

M.Q. van der Veen  
J.C. Blom  
H.H. Luesink

Onderzoekverslag 107

# VERLAGING VAN FOSFOR- EN STIKSTOFGEHALTES IN MENGVOEDERS

Een economische evaluatie



SIGN: L28-107  
EX. NO: C  
MLV:

Januari 1993

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)  
Afdeling Landbouw

578159

## REFERAAT

### VERLAGING VAN FOSFOR- EN STIKSTOFGEHALTES IN MENGVOEDERS; EEN ECONOMISCHE EVALUATIE

Veen, van der, M.Q., J.C. Blom en H.H. Luesink  
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1993  
Onderzoekverslag 107  
ISBN 90-5242-196-X  
108 p., fig., tab., bijl.

Verlaging van het mineralengehalte in mengvoeders leidt tot een vermindering van de mestoverschotten. In dit rapport wordt een economische evaluatie gegeven van verschillende technieken voor mineralenvermindering. Daarbij is gekeken naar effecten op de grondstoffenkosten van mengvoeders en op de kosten van mestafzet. Omdat de normen voor het gebruik van dierlijke mest zijn uitgedrukt in fosfaat, kan het effect van fosforvermindering op de afzetkosten voor mest worden berekend. Voor stikstof is dat (nog) niet mogelijk. Een aantal technieken voor mineralenvermindering leidt tot een vermindering van de grondstoffenkosten voor mengvoeders en van mestafzetkosten. Deze zijn zonder meer rendabel, maar geven vaak lichte verminderingen van de hoeveelheid mineralen. Voorbeelden hiervan zijn fasevoeding en herwaardering van mineralen in mengvoergrondstoffen. Andere technieken, zoals toepassing van het enzym fytase en wijziging van de grondstofsamenstelling leiden tot hogere grondstoffenkosten voor mengvoer maar lagere kosten voor mestafzet. Berekend is dat een verlaging van het fosforgehalte met inzet van al deze technieken tot een sectoreconomische optimum leidt, waarbij de kosten van mengvoer plus mestafzet minimaal zijn. Het fosforgehalte in het voer voor varkens en pluimvee is daarbij 23% lager dan dat in de uitgangssituatie. Wanneer geen fytase wordt toegepast, dan is het voor de sector optimale fosforgehalte 13% dan in de uitgangssituatie. Wanneer het fosforarme voer duurder is dan gewoon voer, dan is het voor individuele veehouders niet aantrekkelijk om fosforarm voer te gebruiken. Dit heeft te maken met het zogenaamde free-rider effect.

Mestoverschotten/Mengvoeders/Veevoeding/Veehouderij/Modellen/Nederland

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Veen, M.Q. van der

Verlaging van fosfor- en stikstofgehaltes in mengvoeders :  
een economische evaluatie / M.Q. van der Veen, J.C. Blom  
en H.H. Luesink. - Den Haag : Landbouw-Economisch  
Instituut (LEI-DLO). - Fig., tab. - (Onderzoekverslag /  
Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO) ; 107)  
ISBN 90-5242-196-X  
NUGI 835  
Trefw.: veevoeding en mest.

---

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

# INHOUD

	Blz.
<b>WOORD VOORAF</b>	5
<b>SAMENVATTING</b>	7
<b>1. INLEIDING</b>	17
<b>2. METHODE</b>	20
2.1 Algemeen	20
2.2 Het mengvoermodel	21
2.3 De mineralenbalans	23
2.4 Mestoverschotten	24
2.5 Transport en verwerking van mestoverschotten	24
<b>3. UITGANGSPUNTEN</b>	26
3.1 Het basisjaar	26
3.2 Het mengvoermodel	26
3.2.1 De hoeveelheden mengvoer	26
3.2.2 Mengvoereisen	28
3.2.3 Beschikbare grondstoffen	28
3.2.4 De prijzen van grondstoffen	29
3.3 De mineralenbalans	30
3.4 Het mestoverschottenmodel	31
3.5 Transport en verwerking van mestoverschotten	31
<b>4. DE MENGVOERSAMENSTELLING IN DE UITGANGSSITUATIE</b>	34
<b>5. DE WIJZE VAN ANALYSE</b>	38
5.1 Inleiding	38
5.2 Analyse op sectorniveau	38
5.2.1 De kosten van het mengvoerpakket	38
5.2.2 De kosten voor de afzet van mest	41
5.2.3 De grondstoffenprijzen	44
5.3 Analyse op bedrijfsniveau	44
<b>6. RESULTATEN OP SECTORNIVEAU</b>	47
6.1 Inleiding	47
6.2 De kosten van mengvoer	47
6.2.1 Verlaging van het fosforgehalte	49
6.2.2 Verlaging van het fosforgehalte met verteerbaar-fosfor eisen	54
6.2.3 Verlaging van het fosforgehalte met fytase	57
6.2.4 Verlaging van het stikstofgehalte	58
6.2.5 Gecombineerde verlaging van fosfor en stikstof	63
6.2.6 Beperkte beschikbaarheid synthetische aminozuren	67

	Blz.
6.3 Effecten op de prijzen van mengvoergrondstoffen	69
6.4 De kosten van mestafzet	74
6.5 De kosten van mengvoer en mestafzet	80
<b>7. RESULTATEN OP BEDRIJFSNIVEAU</b>	<b>83</b>
7.1 Berekende vraag naar fosforarm voer	83
7.2 Maatregelen ter stimulering van fosforarm voer	86
<b>8. DISCUSSIE</b>	<b>90</b>
8.1 Inleiding	90
8.2 Het mengvoermodel	90
8.3 De mineralenbalans	91
8.4 Mestmodellen	92
<b>9. CONCLUSIES</b>	<b>93</b>
<b>LITERATUUR</b>	<b>96</b>
<b>BIJLAGEN</b>	
1. MENGVOERSAMENSTELLING VAN DE NULRUN	
2. VERHOUDINGSGETALLEN VOOR MINERALENGEHALTES VAN GRONDSTOFFEN	

## WOORD VOORAF

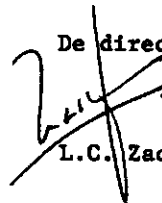
Varkens en kippen worden in Nederland voornamelijk gevoerd met mengvoeders. Het mineralengehalte in de mengvoeders beïnvloedt het mineralengehalte in de mest van deze dieren. Een verlagings van het gehalte in mengvoeders leidt tot een lagere uitscheiding van mineralen in de mest. De afzet van dierlijke mest wordt hierdoor vergemakkelijkt. In de afgelopen jaren is onderzoek verricht naar de technische mogelijkheden om de mineralengehaltes in mengvoeders te verlagen. Daarbij is aandacht besteed aan de vaststelling van de mineralenbehoefte van varkens en pluimvee, aan de voedertechische waardering van mineralen in mengvoergrondstoffen en de mogelijkheid om de verteerbaarheid van mineralen in mengvoergrondstoffen te verbeteren.

In dit rapport wordt aandacht besteed aan de economische aspecten van verlagings van het mineralengehalte in mengvoeders in relatie tot de mestproblematiek. De nadruk ligt daarbij op de effecten die zich voordoen op het niveau van de veehouderijsector. Er wordt evenwel ook ingegaan op de bedrijfseconomische aspecten. Het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt is mogelijk gemaakt door medefinanciering van de Commissie Hinderpreventie Veeveelbedrijven. Het onderzoek is begeleid door een commissie van deskundigen. In deze commissie hadden zitting:

Ir. J.H. Voorburg	(IMAG, voorzitter)
Ir. G.J. Borggreve	(CLO-Instituut De Schothorst)
Dr. C. Brenninkmeyer	(Hendrix Voeders B.V)
Ir. C. Slingerland (tot 1989)	(Ministerie van LNV, Directie VZ)
Ir. A. Erkens (vanaf 1990)	(Ministerie van LNV, Directie VZ)
Ing. J. den Hartog	(Produktschap voor Veevoeder)
Dr. Ir. A.W. Jongbloed	(IVVO)
Dr. Ir. B.C.M. Simons	(COVP Het Spelderholt)
Ir. H.H.H. Titulaer	(PAGV)
Ir M.C. Vonk (vanaf 1990)	(Landbouwschap)

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 1987-1990. De resultaten zijn indertijd middels tussenrapporten aan de begeleidingscommissie gepresenteerd. Daarnaast zijn de resultaten in de vorm van artikelen naar buiten gebracht.

De directeur,



L.C. Zachariasse

Den Haag, januari 1993

# SAMENVATTING

## Doel

Door verlaging van fosfor- en stikstofgehaltenes in mengvoeders, vermindert de uitscheiding van fosfaat en stikstof door het vee. Verlaging van mineralengehaltenes in mengvoer kan op verschillende manieren worden bewerkstelligd, namelijk door:

- fasevoeding: betere afstemming van de hoeveelheid mineralen in het voer op de behoefte van de dieren, afhankelijk van de groeifase;
- aangepaste fosforeisen: de fosforeisen in varkensvoeders worden verlaagd, wat mogelijk is door een betere kennis van de fosforbehoefte van de dieren en de verteerbaarheid van fosfor in mengvoergrondstoffen;
- fytase: verbetering van de verteerbaarheid van fosfor door toevoeging van fytase;
- wijziging van de grondstofsamenstelling: verandering van de keuze van de grondstoffen in het mengvoerpakket;

of door combinaties van bovengenoemde methoden. Doel van dit rapport is de economische effecten van deze technieken van mineralenvermindering te kwantificeren. Deze effecten bestaan uit een verlaging of verhoging van de kosten van het mengvoer als gevolg van veranderingen in de grondstofsamenstelling en uit een verlaging van de kosten van mestafzet.

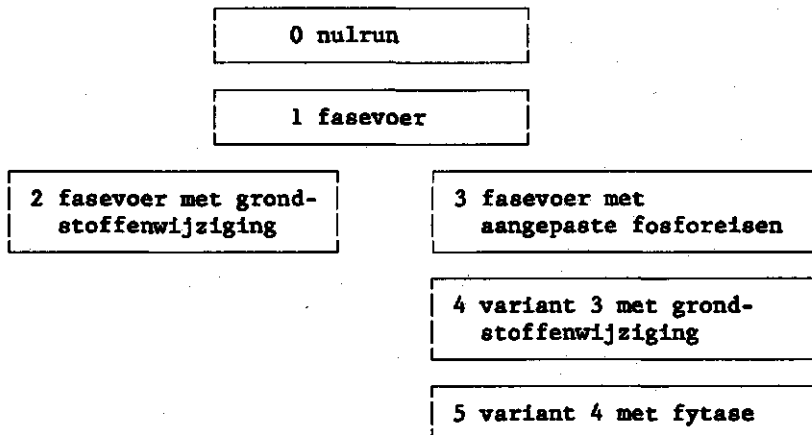
## Methode

Er zijn in dit onderzoek berekeningen uitgevoerd met een aantal modellen: het mengvoermodel, de mineralenbalans, het model ter bepaling van de mestoverschotten (MESTOP) en het model ter bepaling van de optimale mestafzet (MESTTV). Het mengvoermodel berekent de kosten van het mengvoer bij verschillende mineralengehaltenes. De mineralenbalans bepaalt voor iedere diersoort de mineralenuitscheiding in de mest. Dit vormt de invoer voor het model MESTOP, dat de omvang berekent van de mestoverschotten en de beschikbare plaatsingsruimte. MESTTV tenslotte bepaalt de kosten van de afzet van de overschotten.

Met deze modellen als gereedschap, is een aantal varianten doorgerekend (figuur 1). Dit zijn:

- 0: de uitgangssituatie: dat is de situatie waarbij de samenstelling van het mengvoer is berekend en het model is geijkt met behulp van de mengvoerstatistiek;
- 1: de variant fasevoer;
- 2: fasevoer met een gewijzigde grondstofsamenstelling;
- 3: fasevoer met aangepaste fosforeisen;

- 4: fasevoer met aangepaste fosforeisen en gewijzigde grondstofsamenstelling;
- 5: fasevoer met aangepaste fosforeisen en fytase en mogelijk een gewijzigde grondstofsamenstelling;



*Figuur 1 Typering van de varianten*

Variant 2 bestaat eigenlijk uit meerdere subvarianten, waarbij het fosfor- en of stikstofgehalte steeds verder wordt teruggedrongen door een wijziging in de grondstofsamenstelling. Dit geldt ook voor variant 4 en 5. Voor de varianten 0, 1, 2 en 5 zijn zowel de kosten van het mengvoer als de kosten van mestafzet berekend. Van deze varianten zijn de varianten 4 en 5 in 1992 het meest relevant: variant 4 omdat daarbij zowel stikstof als fosforvermindering is doorgevoerd en variant 5 omdat de fosforvermindering met fytase tot stand gebracht is.

Voor variant 2 (grondstoffenwijziging met oude fosforeisen) zijn de effecten op twee niveaus doorgerekend: op sectorniveau en op bedrijfsniveau. De overige varianten zijn alleen op sectorniveau geëvalueerd.

De analyse op sector- en bedrijfsniveau is uitgevoerd omdat er een verschil is tussen het voordeel dat de veehouderijsector als geheel ondervindt van het gebruik van fosforarm voer en het voordeel dat de individuele veehouder heeft. Als de gehele veehouderijsector op fosforarm voer overschakelt, dan is er minder verwerking van mestoverschotten nodig. De kosten voor de sector dalen dan, omdat de omvang van de overschotten afneemt en de gemiddelde kosten per ton overschot afnemen. De individuele veehouder die fosforarm voer gebruikt merkt echter alleen maar dat de

omvang van de mestoverschotten op zijn bedrijf iets afneemt, maar niet dat door zijn gedrag de afzetkosten per ton overschot afnemen. In de analyse op sectorniveau is berekend hoe ver het fosforgehalte in het mengvoerpakket moet worden verminderd om te bereiken dat de kosten voor mengvoer plus de kosten van mestafzet voor de sector als geheel minimaal zijn. In de analyse op bedrijfsniveau is uitgerekend hoeveel veehouders dit, voor de sector optimale fosforarme voer, zouden gaan gebruiken. Tenslotte is nagegaan op welke wijze het gebruik van fosforarm voer kan worden gestimuleerd, opdat het sectoreconomisch optimum wordt bereikt.

#### Variant 0: de nulrun

Voor het vaststellen van de nulrun is getracht het grondstoffenverbruik van het mengvoermiddel in overeenstemming te brengen met het verbruik uit de mengvoederstatistieken in een bepaald jaar (1985/86). Daarvoor zijn ook de prijzen van dat jaar gebruikt. In figuur 2 zijn enige kengetallen van het mengvoerpakket uit de nulrun gegeven.

Kengetallen	Eenheid	Nulrun
<b>Totale mengvoerpakket:</b>		
mengvoerproductie	mln. ton	15,60
kosten grondstoffen	mln. gld.	7108
hoeveelheid fosfor	mln. kg	87
hoeveelheid stikstof	mln. kg	441
mestoverschotten (normen 2e fase)	mln. ton	17,1
	mln. kg fosfaat	79,0*
kosten van mestafzet	mln. gld.	352
<b>Varkens- en pluimveevoeders:</b>		
mengvoerproductie	mln. ton	10,45
kosten grondstoffen	mln. gld.	5176
hoeveelheid fosfor	mln. kg	63,3
hoeveelheid stikstof	mln. kg	296,5

Figuur 2 Enige kengetallen van de nulrun

\*) Niet te verwarren met het optimale fosforniveau van 79 mln. kg fosfor uit tabel 6. De gelijkheid is toevallig.

#### Variant 1: fasevoer

In de variant fasevoer wordt met de samenstelling van het voer ingespeeld op de voerbehoefte van het dier tijdens een bepaalde groeifase. In deze variant worden bijvoorbeeld twee zeu-



genvoerders onderscheiden in plaats van één zeugenvoeder in de uitgangssituatie. De kosten van het mengvoerpakket zijn in de variant fasevoer 27 miljoen gulden lager dan in de uitgangssituatie (figuur 3). Dit komt doordat de veevoedkundige eisen die aan fasevoerders worden gesteld gemiddeld lager zijn dan de eisen voor het uitgangvoer. De hoeveelheden fosfor en stikstof in het mengvoerpakket zijn bij fasevoer lager. Overschakeling naar fasevoer brengt echter ook kosten met zich mee. Er moeten meer voersilo's worden gebouwd. De kosten daarvan worden begroot op 15 miljoen gulden per jaar. Per saldo leidt fasevoeding voor de sector tot lagere kosten. Een deel van de veehouders is al overgeschakeld op fasevoeding. In dit rapport worden daarom andere methoden van mineralenvermindering steeds doorgerekend voor de fasevoerders.

Kengetallen	Eenheid	Fasevoer
-----		
<b>Totale mengvoerpakket:</b>		
mengvoerproductie	mln. ton	15,57
kosten grondstoffen	mln. gld	7081
hoeveelheid fosfor	mln. kg	83
hoeveelheid stikstof	mln. kg	433
mestoverschotten (normen 2e fase)	mln. ton	16,6
	mln. kg fosfaat	71,9
kosten van mestafzet	mln. gld	317
<b>Varkens- en pluimveevoeders:</b>		
mengvoerproductie	mln. ton	10,42
kosten grondstoffen	mln. gld	5146
hoeveelheid fosfor	mln. kg	59,5
hoeveelheid stikstof	mln. kg	289,3

Figuur 3 Enige kengetallen van de variant fasevoer

### Variant 3: Verandering van de grondstofsamenstelling

Variant 3 bestaat eigenlijk uit een groot aantal subvarianten. Bij de subvarianten wordt het fosfor- en/of het stikstofgehalte in het fasevoer stapsgewijs teruggedrongen. Dit leidt ertoe, dat de grondstofsamenstelling van het voer verandert. De kosten van het mengvoerpakket zijn vergeleken met de kosten van het mengvoer in de variant fasevoer.

Uit tabel 1 blijkt, dat de kosten van fosforvermindering steeds hoger worden naarmate het fosforgehalte verder is teruggedrongen. Dit geldt ook voor stikstof. Wanneer de fosforinhoud wordt teruggedrongen neemt eerst ook de stikstofinhoud van het pakket af. Daardoor zijn de kosten van de eerste terugdringing

van de stikstofinhoud bij een verlaagde fosforinhoud nul. Wanneer men echter de stikstofinhoud verder wil teruggdringen, dan brengt dit kosten met zich mee. De kosten van stikstofvermindering worden dan niet beïnvloed door het fosforniveau en, omgekeerd, worden de kosten van fosforvermindering niet beïnvloed door het stikstofniveau.

**Tabel 1 Kostenstijging (mln.gld.) van het totale mengvoerpakket bij stikstof- en fosforvermindering in varkens- en pluimveevoeders ten opzichte van de variant fasevoer**

Fosforinhoud (mln.kg)	Stikstofinhoud (mln.kg)				
	433	425	415	405	395
83	0	0	6	15	51
81	4	4	6	15	57
79	15	15	15	24	66
77	30	30	31	38	82
75	60	60	61	68	114

**Variant 4: Aanpassing van de fosforeisen en van de grondstofsamenstelling**

Door betere kennis omtrent de behoefte van fosfor bij varkens en de veevoedkundige waardering van fosfor in mengvoergrondstoffen zijn de fosforeisen voor varkensvoerders geherformuleerd. De nieuwe eisen worden aangeduid met "verteerbaar-fosforeisen", dit in tegenstelling tot de oude "beschikbaar-fosforeisen". De hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket is bij verteerbaar-fosforeisen 1 miljoen kilo lager dan bij beschikbaar-fosforeisen. De hoeveelheid stikstof is echter 1 miljoen kilo hoger. De kosten van het mengvoer zijn 10 miljoen gulden per jaar lager. De kosten voor verdere fosforvermindering in dit voertype liggen in dezelfde orde van grootte als in tabel 1.

**Variant 5: Fytase**

De verteerbaarheid van fosfor in mengvoergrondstoffen wordt verhoogd door toevoeging van het enzym fytase. De fosforgehaltes in de mengvoerders kunnen daardoor sterk teruglopen, omdat minder voederfosfaat hoeft te worden gebruikt terwijl de fosfor uit de grondstoffen beter wordt benut.

Ook de variant fytase bestaat uit meerdere subvarianten, waarbij de hoeveelheid fosfor stapsgewijs wordt teruggedrongen. De totale hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket kan door gebruik van fytase tegen relatief lage kosten ver worden terugge-

drongen. Wanneer in het fasevoer met verteerbaar-fosforeisen de hoeveelheid fosfor wordt teruggedrongen tot 72 miljoen kilo, dan stijgen de kosten met 11 miljoen gulden (tabel 2). Verdere terugdringing leidt tot een sterkere kostenstijging.

**Tabel 2 Kosten (mln.gld.) van het mengvoerpakket bij terugdringing van de hoeveelheid fosfor met gebruik van fytase en verteerbaar-fosforeisen**

Variant	Kosten
3 fasevoer verteerbaar-fosforeisen met 82 mln. kg fosfor	7071
5 fytase met 72 mln. kg fosfor	7082
5 fytase met 66 mln. kg fosfor	7161

#### *De stikstof-fosforverhouding*

Er is in dit onderzoek geen aandacht besteed aan de vraag welke stikstof-fosforverhouding in de mest vanuit milieu-oogpunt het meest gewenst is. Bij invoering van een stikstofnormering zouden de uitkomsten van dit onderzoek zich kunnen wijzigen. Op grond van het rapport van de Commissie Stikstof (Goossensen en Meeuwissen, 1990) mag verwacht worden dat eventuele normen voor het stikstofgebruik bij mais en enige akkerbouwgewassen de gebruiksmogelijkheden van dierlijke mest sterker zullen beperken dan de fosfaatnormen die voor deze gewassen gelden. Dit heeft tot gevolg dat de vermindering van de kosten voor mestafzet, zoals die in dit onderzoek zijn berekend voor fosforvermindering, voor een deel verloren gaat en voor een ander deel tot stand gebracht moet worden door stikstofvermindering.

#### *Effect op prijzen van mengvoergrondstoffen*

Het verbruik van mengvoergrondstoffen verandert door de mineralenvermindering in het onderzochte traject niet zo sterk dat er sterke effecten op de grondstofprijzen worden verwacht. De veranderingen in het verbruik zijn te klein om effect te hebben op de wereldmarkt.

#### *Kosten van mestafzet*

Voor de varianten 0 (nulrun), 1 (fasevoer), en fosforvermindering van variant 2 (aanpassing grondstoffen) en 5 (fytase) zijn naast de kosten van mengvoer ook de kosten van mestafzet berekend. In tabel 3 zijn de omvang van de mestoverschotten en de kosten van mestafzet voor verschillende varianten aangegeven. De

mestoverschotten zijn berekend met bemestingsnormen behorend bij (het begin van) de tweede fase van de Mestwetgeving. Daarbij mag 250 kg fosfaat uit dierlijke mest op snijmaais gebracht worden, 200 kg fosfaat op grasland en 125 kg fosfaat op overig bouwland. Van variant 3 zijn vier subvarianten beschreven en van variant 5 twee subvarianten.

De omvang van de mestoverschotten neemt door de fosforvermindering in het mengvoer licht af. De kosten van de mestafzet vertonen daarentegen een sterke daling. Dit is nog meer het geval wanneer wordt uitgegaan van lage acceptatiegraden voor dierlijke mest en wanneer met strengere normen voor het mestgebruik wordt gerekend.

**Tabel 3** Mestoverschotten (mln. ton), kosten van mestafzet (mln. gld.) en kostenbesparing (mln.gld.) op mestafzet voor een reeks varianten bij bemestingsnormen van de tweede fase en bij gemiddelde acceptatiegraden

Variant	Mest- overschot	Kosten mestafzet	Besparing t.o.v. 2 (fasevoer)
0 mulrun	17,1	352	-35
1 fasevoer	16,6	317	0
2 verandering grondstofsamen- stelling met 83 mln.kg fosfor	16,3	301	16
2 idem, met 79 mln.kg fosfor	16,0	289	28
2 idem, met 77 mln.kg fosfor	15,7	275	42
2 idem, met 75 mln.kg fosfor	15,5	269	48
5 fytase met 72 mln.kg fosfor	15,3	268	49
5 idem, met 66 mln.kg fosfor	14,5	250	67

#### Kosten van mengvoer en mestafzet

De kosten van mengvoer en mestafzet samen geven bij lichte fosforvermindering een daling te zien (tabel 4). Zonder fytase (variant 3) zijn de kosten bij de normen voor de tweede fase het laagst bij een fosforvermindering tot 79 miljoen kg fosfor. Met fytase (variant 5) leidt een fosforvermindering tot 72 miljoen kilo tot de laagste totale kosten. Het optimale fosforniveau is door toepassing van fytase verschoven. Zonder fytase daalt de fosfaatuitscheiding van varkens en kippen met 9 miljoen kg fosfaat ten opzichte van de variant fasevoer (1 kg fosfor correspondeert met 2,29 kg fosfaat). Met fytase daalt de fosfaatuitscheiding met 25 miljoen kg ten opzichte van de variant fasevoer.

Bij normen voor het gebruik van dierlijke mest van 125 kg fosfaat per hectare ligt het optimale fosforniveau in het meng-

voerpakket op een iets lager niveau dan bij normen die in de tweede fase van de mestwetgeving gelden. Het optimum verschuift dus, afhankelijk van de uitgangspunten waarmee wordt gerekend. Het optimum verschuift naar een lager fosforniveau als gerekend wordt met verteerbaar fosfor, met strengere normen of met lagere acceptatiegraden en met hogere kosten voor mestverwerking. Omgekeerd verschuift het optimum naar een hoger fosforniveau bij minder strenge normen, enzovoort. De verschuiving van het optimum naar een lager fosforniveau wordt echter snel tot staan gebracht doordat bij vergaande verlagingen van het fosforniveau de kosten van het voer sterk stijgen en die van mestafzet maar langzaam dalen.

**Tabel 4** Totale kosten (mln.gld.) van mengvoer en van mestafzet bij bemestingsnormen van de tweede fase respectievelijk bij bemestingsnormen van 125 kg fosfaat per hectare

Variant en hoeveelheid fosfor	Totale kosten bij	
	normen tweede fase	normen van 125 kg fosfaat/ha
0 nulrun	7460	nb*
1 fasevoer	7398	7725
2 verandering grondstofsamenstelling met 83 mln.kg fosfor	7386	7715
2 idem, met 79 mln.kg fosfor	7385	7713
2 idem, met 77 mln.kg fosfor	7386	7709
2 idem, met 75 mln.kg fosfor	7410	7721
5 fytase met 72 mln.kg fosfor	7350	nb*
5 idem, met 66 mln.kg fosfor	7411	nb*

\*) nb: niet berekend.

De cursieve waarde is het sector-economisch optimum.

#### *Fosforarm voer op bedrijfsniveau*

In de analyse op bedrijfsniveau is berekend welk type voer de veehouder zou gebruiken: fosforarm voer (het voer van variant 2: fasevoer p79 zonder fytase) of gewoon fasevoer uit variant 1. (Omdat tijdens de berekeningen op bedrijfsniveau de prijs van fytase nog niet bekend was, is het voer uit variant 5 (p72) niet in de berekeningen meegenomen.) Als de grondstoffenkosten direct worden doorberekend in de prijs van het voer en de prijs van fosforarm voer dus hoger is dan die van gewoon fasevoer, dan blijkt het gebruik van fosforarm voer slechts voor een zeer klein aantal veehouderijbedrijven economisch aantrekkelijk te zijn. Slechts 3% van het mengvoer zou op grond van bedrijfseconomische afwegingen

fosforarm moeten zijn. Alleen voor die bedrijven die de mest in een andere regio moeten afzetten en die door gebruik van fosforarm voer meer mest op het eigen bedrijf plaatsen, blijkt fosforarm voer interessant. Een voorwaarde daarvoor is dat deze bedrijven over redelijk wat grond beschikken. Het verhogen van de overschotheffing blijkt geen efficiënt middel om het gebruik van fosforarm voer te stimuleren. Door het prijsverschil tussen fosforarm en normaal fasevoer te verkleinen, neemt de belangstelling voor fosforarm voer wel toe.

### Conclusies

Zonder fytase ligt het sectoreconomisch optimum voor het fosforgehalte in mengvoeders van varkens en pluimvee 13% lager dan in de uitgangssituatie (nulrun). Dit optimum kan worden bereikt door toepassing van fasevoeding en een lichte aanpassing van de grondstofsamenstelling. Deze verlaging van het fosforgehalte in het voer leidt tot een verlaging van de fosfaatuitscheiding van 17%.

Het beschikbaar komen van het enzym fytase heeft geleid tot een verschuiving van het sectoreconomisch optimum. Hierbij is een vermindering mogelijk van 23% fosfor in het mengvoer ten opzichte van de uitgangssituatie. Dit leidt tot een daling van de fosfaatuitscheiding van ongeveer 30%.

De hoogte van het optimale fosforniveau wordt beïnvloed door een aantal factoren: naarmate de fosfaatsnormen strenger, de acceptatiegraden voor mest lager en de kosten van mestverwerking hoger zijn, is het economisch aantrekkelijk om het fosforgehalte verder terug te dringen.

Het optimale fosforniveau is aan de ondergrens vrij scherp begrensd, doordat na een bepaalde verlaging van het fosforgehalte de voerkosten zeer snel stijgen.

Het onderzoek gericht op het nauwkeurig vaststellen van de behoefte aan fosfor bij varkens en het onderzoek naar de voer-technische waardering van mineralen in mengvoergrondstoffen, hebben ertoe geleid dat het mengvoerpakket kan worden samengesteld met een lagere fosforhoeveelheid en tegen lagere kosten dan voorheen het geval was.

Technieken om de verteerbaarheid van mineralen te vergroten leiden mogelijk tot een grote vermindering van de mineralenuitscheiding. De kosten daarvan zijn laag in vergelijking met de kosten van veranderingen in de grondstofsamenstelling van het pakket en het effect op de vermindering van de mineralengehalten is hoog. Onderzoek naar dergelijke technieken en toepassing van de resultaten levert een bijdrage aan de oplossing van de mestproblematiek.

Het beschikbaar zijn van synthetische aminozuren en de prijs van synthetische aminozuren zijn in sterke mate bepalend voor de kosten van zowel fosfor- als stikstofvermindering. Verlaging van het fosforgehalte leidt tot een verminderd verbruik van onder andere schrootsoorten. Omdat daarin ook veel aminozuren zitten, neemt het verbruik van synthetische aminozuren toe bij fosforvermindering. De beschikbaarheid van synthetisch methionine en lysine is daarbij het eerst noodzakelijk. Bij sterke stikstofverminderingen geldt dat ook voor threonine.

Het berekende voordeel van gebruik van fosforarm voer (zonder fytase) op bedrijfsniveau is gering. Als fosforarm voer duurder is dan gewoon fasevoer, dan hebben individuele veehouders op korte termijn te weinig stimulansen om fosforarm voer te gebruiken. Wanneer er geen prijsverschil bestaat tussen fosforarm voer en normaal fasevoer, dan zal de belangstelling van individuele veehouders om fosforarm voer te gebruiken groot zijn.

Het onderzoek is uitgevoerd met data van 1985. Ondanks het feit dat de prijzen van mengvoergrondstoffen sindsdien zijn veranderd, blijven de in dit onderzoek beschreven mechanismen geldig. De uitkomsten van het onderzoek kunnen wel enigszins veranderen onder invloed van de gewijzigde prijsverhoudingen.

# 1. INLEIDING

Bij de produktie, de opslag en aanwending van dierlijke mest komen mineralen vrij in de lucht, de bodem en het water. Door de sterke concentratie van de produktie en de aanwending van dierlijke mest, kan de mineralenconcentratie ter plaatse hoger worden dan vanuit milieu-oogpunt gewenst is. Het mestprobleem wordt daarom gezien als een mineralenprobleem. Het overheidsbeleid is er op gericht de mestproblematiek langs drie sporen terug te dringen (Ministerie van Landbouw en Visserij, 1987). Het eerste spoor richt zich op het efficiënt distribueren van onverwerkte mest naar gebieden waar de dierlijke mest verantwoord als meststof gebruikt kan worden. Het tweede spoor streeft naar de verwerking van dierlijke mest tot mestprodukten waarmee de mestacceptatie in binnen- en buitenland verhoogd kan worden en transport over langere afstand mogelijk wordt.

Het derde spoor is gericht op een vermindering van de mineralenuitscheiding per dierplaats zodat, gegeven de norm, meer mest in een beperkt gebied kan worden afgezet. De mineralenuitscheiding per dierplaats kan onder meer worden beperkt door aanpassing van het voer.

In dit rapport wordt verslag gedaan van een onderzoek naar de economische gevolgen van de verlaging van fosfor- en eiwitgehalten in mengvoeders. Voedertecnisch, zo blijkt uit onderzoek, is het mogelijk om zowel fosfor als eiwit in voeders terug te dringen.

De hoeveelheid fosfor die in een mengvoedergrondstof aanwezig is kan niet helemaal door het dier worden opgenomen. Dit komt doordat een deel ervan gebonden is aan stoffen die het dier niet kan verteren. Een van deze stoffen is fytine. Eenvoudigheidshalve werd daarom tot voor kort aangenomen dat het niet aan fytine gebonden fosfor voor 100% voor het dier beschikbaar is. De fosforbehoefte van het dier werd daarom in de praktijk uitgedrukt in beschikbaar fosfor.

In het veevoedkundig onderzoek wordt er momenteel de voorkeur aan gegeven de fosforbehoefte uit te drukken in verteerbaar fosfor. De verteerbaarheid van fosfor blijkt van meerdere factoren dan alleen de fytinegebondenheid afhankelijk te zijn. De verteerbaarheid wordt vastgesteld door middel van verteringsproeven en geeft aan welk deel van het fosfor door het dier is verteerd. Het verteerbare deel van het fosfor is over het algemeen kleiner dan het beschikbare deel. Behalve over de verteerbaarheid van fosfor in de verschillende grondstoffen is veel bekend geworden over de behoefte aan verteerbaar fosfor bij varkens (Jongbloed, 1987). Nu de behoefte aan verteerbaar fosfor beter bekend is, kunnen de eisen die aan de voeders worden gesteld op een lager



niveau liggen, zonder dat men het risico loopt dat er een tekort aan fosfor ontstaat. Met andere woorden, ten gevolge van het ver-grote inzicht in de fosforbehoefte van varkens kan de veiligheidsmarge die tot op heden werd aangehouden bij de formulering van de beschikbaar-fosforgehaltes worden teruggebracht. Daarnaast is het in de nabije toekomst wellicht mogelijk de verteerbaarheid van fosfor in mengvoergrondstoffen te verhogen door toevoeging van het enzym fytase. Ook dat levert een bijdrage aan het ver-lagen van de fosforgehaltes in mengvoeders.

In het algemeen kan de conclusie worden getrokken dat door een verbetering van de verteerbaarheid van fosfor, een aangepaste grondstoffenkeuze en een nauwkeuriger rantsoenering de fosfaat-uitscheiding per dier kan worden teruggedrongen.

Voor de eiwitten in veevoeders geldt een soortgelijk ver-haal. Wanneer het eiwitgehalte in het voer wordt teruggedrongen moet er op worden gelet dat er voldoende essentiële aminozuren in het voer aanwezig blijven. Er bestaan grote verschillen in het aminozuurpatroon van de verschillende grondstoffen. Daarnaast kan ook de verteerbaarheid van de aminozuren per grondstof verschil-len. Naarmate er meer kennis is over de verteerbaarheid en amino-zuursamenstelling in de grondstoffen en over de behoefte aan de verschillende aminozuren bij varkens en pluimvee is het beter mogelijk het eiwitgehalte van het voer terug te dringen. Door de keuze van de juiste grondstoffen en de toevoeging van syntheti-sche aminozuren aan het voeder kan met een geringere hoeveelheid eiwit worden volstaan, waardoor de uitscheiding van de hoeveel-heid stikstof per dier aanzienlijk kan worden teruggedrongen (Van Weerden, 1988).

*De centrale vraag in dit onderzoek is, in welke mate technische mogelijkheden tot verlaging van de gehalten aan fosfor en eiwit ook economisch aantrekkelijk zijn. Daarbij wordt er van uitge-gaan, dat de technische resultaten - onder andere de voedercon-versie - niet worden aangetast. In het onderzoek worden de kos-ten, die verbonden zijn aan het terugdringen van fosfor en eiwit in de voeders, afgewogen tegen de besparingen op de afzetkosten van mest die er het gevolg van zijn. Op sectorniveau zal deze afweging tot andere conclusies leiden dan wanneer de analyse op bedrijfsniveau wordt uitgevoerd, als gevolg van het "free-riders effect" (Blom e.a., 1988). Dit is het gevolg van het feit dat de kosten direct op bedrijfsniveau tot uiting komen terwijl de be-sparingen alleen kunnen worden gerealiseerd door collectief voe-ders te gebruiken met minder fosfor en/of eiwit. Aan dit aspect, dat kan leiden tot regelgeving om het collectieve voordeel te kunnen behalen, zal in deze studie specifiek aandacht worden be-steed.*

De analyse zal worden gebaseerd op resultaten, die met het model voor de berekeningen van mestoverschotten en plaatsingsmo-

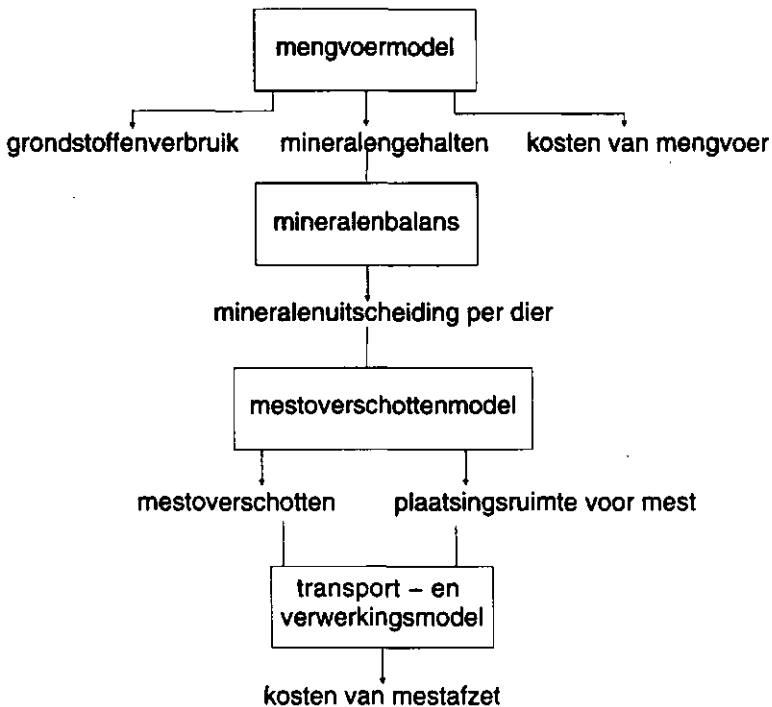
gelijkheden voor dierlijke mest (MESTOP) en met het model voor de bepaling van de optimale transport en verwerking van mestoverschotten (Luesink en Van der Veen, 1989) zijn verkregen. Voorts is ten behoeve van dit onderzoek een mengvoermodel ontwikkeld, waarmee de samenstelling en de kosten van het Nederlandse mengvoederpakket kunnen worden gesimuleerd.

De rapportage is als volgt opgebouwd. In het volgende hoofdstuk wordt de structuur van de modellen beschreven. Een verantwoording van de gebruikte gegevens is gegeven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt aangegeven op welke wijze het mengvoermodel is geijkt. In hoofdstuk 5 wordt de analyse besproken, waarna in hoofdstuk 6 en 7 de resultaten worden weergegeven. De twee laatste hoofdstukken zijn gewijd aan een evaluatie van de resultaten en aan de conclusies van het onderzoek.

## 2. METHODE

### 2.1 Algemeen

Het verlagen van het mineralengehalte in mengvoeders beïnvloedt de kosten van de voeders, de omvang van de mestoverschotten en de kosten van mestafzet. Deze effecten worden gekwantificeerd met een viertal modellen (figuur 2.1). In de eerste plaats wordt in het *mengvoermodel* de optimale samenstelling van de mengvoeders bepaald. Dat is die samenstelling waarbij de kosten van de voeders zo laag mogelijk zijn onder voorwaarde dat voldaan wordt aan een aantal eisen ten aanzien van bijvoorbeeld de voederwaarde en, in de varianten, de maximale mineraleninhoud van de voeders. De kosten van de mengvoeders en de uiteindelijke mineralengehaltes van de voeders vormen uitkomsten van het model waarmee verder gerekend wordt. Daarnaast is ook de invloed van de mineralenvermindering op het verbruik van grondstoffen een interessante uitkomst. Uit de mineraleninhoud van de voeders wordt in



Figuur 2.1 De aaneenschakeling van modellen

de mineralenbalans de uitscheiding van mineralen per dierplaats per jaar berekend. De mineralenuitscheiding per dierplaats per jaar vormt de invoer voor het mestoverschottenmodel MESTOP, waarmee de (minerale) mestproduktie en de mestoverschotten in Nederland kunnen worden berekend bij een gegeven normering voor het mestgebruik.

De afzetkosten van de mestoverschotten worden berekend in het transport- en verwerkingsmodel (MESTTV). Dit berekent de minimale kosten van mestafzet voor de Nederlandse veehouderij als geheel. De kostenveranderingen van de mengvoeders ten gevolge van een verlaging van het mineralenniveau en kostenveranderingen van mestafzet worden op nationaal niveau met elkaar vergeleken. Daarnaast wordt ook op bedrijfsniveau een berekening gemaakt van de kostenveranderingen, omdat de kosten van de afzonderlijke mengvoeders bekend zijn.

## 2.2 Het mengvoermodel

Het mengvoermodel is een lineair programmeringsmodel waarmee de optimale samenstelling van mengvoeders kan worden berekend. Het model is afgeleid van het graan-mengvoermodel van Blom (1988). De kosten van mengvoeders worden geminimaliseerd, onder voorwaarde dat voldaan wordt aan bepaalde eisen. Het model rekent op nationaal niveau en op jaarbasis. Dat wil zeggen dat de totale hoeveelheid relevante mengvoeders, die jaarlijks in Nederland wordt geproduceerd, in het model wordt samengesteld. Het model stelt verschillende voeders tegelijkertijd samen. Daarmee wordt eigenlijk verondersteld dat er in Nederland een centrale mengvoerfabriek is, waar in een optimalisering de samenstelling van de jaarproduktie wordt vastgesteld. In werkelijkheid zijn er natuurlijk meerdere fabrikanten die elk verschillende eisen aan de voeders stellen en die dagelijks de optimale samenstelling van de voeders bepalen, afhankelijk van de prijzen, beschikbaarheden van grondstoffen en dergelijke. Het model is daarom geen perfecte afspiegeling van de werkelijkheid. Het moet gezien worden als hulpmiddel om aan te geven en te verklaren bij welke mineralenverminderingen grote kostenstijgingen optreden.

De formulering van het model luidt als volgt:

$$\text{minimaliseer } \sum(J) \sum(K) C(K) * X(J,K) \quad (1)$$

onder voorwaarde dat:

$$\sum(K) AX(L,K) * X(J,K) \leq BB(J,L) * D(J) \quad (2)$$

EN

SUM(K) AX(L,K) \* X(J,K) .GE. BO(J,L) \* D(J) (3)  
 VOOR ALLE L  
 VOOR ALLE J

X(J,K) .LE. BMAX(J,K) \* D(J) (4)  
 EN

X(J,K) .GE. BMIN(J,K) \* D(J) (5)  
 VOOR ALLE K

SUM(K) X(J,K) \* D(J) .LE. BES(K) (6)  
 VOOR ALLE K

SUM(K,J) AX(L,K) \* X(J,K) .LE. MIN(L) (7)  
 VOOR ALLE L

Waarin:

X(J,K) : de hoeveelheid van grondstof K in mengvoer J  
 C(K) : de prijs van grondstof K  
 AX(L,K) : de mate waarin grondstof K een bijdrage levert aan  
 mengvoereis L  
 BB(J,L) : maximum-eis L van mengvoer J  
 BO(J,L) : minimum-eis L van mengvoer J  
 BMAX(J,K) : maximaal aandeel van grondstof K in mengvoer J  
 BMIN(J,K) : minimaal aandeel van grondstof K in mengvoer J  
 D(J) : totale produktie van mengvoer J  
 BES(K) : totale beschikbaarheid van grondstof K  
 MIN(L) : totale hoeveelheid van een mineraal die  
 in het mengvoerpakket wordt toegelaten

Vergelijking (1) is de doelfunctie die aangeeft dat de kosten van het mengvoerpakket geminimaliseerd moeten worden. In de vergelijkingen (2) en (3) wordt ervoor gezorgd dat aan de minimum- en maximumeisen voor de voederwaarde voor de mengvoerders wordt voldaan. De vergelijkingen (4) en (5) bepalen dat het totale aandeel van de grondstoffen niet hoger (4) of lager (5) mag zijn dan een opgegeven percentage. In vergelijking (6) wordt een maximum gesteld aan het totale verbruik van grondstoffen. Deze vergelijking wordt alleen voor minder belangrijke grondstoffen gebruikt, om de ijking van het model te vereenvoudigen. Grondstoffen die in grote hoeveelheden worden verbruikt worden in deze vergelijking niet beperkt. Tenslotte kan met vergelijking (7) de totale hoeveelheid mineraal in het mengvoerpakket verlaagd worden. Hierdoor kan een uitgebreid zoekproces, waarin gezocht wordt naar de meest efficiënte mineralenverminderingen, sterk worden bekort.

De variabele X(J,K) wordt in het model berekend. De overige variabelen zijn exogeen. Na optimalisering zijn de volgende gege-

vens bekend, zowel van het hele pakket mengvoerders als van de afzonderlijke mengvoerders:

- de kosten van mengvoer;
- de daarbijbehorende samenstelling van de voeders;
- de mineraleninhoud van de voeders.

Het model kan geijkt worden op het grondstoffenverbruik. Het grondstoffenverbruik zoals dat door het model wordt berekend moet dan overeenkomen met het verbruik volgens de veevoederstatistieken (Zwart, 1989). Het veranderen van mineralengehaltes in mengvoerders kan vervolgens bewerkstelligd worden door:

- fasevoerders te fabriceren waarvan het mineralengehalte is aangepast aan de behoefte van het dier op een bepaalde leeftijd;
- de totale in het gehele mengvoerpakket toegelaten hoeveelheid van een mineraal te verlagen;
- de verteerbaarheid van fosfor in de mengvoedergrondstoffen verhogen (door toevoeging van fytase).

Ook de effecten van een beter inzicht in de kwaliteit van mineralen op de mengvoersamenstelling en op de mogelijkheden tot mineralenvermindering zijn door te rekenen.

### 2.3 De mineralenbalans

Wanneer de mineraleninhoud van de voeders bekend is, dan kan de mineralenuitscheiding per dierplaats per jaar worden berekend. Dit gebeurt met een mineralenbalans. De algemene veronderstelling daarvan is dat de totale hoeveelheid mineralen die via het voedsel wordt opgenomen ofwel in het dier wordt vastgelegd, ofwel wordt uitgescheiden (Jongbloed, e.a., 1985). De formule voor de balans is dan:

$$M_{\text{mest}} = M_{\text{voer}} - M_{\text{vastlegging}}$$

Hierin is  $M_{\text{voer}}$  = de mineraleninhoud van de voeders die per dierplaats per jaar worden gevoerd;

$M_{\text{vastlegging}}$  = de vastlegging van mineralen in het dierlijk produkt;

$M_{\text{mest}}$  = de hoeveelheid mineralen die per dierplaats per jaar wordt uitgescheiden.

Er wordt daarbij geen onderscheid gemaakt naar de bestemming van de uitscheiding, bij stikstof wordt dus de totale uitscheiding niet onderverdeeld naar vervluchtigde stikstof en stikstof in de mest.

## 2.4 Mestoverschotten

De mineralenproductie per dierplaats per jaar wordt gebruikt bij het berekenen van de omvang van de mestoverschotten. Dit gebeurt in het model MESTOP, dat uitvoerig wordt beschreven door Luesink en van der Veen (1989). In deze paragraaf wordt een korte beschrijving van het model gegeven. Het model wordt in deze studie gebruikt om de invloed van een verlaging van de mineralenuitscheiding per dier op de omvang en samenstelling van de mestoverschotten te bepalen. In MESTOP is Nederland ingedeeld in 31 regio's. Het model berekent voor elk bedrijf in elke regio de mestproductie, door het aantal op het bedrijf aanwezige dieren te vermenigvuldigen met de mestproductie per dier. Vervolgens wordt de plaatsingsruimte voor mest berekend, door de gewasoppervlakte te vermenigvuldigen met de fosfaatnormen. De mestproductie wordt dan toegevoegd aan de gewassen, zodanig, dat het eventuele mestoverschot op het bedrijf zo klein mogelijk is. De fosfaatarmere mestsoorten worden derhalve het eerst op het eigen bedrijf afgezet. Bedrijven met een hoge veedichtheid zullen na de toewijzing mest over hebben. Dit is het mestoverschot. Bedrijven met een lage veedichtheid of niet-mestproducerende bedrijven hebben plaatsingsruimte over. De plaatsingsruimte wordt uitgedrukt in onbemeste hectares. De mestoverschotten en onbemeste hectares van alle bedrijven in een regio worden afzonderlijk geaggregeerd. De overschotten en plaatsingsruimte per regio vormen de invoer voor het transport- en verwerkingsmodel (MESTTV).

## 2.5 Transport en verwerking van mestoverschotten

In het transport- en verwerkingsmodel voor mestoverschotten (MESTTV) wordt berekend waar de mestoverschotten tegen de laagste kosten kunnen worden afgezet. Daarbij wordt evenals in het mengvoermodel gebruik gemaakt van lineaire programmering. Voor een uitvoerige beschrijving van het model wordt verwezen naar Luesink en van der Veen (1989). Bij het bepalen van de mestafzet van de 31 gebieden ontstaan vele keuzemogelijkheden. In feite moet voor het overschot van iedere mestsoort uit iedere regio worden vastgesteld of deze, verwerkt of onverwerkt, moet worden afgezet in het gebied zelf, in een andere regio of buiten Nederland. Daarbij moet voor elk mestoverschot een bestemming worden gevonden en mag de geldende normering nergens worden overschreden. Naast deze eisen is er dan nog een keuzecriterium om uit alle toegelaten oplossingen er een te kiezen. Dit keuzecriterium luidt in dit geval dat de netto kosten van transport en verwerking van mest op nationaal niveau zo laag mogelijk moeten zijn. Onder de netto kosten wordt verstaan de kosten van transport en verwerking minus de opbrengsten van de mest. Bij dit keuzecriterium wordt eigenlijk verondersteld dat er in Nederland een centrale instantie is die de afzet van mest kan sturen. In werkelijkheid zijn er meer

actoren die de afzet van de mest beïnvloeden. Maar zolang er nog te weinig bekend is over de afzetstromen van mest en er aannames gedaan moeten worden over de toekomstige afzetstromen zal deze veronderstelling gemaakt blijven worden. Bij het berekenen van de mestafzet wordt nog een belangrijke veronderstelling gemaakt. Er wordt aangenomen dat niet alle plaatsingsmogelijkheden die bij een bepaalde fosfaatnormering aanwezig zijn, daadwerkelijk worden opgevuld. Het percentage van de plaatsingsmogelijkheden dat werkelijk mag worden opgevuld wordt de acceptatiegraad genoemd. Voordat de optimale mestafzet wordt berekend, worden de plaatsingsmogelijkheden uit het model MESTOP vermenigvuldigd met de acceptatiegraden. De resultaten van het model bestaan uit de minimale netto kosten van mestafzet bij de gegeven randvoorwaarden en daarbijbehorende transport- en verwerkingsstromen.



### 3. UITGANGSPUNTEN

#### 3.1 Het basisjaar

In hoofdstuk 2 is al aangegeven dat zowel het mengvoermodel als de modellen voor de berekening van mestoverschotten en transport- en verwerkingsstromen betrekking hebben op de periode van 1 jaar. Dit houdt in dat de uitgangspunten die bij de berekeningen worden gebruikt op eenzelfde periode betrekking moeten hebben. In deze studie is bij de berekening van de mengvoersamenstelling als basisjaar de periode van 1 juli 1985 tot 1 juni 1986 aangehouden omdat dit het meest recente jaar is waarvan voldoende gegevens over mengvoerders en grondstoffen bekend zijn. Bij de berekening van mestoverschotten wordt gebruik gemaakt van de Metelling van 1986. De uitkomsten van de berekeningen zijn vanzelfsprekend alleen geldig bij de gehanteerde uitgangspunten. Wanneer zich in de toekomst bijvoorbeeld verschuivingen voordoen in de grondstoffenmarkt of wanneer de samenstelling van de veestapel verandert, waardoor ook de hoeveelheden mengvoer veranderen, dan zal dit gevolgen hebben voor de samenstelling van de voeders en de kosten van verlagings van het mineralengehalte. Daarom zullen dan ook de effecten van mineralengehalteverlaging op de kosten van de voeders veranderen. Dergelijke veranderingen kunnen in het model doorgerekend worden, voorzover er redelijke veronderstellingen over gemaakt kunnen worden.

#### 3.2 Het mengvoermodel

##### 3.2.1 De hoeveelheden mengvoer

De hoeveelheden mengvoer die in 1985/86 zijn geproduceerd zijn ontleend aan de Veevoerstatistieken (Zwart, 1989). Deze zijn uitgesplitst naar diersoort (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Mengvoerproductie naar diersoort voor 1985/86 in 1000 ton (Zwart, 1989)

Diersoort	Mengvoerproductie
rundvee	5151
varkens	7241
legpluimvee	1917
slachtpluimvee	1274
overige	335
totaal	15918

Deze hoeveelheidsgegevens moeten verder worden uitgesplitst. De verdeelsleutel is geschat op grond van de voerconsumptie per dier (Jongbloed e.a., 1985). Aangenomen wordt dat in het basisjaar alleen voor slachtkuikens en opfoklegghennen fasevoer werd geproduceerd maar dat er voor varkens en legghennen geen fasevoer werd geproduceerd. Bij het doorrekenen van varianten met verlaging van het mineralengehalte wordt aangenomen dat er wel fasevoer voor varkens wordt gemaakt. Voor zeugen is dan iets minder voer nodig, omdat het voer voor lacterende zeugen een hoger energiegehalte heeft.

**Tabel 3.2** *Hoeveelheden van verschillende voersoorten bij normaal voer en fasevoer (1000 ton)*

Voersoort	Basisrun	Runs met fasevoer
<b>varkens</b>		
babybiggenvoer	730	730
startvoer	800	800
mestvarkensvoer	4050	
groeivoer		1190
afmestvoer		2860
zeugenvoer	1670	
drachtige-zeugenvoer		1080
lacterende-zeugenvoer		560
<b>rundvee</b>		
rundveevoer 12% vre	4430	4430
rundveevoer 15% vre	720	720
<b>legghennen</b>		
legghennenvoer	1700	1700
opfoklegghennenvoer 1	40	40
opfoklegghennenvoer 2	90	90
opfoklegghennenvoer 3	90	90
<b>slachtkuikens</b>		
slachtkuikenvoer 1	290	290
slachtkuikenvoer 2	990	660
slachtkuikenvoer 3	330	
<b>Totaal</b>	<b>15600</b>	<b>15570</b>

### 3.2.2 Mengvoereisen

De eisen waaraan de mengvoerders moeten voldoen hebben betrekking op de energiewaarde, de gehaltes eiwit, aminozuren en mineralen. Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat de eisen ook bij verlaging van het mineralengehalte zodanig zijn dat er geen risico ontstaat dat er een verslechtering van de voederconversie optreedt. De eisen zijn aangeleverd door veevoedings-deskundigen uit de begeleidingscommissie.

### 3.2.3 Beschikbare grondstoffen

In de praktijk is het aantal grondstoffen waaruit mengvoerders kunnen worden samengesteld zeer groot. In het mengvoermiddel is een beperkt aantal grondstoffen gebruikt om het model overzichtelijk te houden. Bij de ijking van het model moeten de berekende hoeveelheden verbruikte grondstoffen overeenkomen met de hoeveelheden die werkelijk verbruikt zijn. Een indicatie van het werkelijke verbruik wordt verkregen uit de Veevoerstatistieken.

Tabel 3.4 Maximaal verbruik van grondstoffen (1000 ton) in het mengvoermiddel

Grondstof	Maximaal verbruik	Grondstof	Maximaal verbruik
mais	onbeperkt	kokosschilfers	380
tarwe	onbeperkt	palmpitschilfers	540
gerst	onbeperkt	lijnzaadschilfers	110
erwten	onbeperkt	katoenzaadschroot	90
lupinen	onbeperkt	raapzaadschroot	onbeperkt
voerbonden	onbeperkt	grondnotenschilfers	90
maisvoermeel	480	zonnebloemzaadschroot	onbeperkt
rijstevoermeel	50	sojahullen	520
tarwegries	onbeperkt	sojaschroot-48	onbeperkt
maisglutenmeel	40	sojaschroot-44	onbeperkt
maisglutenvoer	onbeperkt	magere melkpoeder	180
rietmelasse	onbeperkt	weipoeder	70
bietenpulp	720	veermeel	35
vinasse	190	diermeel	270
citruspulp	770	vismeel	100
tapioca	onbeperkt	diervet	340
sojabonen	onbeperkt	luzernemeel	250
krijt	onbeperkt	synthetisch	
voederfosfaat	onbeperkt	lysine	onbeperkt
zout	onbeperkt	methionine	onbeperkt
		tryptofaan	onbeperkt
		threonine	onbeperkt

Om de ijking van het model te vereenvoudigen is het verbruik van grondstoffen die weinig gebruikt worden, beperkt tot een maximum hoeveelheid. In tabel 3.4 is het maximum verbruik van de grondstoffen in het model aangegeven. Daaruit blijkt dat, als we uitgaan van een totale hoeveelheid mengvoer van 15,6 miljoen ton maximaal 35% bestaat uit grondstoffen die aan een maximum gebonden zijn. Door de beschikbaarheid van een aantal grondstoffen te beperken, neemt het aantal uitwijkmogelijkheden van het model af. Dit beperkt de mogelijkheid om het mineralengehalte te verlagen. De kosten van mineralenvermindering zijn hierdoor in werkelijkheid mogelijk wat lager dan met het model is geschat. In de discussie (hoofdstuk 8) wordt hieraan aandacht besteed.

### 3.2.4 De prijzen van grondstoffen

De prijzen van de grondstoffen zijn ontleend aan de LEI Prijsstatistiek. De prijzen zijn maar voor een beperkt aantal grondstoffen in de statistiek aanwezig. Veelal zijn de prijzen niet bekend voor grondstoffen die in beperkte mate worden opgenomen en waarvan het verbruik in het model aan een maximum is gebonden. De prijzen zijn dan zo geschat dat de grondstof voor de maximum hoeveelheid werd opgenomen. Tabel 3.5 geeft de prijzen weer voorzover ze in de prijsstatistiek zijn opgenomen.

Tabel 3.5 Gemiddelde jaarprijs van grondstoffen per 100 kg in 1985/86 (Bolhuis, 1987)

Grondstof	Prijs gld./100 kg	Grondstof	Prijs gld./100 kg
mais	58,60	kokosschilfers	41,80
tarwe	52,00	palmpitschilfers	36,10
gerst	51,10	lijnzaadschilfers	53,80
		raapzaadschroot	33,60
voerbonden	45,00	grondnotenschilfers	32,30
maisvoermeel	42,60	zonnebloemzaadschroot	34,30
rijstevoermeel	41,60		
tarwegries	38,90	sojaschroot-44	51,90
maaisglutenvoer	39,20	magere melkpoeder	134,30
rietmelasse	23,30		
bietenpulp	38,50	veermeel	66,80
		diermeel	72,60
citruspulp	38,50	vismeel	93,60
tapioca	41,10		
sojabonen	67,20		

### 3.3 De mineralenbalans

In paragraaf 2.3 is de algemene vergelijking voor de mineralenbalans gegeven. De balans wordt per gemiddeld aanwezig dier per jaar berekend. Fosfor komt in dierlijke mest voor in de vorm van fosfaat.

De balans voor fosfaat luidt als volgt:

$$P_{205} \text{ mest} = 2,29 * (P \text{ voer} - P \text{ vastlegging})$$

Voor stikstof luidt de balans als volgt:

$$N \text{ mest} = N_{\text{voer}} - N \text{ vastlegging}$$

Daarbij is dan geen onderscheid gemaakt naar de vorm waarin of het tijdstip waarop de stikstof wordt uitgescheiden. De voerhoeveelheid en de vastlegging worden berekend per "Meitellingsdier" per jaar, dat wil zeggen per dier dat in de Meitelling is geregistreerd.

In tabel 3.6 zijn de uitgangspunten voor de voerbalans weer gegeven.

**Tabel 3.6 Voeropname in de nulrun en bij fasevoeding en vastlegging van mineralen per meitellingsdier per jaar (Jongbloed e.a., 1985)**

Voersoort	Voeropname (kg)		Vastlegging (gram)	
	nulrun	fasevoer	N	P
mestvarkens(2,6 rondes)	705	705	5148	1118
w.v. startvoer	78	78		
mestvarkensvoer	627			
groeivoer		185		
afmestvoer		442		
fokvarkens *)	1626	1606	9494	1973
w.v. fokvarkensvoer	1118			
dragende zeugevoer		748		
lacterende zeugevoer		350		
babybiggenvoer	508	508		
legghennen	44	44	380	38
slachtkuikens (6 rondes)	18,7	18,7	294	48
0 - 2,5 weken	4,2	4,2		
2,5 - 5 weken	14,5	10,3		
6e week		4,2		

\*) Fokvarkens inclusief biggen tot 22 kg.

Van rundvee en opfokleghennen wordt geen mineralenbalans opgesteld. Bij de berekening van de mestoverschotten is er van uitgegaan dat de mineralenuitscheiding van rundvee niet verandert. De rundveevoeding en de ontwikkeling in de mineralenuitscheiding per koe als gevolg van een verhoging van de melkproductie per koe vallen buiten het onderzoek. Een opfokleghen telt in het mestoverschottenmodel mee als 0,33 leghen. Procentueel is de verlaging van de mineralenuitscheiding van opfokleghennen dus gelijk aan die van leghennen.

### 3.4 Het Mestoverschottenmodel

Belangrijk uitgangspunt bij het berekenen van de mestproductie en mestoverschotten in Nederland is de mestproductie per gemiddeld aanwezig dier per jaar. Cijfers hierover zijn ontleend aan van der Hoek (1987) en zijn weergegeven in tabel 3.7.

*Tabel 3.7 Mestproductie (ton) per gemiddeld aanwezig dier per jaar in 1986*

Diersoort	Mestproductie
mestvarkens	1,7
fokvarkens	5,4
leghennen nat (per 100)	6,3
droog (per 100)	1,8
slachtkuikens (per 100)	1,0
rundvee	20,0
mestkalveren	3,5

### 3.5 Transport en verwerking van mestoverschotten

In het transport- en verwerkingsmodel wordt bepaald waar de mestoverschotten zouden moeten worden afgezet en welke kosten de mestafzet met zich meebrengt. De afzet wordt bepaald door de plaatsingsruimte voor mestoverschotten op bedrijven die, gegeven de bemestingsnormen, nog met kunnen accepteren en door de kosten van transport in verhouding tot de kosten voor mestverwerking en export van mest. De acceptatiegraden geven aan welk deel van de (wettelijke) plaatsingsruimte voor mest ook daadwerkelijk opgevuld mag worden. Aangenomen wordt dat de hoogte van de acceptatiegraad afhankelijk is van de van de regio en de gewasgroep waarop de mest wordt uitgereden. In regio's met een hoge fosfaatproductie per hectare en daarmee samenhangend hoge mestoverschotten wordt verondersteld dat de acceptatie van mest hoger is dan in regio's met een lage mestproductie per hectare. In de eerstge-

noemde regio's is de bekendheid met dierlijke mest groter. Ook zijn de contacten tussen het overschotbedrijf en het mestaccepterende bedrijf gemakkelijk te leggen. Het is denkbaar dat in regio's met grote overschotten en geringe plaatsingsmogelijkheden, de plaatsingsruimte een waarde krijgt. Ook dit is een reden om aan te nemen dat de acceptatiegraden in deze regio's hoger liggen dan die in regio's met ruime plaatsingsmogelijkheden.

De uitkomsten van het transport- en verwerkingsmodel zijn erg gevoelig voor de hoogte van de acceptatiegraden. In dit onderzoek worden de berekeningen standaard uitgevoerd met vastgestelde acceptatiegraden die ook gebruikt zijn bij de actualisering van het transport- en verwerkingsmodel (tabel 3.8). Vanwege de gevoeligheid van de modeluitkomsten worden ook enige berekeningen uitgevoerd met hoge en lage acceptatiegraden.

**Tabel 3.8 Hoge, vastgestelde en lage acceptatiegraden (procenten)**

	Snijmais	Grasland	Bouwland
<b>Hoge</b>			
overschotregio's	100	70	100
overgangsregio's	100	25	75
tekortregio's	100	20	40
<b>Vastgestelde</b>			
overschotregio's	100	60	90
overgangsregio's	100	25	50
tekortregio's	100	10	25
<b>Lage</b>			
overschotregio's	100	30	75
overgangsregio's	75	10	25
tekortregio's	75	5	10

De afweging om mest verwerkt of onverwerkt af te zetten in de eigen regio, een andere regio of in het buitenland wordt gemaakt op grond van de onderlinge kostenverhoudingen van deze mogelijkheden. De verwerkingsmogelijkheden en de daarbij geldende kosten zijn vermeld in figuur 3.1. De verwerkingskosten zijn de bruto kosten, dat zijn alle kosten die door de mestverwerkingsindustrie worden gemaakt na ontvangst van de mest tot aan de aflevering van het produkt vanaf de fabriek. Figuur 3.2 geeft de kosten van mestafzet en mesttransport weer.

Ingaande mestsoort	Produkt	Kosten
<i>drogen op bedrijf</i>		
pluimveedrijfmest	droge pluimveemest	11,30
<i>zuiveren met respectievelijk zonder omgekeerde osmose</i>		
mestkalverdrijfmest	slib mestk.dr.mest	19,00
mestkalverdrijfmest	slib mestk.dr.mest	11,00
<i>centraal verwerken</i>		
mestvarkensdrijfmest	korrels mestv.dr.m.	30,00
fokvarkensdrijfmest	korrels fokv.dr.m.	30,00
droge pluimveemest	korrels pluimveemest	35,00
<i>export</i>		
alle mestsoorten en mestprodukten		80,00

**Figuur 3.1** Bruto kosten van verwerking van mest (gld./ton ingaande mest) (Luesink en van der Veen, 1989)

	Drijfmest	Vast/korrels
<i>Afzet in eigen regio</i>		
laden, 3 km rijden, verspreiden	5,20	12,35
opslag	6,90	0,75
<b>Totaal</b>	<b>12,10</b>	<b>13,10</b>
<i>Afzet in een andere regio</i>		
vaste kosten		
opslag op mestproducerend bedrijf	6,90	0,75
laden, lossen	6,00	7,65
tussenopslag	4,70	0,95
laden, lossen, verspreiden	5,20	12,35
<b>Totaal</b>	<b>22,80</b>	<b>21,70</b>
Variabele kosten		
prijs per kilometer	0,056	0,120

**Figuur 3.2** Kosten van afzet van mest in de eigen regio en in een andere regio



## 4. DE MENGVOERSAMENSTELLING IN DE UITGANGSSITUATIE

Voordat de kosten van mineralenvermindering met het mengvoermodel worden doorgerekend, is getracht het door het model berekende grondstoffenverbruik zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met het statistisch verbruik. Daarbij wordt gelet op het totale verbruik van grondstoffen en op de verdeling van grondstoffen over de voeders voor de verschillende diersoorten. Wanneer het mengvoermodel mengvoerders samenstelt met de in hoofdstuk 3 aangegeven uitgangspunten, dan is het verbruik van die grondstoffen die niet aan een maximum hoeveelheid gebonden zijn, niet geheel in overeenstemming met de in de Jaarstatistiek voor de Veevoerders (Zwart, 1990) vermelde beschikbare hoeveelheden. Ten dele wordt dit veroorzaakt door de rekenmethode. De in de statistieken vermelde hoeveelheden zijn de som van een serie beslissingen in de tijd over grondstofaankopen van een aantal mengvoerfabrikanten die met verschillende mengvoereisen werken. De modeluitkomsten geven aan hoe het verbruik er uit zou zien als er slechts een mengvoerfabrikant was die eenmaal per jaar de samenstelling van alle voeders zou bepalen op basis van gemiddelde prijzen. Het is daarom aannemelijk dat het verbruik van grondstoffen in het model wat extremer is dan dat in de statistiek. Een grondstof die in het model niet wordt gebruikt kan immers onder bepaalde omstandigheden in werkelijkheid wel in een voersoort worden opgenomen en daarom ook in beperkte mate in de statistieken terecht komen.

In de Jaarstatistiek van de Veevoerders wordt de beschikbaarheid van grondstoffen voor mengvoerders aangegeven. De totaal beschikbare hoeveelheid grondstoffen bedroeg in 1985/86 18,3 miljoen ton. Daarvan werd 15,6 miljoen ton gebruikt voor de samenstelling van die mengvoerders die in het mengvoermodel zijn opgenomen. Van de overige 2,7 miljoen ton werd 0,6 miljoen ton gebruikt voor kunstmelk, 0,3 miljoen ton voor de overige mengvoerders en 1,8 miljoen ton werd volgens de statistieken enkelvoudig vervoerd. De 0,3 miljoen ton die voor overige voeders werden gebruikt bestaan voornamelijk uit grondstoffen die in het model vrij opneembaar zijn. De samenstelling van de 1,8 miljoen ton enkelvoudig vervoerde grondstoffen is niet bekend. Volgens deskundigen is deze hoeveelheid (te) hoog. In dat geval zou de beschikbaarheid van de grondstoffen in de statistiek hoger zijn dan in werkelijkheid. Omdat niet is aan te geven voor welke grondstoffen de beschikbaarheid hoog is ingeschat dan wel uit welke grondstoffen de hoeveelheid van 1,8 miljoen ton enkelvoudig vervoerde grondstoffen bestaat, is aangenomen dat het verbruik van de belangrijke grondstoffen in het model, dat zijn die grondstoffen die niet aan een maximum zijn gebonden, in totaal 1,8 miljoen ton lager mag liggen dan die in de statistiek. Grondstoffen die

enkelvoudig vervoederd worden zijn pulp, sojaschroot en, in mindere mate, maïsglutenvoermeel. Daarom zouden vooral deze grondstoffen minder moeten opgenomen dan dat de beschikbare hoeveelheid aangeeft. Omdat de uiteindelijke niveaus van de ijking van het totale grondstoffenverbruik dus niet vast omlind zijn, is de mate waarin overeenstemming wordt bereikt tussen de werkelijkheid en de modeluitkomsten moeilijk aan te geven.

In de Jaarstatistiek voor de Veevoerders wordt een globale indruk gegeven van de verdeling van de grondstoffen over de diersoorten. Deze verdeling wordt berekend op grond van enquêtes die worden gehouden onder mengvoerfabrikanten. Daarnaast hebben deskundigen uit de begeleidingscommissie aangegeven welke samenstellingen reëel geacht werden voor de verschillende voeders.

Uitgaande van de aangegeven mogelijkheden en beperkingen is er in eerste instantie naar gestreefd het totale verbruik van de grondstoffen in model en statistiek voor zover mogelijk met elkaar in overeenstemming te brengen. In tweede instantie is er naar gestreefd de verdeling van grondstoffen over de mengvoerders voor de verschillende diersoorten in overeenstemming te brengen met de verdeling in de praktijk. Het totaal verbruik van grondstoffen kan, uitgaande van de eisen waaraan de voeders moeten voldoen, worden beïnvloed door de onderlinge prijsverhoudingen aan te passen. De verdeling van grondstoffen over de voeders kan, bij de gegeven voereisen en technische coëfficiënten en uitgaande van de prijs waarbij de juiste totale hoeveelheid wordt opgenomen, worden beïnvloed door het aanpassen van de minimum- of maximumeisen voor het aandeel van de grondstof in het voeder.

In tabel 4.1 zijn het grondstoffenverbruik in het model na ijking en de beschikbare hoeveelheden grondstoffen volgens de statistiek naast elkaar gezet. Uit tabel 4.1 blijkt dat het verbruik van granen in het model ongeveer 770 duizend ton lager is dan de beschikbare hoeveelheid. Ook wanneer de prijzen op een aanmerkelijk lager niveau gebracht worden neemt het verbruik nauwelijks toe. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk dat er voldoende andere grondstoffen in het model worden aangeboden, die goedkoper zijn dan granen.

Doel van het gebruik van het mengvoermodel in dit onderzoek is om de mogelijkheden en kosten van verlaging van de mineralengehaltes te bepalen. De mogelijkheden om mineralengehaltes te verlagen liggen onder andere in het zoeken naar een voersamenstelling die voldoende beschikbaar fosfor en voldoende aminozuren heeft en een lager gehalte aan totaal fosfor en ruw eiwit. De grondstoffen waarbij de verhouding beschikbaar fosfor-totaal fosfor of aminozuur-ruw eiwit gunstig is, zullen dan meer in de voeders worden opgenomen. Doordat ten behoeve van de ijking in het model enige eisen aan de voeders zijn toegevoegd, zijn de moge-

lijkheden tot verlaging van het mineralengehalte in theorie iets kleiner geworden.

Bij de ijkning zijn de prijzen van enkele grondstoffen gewijzigd. Over het algemeen zijn ze iets duurder geworden. Dit betekent dat, wanneer er ten gevolge van verlaging van het mineralengehalte, meer van een dergelijke grondstof wordt opgenomen, er een overschatting van de kosten optreedt.

Wordt er echter minder van de grondstof opgenomen, dan vindt een onderschatting van de kosten plaats. Overigens zal, wanneer zich forse verschuivingen voordoen in het grondstoffenverbruik, nagegaan worden of er prijsaanpassingen moeten worden ingecalculleerd.

Verschillen tussen de uitgangssituatie volgens het model en het verbruik in de statistiek zijn niet exact aan te geven omdat het totale verbruik in de statistiek hoger is. Toch bestaat de indruk dat er in werkelijkheid meer granen, peulvruchten, graanbijprodukten en sojaschroot worden gebruikt dan uit het model blijkt. Omdat bij fosfor- en stikstofvermindering het modelverbruik van granen en peulvruchten toeneemt, zou het zo kunnen zijn dat een deel van de oplossingsruimte in werkelijkheid al gebruikt is. Daar staat tegenover dat het verbruik van graanbijprodukten als tarwegries en maïsglutenvoer en dat van sojaschroot in het model wat te laag is. Het verbruik van deze grondstoffen neemt bij mineralenvermindering af. Het model geeft dan door het te lage verbruik een onderschatting van de mineralengehaltes in de uitgangssituatie en de mogelijkheden tot mineralenverlaging zijn wat dat betreft in de praktijk iets groter dan het model aangeeft.

Tabel 4.1 Grondstoffenverbruik en prijzen van grondstoffen in het mengvoermodel en in de statistiek

	Mengvoermodel		Statistiek	
	hoeveelheid (1000 ton)	prijs (gld./100 kg)	hoeveelheid (1000 ton)	prijs (gld./100 kg)
Mais	620	58,00	1090	58,60
Tarwe	630	52,00	740	52,00
Gerst	420	51,00	530	51,10
Erwten	490	46,80	(	
Lupinen	0	45,80	( 670	
Voerbonen	0	44,50	(	45,00
Maisvoermeel	480	42,60	480	42,60
Rijstevoermeel	50	41,60	50	41,60
Tarwegries	280	39,00	630	38,90
Maisglutenmeel	40	79,00	50	
Maisglutenvoer	1620	39,00	1720	39,20
Rietmelasse	820	32,00	610	23,30
Bietenpulp	640	38,00	750	38,50
Vinaase	190	22,50	180	23,00
Citruspulp	770	39,00	770	38,50
Tapioca	2780	44,00	2850	41,10
Sojabonen	200	67,00	170	67,20
Kokosschilfers	380	41,80	370	41,80
Palmpitschilfers	540	36,10	540	36,10
Lijnzaadschilfers	0	53,80	110	53,80
Katoenzaadschroot	0	34,00	90	
Raapzaadschroot	520	35,00	390	33,60
Grondnotenschilfers	90	40,00	90	32,30
Zonnebloemzaadschroot	630	36,00	370	34,30
Sojahullen	520	33,60		
Sojaschroot-48	0	53,00		
Sojaschroot-44	1640	51,50	2006	51,90
Magera melkpoeder	45	134,00	410	134,30
Weipoeder	0	90,00	315	
Veermeel	35	66,00	35	66,80
Diermeel	270	68,00	270	72,60
Vismeel	60	90,00	100	93,60
Diervet	340	100,00	340	
Luzernemeel	50	30,50	240	
Krijt	240	3,60		
Dicalciumfosfaat	60	75,00		
Zout	60	10,00		
Synthetisch				
lysine	1	700,00	3	
methionine	7	700,00	2	
tryptofaan	0	5000,00		
threonine	0	2500,00		
Premixen	82	200,00		
Overige			1354	
<b>Totaal</b>	<b>15600</b>		<b>18325</b>	

## 5. DE WIJZE VAN ANALYSE

### 5.1 Inleiding

Met behulp van de in hoofdstuk twee beschreven modellen: het mengvoermodel en de modellen MESTOP en MESTTV zullen de analyses worden gepleegd waarvan de resultaten in de navolgende hoofdstukken worden beschreven. In dit hoofdstuk gaan we in op de wijze waarop de analyses worden uitgevoerd. We kunnen daarin twee fasen onderscheiden: a) de analyse op sectorniveau en b) de analyse op bedrijfsniveau. Deze fasen worden hier achtereenvolgens behandeld. Het hier beschreven schema tracht daarin een lijn aan te brengen die ertoe moet leiden dat uiteindelijk een optimale oplossing kan worden bepaald.

### 5.2 De analyse op sectorniveau

We onderscheiden bij de analyse op sectorniveau drie onderdelen, te weten:

1. De bepaling van de kosten van het totale mengvoederpakket in relatie tot de hoeveelheid fosfor en stikstof in het pakket;
2. de bepaling van de kosten voor de afzet van mest en mestprodukten, gegeven de samenstelling van het mengvoederpakket en het daaruit resulterende mestoverschot;
3. het effect op de grondstoffenprijzen.

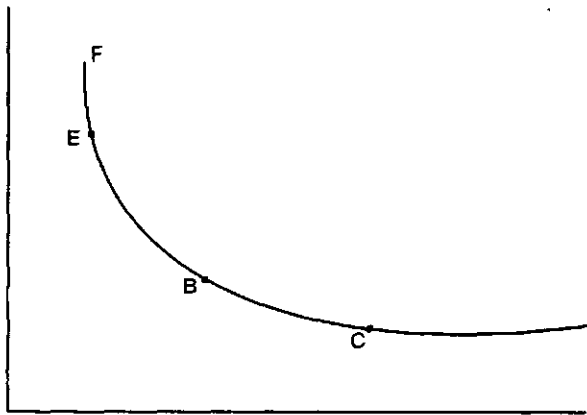
Voor het eerste onderdeel wordt het mengvoedermodel gebruikt. De modellen MESTOP en MESTTV genereren de gegevens voor het tweede onderdeel. Voor de analyse van het derde onderdeel wordt ondermeer gebruik gemaakt van ervaringen die met ander onderzoek zijn opgedaan.

#### 5.2.1 De kosten van het mengvoederpakket

Uitgaande van een mengvoederpakket waarin geen maximumeisen zijn gesteld aan het fosforgehalte en alleen voedertechische maximumeisen aan het eiwitgehalte, zal een verdere verlaging van het toegestane maximum er veelal toe leiden dat de kosten van het mengvoederpakket stijgen of tenminste gelijk blijven. Dat dit zo is, laat zich eenvoudig duidelijk maken. Met behulp van lineaire programmering is in de uitgangssituatie het laagst mogelijke kostenniveau bepaald. Door een verlaging van het toegestane maximum voor fosfor en/of stikstof wordt de ruimte waarbinnen de oplossing moet worden gevonden kleiner. Derhalve kunnen de kosten van het mengvoederpakket in de nieuwe situatie nooit lager liggen. Naarmate de marge tussen de minimum eisen voor beschikbaar, c.q.

verteerbaar fosfor en bepaalde aminozuren enerzijds en de maximum eisen voor totaal fosfor en stikstof anderzijds, smaller worden, zullen de kosten van het mengvoederpakket sterker stijgen. Dit is een gevolg van het feit dat ook technisch gezien de mogelijkheden uitgeput raken om aan deze combinatie van eisen te voldoen, zodat binnen de technische oplossingsmogelijkheden moet worden gekozen voor economisch onaantrekkelijke opties. Het mengvoederpakket bestaat uit een aantal mengvoerders. Door nu de totale in het pakket toegelaten hoeveelheid fosfor en/of stikstof stapsgewijs te verlagen worden de mineralengehaltes in die voersoorten verlaagd waarbij dat een minimale kostenstijging met zich meebrengt. De kostencurve die dan ontstaat is getekend in figuur 5.1.

y-as: kosten i.o.v.  
fasevoer



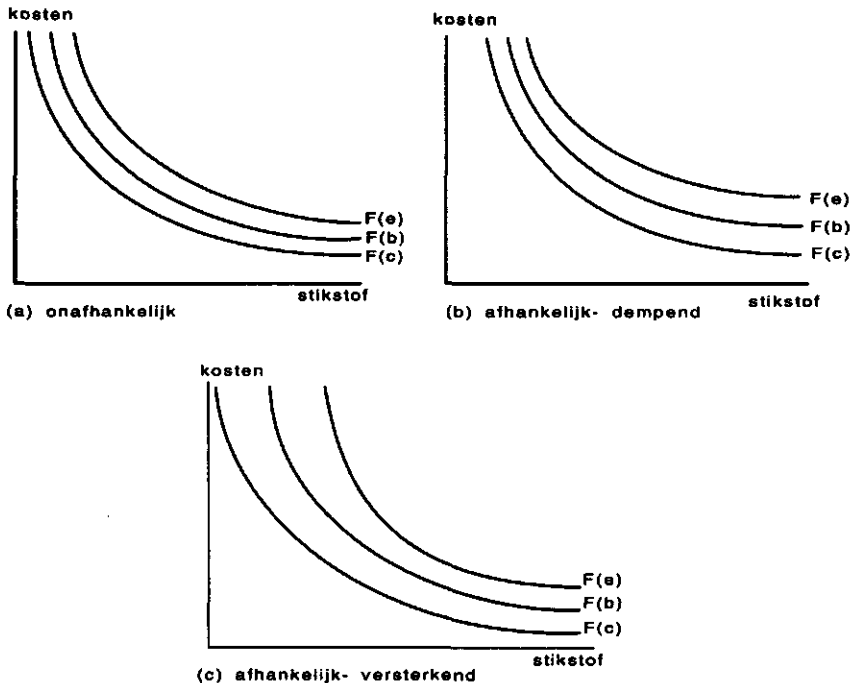
x-as: fosfor in mengvoerpakket

**Figuur 5.1** De kromme F of de minimale-kostencurve (MKC) voor fosforvermindering

Voor de punten E, B, en C wordt een MKC voor stikstofverlaging geschetst in figuur 5.2.

In de figuur zijn de punten die bij de genomen stappen horen verbonden door een lijn, de kromme F. De geschetste curve heeft het verloop zoals dat in het begin van deze subparagraaf is beschreven: een progressief stijgend verloop in de richting van de y-as welke het gevolg is van een uitputting der technische oplossingsmogelijkheden. Op deze wijze wordt met behulp van een relatief beperkt aantal oplossingen snel een indruk verkregen van de mogelijkheden. De gevonden curve F verbindt alle punten waarbij, gegeven een bepaalde terugdringing van de fosforinhoud, de kosten minimaal zijn. In het verdere verloop zullen we daarom van mini-

male kostencurves (MKC's) spreken. De analyse is gericht op het afleiden van meerdere curves. Dit met het oog op het terugdringen van zowel fosfor als stikstof in de mengvoeders. Zo kan er in principe voor elk punt op de MKC voor de fosforreductie een MKC voor stikstofreductie worden afgeleid. In figuur 5.2 is dit gedaan voor de punten B, C en E van de MKC voor de fosforreductie in figuur 5.1.



**Figuur 5.2** Kosten van stikstofvermindering bij verschillende fosforniveaus

Als gevolg van de sterkere terugdringing van het fosfor in mengvoeders in punt E van de MKC voor fosforreductie, ligt de MKC voor stikstofreductie,  $F(E)$ , boven die van de punten B en C. In figuur 5.2.a is een situatie weergegeven waarbij de curves parallel lopen. In deze denkbeeldige situatie zijn de kosten van een stikstofreductie onafhankelijk van het niveau van de fosforreduc-

tie. Dit is niet het geval in de figuren 5.2.b en 5.2.c. In figuur (b) nemen de kosten van de stikstofreductie minder snel toe naarmate de fosforreductie hoger is. In figuur (c) is het tegengestelde het geval. Situatie (b) doet zich bijvoorbeeld voor als de hoeveelheid stikstof als gevolg van de fosforeis toch al wordt teruggedrongen. Situatie (c) zou zich voordoen wanneer door het kiezen van stikstofrijkere grondstoffen een gunstiger verhouding tussen beschikbaar-, c.q. verteerbaar fosfor enerzijds en het totaal fosfor anderzijds zou worden bereikt. Het is duidelijk dat in situatie (b) verder gegaan kan worden met het terugdringen van zowel fosfor als stikstof dan in de beide andere gevallen. De MKC is een functie van de prijzen ( $x$ ) van de verschillende mengvoeders en hun aandeel in het totaal van het mengvoederpakket (VF) en de markt voor mengvoedergrondstoffen (MF). In deze analyse zijn de prijzen van de mengvoeders met name afhankelijk van het gehalte totaal fosfor P gegeven de behoefte aan beschikbaar fosfor en het gehalte aan stikstof N, gegeven de behoefte aan bepaalde aminozuren. We kunnen dat als volgt noteren:

$$F = F(x_1, \dots, x_n, VF, MF) \quad (1)$$

$$x_1 = x_1(P, N) \quad (2)$$

De onderstreping van VF en MF geeft aan dat we in eerste instantie uitgaan van een gegeven hoeveelheid mengvoeder waarin de fosfor- en stikstofgehalten worden verlaagd. Ook de marktprijs voor de verschillende mengvoedergrondstoffen wordt in deze fase constant verondersteld (MF).

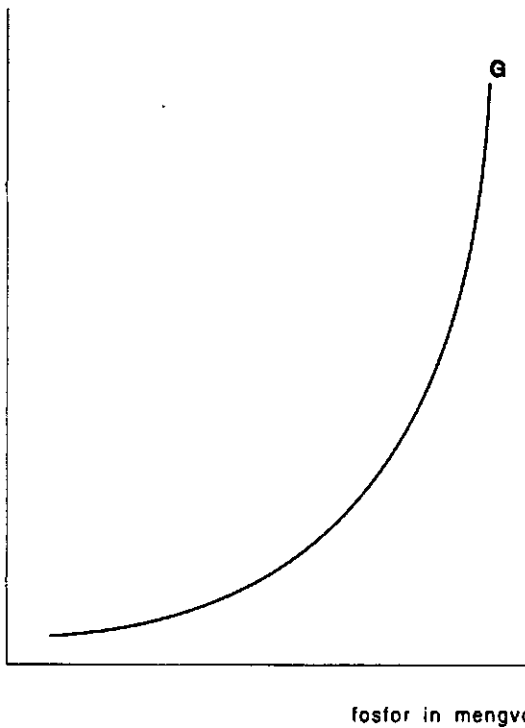
### 5.2.2 De kosten voor de afzet van mest

Met behulp van de modellen MESTOP en MESTTV kunnen de kosten voor transport en verwerking van de mestoverschotten worden berekend. Het model MESTTV berekent de laagst mogelijke kosten die daarvoor op nationaal niveau gemaakt zullen worden gegeven de veestapel, de acceptatie van mest en mestprodukten en de techniek op het gebied van transport, be- en verwerking van mest. In figuur 5.3 is, naar analogie van de kostenfuncties voor de reductie van fosfor en stikstof, de MKC voor de afzet van mest weergegeven.

Het relevante deel van de curve - dat deel waarbij de kosten op een zodanig niveau liggen dat het economisch verantwoord is om een mestoverschot te produceren en af te zetten - verloopt progressief stijgend. Dit is een gevolg van het feit dat met de toename van het overschot de mest over grotere afstanden moet worden getransporteerd en er gebruik moet worden gemaakt van steeds duurdere oplossingen om het overschot af te zetten. In feite wordt doorgaans naar een specifiek punt op de curve gekeken. De verschillende fasen van de mestwetgeving zouden met een aantal punten op de geschetste curve kunnen worden weergegeven.



kosten t.o.v. fasevoer



**Figuur 5.3** De kromme G of de minimale-kostencurve voor de afzet van mest bij fosforvermindering in het mengvoer

Naast minimale kostencurves voor de reductie van fosfor en stikstof kunnen dus ook MKC's voor de afzet van mestoverschotten worden afgeleid. De MKC's voor de afzet van mestoverschotten zijn afhankelijk van de mestproduktie per dier in termen van fosfaat en stikstof ( $y$ ), het gebruik van verschillende soorten mengvoeders op verschillende bedrijven ( $VG$ ), de markt voor mest en mestprodukten ( $MG$ ) en de stand van de techniek op het gebied van transport, be- en verwerking van mest ( $TG$ ). We kunnen dit als volgt noteren:

$$G = G(y_1, \dots, y_k; VG, MG, TG) \quad (3)$$

Uiteraard correspondeert het mengvoederverbruik met de mengvoederproduktie en derhalve is  $VG$  een functie van  $VF$ .

$$VG = VG(VF) \quad (4)$$

Het onderscheid is van belang omdat VF de hoeveelheden mengvoeder naar type beschrijft, terwijl VG aangeeft op welke bedrijven welk type mengvoeder wordt gebruikt (zie paragraaf 5.2). Tenslotte is het gehalte aan fosfaat en stikstof in de mest afhankelijk van de gehalten fosfor en stikstof in het mengvoeder, dus geldt:

$$y = y(P, N) \quad (5)$$

Ook nu geeft de onderstreping van VG, MG en TG aan dat we in eerste instantie uitgaan van gegeven situaties. Met het oog op de verdere analyse definiëren we nog de volgende grootheden:

TOTPvoer = de totale hoeveelheid fosfor in het mengvoederpakket  
 TOTNvoer = de totale hoeveelheid stikstof in het mengvoederpakket  
 TOTPmest = de totale hoeveelheid fosfaat in het mestoverschot  
 TOTNmest = de totale hoeveelheid stikstof in het mestoverschot

Voor elke MKC voor de reductie van fosfor en stikstof kunnen nu de bijbehorende kosten voor de afzet van het mestoverschot worden berekend. Gegeven de samenstelling van de mengvoeders kunnen we dit een minimale kosten curve voor de afzet van het mestoverschot noemen. Op grond van beide curves kan nu de economisch optimale reductie van fosfor en stikstof in het mengvoeder bepaald. Analytisch is dit eenvoudig, namelijk dat niveau waarbij de kostenstijging voor de veevoeders juist gelijk is aan de kostendaling van de afzet van mestoverschotten. In termen van de gecreëerde functies geldt dan:

$$\frac{\delta F}{\delta \text{TOTPvoer}} = \frac{\delta G}{\delta \text{TOTNmest}} \quad (6)$$

Analytisch dienen de marginale kosten verbonden aan de reductie van de laatste eenheden fosfor en stikstof gelijk te zijn aan de marginale kosten voor de afzet van de laatste eenheden fosfaat en stikstof. Van beide curves kennen we slechts een beperkt aantal punten zodat in feite zal gelden:

$$\frac{\Delta F}{\Delta \text{TOTPvoer}} = \frac{\Delta G}{\Delta \text{TOTPmest}} \quad (6.a)$$

Het resultaat van deze stap in de analyse is een aantal situaties die potentieel optimaal genoemd kunnen worden. Slechts een van die situaties is echt optimaal, namelijk die waarbij tevens geldt:

$$F + G = H$$

(H: min)

(7)

Voor alle potentieel optimale situaties wordt de som van de veevoederkosten en de afzetkosten voor het mestoverschot (H) berekend. De laagste waarde voor H is analytisch het optimale punt voor de voedersamenstelling, voor zover het de inhoud van fosfor en stikstof betreft.

### 5.2.3 De grondstoffenprijzen

Door aanpassing van het grondstoffenpakket worden de fosfor- en stikstofgehalten in de mengvoeders verlaagd. In het model zijn de grondstoffenprijzen gegeven (exogeen). Wanneer van de ene grondstof meer en van de andere minder wordt afgezet, zal dit in het algemeen tot prijsaanpassingen leiden. De vraag is natuurlijk in welke mate de prijzen zullen veranderen en welke invloed dat heeft op de analyse. Het antwoord op deze vraag is met name afhankelijk van de mate waarin het aanbod kan worden uitgebreid of ingekrompen en het gemak waarmee het in het mengvoeder door andere grondstoffen kan worden vervangen. Met dit laatste aspect wordt in het model rekening gehouden.

De flexibiliteit van het aanbod wordt door een aantal factoren bepaald: marktpositie (hoofdprodukt, danwel bijprodukt), het gedrag van andere afnemers en het aandeel van de Nederlandse mengvoederindustrie in de markt. Met name de laatste factor is van groot belang voor de mate waarin prijzen reageren op veranderingen in de vraag in Nederland. Wanneer blijkt dat het Nederlandse aandeel gering is, kunnen we uitgaan van de "small country assumption": de prijzen blijven dan ongewijzigd en worden als gegeven beschouwd. Wanneer het Nederlandse aandeel groot is dan zal het effect van een verandering in de Nederlandse vraag op de prijs van die grondstof en de consequenties daarvan worden nagegaan. Wanneer een dergelijke grondstof dan ook nog vrij moeilijk kan worden vervangen door andere grondstoffen, dan zal er een merkbaar effect op de mengvoederprijs zijn, waardoor de hellingshoek van de F curves scherper zal worden.

### 5.3 De analyse op bedrijfsniveau

In paragraaf 5.1.1 hebben we gezien dat we kunnen verwachten dat de kosten van het mengvoerpakket stijgen als het mineralengehalte wordt verminderd. In deze paragraaf beschrijven we de methode die gebruikt wordt ter beantwoording van de vraag hoe individuele veehouders zouden reageren, wanneer zij voor de keuze zouden staan om ofwel normaal fasevoer te kopen voor een bepaalde prijs ofwel fosforarm voer te kopen voor een hogere prijs. Daarbij wordt dus aangenomen dat de hogere grondstoffenkosten voor het fosforarme voer worden doorberekend in de prijs voor fosfor-

arm voer. De individuele ondernemer zal zijn besluit om al dan niet een fosforarm mengvoeder te gebruiken laten afhangen van de kostenvoordelen die daar voor hem aan verbonden zijn. De ondernemer die fosforarm voeder gebruikt geeft meer uit aan mengvoeder indien de prijs per ton hoger ligt (vergl. 5.1) Hij kan besparen op de afzet van mest wanneer de kosten per ton af te zetten mest dalen, voorts door verkleining van het overschotvolume en een vermindering van de overschotheffing. In dit onderzoek is de mestproduktie per dier gemeten in tonnen mest constant verondersteld. Het overschotvolume zal op die bedrijven die zelf plaatsingsmogelijkheden hebben, afnemen als gevolg van een vergrote afzetmogelijkheid op het eigen bedrijf. De daling van de afzetkosten per ton mest is niet het directe gevolg van de beslissing van de individuele ondernemer om mineraalarm mengvoeder te gebruiken. Ook wanneer de "buurman" dit doet kan hij profiteren van lagere afzetkosten voor mest (free-riders-effect).

In de analyse op bedrijfsniveau zal worden nagegaan welke bedrijven er voordeel hebben of kunnen hebben van een mineralengehalteverlaging in mengvoerders. We starten deze analyse vanuit de optimale situatie op sectorniveau, zoals die met behulp van de analyse in 5.1 is bepaald. De veehouders hebben de keuze tussen het "normale" (goedkope) mengvoeder en het mengvoeder met een verlaagd mineralengehalte. Uit de berekeningen met behulp van MESTTV zijn de afzetkosten per mestsoort en gebied bekend. Met behulp van MESTOP kunnen de plaatsingsmogelijkheden voor mest op het eigen bedrijf onder beide voedersystemen worden berekend. Op grond hiervan kan de besparing op de overschotheffing door het gebruik van mineraalarm mengvoeder worden berekend. Welke bedrijven er wel en welke er geen mineraalarm mengvoeder zullen gebruiken, wordt bepaald aan de hand van de volgende twee criteria:

$$dm + dt - df > 0 \quad (8)$$

$$dm + dg + dt - df > 0 \quad (9)$$

Waarin:

- dm de besparing op de afzet van mest door verkleining van het overschotvolume;
- dg de besparing op de afzet van mest door verkleining van de afzetkosten per ton mest;
- dt de besparing op de overschotheffing;
- df de toename van de voerkosten door het gebruik van mineraalarm mengvoeder.

Relatie (8) is het reële afwegingscriterium voor de individuele veehouder omdat dit de kosten en besparingen zijn die hij door eigen handelen kan beïnvloeden. In relatie (9) worden de potentiële kosten en besparingen tegen elkaar afgewogen. Wanneer alle veehouders ook daadwerkelijk mineraalarm mengvoeder zouden

gebruiken, dan zouden deze voordelen kunnen worden behaald. We spreken dus over potenties. Die situatie zal - indien het mineraalarme voer inderdaad duurder is dan normaal voer - normaal gesproken slechts worden bereikt door het verbruik van het mineraalarm mengvoeder voor die bedrijven verplicht te stellen, dan wel het verbruik ervan te stimuleren met behulp van financiële prikkels.

In hoofdstuk 7 wordt relatie (8) nader onderzocht en wordt ingegaan op mogelijke financiële prikkels om het gebruik van mineraalarm voer te stimuleren.

Aan relatie (9) wordt verder geen aandacht besteed; het potentiële voordeel van overschakeling op fosforarm voer van alle bedrijven te samen is immers al op sectorniveau berekend.

In principe kunnen ook andere criteria worden ontwikkeld om onderscheid te maken tussen bedrijven die wel en die geen mineraalarm mengvoeder kunnen (moeten) gebruiken. Bijvoorbeeld het gebied waarin het bedrijf is gelegen of het overschotvolume. In de analyse geven we de voorkeur aan een tweetal bedrijfseconomische criteria zoals die hiervoor zijn geformuleerd.

## 6. RESULTATEN OP SECTORNIVEAU

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aangegeven hoe de kosten van het mengvoer en de kosten van de mestafzet veranderen wanneer de mineralengehaltes in het gehele mengvoerpakket worden verlaagd. Eerst wordt ingegaan op de verandering van de kosten van mengvoer (paragraaf 6.1), vervolgens op de kosten van mestafzet (paragraaf 6.2) en tenslotte op de combinatie van beide (paragraaf 6.3).

### 6.2 De kosten van mengvoeder

In het mengvoermodel wordt de mineraleninhoud van het mengvoerpakket stapsgewijs teruggedrongen. Bij elke stap worden de kosten en de optimale samenstelling van het pakket opnieuw berekend. Door de kosten bij verschillende fosforniveaus met elkaar te vergelijken kan men de kosten van mineralenvermindering bepalen. Het model bepaalt overigens zelf in welke mate en bij welke voeders het mineralengehalte het best kan worden verlaagd.

Door de kosten van het mengvoerpakket uit te zetten tegen de mineraleninhoud, ontstaat de minimale kostencurve (MKC) voor mineralenvermindering.

Deze curve is eerst opgesteld voor fosfor, vervolgens voor stikstof en tenslotte voor combinaties van beide. De verlaging van de hoeveelheid fosfor in het pakket is doorgerekend op vier manieren, namelijk met een beschikbaar-fosforeis, een verteerbaar-fosforeis op een niveau overeenkomstig de beschikbaar-fosforeis, met een nieuwe verteerbaar-fosforeis en bij een verbetering van de verteerbaarheid van fosfor door toepassing van fytase. De hoeveelheid fosfor die in een mengvoedergrondstof aanwezig is kan niet helemaal door het dier worden opgenomen. Dit komt doordat een deel ervan gebonden is aan stoffen die het dier niet kan verteren. Een van deze stoffen is fytine. Eenvoudigheidshalve werd daarom aangenomen dat het niet aan fytine gebonden fosfor voor het dier voor 100% beschikbaar is. De fosforbehoefte van het dier werd daarom in de praktijk uitgedrukt in beschikbaar fosfor. Omdat dit een vrij globale benadering is, is het noodzakelijk bij de vaststelling van de behoefte een veiligheidsmarge te hanteren.

In het veevoedkundig onderzoek wordt er momenteel de voorkeur aan gegeven de fosforbehoefte uit te drukken in verteerbaar fosfor. De verteerbaarheid van fosfor blijkt van meerdere factoren dan alleen de fytinegebondenheid afhankelijk te zijn. De verteerbaarheid wordt vastgesteld door middel van verteringsproeven en geeft aan welk deel van het fosfor door het dier is verteerd.

Het verteerbare deel van het fosfor is over het algemeen kleiner dan het beschikbare deel.

Behalve over de verteerbaarheid van fosfor in de verschillende grondstoffen is veel bekend geworden over de behoefte aan verteerbaar fosfor bij varkens. Nu de behoefte aan verteerbaar fosfor beter bekend is, kunnen de eisen die aan de voeders worden gesteld op een lager niveau liggen, zonder dat men het risico loopt dat er een tekort aan fosfor ontstaat. Met andere woorden, ten gevolge van het vergrote inzicht in de fosforbehoefte van varkens kan de veiligheidsmarge die tot op heden werd aangehouden bij de formulering van de beschikbaar-fosforgehaltes worden teruggebracht.

De wijze waarop men de fosforbehoefte uitdrukt heeft invloed op de kosten van fosforvermindering. Daarom zijn deze kosten zowel met beschikbaar-fosforeisen als met verteerbaar-fosforeisen berekend. De berekeningen met verteerbaar fosfor zijn uitgevoerd in twee stappen. Eerst is het effect van de betere kennis omtrent de verteerbaarheid van fosfor in de verschillende grondstoffen gekwantificeerd. De behoefte aan verteerbaar fosfor is op hetzelfde niveau gehouden als die bij de berekeningen met beschikbaar fosfor.

Het verschil met de kostencurve voor beschikbaar fosfor is dan niet dat de eisen voor fosfor lager liggen maar dat de grondstoffen anders gewaardeerd worden. Bij fosforvermindering kunnen nu andere grondstoffen worden gebruikt dan bij de berekening met beschikbaar fosfor. Daarna worden de eisen voor verteerbaar fosfor voor de varkensvoerders aangepast. Deze aanpassing is mogelijk omdat er meer bekend is geworden over de behoefte aan verteerbaar fosfor bij varkens. Dit kan men zien als de kostencurve die in 1992 geldt, nu de mengvoerindustrie is overgeschakeld naar verteerbaar fosforeisen. Tenslotte wordt nagegaan in welke mate de hoeveelheid fosfor in mengvoerders kan worden teruggedrongen wanneer de verteerbaarheid van fosfor in mengvoergrondstoffen wordt verhoogd door toevoeging van het enzym fytase. Ook de gecombineerde verlaging van fosfor en stikstof wordt drie maal doorgerekend, namelijk met fosforeisen uitgedrukt in beschikbaar fosfor, met fosforeisen uitgedrukt in verteerbaar fosfor en bij fytasetoepassing. Bij het verlagen van de hoeveelheid fosfor en stikstof neemt het verbruik van synthetische aminozuren sterk toe. Over de beschikbaarheid van synthetische aminozuren is weinig bekend. Wel is duidelijk dat er zich tijdelijk tekorten aan met name synthetisch lysine voor kunnen doen. Daarom is nagegaan welke kostenstijgingen zich voordoen bij gecombineerde verlaging van fosfor en stikstof bij een beperkte beschikbaarheid van synthetische aminozuren. Daarbij is met verteerbaar-fosforeisen gewerkt. Bij alle curves worden ook de kosten en hoeveelheid mineralen van de voeders in de nulrun en bij fasevoeding weergegeven. Bij verlaging van de mineralengehaltes wordt uitgegaan van fasevoeding.

### 6.2.1 Verlaging van het fosforgehalte met beschikbaar-fosforei- sen

Het verlagen van het fosforgehalte in de voeders vindt plaats door de totale toegelaten hoeveelheid fosfor in het pakket steeds verder terug te dringen. Tegelijkertijd moet wel aan de minimumeisen voor beschikbaar fosfor worden voldaan. Deze eisen zijn per mengvoersoort verschillend. De hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket is in stappen van 2 miljoen kg fosfor teruggebracht. De varianten worden aangeduid met de hoeveelheid fosfor, variant p79 is dus de variant waarbij de hoeveelheid fosfor is beperkt tot 79 miljoen kg. De hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket bedraagt in de variant fasevoer 83,1 miljoen kg. Dat is gemiddeld 5,3 gram/kg mengvoer. In tabel 6.1 zijn de totaal-fosfor- en beschikbaar-fosforgehaltes van de verschillende voersoorten weergegeven. Het verschil tussen het totaal-fosfor- en beschikbaar-fosforgehalte geeft aan hoeveel ruimte er - theoretisch gezien- is om het fosforgehalte te verlagen.

Tabel 6.1 Gehaltes totaal en beschikbaar fosfor in de voeders bij fasevoer (g/kg)

Voersoort	Totaal fosfor	Beschikbaar fosfor	Vershil
<b>mestvarkens</b>			
startvoer	6,6	4,0	2,6
groeivoer	5,7	3,3	2,4
afmestvoer	5,1	2,7	2,4
<b>fokzeugen</b>			
drachtig	5,7	2,8	2,9
lacterend	6,1	3,5	2,6
babybiggen	6,8	4,5	2,3
<b>rundvee</b>			
12% vre	4,5		
15% vre	5,0		
<b>legghennen</b>			
	5,5	3,6	1,9
<b>slachtkuikens</b>			
0 - 2,5 weken	7,0	5,0	2,0
2,5 - 5 weken	6,0	4,0	2,0
6e week	4,9	3,0	1,9
<b>opfoklegghennen</b>			
0 - 6 weken	7,1	4,5	2,6
7 - 12 weken	6,9	4,0	2,9
13 - 18 weken	6,9	4,0	2,9



Uit tabel 6.1 blijkt dat over het algemeen het verschil tussen totaal fosfor en beschikbaar fosfor in de variant fasevoer bij varkensvoer groter is dan bij kippevoer (met uitzondering van opfokleghennenvoer). Voor zover de fosforgehaltes in pluimveevoer in de praktijk hoger liggen dan de waarden in het model, is fosforvermindering in de praktijk vanzelfsprekend gemakkelijker en goedkoper te realiseren dan uit de modelberekeningen blijkt.

In tabel 6.2 zijn de verlagingen van de fosforgehaltes in de verschillende voeders aangegeven die resulteren uit het terugdringen van de totale hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket met steeds 2 miljoen kg fosfor. Vooral het fosforgehalte van

*Tabel 6.2 Daling van het totaal-fosforgehalte (g/kg) in de afzonderlijke mengvoeders bij een vermindering van de toegelaten hoeveelheid totaal fosfor ten opzichte van de totaal-fosforgehalte in de variant fasevoer*

Voersoort	Fosforgehalte fasevoer	Daling van het fosforgehalte ten opzichte van fasevoer				
	p83	p81	p79	p77	p75	p73
<b>mestvarkens</b>						
startvoer	6,6	0,4	0,5	0,4	0,7	0,9
groeivoer	5,7	0,3	0,6	0,6	1,0	1,0
afmestvoer	5,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1
<b>fokzeugen</b>						
drachtig	5,7	0,6	1,2	1,3	1,6	1,7
lacterend	6,1	0,1	0,2	1,2	2,0	1,4
babybiggen	6,8	0,0	0,0	0,2	0,4	0,7
<b>rundvee</b>						
12% vre	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15% vre	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
legghennen	5,5	0,0	0,3	0,7	0,7	0,7
<b>slachtkuikens</b>						
0 - 2,5 weken	7,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
2,5 - 5 weken	6,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
6e week	4,9	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
<b>opfokleghennen</b>						
0 - 6 weken	7,1	0,3	0,6	0,6	1,2	1,2
7 - 12 weken	6,9	0,0	0,4	0,3	1,4	1,8
13 - 18 weken	6,9	0,1	0,2	0,2	1,4	1,9

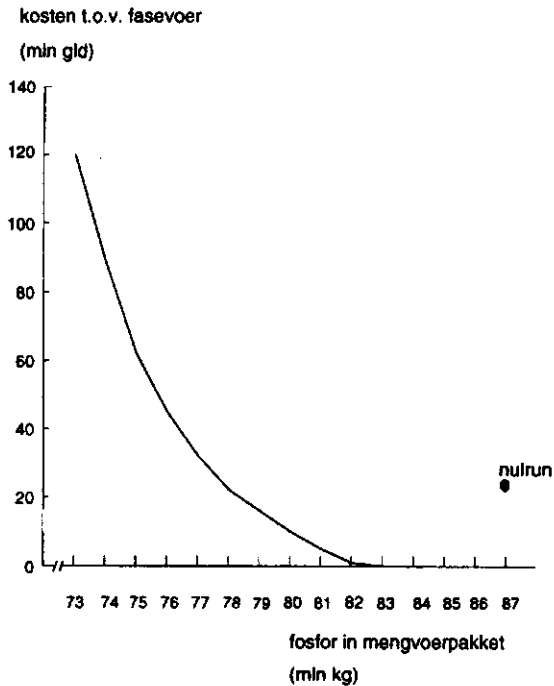
mestvarkensvoerders, zeugenvoer, leghennenvoer en opfokleghennenvoer wordt sterk teruggedrongen. De slachtkuikenvoeders daarentegen veranderen nauwelijks. De gehalten in rundveevoer zijn vastgezet op 4,5 en 5,0 gram.

De hoeveelheid fosfor in het pakket is steeds teruggedrongen in stappen van 2 miljoen kg fosfor, totdat in totaal een verlaging werd bereikt van 10 miljoen kg. De hoeveelheid stikstof is daarbij vrijgelaten. De fosforinhoud van het pakket kon niet verder verlaagd worden dan tot 70 miljoen kg. Op dat punt werden de minimeisen voor beschikbaar fosfor en de maximum toegelaten hoeveelheid fosfor in het pakket strijdig, bij het gegeven aanbod van grondstoffen. De kosten van het mengvoerpakket stijgen bij een steeds verdere fosforvermindering (tabel 6.3 en figuur 6.1). De kosten stijgen progressief; de eerste verlaging van 2 miljoen kg kost 4 miljoen gulden, de laatste stap van 2 miljoen kg kost 57 miljoen gulden. Dit verloop van de kostencurve komt overeen met de verwachting (zie hoofdstuk 5).

Tabel 6.3 *Hoeveelheid mineralen (mln.kg) en kostenontwikkeling (mln.gld.) van het totale mengvoerpakket bij een fosforvermindering ten opzichte van de variant fasevoer*

Variant	Fosfor mln.kg	Stikstof mln.kg	Kosten mln.gld.	Kosten- stijging mln.gld.	Gecum.kosten- stijging mln.gld.
nulrun	86,8	440,7	7108		27
fasevoer	83,1	432,9	7081		0
p81	81,1	430,8	7085	4	4
p79	79,1	426,4	7096	11	15
p77	77,1	419,2	7111	15	30
p75	75,1	424,4	7141	30	60
p73	73,1	414,2	7198	57	117

Een verlaging van het fosforgehalte gaat bijna altijd samen met een verlaging van het stikstofgehalte in het voer. Dit komt doordat ten gevolge van de fosforvermindering grondstoffen met een lage verhouding beschikbaar fosfor/totaal fosfor uit het pakket verdwijnen en dat deze grondstoffen gemiddeld tevens een hoog stikstofgehalte hebben. Voorbeelden hiervan zijn sojaschroot en maisglutenvoermeel. Anderzijds worden grondstoffen met een hoge beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding bij fosforvermindering juist meer opgenomen. Het stikstofgehalte van deze grondstoffen is gemiddeld lager dan dat van de vervangen grondstoffen. Dit blijkt uit tabel 6.4 waarin het grondstoffenverbruik in de verschillende varianten is weergegeven.



**Figuur 6.1** Minimale-kostencurve bij verlaging van het fosforgehalte

Het verbruik van granen verandert bij kleine fosforverminderingen weinig. Pas wanneer de fosforhoeveelheid kleiner wordt dan 75 miljoen kg, worden veel meer granen opgenomen.

Er worden bij kleine fosforverminderingen meer peulvruchten verbruikt. Wanneer het fosforgehalte sterker daalt blijft het peulvruchtenverbruik op eenzelfde niveau. Maalderijprodukten (vnl. tarwegries) en maisglutenvoermeel zijn, althans in varkensvoerders, min of meer uitwisselbaar. Het verbruik van beide neemt drastisch af bij een dalende fosforhoeveelheid. Dit is te wijten aan de ongunstige beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding van deze grondstoffen.

Van melasse en pulp wordt aanvankelijk een grotere hoeveelheid opgenomen. Bij sterke fosforverminderingen daalt het verbruik iets. Deze grondstoffen hebben een beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding van 1,0. Een stijging in het verbruik is daarom ook te verwachten. De latere daling van verbruik wordt veroorzaakt door verdringing door andere grondstoffen met een gunstiger beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding.

In veel voeders wordt de maximaal toegelaten hoeveelheid tapioca verbruikt.

Tabel 6.4 Grondstoffenverbruik (1000 ton) in een aantal varianten met fosforvermindering

Grondstoffen	Nulrun		Fasevoer met grondstoffenwijziging				
	p87	p83	p81	p79	p77	p75	p73
granen	1660	1689	1699	1686	1671	1682	2258
peulvruchten	492	690	957	994	1026	896	941
maalderijprod.	851	788	609	536	570	558	162
maaisgl.voermeel	1622	1649	1559	1428	1375	1245	1249
pulp en melasse	2422	2481	2481	2524	2524	2467	2430
tapioca	2781	2766	2772	2827	2923	3044	3044
oliezaden	204	156	142	169	205	197	216
schroot en schilf.	4307	4108	4045	3964	3716	3821	3573
dierlijke prod.	753	753	752	754	742	763	782
synth. aminozuren	7	7	9	10	12	12	14
waarvan:							
synth. methionine	6	6	8	10	12	12	14
synth. lysine	1	1	1	0	0	0	0
mineralen	366	347	400	392	469	549	565
waarvan:							
voederfosfaat	63	50	51	52	56	55	55
overige	135	136	145	286	337	336	281
<b>Totaal</b>	<b>15600</b>	<b>15570</b>	<b>15570</b>	<b>15570</b>	<b>15570</b>	<b>15570</b>	<b>15570</b>

In die voeders waar dat nog niet het geval is, neemt bij fosforvermindering het tapiocaverbruik toe. Het totale verbruik van tapioca neemt derhalve iets toe. Het verbruik van olie-zaden stijgt iets. De bijproducten uit de oliebereiding hebben over het algemeen een vrij ongunstige beschikbaar fosfor/totaal fosforverhouding. Er treedt dan ook een flinke daling in het verbruik op. Van dierlijke producten wordt pas bij zeer sterke fosfordalingen iets meer opgenomen.

Er wordt meer synthetisch methionine gebruikt. Dit komt doordat de eiwitrijke grondstoffen die een slechte verhouding beschikbaar fosfor/totaal fosfor hebben uit het pakket verdrongen worden (schrootsoorten). Het tekort aan methionine dat daardoor ontstaat wordt opgevuld door synthetisch methionine. Synthetisch lysine wordt iets minder opgenomen. Dit komt doordat de grondstoffen waarvan het verbruik toeneemt (peulvruchten) hogere verteerbaar-lysinegehaltenes hebben dan de grondstoffen waarvan het verbruik afneemt (schrootsoorten, maalderijproducten).

Er is sprake van een lichte stijging van het gebruik van voederfosfaat. Dit lijkt vreemd, maar wordt verklaard uit de gunstige beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding.

## 6.2.2 Verlaging van het fosforgehalte met verteerbaar fosforeisen

In deze paragraaf wordt de fosforhoeveelheid in het mengvoerpakket verlaagd terwijl de fosforbehoefte is uitgedrukt in verteerbaar fosfor. Deze berekening wordt uitgevoerd om na te gaan in hoeverre het overschakelen van de beschikbaar-fosforeis naar de verteerbaar-fosforeis invloed heeft op de kosten van fosforvermindering. Daarnaast is het interessant om na te gaan of deze verandering van de kostencurve ontstaat doordat de grondstoffen anders gewaardeerd worden of doordat de mengvoereisen zijn aangepast. Daarom wordt de berekening uitgevoerd in twee stappen. In de eerste stap wordt het niveau van de verteerbaar-fosforeisen op het niveau gehouden dat overeenkomt met de eisen voor beschikbaar fosfor. (Dat wil zeggen dat de verteerbaar-fosforeisen gelijk zijn aan de gehalten verteerbaar fosfor die in de run fasevoer met beschikbaar fosfor zijn berekend.) Bij fosforvermindering is het dan gunstig om grondstoffen met een gunstige verteerbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding op te nemen.

In de tweede stap worden de eisen voor verteerbaar fosfor aangepast aan de nieuwste inzichten omtrent de fosforbehoefte.

Overigens wordt alleen voor varkensvoerders met verteerbaar fosfor gerekend. Over de verteerbaarheid van fosfor bij kippen was ten tijde van het onderzoek nog onvoldoende bekend. De kippevoerders zijn daarom steeds met beschikbaar-fosforeisen samengesteld.

Tabel 6.5 Kosten van fosforvermindering bij verteerbaar-fosforeisen, niveau verteerbaar-fosforeisen afgeleid van fasevoer

Variant	Fosfor mln.kg	Stikstof mln.kg	Kosten mln.gld.	Extra kosten t.o.v. fasevoer mln.gld.
fasevoer (beschikbaar fosfor)	83,1	432,9	7081	0
fasevoer (verteerbaar fosfor)	83,1	434,2	7081	0
p81 (verteerbaar fosfor)	81,1	436,4	7085	4
p79 (verteerbaar fosfor)	79,1	433,6	7095	14
p77 (verteerbaar fosfor)	77,1	432,9	7110	29
p75 (verteerbaar fosfor)	75,1	431,1	7139	58

De kosten van fosforvermindering in de eerste stap zijn vrijwel gelijk aan de kosten van fosforvermindering bij berekening met beschikbaar fosfor. Alleen bij een sterke terugdringing van fosfor zijn de kosten iets lager (tabel 6.5). De hoeveelheid stikstof van het mengvoerpakket wordt echter niet kleiner zoals dat bij de berekening met beschikbaar fosfor wel het geval was. Dit komt doordat de verteerbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding van eiwitrijke grondstoffen zoals sojaschroot in vergelijking met andere grondstoffen beter is dan de beschikbaar fosfor/totaal fosfor-verhouding (zie bijlage 2). Daarom blijven deze grondstoffen bij fosforvermindering in het mengvoerpakket, terwijl ze er bij de berekeningen met beschikbaar fosfor uit verdrongen worden. In vergelijking met de beschikbaar-fosforberekeningen worden bij de verteerbaar-fosforberekeningen meer peulvruchten, minder maïs-glutenvoermeel en minder dicalciumfosfaat opgenomen. Er zijn dus uiteindelijk minder verschuivingen in de grondstofsamenstelling en dit leidt tot geringere kostenverhogingen.

In de tweede stap (aangepaste eisen) verandert het mengvoerpakket in de variant fasevoer. Doordat nu ook de verteerbaar-fosforeisen verlaagd zijn, kan het voer met andere grondstoffen worden samengesteld. De kosten van het mengvoerpakket liggen nu 10 miljoen gulden lager dan de kosten bij beschikbaar-fosforeisen.

**Tabel 6.6 Kosten van fosforvermindering bij verteerbaar fosfor. Niveau verteerbaar-fosforeisen op grond van technisch onderzoek (Jongbloed, 1988)**

Variant	Fosfor	Stikstof	Kosten	extra kosten
	mln.kg	mln.kg	mln.gld.	t.o.v. fasevoer mln.gld.
fasevoer (beschikbaar fosfor)	83,1	432,9	7081	10
fasevoer (verteerbaar fosfor)	82,3	433,9	7071	0
p81 (verteerbaar fosfor)	81,1	433,7	7072	1
p79 (verteerbaar fosfor)	79,1	436,1	7076	5
p77 (verteerbaar fosfor)	77,1	434,7	7085	14
p75 (verteerbaar fosfor)	75,1	434,0	7100	29
p73 (verteerbaar fosfor)	73,1	430,8	7126	55
p71 (verteerbaar fosfor)	71,1	433,0	7189	118

Ook de hoeveelheid fosfor in het pakket is nu lager, namelijk 82,3 miljoen kg in plaats van 83,1 miljoen kg. De kosten van fosforvermindering zijn bij verteerbaar en beschikbaar fosforeisen vrijwel aan elkaar gelijk.

De samenstelling van het pakket is nu anders dan de samenstelling bij de beschikbaar-fosforeisen. Opvallend is dat er 25% minder dicalciumfosfaat wordt toegevoegd. Verder treden kleine veranderingen in de samenstelling op. Bij een verlaging van de fosforhoeveelheid blijven schroot en schilfers langer in het pakket. Het verbruik van synthetisch methionine neemt hierdoor minder snel toe. De overige verschuivingen verlopen ongeveer zoals bij de beschikbaar-fosforberekeningen: er worden meer granen peulvruchten en tapioca opgenomen, terwijl er minder tarwegries en maïsglutenvoermeel wordt verbruikt.

Uit de vergelijking van fosforvermindering met beschikbaar-fosfor- en verteerbaar-fosforeisen blijkt dus dat de kosten van het mengvoerpakket bij de verteerbaar fosforeisen lager zijn dan bij de beschikbaar fosforeisen.

De kosten van fosforvermindering zijn bij beschikbaar en verteerbaar fosforeisen vrijwel gelijk. De MKC is dus door de overschakeling beschikbaar naar verteerbaar fosforeisen iets naar links verschoven. Er treedt echter bij fosforterugdringing met verteerbaar-fosforeisen geen automatische verlaging van de hoeveelheid stikstof op.

*Tabel 6.7 Grondstoffenverbruik (in 1000 ton) in enige varianten met fosforvermindering. Berekening met verteerbaar fosfor, nieuwe eisen*

Grondstoffen verbruik	Varianten					
	fasevoer	p79	p77	p75	p73	p71
granen	1692	1685	1656	1699	1646	1935
peulvruchten	735	821	961	955	808	912
maalderijprodukten	795	789	567	570	528	143
maïsgl.voermeel	1544	1398	1375	1256	1240	1257
pulp en melasse	2490	2459	2448	2524	2524	2418
tapioca	2760	2760	2811	2812	3012	3056
oliezaden	134	134	161	143	184	258
schroot en schilf.	4164	4209	4114	4064	4017	3896
dierlijke produkten	751	755	762	770	770	789
synth. aminozuren	7	7	8	9	10	12
waarvan						
synth. methionine	6	6	8	9	10	11
synth. lysine	1	1	0	0	0	1
mineralen	362	388	379	433	497	559
waarvan dicalp	38	37	36	37	39	38
overige	136	165	328	335	334	335

### 6.2.3 Verlaging van het fosforgehalte door toevoeging van fytase

Een deel van de hoeveelheid fosfor in grondstoffen voor varkens- en pluimvee is gebonden aan fytinezuur of fytaat. Dit gedeelte is voor varkens en kippen niet verteerbaar. Door toevoeging van het enzym fytase wordt het fosfor loogemaakt van het fytinezuur en kan het wel benut worden. De toevoeging van fytase is als volgt in het mengvoermodel nagebootst: de verteerbaar-fosforeisen voor varkens zijn, afhankelijk van de voersoort, verlaagd met 15-30 % en de beschikbaar-fosforeisen voor pluimvee zijn verlaagd met 40-50 %. Daarbij wordt verondersteld dat er door het toevoegen van fytase met minder "oorspronkelijk" verteerbaar of beschikbaar fosfor kan worden volstaan. De kosten van het mengvoerpakket zijn in de variant met fytase 25 miljoen gulden lager dan die in de variant zonder fytase (tabel 6.8).

Dit komt doordat er in de variant met fytase minder diermeel en minder voederfosfaat wordt gebruikt (tabel 6.9). Hierdoor neemt ook de hoeveelheid stikstof in het mengvoer af. De kosten van fytase zijn in deze berekeningen niet meegenomen. Op grond van huidige inzichten (1992) zou het mengvoerpakket in variant 2 met fytase ongeveer 7082 miljoen gulden kosten.

**Tabel 6.8 Mineralenhoeveelheden en kosten van het mengvoerpakket bij gebruik van fytase \*) en verteerbaar-fosforeisen**

Variant	Fosfor mln.kg	Stikstof mln.kg	Kosten mln.gld.	Extra kosten mln.gld.
fasevoer	82,3	433,9	7071	25
fasevoer met fytase	72,3	429,5	7046	0
p70	70,3	425,8	7048	2
p68	68,3	424,8	7056	10
p66	66,3	426,5	7073	27

\*) Kosten van fytase niet meegerekend. Volgens de huidige inzichten (1992) in de prijs van fytase zouden de kosten van het voer in variant 2 ongeveer 7081 miljoen gulden bedragen.

Uit tabel 6.8 blijkt eveneens dat het, bij gebruik van fytaase, mogelijk is de hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket verder terug te dringen dan wanneer geen fytase wordt gebruikt (paragraaf 6.2.1 en 6.2.2). Dit leidt er wel toe dat de kosten van het mengvoerpakket stijgen ten opzichte van de fytasevariant. De minimale-kostencurve verloopt dan iets steiler dan die zonder fytase (vergelijk tabel 6.6 en 6.8).



Tabel 6.9 Grondstoffenverbruik (1000 ton) in een aantal varianten met fytase en verteerbaar-fosforeisen

Grondstoffen verbruik	Varianten		
	fasevoer	fasevoer met fytase	p66 met fytase
granen	1692	1733	1659
peulvruchten	735	601	806
maalderijprodukten	795	1000	607
maïsgl. voermeel	1544	1514	1505
pulp en melasse	2490	2482	2524
tapioca	2760	2785	2892
oliezaden	134	107	210
schroot en schilf.	4164	4227	3997
dierlijke produkten	751	648	640
synth. aminozuren	7	7	9
waarvan:			
synth. methionine	6	6	9
synth. lysine	1	1	0
mineralen	362	415	472
waarvan dicalp	38	7	4

#### 6.2.4 Verlaging van het stikstofgehalte

Verlaging van het stikstofgehalte wordt in het model bewerkstelligd door de totale toegelaten hoeveelheid stikstof in het pakket te verlagen. De technische mogelijkheid tot stikstofvermindering wordt bepaald door het verschil tussen het ruw-eiwitgehalte in het fasevoer en de minimum-eisen voor ruw eiwit (tabel 6.10). Ten gevolge van de verlaging van het RE-gehalte kan aan een aantal aminozuren gebrek ontstaan. Om dit te voorkomen zijn specifieke eisen geformuleerd. Om aan die eisen te kunnen voldoen kunnen synthetische aminozuren worden opgenomen.

Tabel 6.10 Gehaltes aan ruw-eiwit in de verschillende voeders

Voer voor	RE-gehalte fasevoer g/kg	Minimaal RE-gehalte g/kg	Vershil g/kg
<b>mestvarkens:</b>			
startvoer	180	160	20
groevoer	177	150	27
afmestvoer	165	140	25
<b>fokzeugen:</b>			
drachtig	130	130	0
lacterend	160	150	10
babybiggen	190	170	20
<b>rundvee</b>			
12% vre	170		
15% vre	200		
legghennen	171	150	21
<b>slachtkuikens</b>			
0 - 2,5 weken	221	205	16
2,5 - 5 weken	221	195	26
6e week	210	185	25
<b>opfoklegghennen</b>			
0 - 6 weken	218	190	28
7 - 12 weken	180	150	30
13 - 18 weken	180	150	30

In tabel 6.11 is aangegeven wat er bij een verlaging van steeds 10 miljoen kg stikstof in het pakket met de stikstofgehalten van de afzonderlijke voeders gebeurt. In eerste instantie worden alleen de stikstofgehalten in varkensvoer lager (tot 415 miljoen kg). Daarna dalen ook de gehalten in rundvee- en pluimveevoer.

**Tabel 6.11** Daling van het ruw-eiwitgehalte (gram/kg) in de afzonderlijke mengvoeders bij vermindering van de toegelaten hoeveelheid stikstof ten opzichte van het ruw-eiwitgehalte in fasevoer

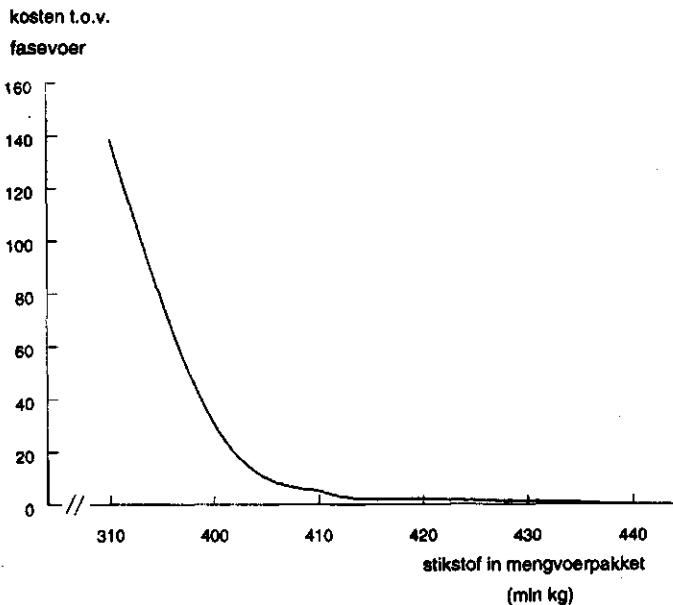
Voersoort	Ruw-eiwit gehalte fasevoer	Daling van het ruw-eiwitgehalte ten opzichte van fasevoer			
		425	415	405	395
<b>mestvarkens</b>					
startvoer	180	0	0	0	13
groeivoer	177	17	23	25	26
afmestvoer	165	10	22	26	26
<b>fokzeugen</b>					
drachtig	130	0	0	0	0
lacterend	160	0	10	10	10
babybiggen	190	0	0	0	0
<b>rundvee</b>					
12% vre	170	0	0	9	12
15% vre	200	0	0	1	10
leghennen	171	1	10	11	21
<b>slachtkuikens</b>					
0 - 2,5 weken	221	0	0	0	16
2,5 - 5 weken	221	0	0	0	13
6e week	210	0	0	1	9
<b>opfokleghennen</b>					
0 - 6 weken	218	0	0	27	28
7 - 12 weken	180	0	0	12	30
13 - 18 weken	180	0	0	25	30

Bij het terugdringen van stikstof nemen de kosten toe naarmate het stikstofgehalte verder is teruggebracht. De curve vertoont bij hoge stikstofgehalten een vrij vlak verloop. Pas bij een stikstofvermindering verder dan 405 miljoen kg treden aanmerkelijke kostenstijgingen op.

**Tabel 6.12** Hoeveelheid stikstof en fosfor en kosten van het mengvoerpakket bij een verlaging van het stikstofgehalte in de voeders

Variant type	Stikstof mln.kg	Fosfor mln.kg	Kosten mln.gld.	Kosten- stijging mln.gld.	Gecum.kosten- stijging
fasevoer	432,9	83,1	7081	0	0
425	425,0	82,9	7081	0	0
415	415,0	82,9	7084	3	3
405	405,0	83,3	7091	7	10
395	395,0	83,6	7132	41	51

Er is nagegaan welke invloed de minimum ruw-eiwiteis op de kosten van het mengvoer heeft. Daartoe is de minimum re-eis met 20 gram/kg verlaagd. De kosten van het mengvoerpakket liggen dan 3 miljoen gulden lager dan in de variant fasevoer. De kosten van stikstofvermindering liggen op hetzelfde niveau als bij de niet verlaagde stikstofeisen. Het verlagen van de re-eis heeft dus weinig effect. Een verlaging van minimumeisen voor beperkt aanwezige aminozuren heeft waarschijnlijk meer effect.



**Figuur 6.2** De minimale-kostencurve voor stikstofvermindering

Het aanvankelijk vlakke verloop van de kostencurve bij hoge stikstofgehalten wordt veroorzaakt doordat er blijkbaar voldoende grondstoffen zijn met een relatief laag RE-gehalte, die tegelijkertijd niet veel duurder zijn dan de oorspronkelijk gebruikte grondstoffen en die voldoende aminozuren hebben om aan de minimum-eisen te kunnen voldoen.

Tabel 6.13 Grondstoffenverbruik (1000 ton) in een aantal varianten met stikstofvermindering

Grondstoffen verbruik	Fasevoer	Varianten			
		totale stikstofhoeveelheid			
		425	415	405	395
granen	1689	1692	1684	1775	1915
peulvruchten	690	804	992	1005	927
maalderijprodukten	788	806	983	1197	1180
maïsgl.voermeel	1649	1691	1445	1300	1249
pulp en melasse	2481	2481	2481	2425	2387
tapioca	2766	2785	2804	2795	2756
oliezaden	156	164	171	128	259
schroot en schilf.	4108	3899	3789	3715	3770
dierlijke produkten	753	755	715	685	525
synth. aminozuren	7	9	13	13	16
waarvan:					
methionine	6	8	12	13	13
lysine	1	1	1	1	3
threonine					
mineralen	347	348	358	395	450
w.v. voederfosfaat	50	51	56	60	83
overige	136	85	135	77	136

Uit tabel 6.13 blijkt dat bij kleine verlagingen van het stikstofgehalte het verbruik van erwten, maalderijprodukten en synthetisch methionine toeneemt, ten koste van maïsglutenvoermeel en schrootsoorten. Er ontstaat bij verlaging van het stikstofgehalte een gebrek aan aminozuren. De grondstoffen met een hoog lysinegehalte nemen in verbruik toe, met uitzondering van soja-schroot. De grondstoffen met een hoog methioninegehalte worden minder gebruikt. Omdat synthetisch lysine duurder is dan lysine uit grondstoffen wordt op deze wijze de lysinebehoefte vooral voldaan uit de grondstoffen, terwijl de methioninebehoefte door synthetisch methionine wordt gedekt.

Bij sterke stikstofverminderingen treden echter andere verschuivingen op. Granen en olieozaden worden veel meer verbruikt, terwijl erwten, maalderijprodukten, maïsglutenvoermeel, pulp en

melasse, schroot en schilfers en dierlijke produkten minder worden opgenomen. Nu wordt wel meer synthetisch lysine opgenomen. Blijkbaar is het nu efficiënter de totale hoeveelheid aminozuren uit grondstoffen te optimaliseren.

#### 6.2.5 Gecombineerde verlaging van fosfor en stikstof

Bij afzonderlijke verlaging van het fosforgehalte en het stikstofgehalte vertonen de kosten een progressieve stijging. Bij gecombineerde verlaging zal dit ook het geval zijn, maar het is de vraag of de kostenstijging van gecombineerde verlagingen kleiner dan wel groter is dan die van de afzonderlijke kostenstijgingen tezamen (zie hoofdstuk 5). We willen dus weten of de kostencurves convergeren of divergeren. Daarom zijn gecombineerde fosfor- en stikstofverminderingen doorgerekend. Ook deze gecombineerde verlagingen zijn meerdere malen doorgerekend met stappen van 2 miljoen kg fosfor en 10 miljoen kg stikstof.

In paragraaf 6.1.1 is geconstateerd dat een verlaging van de fosforhoeveelheid samenging met een verlaging van de stikstofhoeveelheid wanneer er werd gerekend met beschikbaar-fosforeisen. De stikstofhoeveelheid van het mengvoerpakket daalde echter niet wanneer de fosforvermindering werd doorgerekend met verteerbaar-fosforeisen. Daarom zijn de gecombineerde fosfor- en stikstofverminderingen doorgerekend met beschikbaar fosforeisen en vervolgens met verteerbaar-fosforeisen.

De kosten van gecombineerde fosfor- en stikstofvermindering bij beschikbaar-fosforeisen zijn weergegeven in tabel 6.14.

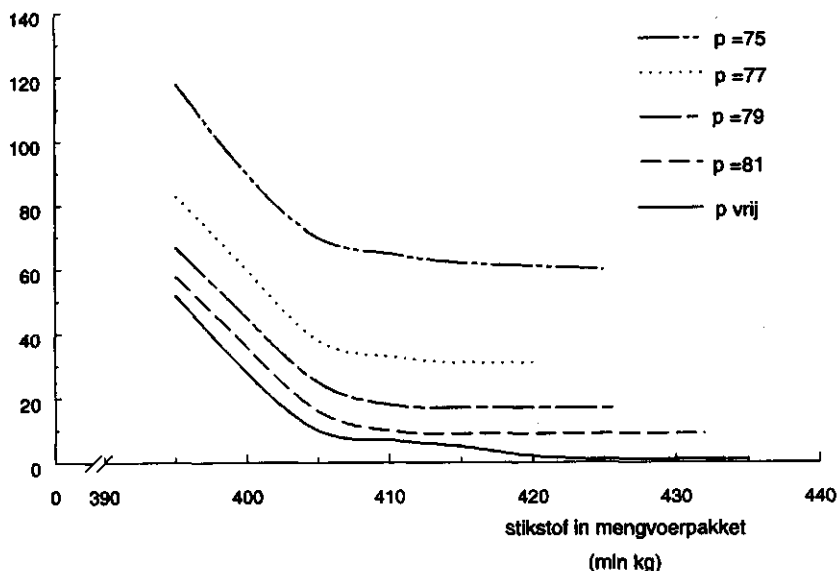
Tabel 6.15 geeft aan welke extra kosten een fosforvermindering met zich mee brengt wanneer men uitgaat van een bepaalde stikstofhoeveelheid. De tabel moet dus verticaal worden gelezen. Daaruit blijkt dat de kosten van fosforvermindering vrijwel onafhankelijk zijn van het stikstofniveau. In tabel 6.16 moet men de rijen onderling vergelijken. Omdat verlaging van het fosforgehalte samengaat met een verlaging van het stikstofgehalte zijn de kosten van stikstofvermindering bij een laag fosforniveau nul. Wanneer men het stikstofniveau verder wil terugdringen dan op grond van het fosforgehalte gebeurt, dan zijn de kosten uiteindelijk bij elk fosforniveau gelijk.

Uit deze tabellen kan men dus het volgende concluderen:

- kleine fosfor- en stikstofverminderingen gaan goed samen;
- de kostencurves voor stikstof- en fosforvermindering zijn vrijwel neutraal; zij convergeren niet en divergeren niet.

De kostencurves zijn weergegeven in figuur 6.3.

kosten t.o.v. fasevoer  
(mln gld)



**Figuur 6.3** Kosten van stikstofvermindering bij verschillende niveaus van fosforvermindering

**Tabel 6.14** Kosten (mln.gld.) van het mengvoerpakket bij gecombineerde verlaging van het fosfor- en stikstofgehalte met beschikbaar-fosforeisen

Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof (mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer	7081	7081	7084	7091	7132
81	7085	7085	7087	7096	7138
79	7096	7096	7096	7105	7147
77	7111	7111	7112	7119	7163
75	7141	7141	7142	7149	7195

**Tabel 6.15 Kostenstijging ten gevolge van fosforvermindering bij verschillende stikstofniveaus met beschikbaar-fosforeisen**

Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof (mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer					
81	4	4	3	5	6
79	11	11	9	9	9
77	15	15	16	14	16
75	30	30	30	30	32

**Tabel 6.16 Kostenstijging ten gevolge van stikstofvermindering bij verschillende fosforniveaus met beschikbaar-fosforeisen**

Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof (mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer					
82		0	4	7	41
80		0	2	9	42
78		0	0	9	42
76		0	1	7	44
		0	1	7	46

In de vorige paragrafen is vastgesteld dat verlaging van de fosforhoeveelheid leidt tot een lager verbruik van schroot en schilfers, tarwegries en maisglutenvoermeel. Een verlaging van de stikstofhoeveelheid leidde eveneens tot een lager verbruik van schroot en schilfers. Uit tabel 6.17 blijkt dat deze tendensen worden versterkt. De overschakeling van schroot en graanbijproducten naar granen in combinatie met synthetische aminozuren verloopt iets sneller dan bij afzonderlijke verlagingen. Wel blijft er de hoeveelheid maisglutenvoermeel op een vrij hoog niveau.

De kosten van een gecombineerde stikstof- en fosforvermindering zijn ook berekend bij verteerbaar-fosforeisen (tabel 6.18). Het referentiepunt wordt nu gevormd door de kosten van het pakket in de variant fasevoeding, berekend met de verteerbaar-fosforeisen. De kosten van het pakket bedragen 7071 miljoen gulden. De kosten van stikstofvermindering zijn nu in het begin wat hoger dan bij de berekeningen met beschikbaar fosfor, maar de kostenstijging is in de latere trajecten even groot.



**Tabel 6.17 Grondstoffenverbruik (1000 ton) in een aantal varianten met gecombineerde fosfor en stikstofvermindering (beschikbaar-fosforeisen)**

	Varianten				
	433	425	415	405	395
Stikstof (mln.kg)	433	425	415	405	395
Fosfor (mln.kg)	83	81	79	77	75
<b>Grondstoffen</b>					
granen	1689	1699	1716	1802	2325
peulvruchten	690	979	1006	938	838
maalterijprodukten	788	609	553	562	570
maaisgl.voermeel	1649	1661	1692	1529	1243
pulp en melasse	2481	2499	2524	2667	2504
tapioca	2766	2786	2877	2931	2875
oliezaden	156	147	177	156	106
schroot en schilf.	4108	3879	3686	3529	3565
dierlijke produkten	753	752	718	711	640
synth. aminozuren	7	10	12	14	18
waarvan:					
methionine	6	9	12	14	15
lysine	1	1	0	0	3
threonine					
mineralen	347	375	403	396	551
waarvan dicalp	50	52	58	61	74
overige	136	174	206	335	335

**Tabel 6.18 De kosten van het mengvoerpakket (in mln.gld.) bij gecombineerde verlaging van het fosfor- en stikstofgehalte. Berekening met verteerbaar-fosforeisen**

Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof(mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer	7071	7073	7076	7085	7127
81	7072	7074	7077	7085	7128
79	7076	7078	7081	7092	7135
77	7085	7087	7091	7102	7145
75	7100	7102	7107	7116	7159

**Tabel 6.19 Kostenstijging (in mln.gld.) ten gevolge van fosforvermindering bij verschillende stikstofniveaus, bij verteerbaar-fosforeisen**

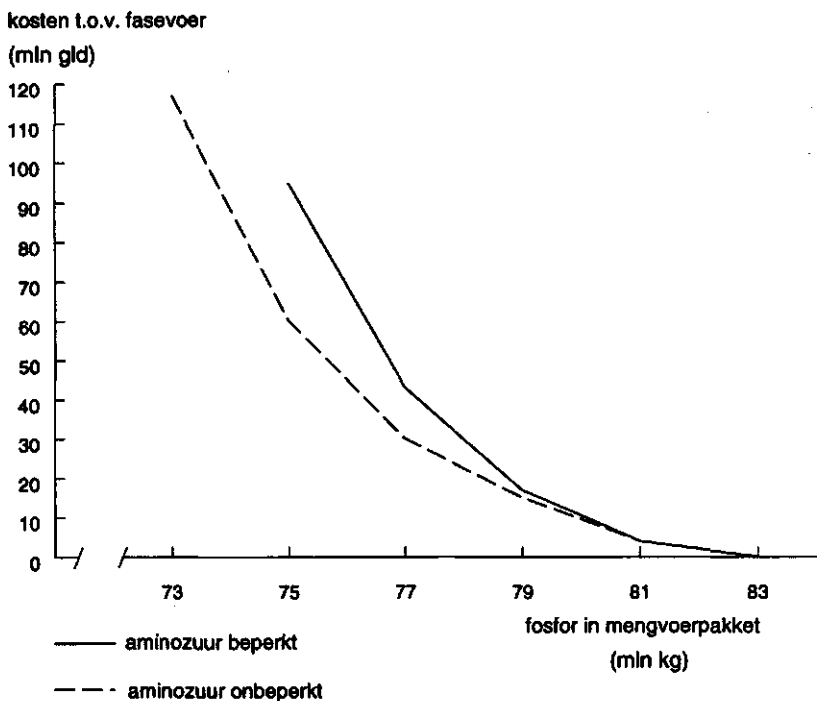
Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof (mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer					
81	1	1	1	0	1
79	4	4	4	7	7
77	9	9	10	10	10
75	15	15	16	14	14

**Tabel 6.20 Kostenstijging (in mln.gld.) ten gevolge van stikstofvermindering bij verschillende fosforniveaus bij verteerbaar-fosforeisen**

Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Fasevoer	Hoeveelheid stikstof (mln.kg)			
		425	415	405	395
fasevoer					
81		2	3	9	42
79		2	3	8	43
77		2	3	11	43
77		2	4	11	43
75		2	5	9	43

#### 6.2.6 Beperkte beschikbaarheid synthetische aminozuren

De beschikbaarheid van synthetisch methionine bepaalt in sterke mate het grondstoffenverbruik. Het is niet duidelijk hoe ruim het aanbod van synthetisch methionine is. Daarom zijn dezelfde fosforverminderingen nog eens doorgerekend met de veronderstelling dat het verbruik van synthetisch methionine niet mag toenemen ten opzichte van het verbruik bij de nulrun, namelijk 6500 ton (tabel 6.21). In dat geval stijgen de kosten van het mengvoerpakket veel sterker, vooral bij fosforverminderingen die verder gaan dan 79 miljoen kg fosfor (figuur 6.4). Het verbruik van schroot en schilfers blijft dan gehandhaafd rond de 4.3 miljoen ton en het verbruik van tapioca neemt verder toe. Dit gaat ten koste van het verbruik van granen. De totale stikstofhoeveelheid in het pakket neemt nu niet af.



**Figuur 6.4** Kosten van fosforvermindering bij een beperkt en een onbeperkt aanbod van synthetische aminozuren

**Tabel 6.21** Mineralenhoeveelheden en kosten van het mengvoerpakket bij een verlaging van het fosforgehalte in de voeders en een gelijkblijvend verbruik van synthetische aminozuren, bij beschikbaar-fosforeisen

Variant	Fosfor mln.kg	Stikstof mln.kg	Kosten mln.gld.	Kosten- stijging mln.gld.	Kosten t.o.v. fasevoer mln.gld.
fasevoer	83,1	432,9	7081		
p81	81,1	435,3	7085	4	4
p79	79,1	437,8	7098	13	17
p77	77,1	442,6	7124	26	43
p75	75,1	442,8	7176	52	95

**Tabel 6.22 Grondstoffenverbruik (1000 ton) in een aantal varianten met fosforvermindering en een gelijkblijvend verbruik van synthetische aminozuren, bij beschikbaar-fosforeisen**

Grondstoffen verbruik	Fasevoer	Varianten			
		p81	p79	p77	p75
granen	1689	1695	1689	1586	1926
peulvruchten	690	868	789	485	573
maalterijprodukten	788	609	570	554	258
maïsgl.voermeel	1649	1513	1250	1233	1237
pulp en melasse	2481	2483	2524	2551	2513
tapioca	2766	2772	2827	3002	2988
oliezaden	156	142	159	220	221
schroot en schilf.	4108	4175	4330	4363	4294
dierlijke produkten	753	752	705	763	717
synth. aminozuren	7	7	7	7	7
waarvan:					
synth. methionine	6	6	6	6	6
synth. lysine	1	1	1	1	1
mineralen	347	402	397	470	501
waarvan dicalp	50	51	58	52	62

### 6.3 Effecten op de prijzen van mengvoergrondstoffen

Het onderzoek naar de mogelijkheden van mineralengehalteverlaging in mengvoeders wijst uit op welke wijze het grondstoffenverbruik in mengvoeders zich wijzigt, wanneer de mineralengehaltes worden verlaagd. Het mengvoermodel waarmee dit onderzoek is uitgevoerd brengt alleen de Nederlandse mengvoedersector in kaart. De grondstoffenprijzen zijn exogeen in dit mengvoermodel.

Wanneer de grondstoffenprijzen zich wijzigen als gevolg van een gewijzigde vraag naar grondstoffen die wordt geïnduceerd door mineraleneisen, dan mogen de uitkomsten van het model niet zonder meer worden geaccepteerd, omdat in dat geval met onjuiste prijzen is gerekend. De veronderstelling van gelijkblijvende prijzen moet dus nader worden onderzocht. Deze veronderstelling is gebaseerd op de zogeheten "small country assumption"; de gedachte dat een klein land in termen van verbruik van een bepaald goed, geen invloed zal uitoefenen op de wereldmarkt.

In deze paragraaf wordt nagegaan of en in welke mate veranderingen in de vraag naar grondstoffen de prijs van de mengvoergrondstoffen in Nederland beïnvloedt, als gevolg van een gewijzigde samenstelling van de mengvoeders in Nederland.

Tabel 6.23 Hoeveelheden (1000 ton) en prijzen (gld./100 kg) in het Nederlandse mengvoermodel en het Graan-mengvoermodel

	Nederlands mengvoermodel		Graan-mengvoermodel	
	Nederland	Nederland	Nederland	EG-9
Hoeveelheden x 1000 ton				
totaal mengvoeder	15570	15320	15320	75348
w.v. rundvee	5150	5115	5115	26927
varkens	7220	6885	6885	26483
legghennen	1990	2030	2030	11519
slachtkuikens	1280	1290	1290	10419
enkele grondstoffen				
granen	1690	2294	2294	26336
sojaschroot	1460	1661	1661	11324
maïsglutenvoermeel	1650	1447	1447	5000
bijprod. maalderij	790	962	962	3005
tapioca	2770	2711	2711	5490
pulp	1520	1840	1840	4479
peulvruchten	690	477	477	2430
melasse/vinasse	960	587	587	2619
schrootsoorten	2037	1271	1271	3318
dierlijk vet	340	267	267	730
sub-totaal	13907	13517	13517	64761
overige grondstoffen	1663	1803	1803	10587
totaal	15570	15320	15320	75348
Prijzen (gld./100 kg)				
granen		46,50		
maïs	58,00			
tarwe	52,00			
gerst	51,00			
sojameel	51,50	51,90		
maïsglutenvoermeel	39,00	40,70		
bijprod. maalderij	39,00	39,70		
tapioca	44,00	36,90		
bietenpulp	38,00	36,00		
citruspulp	39,00	35,10		

N.b. onder schrootsoorten vallen: zonnebloem-, raapzaad-, palm-pitten- en kokosschroot.

Voor het beantwoorden van deze vraag is gebruik gemaakt van het Graan-mengvoermodel voor de EG-9. In dit model kunnen de mineraleneisen niet op dezelfde wijze worden aangepast als in het Nederlandse mengvoermodel.

Teneinde toch prijseffecten te kunnen simuleren die worden geïnitieerd door een wijziging in de vraag naar grondstoffen, worden directe beperkingen op de grondstoffenopname in het Nederlandse mengvoer in het Graan-mengvoermodel doorgevoerd. Door de uitkomsten van een run met beperkingen te vergelijken met de oorspronkelijke situatie, wordt het effect op de grondstoffenprijzen duidelijk.

De run met fasevoer wordt als uitgangssituatie gekozen. De belangrijkste gegevens van deze run worden in tabel 6.23 vergeleken met de uitkomsten van het Graan-mengvoermodel in de basissituatie (fasevoer).

Globaal zijn de resultaten van beide modellen in de basissituatie redelijk vergelijkbaar. Een algemeen verschil in de uitgangssituatie is het niveau van de graanprijzen en de prijzen voor tapioca en pulp die in het Nederlandse model hoger zijn dan in het Graan-mengvoermodel. Dit resulteert in een lager graan- en pulpverbruik in het Nederlandse model. Het verbruik van tapioca ligt in beide modellen op een vergelijkbaar niveau.

In de basissituatie van het Nederlandse mengvoermodel, bevat het Nederlandse mengvoerpakket 83 miljoen kg fosfor en 433 miljoen kg stikstof. In de meest vergaande variant wordt de hoeveelheid fosfor teruggedrongen tot 75 miljoen kg fosfor en 395 miljoen kg stikstof. De meest opvallende verschuiving in het grondstoffenverbruik is de afname van maisglutenvoermeel (-400.000 ton) en de bijprodukten van de graanverwerkende industrie (-220.000 ton). Ook het verbruik van schrootsoorten neemt af (-600.000 ton). Daarentegen neemt het verbruik van granen, tapioca, erwten en in mindere mate sojameel, toe (tabel 6.24).

De aanpassing van het Graan-mengvoermodel geschiedt in twee stappen.

In de eerste stap wordt het verbruik van maisglutenvoermeel en de bijprodukten van de graanverwerkende industrie teruggedrongen, terwijl de mogelijkheden om peulvruchten op te nemen worden verruimd (variant 1). In de tweede stap wordt ook de opname van zonnebloem- en kokosschroot beperkt (variant 2).

In de varianten 1 en 2 wordt de opname van maisglutenvoer sterker teruggedrongen dan in de P75/N395 variant van het Nederlandse mengvoermodel (tabel 6.24).

De opname van bijprodukten van de graanverwerkende industrie wordt met 175.000 ton ingekrompen; iets minder dan in het Nederlandse mengvoermodel. In variant 1 neemt het verbruik van schrootsoorten in Nederland, berekend met het Graan-mengvoermodel

Tabel 6.24 Verbruikte grondstoffen (1000 ton) in enkele varianten met het Graan-mengvoermodel en het Nederlands mengvoermodel

Grondstof	Nederlands mengvoermodel  P75/N395	Graan-mengvoermodel		
		Nederland		EG-9
		var 1	var 2	var 2
granen	2370	2740	2927	26512
sojameel	1500	1728	1813	11436
maïsglutenvoermeel	1250	930	930	4909
bijprod. maalderij	570	787	712	2727
tapioca	2880	2566	2713	5697
pulp	1520	1939	1939	4447
peulvruchten	800	477	477	2434
melasse/vinasse	955	595	595	2646
schrootsoorten	1466	1473	1070	3141
dierlijk vet	340	217	176	637
sub totaal	13651	13452	13352	64586
overige grondstoffen	1919	1868	1968	10762
<b>totaal</b>	<b>15570</b>	<b>15320</b>	<b>15320</b>	<b>75348</b>

voor de EG-9, met 200.000 ton toe ten opzichte van de uitgangssituatie (tabel 6.23). Daarentegen neemt het verbruik af met 200.000 ton in variant 2. In het Nederlandse mengvoermodel neemt deze categorie af wanneer de mineralenopname in mengvoeder wordt beperkt. De toename van het graanverbruik is in variant 2 ongeveer even groot als bij vermindering van de mineraleninhoud met het Nederlandse mengvoermodel (663.000 ton, respectievelijk 680.000 ton), maar in variant 1 beduidend minder (446.000 ton). Het tapiocaverbruik neemt in variant 1 af en komt op niveau terug in variant 2. In het Nederlandse mengvoermodel is er sprake van een toename van het tapiocaverbruik (110.000 ton). Ook het verbruik van peulvruchten neemt in het Nederlandse mengvoermodel toe (110.000 ton), terwijl het verbruik daarvan in het Graan-mengvoermodel gelijk blijft. In het Graan-mengvoermodel wordt in sterkere mate teruggevallen op het gebruik van sojaschroot ter vervanging van eiwithoudende grondstoffen.

Geconcludeerd mag worden dat de veranderingen in het grondstofverbruik in beide modellen in belangrijke mate overeenkomen. Variant 2 van het Graan-mengvoermodel komt het beste overeen met de resultaten van het Nederlandse mengvoermodel. Het lijkt dan ook redelijk de prijsontwikkeling zoals die door het Graan-mengvoermodel wordt gesimuleerd als uitgangspunt voor verdere analyse

in het mineralenonderzoek te nemen. In het navolgende wordt ingegaan op de prijsontwikkelingen van de mengvoergrondstoffen.

In tabel 6.25 wordt een overzicht gegeven van de grondstofprijzen in de verschillende runs met de twee modellen. De prijzen in het Nederlandse mengvoermodel zijn exogeen en derhalve gelijk aan die in de basissituatie.

De prijzen in de varianten met het Graan-mengvoermodel zijn endogeen met uitzondering van de graanprijzen.

**Tabel 6.25 Grondstoffenprijzen (gld./100 kg) in enkele varianten met het Nederlands mengvoermodel en het Graan-mengvoermodel**

	Nederlands mengvoermodel	Graan-mengvoermodel	
		variant 1	variant 2
Granen		46,50	46,50
mais	58,00		
tarwe	52,00		
gerst	51,00		
Sojameel	51,50	50,40	50,40
Maisglutenvoermeel	39,00	39,70	39,70
bijprod. maalderij	39,00	39,20	39,10
Taploca	44,00	36,80	36,90
Bietenpulp	38,00	36,10	36,10
Citruspulp	39,00	35,10	35,10

Maisglutenvoermeel en de bijprodukten van de graanverwerkende industrie dalen beide enigszins in prijs als gevolg van een beperking van de vraag in Nederland, respectievelijk met f 1,- en f 0,50 per 100 kilogram. Ook de prijs van sojaschroot komt onder druk. Dit zou verklaard moeten worden uit de prijsdruk op maisglutenvoermeel en die van de graanverwerkende industrie, maar dit effect is vrij groot. De prijzen van de overige grondstoffen zoals die in tabel 6.25 zijn vermeld, wijzigen slechts in geringe mate.

De verschillen in uitkomsten tussen de varianten 1 en 2 zijn zeer gering.

De verklaring voor de in het algemeen geringe prijswijzigingen is gelegen in het feit dat het verbruik van sommige grondstoffen in Nederland wordt beperkt, maar dat ze elders in de EG weer worden afgezet, waardoor het totale volume dat in de EG wordt afgezet nauwelijks wijzigt (vergelijk tabel 6.22 en 6.23). De tendens in de uitkomsten is een zekere mate van prijsdaling van de grondstoffen die worden beperkt. Dit is een gevolg van het



feit dat deze grondstoffen in de gegeven omstandigheden verder de EG in getransporteerd moeten worden. Dit brengt hogere afzetkosten met zich mee, die niet worden gecompenseerd door een hogere prijs van het produkt. Daardoor worden de prijzen in Nederland onder druk gezet. De beperking van de mineraleninhoud van het Nederlandse mengvoerpakket maakt dat een aantal grondstoffen minder aantrekkelijk wordt, waardoor de prijs op de wereldmarkt onder druk zal komen. Het Graan-mengvoermodel kent op dit punt meer beperkingen dan de markt kent, zodat mag worden aangenomen dat de prijsontwikkeling van de grondstoffen mogelijk nog minder af zal wijken van de Ausgangssituatie dan hier is berekend.

Door de lichte prijsdalingen van enige grondstoffen, dalen ook de kosten van het mengvoer licht (tabel 6.26). Alleen in variant 2 stijgen de kosten van varkensvoerders licht.

Tabel 6.26 Mengvoer Prijzen (in gld./100 kg) berekend met het Graan-mengvoermodel

	Basissituatie	Variant 1	Variant 2
Rundvee	39,00	38,70	38,70
Varkens	44,00	43,70	44,30
Leghennen	47,60	47,30	47,30
Slachtkuikens	57,70	57,10	57,20

Gezien de beperkte prijswijzigingen die optreden als gevolg van veranderingen in de vraag naar mengvoergrondstoffen door wijzigingen in de minerale samenstelling van het Nederlandse mengvoerpakket, lijkt toepassing van de "small country assumption" in het mineralenonderzoek gerechtvaardigd. In de vorige paragrafen hebben we gezien dat de fosforhoeveelheid in mengvoerders sterk kan worden teruggedrongen door toepassing van het enzym fytase. In dat geval treden er zeer weinig veranderingen op in de samenstelling van de mengvoerders, alleen de hoeveelheden voederfosfaat en mogelijk diermeel nemen iets af. Er zijn daarom in dat geval vrijwel geen prijseffecten te verwachten.

#### 6.4 De kosten van mestafzet

Een verlaging van het fosforgehalte in mengvoer leidt tot een vermindering van de mestoverschotten. Daarnaast is het mogelijk dat meer mest op bedrijven met plaatsingsmogelijkheden wordt afgezet. Daardoor dalen de kosten van de mestafzet; er kan immers meer mest in de overschotgebieden worden afgezet, zodat de behoefte aan duurdere oplossingen kleiner wordt.

De verandering van de kosten voor mestafzet zijn berekend bij een normering die geldt in het begin van de tweede fase van de Mestwetgeving (1991-1992), dat is 250 kg fosfaat op snijmais, 200 kg op grasland en 125 kg op overig bouwland. Bij berekening van de kosten van mestafzet is gerekend met de zgn. vaste acceptatiegraden (zie paragraaf 3.5 en Luesink en van der Veen, 1989). Om de invloed van de normen en de acceptatiegraden duidelijk te maken zijn de berekeningen ook uitgevoerd voor een norm van 125 kg fosfaat voor alle gewasgroepen en bij lage en hoge acceptatiegraden.

De mestproduktie is, in tonnen gemeten, in alle varianten gelijk, namelijk 86 miljoen ton (tabel 6.27). De fosfaatproduktie in de mest neemt af van 219 miljoen kg in de nulrun tot 175 miljoen kg in de variant p66. Deze afname van bijna 44 miljoen kg fosfaat komt overeen met plusminus 19 miljoen kg fosfor. De hoeveelheid fosfor in het mengvoer neemt af met 21 miljoen kg, dat is 2 miljoen kg meer. We moeten daarom concluderen dat het mengvoermodel en het mestoverschottenmodel niet naadloos op elkaar aansluiten. Dit komt waarschijnlijk doordat het aantal rondes per jaar in de mineralenbalans wat aan de lage kant is. Daardoor is de (verlaging van de) fosfaatuitscheiding per meetlingsdier iets te laag. Doordat deze wordt vermenigvuldigd met het aantal meetlingsdieren, is de totale daling van de fosfaatuitscheiding in het mestmodel te laag. In de uitgangssituatie had de totale fosfaatuitscheiding iets hoger moeten zijn. De kosten voor de mestafzet waren dan ook hoger geweest en de besparing op de afzetkosten door fosforvermindering eveneens.

Tabel 6.27 Mest- en fosfaatproduktie in de nulrun en de variant fytase p66

Mestsoort	Mestproduktie alle varianten		Fosfaatproduktie			
			nulrun p87		fytase p66	
	mln.ton	%	mln.kg	%	mln.kg	%
rundvee	61,3	71,2	110,0	50,5	110,3	63,1
mestkalveren	2,4	2,8	3,6	1,7	3,6	2,1
mestvarkens	11,8	13,7	44,6	20,4	26,1	14,9
fokvarkens	8,0	9,2	30,5	13,9	20,3	11,6
pluimvee nat	1,9	2,3	15,2	6,9	7,7	4,4
pluimvee droog	0,3	0,3	8,2	3,7	4,2	2,4
slachtkuikens	0,4	0,5	6,3	2,9	2,8	1,5
<b>totaal</b>	<b>86,1</b>	<b>100,0</b>	<b>218,7</b>	<b>100,0</b>	<b>175,0</b>	<b>100,0</b>
afname fosfaat			0,0		43,7	

Bij de normen van de tweede fase is, door gebruik van fasevoer, het overschot 0,5 miljoen ton kleiner dan in de nulrun. Na een verlaging van de fosforhoeveelheid tot 66 miljoen kg is de daling van het mestoverschot nog eens 2,0 miljoen ton (tabel 6.28). Deze vermindering ontstaat vooral bij mestvarkens- en fokvarkensmest. Hoewel de hoeveelheid geproduceerd fosfaat in varkens- en kippemest met bijna 40% afneemt, dalen de mestoverschotten van varkens en pluimveemest met slechts 17%. De hoeveelheid fosfaat in de overschotten daalt echter met ruim 50%.

De geringe afname van de overschotten wordt veroorzaakt door de geringe grondgebondenheid van de intensieve veehouderij. Hierdoor kan bij een laag fosfaatgehalte in de mest slechts een geringe hoeveelheid mest extra op het eigen bedrijf worden afgezet. Dit wordt duidelijk wanneer men denkt aan een grondloos bedrijf. Een vermindering van het fosfaatgehalte in de mest heeft daar geen enkele invloed op de omvang van mestoverschotten. Het fosfaatoverschot daalt echter wel aanzienlijk.

Tabel 6.28 Mestoverschotten in mln. ton en fosfaatoverschotten in mln.kg

Mestsoort	Nulrun		Fasevoer					
	p87	p83	p81	p79	p77	p75	p72	p66
<b>mestoverschotten</b>								
rundvee	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
mestkalveren	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
mestvarkens	8,2	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	6,0	5,7
fokvarkens	4,4	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	4,9	4,6
pluimvee nat	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
pluimvee droog	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
slachtkuikens	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>totaal mest</b>	<b>17,1</b>	<b>16,6</b>	<b>16,3</b>	<b>16,0</b>	<b>15,7</b>	<b>15,5</b>	<b>15,3</b>	<b>14,5</b>
<b>totaal fosfaat</b>	<b>79,0</b>	<b>71,9</b>	<b>68,4</b>	<b>64,3</b>	<b>59,6</b>	<b>56,4</b>	<b>49,8</b>	<b>39,6</b>
<b>varkens- en pluimveemest</b>								
mestoverschot	14,9	14,4	14,1	13,9	13,6	13,3	13,1	12,4
fosfaatoverschot	75,6	68,4	65,0	60,9	56,2	52,9	46,4	36,1

De mestoverschotten moeten buiten de overschotbedrijven worden afgezet. Dat kan in het gebied waar deze mest geproduceerd is (eigen gebied), in een ander gebied of bij de mestverwerkingsfabriek. De producten uit de mestverwerkingsfabriek kunnen zowel binnen Nederland worden afgezet als daarbuiten. Export van mest-

produkten vindt plaats als de plaatsingsruimte in Nederland is opgevuld. Maar het kan ook gebeuren terwijl er in Nederland nog plaatsingsruimte over is. Dat komt omdat de waarde van mest in het buitenland hoger kan zijn dan die in Nederland. De waarde van de mest in het model is afhankelijk van het gewas waar het opgebracht wordt. Op bouwland is deze het hoogst en op grasland het laagst. Voor de waarde in het buitenland wordt de waarde van mest op bouwland aangehouden. Zo kan het gebeuren dat er in Nederland nog ruimte is op grasland in een verweg gelegen gebied, maar dat het voordeliger is om de mest te verwerken en in het buitenland af te zetten waar het een hogere waarde heeft. In tabel 6.29 is de bestemming van de mest aangegeven, zoals die is berekend door het transport- en verwerkingsmodel.

Naarmate het fosforgehalte in het mengvoer daalt wordt steeds meer mest binnen het eigen gebied afgezet. Bij hele sterke daling van de fosforgehaltes neemt deze hoeveelheid echter af. Dat komt doordat er in andere gebieden plaatsingsruimte op bouwland vrijkomt, waardoor het voordeliger is de mest daar af te zetten in plaats van de mest in het eigen gebied op grasland te plaatsen. Er wordt eerst meer mest in andere gebieden afgezet. Dat gaat ten koste van verwerking en export van mest. Bij lage fosforgehaltes neemt deze hoeveelheid geleidelijk toch weer af, omdat er minder overschotten zijn.

Hoewel men zou verwachten dat er pas een afname van de afzet in het eigen gebied zou optreden wanneer alle transport naar andere gebieden is opgeheven, is dat niet het geval. Dat komt vanwege de waarde van de mest in andere gebieden; die blijft de mest er als het ware heen trekken.

Tabel 6.29 Bestemming van de overschotten (in mln. ton mest)

Bestemming	Variant							
	p87	p83	p81	p79	p77	p75	p72	p66
<b>afzet</b>								
eigen gebied	11,0	11,3	11,3	11,4	11,6	11,6	11,6	11,5
ander gebied	2,1	2,5	2,9	2,8	2,5	2,2	2,2	1,6
<b>verwerking</b>								
drogen natte pluimveemest	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0
drogen droge pluimveemest	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2
zuiveren kalvergier	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
verwerken mest- varkensmest	1,9	0,9	0,1	-	-	-	-	-
<b>export</b>	0,5	0,3	0,2	0,1	-	-	-	-

De kosten van mestafzet dalen van 352 miljoen gulden in de nulrun tot 250 miljoen gulden in variant p66 (tabel 6.30). De kosten zijn gecorrigeerd voor de vermindering van het overschot. De overschotten nemen immers af met maximaal 2,6 miljoen ton. Deze 2,6 miljoen ton wordt nu niet meer in het model meegenomen, want deze mest wordt op de mestproducerende bedrijven afgezet. Dat brengt kosten met zich mee en deze kosten moeten wel in de afweging worden meegenomen. Deze kosten voor opslag en uitrijden worden geraamd op 12,10 per ton, dat zijn de kosten voor afzet binnen het eigen gebied. De correctie bedraagt dus maximaal 31 miljoen gulden (tabel 6.30 en figuur 6.5).

*Tabel 6.30 Kosten van afzet van overschotten en gecorrigeerde kosten (mln.gld.)*

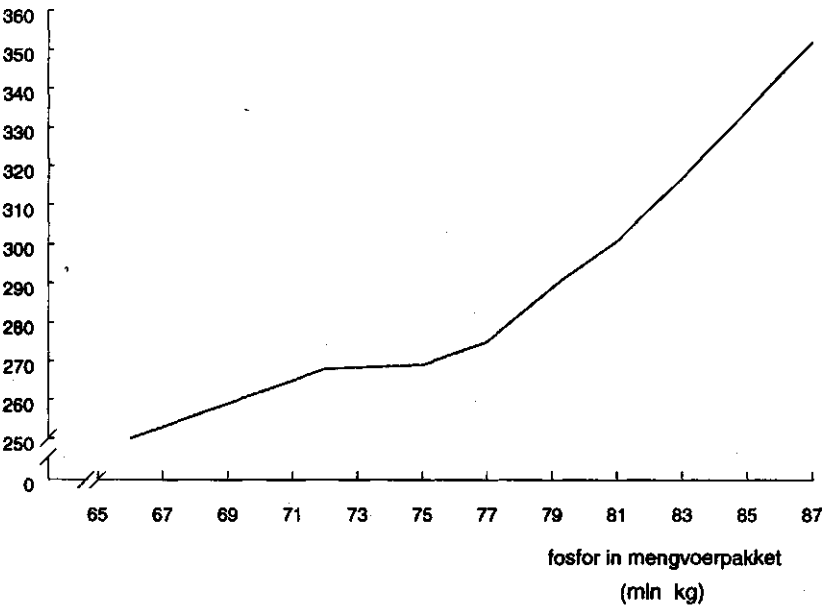
	p87	p83	p81	p79	p77	p75	p72	p66
Kosten	352	310	291	276	258	250	246	219
Gecorrigeerde kosten	352	317	301	289	275	269	268	250
Afname gecorrigeerde kosten	35	16	12	14	6	1	18	

De daling van de afzetkosten is maximaal 102 miljoen gulden. Afzet van drijfmest binnen het eigen gebied kost 12,10 gulden. Deze kosten bestaan uit kosten voor opslag en uitrijden. Afzet in andere gebieden kost 22,80 gulden plus 0,056 gulden per kilometer transport. Het verschil in basiskosten wordt veroorzaakt door de kosten van laden en lossen en de langere opslagperiode voor afzet in andere gebieden.

Afzet in het eigen gebied in plaats van in een ander gebied levert een voordeel op van  $10,70 + 0,056 \cdot$  het aantal kilometers. Het verwerken van varkensmest kost inclusief aanvoer naar de fabriek 35,40 gulden. Export kost 80 gulden per ton. In de nulrun zijn de totale kosten voor de binnenlandse afzet van mest ongeveer 200 miljoen gulden, voor verwerking 114 miljoen en voor export 37 miljoen. In de run fasevoer zijn de kosten voor binnenlandse afzet 222 miljoen, voor verwerking 74 miljoen en voor export 21 miljoen. De kosten voor de binnenlandse afzet nemen dus toe, terwijl de kosten voor de verwerking en export sterk afnemen. Deze kostenafname wordt steeds kleiner naarmate de fosforinhoud van het voer daalt.

Uit tabel 6.29 blijkt dat door de fosforvermindering de mestafzet bij de vastgestelde acceptatiegraden in het eigen gebied iets groter wordt en ook de afzet buiten het gebied aanvankelijk stijgt. Dat komt omdat er minder mest verwerkt wordt. Bij sterkere fosforverminderingen daalt de afzet in andere gebieden en die in het buitenland.

kosten mestafzet  
(mln gld)



Figuur 6.5 De kostencurve voor mestafzet

Bij een scherpere fosfaatnormering zijn de mestoverschotten groter. Bij strenge normen nemen de overschotten door fosforvermindering nog minder af dan bij een minder strenge normering omdat er minder mest op het eigen bedrijf kan worden afgezet. Daar staat tegenover dat de kostenbesparing op de mestafzet veel groter is.

Bij de variant fasevoer wordt veel gebruik gemaakt van mestverwerking en mestexport. Een vermindering van het fosfaatoverschot leidt er toe dat de noodzaak om te exporteren afneemt. Er wordt dus bespaard op de relatief dure oplossingen. Het verschil in mestafzetkosten tussen de variant fasevoer en p75 bedroeg bij de normen van de tweede fase 48 miljoen gulden. Bij de strengere normering bedraagt dit verschil 64 miljoen gulden.

Wanneer de acceptatiegraad hoger is dan de vastgestelde acceptatiegraden en de normen van de tweede fase gelden, dan is de besparing op de afzetkosten minder groot dan de bij de vastgestelde acceptatiegraden (tabel 6.32).

Dit komt doordat bij hoge acceptatiegraden meer mest onverwerkt binnen Nederland kan worden afgezet. Daardoor hoeft er minder gebruik gemaakt te worden van dure oplossingen. Een vermindering van het mineralengehalte levert daardoor minder besparingen op. De kromming van de MKC ligt bij hoge acceptatiegraden

verder naar rechts. Bij lage acceptatiegraden daarentegen zijn de besparingen juist groter dan bij de vastgestelde.

**Tabel 6.31 Mestoverschotten en kosten van mestafzet bij strengere bemestingsnormen (125 kg fosfaat/hectare)**

	Fasevoer	p81	p79	p77	p75
Mestoverschotten (mln.ton)	23,1	23,0	22,8	22,6	22,4
Kosten (mln.gld.)	644	630	617	598	580
Daling kosten (mln.gld.)	0	14	27	46	64

**Tabel 6.32 Mestoverschotten en kosten van mestafzet bij hoge, "vaste" en lage acceptatiegraden en bemestingsnormen van de tweede fase**

Acceptatiegraad	Laag		Vast		Hoog	
	p83	p75	p83	p75	p83	p75
overschot (mln.ton)	16,6	15,5	16,6	15,5	16,6	15,5
totale gecorr.kosten (mln.gld.)	403	334	317	269	291	259
daling kosten (mln.gld.)		69		48		32

## 6.5 De kosten van mengvoer en mestafzet

Door de kosten van het mengvoerpakket en de gecorrigeerde kosten van mestafzet bij elkaar op te tellen wordt duidelijk bij welke mineralenverminderingen de kostenstijging van het voer in evenwicht is met de kostendaling van de mestafzet. Uit tabel 6.33 blijkt dat de totale kosten bij de variant fasevoer 62 miljoen gulden lager zijn dan de kosten van de nulrun. Bij fosforvermindering houden de kostenstijging van het voer en de kostenverlaging van de mestafzet elkaar in evenwicht. Pas bij sterke fosforverminderingen stijgen de kosten van mengvoer sneller dan de kosten van mestafzet dalen.

Bij deze berekeningen is nog geen rekening gehouden met de kosten van extra silo's die ten behoeve van de invoering van fasevoer moeten worden gebouwd.

In Nederland zijn plusminus 9500 bedrijven met meer dan 200 mestvarkens en 6100 bedrijven met meer dan 100 zeugen (Meitelling 1987). Aangenomen wordt dat de silo's op deze bedrijven groter zijn dan 9 respectievelijk 6 ton. Deze silo's kunnen gesplitst worden in twee kleinere silo's. Zo er al silo's aanwezig zijn op

de kleinere bedrijven zijn deze waarschijnlijk te klein om te splitsen. Bij overgang naar fasevoeding zal op deze bedrijven waarschijnlijk meer gebruik gemaakt worden van voer in zakken. De extra kosten van twee silo's ten opzichte van een silo worden geschat op 1000 gulden per jaar. De overschakeling naar fasevoeding op 15000 varkensbedrijven zal op bedrijven met varkens globaal 15 miljoen gulden kosten.

Uit tabel 6.33 en figuur 6.6 blijkt tevens dat de kosten van fosforvermindering over een langer traject rendabel zijn wanneer met een strenge normering wordt gerekend. Leidde een fosforvermindering tot 77 miljoen kg fosfor bij de tweede fasenorm tot een stijging van de totale kosten van ongeveer 4 miljoen gulden ten opzichte van variant p79, bij een strenge normering blijkt deze verlaging juist tot minimale kosten te leiden. Verdere verlagingen leiden echter wel tot kostenverhogingen.

**Tabel 6.33 Kosten (mln.gld.) van mengvoer plus kosten van mestafzet bij fosforvermindering bij bemestingsnormen van de tweede fase en bij bemestingsnormen van 125 kg fosfaat per ha**

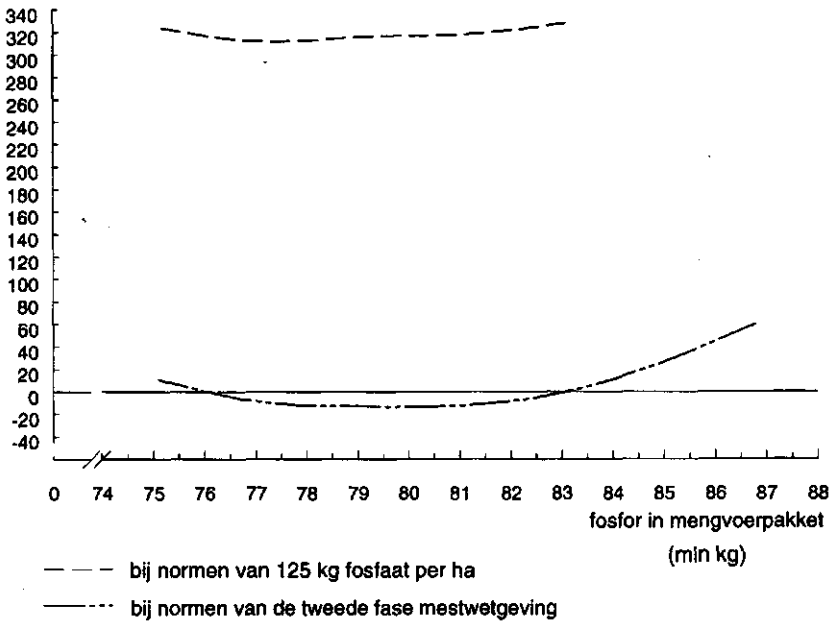
Hoeveelheid fosfor (mln.kg)	Bemestingsnormen	
	tweede fase	125 kg fosfaat/ha
87 nulrun	7460	
83 fasevoer	7398	7725
81	7386	7715
79	7385	7713
77	7386	7709
75	7410	7721
72 *)	7314	niet berekend
66 *)	7323	niet berekend

\*) Excl. kosten fytase.



kosten t.o.v. fasevoer

(mln gld)



**Figuur 6.6** De extra kosten van mengvoer en mestafzet in de tweede fase en bij een bemestingsnorm van 125 kg fosfaat per ha

## 7. RESULTATEN OP BEDRIJFSNIVEAU

### 7.1 Berekende vraag naar fosforarm voer

In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre fosforvermindering op individuele bedrijven tot kostenbesparingen leidt en daaruit wordt afgeleid hoe groot de vraag naar fosforarm voer zal zijn.

In het vorige hoofdstuk bleek dat (zonder fytase) een verlaging van de fosforinhoud in het mengvoerpakket tot 79 miljoen kg voorlopig tot de laagste kosten voor de sector leiden. Onder fosforarm voer wordt in dit hoofdstuk het voer uit variant p79 verstaan. Met normaal voer wordt hier fasevoer bedoeld waarin geen fosforvermindering is toegepast. Voor elk bedrijf uit de Meitelling is de volgende kostenvergelijking getoetst (zie paragraaf 5.2):

$$dm + dt - df > 0$$

waarin:

- dm de besparing op de afzet van mest door verkleining van het overschotvolume;
- dt de besparing op de overschotheffing;
- df de toename van de voerkosten door het gebruik van fosforarm mengvoeder.

Indien op een bedrijf de besparingen op de mestafzet en de overschotheffing groter zijn dan de toename van de voerkosten, dan wordt aangenomen dat op dat bedrijf fosforarm mengvoer zal worden aangekocht.

De berekening van de vraag naar fosforarm voer wordt als volgt uitgevoerd: in de eerste plaats worden de gemiddelde afzetkosten per mestsoort en per gebied berekend bij de variant fasevoer. Daarbij geldt de normering van de tweede fase en worden vastgestelde acceptatiegraden gehanteerd. Vervolgens worden de extra voerkosten per dierplaats per jaar voor de variant p79 ten opzichte van de kosten van normaal fasevoer berekend. De mengvoerkosten per dierplaats per jaar en de fosfaatproductie per dierplaats per jaar van deze twee varianten zijn gegeven in tabel 7.1. De fosfaatuitscheiding in de variant fasevoer is overigens al lager dan de forfaitaire norm.

Met het model MESTOP wordt voor ieder bedrijf uit de Meitelling de genoemde kostenafweging gemaakt en berekend of het bedrijf fosforarm voer zal gebruiken. Er wordt dan van uitgegaan dat het bedrijf gewoon fasevoer gebruikt, tenzij het voordeel heeft van fosforarm voer. De vraag naar fosforarm voer wordt uitgedrukt in een percentage van de totale hoeveelheid voer.

**Tabel 7.1 Mengvoerkosten en fosfaatuitscheiding per dierplaats per jaar bij fasevoer en bij variant p79**

	Mengvoerkosten (gld.)		Fosfaatuitscheiding (kg)			Kosten gld. per kg fosfaat ver-	
	stijging fasevoer p79	daling fasevoer p79	stijging fasevoer p79	daling fasevoer p79	faat ver-	minder-	
Mestvarkens	328,62	330,60	1,98	6,13	5,52	0,61	3,25
Fokvarkens	777,73	781,27	3,54	18,40	16,32	2,08	1,70
Leghennen	23,35	23,43	0,08	0,49	0,45	0,04	2,00

Uit tabel 7.2 blijkt dat de belangstelling om fosforarm voer te gebruiken zeer beperkt is. Slechts 3 tot 4% van de varkensmest is fosfaatarm. Dit heeft een aantal redenen:

1. Slechts een klein deel, namelijk 7% van de mestproduktie, wordt in deze variant als mestoverschot naar een ander gebied getransporteerd. De overige mest wordt in het eigen gebied afgezet, hetzij op het eigen bedrijf, hetzij dicht daarbij. Wanneer de mest door fosforvermindering in plaats van vlakbij het eigen bedrijf op het eigen bedrijf wordt afgezet, dan is de besparing op de afzetkosten nihil. Er is dus voor maximaal 7% van de mestproduktie een besparing te behalen. De vraag is dan of die besparing samen met de lagere overschothefving groot genoeg is om de extra voerkosten te compenseren.
2. Omdat in het mesttransportmodel de fosfaatrijke mestsoorten (pluimveemest) over langere afstand worden getransporteerd dan de fosfaatarme (varkensmest) zijn er bij de fosfaatrijke mestsoorten grotere besparingen te behalen. Daar staat echter tegenover dat een vermindering van de fosfaatuitscheiding bij pluimvee met 1 kg fosfaat leidt tot een vermindering van de te transporteren hoeveelheid mest van 0.1 ton, terwijl dat bij varkensmest leidt tot een vermindering van 0.25 ton. De besparing op de transportkosten is dan bij de fosfaatarme mestsoort groter.
3. Voorwaarde voor een vermindering van de te transporteren hoeveelheid mest is dat de bedrijven over eigen grond beschikken. Wanneer op een bedrijf geen of zeer weinig grond aanwezig is, dan kan door fosforvermindering geen of weinig extra mest op het bedrijf worden afgezet. Er zal dan weinig belangstelling zijn voor fosforarm voer. Uit tabel 7.3 blijkt dat een groot aantal bedrijven over minder dan 5 hectare grond beschikt.

**Tabel 7.2** Verdeling van de mestproduktie van dieren met normaal en fosforarm fasevoer (p79)

Mestsoort	Mestproduktie (mln.ton)		Percentage fosfaatarme mest
	normaal	fosforarm	
mestvarkens	11,3	0,5	4
fokvarkens	7,8	0,2	3
leghennen nat	2,0	0,0	0
leghennen droog	0,3	0,0	0
<b>totaal</b>	<b>21,4</b>	<b>0,7</b>	<b>3</b>

**Tabel 7.3** Aantal bedrijven met varkens of pluimvee met een mestoverschot naar bedrijfstype bij normen van 125 kg fosfaat per ha. (Baltussen e.a., 1989, Metelling 1987)

Bedrijfstype	Aantal bedrijven	Oppervlakte per bedrijf (ha)
fokvarkens	4066	4,7
mestvarkens	6065	4,1
pluimvee	2992	4,4
rundvee/fokvarkens	3137	14,2
rundvee/mestvarkens	5487	14,9
rundvee/pluimvee	505	16,5
fokvarkens/mestvarkens	2658	6,1
varkens/pluimvee	572	4,5

Geconcludeerd kan worden dat de directe kostenbesparing op individuele bedrijven niet groot genoeg is om op grote schaal het gebruik van fosforarm voer ingang te doen vinden. Dat de besparing op sectorniveau wel positief is komt doordat op sectorniveau de algehele verlaging van kosten per ton af te zetten mest wordt meegerekend.

Door toepassing van fytase neemt het fosfaatgehalte in de mest af, zonder dat dit met hoge kosten gepaard gaat. De belangstelling voor voer dat door fytase fosforarm is, zal veel groter zijn dan hier is berekend. De in dit hoofdstuk beschreven situatie is daarom in 1992 in praktische zin niet meer zo relevant. Het belang van dit hoofdstuk is, dat er in theorie wordt aangetoond dat er een situatie kan bestaan, waarin het voor individuele veehouders niet interessant is fosforarm voer te gebruiken, terwijl dat op sectorniveau wel interessant kan zijn. Die situa-

tie kan zich overigens ook voordoen met fytase, namelijk wanneer men het fosforgehalte in het voer met fytase wil terugdringen door de grondstofsamenstelling te veranderen. Uit tabel 6.33 blijkt dat de fosforinhoud in het mengvoerpakket met fytase 72 miljoen kg bedraagt. Door de grondstofsamenstelling te veranderen, kan de fosforinhoud tot 66 miljoen kg teruggedrongen worden. In tabel 6.33 blijkt echter dat een verlaging van de fosforinhoud tot 66 miljoen kg niet rendabel is: de som van de kosten van mengvoer plus mestafzet zijn in variant p66 hoger dan in variant p72. Kleinere verlagingen tot bijvoorbeeld 70 miljoen kg fosfor zijn mogelijk voor de sector wel interessant. Wanneer dat het geval is, dan doet zich waarschijnlijk ook de situatie voor die in dit hoofdstuk is beschreven.

Overigens is het niet uitgesloten dat in overschotgebieden plaatsingsruimte gekocht moet worden. In dat geval leidt een vergroting van de afzet op het eigen bedrijf wel tot een kostenvermindering. Omdat de eventuele prijs van plaatsingsruimte niet bekend is, is hiermee geen rekening gehouden. Dit kan tot een onderschatting van de belangstelling voor fosforarm voer leiden. Daar staat tegenover dat ook geen rekening is gehouden met een lagere opbrengst voor fosfaatarme mest. Dat leidt tot een overschatting van de belangstelling voor fosforarm voer, omdat in werkelijkheid de besparing op afzetkosten en de heffing hoger moeten zijn dan de opbrengstderiving en de extra kosten voor fosforarm voer.

Aan de vraag naar stikstofarm voer wordt in dit onderzoek geen aandacht besteed, omdat de voordelen daarvan op bedrijfsniveau nog niet duidelijk zijn.

## 7.2 Maatregelen ter stimulering van fosforarm voer

In de vorige paragraaf is duidelijk geworden dat het verbruik van fosforarm voer zonder fytase voor veel veehouderijbedrijven niet direct aantrekkelijk is. Dit komt doordat de kosten van het voer hoger zijn dan de besparing op de mestafzetkosten en de heffing. Als slechts weinig bedrijven overschakelen op fosforarm voer, dan blijven de kosten van mestafzet plus mengvoer voor de sector als geheel op een hoger niveau dan noodzakelijk is. Het is voor de sector als geheel economisch aantrekkelijk, als de belangstelling voor fosforarm voer groter wordt dan in de vorige paragraaf is berekend.

In deze paragraaf wordt een maatregel besproken om de overschakeling naar fosforarm voer te stimuleren.

Met het stimuleren van het gebruik van fosforarm voer willen bereiken dat de produktie van fosfaat in dierlijke mest wordt teruggedrongen. Het ligt dan ook voor de hand dat stimulerende

maatregelen een hoge produktie van mineralen in mest belasten, dan wel een lage produktie belonen. Een absolute voorwaarde om een dergelijke maatregel effectief uit te voeren is dat de verlaging van de fosfaatproduktie in zijn geheel tot uiting komt in de mestboekhouding.

De overschotheffing wordt geheven over de fosfaatproduktie. Momenteel is de heffing 0,25 gld. per kg fosfaat voor de fosfaatproduktie tussen de 125 en 200 kg per hectare en 0,50 gld. voor de fosfaatproduktie boven de 200 kg per hectare. Voor fosfaat uit vaste mest, voor export van mest en in geval van afzet via een afzetcontract wordt een korting gegeven. De heffing is dan nog 0,15 gld./kg fosfaat. Uit de berekeningen uit paragraaf 7.1 blijkt dat bij het huidige niveau van de overschotheffing weinig fosforarm voer zal worden gebruikt. Bij een hogere overschotheffing zal de veehouder meer voordeel van fosforarm voer ondervinden. Verhoging van de overschotheffing heeft als voordeel dat er van bestaande regels gebruik wordt gemaakt en er geen extra voorzieningen getroffen hoeven te worden om de heffing te innen. Het is duidelijk dat door de hogere heffing de kosten van de veehouders stijgen, omdat ook de onvermijdbare fosfaatproduktie zwaarder wordt belast. Wanneer men de kosten van de veehouderij niet wil verhogen dan zal de opbrengst van de heffing terug moeten vloeien naar de veehouderij. Dit zou kunnen gebeuren door de het kostenverschil tussen fosforarm voer en normaal fasevoer te verminderen. Een andere mogelijkheid is om de onvermijdbare fosfaatuitscheiding per dier onder het normale overschotheffing te laten vallen en over de vermijdbare fosfaatuitscheiding een hoger tarief te berekenen. Deze mogelijkheid is hier niet doorgerekend.

Met de modellen zijn berekeningen uitgevoerd die inzicht geven in de effectiviteit van de heffingen. Doel van de berekeningen is een fosforvermindering te bewerkstelligen tot 79 miljoen kg fosfor; dat is de variant waarbij de kosten op sectorniveau minimaal zijn. Een verdubbeling of verdrievoudiging van de heffing blijkt niet tot een grotere belangstelling voor fosforarm voer te leiden. Dat komt omdat de kosten van het (zonder fytase) verlagen van de fosfaatproduktie met 1 kg fosfaat per fokvarkensplaats minimaal 1,70 gulden zijn (zie tabel 7.1). De heffing moet daarom hoger zijn dan 1,70 gulden terwijl bij een drievoudige heffing het hoogste heffingtarief 1,50 gulden is. Om per mestvarkensplaats een kilo minder fosfaat te produceren, zijn de voerkosten 3,25 gulden hoger. De heffing moet dan dus hoger zijn dan 3.25 gulden per kg fosfaat, voordat de mestvarkenshouder overschakelt. Bij een heffing van 4 gulden per kg fosfaat voor de fosfaatproduktie boven de 125 kg per hectare schakelt de gehele varkens- en pluimveehouderij om naar mineraalarm voer. De heffingopbrengst is dan 332 miljoen ; dat is 9 x de huidige heffingopbrengst. De kosten voor fosforvermindering tot 79 miljoen kg bedragen 15 miljoen gulden. De verhoging van de heffingopbrengst staat daarmee in geen verhouding. We kunnen dan ook concluderen dat alleen een verhoging van de heffing geen effectieve maatregel

is. Een verhoging van de overschotheffing gecombineerd met heffingvrije voet per dier zou dat wel kunnen zijn.

**Tabel 7.4** Percentage fosfaatarme mest bij de huidige overschotheffing, bij een dubbele en een driedubbele overschotheffing en bij een heffing van 4,00 gld. per kg fosfaat

	Niveau heffing			
	enkel	dubbel	driedubbel	4,00 gld.
mestvarkens	4	6	8	95
fokvarkens	3	3	3	94
pluimvee nat	0	0	0	100
pluimvee droog	0	0	0	100
<b>totaal</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>95</b>
<b>totale heffingsopbrengst (mln.gld.)</b>	<b>37</b>	<b>74</b>	<b>110</b>	<b>332</b>

Vermindering van het kostenverschil tussen fosforarm en normaal fasevoer heeft een sterker effect dan het verhogen van de overschotheffing alleen. In tabel 7.5 blijkt dat de percentages fosforarm voer bij een halvering van het verschil in voerkosten bij mestvarkens enigszins toenemen. Pas bij het volledig wegnemen van het kostenverschil wordt er vrijwel geheel overgeschakeld op

**Tabel 7.5** Percentage fosfaatarme mest bij vermindering van het prijsverschil tussen fosforarm en normaal voer

	Niveau prijsverschil		
	werkelijk	gehalveerd	nul
mestvarkens	4	13	96
fokvarkens	3	4	94
pluimvee nat	0	0	100
pluimvee droog	0	0	100
<b>totaal</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>95</b>
<b>totale heffingsopbrengst (mln.gld.)</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>33</b>

fosforarm voer. Alleen op bedrijven die geen heffing betalen blijft men normaal voer gebruiken.

Voor de halvering van het kostenverschil is 7,5 miljoen gulden nodig en voor het wegnemen van het hele kostenverschil 15 miljoen. Daarnaast neemt de opbrengst van de overschotheffing af met 1 respectievelijk 4 miljoen gulden.

Een goede manier om fosforarm voer ingevoerd te krijgen, is, om er voor te zorgen dat de prijs van fosforarm voer niet hoger is dan die van gewoon voer. Een alternatief hiervoor kan zijn een verhoging van de overschotheffing op de vermijdbare fosfaatproductie.



## 8. DISCUSSIE

### 8.1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de economische gevolgen van fosfor- en stikstofvermindering in mengvoeders. Daarbij is gebruik gemaakt van een aantal modellen. In dit hoofdstuk plaatsen we enige kanttelingen bij de modelstructuur en doorgerekende varianten.

### 8.2 Het mengvoermodel

Het mengvoermodel is een model dat in één keer de samenstelling van het mengvoerpakket van Nederland vaststelt. Het wijkt daarin af van de werkelijkheid. In het model wordt aangenomen dat er maar een set met eisen bestaat ten aanzien van de voederwaarde van een bepaald voeder. Er wordt dus geen rekening gehouden met de verschillende eisen waarmee verschillende fabrikanten de mengvoedersamenstelling bepalen. In werkelijkheid wordt de samenstelling van het mengvoer niet één keer per jaar, maar veel vaker vastgesteld onder andere om in te spelen op nieuwe prijsverhoudingen en beschikbaarheden van grondstoffen. Om deze twee redenen zijn verschillen tussen het grondstoffenverbruik in het model en dat in de werkelijkheid mogelijk. Het kan voorkomen dat een bepaalde grondstof niet in het model-mengvoer wordt opgenomen, terwijl dat in werkelijkheid door een bepaalde set van mengvoereisen of bij een bepaalde prijsverhouding tussen grondstoffen wel het geval is.

Bij het verlagen van de hoeveelheid fosfor of stikstof is aan het model de eis opgelegd de totale hoeveelheid stikstof of fosfor in het hele mengvoerpakket te verlagen. Daardoor ontstaat een mengvoerpakket met bij dat fosforniveau zo laag mogelijke kosten. Het model kiest zelf welke fosforvermindering in elk van de voeders wordt doorgevoerd. De fosforgehaltes die daaruit berekend worden hebben geen waarde voor de praktijk. Dit komt doordat de mengvoeders in de praktijk bij verschillende eisen en prijsverhoudingen worden vastgesteld.

Men moet het model dan ook zien als een hulpmiddel dat globale kostenveranderingen bepaalt in het geval van fosfor- en stikstofvermindering en inzicht geeft in de factoren die daarbij een rol spelen.

De beschikbaarheid van een aantal grondstoffen in het model is beperkt gehouden, om een betere ijking van het model te verkrijgen. Dit houdt in dat een aantal restricties aan het model

zijn toegevoegd. Wanneer deze grondstoffen in de praktijk ruimer beschikbaar zijn of komen dan hier is aangenomen, dan zijn de kosten van het mengvoerpakket en de kosten voor mineralenvermindering in werkelijkheid lager dan hier berekend is.

Het niet bekend of de grondstoffen werkelijk beperkt beschikbaar zijn, of dat er gewoon weinig van wordt verbruikt.

Bij de ijking van het model is de opgenomen hoeveelheid granen steeds kleiner dan het verbruik van granen in de praktijk. Dat is waarschijnlijk veroorzaakt doordat een aantal mengvoederfabrikanten hogere eisen stelt aan het aandeel granen in de voeders dan in het model is verondersteld. Bij verlaging van de hoeveelheid fosfor wordt uitgeweken naar granen. Het is daarom waarschijnlijk dat de hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket van de uitgangssituatie in werkelijkheid al wat lager is dan is berekend.

Het mengvoermodel is geijkt voor het basisjaar 1985/86. Hoewel sinds dat jaar de prijzen van mengvoergrondstoffen en de omvang van de veestapel zijn veranderd mag worden aangenomen dat de conclusies van het onderzoek vrijwel gelijk blijven. De beschreven mechanismen blijven namelijk geldig.

Het mengvoermodel heeft ruime toepassingsmogelijkheden. In dit onderzoek zijn daarvan drie aangegeven: het terugdringen van het totaal fosforgehalte, het aanpassen van de minimum-eisen voor fosfor, in dit geval het overschakelen van beschikbaar naar verteerbaar fosfor en de verbetering van de verteerbaarheid van fosfor door toepassing van fytase. Ook ontwikkelingen op het gebied van de kennis over eiwit- en aminozuureisen en over middelen om de verteerbaarheid van aminozuren te vergroten kunnen in principe worden doorgerekend.

### 8.3 De mineralenbalans

Bij de berekening van de mineralenuitscheiding per dierplaats per jaar is gerekend met een bepaalde voerconsumptie per dier en een bepaalde groeisnelheid. In de toekomst kan verwacht worden dat de voederconversie verbetert. Dit leidt- voorzover de verteerbaar mineralengehaltes in het voer hierdoor niet verhoogd hoeven te worden- tot een lagere mineralenuitscheiding per dierplaats. De totale verlaging van de mineralenuitscheiding kan hierdoor dus verder gaan dan in dit onderzoek is aangegeven.

De maximaal berekende vermindering van de hoeveelheid fosfor in het mengvoermodel (21 miljoen kg fosfor) komt niet helemaal overeen met de vermindering van de hoeveelheid fosfor (19 miljoen kg fosfor) in de mest, berekend in het mestoverschottenmodel. Door deze onvolledige afstemming van beide modellen wordt een onderschatting gegeven van de effecten die fosforvermindering

heeft op de overschotproblematiek. De afstemming kan worden verbeterd door in de mineralenbalans de omzetsnelheid van de dieren te verhogen. De conclusies van het rapport worden hierdoor niet structureel anders.

#### 8.4 Mestmodellen

Door het gebruik van fosforarm voer kan er een groter deel van de geproduceerde mest dichtbij het produktiebedrijf worden afgezet. Daarbij wordt verondersteld dat er op mestaccepterende bedrijven een constante hoeveelheid fosfaat wordt geaccepteerd. Wanneer men er van uit zou gaan dat er een constante hoeveelheid mest geaccepteerd zou worden, dan zou een verlaging van het fosfaatgehalte in mest niet leiden tot lagere transportafstanden. Fosforvermindering in mengvoer zou daardoor niet aantrekkelijk zijn. Bemestingsdeskundigen gaan er echter van uit dat de hoeveelheid fosfaat dat een bedrijf afneemt constant is.

De berekeningen met de mestmodellen zijn standaard uitgevoerd voor de tweede fase van de mestwetgeving. Wanneer strengere normen gelden voor het gebruik van mest, dan zijn de kosten voor de afzet van overschotten hoger en is het aantrekkelijk om een verdergaande fosforvermindering door te voeren.

De opbrengstwaarde van mest is sterk afhankelijk van de plaats waar deze wordt afgezet. In overschotgebieden is de waarde naar alle waarschijnlijkheid negatief, dat wil zeggen dat niet de mest, maar juist de plaatsingsruimte een positieve opbrengstwaarde heeft. In tekortgebieden is de opbrengstwaarde van mest positief. Wanneer het mineralengehalte in mest daalt, dan zal de positieve opbrengstwaarde per ton in tekortgebieden dalen. De negatieve opbrengstwaarde in overschotgebieden zou dan moeten stijgen naar een minder negatieve waarde. Wanneer door een aanscherping van de normen de omvang van de mestoverschotten toeneemt, dan zal de opbrengstwaarde van mest zowel in overschot- als in tekortgebieden dalen. Een vermindering van het fosfaatgehalte in mest leidt dan weer tot een vermindering van de overschotsituatie en daarmee een verhoging van de opbrengstwaarde voor mest.

Omdat de relatie tussen opbrengstwaarde en overschotsituatie moeilijk is te kwantificeren, is de opbrengstwaarde van mest niet in de beschouwing opgenomen.

## 9. CONCLUSIES

Doel van deze studie is na te gaan in hoeverre technische mogelijkheden om het fosfor- en stikstofgehalte in mengvoeders te verlagen economisch aantrekkelijk zijn voor de veehouderijsector en voor individuele veehouderijbedrijven. De technische mogelijkheden om tot mineralenvermindering te komen zijn:

- fasevoeding, waarbij de mineralengehaltes in het voer zijn afgestemd op de behoefte van het dier in een bepaalde groei-fase;
- verandering van de grondstoffenkeuze voor de voeders;
- verbetering van de kennis omtrent de mineralenbehoefte van dieren in combinatie met kennis over de voedertechische waardering van mineralen in mengvoergrondstoffen;
- verbetering van de verteerbaarheid van mineralen in mengvoeders.

Ten aanzien van deze technieken kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

Door overschakeling naar fasevoer dalen de kosten voor mengvoergrondstoffen van het mengvoerpakket voor varkens en pluimvee met 27 miljoen gulden. De hoeveelheden fosfor en stikstof in het mengvoerpakket dalen met 4 respectievelijk 8 miljoen kg. Deze daling werkt volledig door in de mineralenuitscheiding van het vee.

De kosten voor de produktie, distributie, opslag en verstrekking van mengvoeders zullen toenemen. Deze kostenstijgingen zijn niet in het onderzoek meegenomen.

Het verlagen van de hoeveelheid fosfor en/of stikstof in het mengvoer door een andere grondstoffenkeuze leidt tot hogere kosten. De kostenstijging is progressief: de kosten stijgen sterker, naarmate het mineralengehalte al verder is teruggedrongen.

Wanneer de hoeveelheid fosfor licht wordt teruggedrongen neemt de hoeveelheid stikstof in het mengvoerpakket iets af. Daardoor zijn de kosten van de eerste terugdringing van de hoeveelheid stikstof bij een verlaagde hoeveelheid fosfor nul. Wanneer men echter de stikstofinhoud verder wil teruggedringen, dan brengt dit kosten met zich mee. De kosten van stikstofvermindering en fosforvermindering zijn dan onafhankelijk van elkaar.

Het onderzoek gericht op het nauwkeurig vaststellen van de behoefte aan fosfor bij varkens, in combinatie met het onderzoek naar de voedertechische waardering van fosfor in mengvoergrondstoffen, biedt de mogelijkheid jaarlijks de kosten van het meng-

voerpakket met 10 miljoen gulden te verlagen. Het vaststellen van de fosforbehoefte bij kippen is in deze studie niet geëvalueerd, maar verwacht mag worden, dat hierbij soortgelijke effecten optreden.

Onderzocht moet worden of dit ook geldt voor het nauwkeurig vaststellen van de behoefte van varkens en kippen aan ruw eiwit in combinatie met de behoefte aan essentiële aminozuren. Uit deze studie is gebleken dat een verlaging van de ruw-eiwiteisen voor de mengvoerders bij gelijkblijvende eisen voor aminozuren, weinig effect heeft op de kosten van het mengvoerpakket en op de kosten van stikstofvermindering in het pakket.

Door een verbetering van de verteerbaarheid van fosfor in mengvoergrondstoffen kan de hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket worden teruggedrongen tot 72 miljoen kg. De kosten van het mengvoerpakket stijgen dan met slechts 10 miljoen gulden ten opzichte van fasevoer met verteerbaar-fosforeisen. Door toepassing van fytase in combinatie met een sterkere verandering van de grondstofsamenstelling van de mengvoerders, kan de hoeveelheid fosfor worden teruggedrongen tot 66 miljoen kg.

Het beschikbaar zijn van synthetische aminozuren en de prijs van synthetische aminozuren is in sterke mate bepalend voor de kosten van zowel fosfor- als stikstofvermindering. Dit geldt eerst voor synthetisch methionine en lysine en bij sterke stikstofverminderingen ook voor threonine.

Het verbruik van mengvoergrondstoffen verandert door de mineralenvermindering in het onderzochte traject niet zo sterk dat er sterke effecten op de grondstofprijzen worden verwacht. De verschuivingen in het grondstoffenverbruik zijn voor stikstof, fosfor en gecombineerde stikstof- en fosforverminderingen vrijwel gelijk van aard: er worden over het algemeen meer granen, peulvruchten, tapioca en synthetische aminozuren opgenomen, terwijl het verbruik van graanbijprodukten, zoals tarwegries en maïsglutenvoermeel, en dat van produkten uit de oliebereiding en dierlijke produkten afneemt.

Door de fosforvermindering in het mengvoer neemt de omvang van de mestoverschotten in tonnen gemeten weinig af. De afname van fosfaatoverschotten is daarentegen wel groot. De kosten van de mestafzet vertonen een sterke daling. Dit is nog meer het geval wanneer er van een lage acceptatie van dierlijke mest op bedrijven met wettelijke plaatsingsruimte wordt uitgegaan en wanneer met strengere normen wordt gerekend.

Het optimale fosforniveau, dat is de hoeveelheid fosfor in het mengvoerpakket waarbij de kosten voor mengvoer en mestafzet samen minimaal zijn, wordt beïnvloed door een aantal factoren. De kosten van fosforvermindering worden bepaald door het niveau van

de fosfor-eisen voor de mengvoeders en door de beschikbaarheid en de prijs van vervangende grondstoffen.

De baten van fosforvermindering zijn afhankelijk van de kosten voor de afzet van dierlijke mest. Deze zijn weer afhankelijk van de normen voor het mestgebruik, de acceptatie van mest op de zogenaamde tekortbedrijven en de kosten van transport en verwerking van mest. Geconcludeerd mag worden dat het optimale fosforniveau lager is, naarmate de kosten van de afzet van mestoverschotten hoger zijn.

Wanneer fosforarm voer (zonder fytase) in de handel duurder is dan gewoon voer, dan is het voor individuele veehouders niet aantrekkelijk dit te gebruiken. Het voordeel van het gebruik van fosforarm voer komt pas tot uiting wanneer vele veehouders tegelijk fosforarm voer gebruiken, omdat dan de afzetkosten per ton mestoverschot zullen dalen.

Een verhoging van de overschotheffing op zich is geen effectief middel om veehouders te stimuleren om fosforarm voer te gebruiken. Een verhoging van de overschotheffing met een heffingvrije voet per dier die ongeveer overeenkomt met de onvermijdbare fosfaatproduktie per dier, lijkt effectiever. Dit laatste is echter niet onderzocht.

Wanneer er geen prijsverschil bestaat tussen gewoon en fosforarm voer, dan zullen veel veehouders fosforarm veevoer gebruiken, hetgeen voor de veehouderijsector als geheel tot besparingen leidt.

## LITERATUUR

Baltussen, W.H.M., W.A.J. Broekhuis en G. Venema  
Gevolgen van de mestwetgeving voor veehouderijbedrijven  
Den Haag, LEI, 1989; Publikatie 3.143

Blom, J.C.  
Graanbeleid, alternatieven in perspectief  
Den Haag, LEI, 1988; Onderzoekverslag 38

Blom, J.C., M.Q. van der Veen en H.H. Luesink  
Economische Evaluatie van de verlaging van  
mineralengehaltes in mengvoeders  
In: Monteny, G.J., A.A. Jongebreur (red.)  
Beperking Mineralenemissie via veevoeding  
Wageningen, Commissie Hinderpreventie Veeteeltbedrijven 1987

Bolhuis, J.  
Persoonlijke mededelingen; LEI-prijzenstatistieken  
Den Haag, LEI, 1986/7/8

Centraal Veevoederbureau in Nederland  
Veevoedertabel: gegevens over voederwaarde, verteerbaarheid en  
samenstelling  
Lelystad, Centraal Veevoederbureau Nederland, 1986, 1987, 1988

Goossensen F.R. en P.C. Meeuwissen (red.)  
Advies van de Commissie Stikstof,  
Wageningen, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 1990

Hoek, K. van der  
Gemiddelde samenstelling van dierlijke meststoffen in kg per 1000  
kg mest  
Wageningen, CAD-BWB-V, 1987

Jongbloed, A.W.  
Schriftelijke Mededeling  
Toelichting bij de voorlopige tabel verteerbaar P voor varkens  
Lelystad, IVVO, 1988

Jongbloed, A.W.  
Phosphorus in the feeding of pigs; effect of diet on the absorp-  
tion and retention of phosphorus by growing pigs  
Lelystad, IVVO, Proefschrift Landbouw Universiteit Wageningen,  
1987

Jongbloed, A.W. et al  
Berekeningen over de mogelijke vermindering van de uitscheiding  
aan N, P, Cu, Zn, en Cd via de voeding van landbouwhuidieren in  
Nederland  
Lelystad, IVVO, 1985 ; Mededeling 3

Luesink H.H. en M.Q van der Veen  
Twee modellen voor de economische evaluatie van de mestproblema-  
tiek, Den Haag, 1989, Onderzoekverslag 47

Ministerie van Landbouw en Visserij  
Mestactieprogramma,  
Den Haag, Tweede Kamer, 1986-1987, 19 882

Projectgroep Voorlichting MARS,  
Handleiding MARS (mineralen aanvoer registratie systeem)  
Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1989

Simons P.C.M en H.A.J. Versteegh  
De beschikbaarheid van fosfor in grondstoffen bij slachtkuikens  
In: Jongbloed A.W. en J. Coppoolse (red.)  
Mestproblematiek: aanpak via de voeding van varkens en pluimvee:  
verslag van de themadag Veevoeding en Milieu, Lelystad, 19 april  
1990  
Wageningen, Financieringsonderzoek Mest- en Ammoniakonderzoek,  
Dienst  
Landbouwkundig onderzoek, 1990

Veen, M.Q. van der, Verlaging van fosfor in mengvoeders, een eco-  
nomische evaluatie.  
In: Jongbloed A.W. en J. Coppoolse (red.)  
Mestproblematiek: aanpak via de voeding van varkens en pluimvee:  
verslag van de themadag Veevoeding en Milieu, Lelystad, 19 april  
1990  
Wageningen, Financieringsonderzoek Mest- en Ammoniakonderzoek,  
Dienst  
Landbouwkundig onderzoek, 1990

Veen, M.Q. van der, Verlaging fosforgehalte in mengvoeders: moge-  
lijkheden en kosten.  
In: Reinhard en Hillebrand (red), Landbouw, Milieu en Ruimte;  
symposiumverslag, LEI, Mededeling no 432, Den Haag.

Weerden, E. J. van.  
Onderzoek naar vermindering van het eiwitgehalte in voeders voor  
varkens en pluimvee  
In: Monteny, G.J., A.A.Jongebreur (red.)  
Beperking Mineralenemissie via veevoeding  
Wageningen, Commissie Hinderpreventie Veeveeltbedrijven  
1987.



Wijnands, J.H.M.

Minder fosfaat in varkens en pluimveemest: economische perspectieven

In: Samenvattingen CLO-Studiedagen 1986

Zwart, J.E.M.

Jaarstatistiek van de veevoeders 1985/86 en 1987/88

Den Haag, LEI, 1990; Periodieke rapportage 65-1985/86/87

## BIJLAGEN

BIJLAGE 1: MENGVOERSAMENSTELLING IN DE KULRUM

100

710823.

DOELFUNCTIE-WAARDE:

	START	MESTVA	GROEI	AFNEST	ZEUGNORM	ZEUGDR	ZEUGLAC	BABYBIG	RV12	RV15
PRJIS	49.24	46.56	0.00	0.00	43.54	0.00	0.00	57.53	37.47	37.79
STIKSTOF G/KG	28.80	27.53	0.00	0.00	24.65	0.00	0.00	30.40	27.33	32.12
FOSFOR G/KG	6.56	5.69	0.00	0.00	6.71	0.00	0.00	6.80	4.50	5.00
B.FOSFOR G/KG	4.00	3.30	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	4.50	1.63	1.74
V.FOSFOR G/KG	3.15	2.55	0.00	0.00	2.72	0.00	0.00	3.53	0.98	1.13
HOEVEELHEID 100 000 TON	8.00	40.50	-1.00	-1.00	16.70	-1.00	-1.00	7.30	44.30	7.20
1 MAIS	58.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 TARWE	52.00	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0
4 GERST	51.00	15.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0
7 ERWTEN	46.80	5.0	7.2	0.0	1.7	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
8 LUPJNEN	50.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9 VOERBONE	44.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10 MAISVOER	42.60	7.5	6.0	0.0	8.4	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
11 RYSTVOER	41.60	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
12 GRIES	39.00	7.5	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 MGLUM	79.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 MGLUW	39.00	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 RMELAS	32.00	4.0	8.0	0.0	10.0	0.0	0.0	3.0	22.3	30.0
18 BPULP	38.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	3.4
19 VINASSE	22.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0
21 CPULP	39.00	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	18.9
22 TAP65	44.00	20.0	35.0	0.0	35.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0
23 SOYABO	67.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26 KOKOSSL	41.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	4.7
27 PALMPSL	36.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0
28 LYNZSL	53.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29 KATZSR	34.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30 RAAPZSR	35.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0
31 GRONDNSL	40.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	10.0
32 ZONNSR	36.00	0.0	3.8	0.0	14.2	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
34 SOYANUL	33.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	16.6
36 SOYA48	53.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37 SOYA44	51.50	17.5	21.8	0.0	10.7	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0
38 ONELK	134.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0

	START	MESTVA	GROEI	AFMEST	ZEUGNORM	ZEUGDR	ZEIGLAC	BABYBIG	RV12	RV15
39 HEIP	90.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40 VEERHEEL	66.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41 VDIERM	68.00	4.6	0.7	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42 VISHEEL	90.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
43 DIERVET	100.00	1.1	2.8	0.0	1.3	0.0	0.0	2.0	0.4	0.0
44 LUZN	30.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45 KRIJIT	3.60	0.8	0.9	0.0	1.3	0.0	0.0	1.0	0.6	1.0
46 DICALP	75.00	0.6	0.8	0.0	0.5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
47 ZOUT	10.00	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.7	1.0
48 SYNLYS	700.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
49 SYNWETH	700.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
50 SYNTHRE	2500.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51 SYNTRYP	5000.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52 PRESTART	200.00	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53 PREMV	200.00	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54 PREGROEI	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55 PREAMPHS	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56 PREZNORM	200.00	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57 PREZDR	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58 PREZLAC	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59 PREBABY	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
60 PREPV	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
61 PREPV	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62 PRESK	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	LEGTIP	SK_1	SK_2	SK_3	OPFOK_1	OPFOK_2	OPFOK_3
PRIJS	51.20	58.97	60.33	0.00	52.19	50.11	50.13
STIKSTOF G/KG	27.41	35.41	35.46	0.00	35.82	28.80	28.79
FOSFOR G/KG	5.53	6.95	5.95	0.00	7.11	6.91	6.85
B.FOSFOR G/KG	3.60	5.00	4.00	0.00	4.50	4.00	4.00
HOEVEELHEID	17.00	2.90	9.90	-1.00	0.40	0.90	0.90
1 MAIS	35.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0
3 TARWE	0.0	30.0	30.0	0.0	0.0	1.1	3.8
4 GERST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 ERWTEN	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0
8 LUPJNEN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9 VOERBONE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10 MAISVOER	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11 RYSTVOER	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.5	7.5
12 GRIES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 MGLUM	1.8	0.0	0.0	0.0	6.4	1.9	4.9
15 MGLUVM	1.2	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0
17 RHELAS	2.0	2.0	2.0	0.0	3.0	3.0	3.0
18 BPULP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 VINASSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 CPULP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 TAP65	14.4	19.2	18.3	0.0	30.0	30.0	30.0
23 SOYABO	1.0	8.1	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0
26 KOKOSSL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27 PALMPSL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28 LYNZSL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29 KATZSR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30 RAAPZSR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31 GRONDNSL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32 ZOMNSR	10.0	2.0	1.9	0.0	6.0	10.0	10.0
34 SOYANUL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36 SOYAA48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37 SOYAA4	7.8	21.1	14.4	0.0	8.7	9.5	4.7
38 OMELK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39 WETP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40 VEERNEEL	0.9	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
41 VOTERM	5.0	4.5	4.5	0.0	6.0	6.0	6.0
42 VISNEEL	0.0	2.0	2.0	0.0	4.0	0.0	0.0
43 DIERVET	4.0	7.0	7.0	0.0	1.6	3.5	2.5

	LEKIP	SK_1	SK_2	SK_3	OPFDK_1	OPFDK_2	OPFDK_3
44 LUZH	30.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45 KRJIT	3.60	0.4	0.2	0.0	1.2	1.1	1.2
46 DICALP	75.00	0.9	0.4	0.0	0.1	0.3	0.3
47 ZOUT	10.00	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
48 SYNLYS	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49 SYNETH	700.00	0.13	0.25	0.00	0.00	0.05	0.00
50 SYNTHRE	2500.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51 STRTRYP	5000.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52 PRESTART	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53 PREMV	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54 PREGROEI	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55 PRAEFMES	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56 PREZMORM	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57 PREZDR	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58 PREZLAC	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59 PREBABY	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60 PRERV	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61 PREPV	200.00	0.5	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
62 PRESK	200.00	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0



		RUNDVEE	VARKENS	LEGHENNEN	SLACHTRUIK	TOTAAL
48 SYNLYS	700.00	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
49 SYNMETH	700.00	0.0	1.1	2.2	3.2	6.5
50 SYNTHRE	2500.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51 SYNTRYP	5000.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52 PRESTART	200.00	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0
53 PREHY	200.00	0.0	20.3	0.0	0.0	20.3
54 PREGROEI	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55 PREAMFES	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56 PREZMORR	200.00	0.0	8.4	0.0	0.0	8.4
57 PREZDR	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58 PREZLAC	200.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59 PREBABY	200.00	0.0	3.7	0.0	0.0	3.7
60 PREPY	200.00	25.8	0.0	0.0	0.0	25.8
61 PREPY	200.00	0.0	0.0	10.7	0.0	10.7
62 PRESK	200.00	0.0	0.0	0.0	12.8	12.8



UITSCHEIDING VAN P205 EN N IN NEST		NESTVARKENS		FORVARKENS		LEGIENNEN		SLACHTKUIKENS	
P205	6.77	20.67	0.49	0.16					
N	14.35	33.61	0.85	0.43					

KOSTEN TOTALE PAKKET (MLRD GLDN): 7.108

VERBRUIK GRONDSTOFFEN (1000 TON)		IN PAKKET (1000 TON):		EXCL RV:	
GRANEN	1660.				63.3
PEULVRUCHTEN	492.				296.5
MAALDERIJ PROD.	851.				
MAISGLUTENVOER	1622.				
PULP EN MELASSE	2422.				
TAPIOCA	2781.				
OLIEZADEN	204.				
SCHROOT EN SCHILFERS	4307.			86.8	
DIERL. PROD.	733.			440.7	
LUZERNEMEEL	51.				
SYNTH. AMINZUREN	7.				
M.V. LYSINE		0.5			
METHIONINE		6.5			
TREONINE		0.0			
TRYPTOFAN		0.0			
MIMERALEN	452.				
M.V. VOEDERFOSFAAT	0.000				
FYTASE VARKENS	0.000				
FYTASE KIPPEN					
TOTALE INHOUD FOSFOR					
TOTALE INHOUD STEKSTOF					

BILJAGE 2: VERHOUDINGSGETALLEN VOOR NIERALENGEHALTES IN GRONDSTOFFEN

BP = beschikbaar fosfor  
 VP = verteerbaar fosfor  
 P = fosfor  
 WVLYS = voor varkens verteerbaar lysine  
 PVLVS = voor pluimvee verteerbaar lysine  
 VMETH = voor varkens verteerbaar methionine  
 PVMETH = voor pluimvee verteerbaar methionine  
 VMETHCY = voor varkens verteerbaar methionine-cystine  
 PVMETHCY = voor pluimvee verteerbaar methionine-cystine  
 THRE = threonine  
 TRYPHO = tryptofaan  
 RE = ruw eiwit

GRONDSTOF	BP:P	VP:P	WVLYS:RE	PVLVS:RE	VMETH:RE	PVMETH:RE	VMETHCY:RE	PVMETHCY:RE	TRE:RE	TRYPHO:RE
1 MAIS	0.440	0.160	0.017	0.018	0.013	0.018	0.031	0.036	0.037	0.009
2 MILO	0.407	0.148	0.000	0.015	0.000	0.014	0.000	0.027	0.034	0.011
3 TARME	0.364	0.303	0.021	0.019	0.014	0.014	0.035	0.032	0.031	0.011
4 GERST	0.364	0.303	0.026	0.024	0.013	0.013	0.034	0.029	0.035	0.013
5 HAVER	0.364	0.242	0.000	0.021	0.000	0.012	0.000	0.028	0.034	0.013
6 ROGGE	0.343	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
7 ERWTEN	0.439	0.439	0.067	0.062	0.008	0.007	0.020	0.016	0.041	0.009
8 LUPINEN	0.306	0.323	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.007
9 VOERBONE	0.413	0.304	0.000	0.055	0.000	0.009	0.000	0.015	0.047	0.011
10 MATSVOER	0.268	0.197	0.030	0.029	0.015	0.015	0.033	0.031	0.041	0.009
11 RYSTVOER	0.308	0.128	0.026	0.031	0.013	0.014	0.026	0.027	0.040	0.010
12 GRIES	0.229	0.202	0.025	0.029	0.011	0.012	0.026	0.029	0.035	0.014
13 AAROV	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14 HBLUM	0.325	0.200	0.000	0.013	0.000	0.022	0.000	0.039	0.035	0.006
15 MGLUMH	0.241	0.195	0.018	0.022	0.014	0.015	0.034	0.033	0.036	0.006
16 BHELAS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.010	0.000
17 RHELAS	1.000	0.857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000
18 BPULP	1.000	0.556	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.008
19 VITMASSE	1.000	0.462	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 DISGRAIN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21 CPULP	1.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22 TAP65	1.000	0.500	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.008

GRONDSTOF	BP:P	VP:P	VVLYS:RE	PVLYS:RE	VWETH:RE	PWETH:RE	VWMECY:RE	PWMECY:RE	TRE:RE	TRYPTO:RE
23 SOYABO	0.358	0.415	0.000	0.055	0.000	0.012	0.000	0.024	0.042	0.013
24 PALMPTT	0.867	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25 LYNZAAD	0.233	0.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26 KOKOSSL	0.439	0.244	0.012	0.011	0.010	0.011	0.021	0.019	0.033	0.007
27 PALMPSL	0.375	0.107	0.018	0.000	0.016	0.000	0.029	0.000	0.033	0.007
28 LYNZSL	0.325	0.100	0.043	0.026	0.000	0.014	0.000	0.027	0.038	0.018
29 KATZSR	0.295	0.248	0.000	0.018	0.000	0.008	0.000	0.018	0.029	0.012
30 RAAPZSR	0.296	0.250	0.000	0.035	0.016	0.015	0.036	0.032	0.043	0.012
31 GRONDNSL	0.367	0.000	0.000	0.026	0.000	0.010	0.000	0.020	0.027	0.010
32 ZONMSR	0.295	0.250	0.027	0.030	0.021	0.022	0.032	0.037	0.041	0.016
33 MATSVSR	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
34 SOYARUL	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35 SESAMSL	0.295	0.000	0.000	0.017	0.000	0.026	0.000	0.044	0.035	0.014
36 SOYA48	0.354	0.431	0.055	0.053	0.012	0.012	0.026	0.024	0.042	0.013
37 SOYA44	0.354	0.431	0.060	0.056	0.013	0.012	0.028	0.024	0.042	0.013
38 OHELK	1.000	0.850	0.080	0.070	0.026	0.022	0.034	0.030	0.046	0.013
39 WETP	1.000	0.848	0.000	0.054	0.000	0.012	0.000	0.030	0.059	0.014
40 VEERMEEL	1.000	0.778	0.012	0.014	0.004	0.005	0.027	0.034	0.049	0.006
41 VDIERM	1.000	0.799	0.052	0.046	0.014	0.012	0.019	0.017	0.037	0.009
42 VISHEEL	1.000	0.800	0.075	0.073	0.027	0.028	0.035	0.036	0.044	0.012
43 DIERVET	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44 LUZM	1.000	0.720	0.028	0.033	0.007	0.011	0.011	0.018	0.044	0.016
45 KRIJT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46 DICALP	1.000	0.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48 SYWLYS	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
49 SYWMEH	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
50 SYNTHRE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
51 SYNTRYP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000