108

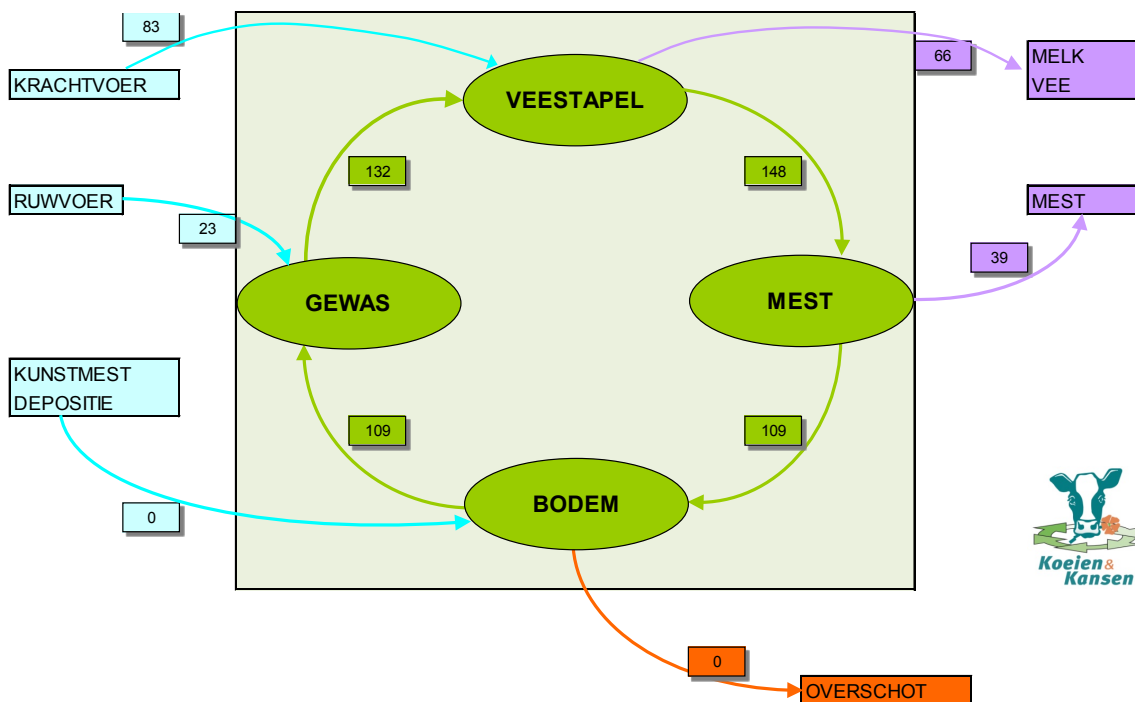
Bijlage IV De gevolgen van generieke fosfaatgebruiksnormen op korte en lange termijn voor de fosfaatkringloop van een melkveehouderijbedrijf met een hoge en een lage gewasopbrengst in de huidige situatie

Toepassing van generieke fosfaatgebruiksnormen zal invloed hebben op de fosfaattoestand, fosfaatopbrengst en fosfaatkringloop van een melkveebedrijf. In deze bijlage worden die mogelijke invloeden in beeld gebracht, via kwantitatieve fosfaatkringen van melkveebedrijven met een relatieve hoge fosfaatopbrengst en van melkveebedrijven met een relatief lage fosfaatopbrengst.

Bedrijf met een hoge gewasopbrengst

Wat zijn de gevolgen van het toepassen van generieke fosfaatgebruiksnormen voor de fosfaatbemesting, de gewas- en fosfaatopbrengst, de fosfaataanvoer via veevoer, en voor de fosfaatexcretie van het vee op een melkveebedrijf? Deze vraag wordt beantwoord op basis van gegevens uit de praktijk.

In Figuur IV.1 wordt de fosfaatkringloop getoond van een Koeien & Kansen-bedrijf op zandgrond met een relatief hoge gewasopbrengst in de huidige situatie.



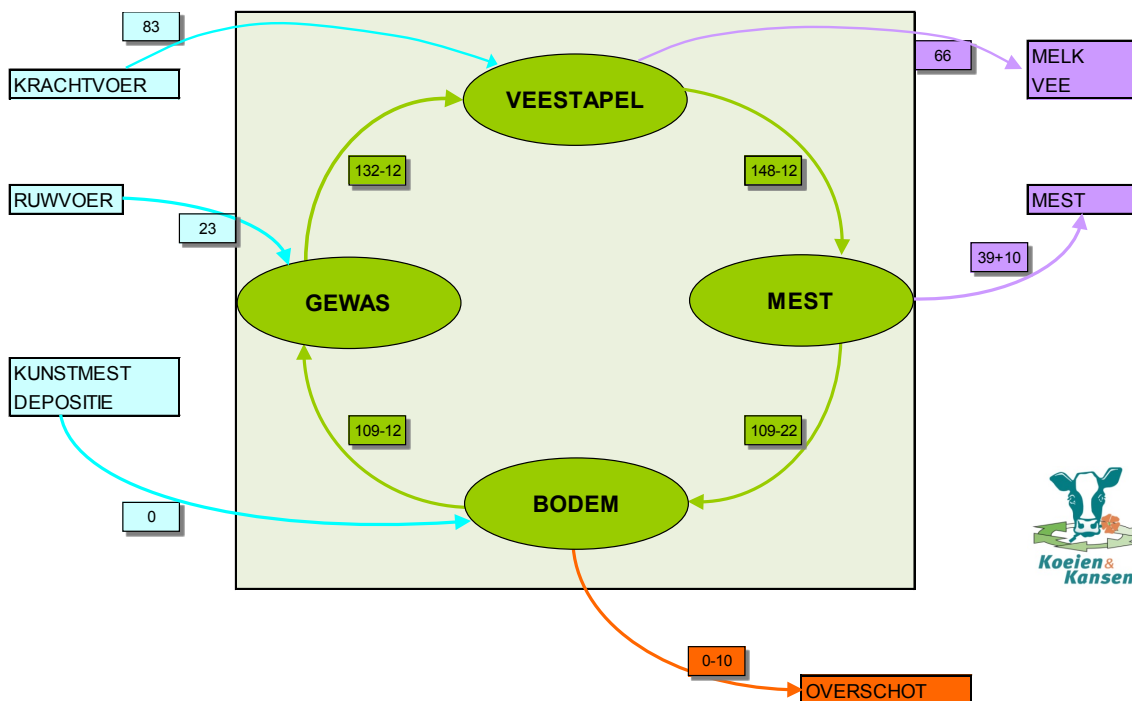
Figuur IV.1: De fosfaatkringloop van een intensief Koeien & kansen bedrijf op (natte) zandgrond, met een relatief hoge fosfaatopbrengst in de huidige situatie (fosfaatstromen in kg P_2O_5 /ha). Koeien & Kansen-bedrijven bemesten naar de fosfaatopbrengst in het geoogste gewas (bodemoverschot 0).

Het bedrijf heeft 26,5 ha grasland en 9,4 ha maisland. De drogestofopbrengst van grasland is 12,3 ton per ha (P-gehalte van 4 gr/kg ds) en van het maisland 21,2 ton per ha, met een P-gehalte van 2 gr/kg ds). Op het bedrijf worden 97 koeien gemolken en de totale melkproductie bedraagt 859 ton waarmee het bedrijf intensief is (25.000 kg melk per ha per jaar). De mestproductie (148 kg

P_2O_5 /ha) is inclusief ingerekende voederverliezen (5 kg P_2O_5 /ha), ervan uitgaande dat deze terecht komen in de mestopslag en vervolgens weer op het land worden gebracht. De fosfaatbemesting is gelijk aan de gemiddelde fosfaatopbrengst met het geogste gewas (109 kg P_2O_5 /ha), waardoor het bodemoverschot 0 kg is (evenwichtsbemesting). Het bedrijf moet 39 kg fosfaat per ha per jaar als mest afvoeren, omdat de bedrijfsspecifieke mestproductie groter is dan de bedrijfsspecifieke mestplaatsingscapaciteit. De fosfaattoestand van de bodem is neutraal.

Bij toepassing van de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 zal dit bedrijf minder mest mogen toedienen. Deze situatie is in Figuur IV.2 weergegeven. De mestproductie is bedrijfsspecifiek bepaald met de BEX. Op basis van de arealen grasland en maïsland is de fosfaatgebruiksnorm 82 kg P_2O_5 /ha. Daar tellen we de voerverliezen (5 kg P_2O_5 /ha) bij op, omdat die bij BEX buiten beschouwing blijven, en komen dan uit op een bemesting van 87 kg P_2O_5 /ha. Dat is 22 kg P_2O_5 /ha minder dan in de huidige situatie (Figuur IV.1). De verwachting is dat de gewasopbrengst de eerste jaren op peil blijft, maar dat de P-gehalten in gras en maïs langzamerhand zullen afnemen. We veronderstellen hier een daling van 10%. Daarmee daalt het P-gehalte gras naar 3,6 en in maïs naar 1,8 g per kg.

Een gemiddeld P-gehalte van 3,6 g per kg in het rantsoen van hoogproductief melkvee is minimaal nodig voor een goede gezondheid en vruchtbaarheid. Daarbij wordt rekening gehouden met variaties in het voer. Zo hebben 'najaarskuilen' van nature hogere P-gehalten dan 'voorjaarskuilen'. Die laatste zijn zowel in absolute hoeveelheid (kg) als in voederwaardekwaliteit (VEM, DVE, RE) in de praktijk belangrijk. Bij voeding van voorjaarskuilen zal het gemiddelde P-gehalte in het rantsoen mogelijk dalen tot 3,5 g per kg en minder. Dit vraagt van de veehouder extra aandacht bij het opstellen van een uitgebalanceerd rantsoen voor de veestapel. Door de daling in P-gehalten neemt de fosfaatopbrengst in het geogste gewas op bedrijfsniveau af met 12 kg P_2O_5 /ha (zie Figuur IV.2). Daardoor zal de totale P-excretie ook 12 kg P_2O_5 /ha dalen. Het bedrijf zal dan 10 kg P_2O_5 /ha via mest meer moeten afvoeren in vergelijking met de uitgangssituatie (Figuur IV.1) Dit leidt tot een extra kostenpost van globaal € 2250,- per jaar. Het bodemoverschot is negatief (-10 kg P_2O_5 /ha).



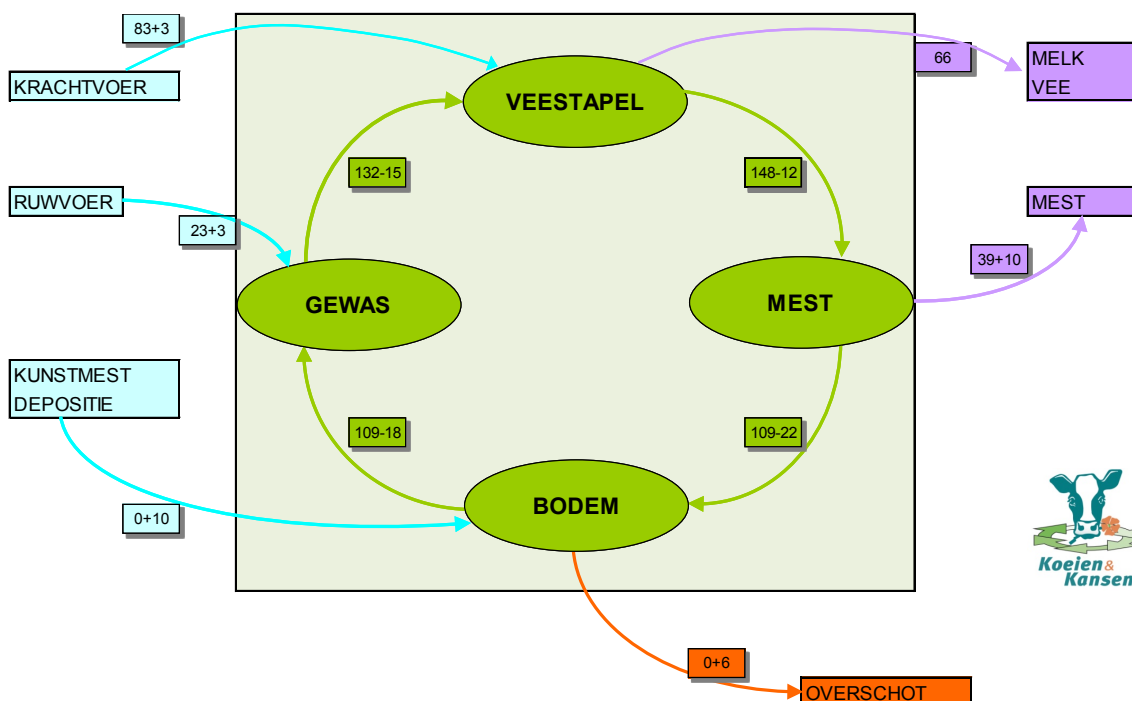
Figuur IV.2: De fosfaatkringloop van het K&K-bedrijf van Figuur IV.1 op middellange termijn, waarbij de bemesting gebaseerd is op de indicatieve fosfaatgebruiksnormen 2015, en waarbij de gewasopbrengst op peil blijft en de fosfaatopbrengst in het geogste gewas daalt.

Door het negatieve fosfaatoverschot zal de fosfaattoestand van de bodem dalen, waardoor dit bedrijf een hogere fosfaatgebruiksnorm zal krijgen. Het extra fosfaat (+10 P₂O₅/ha) zal in de vorm van kunstmest toegediend moeten worden. Deze situatie is in Figuur IV.3 weergegeven.

Op de lange termijn zal de drogestofopbrengst van grasland en maisland naar verwachting toch dalen, omdat de fosfaattoestand van de bodem zal afnemen bij een fosfaatonttrekking die groter is dan de fosfaatbemesting. We veronderstellen een daling van maximaal 1 ton drogestof per ha ten opzichte van de huidige situatie (zie ook Figuur 3.6). De fosfaatopbrengst in het geogste gewas zal daardoor verder afnemen (met 6 kg P₂O₅/ha), waardoor het bodemoverschot minder negatief wordt (+ 6 kg P₂O₅/ha).

Figuur IV.3 geeft de mogelijke 'eindsituatie' weer. De daling van de gewasopbrengst (in drogestof en voederwaarde) zal op dit bedrijf mogelijk gecompenseerd moeten worden door de aankoop van extra voer in de vorm van snijmaïs en soja. Dit bedrijf zal 26 ton snijmaïs ('goedkope VEM') extra moeten aanvoeren (kosten circa € 3700,-). Er komt meer snijmaïs in het rantsoen waardoor er eiwitgebrek kan ontstaan (zie ook bijlage V). Om dit te voorkomen zal dit bedrijf 7,5 ton extra soja aankopen. De extra kosten bedragen ongeveer € 2300,-. De extra soja aankopen zal alleen plaats hoeven vinden op bedrijven die al laag met ruw eiwit in het rantsoen zitten. Op veel bedrijven wordt nog ruim voldoende eiwit aan de dieren gegeven en kan een gedeelte van de extra soja aankoop achterwege blijven.

De daling van de gewas- en fosfaatopbrengst met het geogste gewas en de aankoop van voer zijn in Figuur IV.3 weergegeven. In totaal wordt 3 kg P₂O₅/ha aangevoerd via de aankoop van ruwvoer (snijmaïs) en 3 P₂O₅/ha via krachtvoer (soja). De totale fosfaatopname zal met 12 kg P₂O₅/ha gaan afnemen (-15 + 3), wat vervolgens leidt tot een afname van de fosfaatexcretie met eenzelfde hoeveelheid (de gehalten in melk en dier constant zijn). De benodigde afvoer van mest neemt toe van 39 naar 49 kg P₂O₅/ha, vergelijkbaar met de situatie op korte termijn (Figuur IV.2).



Figuur IV.3: De fosfaatkringloop van het K&K-bedrijf uit Figuur IV.1 op lange termijn, waarbij de fosfaattoestand van de bodem en de gewasopbrengst zijn afgenomen door evenwichtsbemesting bij generieke gebruiksnormen.

Tabel IV.1 geeft een overzicht van enkele kengetallen van het K&K-melkveehouderijbedrijf van Figuur IV.1. Daarbij wordt een vergelijking gemaakt tussen de P-stromen volgens de forfaitaire excretienormen van de Meststoffenwet en volgens BEX. De bemestingsruimte op het bedrijf is in beide situaties gebaseerd op de toekomstige fosfaatgebruiksnormen (60 voor bouwland en 90 voor grasland). Dit bedrijf produceert volgens BEX 5.134 kg fosfaat, en volgens de Meststoffenwet 5.558 kg per jaar. Het overschot op dit bedrijf is volgens BEX 2.185 kg per jaar, en volgens de Meststoffenwet 2.609 kg. Berekend volgens de excretieforfaits moet dit bedrijf aan het einde van het jaar aantonen (d.m.v. het overleggen van Vervoersbewijzen Dierlijke Meststoffen (VDM's)) dat het 2.609 kg fosfaat heeft afgevoerd. Op het bedrijf blijft daarmee dus $5.134 - 2.609 = 2.525$ kg fosfaat achter, overeenkomend met 70 kg fosfaat per ha per jaar. Dat is 12 kg fosfaat per ha per jaar minder dan de areaal-gewogen gemiddelde fosfaatgebruiksnorm voor dit bedrijf (82 kg fosfaat per ha). Het effect van een berekening van de bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie is dus relatief groot.

Tabel IV.1: Enkele kengetallen van het K&K-bedrijf van Figuur IV.1 bij gebruik van BEX voor de berekening van de bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie (praktijk) en bij gebruik van excretieforfaits volgens de Meststoffenwet (wet)

	Praktijk	Wet
Hectare grasland	26,5	26,5
Hectare bouwland	9,4	9,4
Fosfaatnorm bouwland (toestand 'neutraal') (kg/ha)	60	60
Fosfaatnorm grasland (toestand 'neutraal') (kg/ha)	90	90
Fosfaatbemestingsruimte bouwland (kg)	564	564
Fosfaatbemestingsruimte grasland (kg)	2385	2385
Fosfaatbemestingsruimte bedrijf (kg)	2.949	2.949
Fosfaatproductie melkveestapel (kg)	5.134 ¹	5.558 ²
Fosfaatbedrijfsoverschot (kg)	2.185	2.609
Fosfaatoverschot per hectare	61	73

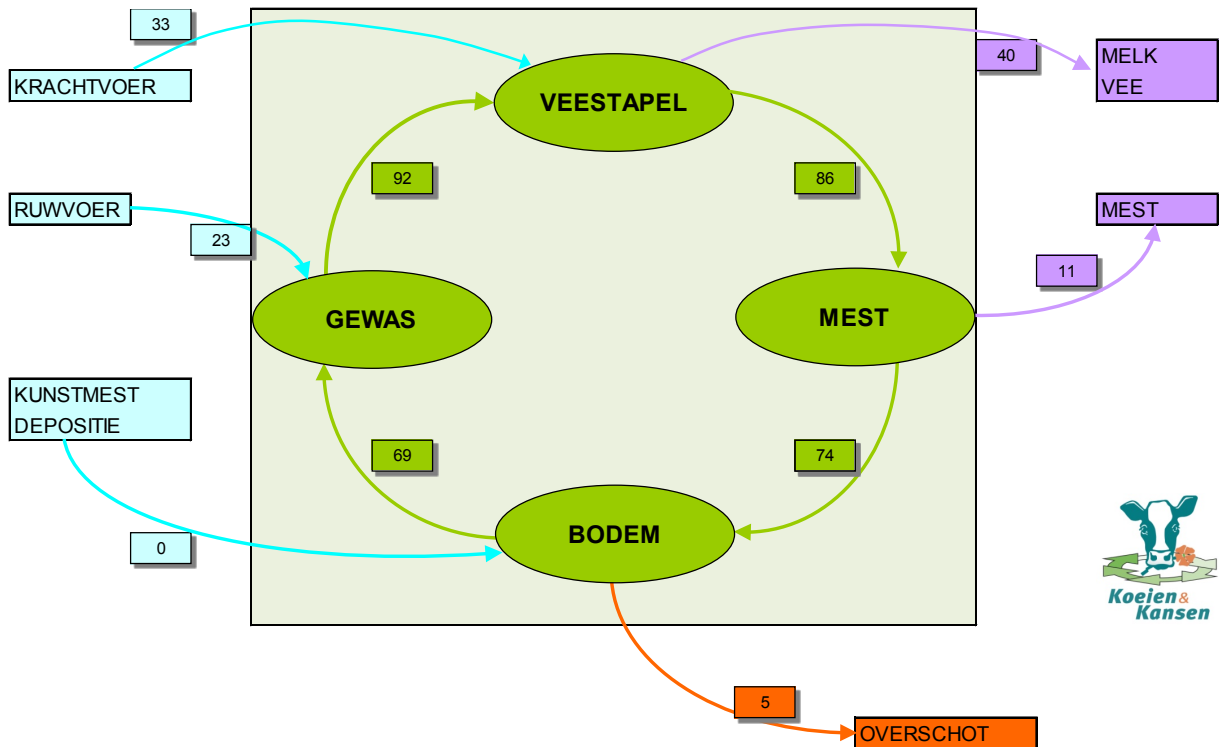
¹ P-productie bedraagt $143 \text{ kg/ha} \times 35,9 \text{ ha} = 5.134 \text{ kg P}_2\text{O}_5$

² De melkproductie per koe bedraagt $859.000 \text{ kg} / 97 \text{ koeien} = 8.855 \text{ kg/koe}$. Volgens tabel 6a uit het tabellenboekje mestbeleid 2010-2013 (<http://www.hetInVloket.nl/xmlpages/page/InVloket/actueel/document/fileitem/2201983>) volgt dat hierbij een P-excretie per koe hoort van $43,2 \text{ kg} \times 97 \text{ koeien} = 4190$ + de forfaiten voor jongvee: 41 pinken en 42 kalveren = 5.558

Bedrijf met een lage gewasopbrengst

Wat zijn de gevolgen van het toepassen van generieke fosfaatgebruiksnormen voor een Koeien & Kansen bedrijf op zandgrond met een relatief lage gewasopbrengst in de huidige situatie?

Het bedrijf heeft 41,9 ha grasland en 6,5 ha maïslaan. De drogestofopbrengst van grasland is 7,1 ton per ha (P-gehalte van 4 gr/kg ds) en van het maïslaan 19,5 ton per ha, met een P-gehalte van 2,1 gr/kg ds). Op het bedrijf worden 86 koeien gemolken en de totale melkproductie bedraagt 698 ton. De intensiteit van dit bedrijf bedraagt 14.400 kg melk per ha. De mestproductie ($86 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) is inclusief voederverliezen ($4 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$), ervan uitgaande dat deze terecht komen in de mestopslag en vervolgens weer op het land worden gebracht. De fosfaatopbrengst met het geogste gewas ($69 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) is ongeveer gelijk aan de fosfaatbemesting (bodemoverschot van 5 kg per ha). De bemesting ($74 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$) is gebaseerd op de gemiddelde fosfaatopbrengst in het verleden. Het bedrijf moet 11 kg fosfaat per ha per jaar als mest afvoeren (Figuur IV.4), omdat de bedrijfsspecifieke mestproductie groter is dan de bedrijfsspecifieke mestplaatsingscapaciteit. De fosfaattoestand van de bodem is neutraal.

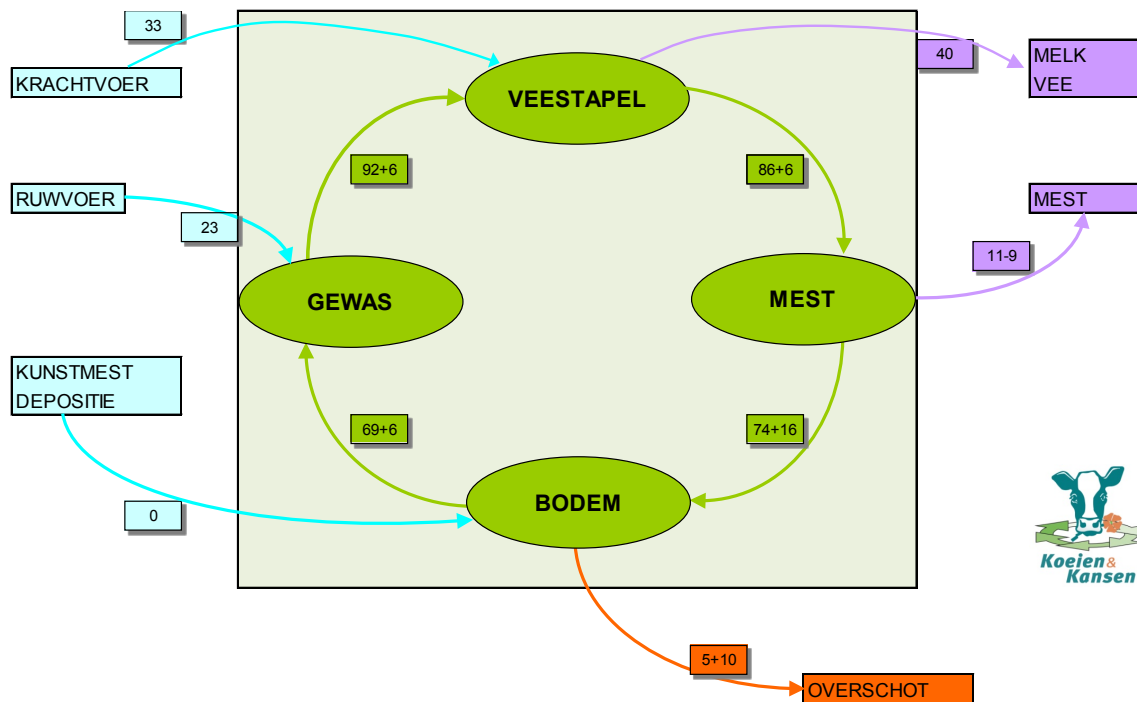


Figuur IV.4: De fosfaatkringloop van een Koeien & kansen-bedrijf op (droge) zandgrond met een relatief lage fosfaatopbrengst in de huidige situatie (kg P₂O₅/ha). Koeien & Kansen-bedrijven bemesten naar de fosfaatopbrengst in het geogoste gewas plus een klein fosfaatoverschot (bodemoverschot 5 kg per ha per jaar).

Bij toepassing van de indicatieve fosfaatgebruiksnormen voor 2015 zal dit bedrijf meer fosfaat mogen toedienen dan in de huidige situatie (vergelijk Figuur IV.4 en Figuur IV.5). De mestproductie is bedrijfsspecifiek bepaald met BEX. Op basis van de arealen grasland en maïsland is de berekende gemiddelde fosfaatgebruiksnorm 86 kg P₂O₅/ha. Daar tellen we de voerverliezen (4 kg P₂O₅/ha) bij op, omdat die bij BEX buiten beschouwing blijven, en komen dan uit op een bemesting van 90 kg P₂O₅/ha. Dat is meer dan in de huidige situatie (+16 P₂O₅/ha) en de verwachting is dat de fosfaattoestand van de bodem daardoor zal toenemen. Naar verwachting zal de gewasopbrengst van gras niet toenemen omdat andere factoren dan fosfaat (stikstof, water, bodem) limiterend zijn voor een hogere gewasopbrengst. De verwachting is ook dat de huidige opbrengst van snijmaïs op deze grond (droog zand) niet verder zal toenemen. Wel zal het fosforgehalte in het geogoste gewas stijgen (maximaal 10%).

Door de stijging van het P-gehalte van gras neemt de fosfaatopbrengst in het geogoste gewas op bedrijfsniveau toe met 6 kg P₂O₅/ha (zie Figuur IV.5). Door deze stijging zal de P-excretie ook met 6 eenheden fosfaat stijgen. Het bedrijf zal in vergelijking met de uitgangssituatie (Figuur IV.4) 9 kg P₂O₅/ha minder hoeven afvoeren (11 – 9), omdat enerzijds de fosfaatbemesting is gestegen van 74 naar 90 kg P₂O₅/ha, maar anderzijds neemt de P-excretie ook toe. De besparing aan mestafzet is globaal € 2700,-. Het bodemoverschot neemt toe (15 kg P₂O₅/ha).

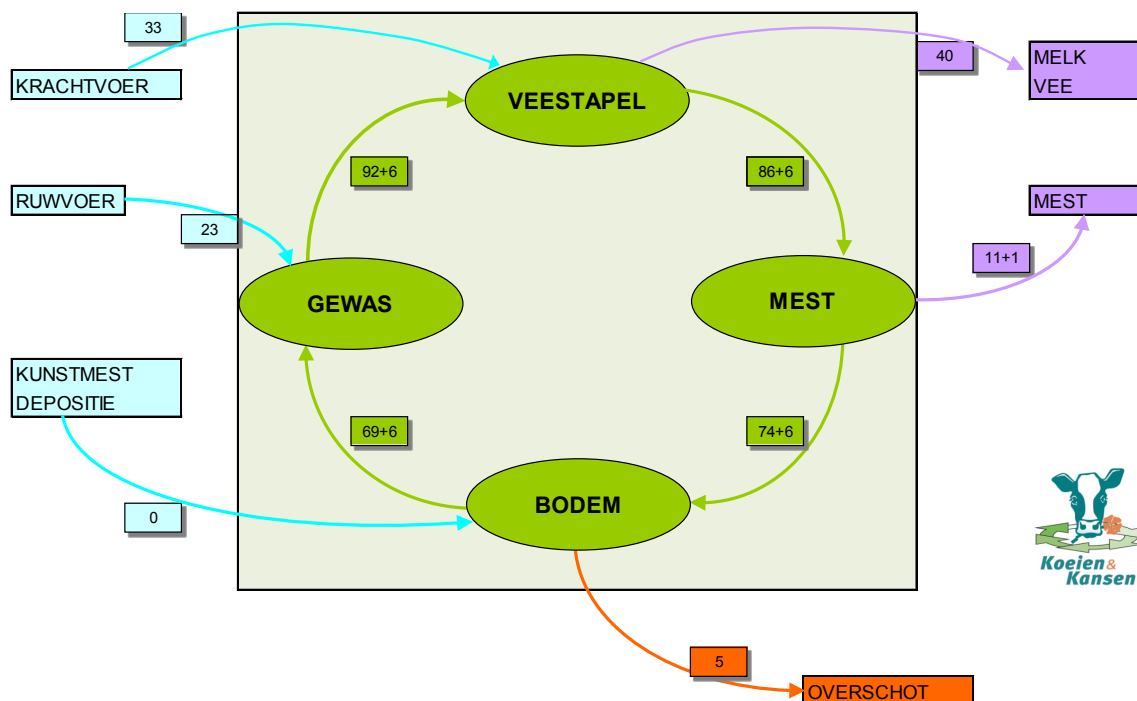
De verwachting is dat op den duur de fosfaattoestand van de bodem zal toenemen, waardoor dit bedrijf een lagere fosfaatgebruiksnorm zal krijgen (-10 P₂O₅/ha). De verwachting is ook dat de gewas- en fosfaatopbrengst onveranderd blijft aan de situatie voor middellange termijn zoals aangegeven in Figuur IV.5.



Figuur IV.5: De fosfaatkringloop van het K&K-bedrijf van Figuur IV.4 in een situatie waarbij de bemesting gebaseerd is op de indicatieve fosfaatgebruiksnormen 2015, en waarbij de gewasopbrengst op peil blijft en de fosfaatopbrengst in gras zal stijgen door een toename van het P-gehalte: het “middellange termijn effect” van de generieke gebruiksnormen.

De fosfaatkringloop voor de lange termijn is in Figuur IV.6 weergegeven. Doordat de fosfaattoestand van de bodem is gestegen en dus een korting op de fosfaatgebruiksnorm, is er ten opzichte van de uitgangssituatie van Figuur IV.4 niet veel veranderd in aanvoer en afvoer van fosfaat. Wel is de grootte van de interne fosfaatstromen toegenomen, vooral door een toename van de fosfaatgehalten in het geogoste gewas, en daardoor in ook fosfaatexcretie van het vee.

Tabel IV.2 geeft een overzicht van de P-stromen op het bedrijf uit Figuur IV.4 bij gebruik van BEX voor de berekening van de fosfaatexcretie door het vee en bij gebruik van de fosfaatexcretieforfaits volgens de Meststoffenwet. We gaan er vanuit dat de bemestingsruimte op het bedrijf in beide situaties gebaseerd is op de toekomstige fosfaatgebruiksnormen (60 voor bouwland en 90 voor grasland). Dit bedrijf produceert volgens de BEX 3.969 kg fosfaat, en bij gebruik van excretieforfaits 4.614 kg per jaar. Het overschot op dit bedrijf is bij gebruik van BEX -192 kg en bij gebruik van excretieforfaits 453 kg per jaar. Als dit bedrijf aan het einde van het jaar kan aantonen (d.m.v. het overleggen van Vervoersbewijzen Dierlijke Meststoffen (VDM's)) dat het 453 kg fosfaat heeft afgevoerd, dan voldoet dit bedrijf volgens de wet aan fosfaatgebruiksnorm. Feitelijk blijft er op het bedrijf dan $3.969 - 453 = 3.516$ kg per jaar achter. Per hectare betekent dit een bemesting van 73 kg fosfaat per ha, terwijl de gebruiksnormen aangeven dat 86 kg fosfaat per ha mag worden toegediend. Ook voor bedrijven met een relatief lage gewasopbrengst zijn de effecten van BEX dus relatief groot.



Figuur IV.6 De fosfaatkringloop van het K&K bedrijf uit Figuur IV.4 waarbij de fosfaattoestand van de bodem is toegenomen en de opbrengst van de bodem niet verder is toegenomen: het "lange-termijn effect" van de generieke fosfaatgebruiksnormen.

Tabel IV.2 Enkele kengetallen van het K&K bedrijf van Figuur IV.4 bij gebruik van BEX voor de berekening van de bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie (praktijk) en bij gebruik van excretieforfaits volgens de Meststoffenwet (wet)

	Praktijk	Wet
Hectare grasland	41,9	41,9
Hectare bouwland	6,5	6,5
Fosfaatnorm bouwland (toestand 'neutraal') (kg/ha)	60	60
Fosfaatnorm grasland (toestand 'neutraal') (kg/ha)	90	90
Fosfaatbemestingsruimte bouwland (kg)	390	390
Fosfaatbemestingsruimte grasland (kg)	3.771	3.771
Fosfaatbemestingsruimte bedrijf (kg)	4.161	4.161
Fosfaatproductie melkveestapel (kg)	3.969 ¹	4.614 ²
Fosfaatbedrijfsoverschot (kg)	-192	453
Fosfaatoverschot per hectare	-4	9

¹ P-productie bedraagt 82 kg/ha * 48,4 ha = 3.969 kg P2O5

² De melkproductie per koe bedraagt 698.000 kg / 96 koeien = 8.116 kg/koe. Volgens tabel 6a uit het tabellenboekje mestbeleid 2010-2013 (<http://www.hetInvloket.nl/xmlpages/page/Invloket/actueel/document/fileitem/2201983>) volgt dat hierbij een P-excretie per koe hoort van 41,2 kg * 96 koeien = 3.543 + de forfaiten voor jongvee: 35 pinken en 30 kalveren = 4.614

Conclusies

Toepassing van generieke gebruiksnormen op bedrijven met een gemiddeld *hoge* gewas- en fosfaatopbrengst in de huidige situatie zal op termijn leiden tot een daling van de gewas- en fosfaatopbrengst en een daling van de P-excretie van de veestapel. De daling in gewasopbrengst zal worden gecompenseerd door extra voeraankopen. Netto zullen de P-stromen in de kringloop op een lagere niveau komen te liggen. Op intensieve bedrijven worden extra kosten gemaakt voor extra mestafzet. De fosfaattoestand van de bodem zal op termijn naar verwachting schommelen tussen laag en neutraal.

Toepassing van generieke gebruiksnormen op bedrijven met een gemiddeld *lage* gewas- en fosfaatopbrengst in de huidige situatie zal op termijn leiden tot een toename van de fosfaatopbrengst van grasland en maïslaan en daardoor tot een toename van de P-excretie door de veestapel. De gewasopbrengst zal niet toenemen omdat op deze bedrijven andere factoren dan fosfaat limiterend zijn voor de gewasopbrengst. Het bodemoverschot en de fosfaattoestand van de bodem zullen op deze bedrijven toenemen.

Bijlage V Economische effecten bij handhaving en voortzetting van de indicatieve fosfaatgebruiksnormen 2015

Als de grasopbrengst zakt van 11,5 ton drogestof (25% van bedrijven zit daarboven) naar 9,8 ton drogestof (het gemiddelde van Nederland, de opbrengst die correspondeert met de gebruiksnorm 90 kg P₂O₅/ha) betekent dit een extra aankoop van voer in de vorm van snijmaïs (energie) en soja (energie en eiwit). Voor een bedrijf van 50 ha betekent dit 52 ton drogestof aan snijmaïs ter waarde van € 7.400,-. De kosten zitten in de aankoop van 3,47 ha snijmaïs met 15 ton drogestofopbrengst per ha. Een aankoopprijs van € 1.700,-/ha op stam en € 350,-/ha oogstkosten. Daarnaast zal er meer aanvullende soja worden aangekocht om eiwitgebrek bij de veestapel te voorkomen. Om op hetzelfde energie- en eiwitniveau te zitten als voor de daling van de grasopbrengst zal dit bedrijf naast de snijmaïs 24 ton soja moeten aanvoeren.

Hier staat een extra kostenpost van € 7.400,- tegenover (sojaprijs 31 ct/kg). Totaal extra kosten door deze productiedaling van het grasland kost de veehouder met 50 ha grond in gebruik dus € 14.800,- aan extra veevoer.

Een grasopbrengst van 11,5 ton correspondeert met een fosfaatopbrengst van 103 kg P/ha, 13 kg meer dan de norm. De extra afzet van mest van 13 kg fosfaat bij een bedrijfsoppervlakte van 50 ha vertegenwoordigt een kostenpost van € 3.824,- (10 euro per m³ mest met daarin 1,7 kg fosfaat). Door de extra druk op de mestmarkt, waardoor hogere prijzen, zullen alle bedrijven die mest moeten afzetten hinder ondervinden van een uniforme gebruiksnorm, die ook voor productieve bedrijven geldt. Deze effecten treden direct op.

Een en ander betekent voor deze groep van melkveebedrijven een kostenpost van c.a. € 19.000,-.

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2009

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOT-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2009

- 126** *Kamphorst, D.A.* Keuzes in het internationale biodiversiteitsbeleid; Verkenning van de beleidstheorie achter de internationale aspecten van het Beleidsprogramma Biodiversiteit (2008-2011)
- 127** *Dirkx, G.H.P. & F.J.P. van den Bosch.* Quick scan gebruik Catalogus groenblauwe diensten
- 128** *Loeb, R. & P.F.M. Verdonschot.* Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren
- 129** *Kruit, J. & P.M. Veer.* Herfotografie van landschappen; Landschapsfoto's van de 'Collectie de Boer' als uitgangspunt voor het in beeld brengen van ontwikkelingen in het landschap in de periode 1976-2008
- 130** *Oenema, O., A. Smit & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Landelijk Gebied; werkwijze en eerste resultaten
- 131** *Agricola, H.J.A.J. van Strien, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, N.Y. van der Wulp, L.M.G. Groenemeijer, W.F. Lukey & R.J. van Til.* Achtergrond-document Nulmeting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 132** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-001 – Koepel
- 133** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 134** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 135** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-005 – M-APV
- 136** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 137** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 138** *Jong de, J.J., J. van Os & R.A. Smidt.* Inventarisatie en beheerskosten van landschapselementen
- 139** *Dirkx, G.H.P., R.W. Verburg & P. van der Wielen.* Tegenkrachten Natuur. Korte verkenning van de weerstand tegen aankopen van landbouwgrond voor natuur
- 140** *Annual reports for 2008; Programme WOT-04*
- 141** *Vullings, L.A.E., C. Blok, G. Vonk, M. van Heusden, A. Huismans, J.M. van Linge, S. Keijzer, J. Oldengarm & J.D. Bulens.* Omgaan met digitale nationale beleidskaarten
- 142** *Vreke, J.A.L. Gerritsen, R.P. Kranendonk, M. Pleijte, P.H. Kersten & F.J.P. van den Bosch.* Maatlat Government – Governance
- 143** *Gerritsen, A.L., R.P. Kranendonk, J. Vreke, F.J.P. van den Bosch & M. Pleijte.* Verdrogingsbestrijding in het tijdperk van het Investeringsbudget Landelijk Gebied. Een verslag van casuonderzoek in de provincies Drenthe, Noord-Brabant en Noord-Holland
- 144** *Luesink, H.H., P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen & J.H. Wisman.* Ammoniakcommissie uit de landbouw in 2006 en 2007
- 145** *Bakker de, H.C.M. & C.S.A. van Koppen.* Draagvlakonderzoek in de steigers. Een voorstudie naar indicatoren om maatschappelijk draagvlak voor natuur en landschap te meten
- 146** *Goossen, C.M.,* Monitoring recreatiegedrag van Nederlanders in landelijke gebieden. Jaar 2006/2007
- 147** *Hoefs, R.M.A., J. van Os & T.J.A. Gies.* Kavelruil en Landschap. Een korte verkenning naar ruimtelijke effecten van kavelruil
- 148** *Klok, T.L., R. Hille Ris Lambers, P. de Vries, J.E. Tammis & J.W.M. Wijsman.* Quick scan model instruments for marine biodiversity policy
- 149** *Spruijt, J., P. Spoorenberg & R. Schreuder.* Milieueffectiviteit en kosten van maatregelen gewasbescherming
- 150** *Ehler, P.A.I. (rapporteur).* Advies Bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen
- 151** *Wulp van der, N.Y.* Storende elementen in het landschap: welke, waar en voor wie? Bijlage bij WOT-paper 1 – Krassen op het landschap
- 152** *Oltmer, K., K.H.M. van Bommel, J. Clement, J.J. de Jong, D.P. Rudrum & E.P.A.G. Schouwenberg.* Kosten voor habitattypen in Natura 2000-gebieden. Toepassing van de methode Kosteneffectiviteit natuurbeleid
- 153** *Adrichem van, M.H.C., F.G. Wortelboer & G.W.W. Wamelink (2010).* MOVE. Model for terrestrial Vegetation. Version 4.0
- 154** *Wamelink, G.W.W., R.M. Winkler & F.G. Wortelboer.* User documentation MOVE4 v 1.0
- 155** *Gies de, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, I. Staritsky & A. Bleeker.* Leefomgevingsindicatoren Landelijk gebied. Inventarisatie naar stand van zaken over geurhinder, lichthinder en fijn stof
- 156** *Tamminga, S., A.W. Jongbloed, P. Bikker, L. Sebek, C. van Bruggen & O. Oenema.* Actualisatie excretiecijfers landbouwhuisdieren voor forfaits regeling Meststoffenwet
- 157** *Van der Salm, C., L. M. Boumans, G.B.M. Heuvelink & T.C. van Leeuwen.* Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
- 158** *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer. Een vergelijking van Programma Beheer met de soorten en habitats van Natura 2000
- 159** *Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst, T.A. Selnes, M. van Veen, F.J.P. van den Bosch, L. van den Broek, M.E.A. Broekmeyer, J.L.M. Donders, R.J. Fontein, S. van Tol, G.W.W. Wamelink & P. van der Wielen.* Dilemma's en barrières in de praktijk van het natuur- en landschapsbeleid; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 160** *Fontein R.J., T.A. de Boer, B. Breman, C.M. Goossen, R.J.H.G. Henkens, J. Luttk & S. de Vries.* Relatie recreatie en natuur; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 161** *Deneer, J.W. & R. Kruijne. (2010).* Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003
- 162** *Verburg, R.W., M.E. Sanders, G.H.P. Dirkx, B. de Knegt & J.W. Kuhlman.* Natuur, landschap en landelijk gebied. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 163** *Doorn van, A.M. & M.P.C.P. Paulissen.* Natuurgericht milieubeleid voor Natura 2000-gebieden in Europees perspectief: een verkenning
- 164** *Smidt, R.A., J. van Os & I. Staritsky.* Samenstellen van landelijke kaarten met landschapselementen, grondeigendom en beheer. Technisch achtergronddocument bij de opgeleverde bestanden
- 165** *Pouwels, R., R.P.B. Foppen, M.F. Wallis de Vries, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen & A. van Kleunen.* Verkenning LARCH: omgaan met kwaliteit binnen ecologische netwerken
- 166** *Born van den, G.J., H.H. Luesink, H.A.C. Verkerk, H.J. Mulder, J.N. Bosma, M.J.C. de Bode & O. Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen, versie 2009
- 167** *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehler, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema.*

- 168 *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, A. Karbauskas & P. Roza.* De vermaatschappelijking van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Een inventarisatie van visies in Brussel en diverse EU-lidstaten
- 169 *Vreke, J. & I.E. Salverda.* Kwaliteit leefomgeving en stedelijk groen
- 170 *Hengsdijk, H. & J.W.A. Langeveld.* Yield trends and yield gap analysis of major crops in the World
- 171 *Horst, M.M.S. ter & J.G. Groenwold.* Tool to determine the coefficient of variation of DegT50 values of plant protection products in water-sediment systems for different values of the sorption coefficient
- 172 *Boons-Prins, E., P. Lefelaar, L. Bouman & E. Stehfest (2010)* Grassland simulation with the LPJmL model
- 173 *Smit, A., O. Oenema & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Kwaliteit Landelijk Gebied
- 2010**
- 174 *Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen.* Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-001 – Koepel
- 176 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 177 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-005 – M-APV
- 179 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-006 – Natuurplanbureau functie
- 180 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-007 – Milieuplanbureau functie
- 181 *Annual reports for 2009;* Programme WOT-04
- 182 *Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek.* Quickscan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'
- 183 *Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink.* Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184 *Dirx, G.H.P. (red.).* Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden
- 185 *Kuhlman, J.W., J. Lujt, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen.* Grondprijkaarten 1998-2008
- 186 *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld.* Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid
- 187 *Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg.* Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188 *Vreke, J.* Financieringsconstructies voor landschap
- 189 *Slangen, L.H.G.* Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190 *Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort.* A disposition of interpolation techniques
- 191 *Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192 *Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet.* De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193 *Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader & J. van Dijk.* Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194 *Veeneklaas, F.R. & J. Vader.* Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195 *Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Mûcher & I.R. Geijzendorffer.* Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196 *Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij.* Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197 *Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort.* Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen.* Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199 *Bos, E.J. & M.H. Borgstein.* Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200 *Kennismarkt 27 april 2010;* Van onderbouwend onderzoek Wageringen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving
- 201 *Wielen van der, P.* Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen.* Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergrond-document bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203 *Jongeneel, R.A. & L. Ge.* Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework
- 204 *Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers.* Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht
- 205 *Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord.* Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 206 *Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman.* Groene en blauwe diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten
- 207 *Letourneau, A.P., P.H. Verburg & E. Stehfest.* Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208 *Heer, M. de.* Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209 *Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonschot.* Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies
- 210 *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka.* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211 *Linderhof, V.G.M. & H. Leneman.* Quickscan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212 *Leneman, H., V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213 *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214 *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied
- 215 *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216 *Kramer, H., J. Oldengarm & L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 217 *Raffe, J.K. van, J.J. de Jong & G.W.W. Wamelink (2011).* Kostenmodule Natuurplanner; functioneel ontwerp en

- software-validatie
- 218** Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen (2011). Basiskaart Natuur 1990rev
- 219** Boer, T.A. de. Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220** Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg. Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 221** Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma. Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 2011**
- 222** Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot. Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens
- 223** Salm, C. van der & O.F. Schoumans. Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224** Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Remmelink. Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225** M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.). Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226** Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans. Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227** Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuysen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010). Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228** Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C. van Leeuwen. Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK).
- 229** Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongma. Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230** Jaarrapportage 2010. WOT-04-001 – Koepel
- 231** Jaarrapportage 2010. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232** Jaarrapportage 2010. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233** Jaarrapportage 2010. WOT-04-005 – M-AVP
- 234** Jaarrapportage 2010. WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235** Jaarrapportage 2010. WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236** Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas. Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-papier 7 – De deur klemt
- 237** Harms, B. & M.M.M. Overbeek. Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238** Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings. De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239** Klijn, J.A. Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240** Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver. Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassings-mogelijkheden
- 241** Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Gref-van Rossum, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins. Het plantendispersiemodel DIMO. Verbetering van de modellering in de Natuurplanner
- 242** Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink. Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243** Goossen, C.M., R.J. Fonteijn, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts. Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244** Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis. Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245** Walker, A.N. & G.B. Woltjer. Forestry in the Magnet model.
- 246** Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos. Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247** Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens. Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248** Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen. Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249** Kooten, T. van & C. Klok. The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250** Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof. Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251** Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof. Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252** Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings. Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253** Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenemeijer & S.L. Deijl. Achtergronddocument Midterm meting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254** Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink. Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255** Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak. Noordzee: systeem-dynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 256** Teal, L.R.. The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257** Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed. Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258** Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel. Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259** Kujs, E.K.M. & J. Steenbergen. Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260** Baptist, M.J. Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261** Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirijns. Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262** Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga. Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263** Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist. Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011

- 264** *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265** *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266** *Wyngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)
- 267** *Helming, J.F.M. & I.J. Terluin.* Scenarios for a cap beyond 2013; implications for EU27 agriculture and the cap budget.
- 268** *Woltjer, G.B.* Meat consumption, production and land use. Model implementation and scenarios.
- 269** *Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.S.J.M. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt & S. van Tol.* Ecologische en recreatieve beoordeling van toekomstscenario's van natuur op het land. Achtergrond-document bij Natuurverkenning 2011.
- 270** *Bos, J.F.F.P., M.J.W. Smits, R.A.M. Schrijver & R.W. van der Meer.* Gebiedsstudies naar effecten van vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid op bedrijfseconomie en inpassing van agrarisch natuurbeheer.
- 271** *Donders, J., J. Luttik, M. Goossen, F. Veeneklaas, J. Vreke & T. Weijsschede.* Waar gaat dat heen? Recreatiemotieven, landschapskwaliteit en de oudere wandelaar. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 272** *Voorn G.A.K. van & D.J.J. Walvoort.* Evaluation of an evaluation list for model complexity.
- 273** *Heide, C.M. van der & F.J. Sijtsma.* Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 275** *Os, J. van; T.J.A. Gies; H.S.D. Naeff; L.J.J. Jeurissen.* Emissieregistratie van landbouwbedrijven; verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven.
- 276** *Walsum, P.E.V. van & A.A. Veldhuizen.* MetaSWAP_V7_2_0; Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A.
- 277** *Kooten T. van & S.T. Glorius.* Modeling the future of het North Sea. An evaluation of quantitative tools available to explore policy, space use and planning options.
- 279** *Bilt, W.G.M. van der, B. de Knegt, A. van Hinsberg, M.S.J.M. Reijnen, J. Clement & S. van Tol (2012).* Ruimtelijke scenario's voor landnatuur uitgewerkt; de kijkrichtingen toegelicht.
- 280** *Kistenkas, F.H. & W. Nieuwenhuizen.* Rechtsontwikkelingen landschapsbeleid: landschapsrecht in wording. Bijlage bij WOT-paper 12 – 'Recht versus beleid'
- 281** *Meeuwssen, H.A.M. & R. Jochem.* Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape.
- 282** *Dobben, H.F. van.* Naar eenvoudige dosis-effectrelaties tussen natuur en milieucondities; een toetsing van de mogelijkheden van de Natuurplanner.
- 283** *Gaaff, A.* Raming van de budgetten voor natuur op langere termijn; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 285** *Vries, P. de, J.E. Tamis, J.T. van der Wal, R.G. Jak, D.M.E. Slijkerman and J.H.M. Schobben.* Scaling human-induced pressures to population level impacts in the marine environment; implementation of the prototype CUMULEO-RAM model.
- 2012**
- 286** *Keizer-Vlek, H.E. & P.F.M. Verdonchot.* Bruikbaarheid van SNL-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden; Tweede fase: aquatische habitattypen.
- 287** *Oenema, J., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema.* Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen.
- 288** *Troost, K., D. van de Ende, M. Tangelder & T.J.W. Ysebaert.* Biodiversity in a changing Oosterschelde: from past to present
- 289** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-001 – Koepel
- 290** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-008 – Agromilieue
- 291** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-009 – Natuur, Landschap en Platteland
- 292** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-010 – Balans van de Leefomgeving
- 293** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-011 – Natuurverkenning