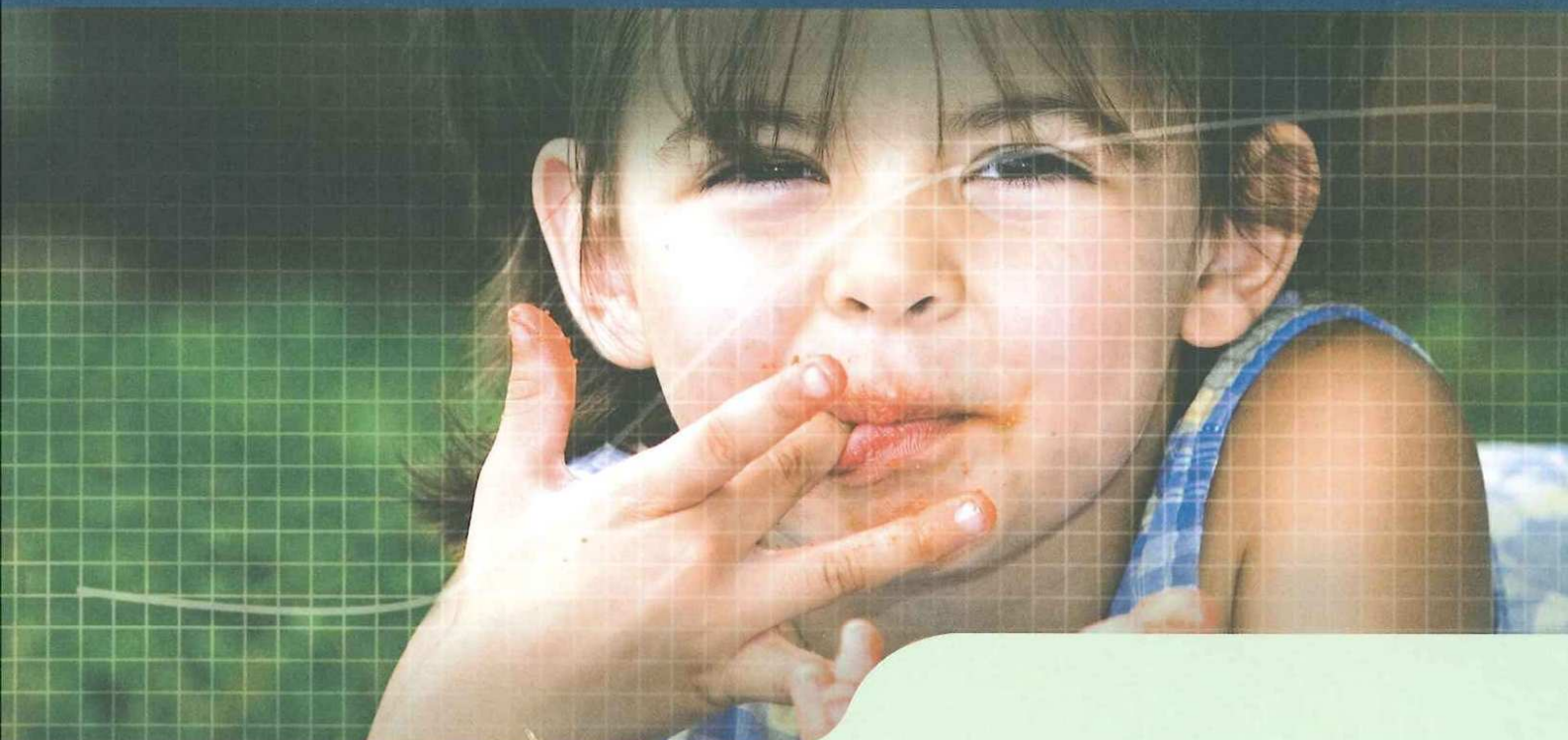


# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 324

## Effect van fosforverlaging in melkveeantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest

Januari 2010



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

## Colofon

### Uitgever

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, 2009  
Overname van de inhoud is toegestaan,  
mits met duidelijke bronvermelding.

### Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal Veterinair Instituut en het Departement Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

## Abstract

This report determines the contribution of nutrition on reduction of phosphate excretion in dairy cow and pig husbandry by reviewing the literature and analyzing data of practical farms.

## Keywords

Dietary P-content, phosphate excretion, dairy cows, pigs

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

## Auteur(s)

Marinus van Krimpen\*  
Jantine van Middelkoop\*  
Leon Sebek\*  
Age Jongbloed\*  
Wim de Hoop^  
\* Wageningen UR Livestock Research  
^ Wageningen UR LEI

## Titel

Effect van fosforverlaging in melkveerantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest.  
Rapport 324

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft de bijdrage van voeding aan verlaging van de fosfaatexcretie in de melkvee- en varkenshouderij en bevat kennis uit de literatuur en informatie van praktijkbedrijven.

## Trefwoorden

Fosforgehalte voer, fosfaatuitscheiding, melkvee, varkens



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 324

# Effect van fosforverlaging in melkveeantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest

Marinus van Krimpen\*

Jantine van Middelkoop\*

Leon Sebek\*

Age Jongbloed\*

Wim de Hoop^

\* Wageningen UR Livestock Research

^ Wageningen UR LEI

Januari 2010

**Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van LNV (BO-05-006-028)**

## Samenvatting

In 2006 zijn gebruiksnormen voor fosfaat (en stikstof) ingevoerd. Het gebruiksnormenstelsel stelt eisen aan de hoeveelheid te gebruiken mineralen uit dierlijke mest per hectare landbouwgrond. Deze gebruiksnormen worden gefaseerd aangescherpt. In 2015 dient de gebruiksnorm voor fosfaat in evenwicht te zijn met de afvoer van fosfaat, zodat er een situatie van evenwichtsbemesting ontstaat. Dit betekent dat de plaatsingsruimte voor dierlijke mest in de komende jaren afneemt. In opdracht van het Ministerie van LNV hebben Wageningen UR Livestock Research en LEI gezamenlijk in dit rapport de route van het voerspoor verder uitgewerkt. Het voerspoor beoogt de fosfaatexcreties van dieren te verminderen via fosforarme voeders.

Het doel van deze studie was het vaststellen van de bijdrage van voeding aan verlaging van de fosfaatexcretie in de melkvee- en varkenshouderij. Om dit doel te bereiken: 1) is kennis uit de literatuur verzameld, 2) is de reeds nu aanwezige variatie in fosfaatexcreties van melkvee- en varkensbedrijven inzichtelijk gemaakt en 3) zijn praktische aanbevelingen getoetst en verder ontwikkeld door middel van een workshop met veehouders, mengvoerproducenten, dierenartsen, welzijnsdeskundigen en landbouwkundige onderzoekers.

De belangrijkste conclusies uit deze studie zijn als volgt.

### *Voor de P-gehalten in melkveerantsoenen*

- De P-excretie van dieren is afhankelijk van de inname. Bij het doorrekenen van de verschillende scenario's voor melkkoeien is het toekomstige P-gehalte van het gras op basis van proeven ingeschat. Het P-gehalte van gras is na 11 jaar evenwichtsbemesting bijna 10% lager dan na 11 jaar bemesting volgens een overschot van 40 kg fosfaat per ha (3,21 vs. 3,52 g P/kg ds) bij een bodemvruchtbaarheid voor fosfaat van voldoende tot ruim voldoende. De proeven lagen op zand, zeeklei en veen. De afname in P-gehalte varieerde van 4,5 % tot 13 %. Er was geen grondsoort die er positief of negatief uitsprong.
- Het P-gehalte van snijmaïs wijkt in twee proeven na 3 en 7 jaar bemesting met 30 kg fosfaat niet af van snijmaïs met bemesting van 80 kg fosfaat per ha bij een voldoende fosfaattoestand .
- Gras bevat veel P, waardoor bij de grasrijke Nederlandse rantsoenen het gemiddelde P-aanbod bij melkvee ruim boven de CVB behoeftenormen ligt (27,4 vs. 17,8 kg P/koe/jaar).
- De P-absorptiecoëfficiënt is bij melkvee afhankelijk is van het fosforaanbod via het rantsoen en kan variëren van 75% bij een ruime fosforvoorziening tot meer dan 90% bij fosforarme rantsoenen. Dit geeft aan dat melkvee bij een lagere fosforvoorziening het fosfor in het voer beter benut en zo toch in de behoefte kan voorzien zonder nadelige gevolgen voor productie of dierwelzijn.
- Bij een lage fosforvoorziening is een melkkoe in staat om aanzienlijke hoeveelheden fosfor (15% tot 25% van de dagelijkse opname) te mobiliseren vanuit de botten, waardoor het dier een tijdelijk laag fosforaanbod kan opvangen.
- Het gemiddelde P-gehalte in het rantsoen van Nederlands melkvee wordt geschat op 4,2 g/kg ds. Er is geen aanleiding om te veronderstellen dat het verstrekken van een rantsoen met een (sterk) verlaagd P-gehalte (tot 2,8 g P/kg ds) leidt tot een structurele negatieve fosforbalans tijdens de lactatie.
- Een verlaging van het P-gehalte van gras met 10% en van standaard krachtvoer met 2 g/kg ds resulteert voor de gemiddelde Nederlandse melkveestapel tot een reductie van de fosfaatexcretie met circa 20%.
- Verlaging van het P-gehalte van een standaard A-brok gaat gepaard met aanzienlijke verschuivingen in de grondstofsamenstelling. Deze verschuivingen hebben op basis van het prijspeil van voorjaar 2008 geen wezenlijke invloed op de kostprijs van het voer.

### *Voor fosfaatexcretie op melkveebedrijven in de praktijk*

- De gemiddelde fosfaatexcretie op melkveebedrijven bedraagt 41,5 kg/GVE (data 2007). Op de 10% bedrijven met de laagste excretie wordt minder dan 35,4 kg fosfaat/GVE uitgescheiden, terwijl op de 10% van de bedrijven met de hoogste excretie meer dan 47,1 kg fosfaat/GVE wordt uitgescheiden.
- De fosfaatexcretie per GVE wordt sterk beïnvloed door de P/kVEM-verhouding van het rantsoen. Het verlagen van de P/kVEM-verhouding van het rantsoen is dus een effectieve manier om de fosfaatexcretie van melkvee te verlagen.



- Er is op basis van de bedrijfsspecifieke berekeningswijze geen sterke samenhang tussen de melkproductie per koe en de fosfaatexcretie per GVE.

Er is geen significante relatie tussen de P/kVEM-verhouding van het rantsoen en het saldo (€/100 kg melk). Minder dan 5% van de spreiding in het saldo kan slechts verklaard worden door de spreiding in de P/kVEM-verhouding.

#### *Voor P-arme voerstrategieën in de varkenshouderij*

- Ten opzichte van het huidige gemiddelde niveau van fosfaatuitscheiding is een reductie mogelijk van
  - circa 5% door toepassing van fasenvoeding
  - circa 5% door meer fytase toe te voegen aan het voer
  - circa 15% door mengvoergrondstoffen met een hogere P-verteerbaarheid te gebruiken
 Het combineren van deze voerstrategieën levert dus een reductie in fosfaatuitscheiding op van circa 25%.
- Door zeer geconcentreerde voeders te verstrekken kan de fosfaatuitscheiding van vleesvarkens tot circa 65% gereduceerd worden. Zolang het fytasegehalte van het voer nog niet maximaal is, gaat verlaging van het P-gehalte van het voer gepaard met beperkte verschuivingen van de grondstofsamenstelling. Op het moment dat de maximale fytasedosering is bereikt, gaat een verdere P-verlaging van het voer wel gepaard met sterke verschuivingen in de grondstofsamenstelling.

#### *Voor fosfaatexcretie op varkensbedrijven in de praktijk*

- De fosfaatexcretie per 1000 kg groei bedraagt gemiddeld 18,9 kg op gesloten varkensbedrijven en 17,5 kg op vleesvarkensbedrijven. Op de 10% vleesvarkensbedrijven met de laagste excretie wordt minder dan 13,8 kg fosfaat/1000 g groei uitgescheiden, terwijl op de 10% van de bedrijven met de hoogste excretie meer dan 20,9 kg fosfaat/1000 g groei wordt uitgescheiden.
- Variatie in fosfaatexcretie wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het fosforgehalte in het voer en door de benutting van het voer (voerverbruik per kg groei). Maatregelen op bedrijfsniveau die bijdragen aan het verbeteren van de voerefficiëntie zorgen dus tevens voor vermindering van de fosfaatexcretie.
- De hoogte van het P-gehalte in het veevoer heeft zowel op gesloten bedrijven als op vleesvarkensbedrijven geen aantoonbaar effect op het voerverbruik, de groei en de voerprijs.

Verlaging van de P/kVEM-verhouding van het rantsoen van melkvee blijkt een effectieve manier te zijn om de fosfaatexcretie per GVE te verlagen. Dit is te realiseren door het gebruik van P-arm krachtvoer en/of door het inzetten van P-arme ruwvoerders of krachtvoervervangers. Hierdoor is een reductie in fosfaatexcretie tot 20% mogelijk. Als deze fosforarme voerstrategie grootschalig wordt toegepast, leidt dit tot een sterke daling van het fosfaatoverschot.

De analyse van de BIN-bedrijven toont aan dat de dierprestaties en economische resultaten van melkveebedrijven die nu al een lage fosfaatexcretie realiseren niet afwijken ten opzichte van bedrijven met een gemiddelde of hoge fosfaatexcretie.

De fosfaatexcretie op varkensbedrijven kan tot 25% gereduceerd worden door het gelijktijdig toepassen van fasenvoeding, fytaserijke voeders en/of voeders met een laag aandeel niet-verteerbaar fosfor. Bij vleesvarkens is een verdere reductie in fosfaatexcretie mogelijk (tot 65%) door het verstrekken van extra geconcentreerd voer. Het produceren en toepassen van dergelijke voeders vraagt echter om specifieke kennis en technologie. Op dit moment worden dergelijke voeders door slechts één marktpartij geleverd.

De analyse van de BIN-bedrijven toont aan dat de technische en economische resultaten van varkensbedrijven die nu al een lage fosfaatexcretie realiseren niet afwijken ten opzichte van bedrijven met een gemiddelde of hoge fosfaatexcretie.

Er zijn op dit moment nog geen of weinig prikkels voor het verlagen van fosfaatexcreties, zodat alle ketenpartijen nu nog weinig stappen zetten tot implementatie. Eén van de mogelijkheden om dit te doorbreken is dat veehouders, diervoederproducenten en de overheid via een convenant gezamenlijk afspraken maken over het bevorderen van het voerspoor. Over de rol van de overheid hierin wordt door de diverse actoren verschillend gedacht. Veehouders verwachten in elk geval dat de overheid zodanige randvoorwaarden schept dat het gebruik van P-arme voer voor hen aantrekkelijk wordt. Men pleitte wel voor een eenvoudig systeem, dat niet moet leiden tot een star systeem dat weer knellend werkt voor de veehouders.





## Summary

In 2006, application standards for the use of phosphate and nitrogen from animal manure per hectare of farmland were introduced in the Netherlands. These standards will be gradually tightened. In 2015, the application standard for phosphate should be balanced with the phosphate uptake of crops from the soil, resulting in a situation of balanced manuring. Consequently, room for the application of manure to land will decrease in the coming years. On request of the Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Wageningen UR Livestock Research and the Agricultural Economical Institute (LEI) investigated the impact of feeding strategies on phosphate excretion in dairy cow and pig husbandry. This study was part of a larger project, which aims to reduce phosphate surplus by 1) increasing the export of manure from livestock farms to arable farms within The Netherlands and abroad, 2) improving manure separation techniques, 3) improving energy production from manure, 4) re-extraction of phosphate, 5) bio-refining and 6) feeding strategies.

The aim of this study was to determine the contribution of nutrition on reduction of phosphate excretion in dairy cow and pig husbandry. Therefore, 1) literature was reviewed, 2) the current variation in phosphate excretion in practice was analyzed, and 3) practical recommendations were tested and further developed in a workshop with farmers, feed producers, veterinarians, animal welfare experts, and researchers in animal science.

The most important conclusions of this study are as follows.

### *Concerning P-contents in rations of dairy cows*

- P-excretion of animals is dependent on Puptake. For dairy cattle the P-content of grass in the future is estimated based on experiments. Long-term fertilization experiments show that compared to the current situation (annual surplus of about 40 kg phosphate/hectare) the P-content in grass will decrease by 10% if phosphate fertilization is in balance with phosphate uptake by crops. These experiments had a soil fertility status of ample sufficient according to Dutch standards. The soil types were sand, clay and peat. The difference in P content of grass varied from 4.5 to 12.6 %. No soil type showed a clearly higher or lower change in P content.
- In an experiment with a 3 and a 7-year period, P-content of silage maize fertilized with 30 kg phosphate/ha is not significantly lower than that of maize fertilized with 80 kg phosphate/ha on a sufficient soil fertility for P, according to Dutch standards.
- In simulation programs, the value of the P-absorption coefficient largely affects the results of the conclusions regarding P-requirements of dairy cows. It is supposed that the P-content of the ration affects this coefficient. The default value of this coefficient is set at 75%, but this value might increase to 90% in rations with a low P-content.
- Dairy cows that are fed rations low in P, are able to mobilize significant amounts of P (15% to 25% of daily P-intake) from their bones.
- The average P-content in rations of Dutch dairy cows is estimated on 4.2 g/kg DM. Because of the possibilities of dairy cows to increase P-efficiency as P-supply reduces, it is not likely to suppose that the supply of rations with an extreme low P-content (about 2.8 g P/kg DM) results in structural P-imbalance during lactation.
- P-content of rations can be reduced by the use of grass silage and concentrates with low P-contents. Hereby, reductions in phosphate excretion in dairy cow husbandry of 20% could be realized.
- Reduction of the P-content of standard concentrates results in significant changes in raw material composition. Based on current (spring 2008) prices of raw materials these changes do not affect cost price of concentrates.

### *Concerning phosphate excretion on dairy farms in practice*

- Average annual phosphate excretion on dairy farms in 2007 amounts to 41.5 kg/LU (Livestock Unit). Excretion levels of the 10% farms with lowest phosphate excretion amount to less than 35.4 kg phosphate/LU, whereas excretion levels of the 10% farms with highest phosphate excretion amounts to over 47.1 kg phosphate/LU.
- Variations in phosphate excretion are mainly determined by the P/kVEM ratio of the diet.
- Milk production per cow seems not to be related to the level of phosphate excretion per LU.
- Gross margin is slightly negatively correlated to P/kVEM ratio of the diet. Only 5% of variation in gross margin, however, could be explained by variations in P/kVEM ratio.



#### *Concerning P-low feeding strategies in pig husbandry*

- Compared to the average phosphate excretion, reductions are realizable of:
  - 5% by precisely adjusting digestible P supply to the P requirements (phase feeding);
  - 10% by also adding more phytase to the diet;
  - 25% by also improving P-digestibility of the raw materials.
- The use of diets with a very high nutrient density, could result in a reduction in phosphate excretion in grower finisher pigs of up to 65%.
- As long as the phytase content of the diet is not at a maximum level, reduction of P-content of the diet will have a limited effect on diet composition. If the maximum phytase content is reached, a further reduction in dietary P-content results in a large shift in composition of raw materials.

#### *Concerning phosphate excretion in pig husbandry in practice*

- Average phosphate excretion per 1000 kg growth amounts to 18.9 kg on sow farms including fattening pigs, and 17.5 kg on specialized fattening farms. On fattening farms, excretion levels of the 10% farms with lowest phosphate excretion amounts to less than 13.8 kg phosphate/1000 kg growth, whereas excretion levels of the 10% farms with highest phosphate excretion amounts to over 20.9 kg phosphate/1000 kg growth.
- Variations in phosphate excretion are mainly determined by the P-content of the diet and the feed conversion ratio.
- The level of the P-content of the grower finisher diet does not significantly affect feed intake, daily gain and cost price of feed.

Reduction of the P/kVEM ratio of the diet seems to be an effective way of reducing phosphate excretion per cow unit. The use of P-low concentrates, roughages or/and concentrate replacers could reduce phosphate excretions up to 20%. Results from practice show that the technical and economical performance of farms that already are realizing low levels of phosphate excretion, do not differ from dairy farms with average or high levels of phosphate excretion.

A reduction of the phosphate excretion of pig farms up to 25% can be realized by applying phase feeding, addition of phytase to the diet and the use of diets with a low indigestible P-content. In grower finisher pigs, further reductions (up to 65%) are possible by using diets with a very high nutrient density. Results from practice show that the technical and economical performance of farms that already are realizing low levels of phosphate excretion, do not differ from pig farms with average or high levels of phosphate excretion.

At the moment, no or less incentives are available to reduce phosphate excretions. Therefore, less moves are made by the different chain partners to implement the different options. To break through this, farmers, feed producers and the government can make agreements over the promotion of the feed track via a covenant. Various actors have different thoughts over the role of the government. Farmers, anyway, expect that the government create the conditions to make the use of P-low diets attractive for them. A simple system was plead, that should not squeeze the farmers.



# Inhoudsopgave

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vermindering fosfaatexcretie in de melkveehouderij .....</b>	<b>2</b>
2.1	Effect van fosfaatbemesting op fosforgehalte ruwvoer .....	2
2.2	Effect van vermindering fosforgehalte rantsoen op fosfaatexcretie melkvee .....	5
2.2.1	De fysiologische fosforbehoefte van melkvee .....	5
2.2.2	Verlaging van de fosforinput via het voer, zonder schade voor diergezondheid en dierwelzijn .....	6
2.2.3	Verlaging van de fosforinput via het voer door vermindering van het P-gehalte in gras .....	9
2.2.4	Verbetering van de benutting van plantaardig fosfor in het voer .....	10
2.2.5	De effecten van fosforverlaging in voer op de fosfaatexcretie in de mest .....	10
2.3	Invloed van P-gehalte op grondstofsamenstelling en kostprijs standaard A-brok .....	12
<b>3</b>	<b>Fosfaatexcretie op melkveebedrijven in de praktijk .....</b>	<b>14</b>
3.1	Variatie in gehalten in het voer in de praktijk .....	14
3.2	Variatie in fosfaatexcreties tussen praktijkbedrijven .....	15
3.3	Samenhang tussen bedrijfsopzet/-voering, fosfaatexcretie en andere bedrijfsprestaties .....	17
3.3.1	Samenhang bedrijfsopzet/-voering en fosfaatexcretie .....	17
3.3.2	Samenhang P / kVEM-verhouding rantsoen en andere bedrijfsprestaties .....	22
3.4	Conclusie .....	23
<b>4</b>	<b>P-verlagende voerstrategieën in de varkenshouderij .....</b>	<b>24</b>
4.1	Inleiding .....	24
4.2	Fosforbehoefte bij varkens .....	24
4.3	De opname aan P en de uitscheiding ervan door varkens .....	26
4.4	Effect van verlaging fosforgehalte voer op kostprijs .....	28
4.5	Discussie .....	31
4.6	Conclusie .....	32
<b>5</b>	<b>Vermindering fosfaatexcretie op varkensbedrijven in de praktijk .....</b>	<b>33</b>
5.1	Uitgangspunten berekeningen .....	33
5.2	Variatie in P-gehalten in het voer .....	34
5.3	Groei in relatie met P in veevoer en voerverbruik .....	35
5.4	Fosfaatexcretie in relatie met P in veevoer en voerverbruik .....	38
5.5	Voerprijs in relatie met P in veevoer en voerverbruik .....	41
5.6	Conclusies .....	46
<b>6</b>	<b>Implementatie reductie fosfaatexcretie in de praktijk .....</b>	<b>47</b>
6.1	Visie van ondernemers/ketens op mogelijkheden tot verlaging fosfaatexcretie .....	47
6.2	Aandachtspunten P-arm voer voor de melkvee- en varkenshouder .....	47
6.3	Institutionele mogelijkheden voor vermindering fosfaatexcreties .....	48
6.4	Strategie voor bevordering reductie fosforinput via het voer .....	49
<b>7</b>	<b>Conclusies .....</b>	<b>51</b>



<b>Praktijktoepassing</b> .....	<b>52</b>
<b>Literatuur</b> .....	<b>53</b>
<b>Bijlagen</b> .....	<b>55</b>
Bijlage 1    Geschat gemiddeld rantsoen voor Nederlands melkvee in 2008.....	55
Bijlage 2    P-excretie Koeien&Kansen bedrijven door vermindering P-gehalte in krachtvoer (- 2 g P/kg ds) en grasproducten (- 10%) .....	56
Bijlage 3    Effect van Pgehalte op de samenstelling van een standaard A-brok.....	57
Bijlage 4    Opname, retentie en uitscheiding van P bij vleesvarkens per jaar. ....	58
Bijlage 5    Opname, retentie en uitscheiding van P bij fokzeugen per jaar .....	59
Bijlage 6    Effect van P-gehalte op de samenstelling van startvoer voor vleesvarkens .....	61
Bijlage 7    Effect van P-gehalte op de samenstelling van afmestvoer voor vleesvarkens .....	62
Bijlage 8    Effect van P-gehalte op de samenstelling van lactozeugenvoer.....	63





# 1 Inleiding

## Achtergrond

In 2006 zijn gebruiksnormen voor fosfaat- en stikstofhoudende meststoffen ingevoerd. Het gebruiksnormenstelsel stelt eisen aan de hoeveelheid te gebruiken mineralen uit dierlijke mest per hectare landbouwgrond. Deze gebruiksnormen worden gefaseerd aangescherpt. In 2015 dient de gebruiksnorm voor fosfaat in evenwicht te zijn met de afvoer van fosfaat, zodat er een situatie van evenwichtsbemesting ontstaat. Dit betekent dat de plaatsingsruimte voor dierlijke mest in de komende jaren afneemt. Om te voorkomen dat er een fosfaatoverschot ontstaat, stimuleert het ministerie van LNV diverse mestinnovaties, zoals het vergroten van de acceptatiegraad voor dierlijke mest bij de akkerbouwers, het ontwikkelen van specifiekere mestproducten met behulp van mestscheiding, de ontwikkeling van kunstmestvervangers, het opwekken van alternatieve energie uit mest, het terugwinnen van fosfaat uit mest, de ontwikkeling van bioraffinage en het verminderen de fosforinput via het voer, ook wel het voerspoor genoemd. In dit rapport hebben Wageningen UR Livestock Research en LEI gezamenlijk de route van het voerspoor verder uitgewerkt.

## Doel

Het doel van deze studie was het vaststellen van de bijdrage van voeding aan verlaging van de fosfaatexcretie in de melkvee- en varkenshouderij. Om dit doel te bereiken is 1) kennis uit de literatuur verzameld, 2) de reeds nu aanwezige variatie in fosfaatexcreties van melkvee- en varkensbedrijven inzichtelijk gemaakt en 3) door middel van een workshop een terugkoppeling gemaakt met veehouders, mengvoerproducenten, dierenartsen, welzijnsdeskundigen en onderzoekers.

## Werkwijze

Het literatuuronderzoek heeft zich gericht op de volgende deelaspecten:

- het bepalen van het effect van fosfaatevenwichtsbemesting op de fosforgehalten van het ruwvoer
- het bepalen van de fysiologische fosforbehoefte van melkvee en varkens; deze behoefte geeft aan hoeveel fosfor een dier nodig heeft voor het handhaven van productie, de gezondheid en het welzijn
- het beschrijven van methoden voor het verbeteren van de benutting van plantaardig fosfor in het voer
- het inzichtelijk maken van het effect van fosforverlaging in voer op de fosfaatexcretie in de mest

Op basis van praktijkgegevens, vastgelegd in het Bedrijven Informatie Netwerk (BIN) van het LEI, is de spreiding in fosforinput en fosfaatexcreties tussen bedrijven zichtbaar gemaakt. Vervolgens is ingezoomd op het management van de bedrijven, om meer inzicht te verkrijgen in de factoren die van invloed zijn op de fosfaatexcretie. Tevens is bij deze melkvee- en varkensbedrijven de relatie tussen fosfaatexcretie en financiële kengetallen vastgesteld.

Tijdens de workshop zijn de volgende vragen bediscussieerd:

- Wat zijn de redenen om geen fosforarm voer/rantsoen te gebruiken?
- Welke kansen liggen er voor fosforarm voer?
- Welke kennis ontbreekt op dit moment om fosforarm voer verantwoord toe te kunnen passen?
- Welke rol kan de overheid hebben om het gebruik van fosforarm voer te bevorderen?
- Welke elementen zijn essentieel in een communicatiestrategie ter bevordering van het fosforarm voergebruik?

Deze workshop heeft duidelijk gemaakt welke mechanismen bepalen of ondernemers/ketens kiezen voor fosforarme of fosforrijke voeders. Tevens is duidelijk geworden welke elementen essentieel zijn voor een zodanige communicatie dat de sector de maatregelen om tot verlaging van de fosforinput te komen daadwerkelijk gaat toepassen.

## Afbakening

Deze studie beperkt zich tot de melkvee- en varkenshouderij. Door mestverbranding en mestexport is de bijdrage aan het fosfaatoverschot vanuit de pluimveehouderij gering. Voor verminderd kunstmestgebruik ligt de focus op de effecten hiervan op de gehalten in de gewassen. Effecten hiervan op de afzet van dierlijke mest zijn recent door het LEI onderzocht.

## 2 Vermindering fosfaatexcretie in de melkveehouderij

### 2.1 Effect van fosfaatbemesting op fosforgehalte ruwvoer

De uitscheiding van P door melkvee wordt bepaald door de hoeveelheid P die in het voer zit. Een deel van de voedingsbehoefte van melkvee wordt gedekt met gras en snijmaïs. De gehalten van deze voedermiddelen bepalen dus voor een groot deel de uitscheiding door melkvee.

Het P-gehalte van gras wordt door veel factoren bepaald waarvan een aantal te sturen zijn. De P-bemesting, de voorraad opneembaar P in de bodem en het stadium van het gras zijn min of meer te sturen; het is in ieder geval mogelijk om erop te anticiperen. We hebben in de praktijk ook te maken met een aantal niet-stuurbare factoren zoals het weer en variatie in bodem- en gewaseigenschappen waardoor het P-gehalte tussen jaren en sneden varieert. Voor dit project is het van belang om de invloed van P-bemesting en voorraad opneembaar P in de bodem te kennen.

De wetgeving zal in de toekomst de hoogte van de P-bemesting op alle landbouwgrond beperken. De hoogte van de P-bemesting moet vanaf 2015 gelijk zijn aan de hoeveelheid P die een gewas onttrekt aan het perceel. Voor grasland is in het vierde actieprogramma Nitraatrichtlijn de voorgenomen norm 90 kg fosfaat per ha per jaar voor percelen met een neutrale P-voorraad in de bodem. Voor percelen met een hoge voorraad wordt de norm met 10 kg naar beneden bijgesteld en voor percelen met een lage voorraad 10 kg naar boven. Door de verlaging van de P-bemesting is de verwachting dat de voorraad opneembaar P afneemt.

De vraag die wij voor dit project stellen is: "hoe verandert het P-gehalte in het gras wanneer de norm van 2015 toegepast wordt?". Er zijn twee manieren om daar naar te kijken:

- Evenwichtsbemesting op basis van de werkelijke afvoer. Dit betekent dat dit voor ieder perceel anders is.
- Bemesting op basis van de gebruiksnorm (90 kg fosfaat per ha).

Vanuit eerdere projecten is bekend wat de gevolgen van evenwichtsbemesting op gras op basis van werkelijke afvoer zijn. Uit deze data zou het ook goed mogelijk zijn om de gevolgen van een bemesting van 90 kg fosfaat per ha per jaar in te schatten. Gemiddeld over Nederland is de verwachting dat beide ongeveer gelijk zijn (Ehlert et al., 2006). We hebben in dit project gekozen om de gevolgen van evenwichtsbemesting op basis van werkelijke afvoer in te schatten.

We hebben hiervoor een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- In het recente verleden, toen fosfaatkunstmest nog vrij toegepast mocht worden (1995 tot en met 2005) was het overschot op melkveehouderijbedrijven gemiddeld ongeveer 40 kg fosfaat per ha per jaar met een negatieve trend over de jaren (MNP, 2007). Dit was het fosfaatoverschot op bedrijfsniveau. Wanneer op een melkveebedrijf de dierlijke mest evenredig over grasland en maïsland verdeeld wordt, is het fosfaatoverschot op grasland en maïsland gelijk aan het bedrijfsoverschot (Middelkoop et al., 2004). We gaan ervan uit dat dit het geval is.
- Om een goede schatting te maken van het verminderen van een fosfaatoverschot van circa 40 kg fosfaat per ha per jaar naar evenwichtsbemesting zijn de resultaten van een aantal grasland proeven beschikbaar. Dit zijn bemestingsproeven die in het recente verleden zijn uitgevoerd (vanaf 1994) en waarvan een aantal nog steeds loopt. In die proeven is net als in de praktijk zowel rundermest als kunstmest gebruikt. We gaan er vanuit dat er geen verschil is in reactie op beide mestsoorten. In de bemestingsadviesbasis voor grasland wordt hier ook vanuit gegaan ([www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)).

Het is te verwachten dat het P-gehalte in het gras daalt als de bemesting naar beneden gaat. Over het algemeen zal dit het sterkst tot uitdrukking komen in sneden direct na de fosfaatbemesting. We gaan in het volgende hoofdstuk echter uit van het gemiddelde P-gehalte van gras over het hele jaar.

### Beschikbare proeven grasland

Om de interactie tussen de effecten van N- en P-bemesting op grasland vast te stellen, zijn sinds 1994 een aantal veldproeven uitgevoerd, deels door ASG en deels door ASG en NMI gezamenlijk. Een aantal van deze proeven is onder min of meer ideale omstandigheden uitgevoerd: er is een egaal en op het oog homogeen perceel uitgekozen, alle meststoffen zijn goed verdeeld in minerale vorm toegediend en er is niet beweid. Deze proeven worden in het vervolg aangeduid als 'de maaiproeven'. Deze proeven zijn van 1994 tot en met 2003 uitgevoerd.

Vanaf 1997 is een NxP proef opgezet waarin praktijkomstandigheden zijn benaderd. De velden zijn beweid en er is dierlijke mest toegediend. Deze proef is gelijktijdig op vier locaties uitgevoerd. De behandelingen zijn geënt op de toenmalige MINAS-wetgeving: op de velden wordt gestreefd naar een reeks vooraf ingestelde N- en fosfaat -overschotten. De resultaten van deze proef geven een nuancering van de resultaten onder ideale omstandigheden van de maaiproeven. In het vervolg zal deze proef als de 'weideproef' worden aangeduid.

### Maaiproeven

De maaiproeven waren vier afzonderlijke proeven die zijn uitgevoerd op vier grondsoorten: jonge zeeklei, rivierklei, zand en veen. De proeven hebben 5 of 6 jaar geduurd. Bij de start van de proeven was de fosfaattoestand van de bodem per proef verschillend: laag (zeeklei), vrij laag (rivierklei en zand), en voldoende (veen). De vier proeven waren opgezet om de interactie tussen de effecten van N- en P-bemesting vast te stellen. Voor de schatting van het beloop van het P-gehalte is gebruik gemaakt van één stikstofbemestingsniveau. De opzet en de statistische analyse van de data zijn beschreven in PRI rapport 166 (Aarts et al., 2008).

Voor de weideproeven is de P-bemesting beter verdeeld omdat er geen fosfaat teruggebracht werd in de vorm van mestflatten.

Het beloop van het P-gehalte in gras is over een periode van 5 – 6 jaar in te schatten bij een overschot van 40 kg fosfaat per ha per jaar ten opzichte van evenwichtsbemesting.

Het P-gehalte in de maaiproeven is geanalyseerd met Reml. Deze analyse bestaat uit het maken van een statistisch model met alle relevante en significante factoren. Hiermee is een schatting gemaakt van het P-gehalte in het eerste en het vijfde jaar na het instellen van de verschillende overschotten.

**Tabel 1** P-gehalte in de drogestof (g P/kg ds) in het eerste en vijfde jaar bij een jaarlijks overschot van 0 20 en 40 kg fosfaat per ha bij uitsluitend maaien en het gebruik van kunstmest, berekening met REML-model

Proef	Jaar	Overschot, kg fosfaat per ha				Verschil 0 en 40, g P/kg	Verschil 0 en 40, % t.o.v. 40
		0	20	40			
<b>P-gehalte drogestof</b>							
Jonge zeeklei (Waiboerhoeve)	1e	3,40	3,42	3,44	0,04	1,2	
	5e	3,68	3,81	3,94	0,26	6,6	
Zand (Bosma Zathe)	1e	3,50	3,59	3,68	0,18	4,9	
	5e	4,18	4,41	4,63	0,45	9,7	
Rivierklei (Bommelerwaard)	1e	3,70	3,75	3,80	0,10	2,6	
	5e	4,65	4,88	5,11	0,46	9,0	
Veen (Zegveld)	1e	3,52	3,56	3,60	0,08	2,2	
	5e	3,61	3,91	4,20	0,59	14,0	
Gemiddeld	1e	3,53	3,58	3,63	0,10	2,8	
	5e	4,03	4,25	4,47	0,44	9,8	

De gehalten in het vijfde jaar zijn bij alle fosfaatoverschotten hoger dan die in het eerste jaar. De oorzaak van de globale stijging van het P-gehalte over alle proeven is niet te achterhalen omdat er geen behandeling is waarbij het P-gehalte in de loop van de jaren daalt. Voor dit project is van belang dat na 5 jaar evenwichtsbemesting het P-gehalte ruim 10% lager is dan na 5 jaar bemesting volgens een overschot van 40 kg fosfaat per ha: 0,44 g P per kg ds daling ten opzichte van 4,47 g P per kg ds. Dat is 9,8%. (6,6 tot 14,0)

In het eerste jaar dat evenwichtsbemesting wordt toegepast is de daling gering, gemiddeld 2,8%.

### Weideproeven

De weideproeven vormen samen één proef op vier locaties en drie grondsoorten: tweemaal zand, jonge zeeklei en veen. De proef loopt vanaf 1997 en wordt in 2009 nog steeds uitgevoerd. In 1997

hadden de proefvelden een fosfaattoestand voldoende tot ruim voldoende. Dit is een gemiddelde bodemvruchtbaarheid voor het Nederlandse grasland: in 2003 had in Nederland ruim de helft van de grasland bodemmonsters die bepaald zijn door Blgg een voldoende tot ruim voldoende fosfaattoestand. Bijna een kwart was hoger en ongeveer een vijfde lager. Het is een proef met twee stikstofniveaus en drie fosfaatniveaus. De proeven zijn nog gebaseerd op het oude MINAS-stelsel, maar zijn goed te vertalen naar de huidige gebruiksnormen. De aangelegde fosfaatoverschotten zijn 0, 20, 40 kg fosfaat per ha per jaar. De stikstofoverschotten zijn ongeveer 130 en 250 kg N per ha per jaar. Niet ieder jaar wordt precies het juiste overschot behaald, maar voor fosfaat benaderen de gemiddelde overschotten over jaren de geplande overschotten goed. Het stikstofoverschot is variabel en lastiger op het ingestelde niveau te krijgen.

De proef is onderscheidend van de maaiproeven door de beweiding. De proef wordt vier maal per jaar beweid met pinken.

De meest recente rapportage bevat een statistische analyse van de data tot en met 2006 (Ehlert et al., 2008). Voor onderhavig project is dezelfde statistische analyse uitgevoerd, maar dan met de data tot en met 2007.

Het beloop van het P-gehalte in gras is over een periode van 11 jaar te schatten bij een overschot van 40 kg fosfaat per ha per jaar ten opzichte van evenwichtsbemesting. Ook hiervoor is een REML-model gebruikt.

**Tabel 2** P-gehalte in de drogestof (g P/kg ds) in het eerste jaar en het elfde jaar bij een jaarlijks overschot van 0, 20 en 40 kg fosfaat per ha bij afwisselend maaien en weiden en het gebruik van dierlijke mest en kunstmest, berekening met REML-model

Locatie	Proefjaar	Overschot, kg fosfaat per ha				
		0	20	40	Verschil 0 en 40	Verschil 0 en 40 %
<u>P-gehalte drogestof</u>						
Jonge zeeklei (Waiboerhoeve)	1	4,16	4,10	4,04	-0,13	-3,2
	11	3,50	3,64	3,77	0,27	7,2
Zand (Aver Heino)	1	3,75	3,76	3,76	0,01	0,3
	11	3,21	3,28	3,36	0,15	4,5
Zand (Cranendonck)	1	3,58	3,84	4,09	0,52	12,7
	11	3,15	3,36	3,55	0,40	11,3
Veen (Zegveld)	1	3,63	3,76	3,87	0,24	6,2
	11	2,97	3,19	3,40	0,43	12,6
Gemiddelde	1	3,78	3,86	3,94	0,16	4,1
	11	3,21	3,37	3,52	0,31	8,8

De gehalten in het elfde jaar zijn bij alle fosfaatoverschotten lager dan die in het eerste jaar. Ook in deze proef is de oorzaak van de globale verandering van het P-gehalte over alle locaties niet te achterhalen omdat er geen behandeling is waarbij het P-gehalte in de loop van de jaren stijgt. Voor dit project is van belang dat na 11 jaar evenwichtsbemesting het P-gehalte bijna 10% lager is dan na 11 jaar bemesting volgens een overschot van 40 kg fosfaat per ha: 0,31 g P per kg ds daling ten opzichte van 3,52 g P per kg ds. Dat is 8,8%. (4,5 tot 12,6)

De daling van de drogestofopbrengst in deze proef is nog zeer gering. In de analyse tot en met 2006 was op de zandlocatie Aver Heino en de jonge zeekleilocatie Waiboerhoeve geen significant verschil tussen 0 en 40 kg fosfaat overschot. Op Cranendonck en Zegveld was dat verschil circa 600 kg ds per ha per jaar in de bruto opbrengst.

Op beide type proeven blijkt het PAL-getal (de aanduiding voor de bodemvruchtbaarheid) bij evenwichtsbemesting voor fosfaat te dalen (Aarts et al., 2008). Bij de maaiproeven is dit echter minder snel. Waarschijnlijk omdat het fosfaat allemaal via bemesting gegeven is en daardoor veel beter is verdeeld. In de weideproef komt een deel van het fosfaat terug in de vorm van mestflatten die jaarlijks slechts 5 % van de oppervlakte bedekken.

De directe invloed van het PAL-getal op het P-gehalte van het gras is niet exact te berekenen. Daarvoor zijn er niet voldoende proefgegevens. Het is wel te beredeneren dat het P-gehalte lager moet zijn naarmate het PAL-getal lager is. De verwachting is dat bij het instellen van evenwichtsbemesting voor fosfaat alle PAL-getallen in Nederland dalen.

### **P-gehalte verandering door verandering in oogststadium**

Het P-gehalte van gras wordt bepaald door het stadium waarin het gras wordt gemaaid. Hoe ouder het gras, hoe lager het P-gehalte. Het toepassen van een andere snedenzwaarte is echter een ingrijpende verandering in de bedrijfsvoering. Niet alleen het P-gehalte van het gras verandert, maar ook het eiwitgehalte en de voederwaarde. Deze sturingsmogelijkheid laten we voor dit project buiten beschouwing.

### **Snijmaïs**

Voor snijmaïs zijn er geen kant-en-klare statistische analyses over evenwichtbemesting beschikbaar. Er zijn uiteraard wel bemestingsproeven uitgevoerd in het verleden (Aarts et al., 2008). De verwachting is dat op een termijn van 10 jaar de opbrengst van snijmaïs niet of nauwelijks terugloopt bij evenwichtbemesting.

Het P-gehalte van snijmaïs blijkt in twee individuele proeven in het derde en zesde proefjaar tussen 30 en 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-bemesting per ha (nog) geen verschil te vertonen bij een P-toestand voldoende (Pw-getal 30 tot 35, database ASG). We gaan ervan uit dat het P-gehalte van snijmaïs gelijk blijft bij evenwichtbemesting.

## **2.2 Effect van vermindering fosforgehalte rantsoen op fosfaatexcretie melkvee**

### *2.2.1 De fysiologische fosforbehoefte van melkvee*

De Nederlandse behoeftenormen voor landbouwhuisdieren worden vastgesteld door het Centraal Veevoeder Bureau (CVB) van het Productschap Diervoeder in Den Haag. De CVB-normen zijn zodanig opgesteld dat er bij correcte navolging geen gevaar bestaat voor een nutriëntenaanbod onder de fysiologische behoefte. Dat is ook zo voor de CVB P-behoeftenormen voor melkvee (CVB, 2007). Deze P-behoeftenormen zijn onder andere gebaseerd op onderzoek van de Animal Sciences Group van WUR naar de P-behoeftenormen van melkgevende koeien (Valk et al., 1999a,b ; 2000 ; 2002) en gaan uit van een P-absorptiecoëfficiënt van 75%. Dat betekent dat de P-behoeftenormen waarschijnlijk aan de hoge kant zijn.

Een P-absorptiecoëfficiënt van 75% is namelijk gebaseerd op dieren met een ruime P-voorziening. Voor dieren met een lage P-voorziening kan de P-absorptiecoëfficiënt aanmerkelijk hoger liggen (tot circa 90%, Valk en Beynen, 2003). Bovendien is de melkkoe in staat om een eventueel P-tekort in het aangeboden rantsoen te compenseren door (variabele) P mobilisatie uit het skelet. Het is daarom waarschijnlijk dat de fysiologische fosforbehoefte van melkvee onder de huidige CVB behoeftenorm ligt.

Het is mogelijk dat de melkkoe gedurende een bepaalde periode in een negatieve P-balans verkeert. Het betreft het begin van de lactatieperiode wanneer de opnamecapaciteit relatief gering is en de P-mobilisatie nog onvoldoende op gang is gekomen. Indien de dieren in die periode een rantsoen verstrekt krijgen dat onvoldoende P bevat, dan kan er een P tekort ontstaan. Lage P-opnames kunnen gecompenseerd worden door P mobilisatie uit het skelet en door een verhoogde efficiëntie van de P-resorptie. Na het kalven duurt het even voor deze mobilisatie goed op gang komt, zodat dieren in de eerste week een te laag P-gehalte in het bloed (hypofosfatemie) kunnen hebben. Er worden in de praktijk zelden dieren met hypofosfatemie<sup>1</sup> gezien, maar oudere dieren hebben vaker lagere P-gehalten in bloed dan jongere dieren, ook bij gelijk melkproductieniveau. Er wordt aangenomen dat verminderde

P-mobilisatie daaraan ten grondslag ligt. Een tijdelijk P-tekort (negatieve P-balans) is vanuit diergezondheid en dierwelzijn geredeneerd niet ernstig. In ASG proeven is gebleken dat in een groep dieren die een laag P aanbod kregen (Valk et al., 1999a,b ; 2000 ; 2002) en waarbij in gedeelten van de lactatie negatieve P balansen werden gemeten, pas in de tweede lactatie enkele gevallen van een

<sup>1</sup> Klinische verschijnselen van acute fosfatemie zijn lage bloedspiegels van P (vaak in combinatie met lage Ca en Mg spiegels) en het niet kunnen opstaan. Meestal is de fosfatemie gerelateerd aan een lage Ca bloedspiegel en verhelpt Ca toediening de verschijnselen. Chronische fosfatemie uit zich als verlies van eetlust, slecht groeien en reproductieproblemen. Bij jonge dieren kan het uiteindelijk leiden tot spontane beenbreuken en botdeformatie.

voedingsstoornis werden waargenomen. Het merendeel van de dieren ondervond gedurende de twee lactatiesdurende proef geen negatieve gevolgen van het lage P-aanbod.

### 2.2.2 Verlaging van de fosforinput via het voer, zonder schade voor diergezondheid en dierwelzijn

Verlaging van de P-input via voer kan alleen leiden tot schade voor diergezondheid en dierwelzijn van melkvee, wanneer structureel onder de fysiologische fosforbehoefte wordt gevoerd. In Nederland ligt het gemiddelde P-aanbod bij melkvee ruim boven de CVB-behoefthenormen (tabel 3). De gemiddelde Nederlandse melkkoe krijgt een rantsoen (bijlage 1) met 4,2 g P per kg droge stof (ds) en de behoefte wordt gedekt door een rantsoen met 2,7 g P per kg ds. Een verlaging van de P-input met 1,5 g P per kg ds rantsoen past nog volledig binnen de CVB-behoefthenormen en geeft daarmee geen schade voor diergezondheid en dierwelzijn. Het is overigens de vraag of een dergelijke verlaging van het P-gehalte in het melkveerantsoen voor de Nederlandse praktijk op grote schaal realiseerbaar is.

**Tabel 3** Gemiddelde P-behoefte, -aanbod, -vastlegging en -excretie van Nederlands rundvee in kg P per jaar

Diercategorie	P-behoefte <sup>1</sup>	P-aanbod <sup>2</sup>	P-vastlegging <sup>2</sup>	Fosfaatexcretie <sup>2</sup>
Melkvee (7634 <sup>2</sup> kg melk/dier/jaar)	17,8	27,4	7,9	19,5
Jongvee, jonger dan 1 jaar	4,7	6,3	2,0	4,3
Jongvee, ouder dan 1 jaar	4,7	12,9	1,8	11,1

<sup>1</sup> Voor melkvee: CVB Tabellenboek Veevoeding 2005 en voor jongvee CVB Tabellenboek Veevoeding 2007

<sup>2</sup> Schattingen voor 2008 volgens Tamminga et al., 2004

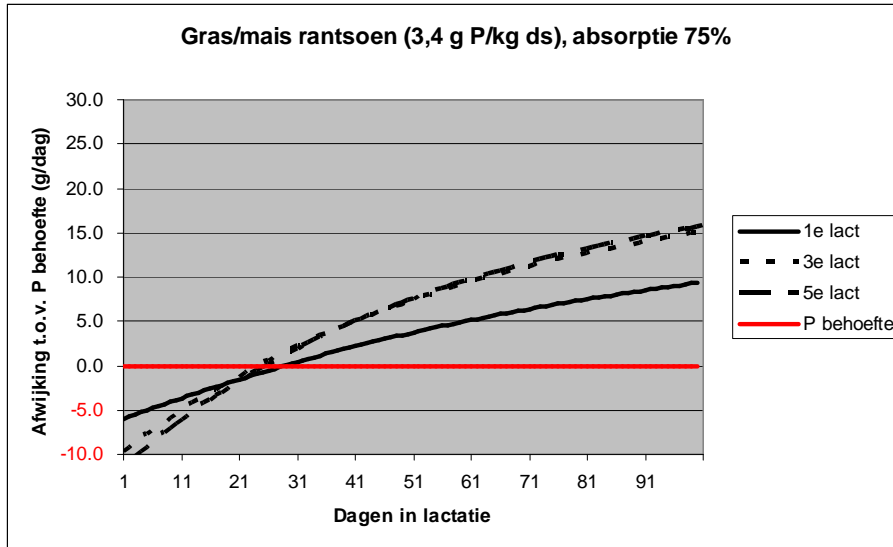
Om een idee te krijgen van wat er in de Nederlandse praktijk mogelijk is met betrekking tot verlaging van het P-gehalte in melkveerantsoenen, zijn met het Koemodel (Zom et al., 2002) enkele simulaties uitgevoerd. Het Koemodel berekent (per lactatiedag) op basis van de voeropnamecapaciteit de voeropname en melkproductie. Daarbij wordt rekening gehouden met een negatieve energiebalans in het begin van de lactatie. Met deze gegevens en de P-gehaltenes van de voedermiddelen wordt snel inzicht verkregen in de dagelijkse P-voorziening van de melkgevende dieren. Vervolgens is de P-behoefte dekking berekend door de P-behoefthenorm (CVB, 2005) af te trekken van de berekende P-voorziening.

De simulaties zijn uitgevoerd voor de eerste 100 dagen van de lactatie, omdat in die periode sprake kan zijn van een achterblijvende voeropnamecapaciteit. Bovendien zijn de simulaties uitgevoerd voor dieren in de eerste, derde en vijfde lactatie om eventuele effecten van leeftijd zichtbaar te maken.

Voor de simulaties met het Koemodel werd het gemiddelde Nederlandse bedrijf uit tabel 3 niet geschikt geacht als uitgangssituatie. De reden daarvoor is dat in dat gemiddelde ook grasbedrijven zijn vertegenwoordigd. De P-voorziening van melkvee op grasbedrijven is ruim en de vraag of de diergezondheid in het geding is, speelt hier niet. Die vraag is relevant voor bedrijven met een relatief klein aandeel P-rijke grasproducten in het rantsoen (of een groot aandeel P-arme snijmaïssilage en krachtvoer). Als uitgangssituatie (simulatie 1, figuur 2.2.1) is daarom gekozen voor een bedrijf met een rantsoen met in de droge stof 40% krachtvoer, 30% snijmaïssilage en 30% grassilage. Bovendien is in de simulatie het P gehalte van het krachtvoer verlaagd<sup>2</sup> ten opzichte van Bijlage 1. Deze aanpassingen resulteerden in een P gehalte in het rantsoen van 3,4 g P/kg ds.

<sup>2</sup> Het krachtvoeraanbod is verdeeld over standaard krachtvoer en eiwitrijk krachtvoer in dezelfde verhouding als in bijlage 2. De verlaging van het P-gehalte van het krachtvoer betreft het P-gehalte in het standaardkrachtvoer met 2,0 g/kg ds. Deze verlaging is gebaseerd op een gezamenlijk onderzoek van het project Koeien&Kansen en mengvoederfabrikant Agrifirm waarin werd vastgesteld dat in de praktijk een maximale verlaging met 1,5 tot 2,0 P/kg ds realiseerbaar is (persoonlijke communicatie).

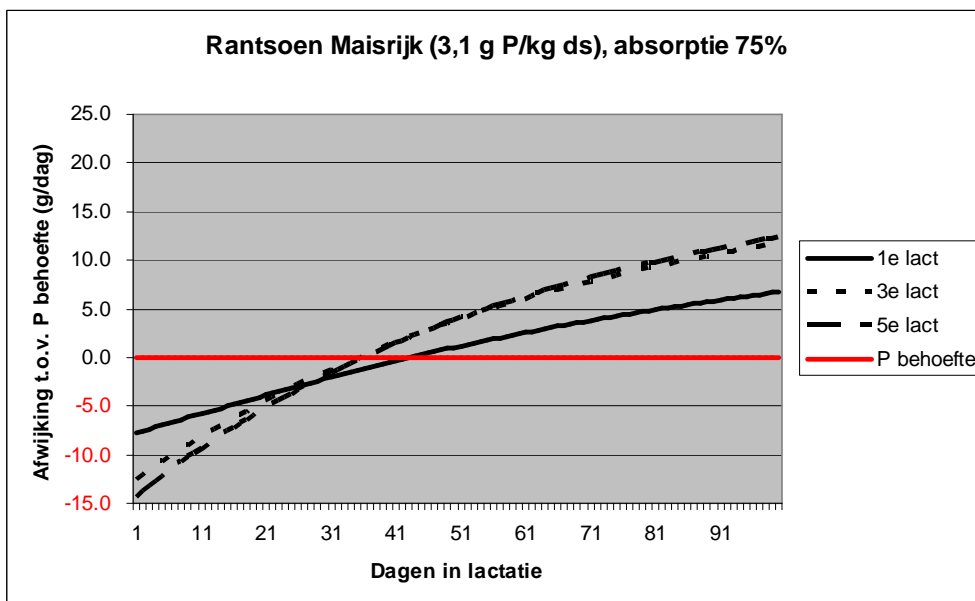
**Figuur 1** Afwijking tussen P-behoefte en P-opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens simulatie met het Koemodel voor een gras/maïs rantsoen met een in P verlaagd krachtvoer



Uit figuur 1 blijkt dat een gras/maïsrantsoen met 30% gras en met een in P-gehalte verlaagd krachtvoer (van 5,5 naar 3,5 g P per kg ds) geen problemen oplevert voor de P-voorziening van melkvee. Een periode van 3-4 weken met een P-aanbod beneden de behoeftenorm gecombineerd met een voldoende hoog P-aanbod in de rest van de lactatie levert geen problemen op voor diergezondheid en dierwelzijn. Bovendien is het niet voldoen aan de P-behoeftenorm niet hetzelfde als een negatieve P-balans. De P-behoeftenormen kennen een veiligheidsmarge, er is gerekend met een laag absorptiepercentage (75%) en er is geen rekening gehouden met P-mobilisatie.

In simulatie 2 is (ten opzichte van simulatie 1) het aandeel van de P-arme rantsoencomponent snijmaïssilage verhoogd en het aandeel van de P-rijke grassilage verlaagd (figuur 2). Het rantsoen bevatte in de droge stof 40% krachtvoer, 50% snijmaïssilage en 10% grassilage. Het aandeel eiwitrijk (en P rijk) krachtvoer is verdubbeld om een voldoende eiwitaanbod aan de dieren te garanderen. Dit heeft effect op het P-gehalte van het krachtvoer. Deze aanpassingen resulteerden in een verdere verlaging van het P-gehalte in het rantsoen van 3,4 naar 3,1 g P/kg ds.

**Figuur 2** Afwijking tussen P-behoefte en P-opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens simulatie met het Koemodel voor een snijmaïsrijk rantsoen met een in P-verlaagd krachtvoer

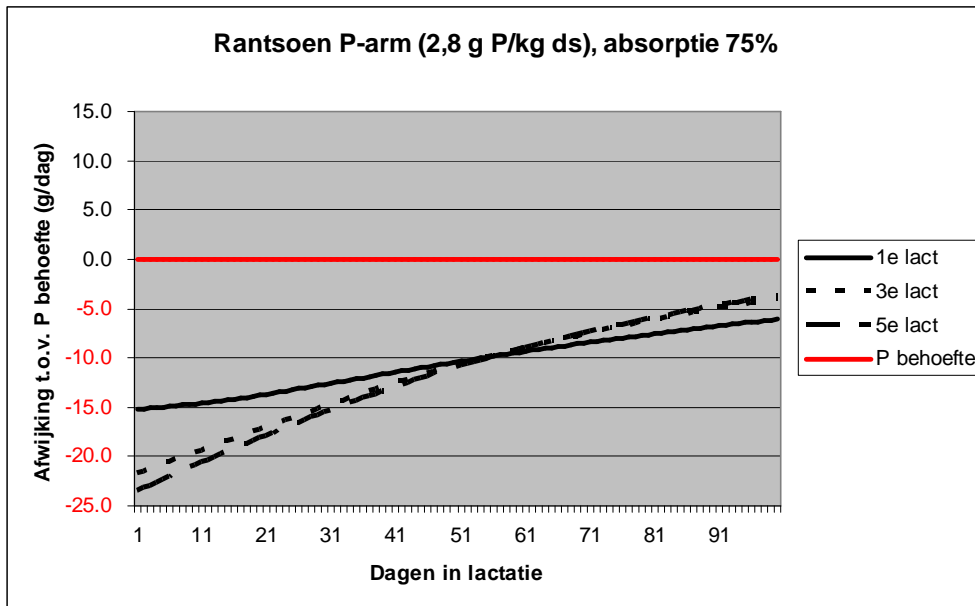


Uit figuur 2 blijkt dat verdere verlaging van het P-gehalte in het rantsoen leidt tot een verlenging van de periode met een negatieve dekking van de P-behoefte tot 5-6 weken en een groter P-tekort in die periode (tot -15 g P/dag voor oudere dieren).

Ook voor deze situatie worden geen problemen met de diergezondheid en dierwelzijn verwacht, om dezelfde redenen als bij simulatie 1.

In simulatie 3 is een voor de Nederlandse praktijk extreem laag P-gehalte nagestreefd. Dit is gerealiseerd door in het uitgangsrantsoen (simulatie 1) de helft van het krachtvoer te wisselen met de P-arme krachtvoervervanger perspulsilage (figuur 3). Het rantsoen bevatte in de droge stof 20% krachtvoer, 20% perspulsilage, 30% snijmaïssilage en 30% grassilage. De verhouding tussen de krachtvoerders P-arm en P-rijk was gelijk aan simulatie 1. Het P-gehalte in dit rantsoen kwam uit op 2,8 g P/kg ds.

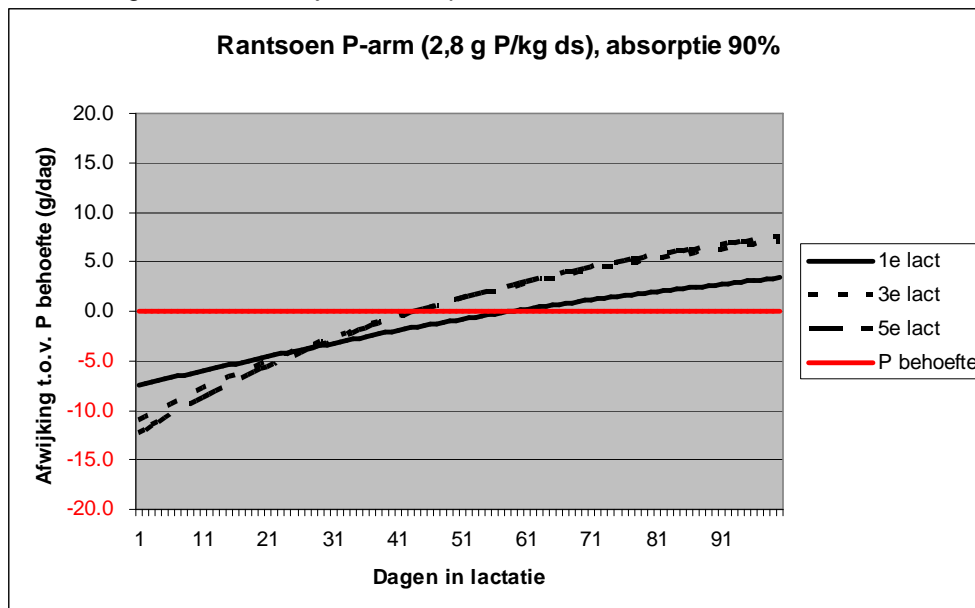
**Figuur 3** Afwijking tussen P-behoefte en P-opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens simulatie met het Koemodel voor een extreem P-arm rantsoen met een in P-verlaagd krachtvoer



Uit figuur 3 blijkt dat het rantsoen met een voor de praktijk extreem laag P-gehalte een fors effect heeft op de P-behoefte dekking. Voor zowel jongere als oudere dieren wordt gedurende de eerste 100 dagen onder de P behoeftenormen gevoerd. In het begin van de lactatie gebeurt dat zelfs tot circa -20 g P per dag. Het is niet uitgesloten dat dit voor het dier gepaard gaat met een langdurige negatieve P-balans. Echter, bij dit P aanbod mag verondersteld worden dat het dier efficiënter omgaat met het aangeboden P en dat de absorptiecoëfficiënt stijgt naar 90% (zie paragraaf 2.2.1). Daarom is dezelfde simulatie ook doorgerekend met een absorptiecoëfficiënt van 90% (figuur 4)



**Figuur 4** Afwijking tussen P-behoefte en P-opname (g P/dag, negatief is onder de behoefte) volgens simulatie met het Koemodel voor een extreem P-arm rantsoen met een in P-verlaagd krachtvoer bij een absorptiecoëfficiënt van 90%



Uit figuur 4 blijkt dat het rantsoen met een extreem laag P-gehalte ook bij een absorptiecoëfficiënt van 90% niet in staat is om gedurende de eerste 6-7 weken van de lactatie te voldoen aan de P-behoefte-normen. Daar staat tegenover dat er geen rekening is gehouden met P-mobilisatie. Deze mobilisatie kan aanzienlijk zijn met circa 8-10 g P/dag; in het begin van de lactatie bedraagt de mobilisatie ongeveer 25% van de dagelijks P-opname (Taylor et al., 2009) en op 20 weken lactatie circa 15% van de dagelijks P-opname (Valk et al., 2002). Rekening houdend met 8 g P-mobilisatie per dag is er ook voor het rantsoen met een extreem laag P-gehalte vanaf circa dag 10 geen aanleiding om te veronderstellen dat er structurele negatieve P-balansen voorkomen in de Nederlandse melkveehouderij.

Zolang het in de praktijk niet algemeen realiseerbaar is om een melkveerantsoen aan te bieden dat rond of onder de P-behoefte-normen in de P-behoefte voorziet, ligt aanscherping van deze normen niet voor de hand. Wel om het P-gehalte in het rantsoen te verlagen door aanpassing van het gemiddelde P-gehalte in krachtvoer. Een overmatige P-opname leidt namelijk tot een verhoogde uitscheiding van P met mest (COMV, 2005). Gezien het in Nederland gehanteerde gebruiksnormenstelsel, en de voorgenomen aanscherping van de gebruiksnormen per 2015, kan extra P-uitscheiding al gauw leiden tot verplichte mestafvoer. Het is om bedrijfseconomische redenen aantrekkelijk om de P-uitscheiding te beperken om mestafvoer te voorkomen. Vooral nog is er geen reden om te veronderstellen dat deze trend leidt tot schade voor de diergezondheid en dierwelzijn, maar op termijn ligt dat mogelijk anders. De reden hiervoor ligt in het effect van de verminderende P-bemesting op het P-gehalte in gras (zie paragraaf 2.2.3).

### 2.2.3 Verlaging van de fosforinput via het voer door vermindering van het P-gehalte in gras

Het implementeren van de P-gebruiksnormen voor grasland (2015) kan gevolgen hebben voor het P-gehalte in het Nederlandse gras (paragraaf 2.1, Middelkoop). De daling van het P-gehalte in gras als gevolg van evenwichtsbemesting gaat geleidelijk en kan in 5-10 jaar tijd (afhankelijk van het gebruik en de oorspronkelijke bemestingstoestand) oplopen tot bijna 10%. In 2008 bedroeg het Nederlands landelijke gemiddelde P-gehalte in door BLGG geanalyseerde graskuilen 4,1 g P/kg ds. Bij de in hoofdstuk 2 aangegeven vermindering van het P-gehalte kan dit gemiddelde vanaf ongeveer 2020 gedaald zijn naar 3,7 g P/kg ds. Het effect van deze verlaging op de P-voorziening van het melkvee wordt duidelijk door de resultaten van de simulaties met het Koemodel in paragraaf 2.2.2 hierop aan te passen. Deze aanpassing is gedaan onder de aannames dat er in 2020 niets in de rantsoenen is veranderd en dat de voederwaarde van gras niet varieert met het P-gehalte. Het gemiddelde P-gehalte van de drie gesimuleerde rantsoenen (gras/maïs, maïsrijk, P-arm) daalde van respectievelijk 3,4, 3,1 en 2,8 g P/kg ds naar 3,3, 3,1 en 2,7 g P/kg ds. De impact van een lager P-gehalte in gras in rantsoenen met relatief weinig P is daarmee gering. De reden hiervoor is dat in dergelijke rantsoenen het aandeel gras wordt beperkt tot circa 30% (en in het

maïsrijke rantsoen zelfs tot 10%). Deze geringe impact leidt niet tot aanpassing van de conclusies in paragraaf 2.2.2.

#### 2.2.4 Verbetering van de benutting van plantaardig fosfor in het voer

De benutting van voer P (uitgedrukt als percentage voer P dat wordt vastgelegd in dierlijk product) door melkvee hangt nauw samen met het absorptiepercentage. Bij een hoog P-aanbod is het absorptiepercentage relatief laag en bij een laag P-aanbod is de absorptie hoog. Bij gelijkblijvende vastlegging van P in dierlijk product varieert de benutting met het absorptiepercentage. De absorptie van het aangeboden P door herkauwers is met 75%-90% hoog. De pensmicroben zijn in staat vrijwel alle vormen van P uit het voer beschikbaar te maken en de mest bevat vrijwel uitsluitend anorganisch P (Dou et al., 2000; Toor et al., 2005). Door de hoge fytase activiteit in de pens mag niet veel variatie in P-absorptie verwacht worden (Pfeffer et al., 2005), ondanks onderzoeksresultaten waarin het toevoegen van fytase een verbetering van de P-verteerbaarheid geeft (Knowlton et al., 2007). In een situatie waarin het P-aanbod aan de melkkoe laag is (zoals verwacht wordt voor de Nederlandse situatie na 2015), zal de absorptiecoëfficiënt hoog zijn en is ook de benutting hoog. Het is in die situatie niet waarschijnlijk dat verdere verbetering van de P-benutting de P-excretie van herkauwers vermindert of eventuele schade aan diergezondheid en dierwelzijn als gevolg van een laag P aanbod voorkomt.

#### 2.2.5 De effecten van fosforverlaging in voer op de fosfaatexcretie in de mest

Zolang de melkkoe boven de P-behoefte wordt gevoerd, wordt de vastlegging van P in melk en lichaamsweefsel nauwelijks beïnvloedt door de P opname. Verlaging van het P-gehalte in voer zal in dat geval vrijwel 1 op 1 doorwerken in een lagere P excretie met mest. In Nederland wordt melkvee bijna altijd boven de P-behoeftenorm gevoerd (paragraaf 2.2.2). De overmatige P-opname leidt tot een verhoogde uitscheiding van P met mest (COMV, 2005). Verlaging van het P-gehalte in het melkveerantsoen is daarom de belangrijkste maatregel om de P-excretie van melkvee te verlagen. In tabel 4 is voor de gemiddelde Nederlandse veestapel (zie tabel 3) doorgerekend wat het effect is van 10% minder P in gras en 2 g P/kg ds minder in standaard krachtvoer.

**Tabel 4** Effect vermindering P-gehalte in voer op de gemiddelde P-behoefte, -aanbod, -vastlegging en -excretie van Nederlands rundvee in kg P per jaar

Diercategorie	P-behoefte <sup>1</sup>	P-aanbod <sup>3</sup>	P-vastlegging <sup>2</sup>	Fosfaatexcretie <sup>3</sup>
Melkvee (7634 <sup>2</sup> kg melk/dier/jaar)	17,8	23,3	7,9	15,4
Jongvee, jonger dan 1 jaar	4,7	5,6	2,0	3,6
Jongvee, ouder dan 1 jaar	4,7	11,5	1,8	9,7

<sup>1</sup> Voor melkvee: CVB Tabellenboek Veevoeding 2005 en voor jongvee CVB Tabellenboek Veevoeding 2007

<sup>2</sup> Schattingen voor 2008 volgens Tamminga et al., 2004

<sup>3</sup> Schattingen op basis van Tamminga et al., 2004 aangepast met -10% P in gras en - 2 g P/kg ds standaard krachtvoer

Uit vergelijking van tabel 3 en tabel 4 blijkt dat verlaging van het P-gehalte in voer voor het gemiddelde Nederlandse melkveehouderij bedrijf leidt tot een reductie van de P-excretie met ongeveer 20%. Het is echter onzeker of het gemiddelde Nederlandse bedrijf ook gemotiveerd is om deze reductie in P-excretie (volledig) na te streven.

Er zijn verschillende mogelijkheden om het P-gehalte in rantsoenen voor melkvee te verlagen:

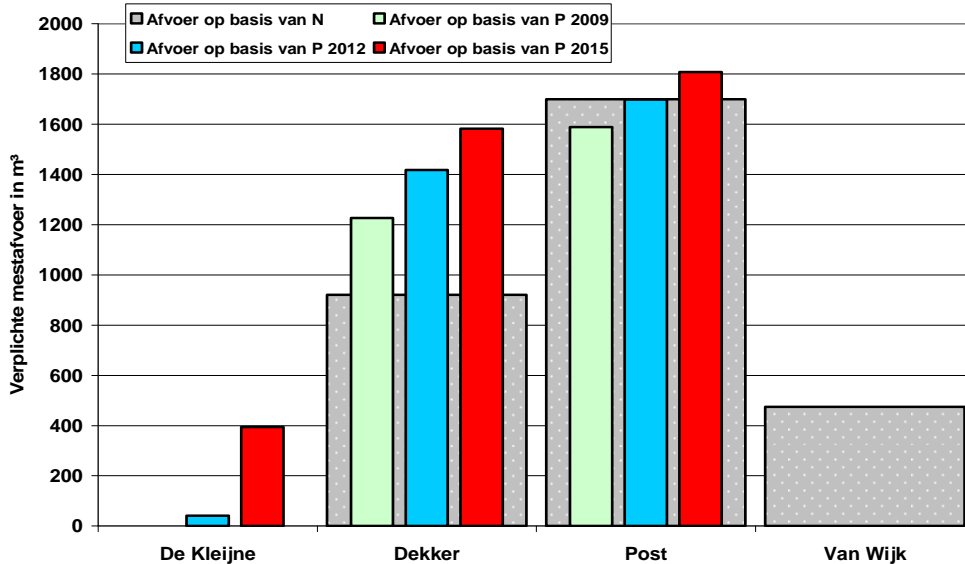
- a. Verschuiving in het voeraanbod van P-rijke naar P-arme voedermiddelen
  - i. Eigen ruwvoer productie aanpassen. Het gaat dan om meer snijmaïs en minder gras. Voor bedrijven met derogatie zijn de mogelijkheden beperkt, omdat daarvoor 70% grasland verplicht is.
  - ii. Minder eigen (ruw)voer gebruiken/telen en meer P-arm (ruw)voer aankopen. Dit betekent dat de productie-intensiteit moet worden verhoogd (meer melk per ha). De derogatie wordt behouden, maar het verhogen van de productie-intensiteit brengt veel verandering mee. Het vraagt bovendien om extra investeringen en kosten (meer mestafvoer, uitbreiding veestapel en stallen, eventueel aanpassen machinepark).
- b. Verminderen van P-gehalte in aangeboden voedermiddelen
  - i. In het eigen ruwvoer (gras) door minder te bemesten (zie paragraaf 2.2.3). Het effect hiervan is pas na langere tijd zichtbaar, maar heeft wel effect op de P-excretie. Voor het gemiddelde

Nederlandse melkveebedrijf in 2008 (tabel 3) vermindert de P-excretie met circa 7% (1,7 kg P per koe per jaar).

- ii. In de voeraankoop door structureel te kiezen voor P-arme producten. De mogelijkheden zijn beperkt omdat de keuze niet wordt bepaald door het aanbod, maar door de prijs. Bijproducten worden meestal gekocht om de voerkosten te verlagen, het P-gehalte speelt daar nog geen rol bij.
- iii. In aangekocht krachtvoer. In een gezamenlijk onderzoek van het project Koeien&Kansen en de mengvoederfabrikant Agrifirm werd op basis van het prijspeil 2008 vastgesteld dat in de praktijk een maximale verlaging met 1,5 tot 2,0 P/kg droge stof kosteneffectief realiseerbaar is (persoonlijke communicatie).

De gebruiksnormen 2015 zullen ertoe leiden dat de Nederlandse melkveehouderij over enkele jaren de P-excretie en daarmee het P-gehalte in het rantsoen wil beperken. Deze beperking zal bij voorkeur precies zo groot zijn dat verplichte mestafvoer op basis van P wordt voorkomen. Het is de vraag welke van bovenstaande maatregelen nodig zijn om de P-excretie gelijk te laten zijn aan de P-plaatsingsruimte. Uit ad a en b blijkt dat het in de Nederlandse praktijk verreweg het gemakkelijkst is om het P-gehalte van het rantsoen te verlagen via verlaging van het P-gehalte in het krachtvoer. In het project Koeien&Kansen is daarom gekeken (voor het jaar 2007) of alleen deze maatregel voldoende verlaging van de P-excretie geeft om verplichte mestafvoer te beperken of dat een combinatie van meerdere maatregelen noodzakelijk is. Het project Koeien&Kansen omvat bedrijven waar al geruime tijd wordt gestreefd naar een minimale N-excretie, waardoor deze bedrijven bij uitstek geschikt zijn om het effect van de gebruiksnormen voor N en P op de mestafvoer te monitoren. Er zijn vier bedrijven gekozen die variëren in de mate waarin mestafvoer op basis van P noodzakelijk is. Het gaat om een bedrijf dat alleen mest moet afvoeren op basis van N (van Wijk), op basis van P (De Kleijne), waar de mestafvoer op basis van N en P ongeveer gelijk is (Post) en waar de mestafvoer op basis van P duidelijk groter is (Dekker). De verplichte mestafvoer is berekend voor 3 jaren waarin de gebruiksnorm voor P wordt aangescherpt. Figuur 5 laat zien hoeveel mest de vier bedrijven moeten afvoeren. De brede grijze balk geeft aan hoeveel mest afgevoerd moet worden op basis van stikstof en de smalle gekleurde balkjes geven aan hoeveel mestafvoer op basis van fosfaat nodig is in 2009, 2012 en 2015.

**Figuur 5** Effect aanscherping fosfaatnormen op mestafvoer bij vier Koeien&Kansenbedrijven



Uit figuur 5 blijkt dat de aanscherping van de P-gebruiksnormen de behoefte om de P-excretie te verminderen zal vergroten. Toch zullen niet alle melkveebedrijven het nodig vinden om de P-excretie te verminderen.

Voor het bedrijf Dekker wordt in 2015 circa 700 m<sup>3</sup> mestafvoer door een Poverschot ingegeven. Afgezien van de directe kosten voor mestafvoer betekent dat ook onnodig verlies aan N en organische stof en aankoop van kunstmest N ter compensatie. In 700 m<sup>3</sup> mest zit ongeveer 650 x 0,82 = 530 kg P. Op het bedrijf van Dekker wordt per jaar ongeveer 310.000 kg krachtvoer aan het melkvee verstrekt. Wanneer het P-gehalte in krachtvoer met 1,7 g P per kg daalt (of 1,9 g P per kg drogestof), kan dit bedrijf de extra mestafvoer op basis van P voorkomen. Deze verlaging is goed mogelijk, omdat volgens Agrifirm een verlaging van 1,5 – 2,0 g P per kg krachtvoer mogelijk is zonder onoverkomelijke

consequenties voor de prijs. Uit een economische beschouwing van het project Koeien&Kansen bleek dat deze maatregel inderdaad kosteneffectief is (Everts en de Haan, 2009).

Voor het bedrijf De Kleijne wordt in 2015 circa 400 m<sup>3</sup> mestafvoer door een P-overschot gegeven. In 400 m<sup>3</sup> mest zit ongeveer  $400 \times 0,82 = 330$  kg P. Op het bedrijf van De Kleijne wordt per jaar circa 144.000 kg krachtvoer aan het melkvee verstrekt. Wanneer het P-gehalte in krachtvoer met 2,3 g P per kg daalt (of 2,6 g P per kg drogestof), kan dit bedrijf de extra mestafvoer op basis van P voorkomen. Een dergelijke daling is nog mogelijk, maar zal de kostprijs van het krachtvoer flink opdrijven. Men zoekt naar het economisch optimum tussen mestafvoer en verlaging P-gehalte krachtvoer.

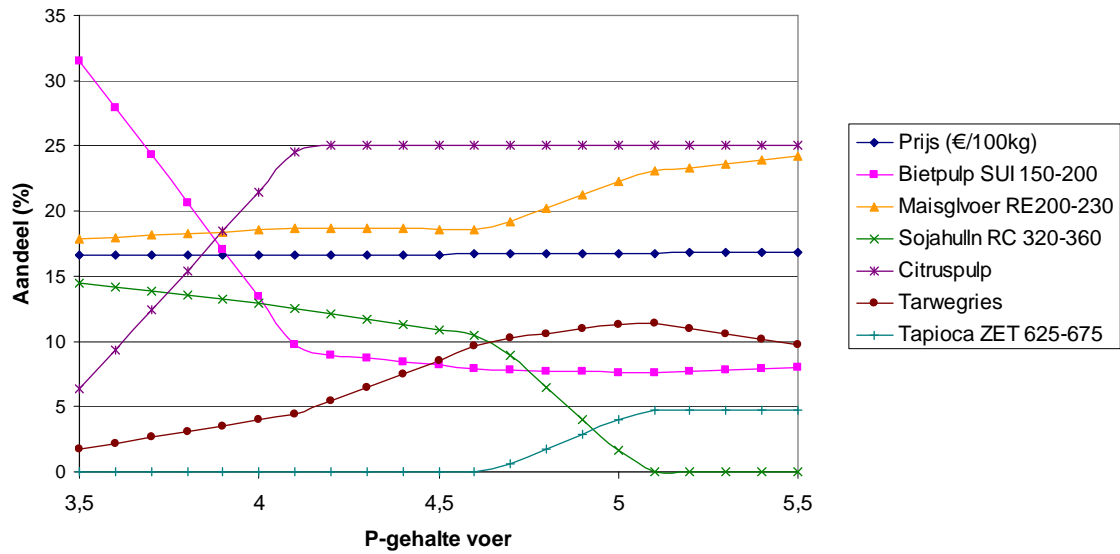
De berekeningen binnen het project Koeien&Kansen laten zien dat door reductie van het P-gehalte in krachtvoer al een groot deel van de mestafvoer op basis van P voorkomen kan worden. De bedrijven zullen daarom niet gauw extra maatregelen nemen. Zeker niet wanneer door toepassing van de gebruiksnormen het P-gehalte in gras daalt. In dat geval is het goed denkbaar dat gedurende het begin van de lactatie zelfs krachtvoer met wat extra P wordt verstrekt. Al met al zal de reductie in P-excretie niet gelijk zijn aan de maximaal haalbare reductie.

Bijlage 2 geeft een idee van de maximaal haalbare reductie in P-excretie op melkveebedrijven die voldoen aan de gebruiksnormen 2015. In deze bijlage is voor de melkveestapel (exclusief jongvee) van de Koeien&Kansen bedrijven doorgerekend wat een 10% verlaging van het P-gehalte in grasproducten en een verlaging van het P-gehalte in krachtvoer met 2 g P/kg droge stof voor effect heeft op de P-excretie (in kg per bedrijf per jaar). Gemiddeld wordt de excretie verminderd met 490 kg P per jaar (= 1122 kg fosfaat). Bij een gemiddelde grootte van de melkveestapel van 106 dieren is de reductie 4,6 kg P/koe/jaar (= 10,6 kg fosfaat/koe/jaar). Van deze vermindering is gemiddeld 72% (min 64% en max. 80%) afkomstig van de reductie in P-gehalte van het krachtvoer. Deze vermindering is groot. De forfaitaire fosfaatexcretie van de melkkoe is ongeveer 41,5 kg fosfaat/jaar bij een melkproductie van 7500 kg/jaar en ongeveer 47,0 kg fosfaat/jaar bij een melkproductie van 9500 kg/jaar. De berekende maximale reductie van de P-excretie komt dus overeen met een reductie van ongeveer 20-25%.

### **2.3 Invloed van P-gehalte op grondstofsamenstelling en kostprijs standaard A-brok**

Met behulp van het voeroptimalisatieprogramma Bestmix is nagegaan wat het effect is van P-verlaging op de grondstofsamenstelling van een standaard A-brok, met een voederwaarde van 940 VEM, 90 DVE en 5,5 g P per kg voer. Het P-gehalte werd in het traject van 5,5 tot 3,5 g/kg met telkens 0,1 g/kg verlaagd. Bij de berekeningen is uitgegaan van het kostprijniveau van grondstoffen ten tijde van het voorjaar van 2008. Figuur 6 geeft de belangrijkste verschuivingen weer. Ook de prijs van het voer (€/100 kg) is in deze figuur weergegeven. Bijlage 3 geeft de volledige grondstofsamenstellingen en bijbehorende nutriëntengehalten weer.

**Figuur 6** Belangrijkste verschuivingen in grondstofsamenstelling van een standaard A-brok met een variërend P-gehalte tussen 3,5 en 5,5 g/kg.



Een verlaging van het P-gehalte van 5,5 naar 4,2 g/kg voer resulteerde in een daling van de niveaus van maïsglutenvoer, tapioca en tarwegries. Deze daling werd bijna volledig gecompenseerd door een hoger aandeel sojahullen. Een verdere verlaging van het P-gehalte van 4,2 naar 3,5 g/kg voer zorgde voor een sterke daling van het aandeel citruspulp, gecompenseerd door een sterke stijging van het aandeel bietenpulp. Deze verschuivingen zorgden ervoor dat bij een afnemend P-gehalte ook het zetmeelgehalte en het vetgehalte daalde, terwijl de vezelfracties in het voer toenamen. Ondanks sterke verschuivingen in het grondstofpatroon, bleef de kostprijs van het voer tussen 3,5 en 5,5 g P/kg voer constant.

### 3 Fosfaatexcretie op melkveebedrijven in de praktijk

De gegevens van de fosfaatexcretie van bedrijven in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op bedrijven die deelnemen in het LEI-Bedrijven-Informatie-Net. Voor de melkveebedrijven kunnen de berekeningen van de fosfaatexcretie worden gemaakt daar veel melkveebedrijven ook deelnemen aan het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid en Derogatiemeetnet. Van deze bedrijven worden namelijk extra data geregistreerd. De meeste gegevens hebben betrekking op boekjaar 2007. Voor melkveebedrijven worden ook enkele data gegeven voor 2006, maar de verschillen met 2006 zijn gering, zodat de analyse zich vooral richt op 2007.

#### 3.1 Variatie in gehalten in het voer in de praktijk

##### Enkele opmerkingen vooraf:

- Het is niet mogelijk de bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie per melkkoe uit te rekenen. De bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie wordt namelijk met behulp van de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie (bex) berekend voor de totale melkveestapel inclusief het jongvee (om precies te zijn: inclusief het jongvee van melkkoeien, van fokstieren en van vrouwelijk mestvee, maar exclusief vleesstieren). De bedrijfsspecifieke excretie die op melkveestapelniveau wordt berekend is niet splitsbaar over melkkoeien en jongvee. Daarom wordt in dit document de fosfaatexcretie uitgedrukt per GVE (uit de melkveestapel). Daarnaast wordt de fosfaatexcretie ook per 1000 kg FPCM uitgedrukt.
- Voor zowel 2006 als 2007 geldt dat (op dit moment) voor een minderheid van de melkveebedrijven geldt dat van alle voertransacties de werkelijke gehalten beschikbaar zijn. Daarom zijn ook de melkveebedrijven meegenomen waar in beperkte mate werkelijke gehalten niet beschikbaar zijn en wordt gerekend met normen. De grens is hierbij gelegd bij 20%, dus wanneer bij een melkveebedrijf bij 20% of minder van de voertransacties is gerekend met normen, is dit bedrijf meegenomen in dit onderzoek.
- Niet van alle bedrijven zijn de bemonsteringsgegevens volledig bekend van de gras- en snijmaïskuilen. Voor 2006 geldt dat van 17 van de 101 bedrijven de bemonsteringsgegevens van graskuilen volledig bekend zijn en van tien bedrijven de bemonsteringsgegevens voor snijmaïs. In 2007 gaat het respectievelijk om 59 en 66 van de 156 bedrijven. Wanneer geen specifieke bemonsteringsgegevens bekend waren, is gebruik gemaakt van BLGG-gemiddelden.

Om inzicht te geven in de variatie in gehalten in het voer in de praktijk is gekeken naar de P / kVEM-verhouding van het totale rantsoen (tabel 5) en de P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer (tabel 6). Bij niet-ruwvoer gaat het vooral om mengvoer, enkelvoudig krachtvoer en bijproducten. In tabel 7 staat weergegeven welk deel van de totale Popname van de melkveestapel uit niet-ruwvoer afkomstig was.

**Tabel 5** P / kVEM-verhouding rantsoen (x 1000)

	2006	2007
# bedrijven	101	156
Gem	3,24	3,23
Stdev	0,36	0,39
10% percentiel	3,79	3,75
90% percentiel	3,75	3,72

Uit tabel 5 blijkt dat:

- de gemiddelde P / kVEM-verhouding van het rantsoen in 2007 4,23 bedraagt;
- de gemiddelde P / kVEM-verhouding van het rantsoen in 2007 vrijwel niet is veranderd t.o.v. 2006;
- 80% van de bedrijven in 2007 een P / kVEM-verhouding van het rantsoen heeft tussen 3,75 en 4,72;
- de spreiding in P / kVEM-verhouding van het rantsoen in 2007 niet heel veel afwijkt t.o.v. 2006.

**Tabel 6** P / kVEM-verhouding niet-ruwvoer (x 1000)

	2006	2007
# bedrijven	101	156
Gem	5,17	5,07
Stdev	0,79	0,94
10% percentiel	3,39	3,11
90% percentiel	5,90	5,98

Uit tabel 6 blijkt dat:

- de gemiddelde P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer in 2007 5,07 bedraagt;
- de gemiddelde P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer in 2007 licht is gedaald t.o.v. 2006;
- 80% van de bedrijven in 2007 een P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer heeft tussen 4,11 en 5,98;
- de spreiding in P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer in 2007 is toegenomen t.o.v. 2006.

**Tabel 7** Aandeel niet-ruwvoer in de Popname (%)

	2006	2007
# bedrijven	101	156
Gem	32,4	32,3
Stdev	8,5	8,8
10% percentiel	21,1	22,1
90% percentiel	42,0	43,8

Uit tabel 7 blijkt dat:

- het gemiddelde aandeel niet-ruwvoer in de P-opname in 2007 32,3% bedraagt;
- het gemiddelde percentage niet-ruwvoer in de P-opname in 2007 vrijwel niet is veranderd t.o.v. 2006;
- 80% van de bedrijven in 2007 een aandeel niet-ruwvoer in de P-opname heeft tussen 22,1 en 43,8;
- de spreiding in Percentage niet-ruwvoer in de P-opname in 2007 licht is toegenomen t.o.v. 2006.

### 3.2 Variatie in fosfaatexcreties tussen praktijkbedrijven

De bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie is op melkveestapelniveau berekend volgens de 'Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee'. De excretie wordt uitgedrukt per GVE (tabel 8 en figuur 7) en per 1000 kg melk (tabel 9 en figuur 8).

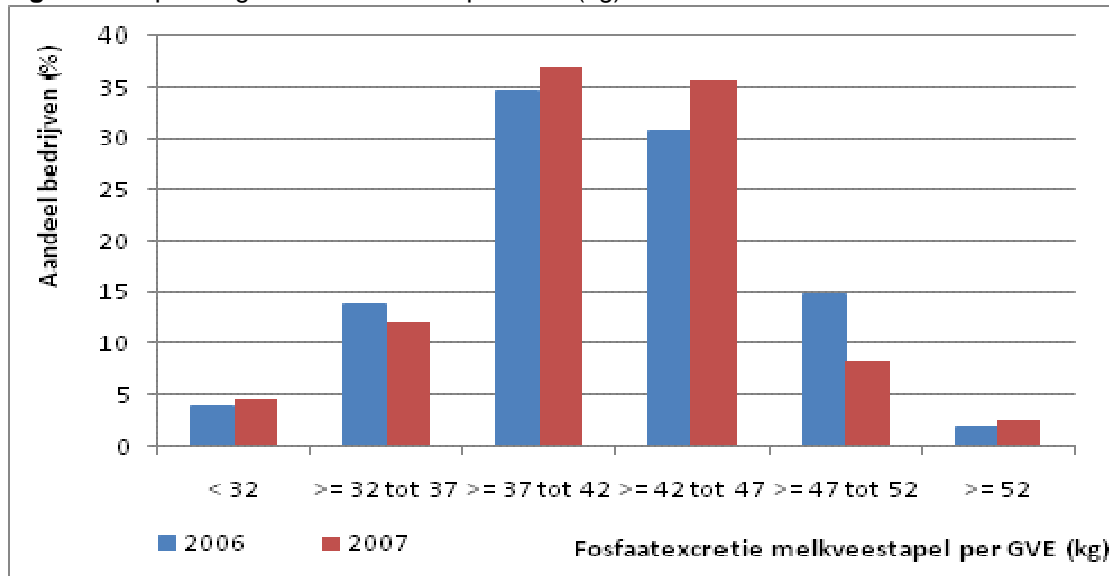
**Tabel 8** Fosfaatexcretie melkveestapel per GVE (kg)

	2006	2007
# bedrijven	101	156
Gem	41,8	41,5
Stdev	5,4	5,2
10% percentiel	35,5	35,4
90% percentiel	49,0	47,1

Uit tabel 8 blijkt dat:

- de gemiddelde fosfaatexcretie per GVE in 2007 41,5 kg bedraagt;
- de gemiddelde fosfaatexcretie per GVE in 2007 nauwelijks is veranderd t.o.v. 2006;
- 80% van de bedrijven in 2007 een fosfaatexcretie per GVE heeft tussen 35,4 en 47,1;
- de spreiding in fosfaatexcretie per GVE in 2007 iets kleiner is in vergelijking met 2006.

**Figuur 7** Spreiding in fosfaatexcretie per GVE (kg)



Uit figuur 7 blijkt dat:

- ongeveer 73% van de bedrijven in 2007 een fosfaatexcretie per GVE heeft van 37 tot 47 kg. Van de overige bedrijven heeft ongeveer 17% een lagere excretie en ongeveer 11% een hogere excretie.
- ongeveer 65% van de bedrijven in 2006 een fosfaatexcretie per GVE heeft van 37 tot 47 kg. Van de overige bedrijven heeft ongeveer 17% een lagere excretie en ongeveer 18% een hogere excretie.

**Tabel 9** Fosfaatexcretie melkveestapel per 1000 kg FPCM (kg)

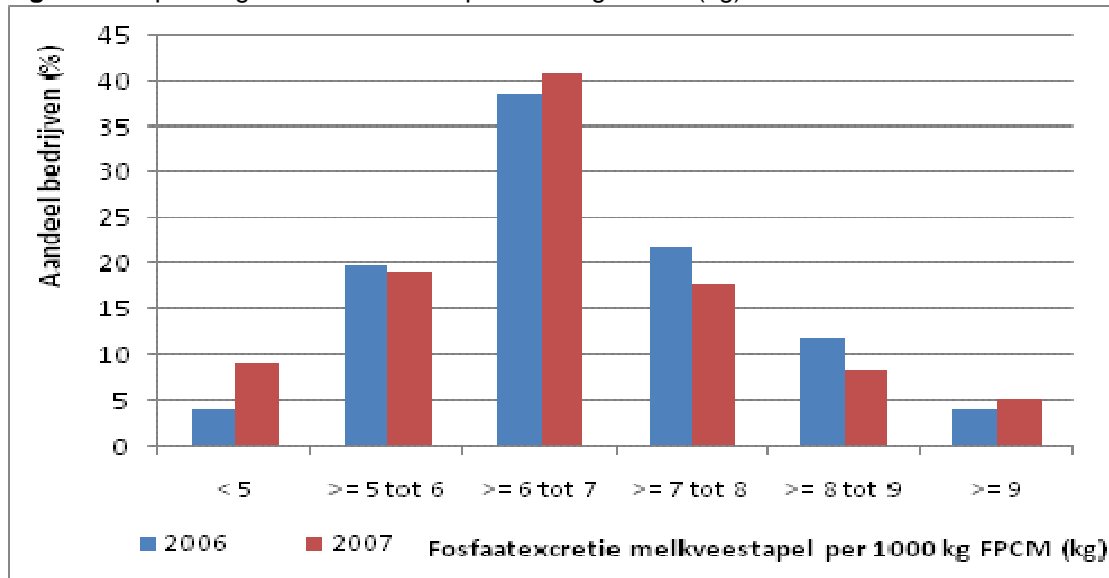
	2006	2007
# bedrijven	101	156
Gem	6,,75	6,64
Stdev	1,08	1,30
10% percentiel	5,48	5,07
90% percentiel	8,17	8,20

Uit tabel 9 blijkt dat:

- de gemiddelde fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM in 2007 6,64 kg bedraagt;
- de gemiddelde fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM in 2007 iets is afgenomen t.o.v. 2006;
- 80% van de bedrijven in 2007 een fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM heeft tussen 5,07 en 8,20;
- de spreiding in fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM in 2007 groter is in vergelijking met 2006.



**Figuur 8** Spreiding is fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM (kg)



Uit figuur 8 blijkt dat:

- Ongeveer 59% van de bedrijven in 2007 een fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM heeft van 37 tot 47 kg. Van de overige bedrijven heeft ongeveer 28% een lagere excretie en ongeveer 13% een hogere excretie.
- Ongeveer 60% van de bedrijven in 2006 een fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM heeft van 37 tot 47 kg. Van de overige bedrijven heeft ongeveer 24% een lagere excretie en ongeveer 16% een hogere excretie.

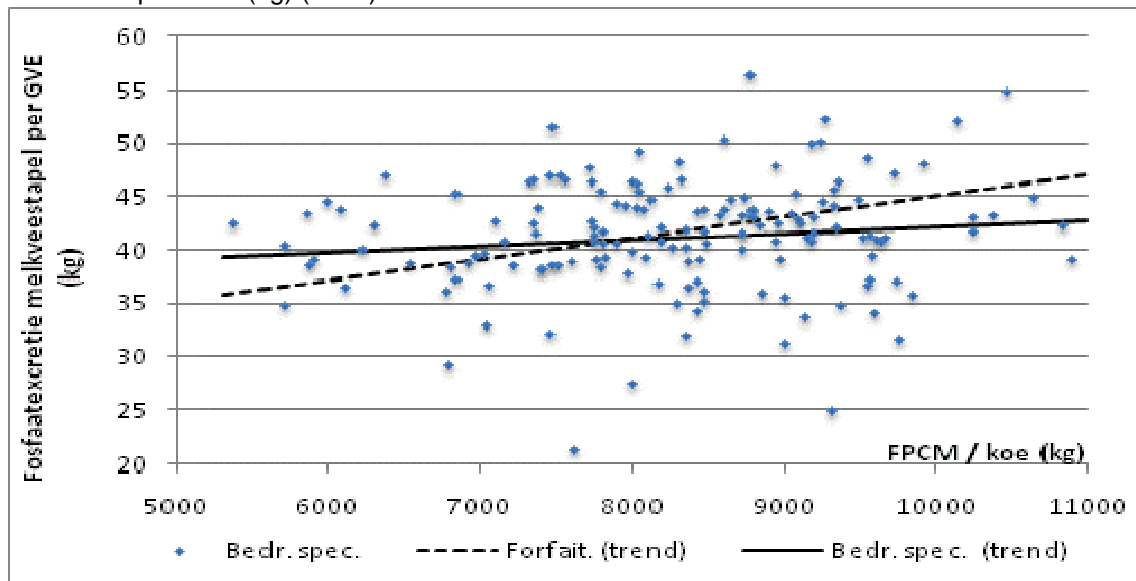
### 3.3 Samenhang tussen bedrijfsopzet/-voering, fosfaatexcretie en andere bedrijfsprestaties

In deze paragraaf wordt gekeken of er verbanden zijn tussen bedrijfsopzet/-voering en fosfaatexcreties. Omdat bleek dat bij de excreties per 1000 kg FPCM en per 1000 kg FPCM het gemiddelde en de spreiding in 2006 en 2007 niet veel van elkaar verschilden en omdat de spreiding in 2007 betrouwbaarder is door een betere datakwaliteit (meer bedrijfsspecifieke gegevens beschikbaar), is deze paragraaf gebaseerd op data uit het jaar 2007.

#### 3.3.1 Samenhang bedrijfsopzet/-voering en fosfaatexcretie

In de figuren 9 en 10 staat respectievelijk de melkproductie per koe (in kg FPCM) en de melkproductie per ha voedergewas (in kg FPCM) uitgezet tegen de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE.

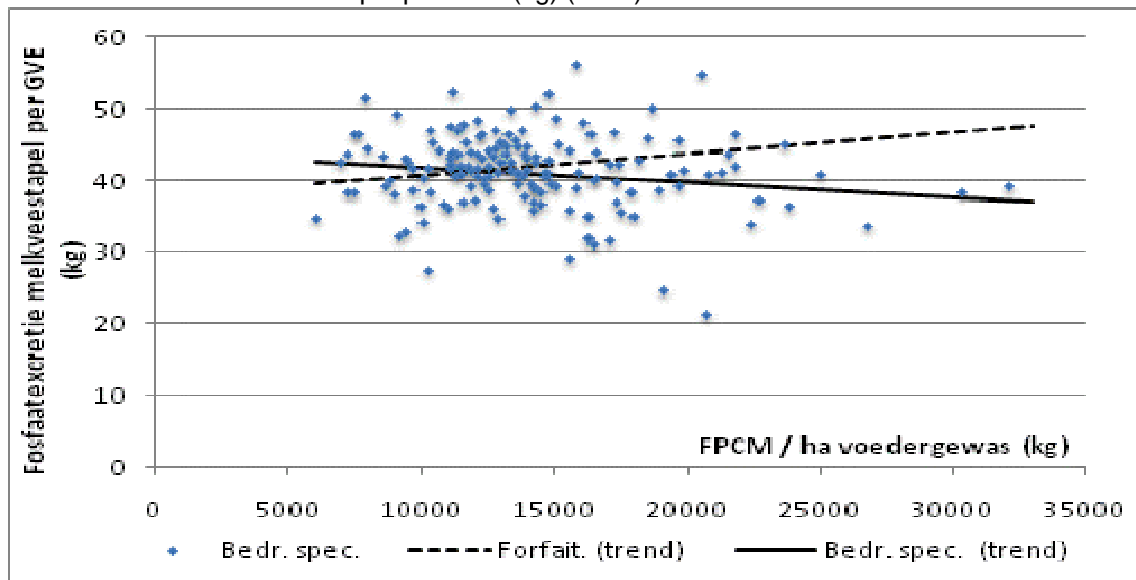
**Figuur 9** Melkproductie per koe (in kg FPCM) in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



Uit figuur 9 blijkt dat:

- er samenhang is tussen de melkproductie per koe en de forfaitaire fosfaatexcretie per GVE (zwarte stippellijn, afzonderlijke datapunten zijn niet weergegeven). De forfaitaire excretie neemt toe naarmate de melkproductie per koe toeneemt, wat een gevolg is van de berekeningswijze (forfaits zijn gekoppeld aan melkproductieclassen per koe).
- de bedrijfsspecifieke berekeningswijze (zwarte lijn, afzonderlijke datapunten wel weergegeven in puntenwolk) een minder sterke samenhang laat zien tussen de melkproductie per koe en de hoogte van de fosfaatexcretie per kg GVE.

**Figuur 10** Melkproductie per ha voedergewas (in kg FPCM) in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)

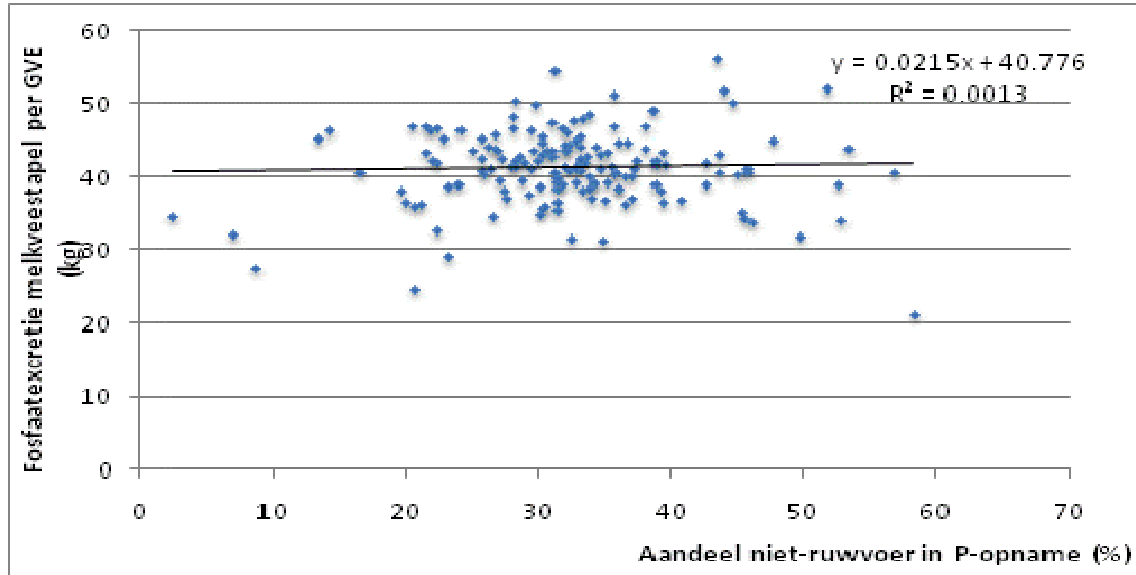


Uit figuur 10 blijkt dat:

- er samenhang is tussen de FPCM-productie per ha voedergewas en de forfaitaire fosfaatexcretie per GVE (zwarte stippellijn, afzonderlijke datapunten zijn niet weergegeven). De forfaitaire excretie neemt toe naarmate de FPCM-productie per ha voedergewas toeneemt. Dit heeft te maken met het feit dat de forfaitaire fosfaatexcretie per koe afhangt van de melkproductie per koe en de melkproductie per koe gecorreleerd is aan de FPCM-productie per ha.

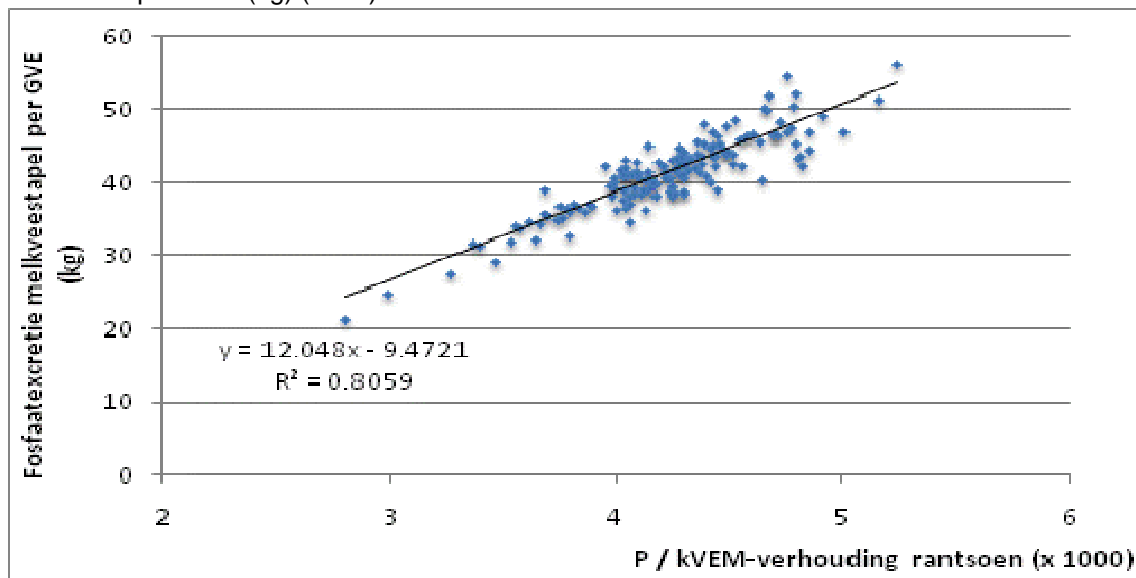
- De bedrijfsspecifieke berekeningswijze (zwarte lijn, afzonderlijke datapunten wel weergegeven in puntenwolk) een minder sterk en zelfs tegenovergestelde samenhang (daling excretie bij stijging FPCM/ha) laat zien tussen de FPCM-productie per ha voedergewas en de hoogte van de fosfaatexcretie per kg GVE.

**Figuur 11** Aandeel niet-ruwvoer in de P-opname (%) in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



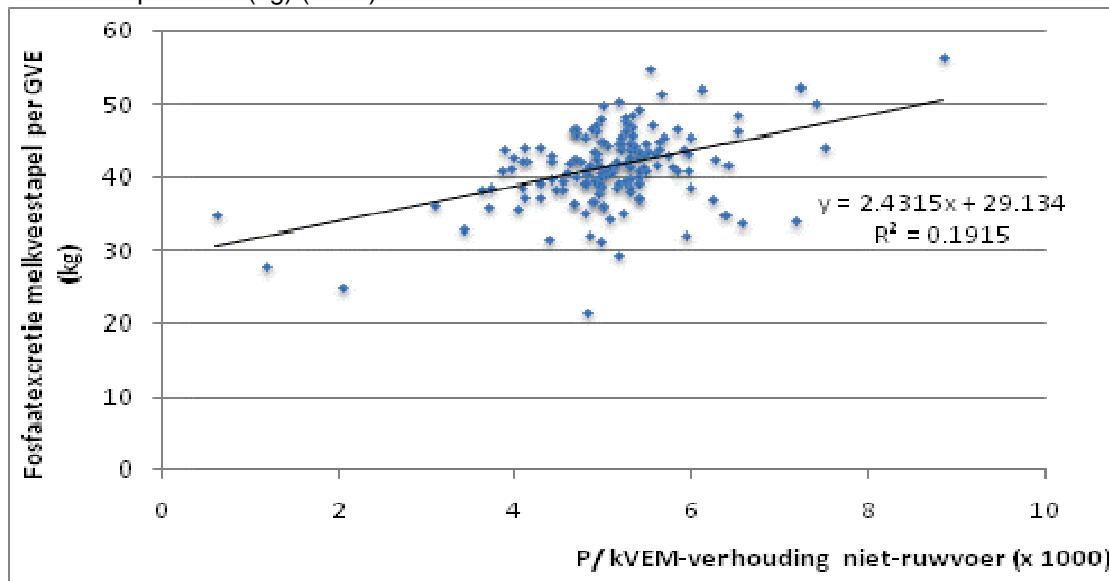
Uit figuur 3.5 blijkt dat er geen samenhang is tussen het aandeel niet-ruwvoer in de P-opname en de fosfaatexcretie per GVE.

**Figuur 12** P / kVEM-verhouding rantsoen in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



Uit figuur 12 blijkt dat er een zeer sterke samenhang is tussen de P / kVEM-verhouding van het rantsoen en de fosfaatexcretie per GVE.

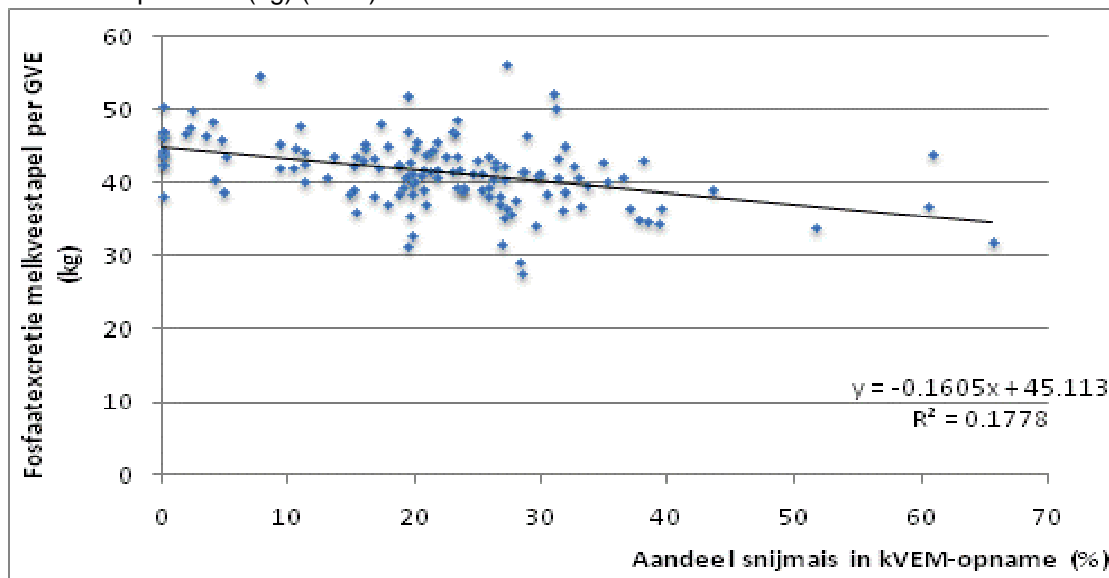
**Figuur 13** P / kVEM-verhouding niet-ruwvoer in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



Uit figuur 13 blijkt dat:

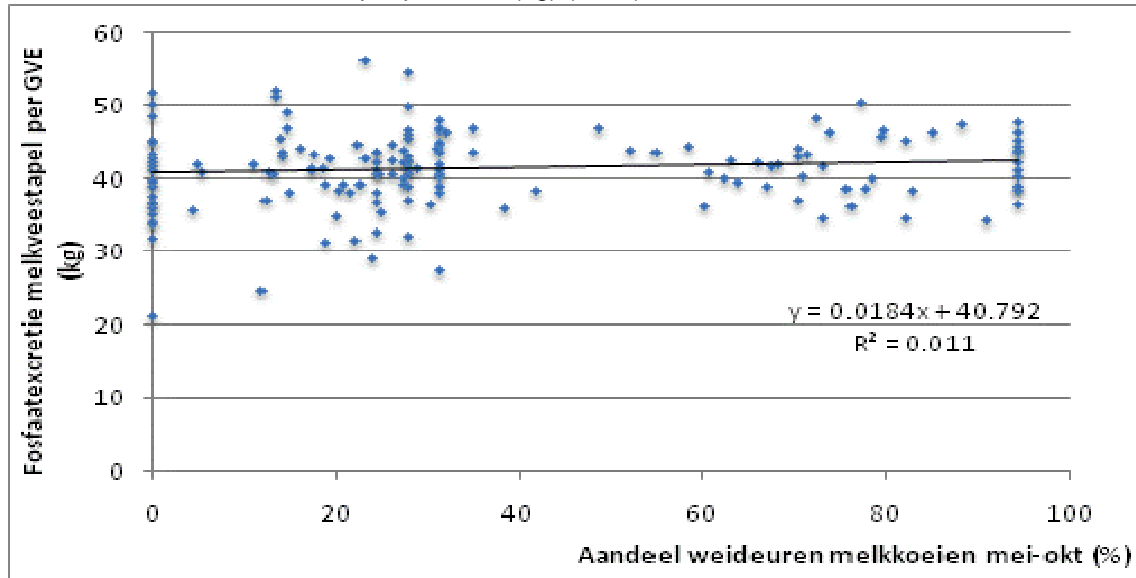
- er is een beperkte samenhang is tussen de P / kVEM-verhouding van het niet-ruwvoer en de fosfaatexcretie per GVE;
- deze samenhang veel minder sterk is in vergelijking met de samenhang tussen de P / kVEM-verhouding van het totale rantsoen en de fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM. De P-opname uit niet-ruwvoer maakt in 2007 echter ook maar 32,3% uit van de totale P-opname.

**Figuur 14** Aandeel snijmais in kVEM-opname in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



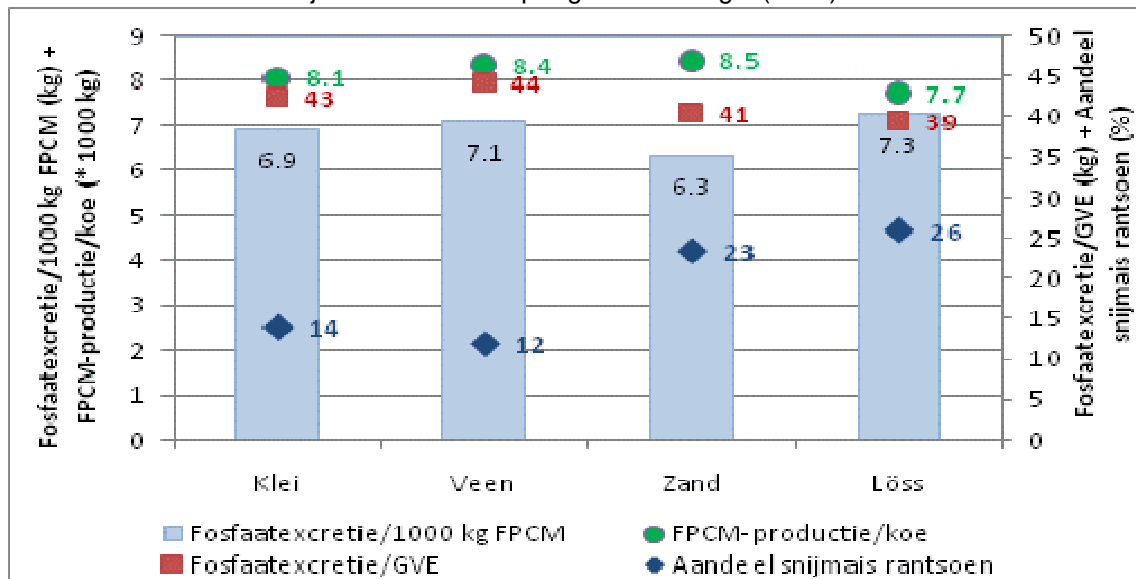
Uit figuur 14 blijkt dat het aandeel snijmais in het rantsoen samenhangt met de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE. Een hoger aandeel snijmais in de kVEM-opname leidt tot lagere excreties per GVE.

**Figuur 15** Aandeel weideuren van melkkoeien in mei-okt (%) in relatie tot de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE (kg) (2007)



Uit figuur 15 blijkt dat het aandeel weide-uren in de periode mei - oktober niet samenhangt met de fosfaatexcretie van de melkveestapel per GVE.

**Figuur 16** Fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM, fosfaatexcretie per GVE, FPCM-productie/koe en aandeel snijmais in rantsoen per grondsoortregio (2007)



Uit figuur 16 blijkt dat:

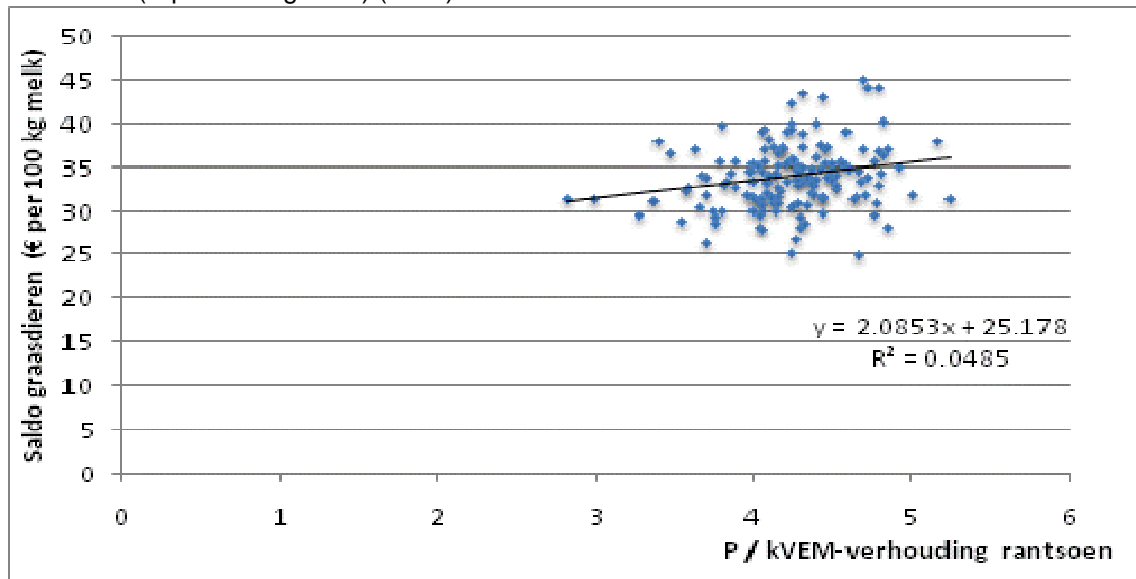
- de fosfaatexcretie per GVE toeneemt in de volgorde löss < zand < klei < veen;
- de fosfaatexcretie per 1000 kg FPCM juist het hoogst is op de lössbedrijven, wat komt door de lage FPCM-productie per koe (7.700 kg) in vergelijking met de andere grondsoortregio's;
- de grondsoortregio's met de laagste fosfaatexcretie per GVE (löss en zand) het hoogste aandeel snijmais in het rantsoen hebben.

Op basis van bovenstaande figuren kan geconcludeerd worden dat de fosfaatexcretie per GVE vooral afhangt van de P / kVEM-verhouding van het rantsoen, het aandeel snijmais in het rantsoen en de FPCM-productie per koe. Daarom is met deze variabelen ook een multiple regressie uitgevoerd, waarbij bleek dat de P / kVEM-verhouding van het rantsoen en de FPCM-productie per koe gezamenlijk voor 98% de spreiding in de bedrijfsspecifieke fosfaatexcretie per koe verklaren.

### 3.3.2 Samenhang P / kVEM-verhouding rantsoen en andere bedrijfsprestaties

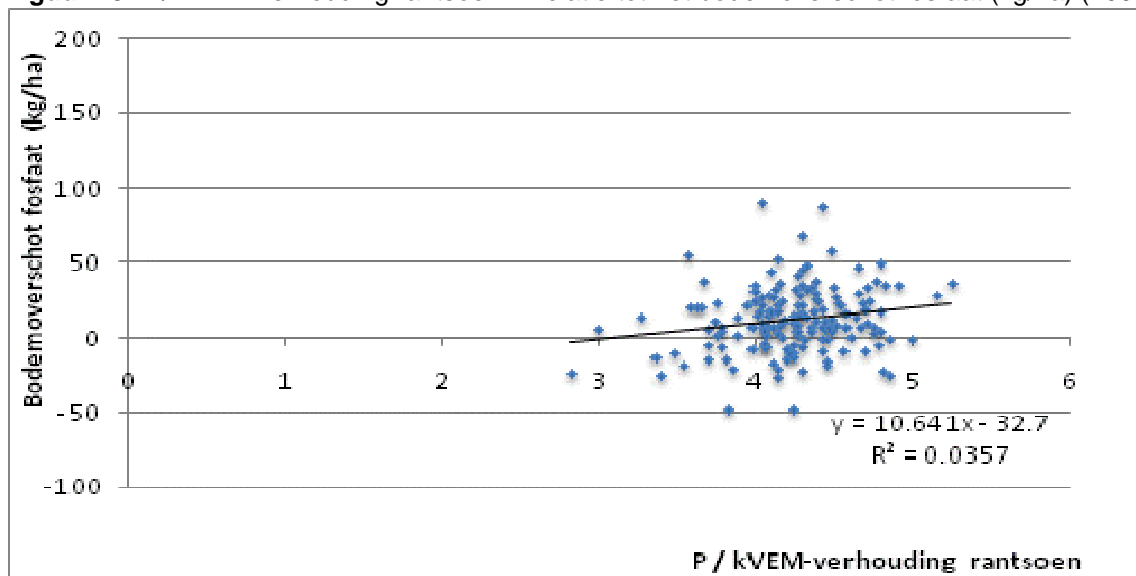
Uit paragraaf 3.3.1. bleek dat er een sterke samenhang bestaat tussen de P / kVEM-verhouding van het rantsoen en de fosfaatexcretie per GVE. Door te sturen op een lage P / kVEM-verhouding in het rantsoen, kunnen melkveehouders de fosfaatexcretie per GVE verlagen. In deze paragraaf bekijken we of er ook verbanden zijn tussen de P / kVEM-verhouding van het rantsoen en het saldo en de P / kVEM-verhouding van het rantsoen en het fosfaatoverschot.

**Figuur 17** P / kVEM-verhouding rantsoen in relatie tot het saldo graasdieren (€ per 100 kg melk) (2007)



Uit figuur 17 blijkt dat het saldo graasdieren daalt wanneer de P / kVEM-verhouding lager wordt. Het verband is echter erg zwak. Minder dan 5% van de spreiding in het saldo graasdieren kan worden verklaard door de spreiding in de P / kVEM-verhouding van het rantsoen.

**Figuur 18** P / kVEM-verhouding rantsoen in relatie tot het bodemoverschot fosfaat (kg/ha) (2007)



Uit figuur 18 blijkt dat het bodemoverschot fosfaat toeneemt wanneer de P / kVEM-verhouding van het rantsoen stijgt. Het verband is echter zwak en minder dan 4% van de spreiding in het bodemoverschot fosfaat kan worden verklaard door de spreiding in de P / kVEM-verhouding van het rantsoen.

### **3.4 Conclusie**

De verlaging van de P / kVEM-verhouding van het rantsoen blijkt een effectieve manier om de fosfaatexcretie per GVE te verlagen. De motivatie om hier als melkveehouder op te sturen wordt versterkt wanneer zou blijken dat verlaging van de P / kVEM-verhouding ook kan leiden tot verhoging van het saldo en verlaging van het bodemoverschot fosfaat. Een lagere P/ kVEM-verhouding in het rantsoen blijkt echter in 2007 niet samen te gaan met een hoger saldo. Mogelijk dat bij aanscherping van de normen na 2007 er wel een verband is met het saldo. In 2007 was namelijk de stikstofnorm voor dierlijke mest meer beperkend dan de fosfaatnorm, maar bij aanscherping van de fosfaatnorm zal deze norm meer beperkend worden. Ook kan worden nagegaan hoe men ondernemers kan stimuleren om de P / kVEM-verhouding in het rantsoen te verlagen. Dit zou een positief effect hebben op het nationale mest- en mineralenprobleem.

## 4 P-verlagende voerstrategieën in de varkenshouderij

### 4.1 Inleiding

Vanuit milieuoogpunt dient de uitscheiding van fosfaat door landbouwhuisdieren zoveel mogelijk beperkt te worden. Dit houdt in dat de voorziening van P met het voer zoveel mogelijk in overeenstemming is met de fysiologische behoefte aan P, en dat de benutting van P in het voer zo hoog mogelijk moet zijn. De behoefte aan P voor varkens wordt uitgedrukt in de hoeveelheid verteerbaar P (vP). Het voer bevat in het algemeen onvoldoende vP, zodat het voer aangevuld moet worden met P uit voederfosfaten of met microbiële fytase.

Deze notitie gaat in op de fysiologische behoefte aan vP bij de diverse categorieën varkens en vervolgens op de uitscheiding van P. Daarna gaan we na welke mogelijkheden er zijn om tot een verdere vermindering van de P-uitscheiding te komen.

### 4.2 Fosforbehoefte bij varkens

De P-behoefte bij varkens wordt uitgedrukt in de hoeveelheid vP, of uitgedrukt in gram per dag of in g/kg voer. In 2003 is de laatste update geweest voor het schatten van de behoefte aan vP door diverse diercategorieën (Jongbloed et al., 2003). Hiervoor is belangrijk de gehalten aan N en P in de diverse diercategorieën te kennen. Dit is weergegeven in tabel 10.

**Tabel 10** Gewichten van diverse categorieën varkens en mineralgehalten in varkens voor 2008 (Jongbloed en Kemme, 2002b)

	Levend gewicht	Stikstof (N)	Fosfor (P)
	kg	g/kg	
Dodgeboren big	1,3	18,7	6,2
Uitval biggen	2,8	23,1	5,4
Big bij afleveren <sup>1)</sup>	25,4	24,8	5,3
Vleesvarken <sup>1)</sup>	116,6	25,0	5,4
Opfokzeug	140	24,9	5,4
Fokzeug	220	25,0	5,4
Fokbeer	325	25,0	5,4

<sup>1)</sup> Gewicht wordt jaarlijks geactualiseerd op basis van Agrovision

Op basis van de gehalten in dieren zijn met de factoriële methode de behoefte voor de vleesvarkens en fokzeugen geschat. De geschatte vP-behoefte en die van calcium (Ca) is weergegeven in tabel 11. De vP en Ca-behoefte is uitgedrukt in g per hoeveelheid Energiewaarde (= EW; 8,79 MJ/kg voer).

**Tabel 11** Samenvatting van de praktische aanbevelingen voor vP en Ca bij varkens

Categorie	vP (g.kg EW <sup>-1</sup> )	Ca (g.kg EW <sup>-1</sup> )
Big tot 2 week na spenen	3,2	8,0
Big vanaf 2 week na spenen	3,4	9,5
Vleesvarken van 25 tot 45 kg	2,4	6,9
Vleesvarken van 45 tot 70 kg	2,1	6,3
Vleesvarken van 70 kg tot slachten	1,9	5,7
Vleesvarken van 45 kg tot slachten	2,0	6,0
Zeug tot 70 dagen dracht	1,5	5,0
Zeug vanaf 70 dagen dracht	2,2	7,3
Zeug gehele dracht	2,1	6,9
Lacterende zeug	2,7	7,7

Uit tabel 11 is af te leiden dat de gewenste concentratie aan vP in het voer sterk afhankelijk is van de fysiologische status van de diercategorie.

Aangezien een factoriële benadering van de vP-behoefte is genomen, kan afhankelijk van de dierprestaties uitgerekend worden wat de vP-behoefte is. Voor vleesvarkens geldt dat de vP-behoefte afhankelijk is van het lichaamsgewicht en de groeisnelheid. In tabel 12 is dat verder uitgewerkt voor



vleesvarkens (zeugen met een hoge voeropnamecapaciteit, groei 814 g/d, en een EW-conversie van 2,81).

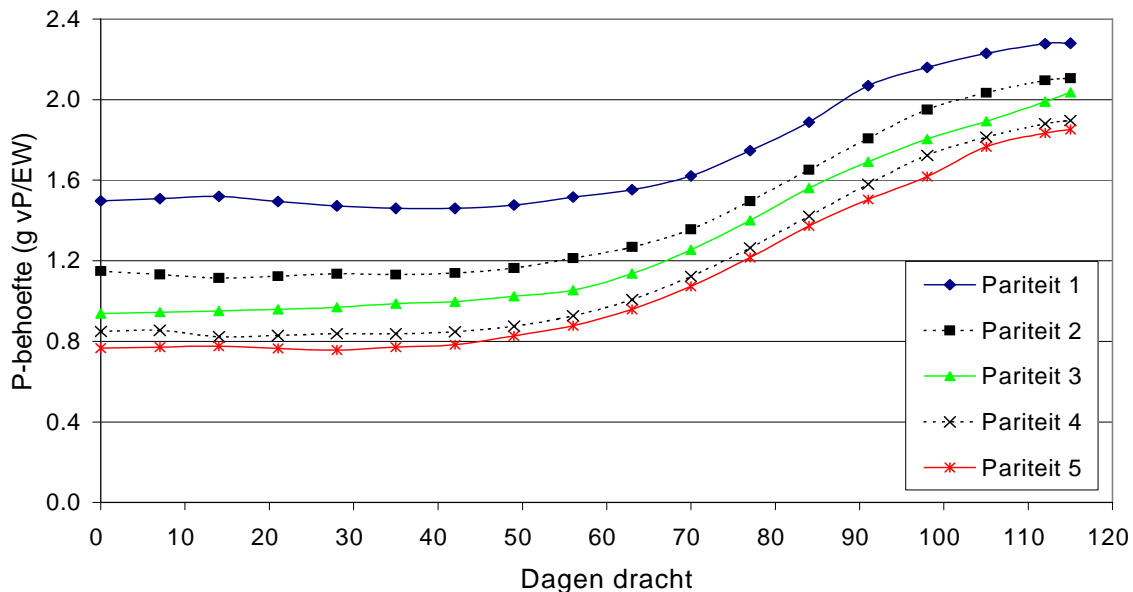
**Tabel 12** Schatting van de behoefte aan Ca en vP van zeugen met een hoge voeropnamecapaciteit en een gemiddelde groei van 814 g.dag<sup>-1</sup> (type goed)

Dag	EW-gift	Levend gewicht (kg)	Groei (kg.d <sup>-1</sup> )	Behoefte aan verteerbaar P			In voer		
				Onderhoud (g.d <sup>-1</sup> )	Groei (g.d <sup>-1</sup> )	Totaal (g.d <sup>-1</sup> )	Ca (g.d <sup>-1</sup> )	vP (g.EW <sup>-1</sup> )	Ca (g.EW <sup>-1</sup> )
1	1,05	25,0	<b>0,49</b>	0,18	2,46	2,63	7,63	2,39	6,94
8	1,22	28,4	0,56	0,20	2,82	3,02	8,76	2,38	6,90
15	1,38	32,3	0,61	0,23	3,11	3,34	9,69	2,34	6,78
22	1,54	36,6	0,67	0,26	3,41	3,67	10,63	2,29	6,65
29	1,70	41,3	0,71	0,29	3,63	3,92	11,38	2,22	6,43
36	1,86	46,3	0,74	0,32	3,79	4,11	12,33	2,13	6,39
43	2,03	51,5	0,80	0,36	4,08	4,44	13,33	2,12	6,35
50	2,19	57,1	0,83	0,40	4,24	4,64	13,91	2,04	6,13
57	2,35	62,9	0,87	0,44	4,47	4,91	14,72	2,02	6,06
64	2,51	69,0	0,91	0,48	4,70	5,18	15,53	1,99	5,97
71	2,68	75,4	0,94	0,53	4,85	5,38	16,14	1,94	5,83
78	2,84	82,0	0,97	0,57	5,01	5,58	16,75	1,91	5,72
85	2,98	88,8	1,01	0,62	5,24	5,86	17,59	1,89	5,67
92	3,00	95,9	1,00	0,67	5,18	5,85	17,55	1,86	5,57
99	3,00	102,9	0,97	0,72	5,04	5,76	17,29	1,83	5,49
106	3,00	109,7	0,97	0,77	5,05	5,82	17,46	1,85	5,54
113	3,00	116,5	-	-	-	-	-	-	-

In Belgisch onderzoek waar men kruisingstypen met Piëtrain onderzocht, werd een duidelijk lagere hoeveelheid P in het dier gevonden dan volgens de andere studies. Mogelijk hebben deze varkens een hogere vlees-bot verhouding dan andere typen dieren. Dit impliceert dan ook een lagere P-aanzet per kg groei.

Bij lacterende fokzeugen is de vP-behoefte afhankelijk van het lichaamsgewicht, het aantal levend geboren biggen en de groei van de biggen bij de zeug. Bij een groei van de biggen van 25 g/d meer neemt de vP-behoefte met 1,65 g/d toe. Bij drachtige zeugen is de vP-behoefte sterk afhankelijk van het stadium van de dracht (figuur 19).

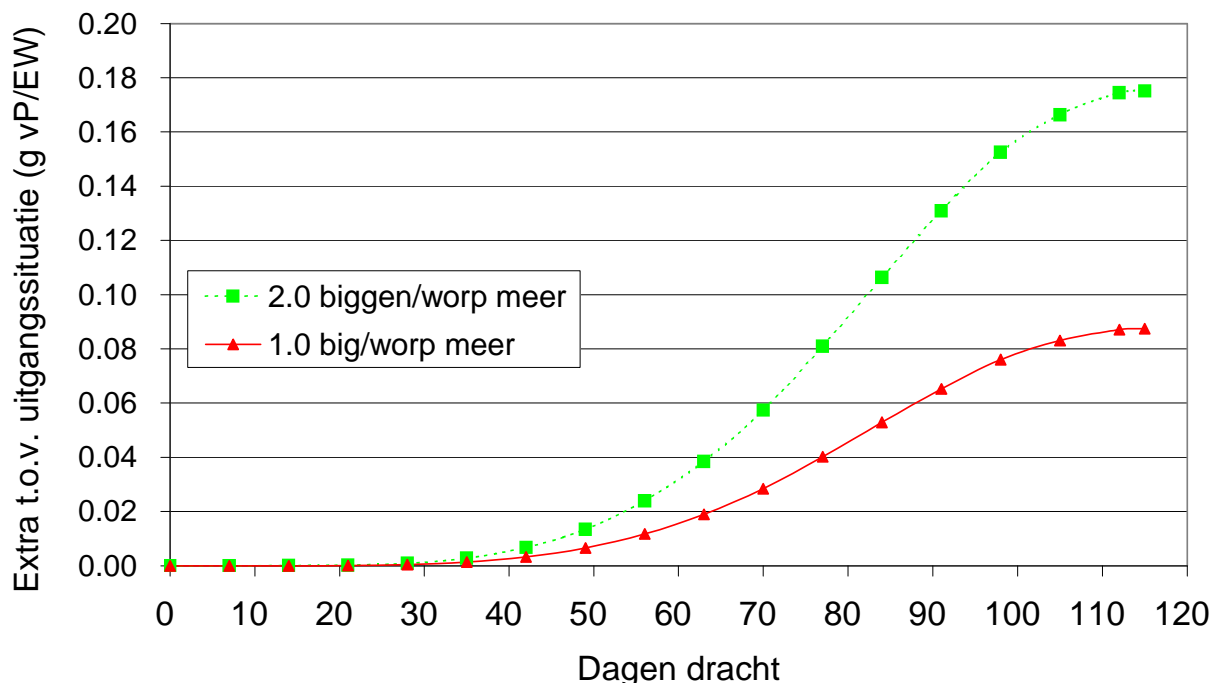
**Figuur 19** Verloop van de vP-behoefte van guste en drachtige zeugen (g vP /EW)



Uit figuur 19 blijkt dat de behoefte aan vP/EW bij drachtige gelten (pariteit 1) met name in het eerste deel van de dracht duidelijk hoger is dan die van tweede- en oudereworpszeugen. Wanneer de norm

voor alle pariteiten wordt bepaald door die van drachtige gelten, kan tot dag 70 voor alle zeugen volstaan worden met een vP-gehalte van 1,5 g/EW. Daarna dient het vP-gehalte 2,2 g/EW te bedragen. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat zeugen na dag 105 naar de kraamstal worden overgebracht en vervolgens lactatievoer krijgen. In figuur 20 is aangegeven hoeveel de vP-behoefte bij drachtige zeugen toeneemt als er een of twee biggen meer aanwezig zijn.

**Figuur 20** Verhoging van de P-behoefte (g vP/EW) in de loop van de dracht bij meer biggen per worp



Aangezien de dierprestaties per tijdseenheid continu toenemen, dienen de aanbevolen behoeftenormen regelmatig geëvalueerd te worden.

#### 4.3 De opname aan P en de uitscheiding ervan door varkens

Voor het schatten van de opname en uitscheiding van P is de WUM-systematiek gevolgd (Jongbloed en Kemme, 2005). De Werkgroep Uniformering berekeningswijze Mest- en mineralencijfers (WUM) stelt jaarlijks de uitscheidingsfactoren voor P vast. In deze werkgroep zijn diverse instanties vertegenwoordigd die basisgegevens aanleveren voor de berekening. Het doel van de WUM is een uniforme berekening van de landelijke mestproductie en mineralenuitscheiding.

Er wordt gewerkt met twee categorieën dieren, namelijk fokzeugen met biggen tot circa 25 kg en vleesvarkens van ongeveer 25 tot circa 110 kg. We presenteren eerst de resultaten van de vleesvarkens en daarna die van de fokzeugen. Voor gehalten in de voeders is uitgegaan van de gehalten van 2007, omdat die voor 2008 nog niet definitief zijn (Van Bruggen, 2009).

In tabel 13 is een overzicht gegeven van opties om tot een lagere P-uitscheiding bij vleesvarkens te komen, terwijl dit in bijlage 4 meer gedetailleerd is weergegeven. 'Gemiddeld' slaat op de gehalten in varkensvoeders die in de praktijk gemiddeld werden gevonden (Van Bruggen, 2009).

'Fasenvoeding' geeft aan dat drie verschillende voeders worden verstrekt: een startvoer, een groeivoer en een eindvoer. De kolom 'fytase' geeft aan dat er meer of krachtiger fytasen aan het voer worden toegevoegd. De kolom 'Contr.' is het controlevoer dat in een specifieke proef met een 'Hoog energievoer' werd verstrekt. Dit voeder is onlangs in de praktijk gelanceerd (Cehave-Landbouwbelang, 2009). Tabel 13 laat zien dat door de 3-fasenvoeding de P-uitscheiding met circa 0,08 kg per vleesvarken per jaar verminderd wordt ten opzichte van de situatie 'gemiddeld'. Indien meer en krachtiger fytasen in varkensvoer worden aangewend, kan de uitscheiding van P ten opzichte van 'gemiddeld' met 0,23 kg per jaar verminderd worden. Een belangrijk aspect hierbij is wat de prijs van fytase per hoeveelheid gegenereerd vP is vergeleken met de prijs van vP uit voederfosfaat.

**Tabel 13** Opname, retentie en uitscheiding van P bij vleesvarkens per jaar

Vleesvarkens van circa 25 kg tot circa 110 kg		Gemiddeld	Fasenvoeding	Meer fytase	Contr.	Hoog-energievoer
<b>Uitgangspunten</b>	Dimensie	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2009</b>
Aantal mestdagen	d	117	117	117	114	111
Begingewicht	kg	25,6	25,6	25,6	23,3	23,3
Eindgewicht	kg	116,6	116,6	116,6	115,4	117,1
Voederconversie		2,75	2,75	2,75	2,62	2,00
Groeisnelheid	g/d	779	779	779	808	844
P-gehalte startvoer	g/kg	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>
P-gehalte groeivoer	g/kg	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	-	-
P-gehalte eindvoer	g/kg	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,8</b>	<b>3,8</b>
Totale opname voer	kg	250,3	250,3	250,3	241,3	187,6
<b>Per jaar</b>						
Omrekeningsfactor naar jaar		3,12	3,12	3,12	3,20	3,28
Totaal P-opname	kg	3,69	3,62	3,46	3,68	2,43
Retentie P in vlees	kg	1,53	1,53	1,53	1,58	1,65
Excretie P	kg	2,17	2,09	1,94	2,09	0,77
<b>Excretie P (relatief)</b>	%	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>37</b>
<b>Retentie</b>	%	<b>41,3</b>	<b>42,2</b>	<b>44,1</b>	<b>43,1</b>	<b>68,1</b>

Zoals vermeld kan met drastische verandering van de grondstoffensamenstelling van het voer een grote vermindering van de P-uitscheiding worden bewerkstelligd. Als voorbeeld is in tabel 13 een vergelijking gegeven van een controlevoer (Contr.) met die van een hoog-energievoer. Hoewel de grondstoffensamenstelling van het hoog-energievoer niet bekend is, is wel duidelijk dat het voer grondstoffen bevat met relatief lage P-gehalten: het eindvoer bevat slechts 3,8 g P/kg, terwijl het controlevoer 4,8 g P/kg bevat. Mede door een zeer gunstige voederconversie (2,00 vs. 2,62) is de P-uitscheiding per vleesvarken per jaar slechts 0,77 kg vergeleken met 2,09 kg voor het controlevoer. De berekende benutting (retentie) van P in het hoog-energievoer is op basis van de gegeven uitgangspunten met 68% ongekend hoog, terwijl het controlevoer een benutting van 43% had. Dit voorbeeld geeft aan dat met het aanpassen van de grondstoffensamenstelling van het voer nog een flinke slag gemaakt kan worden om de P-uitscheiding van vleesvarkens verder te verminderen. Economische evaluatie moet uitwijzen of deze strategie op grotere schaal ingang zal vinden in de varkenshouderij.

In tabel 14 is een overzicht gegeven van de uitscheiding van P door fokzeugen met biggen tot circa 25 kg. Meer details staan in bijlage 5. In de berekeningen is naast de gemiddelde situatie een optie voor meerfasenvoeding en één voor meer fytase opgenomen. Bij de optie 'meer fasen' is een extra voer voor drachtige zeugen met minder dan 80 dagen dracht ingevoerd. Het P-gehalte in dit voer kan veel lager zijn dan bij meer dan 80 dagen dracht. Hierdoor is de P-uitscheiding 0,29 kg lager vergeleken met de optie 'gemiddeld'. Door meer en krachtiger fytasen te gebruiken kan de P-uitscheiding 0,65 kg lager zijn vergeleken met de optie 'gemiddeld'. Bij fokzeugen blijkt de relatieve P-uitscheiding minder verlaagd kan worden dan bij vleesvarkens.

**Tabel 14** Opname, retentie en uitscheiding van P bij fokzeugen per jaar

Fokzeug en biggen tot ca. 25 kg		Gemiddeld	Meer fasen	Meer fytase	Hogere Pvert.
Opties		2008	2008	2008	2008
<b>Uitgangspunten</b>	<b>Dimensie</b>				
Aantal levendgeboren biggen/zeug/jaar		30,9	30,9	30,9	30,9
Aantal gespeende biggen/zeug/jaar		26,9	26,9	26,9	26,9
Aantal doodgeboren biggen/zeug/jaar		2,4	2,4	2,4	2,4
Aantal dode biggen tot spenen/zeug/jaar		4,0	4,0	4,0	4,0
Aantal biggen grootgebracht/zeug/jaar		26,4	26,4	26,4	26,4
Begingewicht zeug	kg	140	140	140	140
Eindgewicht zeug	kg	220	220	220	220
Vervangingspercentage	%	45	45	45	45
Speengewicht big	kg	7,5	7,5	7,5	7,5
Eindgewicht big	kg	25,4	25,4	25,4	25,4
P-gehalte big eindgewicht	g/kg	5,32	5,32	5,32	5,32
Voederconversie biggen vanaf spenen tot startgewicht		1,64	1,64	1,64	1,64
Opname speenvoer en opfokvoer	kg/big	29,4	29,4	29,4	29,4
P-gehalte speenvoer en opfokvoer	g/kg	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>
Opname zeugenvoeders	kg/zeug/j	1165	1165	1165	1165
Aandeel lactozeugenvoer	%	35,6	35,6	35,6	35,6
Aandeel zeugenvoer dracht < 80 d dracht	%	41,9	41,9	41,9	41,9
Aandeel zeugenvoer dracht > 80 d dracht	%	22,5	22,5	22,5	22,5
P-gehalte lactozeugenvoer	g/kg	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	<b>5,2</b>	<b>5,0</b>
P-gehalte zeugenvoer dracht < 80 d dracht	g/kg	<b>5,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>3,0</b>
P-gehalte zeugenvoer dracht > 80 d dracht	g/kg	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,4</b>
<b>Per jaar per fokzeug</b>					
<b>Opname P</b>					
Speenvoer en opfokvoer	Kg	4,26	4,26	4,11	4,01
Lactozeugenvoer	Kg	2,28	2,28	2,16	2,07
zeugenvoer dracht < 80 d dracht	Kg	2,44	2,15	2,15	1,46
zeugenvoer dracht > 80 d dracht	Kg	1,31	1,31	1,23	1,16
<b>Totaal P-opname</b>	<b>Kg</b>	<b>10,30</b>	<b>10,00</b>	<b>9,64</b>	<b>8,71</b>
Retentie P in groei zeug, biggen, uitval biggen	Kg	3,94	3,94	3,94	3,94
Excretie P	Kg	6,35	6,06	5,70	4,76
<b>Excretie P (relatief)</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>75</b>
<b>Retentiepercentage P</b>	<b>%</b>	<b>38,3</b>	<b>39,4</b>	<b>40,9</b>	<b>45,3</b>

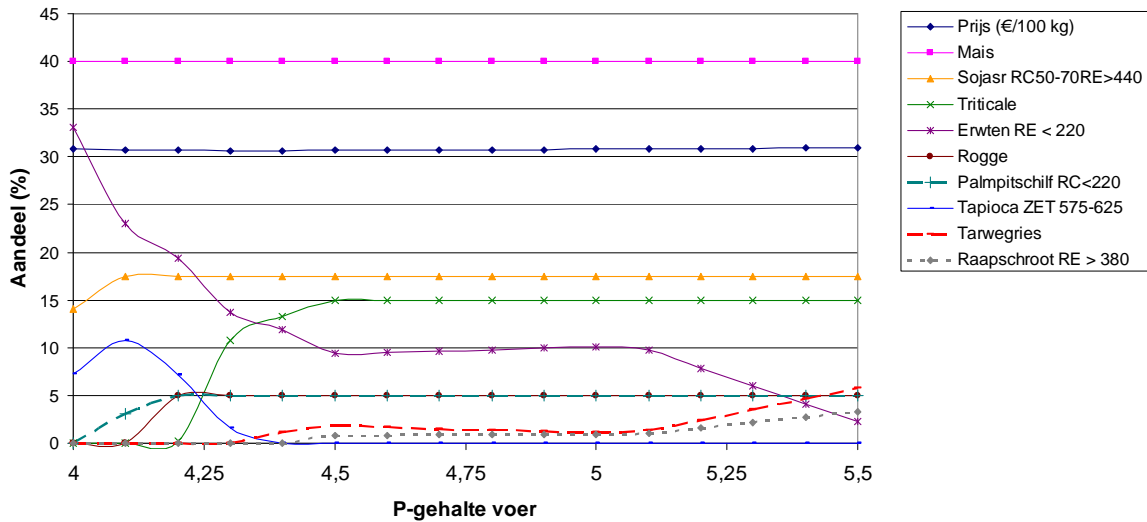
#### 4.4 Effect van verlaging fosforgehalte voer op kostprijs

Met behulp van het voeroptimalisatieprogramma Bestmix is nagegaan wat het effect is van P-verlaging op de grondstofsamenstelling van een startvoer en afmestvoer voor vleesvarkens en voor een lactozeugenvoer. Bij de berekeningen is uitgegaan van het kostprijsniveau van grondstoffen tijdens het voorjaar van 2008. Het P-gehalte van het vleesvarkensvoer werd in het traject van 5,5 tot

3,5 g/kg met telkens 0,1 g/kg verlaagd. Bij het startvoer en het lactozeugenvoer bleek het niet mogelijk om een P-gehalte onder 4,0 g/kg te realiseren.

Het startvoer bevatte 1,08 EW, 9,0 g darmverteerbaar lysine en 2,6 g verteerbaar fosfor per kg voer. Figuur 21 geeft de belangrijkste verschuivingen van het startvoer weer. Ook de prijs van het voer (€/100 kg) is in dit figuur weergegeven. Bijlage 6 vermeldt de volledige grondstofsamenstellingen en bijbehorende nutriëntengehalten.

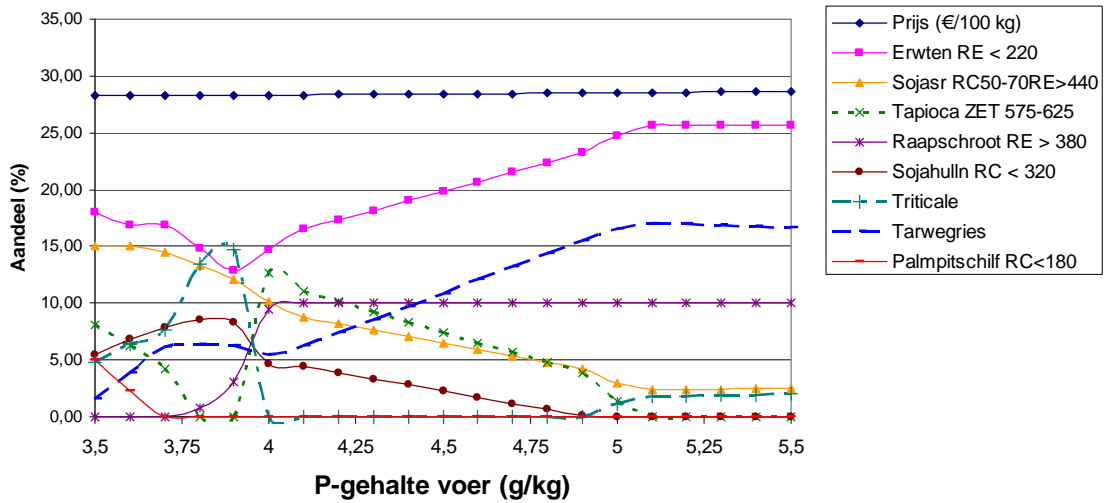
**Figuur 21** Belangrijkste verschuivingen in grondstofsamenstelling van een startvoer voor vleesvarken met een variërend P-gehalte tussen 4,0 en 5,5 g/kg



Gemiddeld bevatte een startvoer in 2007 4,8 g/kg P. Verlaging van het P-gehalte naar 4,5 g/kg resulteerde in een hoger fytasegehalte, maar had verder nauwelijks effect op de grondstofsamenstelling van het voer. Een verdere verlaging naar 4,0 g/kg ging wel gepaard met forse wijzigingen in de voersamenstelling. De niveaus van triticale, sojaschroot, rogge, palmpitschilfers en tarwegries daalden. Deze afnamen werd gecompenseerd door stijgingen van erwten en tapioca. Tot een P-gehalte van 4,3 g/kg hadden deze mutaties op basis van het prijspeil van voorjaar 2008 geen effect op de kostprijs van het voer. Verdere verlaging naar 4,0 g P/kg voer deed de kostprijs met € 0,20/100 kg toenemen.

Het afmestvoer bevatte 1,08 EW, 7,1 g darmverteerbaar lysine en 2,1 g verteerbaar fosfor per kg voer. Figuur 22 geeft de belangrijkste verschuivingen van het afmestvoer weer. Ook de prijs van het voer (€/100 kg) is in dit figuur weergegeven.

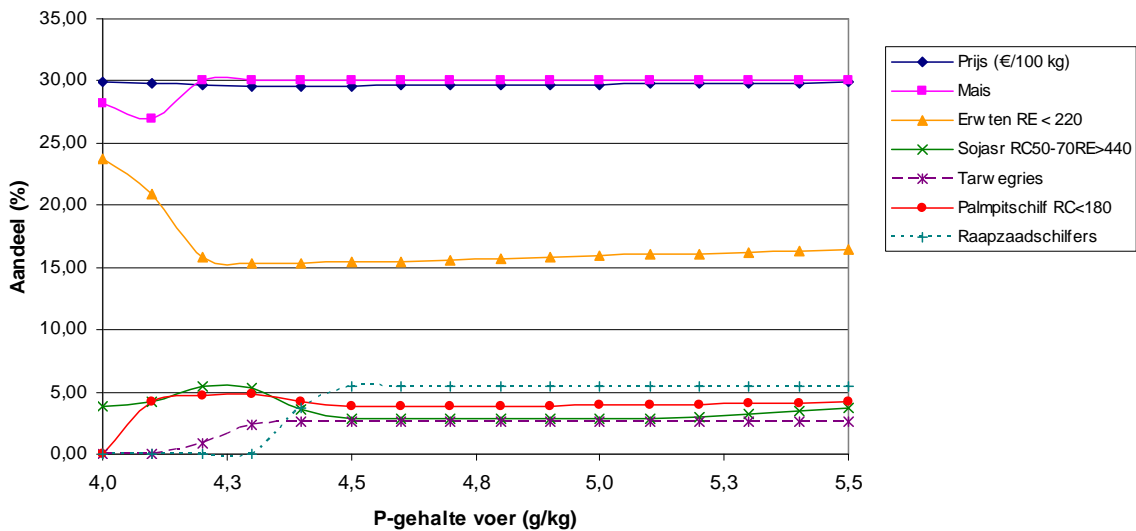
**Figuur 22** Belangrijkste verschuivingen in grondstofsamenstelling van een afmestvoer voor vleesvarken met een variërend P-gehalte tussen 3,5 en 5,5 g/kg



Bijlage 7 vermeldt de volledige grondstofsamenstellingen en bijbehorende nutriëntengehalten. Gemiddeld bevatte een afmestvoer in 2007 4,7 g/kg P. Vanaf 4,0 g/kg was het fytasegehalte maximaal. Verlaging van het P-gehalte van 4,7 naar 4,0 g/kg resulteerde in lagere gehalten aan erwten en tarwegries, gecompenseerd door hogere niveaus aan sojaschroot, sojahullen en tapioca. Een verdere verlaging naar 3,5 g/kg ging gepaard met forse wijzigingen in de voersamenstelling. Er bleef een stijgende trend voor het aandeel sojaschroot en sojahullen, terwijl de aandelen tarwegries en raapschroot geminimaliseerd werden. Na een aanvankelijke daling, steeg het aandeel erwten in het voer weer bij verdere reductie van het P-gehalte. Deze mutaties hadden volgens het prijspeil van voorjaar 2008 geen effect op de kostprijs van het voer.

Het lactozeugenvoer bevatte 1,08 EW, 6,9 g darmverteerbaar lysine en 2,95 g verteerbaar fosfor per kg voer. Figuur 23 geeft de belangrijkste verschuivingen van het lactozeugenvoer weer. Ook de prijs van het voer (€/100 kg) is in deze Figuur weergegeven. Bijlage 8 vermeldt de volledige grondstofsamenstellingen en bijbehorende nutriëntengehalten.

**Figuur 23** Belangrijkste verschuivingen in grondstofsamenstelling van een lactozeugenvoer met een variërend P-gehalte tussen 4,2 en 5,5 g/kg



Gemiddeld bevatte een lactozeugenvoer in 2008 4,7 g/kg P. Vanaf 4,4 g/kg was het fytasegehalte maximaal. Verdere verlaging van het P-gehalte van 4,4 naar 4,0 g/kg resulteerde in lagere gehalten aan maïs, palmpitschilfers, raapzaadschilfers en tarwegries, gecompenseerd door hogere niveaus aan erwten en sojaschroot. Het verlagen van het P-gehalte tot 4,3 g/kg had op basis van het prijspeil van

voorjaar 2008 geen effect op de kostprijs van het voer. Een verdere verlaging van P-gehalte tot 4,0 g/kg zorgde voor een toename van de kostprijs met € 0,40/100 kg.

#### 4.5 Discussie

Uit tabel 13 is heel duidelijk dat door het bewust kiezen van grondstoffen met een laag P-gehalte een mengvoer samengesteld kan worden met een veel lager P-gehalte. Dit is met name mogelijk voor vleesvarkens. Bij fokzeugen is dat veel minder mogelijk omdat vanwege de specifieke eisen die aan fokzeugenvoeders tijdens de gust- en drachtigheidsperiode (welzijnseisen) worden gesteld. Door het bewust kiezen van grondstoffen met een lager P-gehalte kan er wel een effect op de prijs van het voer zijn: sommige grondstoffen met een laag P-gehalte worden meer gevraagd en andere minder. De prijseffecten zullen nader bestudeerd moeten worden.

De ontwikkeling van nieuwe fytasen gaat gewoon door, terwijl daarnaast wereldwijd steeds meer microbieel fytase gebruikt wordt. De verwachting is dan ook dat er krachtiger fytasen op de markt zullen komen terwijl er een druk op de prijs van fytase te verwachten is (meer aanbieders). Mede in het licht van de eindige voorraden van fosfaten zal het gebruik van fytasen in het voer toenemen, met als gevolg een lagere P-uitscheiding.

Een positief effect van de opname van meer dierlijke grondstoffen in het voer voor met name jonge varkens op de voederconversie en een iets lager P-gehalte van de voeders zal de P-uitscheiding iets doen afnemen. Hopelijk kan dat op niet al te lange termijn weer.

Inmiddels lijkt de grondstoffenmarkt behoorlijk te veranderen in het kader van de productie van bio-ethanol en biodiesel. Hierdoor komen er grote hoeveelheden aan o.a. DDGS (dried distillers grains and solubles) en raapzaadschroot beschikbaar. Men gaat ervan uit dat deze grondstoffen ook hun weg zullen vinden in diervoeders voor varkens. Het nadeel van deze grondstoffen is dat ze relatief veel P bevatten en een middelmatige P-verteerbaarheid, zodat de P-gehalten in de varkensvoeders iets zullen toenemen. De P-uitscheiding wordt hierdoor navenant ook hoger.

Het is natuurlijk mogelijk om nog meer verfijnde fasenvoederingsystemen in te voeren in de praktijk. Hierbij kan gedacht worden aan multifasenvoederingsystemen of het DLM-voederingsysteem (Dynamisch Lineair Model). Hiermee kan nog meer op de vP-behoefte gevoerd worden, waarmee de P-uitscheiding nog verder teruggedrongen wordt. Men moet er echter wel op bedacht zijn dat dergelijke geavanceerde voedersystemen een forse investering nodig maken.

In de varkenshouderij voert men circa 10% van de varkens met behulp van brijvoederingsystemen. Deze systemen bieden op zich de mogelijkheid om het voer, voordat het aan de varkens ter beschikking wordt gesteld, gedurende een bepaalde tijd voor te weken. Dit biedt mogelijkheden om het fytase langer te laten werken, waardoor de P-verteerbaarheid verder kan worden verhoogd. Wel moet ervoor gezorgd worden dat het fosfor niet neerslaat waardoor het alsnog onverteerbaar wordt. Hiernaar zal nader onderzoek moeten worden verricht om na te gaan hoe dat het beste kan worden gedaan. Mogelijk dat organische zuren hierbij kunnen helpen (Kempe en Jongbloed, 2003).

In de literatuur is beschreven dat er varkens via genenmodificatie gefokt zijn die veel fytase via het speeksel uitscheiden (Golovan et al., 2005). Hierdoor kan de verteerbaarheid van P in plantaardige grondstoffen fors verhoogd worden. Er wordt vanuit gegaan dat een P-verteerbaarheid van het voer dan tussen de 65% en 85% zou kunnen bedragen. Het hoeft geen betoog dat de P-uitscheiding hierdoor ook fors verminderd wordt. Het is de vraag of deze (GMO) varkens maatschappelijk geaccepteerd zullen worden, omdat microbieel fytase ook gebruikt kan worden. Deze microbiële fytasen hebben momenteel echter nog niet de hoge efficiency als die van de GMO-varkens (Enviro-pig genoemd).

Daarnaast is men via DNA-technieken erin geslaagd om een aantal voeder gewassen (maïs, tarwe, gerst, soja, raapzaad) te ontwikkelen die een veel lager gehalte aan het moeilijk verteerbare fytfaat-P bevatten (Spencer et al., 2000; Bohlke et al., 2005). De P-verteerbaarheid van deze grondstoffen is in veel gevallen bijna verdubbeld (voor maïs bijvoorbeeld van ca. 20% naar 50 à 60%). In West-Europa worden deze grondstoffen echter nog niet gebruikt in diervoeders. Het zal van de markt en het beleid afhangen of deze laag-fytfaat P grondstoffen in de mengvoeders worden opgenomen.

In dit hoofdstuk zijn de gevolgen van P-verlaging van het voer voor de samenstelling en kostprijs van enkele varkensvoeders doorgerekend. Deze berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het prijspeil van grondstoffen ten tijde van het voorjaar van 2008. Prijzen fluctueren voortdurend, zodat de uitgevoerde berekeningen slechts een momentopname laten zien. Daarnaast is het waarschijnlijk dat verlaging van het P-gehalte leidt tot een grotere vraag naar grondstoffen met een gunstige P-

verteerbaarheid. Dergelijke verschuivingen aan de vraagkant kunnen mogelijk weer leiden tot hogere prijzen van deze grondstoffen en als gevolg hiervan kan de kostprijs van P-arm voer toenemen. Deze effecten zijn niet in deze studie doorgerekend. De berekeningen zijn uitsluitend uitgevoerd met het oog op verlaging van het P-gehalte van het voer. Er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met andere duurzaamheidsaspecten, zoals de milieubelasting van grondstoffen. Recent onderzoek heeft aangetoond dat de mate van milieubelasting aanzienlijk varieert tussen grondstoffen (Vellinga et al., 2009). Nader onderzoek zou moeten uitwijzen welk effect het integreren van het aspect milieubelasting heeft op de samenstelling en kostprijs van P-arme voeders.

#### **4.6 Conclusie**

Door het gebruik van vooral grondstoffen met een laag P-gehalte in het voer voor varkens zijn er mogelijkheden om de P-uitscheiding bij varkens verder terug te dringen. Het gebruik van P-arme grondstoffen hangt sterk af van de bedrijfssituatie en of de varkenshouder hiertoe zal overgaan. Met name bepaalt de grondstoffenmarkt welke keuzes men maakt, dus is dit sterk economisch gedreven. Naar verwachting zullen er meer en krachtiger fytsen op de markt komen, waardoor de toevoeging van voederfosfaten verminderd kan worden, waardoor de P-uitscheiding ook lager wordt. Verder zijn er diverse andere technologische mogelijkheden.

Wel merken we op dat door de toename van de productiesnelheid de behoefte aan vP ook zal toenemen; men moet er dus op letten dat de behoefte aan vP wel gedekt wordt.



## 5 Vermindering fosfaatexcretie op varkensbedrijven in de praktijk

### 5.1 Uitgangspunten berekeningen

De fosfaatexcretie wordt per jaar uitgerekend en geldt voor het gehele varkensbedrijf. Onderstaande berekeningen zijn uitgevoerd over 2007 met data uit het informatienet van 33 gesloten varkensbedrijven en 29 vleesvarkensbedrijven. Gesloten varkensbedrijven beschikken over zeugen voor eigen opfok van de biggen welke als vleesvarkens worden afgeleverd. Vleesvarkensbedrijven kenmerken zich door aankoop van biggen en aflevering van vleesvarkens. Op de varkensbedrijven onderscheiden wij diverse voersystemen (droogvoer, brijvoer e.d.). Binnen de beschikbare gegevens kunnen wij onderscheid maken tussen mengvoer en bijproducten afkomstig uit de voedingsmiddelenindustrie. Alle hoeveelheden voer worden uitgedrukt in kilogrammen (kg) droge stof (ds).

Om de fosfaatexcretie te bepalen wordt de aanvoer van fosfaat door voerleveranties en aangevoerde varkens verminderd met de afvoer van fosfaat door afgevoerde varkens. In deze berekeningen wordt uiteraard rekening gehouden met voorraden. De aanvoer en afvoer van fosfaat door varkens wordt bepaald door de vastlegging van fosfaat in varkens (gem. 0,0121 kg fosfaat / kg varken) te vermenigvuldigen met de gerealiseerde groei van de varkens.

De groei wordt als volgt berekend: Afvoer – Aanvoer + Voorraad

#### *Gesloten varkensbedrijven*

Afvoer: Aantal afgeleverde biggen (aan derden) x levend gewicht afgeleverde big  
 Aantal afgevoerde opfokzeugen x 142 kg  
 Aantal afgevoerde fokzeugen x 225 kg  
 Aantal afgeleverde vleesvarkens x levend gewicht afgeleverde vleesvarkens  
 Aantal gestorven vleesvarkens x standaard gewicht gestorven vleesvarkens

Aanvoer: Aantal aangekochte opfokzeugen x 142 kg  
 Aantal aangekochte biggen (van derden) x gewicht aangekochte biggen

Voorraad: (Aantal grootgebrachte biggen + aantal aangevoerde biggen van derden – aantal afgevoerde biggen aan derden – aantal afgeleverde vleesvarkens – aantal gestorven vleesvarkens) x (gemiddeld aflevergewicht (levend) / 2) + (aantal aangevoerde opfokzeugen – aantal afgevoerde opfokzeugen – aantal afgevoerde fokzeugen) x (225 kg – 142 kg)/2

#### *Vleesvarkensbedrijven*

Afvoer: Aantal afgeleverde vleesvarkens x levend gewicht afgeleverde vleesvarkens  
 Aantal gestorven vleesvarkens x standaard gewicht gestorven vleesvarkens

Aanvoer: Aantal aangekochte biggen x gewicht aangekochte biggen

Voorraad: (Aantal opgelegde biggen – aantal afgeleverde vleesvarkens – aantal gestorven vleesvarkens) x (gemiddeld aflevergewicht (levend) – gemiddeld aanlevergewicht) / 2

Door gebruik te maken van fosfaat grootvee eenheden (gve) kan voor alle varkensbedrijven een vergelijking tussen de berekende groei per diereenheid worden opgesteld. De gve's worden vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal aanwezige diersoorten op het varkensbedrijf in 2007. In tabel 15 worden de toegepaste fosfaat gve normen weergegeven.

**Tabel 15** Fosfaat gve-normen

Biggen	0 (toegerekend aan fokzeug)
Fokbeer	0.337
Fokzeug	0.495
Opfokzeug	0.200
Vleesvarken	0.180

## 5.2 Variatie in P-gehalten in het voer

In tabel 16 wordt het P-gehalte in het voer uitgedrukt in kg per 100 kg ds veevoer.

Uit de tabel blijkt dat het gemiddelde P-gehalte in het voer in 2007 bij de gesloten varkensbedrijven iets hoger is dan bij de vleesvarkensbedrijven. De spreiding is voor beide typen varkensbedrijven gelijk: 80% van de gesloten varkensbedrijven heeft een P-gehalte in het voer tussen 0,50 en 0,58 kg/100 kg ds. Bij 80% van de vleesvarkensbedrijven varieert het P-gehalte tussen 0,49 en 0,56 kg/100 kg ds veevoer.

**Tabel 16** Variatie P-gehalte (kg/100 kg ds)

# varkensbedrijven	33 gesloten	29 vleesvarkens
Gemiddelde	0,54	0,53
Standaard deviatie	0,03	0,03
10% percentiel	0,50	0,49
90% percentiel	0,58	0,56

### *Variatie in excreties*

Tabel 17 geeft de fosfaatexcretie per 1000 kg groei weer. Uit de tabel valt op te maken dat de gemiddelde fosfaatexcreties tussen respectievelijk de gesloten varkensbedrijven en de vleesvarkensbedrijven 18,87 en 17,5 bedragen. Tevens geeft deze tabel aan dat 80% van de gesloten varkensbedrijven een fosfaatexcretie hebben tussen 15.12 en 22.68, terwijl deze spreiding zich bij de vleesvarkensbedrijven tussen 13.82 en 20.94 bevindt.

**Tabel 17** Fosfaatexcretie per 1000 kg groei

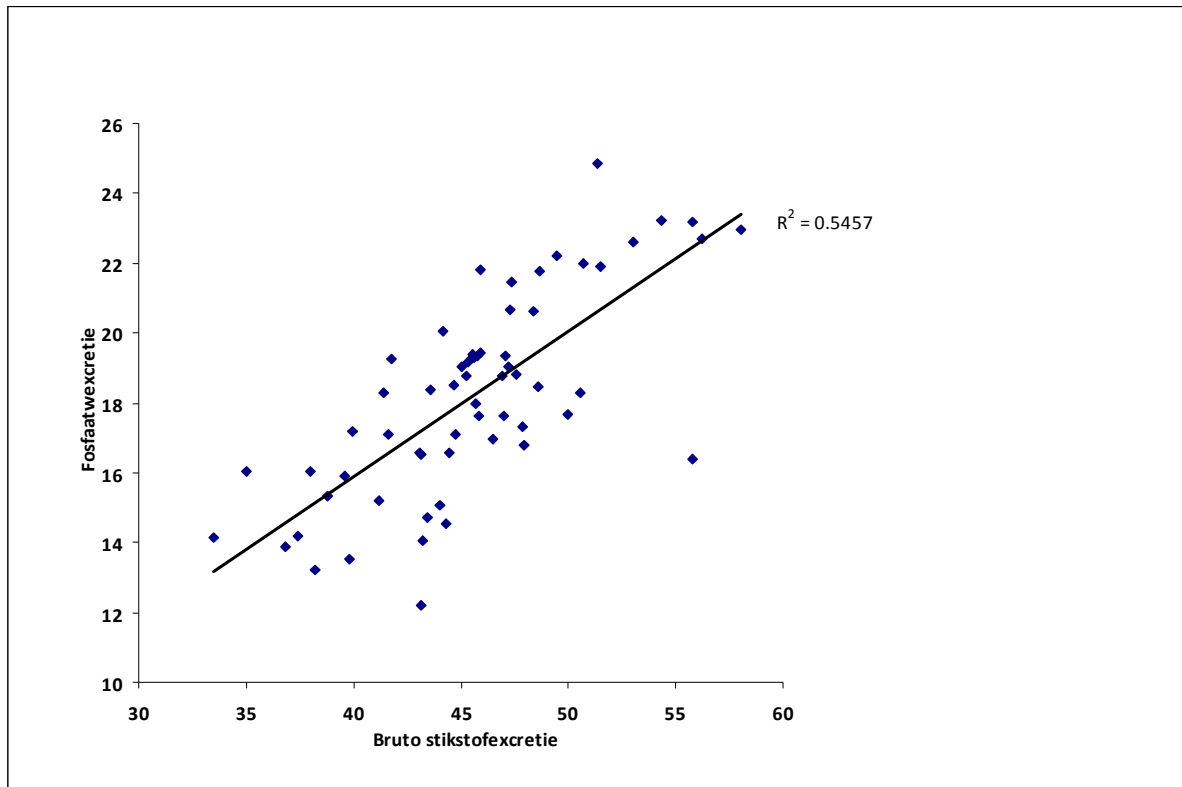
# varkensbedrijven	33 gesloten	29 vleesvarkens
Gemiddelde	18,87	17,5
Standaard deviatie	2,88	2,74
10% percentile	15,12	13,82
90% percentiel	22,68	20,94

Uit tabel 18 blijkt dat het gemiddelde van de gesloten varkensbedrijven en de vleesvarkensbedrijven niet veel van elkaar afwijkt. Wel blijkt dat de spreiding bij de gesloten varkensbedrijven hoger is dan bij de vleesvarkensbedrijven, respectievelijk 5,54 en 4,65. Ook valt uit de tabel op te maken dat 80% van de gesloten varkensbedrijven een bruto stikstof excretie heeft tussen 38,17 en 52,75. Bij 80% van de vleesvarkensbedrijven varieert de bruto stikstofexcretie tussen 39,74 en 50,60.

**Tabel 18** Bruto stikstofexcretie per 1000 kg groei

# varkensbedrijven	33 gesloten	29 vleesvarkens
Gemiddelde	45,39	45,79
Standaard deviatie	5,54	4,65
10% percentiel	38,17	39,74
90% percentiel	52,75	50,60

In figuur 24 zijn voor zowel de gesloten varkensbedrijven als voor de vleesvarkensbedrijven de fosfaat- en bruto stikstofexcreties per 1000 kg groei ten opzichte van elkaar afgezet. Uit de figuur valt op te maken dat een duidelijk verband bestaat tussen de fosfaat- en bruto stikstofexcretie.

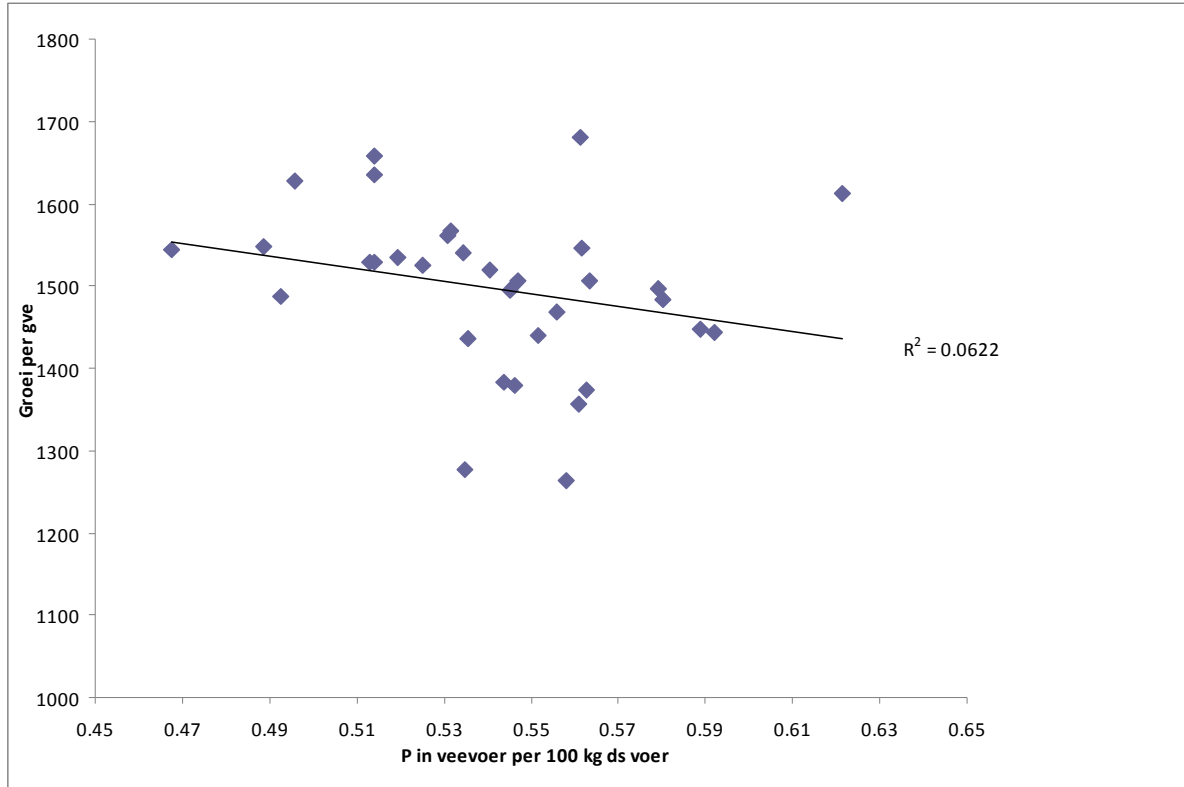
**Figuur 24** Fosfaat- en bruto stikstofexcreties per 1000 kg groei voor varkensbedrijven 2007

### 5.3 Groei in relatie met P in veevoer en voerverbruik

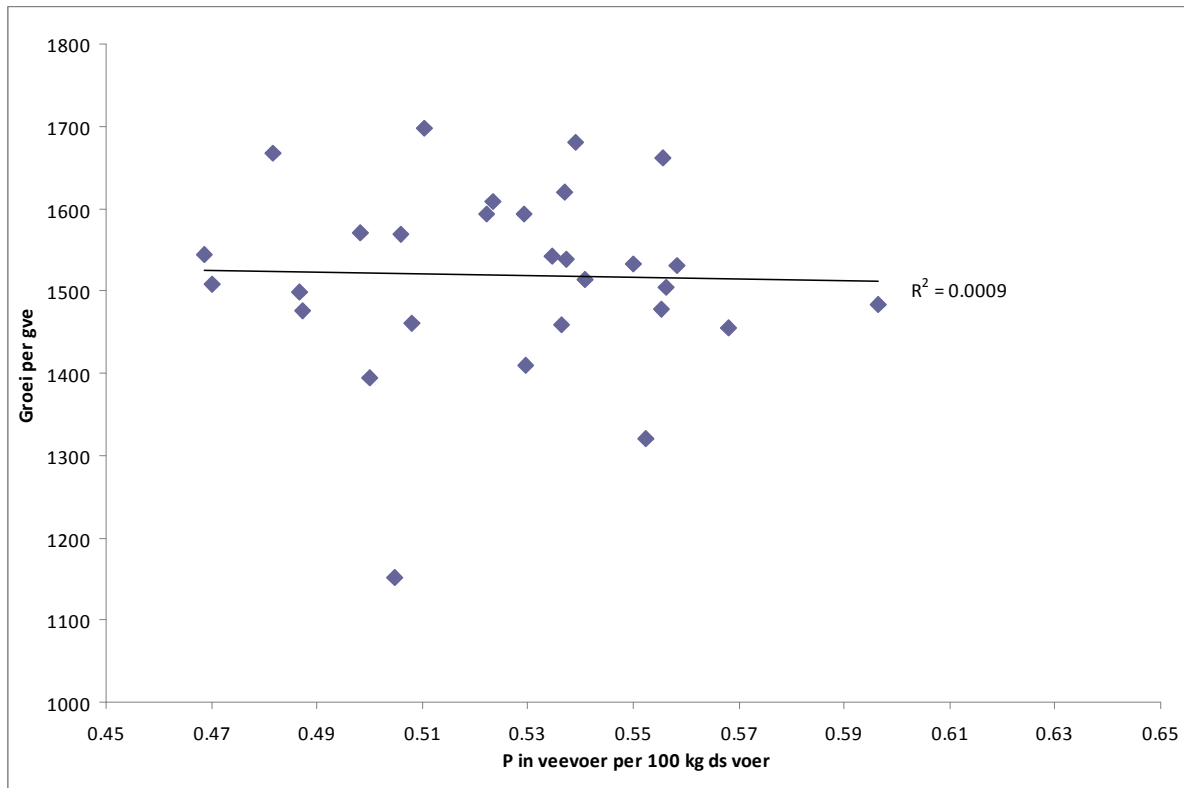
In de figuren 25 en 26 wordt de groei per gve voor respectievelijk de gesloten varkensbedrijven en vleesvarkensbedrijven weergegeven ten opzichte van het aandeel P in het veevoer per 100 kg ds. De groei per gve wordt bepaald door de totale groei op het varkensbedrijf te delen door het aantal gve's op het varkensbedrijf. Uit beide figuren valt op te maken dat de groei per gve weinig samenhangt met het aandeel P in het veevoer.

Er blijkt een sterkere samenhang tussen het voerverbruik en de groei per gve. Dit valt af te lezen in de figuren 27 en 28. Het voerverbruik per kg groei is bepaald door het totale voerverbruik in kg ds te delen door totaal gerealiseerde groei op het varkensbedrijf.

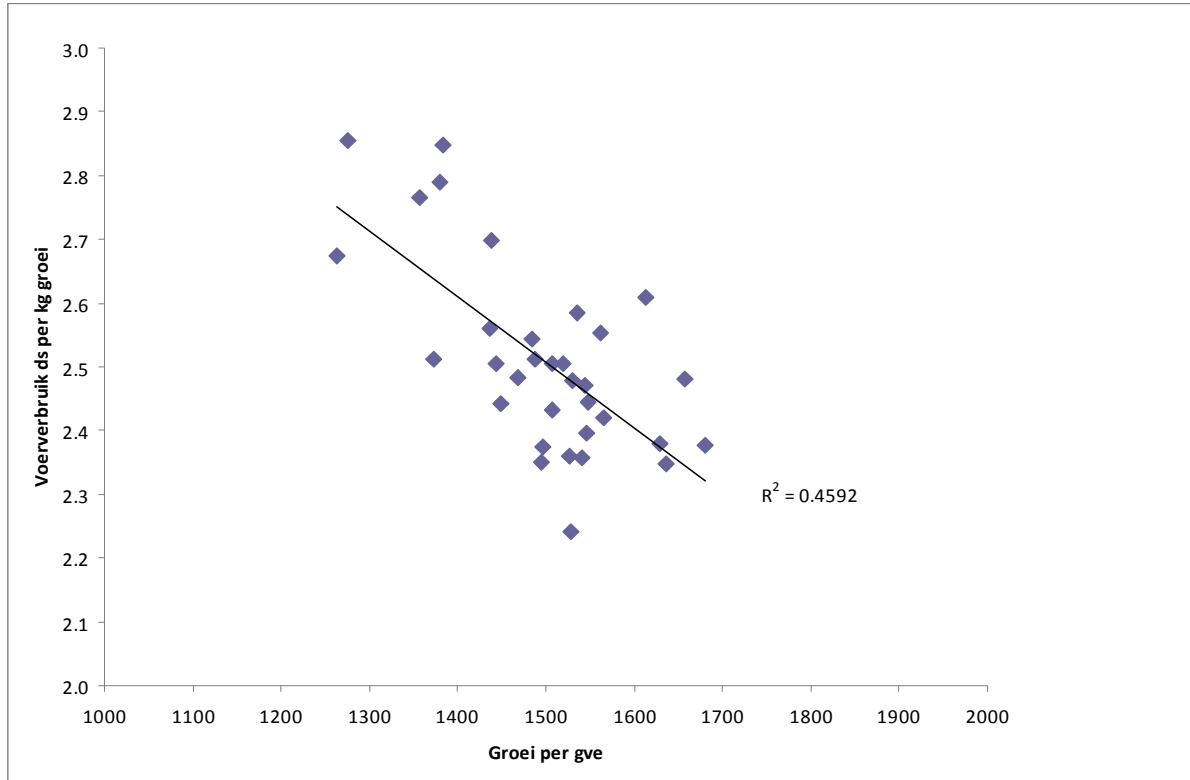
**Figuur 25** Groei per gve en P in veevoer voor gesloten varkensbedrijven 2007



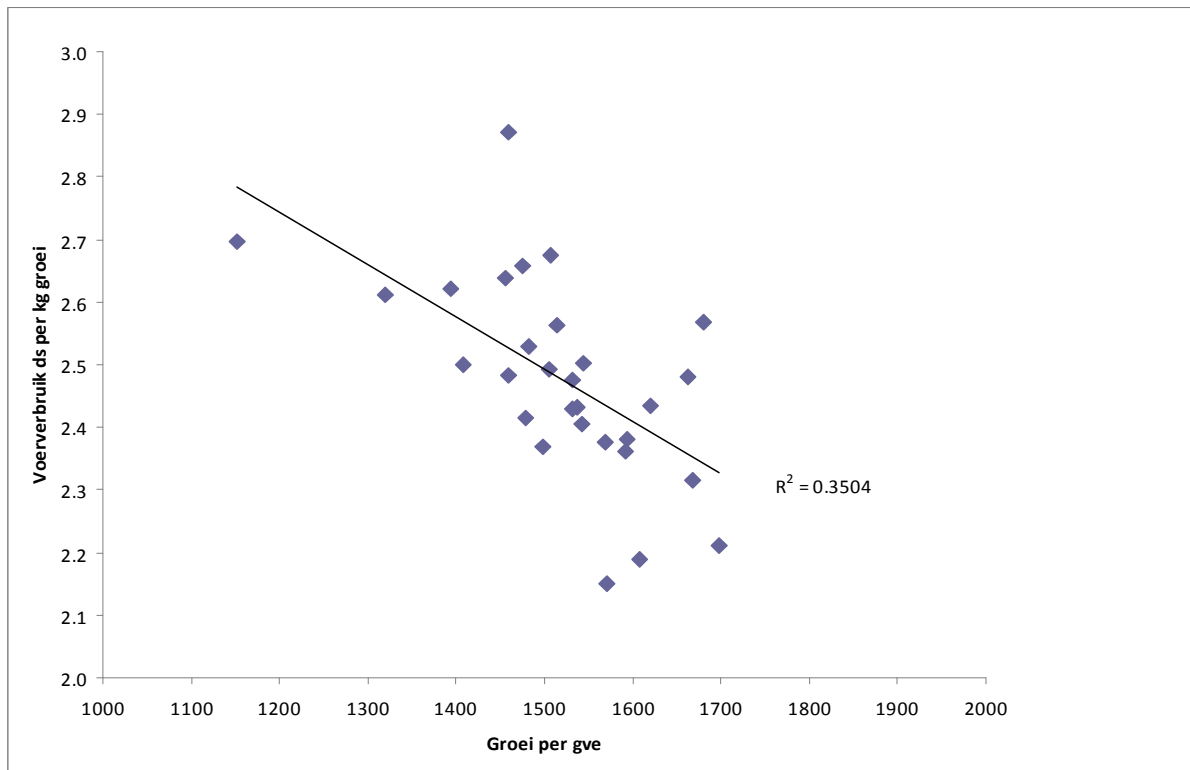
**Figuur 26** Groei per gve en P in veevoer voor vleesvarkensbedrijven 2007



**Figuur 27** Voerverbruik ds per kg groei en groei per gve voor gesloten varkensbedrijven 2007



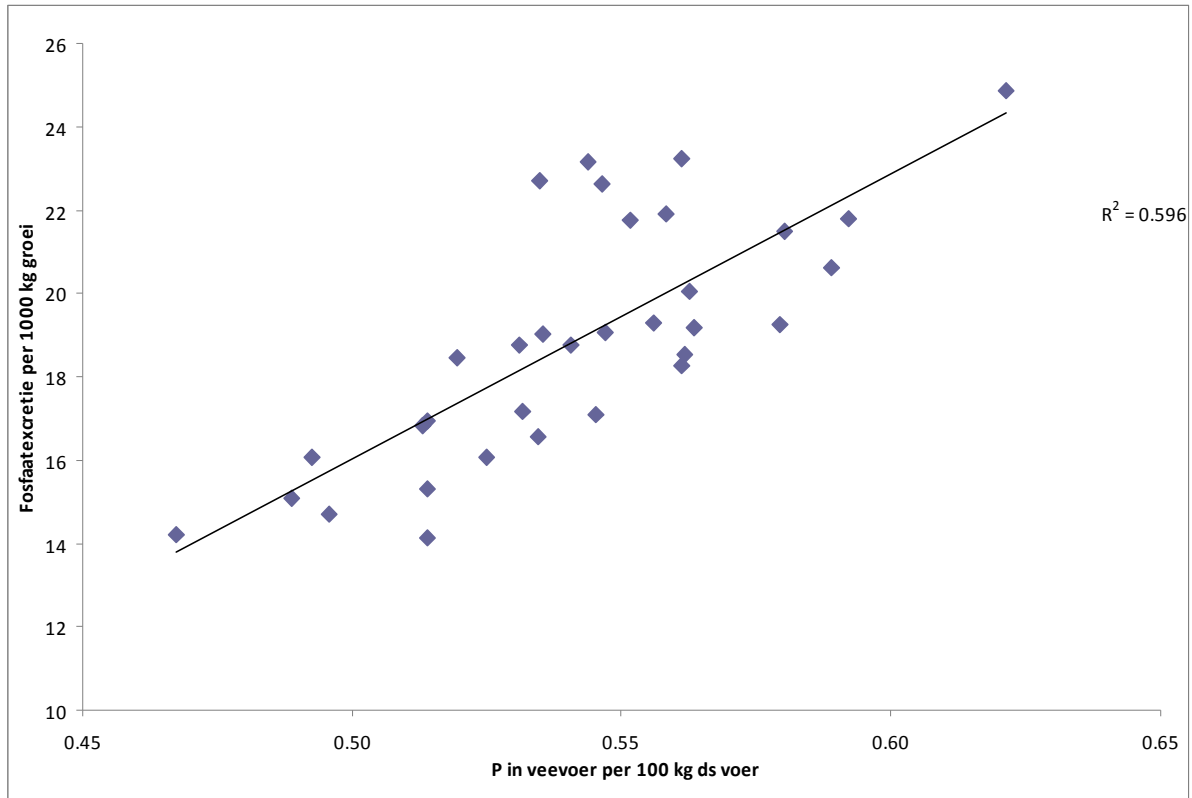
**Figuur 28** Voerverbruik ds per kg groei en groei per gve voor vleesvarkensbedrijven 2007



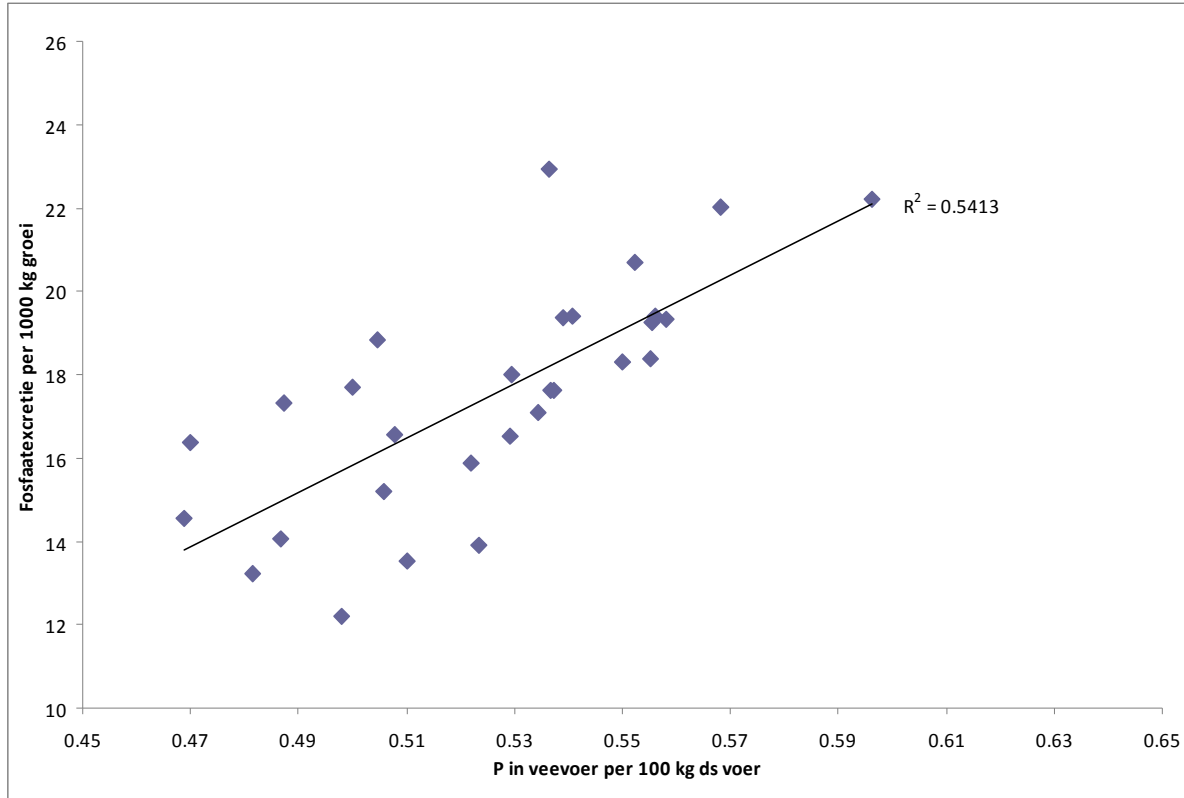
### 5.4 Fosfaatexcretie in relatie met P in veevoer en voerverbruik

Zoals onderstaande figuren 29 t/m 32 laten zien wordt de fosfaatexcretie per 1000 kg groei bepaald door P in het veevoer en het voerverbruik. Uit de figuren 33 en 34 blijkt ook nog een zwak positief verband te bestaan tussen het voerverbruik en P in het veevoer. In de figuren 29 en 30 wordt P in het veevoer per 100 kg ds ten opzichte van fosfaatexcretie per 1000 kg groei weergegeven. De resultaten voor de gesloten- en de vleesvarkensbedrijven geven aan dat de fosfaatexcretie toeneemt bij een stijgend aandeel P in het veevoer.

**Figuur 29** Fosfaatexcretie en P in veevoer voor gesloten varkensbedrijven 2007

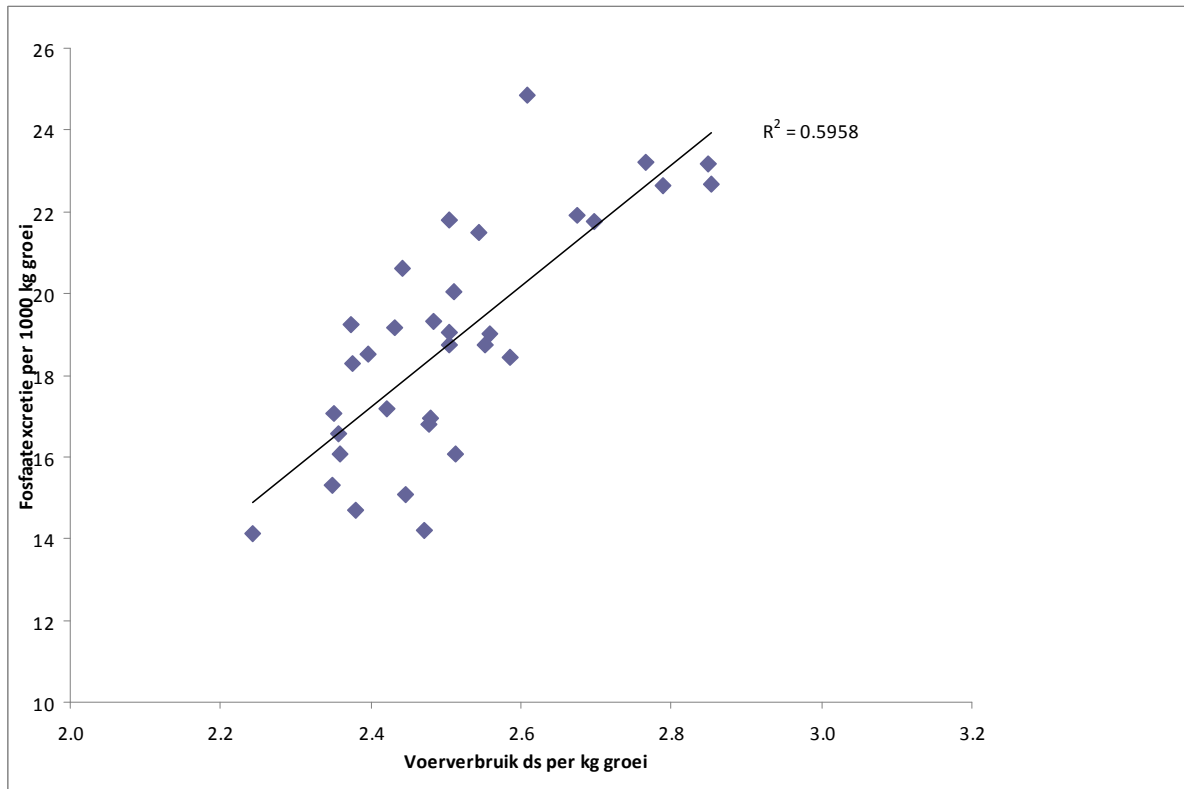


**Figuur 30** Fosfaatexcretie en P in veevoer voor vleesvarkens bedrijven 2007

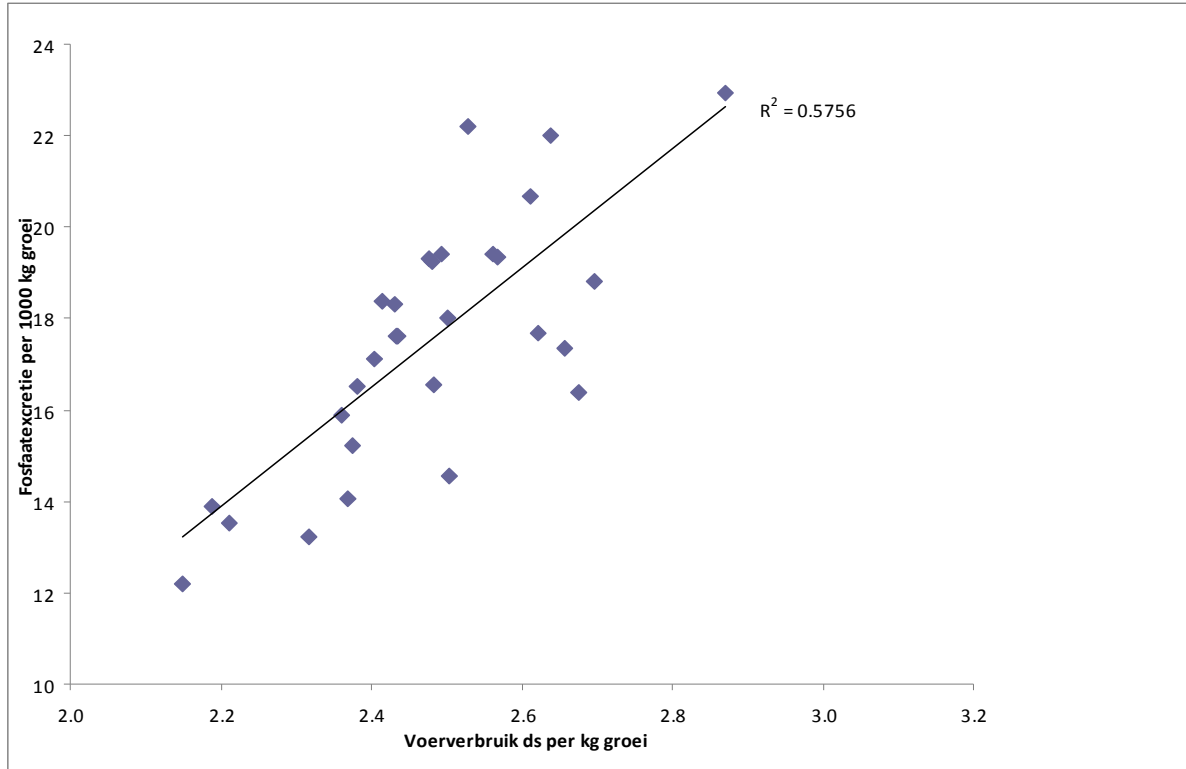


Uit de figuren 31 en 32 valt af te lezen dat bij toename van het voerverbruik ds per kg groei tevens de fosfaatexcretie per 1000 kg groei toeneemt.

**Figuur 31** Voerverbruik ds per kg groei en fosfaatexcretie voor gesloten varkensbedrijven 2007

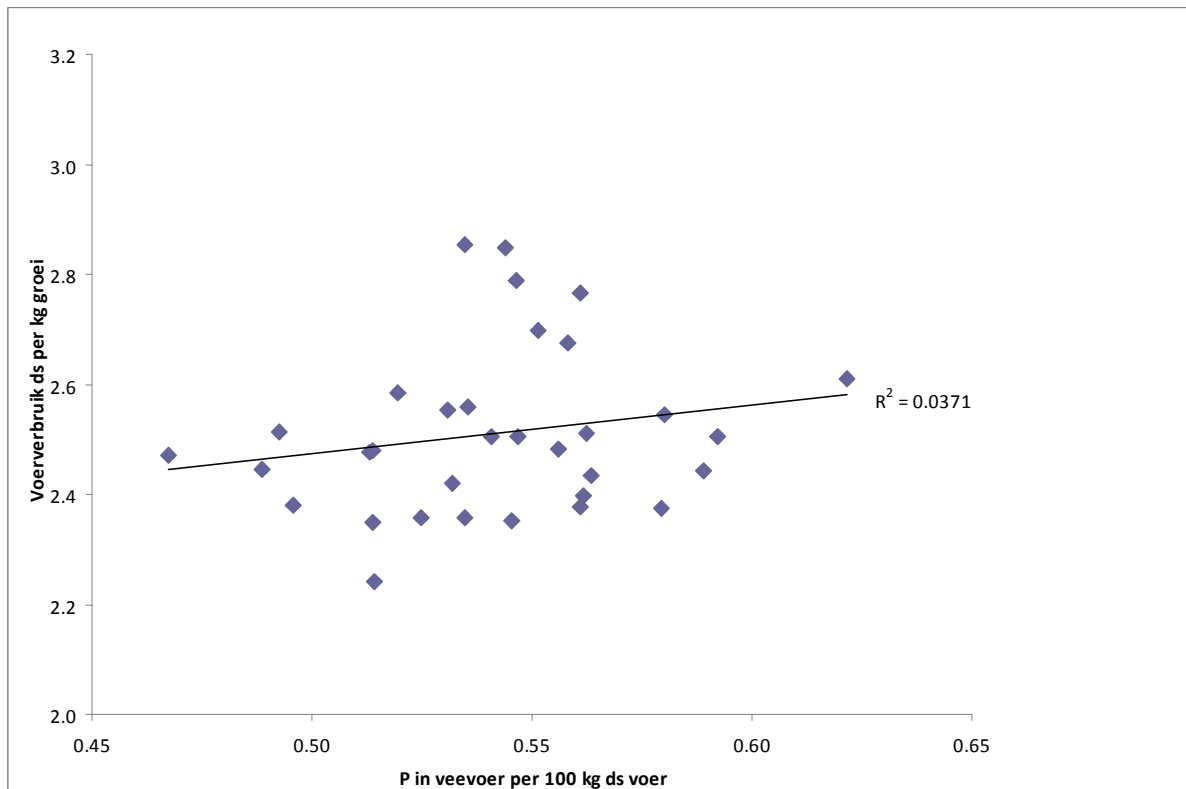


**Figuur 32** Voerverbruik ds per kg groei en fosfaatexcretie voor vleesvarkensbedrijven 2007



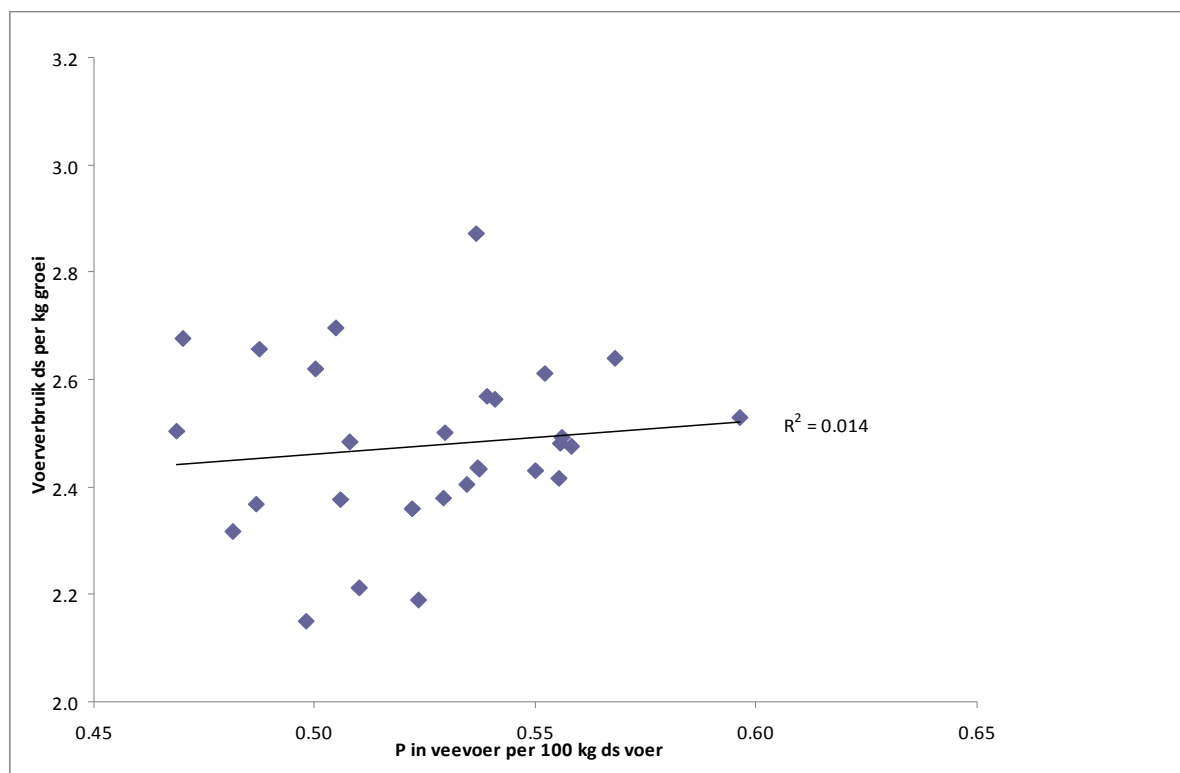
Figuren 33 en 34 geven de relaties tussen het voerverbruik ds per kg groei en P in het veevoer per 100 kg ds weer. Uit beide figuren valt op te maken dat er een zwak verband lijkt te bestaan tussen voerverbruik per kg groei en aandeel P in het veevoer.

**Figuur 33** Voerverbruik ds per kg groei en P in veevoer per 100 kg ds voor gesloten varkensbedrijven 2007





**Figuur 34** Voerverbruik ds per kg groei en P in veevoer per 100 kg ds voor vleesvarkensbedrijven 2007



### 5.5 Voerprijs in relatie met P in veevoer en voerverbruik

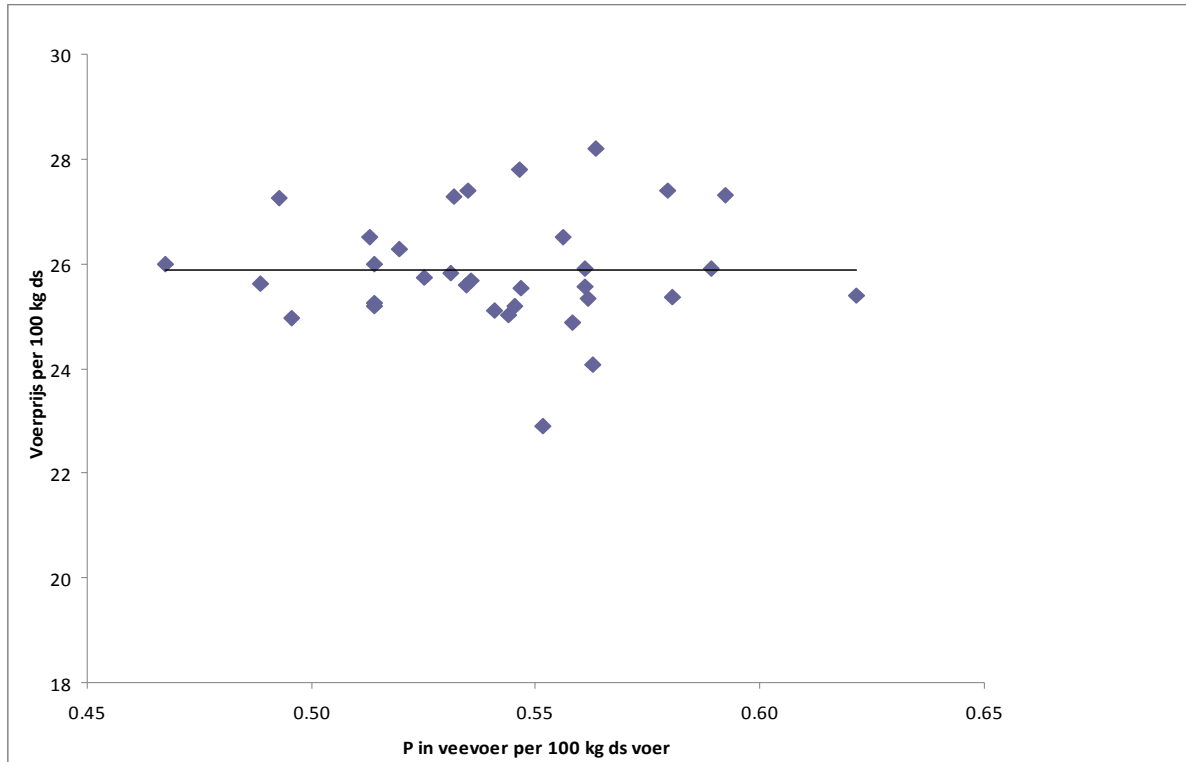
In tabel 19 worden de voerprijzen per 100 kg ds veevoer (€ incl. BTW) weergegeven. Uit de tabel valt op te maken dat voor de groep gesloten varkensbedrijven er nauwelijks verschillen zijn waar te nemen tussen de gemiddelde prijzen van varkensbedrijven die uitsluitend mengvoer (€ 25,92/100 kg ds) voeren, bijproducten in hun voederrantsoen hebben opgenomen (€ 25,82/100 kg ds) en de totale groep gesloten varkensbedrijven (€ 25,89/100 kg ds). De groep vleesvarkensbedrijven laat een lichte stijging in de gemiddelde voerprijs zien bij vleesvarkensbedrijven met uitsluitend mengvoer in het voederrantsoen (€ 24,17/100 kg ds) ten opzichte van de totale groep vleesvarkensbedrijven (€ 23,73/100 kg ds). Bij de groep vleesvarkensbedrijven die bijproducten in hun voederrantsoen hebben opgenomen (€ 22,90/100 kg ds) blijkt de prijs gemiddeld lager te liggen dan bij de totale groep vleesvarkensbedrijven (€ 23,73/ 100 kg ds).

**Tabel 19** Voerprijzen (€ incl. BTW) per 100 kg ds veevoer

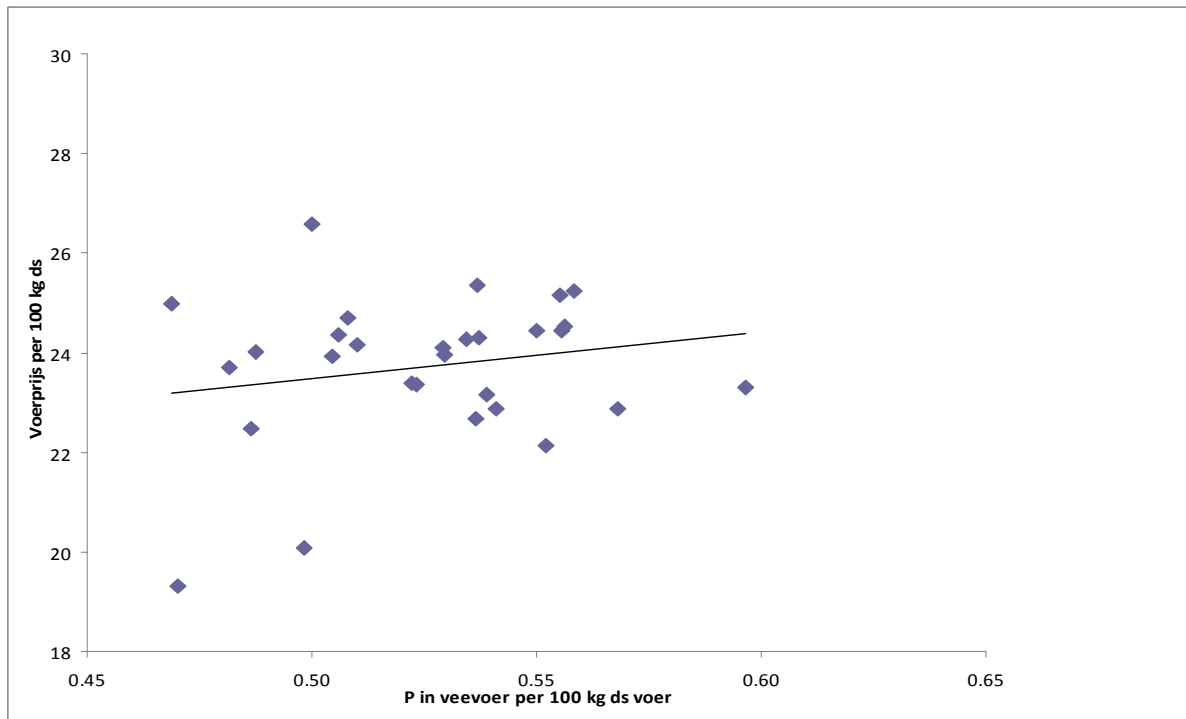
Voeder rantsoen	Totaal	Totaal	Uitsluitend	Uitsluitend	Gebruik	Gebruik
#varkens bedrijven	33	29	Mengvoer	Mengvoer	Bijproducten	Bijproducten
	gesloten	vleesvarkens	gesloten	vleesvarkens	gesloten	vleesvarkens
Gem.	25,89	23,73	25,92	24,17	25,82	22,90
St dev	1,17	1,35	1,27	0,91	1,27	1,68
10% perct	24,96	22,46	25,06	23,04	24,78	21,97
90% perct	27,31	24,84	27,95	25,13	27,06	24,31

De voerprijzen per 100 kg ds voer (€ incl. BTW) van de gesloten varkensbedrijven vertonen volgens figuur 35 geen relatie met het P-gehalte in het veevoer. Bij de vleesvarkensbedrijven (figuur 36) blijkt dat de voerprijs licht oploopt bij een stijgend aandeel P in het veevoer.

**Figuur 35** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor gesloten varkensbedrijven 2007

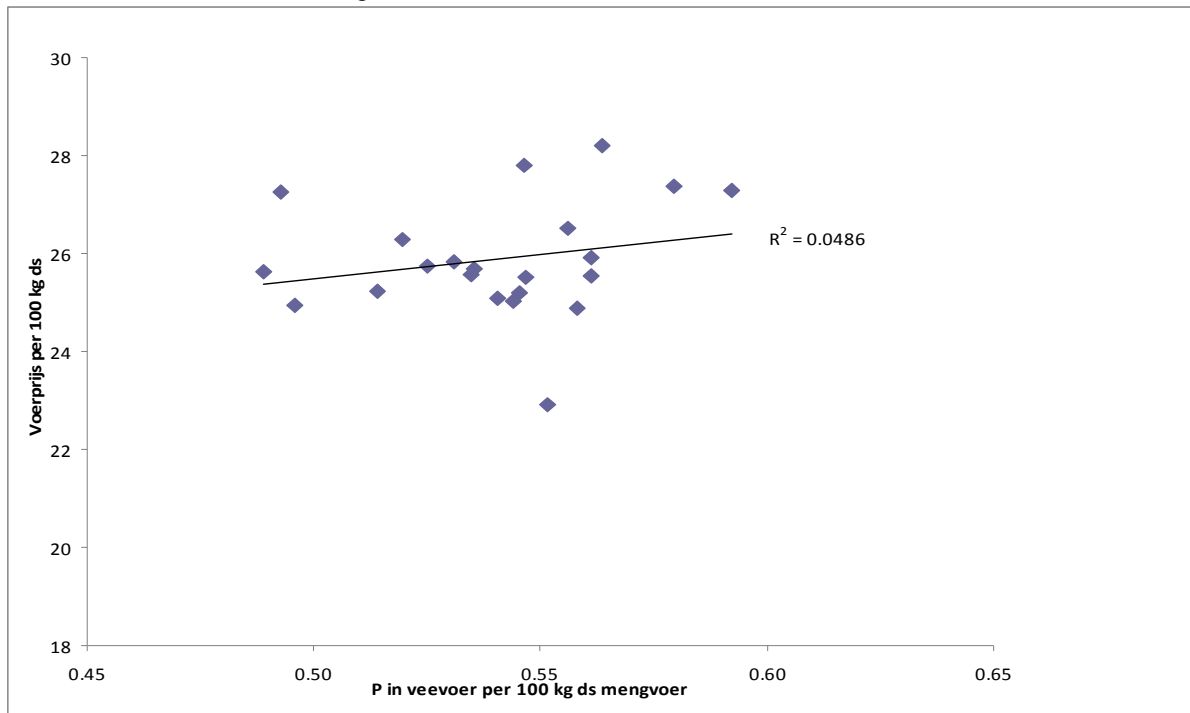


**Figuur 36** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor vleesvarkensbedrijven 2007

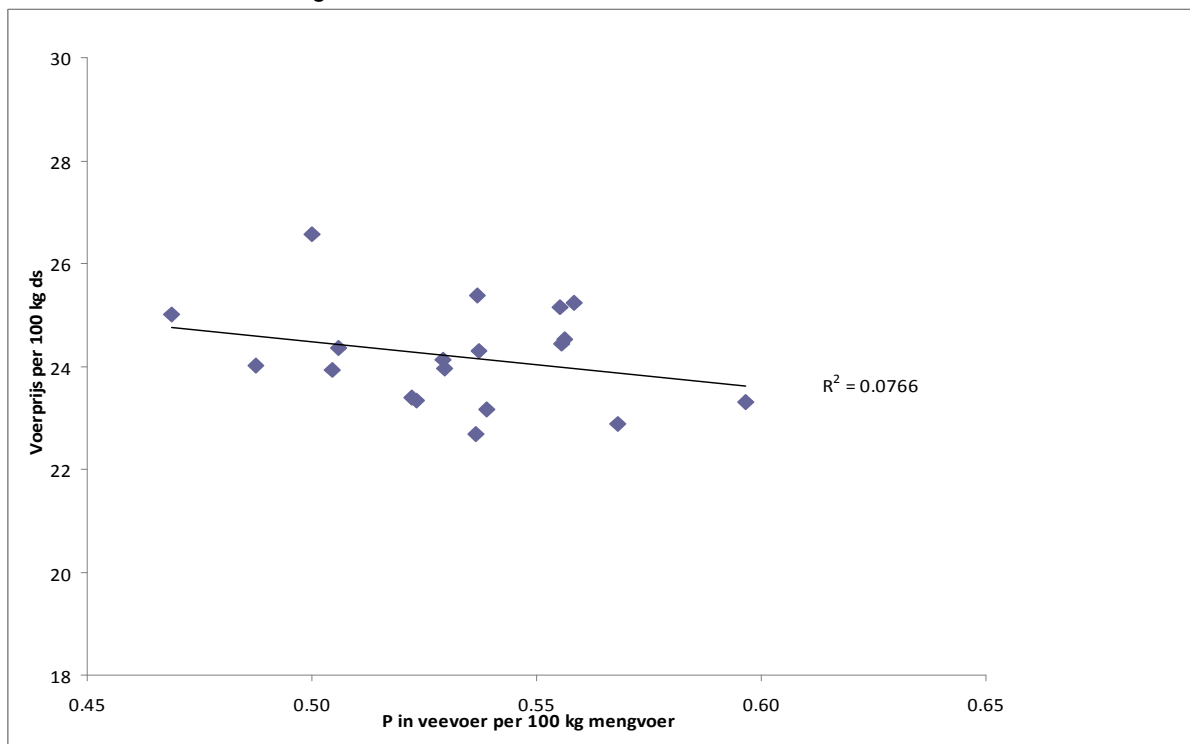


De voerprijzen en aandeel P per 100 kg ds voer van varkensbedrijven die uitsluitend mengvoer voeren, geven we weer in de figuren 37 en 38. Op de gesloten varkensbedrijven (figuur 37) lijkt de voerprijs nu wel licht op te lopen bij een stijgend aandeel P in het veevoer. Op de vleesvarkensbedrijven (figuur 38) is er een tendens tot het tegenovergestelde waar te nemen. In beide gevallen is de  $R^2$  echter minimaal, wat aangeeft dat er veel variatie is in de relatie tussen P-gehalte en voerprijs.

**Figuur 37** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor gesloten varkensbedrijven die uitsluitend mengvoer verstrekken in 2007



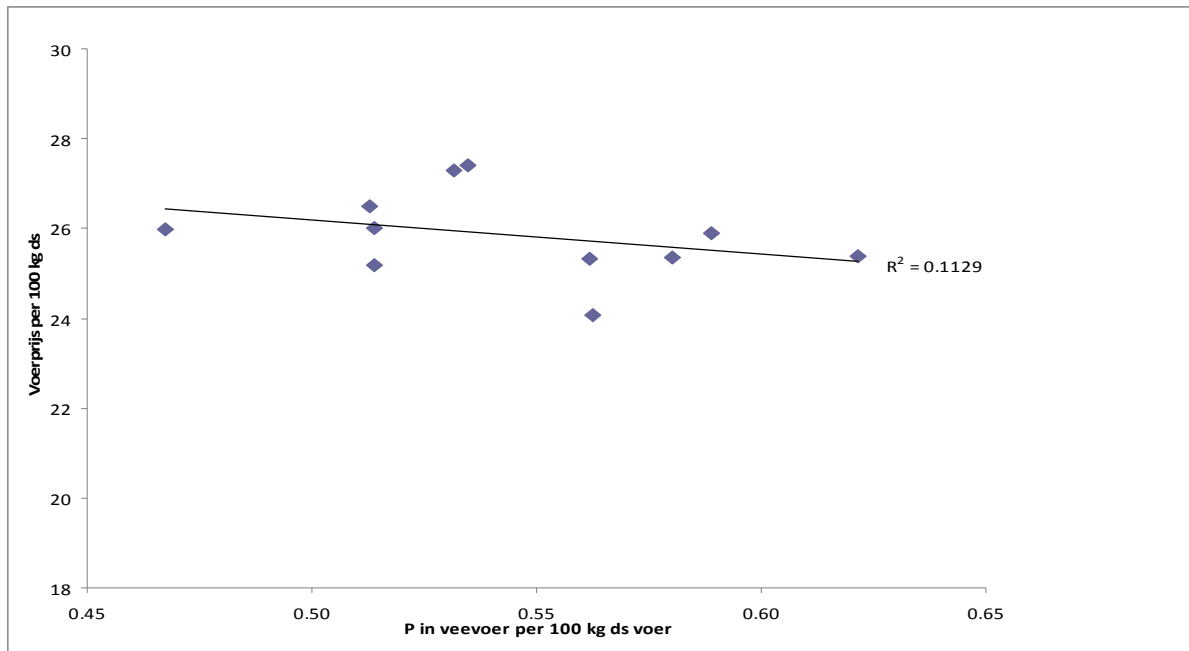
**Figuur 38** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor vleesvarkensbedrijven die uitsluitend mengvoer verstrekken in 2007



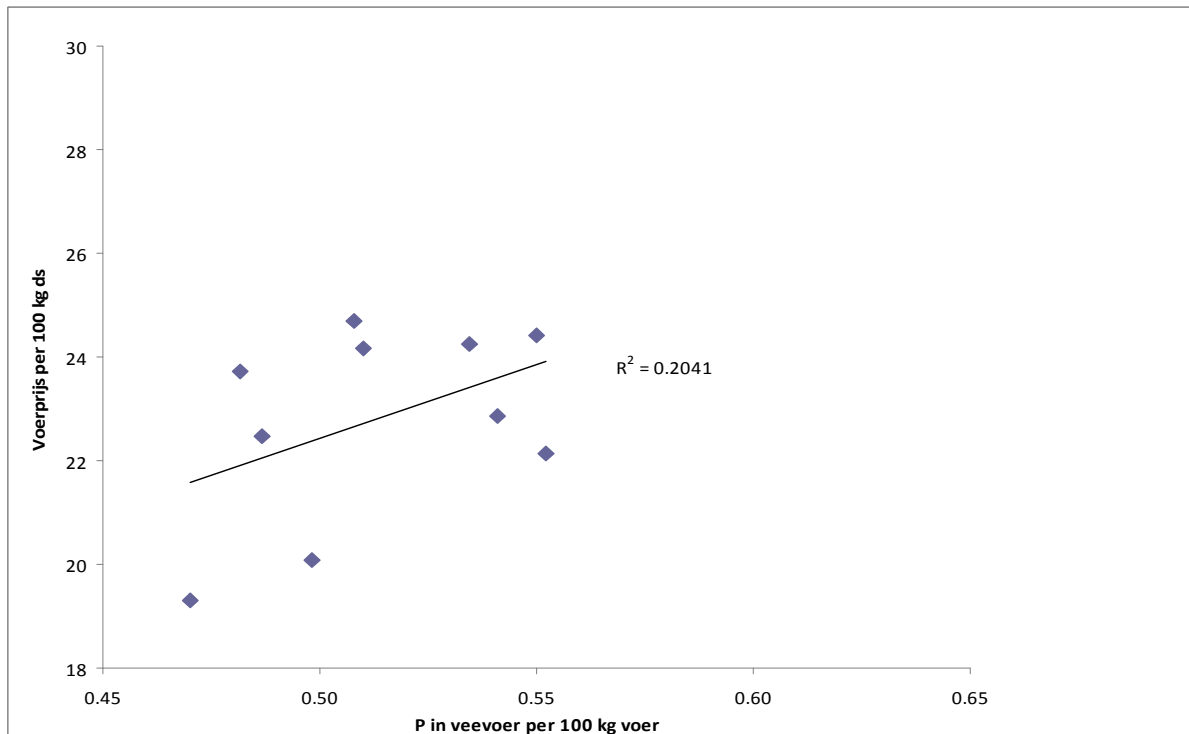
In de figuren 39 en 40 worden de voerprijzen en P in veevoer per 100 kg ds voer voor varkensbedrijven die naast mengvoer ook bijproducten voeren weergegeven. Opnieuw zijn er verschillen waar te nemen tussen de gesloten- en vleesvarkensbedrijven. Bij de gesloten varkensbedrijven (figuur 39) neemt de voerprijs licht af bij een stijgend aandeel P in het voer. Bij de vleesvarkensbedrijven (figuur 40) is het tegenovergestelde waarneembaar. Waarschijnlijk worden

deze effecten veroorzaakt door het type bijproducten en het aandeel bijproducten dat in het voederrantsoen wordt toegepast.

**Figuur 39** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor gesloten varkensbedrijven met bijproducten in 2007



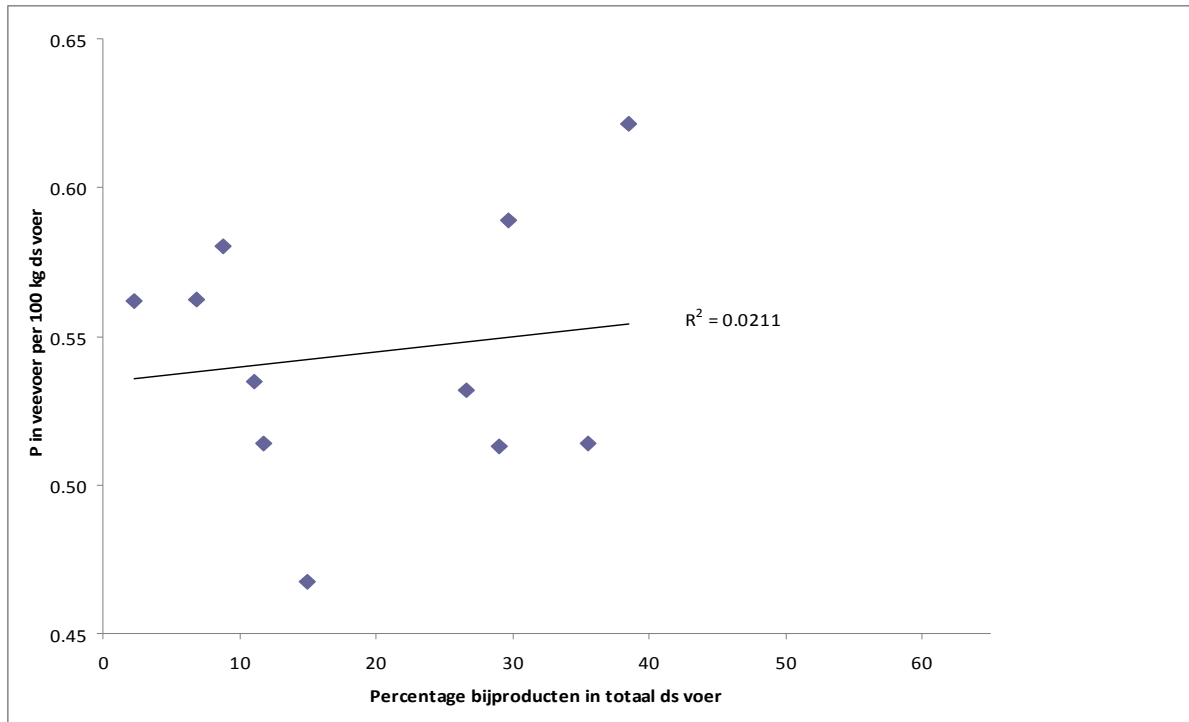
**Figuur 40** Voerprijzen (€/100 kg ds) en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor vleesvarkensbedrijven met bijproducten in 2007



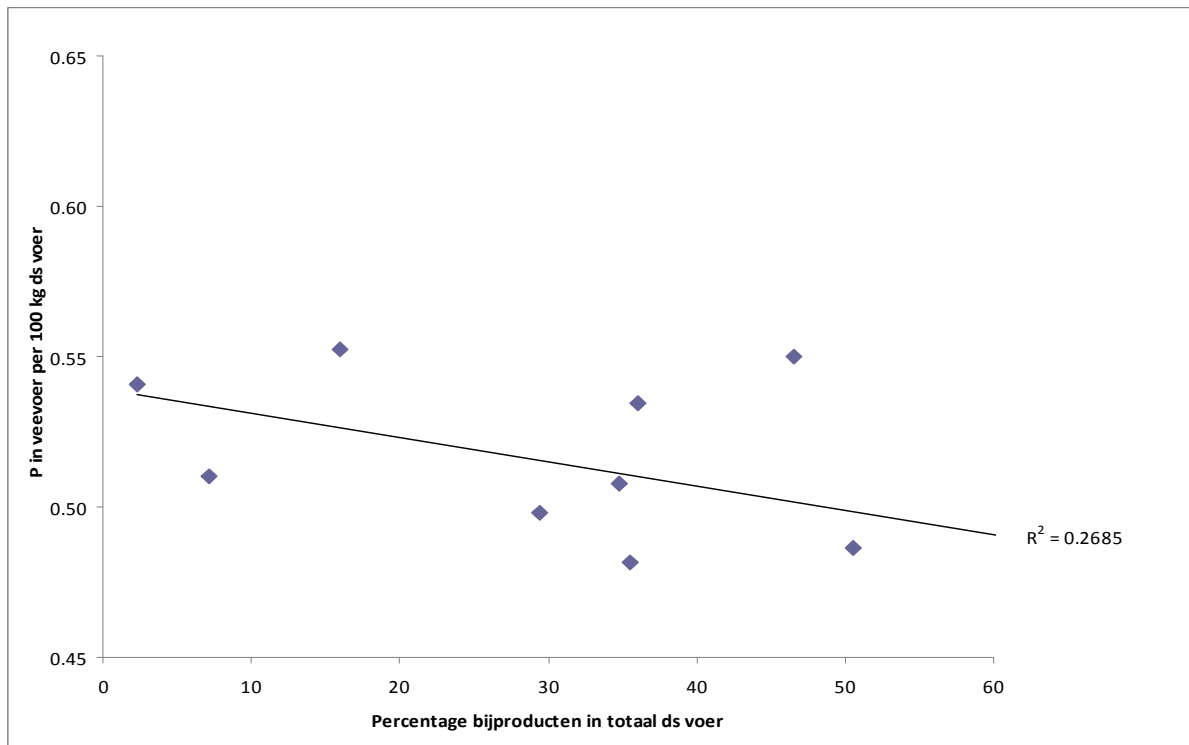
Indien het percentage bijproducten in totaal ds voer wordt afgezet ten opzichte van P in veevoer, dan lijkt bij de gesloten varkensbedrijven (figuur 41) een positief verband tussen het aandeel bijproducten in het voederrantsoen en het aandeel P in het veevoer. Dit verband verklaart echter maar 2% van de

variatie, zodat hier niet veel waarde aan gehecht mag worden. Bij de vleesvarkensbedrijven (figuur 42) neemt het aandeel P in het voer af als het aandeel bijproducten hoger wordt.

**Figuur 41** Percentage bijproducten en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor gesloten varkensbedrijven



**Figuur 42** Percentage bijproducten en P in veevoer (kg/100 kg ds) voor vleesvarkensbedrijven



## 5.6 Conclusies

Het onderzoek naar verschillen in fosfaatexcreties is uitgevoerd voor gesloten varkensbedrijven en vleesvarkensbedrijven op basis van LEI-BIN steekproef 2007.

Binnen elke groep worden grote verschillen in fosfaat- en bruto stikstofexcreties per 1000 kg groei waargenomen. Ook tussen de gesloten varkensbedrijven en de vleesvarkensbedrijven zijn aanzienlijke verschillen waargenomen. Dit komt voornamelijk tot uitdrukking bij varkensbedrijven die bijproducten in het voederrantsoen hebben opgenomen. Bij gesloten varkensbedrijven blijkt dan namelijk bij een hoger percentage bijproducten ook een hoger aandeel P in het veevoer voor te komen, terwijl bij vleesvarkensbedrijven het tegenovergestelde wordt waargenomen. Tussen het voerverbruik en de groei per gve blijkt wel een sterke relatie te bestaan. Bedrijven met een hoog groeiniveau per gve verbruiken minder voer per kg groei.

We vonden nagenoeg geen relatie tussen de hoogte van het P-gehalte in het veevoer en het voerverbruik en de groei. Ook de voerprijs werd niet beïnvloed door de hoogte van het P-gehalte in het veevoer.

De belangrijkste factoren die van invloed zijn op de hoogte van de fosfaatexcreties zijn de hoogte van het P-gehalte in het voer en het voerverbruik per kg groei.

## 6 Implementatie reductie fosfaatexcretie in de praktijk

### 6.1 Visie van ondernemers/ketens op mogelijkheden tot verlaging fosfaatexcretie

De in deze paragraaf beschreven visie van ondernemers/ketens is gebaseerd op de uitkomsten van de workshop 'kansen en knelpunten voor vermindering van fosfaatuitstoot via voeding' die op 8 december 2009 gehouden is. Aan deze workshop deden melkveehouders, varkenshouders, voedingsdeskundigen, adviseurs, dierenartsen, beleidsmedewerkers van LNV en onderzoekers mee. Het belangrijkste uitgangspunt van de workshop was dat de fosfaatgebruiksnormen de komende jaren stapsgewijs verlaagd worden. Door de verdere aanscherping van de fosfaatgebruiksnormen zal in de nabije toekomst de fosfaatgebruiksruimte en dus niet meer de stikstofgebruiksruimte bepalend zijn voor de hoeveelheid mest die per hectare uitgereden mag worden. In 2015 dient voor fosfaat een situatie van P-evenwichtsbemesting te zijn ontstaan, wat inhoudt dat er niet meer fosfaat op het land aangewend mag worden dan -door het gewas aan de bodem onttrokken wordt. De regelgeving houdt ook rekening met de fosfaattoestand van de bodem. Op fosfaatverzadigde gronden mag minder fosfaat uitgereden worden dan op niet-fosfaatverzadigde gronden. Door de aanscherpende normen zal de druk op de mestmarkt toenemen. Op basis van dit rapport wordt het mogelijk geacht om via voedingsmaatregelen de fosfaatexcreties in de melkvee- en varkenshouderij met circa 20% te reduceren. Dit komt overeen met ruim 20 miljoen kg fosfaat.

De gewijzigde fosfaatgebruiksnormen hebben een direct effect op de melkveehouderij.

Melkveehouders kunnen hierdoor de komende jaren minder fosfaat op eigen grond aanwenden. Dit betekent dat zij ofwel minder fosfaat op hun bedrijf zullen moeten aanvoeren en/of (meer) mest moeten gaan afvoeren. Voor de meeste varkenshouders geldt dat zij geen eigen land bezitten en dus alle mest moeten afvoeren. Verlaging van de gebruiksnormen brengt hier geen verandering in. Maar als gevolg van de afname in plaatsingsruimte van varkensmest kunnen de mestafvoerkosten toenemen. Indirect ondervinden varkenshouders dan wel de gevolgen van lagere fosfaatgebruiksnormen.

Tweede uitgangspunt van de workshop was dat er een eindigheid is aan de makkelijk winbare voederfosfaten. Deze wetenschap dwingt de veehouderijsector om op een verantwoorde manier om te gaan met schaarser wordende voederfosfaten en om overdoseringen van fosfor in het voer zoveel mogelijk te voorkomen.

Derde uitgangspunt van de workshop was dat verlaging van de fosforniveaus in het voer niet ten koste mag gaan van de gezondheid en prestaties van de dieren.

Tijdens de workshop bleek dat de mogelijkheden om fosfaatuitscheiding te reduceren in de melkveehouderij vrij breed gedragen worden. In de varkenshouderij ziet men minder mogelijkheden. De varkenshouder wordt op dit moment niet beloond voor het produceren van fosfaatarme mest. Wel is er in zowel de melkvee- als varkenshouderij een toenemend bewustzijn van de maatschappelijke verantwoordelijkheid ten aanzien van een efficiënt gebruik van voederfosfaten. Op dit moment leveren beide sectoren echter nog niet veel inspanningen om de fosfaatuitscheiding daadwerkelijk te verminderen. Het grote probleem, dat tijdens de workshop werd signaleerd, is het gebrek aan stimulansen om tot verlaging van fosfaatexcretie over te gaan. In de melkveehouderij komt binnenkort wel een 'halve' prikkel, zoals men het noemde, omdat de fosfaatnormen dan beperkter worden voor fosfaattoediening uit mest dan de stikstofgebruiksnorm. De individuele melkvee- of varkenshouder kan op dit moment nog niet goed overzien wat dit voor het bedrijf betekent in termen van voerkosten, diergezondheid, mestkwaliteit en mestafzet. Interventie is nodig om ervoor te zorgen dat ondernemers en de sector het voerspoor daadwerkelijk gaan toepassen. Ook is er behoefte aan goede kengetallen en tools voor meer bewustwording en voor bijsturing van het management op de bedrijven. Op dit moment is echter nog niet duidelijk welke partij hierin het voortouw gaat nemen.

### 6.2 Aandachtspunten P-arm voer voor de melkvee- en varkenshouder

Uit de geanalyseerde gegevens van de LEI – BIN bedrijven blijkt dat er tussen bedrijven een zeer grote spreiding is in fosfaatexcreties. Dit geldt zowel voor melkvee- als varkensbedrijven. Verschillen in fosfaatexcretie op melkveebedrijven hangen met name samen met verschillen in de P /kVEM-verhouding in het rantsoen. In de varkenshouderij zijn hoofdzakelijk het P-gehalte van het voer en de voederconversie de belangrijkste factoren voor het veroorzaken van de spreiding in fosfaatexcreties.

Het niveau van de voederconversie is, naast het energiegehalte van het voer, onder andere afhankelijk van de gezondheidsstatus van het bedrijf.

De GD bevestigde de grote variatie in voederconversie op praktijkbedrijven. De meeste ondernemers hebben nog geen inzicht in de huidige excretieniveaus op hun bedrijf. Dit geeft aan dat er nog veel gedaan kan worden aan bewustwording met betrekking tot dit onderwerp.

Veehouders associëren P-verlaging van voer al snel met gezondheidsproblemen en beengebreeken. Daarom gaven sommige veehouders aan bewust niet te kiezen voor P-arm voer. Ook de aanwezige dierenartsen gaven aan tot P-verlaging niet ten koste mag gaan van alles. Uit de presentaties van Wageningen Livestock Research bleek echter dat een goede voorziening van de behoefte aan verteerbaar fosfor van het dier voorop staat. De verlaging van het P-gehalte heeft altijd uitsluitend betrekking op het niet-verteerbare deel, zodat er geen reden is voor ongerustheid ten aanzien van diergezondheid. Voor de melkveehouderij heeft de mengvoerindustrie al diverse fosfaatarmere voersoorten 'op de plank liggen', die slechts iets duurder zijn. Er is echter tot nu toe weinig vraag naar. De mengvoerindustrie gaf aan dat de effectiviteit van fytase, het enzym dat fytine-fosfor beschikbaar maakt voor het varken, in de loop van de tijd steeds meer is toegenomen. Daarnaast werd benadrukt dat fosfor altijd in balans moet zijn met calcium. Als deze balans ontbreekt, is de kans op het ontstaan van problemen wel reëel. Een aandachtspunt is dat er op dit moment nog geen geschikte parameters zijn om op bedrijfsniveau vast te stellen of de varkens voldoende calcium en fosfor krijgen.

Met het Airline-concept van Cehave-Landbouwbelang is het mogelijk om bij het varken forse reducties in fosfaatuitscheiding te realiseren. Aan deze voeders is o.a. dierlijk vet toegevoegd. Sommige vleesconcepten (o.a. Welfare) staan verwerking van dierlijk vet in het voer niet toe. Dit is nog een aandachtspunt.

Een route om fosfaatexcreties te verminderen, en die nog niet in het rapport benadrukt is, is het voorweken van voer in een zuur milieu. Dit gebeurt op varkensbedrijven die vochtrijke bijproducten verstrekken. Bekend is dat fytine-fosfor in een zuur milieu beter wordt afgebroken. Ook leggen varkens die zuur voer krijgen meer fosfaat vast in de botten. In theorie zou daarom het verteerbaar fosforgehalte van brijvoerders verlaagd kunnen worden. Vanwege schommelingen in gehalten van vochtrijke bijproducten is de mengvoerindustrie voorzichtig met verlaging van het verteerbaar gehalte. Dit onderwerp wordt op dit moment verder uitgediept in een lopende studie in het kader van dit project.

Er dient een goede economische afweging gemaakt te worden bij het realiseren van de milieudoelstellingen. De veehouder moet weten of de (eventuele) meerkosten van P-arm voer opwegen tegen de kosten van extra mestafzet. Er is daarom behoefte aan kennis over de gevolgen van een grootschalige verlaging van het P-gehalte van het voer op de verschuivingen in het grondstoffenpatroon en op de prijsontwikkeling van de grondstoffen. Deze kennis is op dit moment niet beschikbaar.

Mest is een belangrijke input voor de teelt van akkerbouwgewassen. Het verlagen van het P-gehalte van het voer resulteert in een lager fosfaatgehalte in de mest en dus in een hogere N/P-verhouding in de mest. Het is de vraag in hoeverre deze gewijzigde mestsamenstelling nog aansluit op de behoefte van de akkerbouwgewassen. Bij het introductietraject van P-arm voer dient de akkerbouw, als afnemer van de mest, dan ook zeker betrokken te worden. Opkomende mestscheidingstechnieken maken het mogelijk om mest te fractioneren in fosfaatrijke en fosfaatarme stromen. Hierdoor wordt het o.a. mogelijk gemaakt om de samenstelling van de mest beter af te stemmen op de wensen van de afnemer.

### **6.3 Institutionele mogelijkheden voor vermindering fosfaatexcreties**

Tijdens de workshop werd algemeen onderschreven dat er voor de veehouders op dit moment onvoldoende prikkels zijn om over te schakelen op P-arm voer. Dit geldt vooral voor de varkenshouderij, waar mestafvoer op dit moment plaats vindt op basis van volume en niet op basis van het fosfaatgehalte. Prikkels, die op dit moment in het buitenland al toegepast worden zijn:

- meer mest mogen uitrijden per hectare bij gebruik van P-arm voer. Dit leidt dus tot verschillende kwaliteiten mest;



- een zodanige heffing op voederfosfaten, dat het gebruik van P-arm voer financieel duidelijk aantrekkelijk wordt gemaakt.

De melkveehouderij krijgt in de nabije toekomst te maken met een 'halve' prikkel, doordat de fosfaatgebruiksnorm de meest beperkende factor wordt voor dierlijke mestaanwending.. Men pleit voor meer prikkels; en wel een reguleringssysteem van fosfaat op basis van een bedrijfsspecifieke fosfaatbalans, vergelijkbaar met het vroegere Minas. De melkveehouderij is namelijk niet alleen producent van meststoffen, maar ook gebruiker van meststoffen. Met een bedrijfsspecifieke fosfaatbalans wordt de melkveehouder als ondernemer geprikkeld om op eigen wijze die balans te realiseren. Tijdens Minas bleek dat veel bedrijven in hun maatregelenpakket ook vermindering van het fosfaatgehalte in krachtvoer opnamen. Het voordeel ten opzichte van het huidige stalbalans systeem is dat het de gehele bedrijfskringloop betreft en niet alleen de interne kringloop van voer - veestapel - mest. Dit stimuleert om tot een P-arme bedrijfsvoering te komen en zorgt voor aandacht voor zowel aan- als afvoerposten van fosfaat en de kringloop. Nu wordt er in de fosfaatgebruiksnorm gewerkt met forfaitaire gewasonttrekkingen.

Nagegaan kan ook worden wat de overheid kan bijdragen aan het verhogen van de acceptatiegraad van dierlijke mest bij de akkerbouwers. De akkerbouwers dienen wel nadrukkelijk bij de verdere uitwerking van het voerspoor betrokken te worden om na te gaan welk mestsoorten de verschillende type akkerbouwers wensen.

#### 6.4 Strategie voor bevordering reductie fosforinput via het voer

De sector is ervan overtuigd dat het voerspoor een kansrijke route is voor het verminderen van fosfaatexcretie, mits dit niet ten koste gaat van diergezondheid, dierprestaties en financiële resultaten. Elke schakel in de keten heeft hierbij zijn eigen mogelijkheden.

##### *Melkveehouders*

De melkveehouders zagen de volgende mogelijkheden om fosfaatexcreties te reduceren:

- Fosforarm krachtvoer verstrekken
- Samenstelling rantsoen aanpassen
- Veestapel indelen in productiegroepen en het fosforgehalte van het rantsoen daarop afstemmen. Voorzichtigheid is gewenst met het toepassen van P-arme rantsoenen rondom afkalven.

##### *Varkenshouders*

Varkenshouders gaven tijdens de workshop aan dat zij de volgende maatregelen kunnen toepassen:

- Voeders gebruiken met een hoog aandeel benutbaar fosfor
- Voeders gebruiken met een hoog energiegehalte
- Streven naar verlaging van de voederconversie, o.a. door het mesten van beren
- Toepassen van 3-fasen voeding
- Het toepassen van zuur voer
- Meewerken aan pilotprojecten om fosfaatexcreties te verminderen; LTO Rundveehouderij stelde voor om het voerspoor als speerpunt te kiezen voor het volgende winterseizoen. Veehouders kunnen dan gezamenlijk stappen zetten en ervaring opdoen met P-arme voeders. Op deze manier komt de theorie en de praktijk bij elkaar.

##### *Diervoederindustrie/adviseurs*

- De diervoederindustrie heeft al veel kennis opgedaan en vaak al fosfaatarmere diervoeders 'op de plank liggen'. Zij kunnen bijdragen aan verdere bewustwording t.a.v. verlaging van de fosfaatexcretie zonder dat dit ten koste gaat van de diergezondheid en de economische resultaten. Zo'n integrale aanpak met het leveren van maatwerk naar de bedrijven is gewenst om de kansen te benutten.
- De huidige normen voor verteerbaar fosfor in het voer zijn gebaseerd op relatief oud onderzoek. Er is behoefte aan onderzoek naar het actualiseren van de behoeftenormen.
- Meer dierlijke producten, met in het algemeen een hoog aandeel verteerbaar fosfor, verwerken in het voer.
- Veel aandacht voor het verspreiden van kennis naar de veehouder ten aanzien van betrouwbaarheid van P-normen en veiligheid van P-verlaging via voer naar de veehouder. Een goede kennis over de achtergronden en (diergezondheids)effecten van P-arm voer is essentieel voor het vertrouwen in dit spoor en voor het wegnemen van mogelijke weerstanden.

- Veehouders dienen zich bewust te worden van de fosfaatproblematiek. Een eerste stap kan zijn om de fosfaatexcretie per bedrijf (per 1000 kg meetmelk of per 1000 kg groei) inzichtelijk te maken. De voorlichters dienen het initiatief te nemen om de financiële consequenties van het gebruik van P-arm voer inzichtelijk te maken voor de veehouder. Adviseurs in de melkveehouderij hebben dit initiatief -al opgepakt.
- Daarnaast is ook een juiste woordkeus van groot belang. Varkenshouders vonden het niet gewenst om het *P-gehalte te verlagen*, maar het *verbeteren van de P-benutting* zagen ze wel als een gewenste ontwikkeling. Toekomstige communicatiestrategieën rond het voerspoor zouden dus vooral het aspect van 'verhoging van de P-benutting' moeten benadrukken.

#### *De Gezondheidsdienst*

De Gezondheidsdienst zou de volgende rollen kunnen vervullen:

- Het ontwikkelen van parameters die een goede relatie hebben met de P-voorziening op bedrijfsniveau
- Het monitoren van de gezondheid op bedrijven die P-arm voer gebruiken

#### *Het onderzoek*

Onderzoek kan een bijdrage leveren aan:

- Het beantwoorden van kennisvragen met betrekking tot het voerspoor (o.a. actualiseren behoeftenormen van melkvee en varkens, functie van P in het dier, effecten van technologische behandelingen op de P-verteerbaarheid, verschuivingen op de grondstoffenmarkt).
- Het opzetten en uitvoeren van een goede kenniscirculatie en communicatie naar de diversiteit van ondernemers in de diverse sectoren, zodat een breed 'peloton' de innovaties gaan toepassen.
- Het opzetten van praktijknetwerken van veehouders die integraal voor productie, diergezondheid en economie ervaring willen opdoen met P-armer voeren; deze netwerken dienen een vliegwielfunctie te krijgen voor het bevorderen van het gebruik van P-arm voer.
- Het analyseren van verschillen tussen praktijkbedrijven, mede in relatie tot de economische resultaten van bedrijven;
- Het ontwerpen van creatieve prikkels voor het bevorderen van P-armer voer.
- Het uitdragen van kennis over behoeftenormen, verbetering P-benutting en resultaten van voorloperbedrijven naar de sector.

#### *Beleid/overheid*

De volgende suggesties werden gedaan als rol van de overheid:

- Inzichtelijk maken van de relatie tussen het fosfaatprobleem en milieuproblemen, zoals kwaliteit van het oppervlaktewater;
- Het scheppen van beleidskaders met zodanige prikkels dat het gebruik van P-armer voer aantrekkelijk wordt;
- Het faciliteren van onderzoek naar ontbrekende kennis m.b.t. het voerspoor;
- Het ondersteunen van praktijknetwerken, waarin ondernemers uit verschillende sectoren zoeken naar integrale innovaties (dus ook vragers van mest);
- Een bijdrage leveren aan een goede kenniscirculatie en communicatie naar het 'peloton' over de ervaringen van innovatieve praktijkbedrijven en van het onderzoek en ketenpartijen.

#### *De keten als geheel*

Deze workshop maakt duidelijk dat er nu nog geen of weinig prikkels zijn tot verlaging van de fosfaatexcreties, zodat alle ketenpartijen nu nog weinig stappen zetten tot implementatie. Om dit te doorbreken is een van de mogelijkheden dat veehouders, diervoederproducenten en de overheid via een convenant gezamenlijk afspraken maken over het bevorderen van het voerspoor. Over de rol van de overheid hierin werd verschillend gedacht. Veehouders verwachten dat de overheid zodanige randvoorwaarden schept dat het gebruik van P-armer voer voor hen aantrekkelijk wordt. Men pleitte wel voor een eenvoudig systeem, dat niet moet leiden tot een star systeem dat weer knellend werkt voor de veehouders.

## 7 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit deze studie zijn als volgt.

### *P-gehalten in melkveerantsoenen*

- De P-excretie van dieren is afhankelijk van de inname. Bij het doorrekenen van de verschillende scenario's voor melkkoeien is het toekomstige P-gehalte van het gras op basis van proeven ingeschat. Het P-gehalte van gras is na 11 jaar evenwichtsbemesting bijna 10% lager dan na 11 jaar bemesting volgens een overschot van 40 kg fosfaat per ha (3,21 vs. 3,52 g P/kg ds) bij een bodemvruchtbaarheid voor fosfaat van voldoende tot ruim voldoende. De proeven lagen op zand, zeeklei en veen. De afname in P-gehalte varieerde van 4,5 % tot 13 %. Er was geen grondsoort die er positief of negatief uitsprong. I
- Het P-gehalte van snijmaïs wijkt in twee proeven na 3 en 7 jaar bemesting met 30 kg fosfaat niet af van snijmaïs met bemesting van 80 kg fosfaat per ha bij een voldoende fosfaattoestand .
- Gras bevat veel P, waardoor bij de grasrijke Nederlandse rantsoenen het gemiddelde P-aanbod bij melkvee ruim boven de CVB behoeftenormen ligt (27,4 vs. 17,8 kg P/koe/jaar).
- De P-absorptiecoëfficiënt is bij melkvee afhankelijk is van het fosforaanbod via het rantsoen en kan variëren van 75% bij een ruime fosforvoorziening tot meer dan 90% bij fosforarme rantsoenen. Dit geeft aan dat melkvee bij een lagere fosforvoorziening het fosfor in het voer beter benut en zo toch in de behoefte kan voorzien zonder nadelige gevolgen voor productie of dierwelzijn.
- Bij een lage fosforvoorziening kan een melkkoe aanzienlijke hoeveelheden fosfor (15 - 25% van de dagelijkse opname) mobiliseren uit de botten, waardoor het dier een tijdelijk laag fosforaanbod kan opvangen.
- Het gemiddelde P-gehalte in het rantsoen van Nederlands melkvee wordt geschat op 4,2 g/kg ds. Er is geen aanleiding om te veronderstellen dat het verstrekken van een rantsoen met een (sterk) verlaagd P-gehalte (tot 2,8 g P/kg ds) leidt tot een structurele negatieve fosforbalans tijdens de lactatie.
- Een verlaging van het P-gehalte van gras met 10% en van standaard krachtvoer met 2 g/kg ds resulteert voor de gemiddelde Nederlandse melkveestapel tot een reductie van de fosfaatexcretie met circa 20%.
- Verlaging van het P-gehalte van een standaard A-brok gaat gepaard met aanzienlijke verschuivingen in de grondstofsamenstelling. Deze verschuivingen hebben op basis van het prijspeil van voorjaar 2008 geen wezenlijke invloed op de kostprijs van het voer.

### *Fosfaatexcretie op melkveebedrijven in de praktijk*

- De gemiddelde fosfaatexcretie op melkveebedrijven bedraagt 41,5 kg/GVE (data 2007). Op de 10% bedrijven met de laagste excretie wordt minder dan 35,4 kg fosfaat/GVE uitgescheiden, terwijl op de 10% van de bedrijven met de hoogste excretie meer dan 47,1 kg fosfaat/GVE wordt uitgescheiden.
- De fosfaatexcretie per GVE wordt sterk beïnvloed door de P/kVEM-verhouding van het rantsoen. Verlaging van de P/kVEM-verhouding is dus een effectieve manier om de fosfaatexcretie van melkvee te verlagen.
- Er is op basis van de bedrijfsspecifieke berekeningswijze geen sterke samenhang tussen de melkproductie per koe en de fosfaatexcretie per GVE.
- Er is geen significante relatie tussen de P/kVEM-verhouding van het rantsoen en het saldo (€/100 kg melk). Minder dan 5% van de spreiding in het saldo kan slechts verklaard worden door de spreiding in de P/kVEM-verhouding.

### *P-arme voerstrategieën in de varkenshouderij*

- Ten opzichte van het huidige gemiddelde niveau van fosfaatuitscheiding is een reductie mogelijk van:
  - circa 5% door toepassing van fasenvoeding
  - circa 5% door meer fytase toe te voegen aan het voer
  - circa 15% door mengvoergrondstoffen met een hogere Pverteerbaarheid te gebruiken
 Het combineren van deze voerstrategieën levert dus een reductie in fosfaatuitscheiding op van circa 25%.
- Door zeer geconcentreerde voeders te verstrekken, kan de fosfaatuitscheiding van vleesvarkens tot circa 65% gereduceerd worden. Zolang het fytasegehalte van het voer nog niet maximaal is, gaat verlaging van het P-gehalte in het voer gepaard met beperkte verschuivingen van de

grondstofsamenstelling. Op het moment dat de maximale fytasedosering is bereikt, gaat een verdere P-verlaging van het voer wel gepaard met sterke verschuivingen in de grondstofsamenstelling.

#### *Fosfaatexcretie op varkensbedrijven in de praktijk*

- De fosfaatexcretie per 1000 kg groei bedraagt gemiddeld 18,9 kg op gesloten varkensbedrijven en 17,5 kg op vleesvarkensbedrijven. Op de 10% vleesvarkensbedrijven met de laagste excretie wordt minder dan 13,8 kg fosfaat/1000 g groei uitgescheiden, terwijl op de 10% van de bedrijven met de hoogste excretie meer dan 20,9 kg fosfaat/1000 g groei wordt uitgescheiden.
- Variatie in fosfaatexcretie wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het fosforgehalte in het voer en door de benutting van het voer (voerverbruik per kg groei). Maatregelen op bedrijfsniveau die bijdragen aan het verbeteren van de voerefficiëntie zorgen dus ook voor vermindering van de fosfaatexcretie.
- De hoogte van het P-gehalte in het veevoer heeft zowel op gesloten bedrijven als op vleesvarkensbedrijven geen aantoonbaar effect op het voerverbruik, de groei en de voerprijs.

## **Praktijktoepassing**

Verlaging van de P/kVEM-verhouding van het rantsoen van melkvee blijkt een effectieve manier te zijn om de fosfaatexcretie per GVE te verlagen. Dit is te realiseren door het gebruik van P-arm krachtvoer en/of door het inzetten van P-arme ruwvoerders of krachtvoervervangers. Hierdoor is een reductie in fosfaatexcretie tot 20% mogelijk. Als deze fosforarme voerstrategie grootschalig wordt toegepast, leidt dit tot een sterke daling van het fosfaatoverschot.

De analyse van de BIN-bedrijven toont aan dat de dierprestaties en economische resultaten van melkveebedrijven die nu al een lage fosfaatexcretie realiseren niet afwijken ten opzichte van bedrijven met een gemiddelde of hoge fosfaatexcretie.

De fosfaatexcretie op varkensbedrijven kan tot 25% gereduceerd worden door het gelijktijdig toepassen van fasenvoeding, fytaserijke voeders en/of voeders met een laag aandeel niet-verteerbaar fosfor. Bij vleesvarkens is een verdere reductie in fosfaatexcretie mogelijk (tot 65%) door het verstrekken van extra geconcentreerd voer. Het produceren en toepassen van dergelijke voeders vraagt echter om specifieke kennis en technologie. Op dit moment worden dergelijke voeders door slechts één marktpartij geleverd.

De analyse van de BIN-bedrijven toont aan dat de technische en economische resultaten van varkensbedrijven die nu al een lage fosfaatexcretie realiseren niet afwijken ten opzichte van bedrijven met een gemiddelde of hoge fosfaatexcretie.

Er zijn op dit moment nog geen of weinig prikkels voor het verlagen van fosfaatexcreties, zodat alle ketenpartijen nu nog weinig stappen zetten tot implementatie. Eén van de mogelijkheden om dit te doorbreken is dat veehouders, diervoederproducenten en de overheid via een convenant gezamenlijk afspraken maken over het bevorderen van het voerspoor. Over de rol van de overheid hierin wordt door de diverse actoren verschillend gedacht. Veehouders verwachten in elk geval dat de overheid zodanige randvoorwaarden schept dat het gebruik van P-arme voer voor hen aantrekkelijk wordt. Men pleitte wel voor een eenvoudig systeem, dat niet moet leiden tot een star systeem dat weer knellend werkt voor de veehouders

## Literatuur

Aarts, H.F.M., D.J. den Boer, J.C. van Middelkoop, J. Oenema, 2008. Landbouwkundige gevolgen van het aanscherpen en differentiëren van fosfaatgebruiksnormen voor de melkveehouderij. Wageningen, Plant Research International, rapport 166, 46p.

Bohlke, R.A., Thaler, R.C., Stein, H.H., 2005. Calcium, phosphorus, and amino acid digestibility in low-phytate corn, normal corn, and soybean meal by growing pigs. *J. Anim. Sci.* 83, 2396–2403.

Cehave-Landbouwbelang, 2009. CO<sub>2</sub>-berekeningen in de voersector. Kans of bedreiging? Symposium Duurzaam ondernemen Cehave landbouwbelang, 9 juni 2009.

COMV, 2005. Commissie Onderzoek Minerale Voeding. Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, schapen en geiten. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB, 2005. Tabellenboek Veevoeding 2005. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarden veevoerders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB, 2007. Tabellenboek Veevoeding 2005. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarden veevoerders. Productschap Diervoeder CVB, Den Haag.

Dou, Z., Toth, J.D., Galligan, D.T., Ramberg, C.F. and Ferguson, J.D., 2000. Laboratory procedures for characterizing manure phosphorus. *Journal of Environmental Quality* 29, 508-514.

Ehlert, P.A.I., J.C. van Middelkoop, C. van der Salm, P.H.M. Dekker, 2008. Effecten van fosfaatoverschotten op gras- en bouwland op lange termijn. Stand van zaken 2007. Wageningen, Alterra-rapport 1665, 90 p.

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

Everts, A. G. en de Haan, M.H.A., 2009. Effect van fosforverlaging in melkveerantsoenen en varkensvoerders op fosfaatexcretie via de mest. Rapport ASG Lelystad.

Golovan, S. P., Meidinger, R. G., Ajakaiye, A., Cottrill, M., Wiederkehr, M. Z., Barney, D. J., Plante, C., Pollard, J. W., Fan, M. Z., Hayes, M. A., Laursen, J., Hjorth, J. P., Hacker, R. R., Phillips, J. P., Forsberg, C. W., 2001. Pigs expressing salivary phytase produce low-phosphorus manure. *Nature biotechnology*, 19 (August), 741-745.

Jongbloed, A.W., Diepen, J.Th.M. van, Kemme, P.A., 2003. Fosfornormen voor varkens: herziening 2003. CVB-documentatierapport nr. 30.

Jongbloed, A.W., Kemme, P.A., 2005. De uitscheiding van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, pelsdieren, eenden, konijnen en parelhoeders in 2002 en 2006. Rapport 05/101077, Nutrition and Food, ASG, Lelystad, 101 pp.

Kemme, P.A., Jongbloed, A.W., 2003. Inventarisatie van effecten van organische zuren en voorweken al dan niet met fytase op de fosfor- en calcium-verteerbaarheid bij varkens. Rapport N&F 03/0028550.

Knowlton, K.F., Taylor, M.S., Hill, S.R., Cobb, C. and Wilson, K.F., 2007. Manure nutrient excretion by lactating cows fed exogenous phytase and cellulose. *Journal of Dairy Science* 90, 4356–4360.

Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, D.J. den Boer, M.M.S. ter Horst, W.J. Chardon, R.F. Bakker, R.L.M. Schils, P.A.I. Ehlert, O.F. Schoumans, 2004. Effecten van fosfaat- en stikstofoverschotten op grasland. ASG Praktijkonderzoek (PV). Praktijkrapport Rundvee 48, 100p.

Pfeffer, E., Beede, D.K. and Valk, H., 2005. Phosphorus metabolism in ruminants and requirements of cattle. In: Pfeffer, E. and Hristov, A.N. (eds.) Nitrogen and Phosphorus Nutrition in Cattle. CAB International, Wallingford, UK, pp. 195-231.

Milieu- en Natuurplanbureau (MN)), 2007. Werking van de Meststoffenwet 2006. MNPpublicatie 500124001, Bilthoven.

Spencer, J.D., Allee, G.L., Sauber, T.E., 2000. Phosphorus bioavailability of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. *J. Anim. Sci.* 78, 675-681.

Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema, G.J. Monteny, 2004. Actualisering van geschatte N en P excreties door rundvee. Reeks Milieu en Landelijk gebied 25, Wageningen.

Taylor, M.S., Knowlton, K.F., McGilliard, M.L., Swecker, W.S., Ferguson, J.D., Wu, Z. and Hanigan, M.D., 2009. Dietary calcium has little effect on mineral balance and bone mineral metabolism through twenty weeks of lactation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 92, 223–237.

Toor, G.S., Cade-Menun, B.J. and Sims, J.T., 2005. Establishing a linkage between phosphorus forms in dairy diets, faeces, and manures. *Journal of Environmental Quality* 34, 1380–1391.

Van Bruggen, 2009. Persoonlijke mededeling.

Valk, H. and Šebek, L.B.J., 1999a. Influence of long-term feeding of limited amounts of phosphorus on dry matter intake, milk production, and body weight of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82, 2157-2163.

Valk, H., Šebek, L.B.J., Van 't Klooster, A.Th. and Jongbloed, A.W., 1999b. Clinical effects of feeding low dietary phosphorus levels to high-yielding dairy cows. *Veterinary Record* 145, 673-674.

Valk, H., Metcalf, J.A. and Withers, P.J.W., 2000. Prospects for minimizing phosphorus excretion in ruminants by dietary manipulations. *Journal of Environmental Quality* 29, 28-36.

Valk, H., Šebek, L.B.J. and Beynen, A.C., 2002. Influence of phosphorus intake on excretion and blood plasma and saliva concentrations of phosphorus in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85, 2642–2649.

Valk, H. and Beynen, A.C., 2003. Proposal for the assessment of phosphorus requirements of dairy cows. *Livestock Production Science* 79, 267-272.

Vellinga, T., Van Laar, H., Thomassen, M., De Boer, I., Berkhout, P. en Aiking, H., 2009. Milieueffecten van diervoeders. ASG-rapport 205, Lelystad.

Zom, R. L. G., J. W. Van Riel, G. Andre, and G. Van Duinkerken, 2002. Voorspelling voeropname met koemodel. Praktijkrapport Rundvee 11. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, Nederland.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Geschat gemiddeld rantsoen voor Nederlands melkvee in 2008

	Hoeveelheid (kg DS/jaar)	P-gehalte (g/kg)	P-inhoud (kg P/jaar)
<b>Diercategorie 100</b>	<b>Melk- en kalfkoeien</b>		
Weidegras	1505	4.4	6.6
Graskuil	2250	4.2	9.5
Snijmaïskuil	1100	2.0	2.2
Standaard krachtvoer	1294	5.5	7.0
Eiwitrijk krachtvoer	220	6.2	1.4
Vochtrijk krachtvoer	225	3.1	0.7
Kunstmelk			0.0
<i>Totaal</i>	<i>6594</i>	<i>4.2</i>	<i>27.4</i>
<b>Diercategorie 101</b>	<b>Vrouwelijk jongvee, jonger dan 1 jaar</b>		
Weidegras	310	4.4	1.4
Graskuil	825	4.2	3.5
Snijmaïskuil	180	2.0	0.4
Standaard krachtvoer	145	5.5	0.8
Eiwitrijk krachtvoer		6.2	
Vochtrijk krachtvoer		3.1	
Volle melk	35	1.0	0.3
<i>Totaal</i>	<i>1495</i>	<i>4.2</i>	<i>6.3</i>
<b>Diercategorie 102</b>	<b>Vrouwelijk jongvee, ouder dan 1 jaar</b>		
Weidegras	1510	4.4	6.6
Graskuil	1300	4.2	5.5
Snijmaïskuil	100	2.0	0.2
Standaard krachtvoer	102	5.5	0.6
Eiwitrijk krachtvoer		6.2	
Vochtrijk krachtvoer		3.2	
Volle melk		1.0	
<i>Totaal</i>	<i>3012</i>	<i>4.3</i>	<i>12.9</i>

**Bijlage 2** P-excretie Koeien&Kansen bedrijven door vermindering P-gehalte in krachtvoer (- 2 g P/kg ds) en grasproducten (- 10%)

Melkvee incl. droogstand in kg droge stof

2007	Opname				Bedrijfsgegevens in kg P per jaar			Vermindering excretie in kg P per jaar		
Bedrijf	krachtvoer kg/koe/jr	gras kg/koe/jr	krachtvoer kg/bedrijf/jr	gras kg/bedrijf/jr	krachtvoer en gras	Pkrv = - 2 g/kg krachtvoer en gras	Pgras = - 10% g/kg krachtvoer en gras	krachtvoer en gras	krachtvoer	gras
1	1564	3868	188672	466424	2881	2504	2704	555	377	177
2	1897	2336	273202	336340	3107	2561	2968	686	546	139
3	1747	3040	130663	227360	1570	1309	1479	353	261	91
4	1590	2377	157384	235360	1841	1526	1752	403	315	88
5	1536	3527	185798	426775	2683	2312	2512	543	372	172
6	1508	2603	126667	218650	1600	1346	1508	344	253	91
7	1454	2679	146840	270535	1956	1663	1838	412	294	118
8	1480	3546	130235	312018	2080	1820	1934	406	260	146
9	1119	3020	138734	374509	2204	1927	2056	426	277	148
10	1507	3187	134156	283613	1908	1640	1787	389	268	121
11	1776	2687	193585	292879	2165	1778	2041	511	387	124
12	1399	2274	130117	211527	1641	1380	1546	355	260	95
13	2340	4585	376730	738106	4881	4128	4578	1057	753	303
14	1815	3259	143354	257437	1633	1346	1530	390	287	103
15	2029	3282	198799	321593	2107	1709	1980	524	398	126
Gemiddeld	1651	3085	176996	331542	2284	1930	2148	490	354	136



**Bijlage 3** Effect van Pgehalte op de samenstelling van een standaard A-brok

Prijs	P-gehalte voer																				
	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
	11,59	11,59	11,6	11,61	11,62	11,62	11,63	11,64	11,65	11,66	11,67	11,68	11,69	11,71	11,73	11,76	11,78	11,8	11,82	11,84	11,87
Bietpulp SUI 150-200	31,54	27,92	24,29	20,66	17,04	13,41	9,79	8,95	8,7	8,45	8,2	7,95	7,8	7,72	7,65	7,58	7,56	7,67	7,78	7,89	8
Palmpitschilf RC<220	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Maisglvoer RE200-230	17,86	18	18,14	18,28	18,42	18,56	18,7	18,7	18,67	18,64	18,61	18,59	19,17	20,21	21,25	22,29	23,07	23,35	23,63	23,9	24,18
Sojahulln RC 320-360	14,49	14,17	13,85	13,53	13,21	12,89	12,56	12,16	11,73	11,31	10,88	10,46	8,91	6,48	4,05	1,62	0	0	0	0	0
Citruspulp	6,38	9,39	12,41	15,43	18,45	21,46	24,48	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Vinasse RE < 250	4	4	4	4	4	4	4	3,69	3,31	2,93	2,55	2,17	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Melasse riet SUI>475	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tarwegries	1,73	2,18	2,63	3,09	3,54	4	4,45	5,4	6,46	7,51	8,57	9,62	10,27	10,62	10,97	11,31	11,41	11,01	10,61	10,21	9,8
Mervit Melkvee 31	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Raapzsr. Mervobest	0,13	0,45	0,77	1,09	1,42	1,74	2,06	2,12	2,13	2,14	2,15	2,16	2,13	2,08	2,02	1,97	1,92	1,88	1,84	1,8	1,76
Zout	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,2	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,3	0,3	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
Tapioca ZET 625-675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,62	1,74	2,86	3,98	4,72	4,71	4,7	4,69	4,68
Krijt (fijn gemalen)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,1	0,17	0,23	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34
Monocalciumfosfaat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,07	0,12	0,18	0,23
	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
DS	898,4	898,0	897,6	897,2	896,8	896,4	896,0	896,5	897,1	897,6	898,2	898,8	899,1	899,2	899,3	899,3	899,4	899,6	899,8	900,0	900,2
OKh_	118,1	122,3	126,4	130,5	134,7	138,8	142,9	148,2	153,7	159,3	164,8	170,3	181,3	196,5	211,8	227,0	236,9	235,9	235,0	234,0	233,1
RAS	74,3	73,9	73,4	72,9	72,5	72,0	71,5	71,2	70,8	70,4	70,1	69,7	70,0	70,7	71,5	72,2	72,9	73,6	74,2	74,9	75,6
RC	149,6	148,1	146,6	145,1	143,7	142,2	140,7	139,7	138,9	138,0	137,1	136,2	132,1	125,5	118,8	112,2	107,7	107,7	107,6	107,6	107,5
RE_(excl_NH3)	134,3	134,2	134,1	134,1	134,0	133,9	133,9	133,9	134,0	134,0	134,1	134,1	134,1	134,2	134,2	134,2	134,3	134,2	134,1	134,1	134,0
RVET	26,3	26,8	27,4	27,9	28,5	29,0	29,6	29,9	30,1	30,4	30,7	30,9	30,9	30,5	30,2	29,9	29,7	29,5	29,4	29,2	29,1
RVETh	7,7	8,1	8,4	8,8	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	12,0	12,5	13,1	13,7	14,4	14,7	14,7	14,6	14,5	14,5
SUI	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ZETam	29,9	31,0	32,1	33,2	34,3	35,5	36,6	38,2	40,1	41,9	43,7	45,5	51,1	59,7	68,4	77,0	82,7	82,2	81,8	81,4	80,9
ZETew	45,2	48,4	51,6	54,8	58,0	61,2	64,5	66,5	68,3	70,1	71,9	73,7	78,9	86,8	94,7	102,7	107,8	107,3	106,9	106,4	106,0
LYS	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
MET	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Ca	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0	7,1	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,1	8,3
Ca/P	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Cl	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4
K	15,3	15,1	14,9	14,6	14,4	14,2	13,9	13,7	13,5	13,3	13,0	12,8	12,7	12,6	12,5	12,4	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
Mg	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Na	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
P	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
ADF	205,1	203,4	201,6	199,9	198,2	196,5	194,8	193,7	192,7	191,8	190,9	189,9	185,1	177,3	169,5	161,6	156,3	156,2	156,1	156,0	155,9
ADL	23,4	23,8	24,2	24,5	24,9	25,2	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,7	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,7	26,6	26,5	26,3
BestZetm	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	6,0	7,0	8,1	9,1	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
DVE	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
DVLYSh	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
DVMETh	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Susaz																					
SW	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
VEM	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940
Vit. A	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025	5025
Vit. D3	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200

**Bijlage 4** Opname, retentie en uitscheiding van P bij vleesvarkens per jaar

Vleesvarkens van ca. 25 kg tot circa 110 kg		Gemiddeld	Fasenvoeding	Meerfytase	Contr.	Hoogenergievoer
<b>Uitgangspunten</b>	Dimensie	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2009</b>
Aantal mestdagen	d	117	117	117	114	111
Begingewicht	kg	25,6	25,6	25,6	23,3	23,3
Eindgewicht	kg	116,6	116,6	116,6	115,4	117,1
Voederconversie		2,75	2,75	2,75	2,62	2,00
Groeisnelheid	g/d	779	779	779	808	844
P-gehalte begingewicht	g/kg	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32
P-gehalte eindgewicht	g/kg	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36
Opname startvoer per varken	kg	62	62	62	49,6	44,2
P-gehalte startvoer	g/kg	4,8	4,8	4,6	4,6	4,4
Opname groeivoer per varken	kg	70	70	70	0	0
P-gehalte groeivoer	g/kg	4,7	4,7	4,5	-	-
Opname eindvoer per varken	kg	118	118	118	192	143
P-gehalte eindvoer	g/kg	4,7	4,5	4,3	4,8	3,8
Totale opname voer	kg	250,3	250,3	250,3	241,3	187,6
<b>Per jaar</b>						
Omrekeningsfactor naar jaar		3,12	3,12	3,12	3,20	3,28
<b>Opname P</b>						
startvoer	kg	0,93	0,93	0,89	0,73	0,64
groeivoer	kg	1,03	1,03	0,98	-	-
eindvoer	kg	1,74	1,66	1,59	2,95	1,79
Totaal P-opname		3,69	3,62	3,46	3,68	2,43
<b>Retentie P</b>						
vlees	kg	1,53	1,53	1,53	1,58	1,65
Excretie P	kg	2,17	2,09	1,94	2,09	0,77
<b>Excretie P (relatief)</b>	%	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>37</b>
<b>Retentie</b>	%	<b>41,3</b>	<b>42,2</b>	<b>44,1</b>	<b>43,1</b>	<b>68,1</b>

**Bijlage 5** Opname, retentie en uitscheiding van P bij fokzeugen per jaar

Fokzeug en biggen tot ca, 25 kg		Gemiddeld	Meer fasen	Meer fytase	Hogere Pverteerbaarheid
Uitgangspunten		2008	2008	2008	2008
Aantal levendgeboren biggen/zeug/worp		13,1	13,1	13,1	13,1
Aantal doodgeboren biggen/zeug/worp		1,0	1,0	1,0	1,0
Aantal worpen per zeug per jaar		2,36	2,36	2,36	2,36
Aantal levendgeboren biggen/zeug/jaar		30,9	30,9	30,9	30,9
Aantal gespeende biggen/zeug/jaar		26,9	26,9	26,9	26,9
Aantal doodgeboren biggen/zeug/jaar		2,4	2,4	2,4	2,4
Aantal dode biggen tot spenen/zeug/jaar		4,0	4,0	4,0	4,0
Percentage dode biggen tot spenen	%	13,0	13,0	13,0	13,0
Dode biggen na spenen tot ca, 25 kg	%	1,9	1,9	1,9	1,9
Aantal dode biggen na spenen tot ca. 25 kg/zeug/jaar		0,5	0,5	0,5	0,5
Aantal biggen grootgebracht/zeug/jaar		26,4	26,4	26,4	26,4
Begingewicht zeug	kg	140	140	140	140
Eindgewicht zeug	kg	220	220	220	220
Vervangingspercentage	%	46	46	46	46
P-gehalte begingewicht	g/kg	5,35	5,35	5,35	5,35
P-gehalte eindgewicht	g/kg	5,35	5,35	5,35	5,35
Speengewicht big	kg	7,5	7,5	7,5	7,5
Eindgewicht big	kg	25,4	25,4	25,4	25,4
P-gehalte big eindgewicht	g/kg	5,32	5,32	5,32	5,32
Gewicht dode big voor spenen	kg	2,8	2,8	2,8	2,8
P-gehalte dode big voor spenen	g/kg	5,36	5,36	5,36	5,36
Gewicht dode big na spenen	kg	12	12	12	12
P-gehalte dode big na spenen	g/kg	5,33	5,33	5,33	5,33
Gewicht doodgeboren big	kg	1,3	1,3	1,3	1,3
P-gehalte doodgeboren big	g/kg	6,15	6,15	6,15	6,15
Mineraal verteerbaarheid biggenvoerders	%	55	55	60	70
Mineraal verteerbaarheid zeugenvoeders	%	30	30	40	60
Voederconversie biggen vanaf spenen tot startgewicht		1,64	1,64	1,64	1,64
Opname speenvoer	kg/big	4,5	4,5	4,5	4,5
P-gehalte speenvoer	g/kg	5,4	5,4	5,2	5,0
Opname opfokvoer	kg/ big	24,9	24,9	24,9	24,9
<b>P-gehalte opfokvoer</b>	<b>g/kg</b>	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>
Opname zeugenvoeders	kg/zeug/j	1165	1165	1165	1165
Aandeel lactozeugenvoer	%	35,6	35,6	35,6	35,6
Aandeel zeugenvoer dracht < 80 d dracht	%	41,9	41,9	41,9	41,9
Aandeel zeugenvoer dracht > 80 d dracht	%	22,5	22,5	22,5	22,5
<b>P-gehalte lactozeugenvoer</b>	<b>g/kg</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	<b>5,2</b>	<b>5,0</b>
<b>P-gehalte zeugenvoer dracht &lt; 80 d dracht</b>	<b>g/kg</b>	<b>5,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>3,0</b>
<b>P-gehalte zeugenvoer dracht &gt; 80 d dracht</b>	<b>g/kg</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,4</b>

Rapport

<b>Fokzeug en biggen tot ca, 25 kg</b>		<b>Gemiddeld</b>	<b>Meer fasen</b>	<b>Meer fytase</b>	<b>Hogere P-verteerbaarheid</b>
Per jaar per fokzeug					
<b>Opname P</b>					
Speenvoer	kg	0,65	0,65	0,63	0,61
Opfokvoer	kg	3,61	3,61	3,48	3,41
Lactozeugenvoer	kg	2,28	2,28	2,16	2,07
zeugenvoer dracht < 80 d dracht	kg	2,44	2,15	2,15	1,46
zeugenvoer dracht > 80 d dracht	kg	1,31	1,31	1,23	1,16
Totaal P opname	kg	10,30	10,00	9,64	8,71
P-retentie					
Groei zeug, biggen, uitval biggen	kg	3,94	3,94	3,94	3,94
Excretie P	kg	6,35	6,06	5,70	4,76
<b>Excretie P (relatief)</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>75</b>
<b>Retentiepercentage</b>	<b>%</b>	<b>38,3</b>	<b>39,4</b>	<b>40,9</b>	<b>45,3</b>

**Bijlage 6** Effect van P-gehalte op de samenstelling van startvoer voor vleesvarkens

	P-gehalte startvoer voor vleesvarkens															
	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
Prijs (€/100 kg)	25,88	25,76	25,67	25,65	25,66	25,68	25,7	25,73	25,75	25,77	25,8	25,82	25,85	25,88	25,9	25,93
Grondstof (%)																
Mais	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Sojasr RC50-70RE>440	14,10	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
Triticale	0,00	0,00	0,27	10,75	13,30	14,92	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Erwten RE < 220	33,15	23,01	19,38	13,75	11,85	9,42	9,47	9,63	9,79	9,95	10,11	9,70	7,84	5,98	4,13	2,27
Rogge	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Palmpitschilf RC<220	0,00	3,08	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Melasse riet SUI>475	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sojahulln RC < 320	0,02	0,00	0,00	0,90	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Krijt (fijn gemalen)	1,29	1,24	1,25	1,28	1,30	1,30	1,29	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,24	1,24	1,23	1,22
Mervit Vleesvarken	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Zout	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Fytase 2 (max.0,45%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,33	0,26	0,19	0,12	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Monocalciumfosfaat	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,34	0,39	0,43	0,48	0,53	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55
L-Lysine	0,12	0,15	0,18	0,22	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
Fytase 1 (max. 0,2%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Methionine	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06
L-Threonine	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Tryptofaan	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Tapioca ZET 575-625	7,24	10,74	7,18	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tarwegries	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13	1,81	1,65	1,51	1,37	1,23	1,09	1,31	2,43	3,56	4,69	5,81
Soya olie	0,00	0,21	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,24	0,43	0,61	0,80
Raapschroot RE > 380	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	1,06	1,61	2,16	2,71	3,27
Nutrient	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
RAS	51,48	53,61	52,22	49,76	49,25	49,44	49,77	50,11	50,45	50,79	51,13	51,48	51,85	52,22	52,59	52,96
RC	40,55	44,57	44,85	43,31	42,09	40,61	40,54	40,49	40,43	40,38	40,32	40,44	41,03	41,61	42,19	42,78
RE_(excl_NH3)	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00
RVET	21,94	26,70	28,33	27,51	27,93	28,08	28,04	28,00	27,96	27,92	27,88	28,46	30,59	32,71	34,84	36,97
SUI	42,54	42,72	44,66	46,24	47,00	47,68	47,65	47,60	47,56	47,51	47,46	47,55	47,97	48,40	48,82	49,25
Vocht	128,07	124,12	122,61	122,46	122,50	122,16	122,10	122,06	122,02	121,98	121,94	121,79	121,37	120,94	120,52	120,10
ZETam	415,55	397,50	389,97	394,02	393,82	394,77	395,17	395,54	395,91	396,27	396,64	395,45	390,34	385,23	380,12	375,01
NSP	163,46	178,54	185,53	183,49	183,05	181,50	181,13	180,78	180,44	180,10	179,76	180,27	182,92	185,58	188,23	190,89
schDVILEv	5,65	5,70	5,65	5,62	5,61	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,56	5,54	5,52	5,50
schDVLVSv	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
schDVM+Cv	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30
schDVTHRv	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
schDVRTPv	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
EW	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
NEv	9,43	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,43	9,44	9,44	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45
Vit. A	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00
Vit. D3	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Vit. E	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
C18:2	9,80	10,73	10,68	9,69	9,74	9,66	9,64	9,62	9,60	9,59	9,57	9,85	10,90	11,95	12,99	14,04
C18:3	0,57	0,68	0,65	0,49	0,48	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,50	0,64	0,78	0,93	1,07
Ca	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
Na	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
K	8,93	9,11	8,92	8,64	8,60	8,55	8,53	8,52	8,51	8,50	8,48	8,49	8,52	8,56	8,60	8,64
Cl	3,71	3,79	3,89	3,97	4,00	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,04	4,05	4,06	4,08
S	1,99	1,99	1,96	1,96	1,95	1,95	1,95	1,95	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
vP	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

**Bijlage 7** Effect van P-gehalte op de samenstelling van afmestvoer voor vleesvarkens

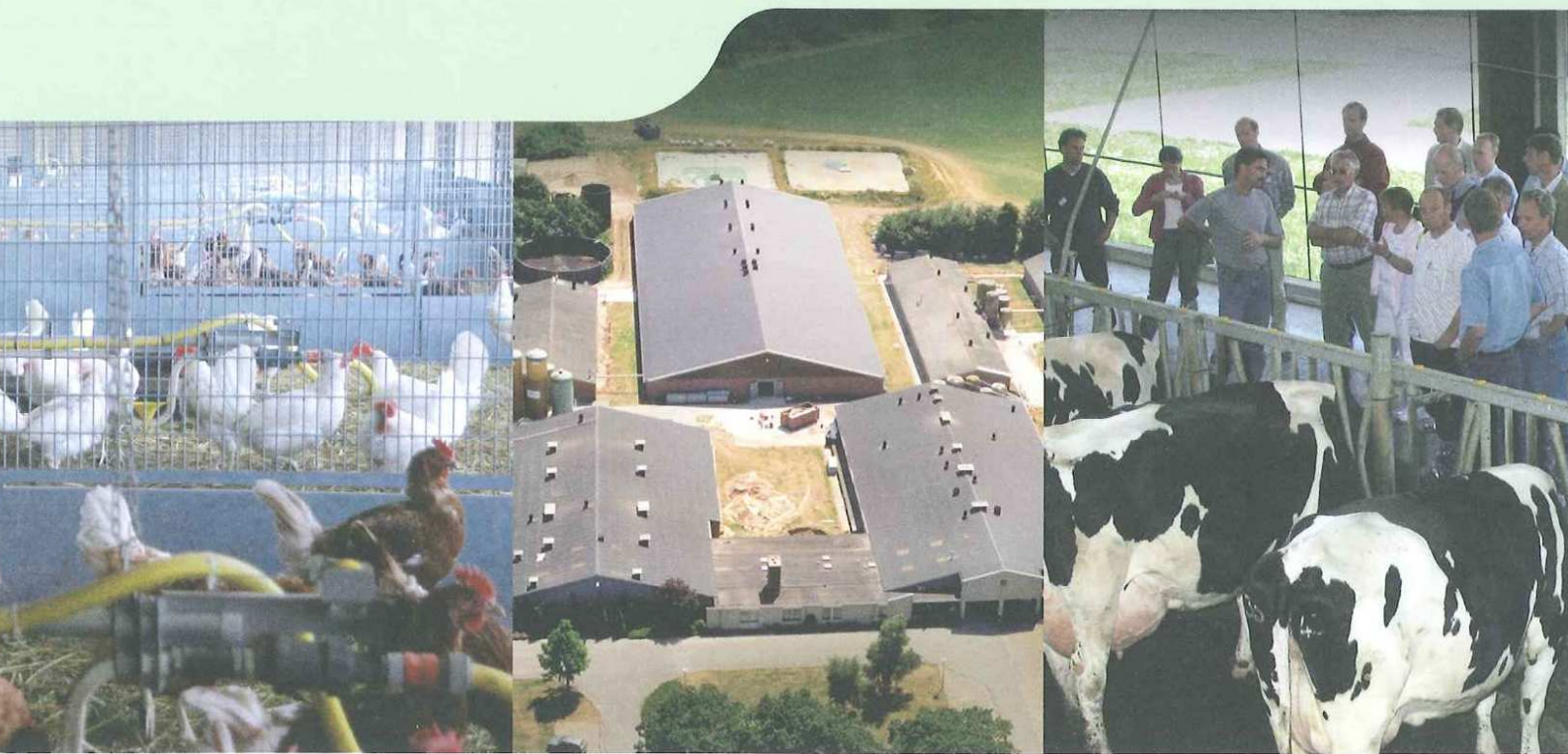
Prijs	P-gehalte afmestvoer vleesvarkens															
	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
	23,30	23,27	23,26	23,27	23,28	23,30	23,32	23,34	23,36	23,38	23,40	23,42	23,44	23,46	23,48	23,50
Grondstof (%)																
Mais	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Erwten RE < 220	18,05	16,89	16,91	14,79	12,91	14,70	16,49	17,33	18,17	19,01	19,85	20,69	21,53	22,37	23,21	24,74
Sojasr RC50-70RE>440	15,00	15,00	14,50	13,30	12,04	10,15	8,73	8,16	7,59	7,02	6,45	5,89	5,32	4,75	4,18	3,01
Tapioca ZET 575-625	8,15	6,28	4,19	0,00	0,00	12,61	11,07	10,16	9,26	8,36	7,45	6,55	5,65	4,75	3,84	1,42
Raapschroot RE > 380	0,00	0,00	0,00	0,78	3,08	9,43	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sojahulln RC < 320	5,43	6,79	7,90	8,60	8,28	4,68	4,43	3,89	3,35	2,80	2,26	1,72	1,18	0,63	0,09	0,00
Triticale	4,77	6,38	7,66	13,46	14,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Tarwegries	1,58	3,89	6,21	6,42	6,24	5,43	6,23	7,39	8,55	9,71	10,87	12,03	13,19	14,35	15,52	16,55
Rogge	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Melasse riet SUI>475	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Vet dierlijk	1,63	2,04	2,35	2,36	2,46	2,88	2,94	2,95	2,96	2,97	2,99	3,00	3,01	3,02	3,03	3,05
Krijt (fijn gemalen)	0,90	0,91	0,79	0,81	0,79	0,66	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,82
Mervit Vleesvarken	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fytase 2 (max.0,45%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,29	0,27
Zout	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Fytase 1 (max. 0,2%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Monocalciumfosfaat	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Lysine HCL	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
Palmpitschilf RC<180	5,00	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Tryptofaan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutriënt	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,9</b>	<b>4</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4,7</b>	<b>4,8</b>	<b>4,9</b>	<b>5</b>
RAS	47,10	46,66	44,82	43,17	43,48	49,69	49,29	49,11	48,93	48,75	48,58	48,40	48,22	48,04	47,86	47,03
RC	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	59,74	58,63	57,52	56,41	55,30	54,19	53,07	51,96	50,85	50,33
RE_(excL_NH3)	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00	165,00
RVET	41,15	43,86	45,78	46,39	47,38	49,62	50,33	50,62	50,91	51,20	51,50	51,79	52,08	52,38	52,67	53,16
SUI	49,20	50,27	51,21	52,09	52,51	51,21	51,35	51,65	51,96	52,26	52,57	52,87	53,17	53,48	53,78	54,08
Vocht	122,70	124,62	126,66	126,39	125,42	122,83	122,93	123,21	123,49	123,76	124,04	124,32	124,59	124,87	125,15	125,50
ZETam	358,49	356,18	355,22	355,24	354,86	352,47	351,58	351,44	351,30	351,17	351,03	350,89	350,76	350,62	350,49	349,90
NSP	215,26	212,37	210,32	210,83	210,54	208,33	208,71	208,21	207,70	207,20	206,69	206,19	205,68	205,18	204,67	205,00
schDVILEv	5,25	5,26	5,26	5,19	5,11	5,00	4,94	4,91	4,89	4,86	4,83	4,81	4,78	4,76	4,73	4,68
schDVLYSv	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10
schDVM+Cv	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
schDVTHRv	4,30	4,31	4,30	4,26	4,25	4,35	4,32	4,30	4,28	4,27	4,25	4,23	4,22	4,20	4,19	4,15
schDVTRPv	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
EW	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
NEv	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,42	9,43	9,43	9,43	9,43	9,44	9,44	9,44	9,45
Vit. A	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Vit. D3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Vit. E	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
C18:2	10,15	10,95	11,63	11,62	11,54	11,39	11,50	11,59	11,68	11,76	11,85	11,93	12,02	12,11	12,19	12,32
C18:3	0,73	0,81	0,87	0,87	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,94
Ca	6,00	6,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Na	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
K	9,43	9,57	9,69	9,46	9,28	9,32	9,23	9,22	9,20	9,19	9,17	9,16	9,14	9,13	9,11	9,04
Cl	2,75	2,70	2,66	2,71	2,75	2,70	2,71	2,72	2,73	2,74	2,75	2,75	2,76	2,77	2,78	2,80
vP	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10

**Bijlage 8** Effect van P-gehalte op de samenstelling van lactozeugenvoer

Omschrijving	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
Prijs	24,91	24,75	24,66	24,60	24,59	24,61	24,63	24,65	24,68	24,70	24,73	24,75	24,78	24,81	24,84	24,87
<b>Mais</b>	<b>28,24</b>	<b>26,97</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>	<b>30,00</b>
Tapioca ZET 625-675	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
<b>Erwten RE &lt; 220</b>	<b>23,69</b>	<b>20,85</b>	<b>15,83</b>	<b>15,29</b>	<b>15,29</b>	<b>15,40</b>	<b>15,51</b>	<b>15,61</b>	<b>15,72</b>	<b>15,83</b>	<b>15,94</b>	<b>16,04</b>	<b>16,13</b>	<b>16,22</b>	<b>16,31</b>	<b>16,40</b>
Sojabonen verhit	10,48	10,82	10,26	10,16	9,96	9,87	9,89	9,90	9,92	9,93	9,95	9,96	10,01	10,09	10,16	10,24
<b>Sojasr RC 50-70 RE &gt; 440</b>	<b>3,82</b>	<b>4,16</b>	<b>5,43</b>	<b>5,31</b>	<b>3,63</b>	<b>2,82</b>	<b>2,83</b>	<b>2,84</b>	<b>2,85</b>	<b>2,86</b>	<b>2,87</b>	<b>2,88</b>	<b>3,02</b>	<b>3,27</b>	<b>3,51</b>	<b>3,76</b>
Lupinen RV < 70 RE > 335	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,73	4,24	3,76
<b>Palm pits chilf RC &lt; 180</b>	<b>0,00</b>	<b>4,18</b>	<b>4,76</b>	<b>4,86</b>	<b>4,16</b>	<b>3,82</b>	<b>3,84</b>	<b>3,86</b>	<b>3,87</b>	<b>3,89</b>	<b>3,91</b>	<b>3,93</b>	<b>3,98</b>	<b>4,06</b>	<b>4,13</b>	<b>4,21</b>
Melasse riet SU I > 475	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Tarwegries	0,00	0,00	0,87	2,37	1,41	0,77	0,65	0,53	0,41	0,29	0,17	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Krijt (fijn gemalen)	1,49	1,48	1,47	1,49	1,45	1,43	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36
Zout	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Monocalcium fosfaat	0,53	0,51	0,52	0,51	0,50	0,52	0,57	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,85	0,89	0,92	0,96
Mervit Zeugen 2273	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fytase 2 (max. 0,45%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,41	0,34	0,27	0,20	0,13	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fytase 1 (max. 0,2%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04
L-Lysine HCL	0,00	0,01	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
L-Threonine	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
D,L-Methionine	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Tryptofaan	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SojahuIn RC 320-360	1,88	1,15	0,94	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Raapzaadschilfers</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3,69</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>

Omschrijving	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
D S	874,78	878,59	879,29	879,21	879,28	879,38	879,43	879,49	879,54	879,60	879,65	879,71	879,75	879,78	879,82	879,85
RAS	65,86	66,47	66,52	66,68	66,61	66,88	67,22	67,56	67,90	68,24	68,58	68,92	69,27	69,63	69,98	70,34
RC	51,54	55,00	54,43	52,58	53,43	53,89	53,85	53,82	53,78	53,75	53,71	53,68	53,49	53,19	52,89	52,59
RE_(excI_NH3)	156,11	157,71	155,79	155,38	156,25	156,70	156,70	156,71	156,71	156,72	156,72	156,72	156,62	156,43	156,24	156,05
RVET	38,01	41,86	42,43	42,61	43,65	44,16	44,17	44,18	44,19	44,19	44,20	44,21	44,24	44,27	44,31	44,35
SUI	44,09	44,17	43,92	44,30	45,55	46,12	46,08	46,04	46,00	45,96	45,92	45,88	45,92	46,01	46,10	46,20
ZETam	389,42	370,84	371,42	371,91	370,80	370,34	370,54	370,75	370,95	371,15	371,35	371,54	371,61	371,75	371,89	372,03
ZETew	422,42	401,80	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
NSP	180,29	196,60	198,28	197,40	195,56	194,49	194,26	194,04	193,81	193,58	193,36	193,13	192,80	192,40	192,01	191,61
GEWICHT	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ca	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Ca/P	2,50	2,44	2,38	2,33	2,27	2,22	2,17	2,13	2,08	2,04	2,00	1,96	1,92	1,89	1,85	1,82
Ca/vP	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39
CI	4,84	4,92	4,99	5,01	4,85	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84
EB	204,86	202,85	198,82	198,27	194,43	192,45	192,24	192,03	191,81	191,60	191,39	191,18	191,60	192,49	193,38	194,27
K	8,91	8,93	8,85	8,85	8,69	8,61	8,60	8,59	8,58	8,57	8,56	8,55	8,57	8,61	8,64	8,68
Na	2,60	2,60	2,60	2,60	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
P	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00	5,10	5,20	5,30	5,40	5,50
vP	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95
s chD VLYSv	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90
s chD VM + Cv	3,61	3,62	3,63	3,64	3,70	3,74	3,74	3,74	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,72	3,72	3,72
s chD VTHRv	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35
s chD VTRPv	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
EW	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
C 18:2	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
C 18:3	1,98	2,00	1,91	1,89	2,02	2,08	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,10	2,10	2,11	2,12



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E [info@livestockresearch.wur.nl](mailto:info@livestockresearch.wur.nl) | [www.livestockresearch.wur.nl](http://www.livestockresearch.wur.nl)