



Publicatie 139
December 1999



Aver Heino



Bosma Zathe



Cranendonck



Zegveld



De Marke



Waiboerhoeve



PR-Centraal

Fosforbehoefte rosé vleeskalveren



Uitgever:

Praktijkonderzoek Rundvee,
Schapen en Paarden (PR)
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoonnr. 0320-29 32 11,
Fax. 0320-24 15 84.
E-mail info@pr.agro.nl
Wekelijks worden tips met E-mail
naar de donateurs gestuurd. Opgave naar het
E-mail adres van het PR.
Internet <http://www.agro.nl/pr/>

Redactie en fotografie:
Sectie Voorlichtingszaken van het PR

Drukker:

Drukkerij Cabri bv
Lelystad

ISSN 1385-0121
Eerste druk 1999 / oplage 4000

Overname is toegestaan, mits van
uitdrukkelijke bronvermelding voorzien

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar
door f 15,- over te maken op
RABO-rekening 11.25.54.989 van het
Praktijkonderzoek PR, Runderweg 6, 8219 PK
Lelystad met vermelding:
Publicatie nr. 139





Publicatie 139
December 1999

Fosforbehoefte rosé vleeskalveren

M. Plomp (PR)
J. Th. Schonewille (FD)
J.J. Heeres- van der Tol (PR)

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Materiaal en methode	4
	2.1 Algemeen	4
	2.2 Huisvesting	4
	2.3 Proefopzet	4
	2.4 Waarnemingen	6
	2.5 Statistische analyse	6
3	Resultaten	8
	3.1 Gezondheid	8
	3.2 Rantsoensamenstelling	8
	3.3 Voeropname en groei per proef	8
	3.4 Voeropname, groei en voederconversie 14 tot 22 weken	8
	3.5 Voeropname, groei en voederconversie 22 tot 34 weken	10
	3.6 Voeropname, groei en voederconversie totale afmestperiode	11
	3.7 Slachtresultaten	12
	3.8 Bloedplasma-, speeksel-, urine- en botparameters	13
4	Discussie	17
	4.1 Verloop onderzoek	17
	4.2 Effect fosforgehalte rantsoen op prestaties kalveren	17
	4.3 Vergelijking proefresultaten met huidige normen	19
	4.4 Advies P-gehalte rantsoen vanaf 14 weken	21
5	Conclusies	23
	Samenvatting	24
	Literatuur	25
	Summary	26
	List of tables and figures	27
	Aantekeningen	28

Inleiding

In de Nederlandse veehouderij speelt het verlagen van het stikstof- en fosfaatoverschot op bedrijfsniveau momenteel een belangrijke rol. In de rosé-vleeskalverhouderij heeft voeding een groot effect op het mineralenoverschot. Door het beperkte aandeel ruwvoer in het rantsoen van rosé vleeskalveren worden veel mineralen via krachtvoer of krachtvoervangers verstrekt. Hier ligt dan ook de belangrijkste mogelijkheid om de aanvoer van mineralen te verminderen en zo het mineralenoverschot te verlagen.

Om op een verantwoorde manier een lager mineralenoverschot te realiseren is het noodzakelijk de mineralenbehoefte van de kalveren te kennen. De afgelopen jaren heeft het PR veel aandacht besteed aan onderzoek naar de eiwitbehoefte van rosé kalveren. Voor eiwit (stikstof)

zijn inmiddels duidelijke rantsoenadviezen opgesteld. Voor fosfor was er tot nu toe onvoldoende bekend. Er werd gebruik gemaakt van de bestaande normering voor vleesvee. Recent Duits onderzoek wijst erop dat deze normering vooral voor de oudere dieren te hoog zou zijn. Om meer inzicht te krijgen in de fosforbehoefte van vleesstieren en rosé vleeskalveren heeft het PR samen met de Faculteit Diergeneeskunde bij beide diersoorten onderzoek uitgevoerd. Deze publicatie beschrijft de resultaten van het onderzoek bij de rosé kalveren. De kalveren kregen rantsoenen met een fosforgehalte tussen 2,5 en 7 g P per kg ds. Doel van dit onderzoek is het vaststellen van de effecten van fosforgehalte in het rantsoen op voeropname, groei, voerbenutting, slachtkwaliteit en fysiologische parameters bij rosé vleeskalveren.

Voeding heeft een groot effect op het mineralenoverschot.



2 Materiaal en methode

2.1 Algemeen

Het onderzoek naar de fosforbehoefte van rosé vleeskalveren is verricht op het Proefbedrijf Vleesvee van de Waiboerhoeve in Lelystad. Het onderzoek omvatte twee proeven die zijn uitgevoerd in de periode juni 1996 tot maart 1997. In beide proeven is gebruik gemaakt van 160 zwartbonte stierkalveren. De meeste dieren zijn als startkalf aangekocht op een leeftijd van 10 weken. In de tweede proef is de helft van de dieren als nuchter kalf aangekocht en op het proefbedrijf opgefokt.

2.2 Huisvesting

De vleeskalverstal op de Waiboerhoeve bestaat uit vier afdelingen met ieder 16 hokken die een afmeting hebben van 3 x 3 meter. De hokken zijn geplaatst in dwarsopstelling en zijn voorzien van een houten roostervloer. In elk hok zijn vijf dieren gehuisvest. De stal is niet geïsoleerd. Ventilatie vindt plaats via windbreekgaas aan weerszijden van de stal en een open nok.

2.3 Proefopzet

Effecten van het fosforgehalte in het rantsoen werden onderzocht in twee leeftijdstrajecten. Het eerste traject omvatte de periode van 14 tot 22 weken leeftijd, het tweede traject de periode van 22 weken tot afleveren op een leeftijd van 34 tot 36 weken. In de eerste proef zijn in beide leeftijdstrajecten drie verschillende fosforgehalten in het rantsoen onderzocht, namelijk 2,5; 4 of 5,5 gram P per kg ds. Dit was een volledig gekruiste blokkenproef, waarbij alle combinaties zijn onderzocht,

behalve de combinatie 2,5 g P per kg ds in periode 1 en 5,5 g P per kg ds in periode 2. De resultaten van deze proef zijn gebruikt bij het vaststellen van de proefopzet van de tweede proef. In proef 2 zijn in periode 1 meer lage fosforgehalten opgenomen om het effect van fosforgehalte nauwkeuriger te kunnen beschrijven. Daarnaast is een extreem hoog niveau gekozen (7 g/kg ds) in periode 2 in combinatie met een extreem laag niveau in periode 1 (2,5 g/kg ds) om na te gaan of er compensatie plaats zou vinden in periode 2 (figuur 1).

Alle proefrantsoenen bestonden op ds-basis uit 70% krachtvoer en 30% snijmais. De rantsoenen werden gemengd en onbeperkt verstrekt. Het fosforgehalte van het rantsoen werd gevarieerd door het gebruik van twee mengvoeders met een verschillend fosforgehalte die in verschillende verhoudingen gevoerd werden.

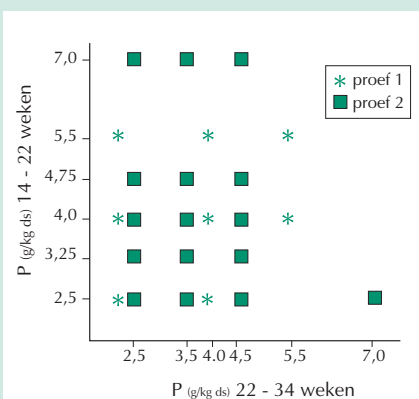
Dieren en indeling

Proef 1 is uitgevoerd met 160 kalveren in de leeftijd van 14 tot 36 weken. De dieren werden verdeeld over een groep zware dieren en een groep lichte dieren die elk in een aparte afdeling werden gehuisvest. Per groep werden de kalveren op basis van lichaamsgewicht gelijkwaardig verdeeld over 16 hokken met ieder vijf dieren. Door loting werden de verschillende proefbehandelingen aan de hokken toegewezen. Er waren acht verschillende behandelingen. Na de indeling van de dieren volgde een gewenningsperiode van twee weken, waarna de proefperiode begon op een leeftijd van 14 weken. De kalveren wogen toen gemiddeld 122 kg. Proef 2 is uitgevoerd met 160 kalveren van 14 tot 34 weken. De indeling gebeurde op dezelfde manier als in proef 1. Er waren 16 verschillende behandelingen. Deze kalveren wogen bij de start van de proef 142 kg.

Voedermiddelen

Zowel in proef 1 als in proef 2 werden twee mengvoeders met een laag en een hoog fosforgehalte gemengd, waardoor elk gewenste fosforgehalte in het rantsoen gerealiseerd kon worden. Als fosforbron is mono-natrium-fosfaat gebruikt. Het natriumgehalte in beide voeders werd gelijk gehouden door in het voer met het lage fosforgehalte mono-natrium-fosfaat te vervangen door natriumbicarbonaat en een kleine hoeveelheid vulmiddel. Het aandeel van alle overige grondstoffen was in beide mengvoeders

Figuur 1 Proefbehandelingen in proef 1 en 2



exact gelijk waardoor er geen verschil was in voederwaarde. In tabel 1 staat de grondstoffen-samenstelling van de mengvoeders. Het calci-umgehalte was voor alle proefbehandelingen gelijk. In het onderzoek hadden alle rantsoenen een vast Ca-gehalte van 10 à 11 g per kg ds. De Ca/P-verhouding varieerde van circa 4,5 tot 2 bij de rantsoenen met een P-gehalte van 2,5 tot 5,5 g/kg ds. In de tweede proef is aan de groepen met 7 g P/kg ds extra krijt verstrekt om een Ca/P-

verhouding van 2 te realiseren.

In de proeven werd snijmaïs van vijf verschillen-de partijen gevoerd. De snijmaïs was van goede, constante kwaliteit. De gemiddelde samenstel-ling en voederwaarde van de snijmaïs is weerge-geven in tabel 2, evenals de minimale en maxi-male waarden per partij. Tijdens de opfok en de gewenningsperiode werd een mengsel gevoerd van 30% snijmaïs en 70% standaard mengvoer (1000 VEVI, 120 DVE en 5 g P per kg).

Tabel 1 Samenstelling mengvoeders

Proef 1	Fosforgehalte		Proef 2	Fosforgehalte	
	laag	hoog		laag	hoog
Voederwaarde (g/kg)¹⁾			Voederwaarde (g/kg)¹⁾		
VEVI	1000	1000	VEVI	1000	1000
DVE	100	100	DVE	100	100
OEB	30	30	OEB	30	30
Grondstoffen (%)			Grondstoffen (%)		
Bietenpulp (suiker 100-150 g/kg)	25,0	25,0	Bietenpulp (suiker <100 g/kg)	20,1	20,1
Bietmelasse	5,0	5,0	Citruspulp	15,0	15,0
Lupinen (rv < 70, re < 335 g/kg)	15,0	15,0	Kokosschilfers (rvet >100g/kg)	1,0	1,0
Maïsmeel	8,9	8,9	Maïsmeel	8,9	8,9
Palmpitschilfers (rc < 220 g)	10,0	10,0	Palmpitschilfers (rc < 220 g/kg)	9,2	9,2
Palmolie	0,3	0,3	Palmolie	1,2	1,2
Sojaschroot (re > 440 g)	2,4	2,4	Rietmelasse	6,0	6,0
Sojaschroot bestendig	5,0	5,0	Sojaschroot (re > 440 g/kg)	9,2	9,2
Sojahullen (rc > 310 g/kg)	15,4	15,4	Sojaschroot bestendig	4,0	4,0
Tarwe	6,5	6,5	Sojahullen (rc > 310 g/kg)	11,3	11,3
Zonnebloemzaadschroot	1,7	1,7	Tarwe	7,7	7,7
Krijt	2,0	2,0	Krijt	1,4	1,4
Ureum	0,6	0,6	Ureum	1,6	1,6
Premix (met Monensin-Na)	0,5	0,5	Premix (met Monensin-Na)	0,5	0,5
Mononatriumfosfaat	-	1,7	Mononatriumfosfaat	-	2,4
Vulmiddel	0,4	-	Vulmiddel	0,7	-
Natriumbicarbonaat	1,3	-	Natriumbicarbonaat	2,2	0,5
Gehalten (g/kg)²⁾			Gehalten (g/kg)²⁾		
Vocht	90	90	Vocht	93	90
Ruw eiwit	189	182	Ruw eiwit	180	181
Ruw vet	37	33	Ruw vet	26	32
Ruwe celstof	134	135	Ruwe celstof	123	118
Ruw as	76	83	Ruw as	84	91
P	2,5	6,2	P	2,4	8,2
Ca	12,9	13,1	Ca	11,9	11,9
Na	5,0	4,8	Na	5,7	6,7
K	12,9	13,1	K	11,8	11,2
Mg	3,3	3,4	Mg	3,5	3,7

¹⁾ Voederwaarde volgens berekening fabrikant op basis van grondstofsamenstelling

²⁾ Gehalten volgens analyse

Tabel 2 Gehalten en voederwaarde snijmaïs (g/kg ds)

	Proef 1			Proef 2		
	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.
Droge stof (%)	35,0	37,1	32,6	33,3	34,2	32,6
Ruw eiwit	70	75	66	78	81	75
Ruwe celstof	177	199	154	194	200	180
Ruw as	49	54	42	54	60	49
Zetmeel	364	292	394	299	292	305
VEVI	983	999	950	949	964	935
DVE	44	47	42	47	49	46
OEB	-32	-30	-35	-30	-28	-32
Ca	2,2	2,4	1,9	2,4	2,6	2,1
P	2,1	2,4	1,8	1,9	1,9	1,8

2.4 Waarnemingen

- De kalveren werden elke vier weken gewogen. Bij de start van de proef, bij het omschakelmoment op een leeftijd van 22 weken en bij afleveren zijn de kalveren op twee achtereenvolgende dagen gewogen.
- De verstrekte hoeveelheid mengvoer en snijmaïs werd dagelijks vastgelegd. Eenmaal per week werden de voerresten verwijderd en gewogen.
- Wekelijks zijn snijmaïs- en mengvoermongsters genomen. Deze zijn per vier weken samengevoegd en geanalyseerd. In mengvoer zijn droge stof, ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, ruw vet en de mineralen Ca, P, Mg, Na en K bepaald. In snijmaïs zijn droge stof, ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, zetmeel (methode Ewers) en de mineralen Ca, P, Mg, Na en K bepaald. In snijmaïs is tevens de in-vitro verteerbaarheid van de organische stof bepaald waarmee het VEVI-, DVE- en OEB-gehalte werd berekend.
- Voorkomende ziektes en behandelingen van dieren werden vastgelegd.
- De slachtgegevens koud geslacht gewicht, beveelsheid en vetbedekking volgens de SEURO-ROP-classificatie zijn vastgelegd.
- De afdeling Voeding van de Faculteit Diergeneeskunde heeft in proef 1 metingen verricht bij de 60 kalveren die een rantsoen kregen met een gelijkblijvend fosforgehalte (2,5; 4 of 5,5 g P/kg ds). Op een leeftijd van 14, 17, 23, 26 en 33 weken zijn bloed-, speeksel- en urinemonsters van deze kalveren genomen. Bloedmonsters werden genomen uit de halsader. Speekselmonsters werden verzameld

met een sponsje dat met een tang enkele minuten in de bek van het kalf werd gehouden. Dit gebeurde 's morgens voor het voeren. Urine werd verzameld in plastic bekken die de kalveren met een elastisch koord kregen omgehangen. Daarnaast zijn onder lokale verdoving bij drie van de vijf kalveren uit een hok botbiopoten genomen, éénmaal uit de linkerheup en éénmaal uit de rechterheup. Dit gebeurde halverwege de proef op een leeftijd van 26 weken en voor afleveren op een leeftijd van 33 weken.

2.5 Statistische analyse

De effecten van P-gehalte in het voer op gewicht, groei, voeropname, voerbenutting en slachtkwaliteit in proef 1 en 2 zijn geanalyseerd via een gecombineerde regressie-analyse met de REML-procedure van het statistisch computerprogramma Genstat 5. Er was geen verschil in variantie tussen beide proeven zodat deze bij de analyse samengevoegd konden worden. De hokgemiddelden van vijf dieren vormden de experimentele eenheid voor de analyse. De regressoren in het model zijn de werkelijk gerealiseerde P-gehalten in het rantsoen die iets af kunnen wijken van de ingestelde waarden. In het statistisch model zijn verschillende significante termen opgenomen waarmee het effect van fosforgehalte op de betreffende parameters wordt beschreven. Het model beschrijft een tweedimensionaal kwadratisch responsoppervlak als volgt:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 P_1 + \beta_2 P_2 + \beta_{1q} P_1^2 + \beta_{2q} P_2^2 + \beta_{12} P_1 P_2 + \beta_{1q2} P_1^2 P_2$$



waarin P1 en P2 de gerealiseerde P-gehalten zijn in respectievelijk periode 1 en 2. De β 's zijn de regressiecoëfficiënten voor respectievelijk het intercept (β_0), de lineaire (β_1, β_2) en de kwadratische (β_{1q}, β_{2q}) effecten en continue interactie-effecten (β_{12}, β_{1q2}).

Significantie van de termen in het model is getoetst met de Wald-test. De opgenomen termen bleken vaak zeer sterk significant. Verder is het model getoetst op "lack-of-fit" om mogelijke afwijkingen van het model op te sporen. Van

lack-of-fit bleek geen sprake te zijn. Dit betekent dat de geschatte afwijkingen van het model niet erg groot zijn, en dat een kwadratisch responsoppervlak een adequate beschrijving geeft van het behandelingseffect.

De resultaten van de metingen in bloed-, urine-, speeksel en botmonsters zijn geanalyseerd via variatieanalyse met Systat (1990). Ook in deze analyse vormden hokgemiddelden de experimentele eenheid.

Bloedmonster uit de halsader.



3 Resultaten

3.1 Gezondheid

Tijdens de eerste proef zijn 13 dieren behandeld tegen luchtwegaandoeningen. In de tweede proef moesten 40 dieren behandeld worden. In beide proeven deden de problemen zich voor in de eerste 10 weken van het onderzoek, bij een leeftijd van 14 tot 24 weken. Eén kalf is behandeld tegen difterie. Vijf kalveren met luchtwegaandoeningen liepen een dermate grote groeiachterstand op dat ze niet zijn meegenomen in de berekening van de resultaten. Drie van de in totaal 320 kalveren zijn voortijdig uitgevallen; één wegens oplopen, één wegens ernstige gewrichtsontsteking en ontsteking van het hartzakje en één wegens onbekende reden. Zieke dieren kwamen voor in alle proefbehandelingen.

3.2 Rantsoensamenstelling

In tabel 3 staat de werkelijk gerealiseerde rantsoensamenstelling in beide proeven. De gebruikte snijmais was van goede, constante kwaliteit (zie tabel 2). De voederwaarde van de rantsoenen in beide proeven was dan ook vrijwel gelijk.

Het gerealiseerde P-gehalte in de rantsoenen kwam goed overeen met de nagestreefde waarden. Gemiddeld over alle proefbehandelingen was het P-gehalte 0,08 gram per kg ds lager dan de ingestelde waarde. Dit is een afwijking van 1,5%. De maximale afwijking t.o.v. de ingestelde waarde was 5%.

Tabel 3 Gerealiseerde gemiddelde voederwaarde rantsoenen (g/kg ds)

	Proef 1	Proef 2
VEVI	1073	1064
DVE	91	92
OEB	14	14

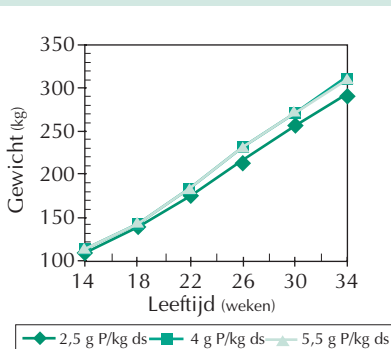
3.3 Voeropname en groei per proef

De kalveren groeiden in proef 1 gemiddeld 1422 gram per dag in de periode van 14 weken tot afleveren. De groei in proef 2 lag in deze periode met 1378 gram per dag iets lager. In beide proeven bleven voeropname en groei van de kalveren met het laagste P-gehalte in het rantsoen (2,5 g P/kg ds) duidelijk achter. In figuur 2 en 3 is dit voor de groei duidelijk te zien. Het effect van P-gehalte op voeropname en gewichtsonwikkeling van de kalveren is in beide proeven vergelijkbaar. De gegevens van beide proeven zijn gezamenlijk geanalyseerd met regressie-analyse.

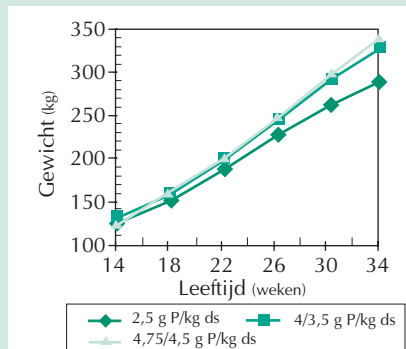
3.4 Voeropname, groei en voederconversie 14 tot 22 weken

Verbanden tussen fosforgehalte van het rantsoen en drogestofopname, groei en voederconversie in periode 1 zijn geanalyseerd. De resultaten hiervan staan in de figuren 4, 5 en 6. Een hoger P-gehalte resulteert in een hogere voeropname

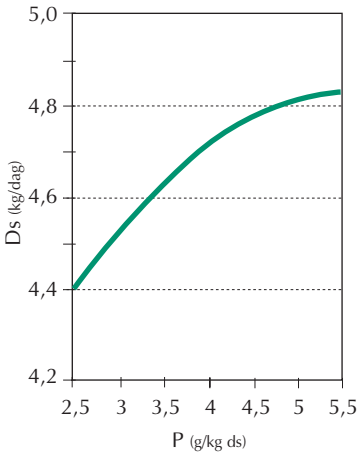
Figuur 2 Gewichtsverloop kalveren in proef 1 bij constant P-gehalte rantsoen



Figuur 3 Gewichtsverloop kalveren in proef 2 bij (vrijwel) constant P-gehalte rantsoen

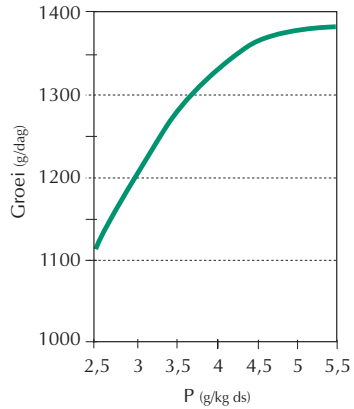


Figuur 4 Invloed van P-gehalte rantsoen op ds-opname van 14 tot 22 weken



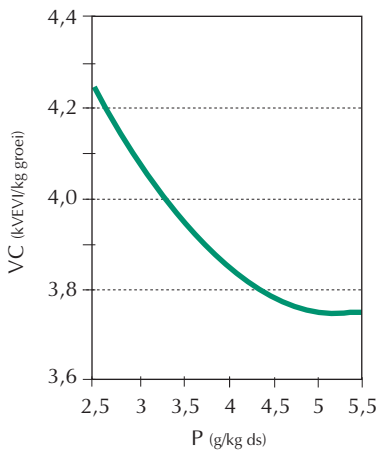
(figuur 4). Het effect van P-gehalte van het rantsoen op de voeropname wordt het best weergegeven via een kwadratisch stijgende lijn. Maximale drogestofopname wordt bereikt bij circa 5 g P per kg ds. Een extreem laag P-gehalte van 2,5 gram per kg ds heeft een duidelijk

Figuur 5 Invloed van P-gehalte rantsoen op groei van 14 tot 22 weken

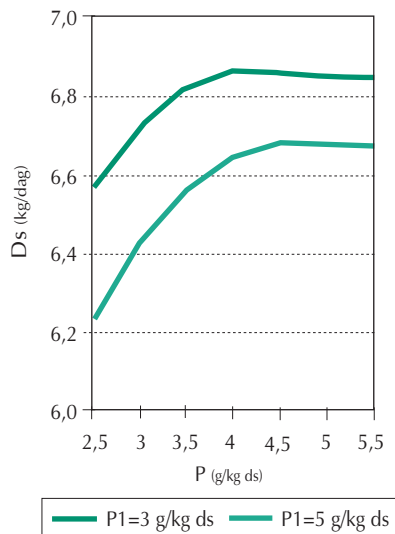


negatief effect op voeropname. Vergeleken met een gehalte van 5 g P per kg ds is de ds-opname van de kalveren 8% lager. Vanaf 5 gram P per kg ds heeft een kleine daling van het fosforgehalte slechts weinig invloed op voeropname. Naarmate de daling van het P-gehalte groter is,

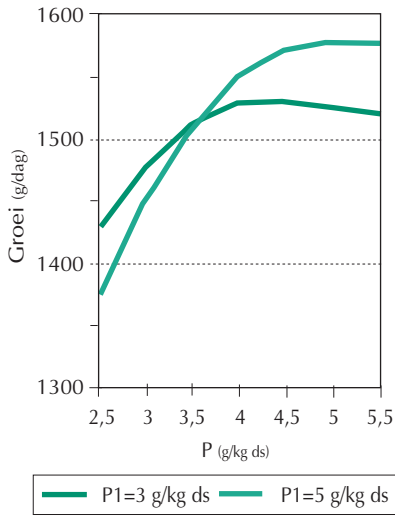
Figuur 6 Invloed van P-gehalte rantsoen op voederconversie van 14 tot 22 weken



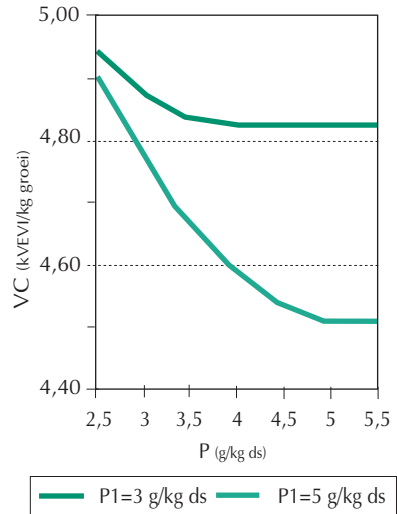
Figuur 7 Invloed van P-gehalte rantsoen op ds-opname van 22 tot 34 weken



Figuur 8 Invloed van P-gehalte rantsoen op groei van 22 tot 34 weken



Figuur 9 Invloed van P-gehalte rantsoen op voederconversie van 22 tot 34 weken



neemt het negatieve effect op voeropname steeds sterker toe. De effecten van fosforgehalte op groei zijn nog groter dan de effecten op voeropname (figuur 5). Een daling van 5 g P per kg ds naar 2,5 g P per kg ds leidt tot een circa 20% lagere groei. Doordat de groei bij een lager fosforgehalte in het rantsoen relatief sterker daalt dan de voeropname, wordt de voederconversie bij lagere fosforgehalten hoger, dus ongunstiger (figuur 6).

Kort samengevat zijn voeropname en groei maximaal vanaf circa 5 g P per kg ds. Boven dit niveau vindt geen verdere stijging plaats.

Ook hebben de kalveren vanaf circa 5 g P per kg ds de beste voerbenutting.

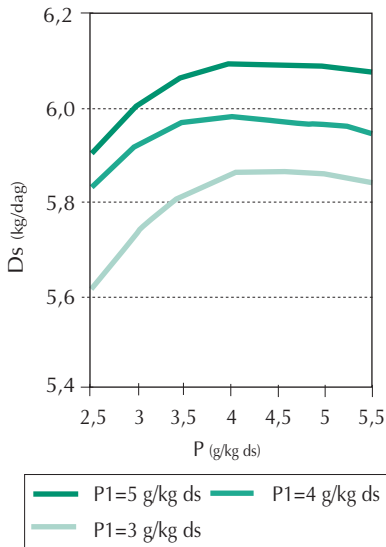
3.5 Voeropname, groei en voederconversie 22 tot 34 weken

Evenals voor periode 1 zijn ook voor periode 2, de leeftijd van 22 tot 34 weken, de verbanden tussen fosforgehalte van het rantsoen en de prestaties van de kalveren met regressie-analyse nader geanalyseerd. In de figuren 7, 8 en 9 staan de resultaten hiervan. De figuren bevatten steeds twee lijnen; de eerste lijn geeft de effecten weer voor kalveren die in periode 1 veel fosfor kregen (5 g/kg ds), de tweede lijn voor kalveren die in periode 1 weinig fosfor kregen (3 g/kg ds). Ook in periode 2 blijkt dat effecten van P-gehalte het best worden beschreven met een kwadratisch stijgende of dalende lijn, vanaf een P-gehalte van 2,5 g/kg ds. Doordat de lijn kwadratische verloopt begint deze na het bereiken van de top weer te dalen of te stijgen. Dit is echter niet in overeenstemming met de werkelijke resultaten. Vanaf een bepaald P-gehalte blijven de resultaten gelijk. Daarom is in de grafieken de lijn horizontaal doorgetrokken. Net als in periode 1 veroorzaakt een hoger P-gehalte ook in periode 2, wanneer de kalveren ouder zijn, een hogere voeropname (figuur 7). De

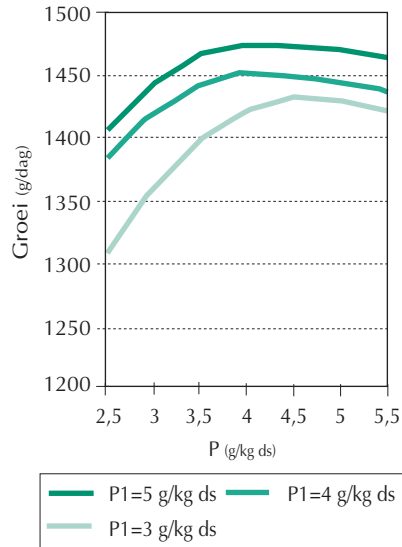
De uiteindelijke groei is afhankelijk van het fosforgehalte in de deeltrajecten.



Figuur 10 Invloed van P-gehalte rantsoen op ds-opname van 14 tot 34 weken



Figuur 11 Invloed van P-gehalte rantsoen op groei van 14 tot 34 weken



hoogste voeropname wordt bereikt vanaf ongeveer 4 g P per kg ds in het rantsoen. De opname van kalveren die een rantsoen krijgen met 2,5 g P per kg ds ligt ruim 4% lager. Verder blijkt dat het niveau van voeropname in periode 2 afhankelijk is van het P-gehalte in het rantsoen in periode 1. Kalveren die in periode 1 een rantsoen krijgen met een laag fosforgehalte (3 g P/kg ds) eten in periode 2 minder dan kalveren die in periode 1 een rantsoen krijgen met een hoog fosforgehalte (5 g P/kg ds). Bij lage fosforgehalten in periode 2 is dit verschil groter dan bij hoge fosforgehalten.

Net als in periode 1 is in periode 2 het effect van fosforgehalte op de groei groter dan het effect op voeropname (figuur 8). Dit effect is echter sterk afhankelijk van het fosforgehalte in periode 1. Kalveren die in periode 1 weinig fosfor krijgen (3 g P/kg ds) kunnen in periode 2 zelfs een hogere groei bereiken dan kalveren die in periode 1 veel fosfor krijgen (5 g P/kg ds). Dit kunnen ze echter uitsluitend wanneer het fosforgehalte in periode 2 voldoende hoog is, minimaal 3,5 g P per kg ds. Kalveren kunnen dus een groeiachterstand die is ontstaan door een laag fosforgehalte in periode 1 (gedeeltelijk) compenseren in periode 2.

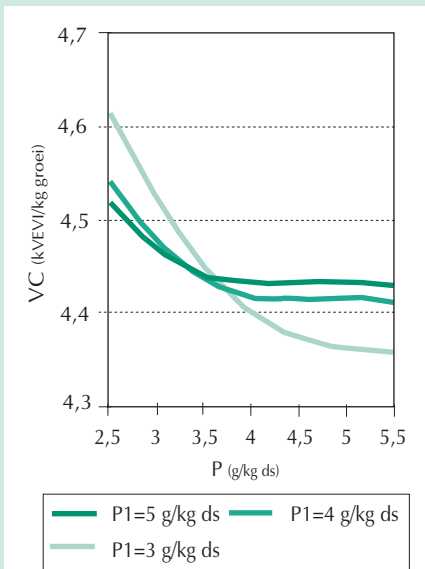
De voederconversie van kalveren die in periode

2 een rantsoen krijgen met een hoog fosforgehalte is gunstiger dan van kalveren die een rantsoen krijgen met weinig fosfor (figuur 9). Net als bij de groei is de grootte van het effect echter sterk afhankelijk van het fosforniveau in periode 1. Kalveren die een groeiachterstand door een laag fosforniveau in periode 1 compenseren gaan daarbij zeer efficiënt met voer om. Ze realiseren een voederconversie van 4,5 kVEVI per kg groei. Kalveren die ook in periode 1 veel fosfor kregen realiseren een voederconversie van 4,8 kVEVI per kg groei, een verschil van 6%.

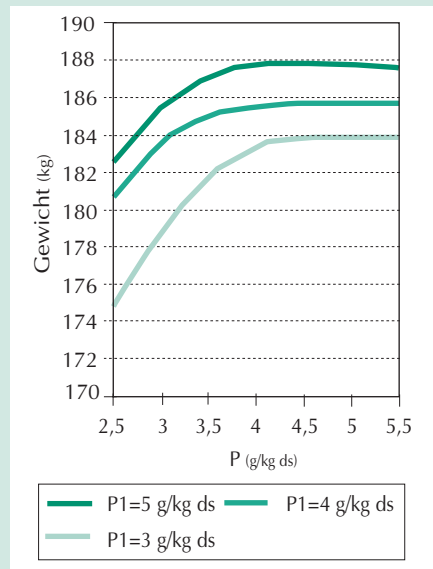
3.6 Voeropname, groei en voederconversie totale afmestperiode

In de twee vorige paragrafen is de relatie beschreven tussen fosforgehalte van het rantsoen en de voeropname en groei van de kalveren in de twee verschillende leeftijdstrajecten. De prestaties van de kalveren in het tweede traject blijken afhankelijk te zijn van het fosforgehalte van het rantsoen in het eerste traject. Dit betekent dat de uiteindelijke resultaten van het totale afmesttraject afhankelijk zijn van de fosforgehalten in de twee deeltrajecten. Ook deze verbanden zijn met regressie-analyse nader bestudeerd, waarbij bleek dat een kwadratische

Figuur 12 Invloed van P-gehalte rantsoen op voederconversie van 14 tot 34 weken



Figuur 13 Invloed van P-gehalte rantsoen op karkasgewicht



lijn de verbanden het beste beschreef (figuur 10, 11 en 12). Om dezelfde reden als in de figuren 7, 8 en 9 zijn de lijnen na het bereiken van het maximum of minimum volgens een horizontale asymptoot doorgetrokken. In figuur 10 is de totale ds-opname uitgezet tegen het fosforgehalte in periode 2. De figuur bevat drie lijnen, voor de kalveren die in periode 1 rantsoenen krijgen met respectievelijk 5, 4 en 3 gram fosfor per kg ds. Kalveren die 3 g fosfor per kg ds krijgen in periode 1, nemen in totaal duidelijk minder voer op dan kalveren die in deze periode 4 of 5 gram fosfor per kg ds krijgen. Een deel van die achterstand kunnen ze echter compenseren wanneer het fosforgehalte in periode 2 voldoende hoog is. Dit blijkt uit het feit dat de maximale opname (circa 5,85 kg ds) pas wordt bereikt bij 4,5 gram fosfor in periode 2, terwijl dat bij de twee andere groepen bij 4 gram gebeurt. De maximale ds opname van deze groepen bedraagt respectievelijk circa 6 en 6,1 kg ds per dag.

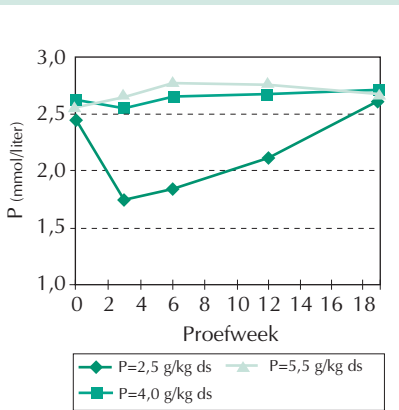
Hetzelfde effect is zichtbaar bij de groei (figuur 11). Kalveren die in periode 1 slechts 3 gram fosfor per kg ds krijgen blijven duidelijk achter vergeleken met de dieren die 4 of 5 gram fosfor per kg ds krijgen. Het verschil wordt echter klei-

ner naarmate het fosforgehalte in periode 2 hoger is. In periode 2 kunnen de kalveren dus groei compenseren mits voldoende fosfor wordt verstrekt. In figuur 12 is te zien dat deze compensatiegroei zeer efficiënt verloopt. De voerbenutting van deze kalveren over de totale periode is uiteindelijk zelfs iets gunstiger dan van kalveren die continu een rantsoen krijgen met een hoger fosforgehalte, mits in periode 2 minimaal 4 g fosfor per kg ds wordt verstrekt. Maximale groei en voeropname over de totale afmestperiode worden bereikt bij een fosforgehalte van 5 g per kg ds in periode 1 en 4 g per kg ds in periode 2.

3.7 Slachresultaten

In beide proeven zijn de kalveren verdeeld in een groep lichte en een groep zware dieren (zie 2.4, proefopzet). De lichte groepen werden twee weken later geslacht dan de zware. In de eerste proef werden de dieren geslacht op een leeftijd van gemiddeld 36 weken. Het gemiddelde karkasgewicht was 181 kg met een aanhoudingspercentage van 55,3%. De beveelsheid was bijna 0⁰ met een vetbedekking van 2⁺. In de tweede proef werden de kalveren geslacht op een leeftijd van gemiddeld 34 weken. Deze

Figuur 14 Verloop P-gehalte bloedplasma



kalveren wogen 182 kg bij een aanhoudingspercentage van 55%. De beveleedheid was bijna een subklasse lager (O⁻) en ook de vetbedekking was lager (ruim 2⁰) dan in de eerste proef.

De effecten van fosforgehalte in het rantsoen op karkasgewicht konden goed beschreven worden met het regressiemodel dat ook voor groei en voeropname is gebruikt (zie 3.4 t/m 3.6). De lijn in figuur 13 verloopt logischerwijze net zo als de lijn voor groei (figuur 11). Kalveren die in periode 1 slechts 3 gram fosfor per kg ds krijgen hebben een duidelijk lager karkasgewicht dan dieren die 4 of 5 gram fosfor per kg ds krijgen. Het verschil wordt echter kleiner naarmate het fosforgehalte in periode 2 hoger is. Dieren die continu weinig fosfor krijgen zijn met 175 kg duidelijk lichter dan dieren die continu 4 à 5 gram fosfor per kg ds krijgen (186 kg).

Voor het beschrijven van verbanden tussen fosforgehalte en beveleedheid, vetbedekking en aanhoudingspercentage kon het model niet goed gebruikt worden. De resultaten waren voor de verschillende proefbehandelingen nauwelijks verschillend. Alleen dieren met een extreem laag fosforgehalte van 2,5 gram per kg ds bleven in de tweede proef achter in beveleedheid en vetbedekking (zie tabel 4). Ook het karkasgewicht van deze dieren was duidelijk lager.

3.8 Bloedplasma-, speeksel-, urine- en botparameters

Bij dieren uit de proefbehandelingen met een constant P-gehalte in het rantsoen zijn op meerdere tijdstippen monsters genomen van bloed, speeksel, urine en bot. Hierin zijn verschillende parameters geanalyseerd. Enkele hiervan staan in tabel 5 en 6.

Bloedplasma

Het Ca-gehalte van het plasma was tijdens het verloop van de proef zeer constant. Er waren geen verschillen tussen de rantsoenen. Bij kalveren die 4,0 of 5,5 g P per kg ds kregen was ook het P-gehalte van het plasma tijdens de proef zeer constant; circa 2,65 mmol per liter (figuur 14). Het P-gehalte in proefweek 0 (uitgangssituatie) was voor alle proefgroepen gelijk. In proefweek 3, 6 en 12 hadden kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds een significant lager P-gehalte in het bloed. In proefweek 20 was er geen verschil meer met de andere twee proefbehandelingen. Vanaf proefweek 3 vertoonde het P-gehalte van het plasma van de groep kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds een stijgende lijn.

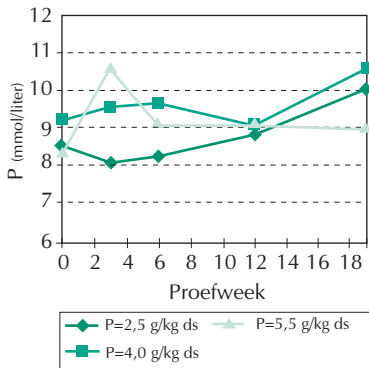
Tabel 4 Slachtresultaten bij (vrijwel) constant fosforgehalte van 14 tot 34 weken

Fosfor (g/kg ds)	Proef 1			Proef 2		
	2,5	4,0	5,5	2,5	4,0/3,5	4,75/4,5
Karkasgewicht (kg)	172	180	185	164	185	188
Aanhouding (%)	55,2	54,9	55,4	55,2	55,4	54,9
Beveleedheid (SEUROP) ¹⁾	1,8	1,9	2,0	1,4	1,8	1,8
Vetbedekking (SEUROP) ²⁾	2,3	2,3	2,6	1,8	2,2	2,3

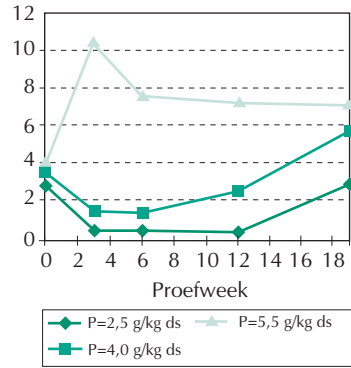
¹⁾ SEUROP-classificatie: 1,66 = O⁻, 2,00 = O⁰

²⁾ SEUROP-classificatie: 2,00 = 2⁰, 2,33 = 2⁺

Figuur 15 Verloop P-gehalte speeksel



Figuur 16 Verloop P-gehalte urine



Speeksel

In proefweek 3 was het P-gehalte in het speeksel van kalveren die het rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds significant lager dan van de andere kalveren. Na deze week waren er geen verschillen meer tussen de proefbehandelingen (figuur 15).

Urine

De pH van de urine werd niet beïnvloed door het P-gehalte van het rantsoen. Het Ca-gehalte was in proefweek 3 en 6 significant hoger bij de proefbehandeling 2,5 g P per kg ds dan bij beide andere proefbehandelingen. Hetzelfde gold voor de verhouding Ca/creatinine, hoewel het ver-

Bloed, urine en speeksel werden ter plekke verwerkt.



Tabel 5 Bloedplasma-, speeksel- en urineparameters

	P-gehalte rantsoen (g/kg ds)	Week					
		Proef:	0	3	6	12	19
		Leeftijd:	14	17	20	26	33
Bloedplasma							
Ca (mmol/liter)	2,5	2,82	3,10	3,15	3,06	2,98	
	4,0	2,82	2,89	2,95	2,89	2,92	
	5,5	2,90	2,87	2,94	2,90	2,93	
P (mmol/liter)	2,5	2,44	1,74 ^{a)}	1,83 ^{a)}	2,10 ^{a)}	2,61	
	4,0	2,60	2,55 ^{b)}	2,64 ^{b)}	2,66 ^{b)}	2,69	
	5,5	2,57	2,65 ^{b)}	2,78 ^{b)}	2,75 ^{b)}	2,70	
Speeksel							
P (mmol/liter)	2,5	8,57	8,08 ^{a)}	8,25	8,83	10,03	
	4,0	9,20	9,55 ^{b)}	9,63	9,04	10,57	
	5,5	8,38	10,63 ^{b)}	9,13	9,05	8,99	
Urine							
Ca (mmol/liter)	2,5	0,55	1,10 ^{a)}	1,69 ^{a)}	0,68	0,71	
	4,0	0,83	0,39 ^{b)}	0,34 ^{b)}	0,35	0,56	
	5,5	0,43	0,27 ^{b)}	0,29 ^{b)}	0,31	0,37	
Ca/creatinine	2,5	0,10	0,17	0,23	0,09 ^{a)}	0,07	
	4,0	0,10	0,05	0,05	0,05 ^{b)}	0,05	
	5,5	0,08	0,04	0,05	0,04 ^{b)}	0,04	
P (mmol/liter)	2,5	2,71	0,30 ^{a)}	0,29 ^{a)}	0,19 ^{a)}	2,85 ^{a)}	
	4,0	3,41	1,34 ^{a)}	1,30 ^{a)}	2,40 ^{b)}	5,61 ^{ab)}	
	5,5	3,99	10,39 ^{b)}	7,57 ^{b)}	7,24 ^{b)}	7,13 ^{b)}	
P/creatinine	2,5	0,42	0,05 ^{a)}	0,04 ^{a)}	0,02 ^{a)}	0,31 ^{a)}	
	4,0	0,52	0,17 ^{a)}	0,19 ^{a)}	0,33 ^{a)}	0,56 ^{ab)}	
	5,5	0,57	1,78 ^{b)}	1,43 ^{b)}	1,03 ^{b)}	0,89 ^{b)}	

Bij verschillende letters (a, b) verschillen de proefbehandelingen statistisch significant van elkaar

schil alleen in proefweek 6 significant was. Het P-gehalte en de P/creatinine verhouding van de urine waren hoger naarmate de kalveren een rantsoen kregen dat meer fosfor bevatte. De verschillen waren significant in proefweek 3, 6 en 12 voor de proefbehandeling met 5,5 g P per kg ds vergeleken met de beide behandelingen met een lager P-gehalte in het rantsoen. Tijdens de laatste meting in proefweek 20 waren de verschillen kleiner en verschilden alleen de proefbehandelingen met 2,5 en 5,5 g P per kg ds nog

wezenlijk van elkaar. De P/creatinine verhouding in de urine van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 of 4 g P per kg ds leek in de loop van de tijd iets te stijgen, terwijl deze verhouding bij kalveren die een rantsoen kregen met 5,5 g P per kg ds juist leek te dalen.

Bot


Het fosforgehalte van het rantsoen had duidelijk invloed op de chemische samenstelling van het bot. Zowel tijdens de eerste als tijdens de twee-

Tabel 6 Botparameters

	P-gehalte rantsoen (g/kg ds)	Week	
		12	19
Ruw as (% in ds)	2,5	55,4 ^{a)}	56,7 ^{a)}
	4,0	59,4 ^{b)}	59,9 ^{b)}
	5,5	59,4 ^{b)}	60,0 ^{b)}
Ca (mmol/g bot)	2,5	5,24 ^{a)}	5,43 ^{a)}
	4,0	5,51 ^{b)}	5,70 ^{b)}
	5,5	5,52 ^{b)}	5,71 ^{b)}
Mg (mmol/g bot)	2,5	0,17 ^{a)}	0,19 ^{a)}
	4,0	0,21 ^{b)}	0,21 ^{b)}
	5,5	0,23 ^{c)}	0,23 ^{b)}
P (mmol/g bot)	2,5	3,05 ^{a)}	3,13 ^{a)}
	4,0	3,28 ^{b)}	3,31 ^{b)}
	5,5	3,30 ^{b)}	3,34 ^{b)}

Bij verschillende letters (a, b) verschillen de proefbehandelingen statistisch significant van elkaar

de meting bevatte bot van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P minder ruw as, Ca, P en Mg dan van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Deze laatste twee proefbehandelingen verschilden onderling niet van elkaar, afgezien van het Mg-gehalte tij-

dens de eerste meting. Bot van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds bevatte gemiddeld over beide metingen 3,6% minder ruw as, bijna 0,3 mmol minder Ca; 0,04 mmol minder Mg en ruim 0,2 mmol minder P dan van kalveren uit beide andere proefbehandelingen. 

4.1 Verloop onderzoek

In de tweede proef zijn vrij veel kalveren (25%) behandeld tegen luchtwegaandoeningen. De problemen deden zich voor in de eerste 10 weken van het onderzoek, in de leeftijd van 14 tot 24 weken. Meestal hebben kalveren van deze leeftijd geen problemen meer met luchtwegaandoeningen. De meeste dieren reageerden goed op de behandeling en herstelden snel. Enkele dieren liepen door hun ziekte echter een dermate grote groei-achterstand op dat de resultaten niet meegenomen zijn bij de verdere verwerking van de proefgegevens. Het voorkomen van luchtwegaandoeningen had geen verband met de ingestelde proefbehandeling; bij alle fosforniveaus kwamen zieke dieren voor. Beenafwijkingen of kreupelheden zijn niet geconstateerd.

De praktische uitvoering van beide proeven is goed verlopen. Het nemen van bloed-, urine-, speeksel- en botmonsters leverde geen problemen op. Er waren geen waarneembare effecten op groei of voeropname van de dieren. De gemiddelde groei en voeropname van de kalveren in beide proeven was goed vergelijkbaar met resultaten zoals die in eerdere proeven met rosé kalveren op de Waiboerhoeve zijn behaald. De afleverleeftijd en het karkasgewicht waren in deze proef iets hoger dan gebruikelijk. Met 34, respectievelijk 36 weken werden de kalveren circa twee weken langer gehouden. De rantsoenen in beide proeven bestond uit 70% mengvoer en 30% snijmaïs op ds-basis. Er is bewust gekozen voor een mengvoer/snijmaïsrantsoen. Mengvoer en snijmaïs zijn namelijk vrij constant van samenstelling. Bovendien kan het fosforgehalte van dit rantsoen eenvoudig gevarieerd worden door twee mengvoerders met een hoog en een laag fosforgehalte in verschillende verhoudingen op te nemen. Naar verwachting zullen de resultaten van het onderzoek ook gelden bij andere gangbare rantsoenen voor rosé kalveren.

Om interacties tussen fosforniveau en rantsoensamenstelling te voorkomen hadden beide mengvoerders exact dezelfde grondstoffenamenstelling. Er werden grondstoffen gekozen die relatief weinig fosfor bevatten, zoals bietenpulp. Het 'hoog-fosfor-krachtvoer' bevatte daarnaast als fosforbron het anorganische mononatrium-fosfaat.

De analyse-uitslagen van snijmaïs en mengvoer kwamen goed overeen met de vooraf ingereken-

de waarden, zodat de gewenste fosforgehalten in de rantsoenen zijn gerealiseerd.

4.2 Effect fosforgehalte rantsoen op prestaties kalveren

Het fosforgehalte van het rantsoen had duidelijk effect op de productieresultaten van de kalveren. Een lager fosforgehalte veroorzaakte een lagere voeropname en groei, en daardoor een lager karkasgewicht. Het regressiemodel dat de responscurve beschrijft geeft aan dat deze daling kwadratisch verloopt. Dit betekent dat naarmate de daling in fosforgehalte groter is, het negatieve effect op voeropname en groei sterk toeneemt. Bij een bepaald fosforgehalte is de groei maximaal. Wanneer het fosforgehalte verder toeneemt, neemt de groei volgens het model weer af. Dit is echter een schijnbaar effect dat wordt veroorzaakt door deze kwadratische functie, en niet overeenkomt met de werkelijke resultaten. In werkelijkheid blijft de groei namelijk op hetzelfde niveau, wanneer het fosforgehalte verder toeneemt. Een dergelijke responscurve komt veel voor in de veehouderij. Verder bleek dat het effect van fosforgehalte op voeropname en groei afhankelijk was van de leeftijd van de kalveren. Kalveren van 14 tot 22 weken bereikten een maximale ds-opname en groei bij een fosforgehalte van minimaal 5 g per kg ds in het rantsoen. Oudere kalveren van 22 tot 34 weken groeiden maximaal vanaf een fosforgehalte van circa 4 g per kg ds. Bij deze oudere kalveren was het effect op voeropname en groei echter afhankelijk van het fosforgehalte in de periode van 14 tot 22 weken. Kalveren die in het begin een groeiachterstand opliepen door een laag fosforgehalte waren als ouder kalf lichter en namen daardoor minder voer op dan kalveren die in het begin voldoende fosfor kregen. Oudere kalveren konden deze groeiachterstand echter deels compenseren wanneer het rantsoen voldoende fosfor (minimaal 3,5 g P/kg ds) bevatte. Ondanks een lagere voeropname was de groei in deze periode hoger dan van kalveren die in de eerste periode voldoende fosfor kregen. Dat betekent dat de voederconversie gunstiger was, 4,5 kVEVI per kg groei vergeleken met 4,8 kVEVI per kg groei voor kalveren die geen compensatiegroei vertoonden. Volledige compensatie kon echter alleen plaatsvinden als de achterstand niet té groot was (minimaal 3,75 g P in periode 1) Over de totale afmetperiode van 14 tot 34

weken, bereikten de kalveren maximale groei en een maximaal karkasgewicht bij een fosforgehalte van 5 g per kg ds in periode 1, en 4 g per kg ds in periode 2. Uitgaande van deze gehalten heeft een kleine verlaging van het fosforgehalte volgens het model echter nauwelijks effect op de prestaties van de kalveren. Een P-gehalte van 4,5 g P per kg ds in periode 1, en een gehalte van 3,5 g P per kg ds in periode 2 is dan ook zeker voldoende. De prestaties van de kalveren worden pas beduidend slechter bij gehalten lager dan 4 g per kg ds in periode 1 in combinatie met een gehalte lager dan 3 g/kg ds in periode 2.

De negatieve effecten van een laag P-gehalte in het rantsoen op voeropname en groei zoals die in het onderzoek werden gevonden, werden bevestigd door de analyses van bloed-, speeksel- en urinemonsters. Bloed en urine van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds bevatte minder P dan van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Vooral tijdens de eerste zes weken van de proef (leeftijd 13 tot 19 weken) hadden de kalveren met de minste fosfor in het rantsoen een duidelijk lager P-gehalte in het bloed. Daarna steeg het P-gehalte van het bloed, en werd het verschil met de kalveren die een rantsoen met 4 of 5,5 g P per kg ds kregen kleiner. Vlak voor afle-

veren was er geen verschil meer tussen de groepen. Ook het P-gehalte van de urine van de kalveren die 2,5 g per kg ds kregen was vlak voor afleveren duidelijk hoger dan in de proefweken daarvoor. Dit wijst erop dat de P-behoefte van de kalveren aan het eind van de afmestperiode lager is dan aan het begin. Daarnaast is de fosforbenutting van kalveren die weinig fosfor kregen waarschijnlijk beter dan van kalveren die een rantsoen kregen met ruim fosfor. Hiermee kan de vrij forse compensatiegroei verklaard worden die mogelijk was in het tweede deel van de afmestperiode. In het begin van de proef (proefweek 3) was de P-concentratie in het speeksel van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds duidelijk lager dan van beide andere groepen. Omdat de fosforvoorziening van de pens vooral via speeksel verloopt zullen de pensmicroben bij kalveren die een rantsoen kregen met slechts 2,5 g P per kg ds een lager P-aanbod hebben. Wanneer het aanbod te laag is zal de pens niet meer goed functioneren waardoor de voeropname zal dalen. In de proef was inderdaad sprake van een lagere voeropname en daarnaast een slechtere voerbenutting bij kalveren die in periode 1 minder dan 5 g P per kg ds kregen. De daling was het sterkst wanneer kalveren slechts 2,5 g P per kg ds kregen. In de tweede helft van de proef steeg

Het fosforgehalte in het rantsoen had duidelijk effect op de productieresultaten.



het P-gehalte van het speeksel van de kalveren met 2,5 g P per kg ds tot het niveau van de kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds.

De samenstelling van het bot van kalveren die een rantsoen kregen met slechts 2,5 g P per kg ds was duidelijk afwijkend van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Het bot bevatte minder ruw as, calcium, magnesium en fosfor. Dit wijst op een verstoorde botopbouw door een tekort aan fosfor in het voer. In tegenstelling tot de samenstelling van bloed en speeksel waren de verschillen ook vlak voor slachten nog aanwezig. Het verschil in botsamenstelling leidde echter niet tot zichtbare problemen met het beenwerk van de kalveren. Wellicht worden rosé kalveren op een te jonge leeftijd geslacht om mogelijke problemen tot uiting te laten komen.

In Duits onderzoek werden vergelijkbare effecten gevonden van fosforgehalte in het rantsoen op de prestaties van vleesstieren (Klosch et al., 1993). Zwartbonte stieren kregen vanaf een gewicht van 195 kg een rantsoen dat bestond uit krachtvoer en stro met 2, 3 of 4 g P/kg ds. Bij een rantsoen met 2 g fosfor per kg ds namen de stieren duidelijk minder voer op en groeiden ze langzamer dan bij de rantsoenen met 3 of 4 g fosfor per kg ds. Ook in deze proef werd compensatiegroei vastgesteld. Stieren die tijdens de eerste 252 dagen 2 g P/kg ds kregen realiseerden in de volgende 84 dagen bij een fosforgehalte van 3 of 4 g P/kg ds een duidelijk hogere groei dan stieren die in de eerste 252 dagen 3 of 4 g P per kg ds kregen.

Onderzoek van het Praktijkonderzoek Veehouderij (Plomp et al., 1999) toonde geen verschillen aan tussen vleesstieren die een rantsoen kregen met 2,5; 3 of 4 g P per kg ds. Dit onderzoek werd uitgevoerd met Piemontese x zwartbonte stieren van 240-640 kg lichaamsgewicht. Zowel het Duitse als het Nederlandse onderzoek geeft aan dat de fosforbehoefte van vleesstieren vanaf circa 200 kg lager is dan van de rosé kalveren zoals die in dit onderzoek is vastgesteld. Dit geldt vooral voor de jonge kalveren van 14 tot 22 weken.

In het Duitse onderzoek van Klosch is ook verteringsonderzoek uitgevoerd met vijf dieren in een balansproef. Na 12 weken voeren van een P-arm rantsoen (2,5 g P per kg ds) nam de rc-verteerbaarheid af. Hieruit werd geconcludeerd dat het P-aanbod voor de pensmicroben moge-

lijk te laag is wanneer het rantsoen 2,5 g P per kg ds of minder bevat.

4.3 Vergelijking proefresultaten met huidige normen

Fosfor is een belangrijke bouwstof voor botten. Ongeveer 80% van al het fosfor in een rund bevindt zich in de botten. Daarnaast speelt fosfor een rol bij de energiestofwisseling en de vorming van eiwit. Groeiende dieren hebben daarom veel fosfor nodig. Absorptie van fosfor vindt plaats in de dunne darm. Deze absorptie is afhankelijk van verschillende factoren. De belangrijkste zijn leeftijd van het dier, fosforgehalte in het rantsoen en het soort voer (Van Vliet, 1993). Bij oudere dieren verloopt de absorptie minder efficiënt dan bij jongere dieren. Daarnaast neemt de absorptie af naarmate het fosfor- en calciumgehalte van het rantsoen hoger zijn. Er worden dan onoplosbare calciumfosfaatcomplexen gevormd die niet worden geabsorbeerd. De ideale Ca/P-verhouding van een rantsoen voor vleesvee ligt volgens de Nederlandse richtlijnen tussen 1 en 2. Deze verhouding is echter niet zo belangrijk wanneer fosfor volgens de norm gevoerd wordt. Wanneer het rantsoen veel fosfor (> 4 g P/kg ds) bevat, kunnen er echter urinestenen ontstaan. Via een ruime Ca/P-verhouding (minstens 2) kan dit voorkómen worden (Van Vliet, 1993). De overmaat aan fosfor bindt zich aan Ca en wordt met de mest uitgescheiden. In het onderzoek hadden de rantsoenen een Ca/P-verhouding tussen 2 en 4,5. Problemen met urinestenen deden zich niet voor. Wel was het P-gehalte van de urine van kalveren die een rantsoen kregen met veel fosfor (5,5 g P/kg ds) duidelijk hoger dan van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds.

De normen voor fosforbehoefte van groeiend rundvee zijn opgebouwd uit twee delen; een deel voor onderhoud en een deel voor groei van het dier. De Nederlandse normen (NRLO, 1990) zijn gedeeltelijk gebaseerd op buitenlandse gegevens. Er bestaat echter nogal wat verschil tussen de fosfornormen in diverse landen. De Amerikaanse en Britse normen voor zwaardere dieren (>400 kg) liggen duidelijk lager dan de Nederlandse. De Franse en Duitse normen komen vrijwel overeen met de Nederlandse. In de berekeningen van de Nederlandse normen wordt de onderhoudsbehoefte gekoppeld aan

lichaamsgewicht van het dier. Onderzoek bij schapen en geiten (Field et al., 1985, Pfeffer, 1989) geeft echter aan dat de onvermijdelijke P-verliezen via de mest eerder afhankelijk zijn van de ds-opname dan van het lichaamsgewicht. Uit Duits onderzoek blijkt dat dit ook geldt voor melkvee en vleesvee (Spiekers, 1993). In Duitsland zijn daarom recent de fosfornormen voor rundvee aangepast, waarbij de fosforbehoefte voor onderhoud afhankelijk is gesteld van de ds-opname, i.p.v. het lichaamsgewicht. Voor vleesvee zou een dergelijke aanpassing betekenen dat de P-norm vooral voor oudere dieren lager wordt doordat deze dieren relatief een lagere ds-opname hebben dan jongere dieren. Deze herziene Duitse normen liggen in de buurt van de Amerikaanse. De behoefte voor groei is in de meeste landen constant. Deze bedraagt netto circa 7,5 g P per kg groei. Grotere verschillen bestaan er in de gehanteerde absorptiepercentages. Dit leidt tot relatief grote verschillen tussen landen in de bruto fosforbehoefte voor vleesvee.

De bruto P-behoefte voor groeiende dieren volgens de Nederlandse norm (CVB) is als volgt:

Onderhoudsbehoefte (g P/dag):

$0,04 * \text{lichaamsgewicht (kg)}$

Behoefte voor groei (g P/dag):

$12 * \text{groei (kg/dag)}$

Bij het berekenen van de behoeftenorm voor fosfor zijn vooral groei, lichaamsgewicht en voeropname van belang. Daarnaast spelen ook factoren als rantsoensamenstelling en ras een rol. Herkauwers kunnen geabsorbeerd fosfor via het speeksel weer uitscheiden in het maagdarmkanaal. In de pens is dit speeksel-P een belangrijke bron voor microbiële eiwitgroei. Een deel van het speeksel-P komt uiteindelijk in de mest

terecht en wordt beschouwd als onvermijdbaar P-verlies. Het totaal onvermijdbaar P-verlies wordt gelijkgesteld aan de netto-onderhoudsbehoefte. Bij structuurrijke rantsoenen zal de herkauwactiviteit, en daarmee ook de speekselproductie, groter zijn dan bij structuurarme rantsoenen.

Daarnaast kan rantsoensamenstelling een rol spelen via een mogelijk verschil in absorptie van P uit verschillende rantsoenc componenten. In de Nederlandse normering wordt bij herkauwers vooralsnog uitgegaan van een gelijk absorptie% van fosfor voor alle voedermiddelen. Exacte effecten van rantsoen op fosforbehoefte zijn echter niet bekend. Mede daarom zal bij het bepalen van het gewenste fosforgehalte in het rantsoen altijd een veiligheidsmarge ingebouwd moeten worden.

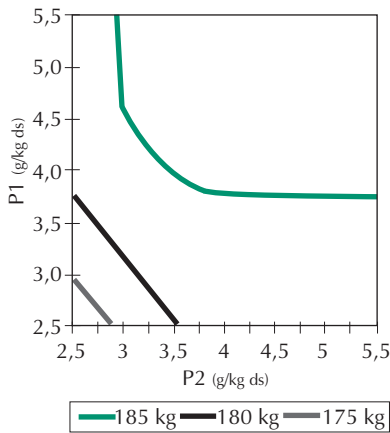
Voor rosé vleeskalveren is bij verschillende gewichten berekend wat de normbehoefte aan P is volgens de huidige Nederlandse richtlijnen (tabel 7). Hierbij is uitgegaan van gemiddelde cijfers voor groei en ds-opname zoals die in verschillende proeven op de Waiboerhoeve zijn gerealiseerd.

Uit de tabel blijkt dat de normbehoefte aan fosfor vrij snel daalt naarmate de kalveren ouder worden. Volgens de onderzoeksresultaten was in de periode van 14 tot 22 weken de groei maximaal bij een gehalte van circa 5 g fosfor per kg ds. Dit komt goed overeen met de norm die een gehalte van 4,9 g P aangeeft op een leeftijd van 14 weken. In de periode van 22 tot 34 weken leeftijd was de groei maximaal bij een gehalte van 4 g P per kg ds. De norm voor kalveren van 22 weken bedraagt ongeveer 4,5 g P/kg ds. Kalveren vanaf 22 weken hebben dus minder fosfor nodig dan de norm aangeeft.

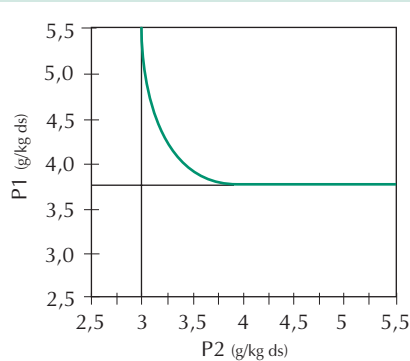
Tabel 7 Nederlandse P-normen voor rosé kalveren

Leeftijd (wk)	Gew (kg)	Groei (g/dag)	Ds (kg/dag)	P_norm (g/kg ds)
10	100	1000	3,0	5,3
14	128	1200	4,0	4,9
22	201	1500	5,8	4,5
34	324	1300	7,6	3,8

Figuur 17 Karkasgewichten bij verschillende P-gehalten in periode 1 en 2



Figuur 18 Karkasgewicht van 185 kg bij verschillende P-gehalten in periode 1 en 2

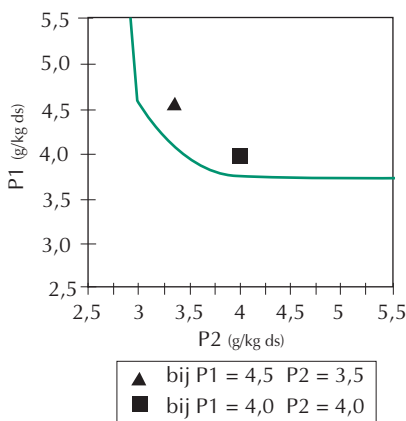


4.4 Advies P-gehalte rantsoen vanaf 14 weken

Rosé vleeskalveren moeten op een leeftijd van circa 32 weken slachtrijp zijn. Hiervoor is een hoge groei noodzakelijk. Deze kan alleen gerealiseerd worden met een optimaal rantsoen. Op basis van eerder onderzoek hanteert het PR de volgende uitgangspunten voor de rantsoensamenstelling: minimaal 45% ds, 1080 VEVI/kg ds, 115 en 80 DVE/kg ds in respectievelijk de opfok- en afmestperiode en minimaal -10 OEB per kg ds.

Met de resultaten van het fosforonderzoek kan nu ook een advies voor het fosforgehalte van het rantsoen worden gegeven. Uitgangspunt bij dit advies is het realiseren van maximale groei. Uit de literatuur en uit de resultaten van het onderzoek is gebleken dat de P-behoefte van vleeskalveren niet constant is. Naarmate de dieren ouder worden hebben ze per kg ds minder fosfor nodig. Daarnaast bleek dat kalveren een groeiachterstand door een tekort aan fosfor (gedeeltelijk) kunnen compenseren wanneer op oudere leeftijd voldoende fosfor aangeboden wordt. Kalveren kunnen dus met rantsoenen met verschillende P-gehalten maximale groei bereiken. In figuur 17 is dit te zien. Als graadmeter voor groei is gekozen voor het behaalde karkasgewicht. De figuur geeft weer welk karkasgewicht volgens het regressiemodel wordt gerealiseerd bij verschillende P-gehalten in het rantsoen. Op de x-as is het P-gehalte in periode 2 (22-34 weken) uitgezet, en op de y-as het gehalte in periode 1 (14-22 weken). In de figuur zijn drie lijnen getekend die een karkasgewicht weergeven van respectievelijk 185, 180 en 175 kg. Het maximale karkasgewicht dat in het onderzoek werd gerealiseerd lag volgens het model tussen 185 en 188 kg. De bovenste lijn in de figuur komt overeen met een gewicht van 185 kg. Links onder deze lijn, bij lagere fosforgehalten, neemt het karkasgewicht steeds verder af. De onderste lijn geeft een karkasgewicht van 175 kg weer.

Figuur 19 Mogelijke rantsoenen met verschillende P-gehalten in periode 1 en 2



Tabel 8 Voerstrategieën fosfor (g/kg ds)

Strategie	Leeftijd (weken)	
	14-22	22-34
Constant	4,0	4,0
Hoog-Laag	4,5	3,5

Het gewenste fosforgehalte van het rantsoen is te vinden op of iets boven de lijn die hoort bij een karkasgewicht van 185 kg (figuur 18). Uit deze figuur blijkt dat een fosforgehalte lager dan 3,75 g/kg ds in periode 1 nooit een karkasgewicht hoger dan 185 kg oplevert. Hetzelfde geldt voor een gehalte lager dan 3 g P/kg ds in periode 2. In figuur 19 zijn twee rantsoenen gemarkeerd waarmee het maximale karkasgewicht bereikt kan worden. Het vierkante blokje vertegenwoordigt een rantsoen met een constant P-gehalte van 4 g P/kg ds. Bij dit rantsoen wordt een iets lagere groei in periode 1 geaccepteerd, die in periode 2 weer wordt gecompenseerd. Omdat de kalveren in het tweede deel van de afmestperiode een hogere ds-opname en een lagere fosforbehoefte hebben is het voor het minimaliseren van de totale P-opname aantrekkelijker om te kiezen voor een rantsoen dat in het tweede deel van de afmestperiode een zo laag mogelijk P-gehalte heeft. In het eerste deel van de afmestperiode is het fosforgehalte dan hoger. Het driehoekje in figuur 19 representeert zo'n rantsoen. In tabel 8 zijn deze twee rantsoenen verder uitgewerkt.

Effecten voor MINAS

Met de rantsoenen uit tabel 8 zijn enkele berekeningen gemaakt om de gevolgen voor de mineralenbalans van een bedrijf te beoordelen. Drie verschillende rantsoenen zijn met elkaar vergeleken (tabel 9). Rantsoen 1 is het basisrantsoen, bestaande uit krachtvoer en snijmaïs, zoals dat veelal wordt/werd gevoerd in de praktijk. Het bevat 5 g P per kg ds. Bij rantsoen 2 zijn het eiwit- en fosforgehalte van het krachtvoer verlaagd. Het rantsoen bevat 4 g fosfor per kg ds. In

Tabel 9 P-overschot per gemiddeld aanwezig kalf

Rantsoen	1	2	3
P (g/kg ds)	5	4	4,5/3,5
Overschot (kg P ₂ O ₅)	9,6	7,0	6,7
Daling (%)	---	27	30

rantsoen 3 wordt het P-gehalte vanaf 22 weken verlaagd van 4,5 tot 3,5 g P per kg ds. In de tabel is voor de drie rantsoenen het fosfaatoverschot per gemiddeld aanwezig kalf weergegeven. Vergeleken met rantsoen 1 levert rantsoen 2 een besparing op het P-overschot van 27%. Met rantsoen 3 wordt met 30% een nog grotere verlaging bereikt van het fosfaatoverschot.

Praktische mogelijkheden

Mengvoer voeren met een lager fosforgehalte is een eenvoudige maatregel om de fosfaataanvoer te verlagen. Uitgaande van een krachtvoer/snijmaïs rantsoen in een verhouding van 70 % mengvoer en 30 % snijmaïs op ds-basis, is een gehalte van 4,5 à 5 g P per kg mengvoer voldoende voor kalveren vanaf 14 weken. Voor kalveren vanaf 22 weken is dit 4 à 4,5 g P per kg. Veel mengvoerfabrikanten hebben het fosforgehalte van hun voeders al verlaagd. Deze verlaging hoeft geen gevolgen te hebben voor de prijs van het mengvoer, zeker niet als naast een lager P-gehalte gekozen wordt voor een niet al te hoog eiwitgehalte.

Veel vleesveehouders nemen bijproducten op in het rantsoen. Verlagen van de voerkosten is hiervoor de belangrijkste reden. Het fosforgehalte van verschillende soorten bijproducten kan echter flink verschillen. Het is belangrijk hiermee rekening te houden bij de rantsoensamenstelling. Zo bevatten aardappelbijproducten en perspulp bijvoorbeeld weinig fosfor, terwijl maïsgluten een hoog fosforgehalte heeft. Het is echter goed mogelijk om met verschillende soorten bijproducten een prima rantsoen samen te stellen dat voldoet aan nutritionele eisen voor energie-, eiwit- en fosforgehalte.



- Een lager fosforgehalte in het rantsoen veroorzaakte, vanaf een bepaald niveau, een lagere voeropname, groei en karkasgewicht. Naarmate de daling in fosforgehalte groter was nam het negatieve effect op de productieresultaten toe.
- Het fosforgehalte waarbij voeropname en groei maximaal waren was afhankelijk van de leeftijd van de kalveren. Kalveren realiseerden maximale ds-opname en groei bij een fosforgehalte van minimaal 5 g P per kg ds in de periode van 14 tot 22 weken en bij minimaal 4 g per kg ds in de periode van 22 tot 34 weken. Een kleine verlaging van het fosforgehalte had echter nauwelijks effect op de prestaties van de kalveren. Pas bij een gehalte lager dan 4 g P/kg ds in de periode van 14 tot 22 weken in combinatie met een gehalte lager dan 3 g P/kg ds in de periode van 22 tot 34 weken werden de prestaties beduidend slechter.
- Oudere kalveren konden een groeiachterstand, die zij eerder hadden opgelopen door te weinig fosfor in het rantsoen, (gedeeltelijk) compenseren. Dit ging gepaard met een gunstiger voederconversie. Het rantsoen moest daarvoor wel minimaal 3,5 g P per kg ds bevatten. Volledige compensatie kon alleen plaatsvinden wanneer de achterstand niet té groot was. Hiervoor was een gehalte van minimaal 3,75 g P per kg ds in de periode van 14 tot 22 weken nodig.
- Bloed en urine van kalveren, die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds, bevatte minder fosfor dan van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Ook de botsamenstelling was afwijkend.
- Vergeleken met de resultaten van dit onderzoek zijn de Nederlandse fosfornormen vooral voor kalveren die ouder zijn dan circa 20 weken hoger dan nodig.
- Er zijn verschillende voerstrategieën mogelijk om maximale groei van de kalveren te bereiken. Met een strategie waarbij het fosforgehalte van het rantsoen lager wordt, naarmate de kalveren ouder worden, kan een grotere verlaging van het fosfaatoverschot bereikt worden dan met een strategie waarbij het fosforgehalte constant is.
- Voor rosé kalveren vanaf 14 weken wordt een rantsoen geadviseerd met 4 g P per kg ds óf een rantsoen dat van 14 tot 22 weken 4,5 g P bevat en daarna 3,5 g P per kg ds. Met deze rantsoenen is een vermindering van het fosfaatoverschot met 25 tot 30% haalbaar, vergeleken met een gangbaar rantsoen dat tijdens de gehele afmestperiode 5 g P per kg ds bevat.

Kalveren doen het goed op een rantsoen met een lager fosforgehalte.



Samenvatting

In de periode van juni 1996 tot maart 1997 is op het Proefbedrijf Vleesvee van de Waiboerhoeve te Lelystad onderzoek uitgevoerd naar de fosforbehoefte van rosé vleeskalveren. Het onderzoek bestond uit twee verschillende proeven met ieder 160 zwartbonte stierkalveren in de leeftijd van 14 tot 34 weken.

Het fosforgehalte in het rantsoen varieerde van 2,5 tot 7 g P per kg ds, waarbij de proefperiode was onderverdeeld in twee perioden; van 14 tot 22 weken leeftijd en van 22 tot 34 weken leeftijd. Het rantsoen bestond uit een mengsel van 30% snijmaïs en 70% mengvoer. Het fosforgehalte van het rantsoen werd gevarieerd door gebruik te maken van twee mengvoeders met een verschillend fosforgehalte en deze in verschillende verhoudingen te voeren. Het fosforgehalte werd verhoogd door het toevoegen van mononatriumfosfaat.

Het fosforgehalte van het rantsoen had duidelijke gevolgen voor de productieresultaten van de kalveren. Vanaf een bepaald niveau had een daling van het fosforgehalte een lagere voeropname en groei tot gevolg. Daardoor was het karkasgewicht ook lager. De daling in productieresultaten was kwadratisch; naarmate het fosforgehalte verder afnam, werd het negatieve effect op voeropname en groei groter.

Het fosforgehalte waarbij voeropname en groei maximaal waren was afhankelijk van de leeftijd van de kalveren. In de periode van 14 tot 22 weken realiseerden kalveren maximale ds-opname en groei bij een fosforgehalte van minimaal 5 g P per kg ds, in de periode van 22 tot 34 weken bij minimaal 4 g per kg ds. Een kleine verlaging van het fosforgehalte had echter nauwelijks effect op de prestaties van de kalveren. Pas bij minder dan circa 4 g P per kg ds in periode 1 gecombineerd met minder dan 3 g P per kg ds in periode 2 werden de resultaten duidelijk slechter.

Bij kalveren die in de voorgaande periode een groeiachterstand opliepen door een fosfortekort in het rantsoen trad in de tweede periode com-

pensatiegroei op. Volledige compensatie van de achterstand was echter alleen mogelijk wanneer de achterstand niet té groot was (minimaal 3,75 g P per kg ds in periode 1). Deze compensatiegroei ging gepaard met een gunstiger voederconversie. Het rantsoen moest daarvoor wel minimaal 3,5 g P per kg ds bevatten.

De analyses van bloed-, speeksel- en urinemonsters bevestigden de negatieve effecten van een laag P-gehalte in het rantsoen op voeropname en groei zoals die in het onderzoek werden gevonden. Bloed en urine van kalveren die een rantsoen kregen met 2,5 g P per kg ds bevatte minder P dan van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Ook de samenstelling van het bot van kalveren die een rantsoen kregen met slechts 2,5 g P per kg ds was duidelijk afwijkend van kalveren die een rantsoen kregen met 4 of 5,5 g P per kg ds. Het bot bevatte minder ruw as, calcium, magnesium en fosfor. Dit wijst op een verstoorde botopbouw door een tekort aan fosfor in het voer. Het verschil in botsamenstelling leidde echter niet tot zichtbare problemen met het beenwerk van de kalveren.

In Nederland worden de bestaande fosfornormen voor groeiende dieren ook gebruikt voor rosé vleeskalveren. Vergeleken met de resultaten van dit onderzoek lijken deze normen vooral voor de oudere kalveren vanaf 20 weken aan de hoge kant. Op basis van de onderzoeksresultaten wordt voor rosé kalveren een P-gehalte in het rantsoen geadviseerd van 4 gram per kg ds over de totale afmestperiode, of een rantsoen met 4,5 g P per kg ds in de leeftijd van 14 tot 22 weken en 3,5 g P per kg ds vanaf 22 weken. Met deze rantsoenen kan het fosfaatoverschot op bedrijven met 25 tot 30% verminderen, vergeleken met een gangbaar rantsoen dat tijdens de gehele afmestperiode 5 g P per kg ds bevat. Het fosfaatoverschot vermindert het sterkst bij een strategie waarbij het fosforgehalte in het rantsoen daalt naarmate de kalveren ouder worden.



Literatuur

Brodison, J.A., 1989. Journal of Agricultural Science 122, 303-311.

Field, A.C., J.A. Woolliams, R.A. Dingwall, 1985. The effect of dietary intake of calcium and dry matter on absorption and excretion of Ca en P. Journal of Agricultural Science 105, 237-243.

Klosch, M et al., 1993. Einfluss unterschiedlicher Phosphorversorgung auf Futterraufnahme, Verdaulichkeit und Lebendmasseentwicklung bei Jungmastbullen. Mengen- und Spurenelemente, 13. Arbeitstagung, 9 und 10 Dezember 1993, pp 430-437.

NRLO, 1990. Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Commissie Onderzoek Minerale Voeding, NRLO, 's-Gravenhage.

Pfeffer, E., 1989. Phosphorous requirements in goats. Proc. International Meeting on mineral Nutrition and Mineral Requirements, september 1989, Kyoto, Japan, pp 42-46.

Plomp, M. et al., 1999. Verlaging fosforgehalte in rantsoen vleesstieren. Publicatie 137. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Spiekers, H. et al., 1993. Influence of dry matter intake on faecal phosphorus losses in dairy cows fed rations low in phosphorus. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 69, 29-36.

Vliet, J. van, 1993. De behoefte aan calcium en fosfor van groeiend rundvee. RSP-bulletin 3-93, IKC-RSP.



Summary

Research on the phosphorus requirements of pink veal calves was carried out on the Waiboerhoeve beef cattle farm in Lelystad from June 1996 to March 1997. There were two experiments, each involving 160 Friesian bull calves aged 14 to 34 weeks.

The phosphorus content in the ration varied from 2.5 to 7 g P per kg DM and the trial period was subdivided into two periods: from 14 to 22 weeks of age and from 22 to 34 weeks of age. The ration consisted of a mixture of 30 % silage maize and 70 % compound feed. The phosphorus content of the ration was varied by using two compound feeds with different phosphorus contents, and feeding these in different proportions. The phosphorus content was raised by the addition of monosodium phosphate.

The phosphorus content of the ration had a clear impact on the calves' production results. Reducing the phosphorus contents below a certain threshold resulted in reduced feed intake and growth and in a lower carcass weight. The fall in production results was quadratic: the smaller the phosphorus content, the greater the negative effect on feed intake and growth.

The phosphorus content at which feed intake and growth were maximum depended on calf age. In the period from 14 to 22 weeks calves achieved maximum DM intake and growth at a minimum phosphorus content of 5 g P per kg DM and in the period from 22 to 34 weeks they did so at a minimum phosphorus content of 4 g per kg DM. A slight reduction in the phosphorus content had little effect on calf performance, however. Only at less than circa 4 g P per kg DM in period 1 combined with less than 3 g P per kg DM in period 2 were the results clearly worse.

Calves whose growth had been retarded in the preceding period because of a deficiency of

phosphorus in their feed showed compensatory growth in the second period. Full compensation for the arrears was only possible if the arrears were not too large (a minimum of 3.75 g P per kg DM in period 1). This compensatory growth was accompanied by more favourable feed conversion. For this the ration had to contain a minimum of 3.5 g P per kg DM.

Analyses of blood, saliva and urine samples confirmed the adverse effect of a low P content in the ration on feed intake and growth, as found in the study. The blood and urine of calves given rations containing 2.5 kg P per kg DM contained less P than blood and urine of calves fed rations containing 4 or 5.5 g P per kg DM. There was also a clear difference in calves' bone composition: bone from calves fed a ration with only 2.5 g P per kg DM contained less crude ash, calcium, magnesium and phosphorus than the bone from calves fed rations containing 4 or 5.5 g P per kg DM. This indicates that bone build-up was disrupted by a phosphorus deficiency in the feed. The difference in bone composition did not result in visible problems in the calves' limbs, however.

In the Netherlands the existing phosphorus norms for growing animals are applied to pink calves too. Compared with the results of the present study, these norms appear to be somewhat high for calves older than 20 weeks. On the basis of the results of this research a P content of 4 g P per kg DM is advised for the rations during the entire finishing period, or a ration containing 4.5 g P per kg DM for calves aged 14 to 22 weeks and 3.5 g P per kg DM thereafter. Applying these rations will reduce the phosphate surplus on farms by 25 to 30% by comparison with feeding with a ration that contains 5 g P per kg DM the throughout the finishing period. The greatest reduction in the phosphate surplus will be achieved by reducing the phosphate ration as the calves become older.



List of tables and figures

Table 1	Composition of mixed feeds	Figure 6	Influence of P content of ration on feed conversion from 14 to 22 weeks	●
Table 2	Content and nutritional value of silage maize (g/kg DM)	Figure 7	Influence of P content of ration on DM intake from 22 to 34 weeks	●
Table 3	Mean nutritional value of rations achieved (g/kg DM)	Figure 8	Influence of P content of ration on growth from 22 to 34 weeks	●
Table 4	Slaughter results at constant or near-constant phosphorus contents from 14 to 34 weeks	Figure 9	Influence of P content of ration on feed conversion from 22 to 34 weeks	●
Table 5	Blood plasma, saliva and urine parameters	Figure 10	Influence of P content of ration on DM intake from 14 to 34 weeks	●
Table 6	Bone parameters	Figure 11	Influence of P content of ration on growth from 14 to 34 weeks	●
Table 7	Dutch P norms for pink calves	Figure 12	Influence of P content of ration on feed conversion from 14 to 34 weeks	●
Table 8	Strategies for feeding with phosphorus (g/kg DM)	Figure 13	Influence of P content of ration on carcass weight	●
Table 9	The P surpluses resulting from three rations, for an average calf	Figure 14	Trend in P content of blood plasma	●
Figures		Figure 15	Trend in P content of saliva	●
Figure 1	Treatments in experiments 1 and 2	Figure 16	Trend in P content of urine	●
Figure 2	Trend in calf weight in experiment 1 for a ration with a constant P content	Figure 17	Carcass weights at different P contents in periods 1 and 2	●
Figure 3	Trend in calf weight in experiment 2 for a ration with almost constant P content	Figure 18	Carcass weight of 185 kg at different P contents in periods 1 and 2	●
Figure 4	Influence of P content of ration on DM intake from 14 to 22 weeks	Figure 19	Possible rations with different P contents in periods 1 and 2	●
Figure 5	Influence of P content of ration on growth from 14 to 22 weeks			●

Eerder verschenen publicaties

Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs	Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs
69.	Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991.	12,50	107.	witte klaver. 1995.	12,50
70.	Normen voor de Voedvoorziening. 1991.	12,50	108.	Verkaveling in de melkveehouderij. 1995.	12,50
71.	Het Melkveemodel. 1991.	12,50	109.	Aanzuren rundermest kort voor toedienen. 1995.	12,50
72.	Modellen Rundveehouderij. 1991.	12,50	110.	DVE-gehalte in rantsoenen roze-vleeskalveren. 1995.	12,50
73.	Bijproducten voor vleesstieren. 1992.	12,50	111.	Reductie ammoniakemissie door stalen roostervloeren. 1996.	12,50
74.	Melkveehouderij en automatisch melken. 1992.	12,50	112.	Beheersovereenkomsten op grasland van melkveebedrijven. 1996.	12,50
75.	Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992.	12,50	113.	Vijf jaar schapen op Proefbedrijf Zegveld. 1996.	12,50
76.	Gewichtscurve vleesstieren 1992	12,50	114.	Economie van mais - gras wisselbouw. 1996.	12,50
77.	Strokorst in mestsilos. 1992.	12,50	115.	Waterverbruik schoonspuiten melkstallen. 1996.	12,50
78.	Nieuwe DVE-normen voor melkvee. 1993.	12,50	116.	Vroeg of laat spenen van lammeren. 1996.	12,50
79.	Veevoedkundige waarde gras- en luzernebrok. 1993.	12,50	117.	OEB-niveau in melkveerantsoenen. 1996.	12,50
80.	Milieusparend reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50	118.	Vleesrasembryo's transplanteren in zwartbonte melkkoeien 1996.	12,50
81.	Inzaai mengsels gras en witte klaver. 1993.	12,50	119.	DVE-normen voor vleesstieren. 1996.	12,50
82.	Melkveebedrijf met uitsluitend snijmais. 1993.	12,50	120.	Onbestendig eiwit balans (OEB) in rantsoen vleesstieren. 1996.	12,50
83.	Vleesstierenvergelijking. 1993.	12,50	121.	Beheersing celgetal: wijsheid of geluk. 1996.	12,50
84.	Invloed rijpheid snijmais op voeropname en groei vleesstieren. 1993.	12,50	122.	Vrij- en eenrichtingsverkeer bij automatisch melken. 1997.	12,50
85.	Energie-efficiënt reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50	123.	Perspectieven mestvergisting op Nederlandse melkveebedrijven. 1997.	12,50
86.	Model energieverbruik melkveebedrijf. 1993.	12,50	124.	Kunstmelk en DVE bij opfok van roze-vleeskalveren. 1997.	12,50
87.	Energiegehalte rantsoen bij alternatieve vleeskalveren. 1994.	12,50	125.	FIR-MMC in rantsoenen roze-vleeskalveren. 1997.	12,50
88.	Voederbieten voor melkvee. 1994	12,50	126.	Tussen de oren. 1997.	20,00
89.	Rantsoenen bij vleeskalveren. 1994	12,50	127.	Natte en droge bijproducten in rantsoenen rosé-vleeskalveren. 1998.	12,50
90.	Voederadditieven voor vleesstieren. 1994	12,50	128.	Risicofactoren voor stofwisselingsaan-doeningen. 1998.	12,50
91.	Vergelijking Texelse vleeslamvaderdieren. 1994.	12,50	129.	Duurzaam watergebruik. 1998.	12,50
92.	Diergezondheid en management. 1994.	12,50	130.	Voorjaarsgroei gras na winterbeweiding met schapen. 1998.	15,00
93.	Scheren van oaien. 1994.	12,50	131.	Voeding en management hoogproductieve veestapel. 1998.	15,00
94.	Voeren van Texelaar x Flevolander vleeslammeren. 1994.	12,50	132.	Voorkomen extra fosfaatoverschot bij beheersovereenkomsten. 1998	15,00
95.	Gebruik vleesstieren op onder eind melkveestapel. 1994.	12,50	133.	Economie van droogte-tolerante gewassen. 1998.	15,00
96.	Verdunde rundermest uitrijden met sproeiboom. 1994.	12,50	134.	Verbeterde doorzaait technieken voor klaver en gras. 1998.	15,00
97.	Opfok roze vleeskalveren. 1995.	12,50	135.	Ontwikkeling melkveebedrijf met witte klaver. 1998.	15,00
98.	Ammoniakemissie bij melkvee na spoelen roostervloer. 1995.	12,50	136.	Management door melkveehouders. 1999.	15,00
99.	Mineralenstroom milieumodule in BBPR. 1995.	12,50	137.	Koeverkeer selectief toepassen. 1999.	15,00
100.	Beperking ammoniakemissie rundveestal PROPRO-Deelproject gescheiden afvoer van gier en vaste mest met schuif. 1995.	12,50	138.	Verlaging fosforgehalte in rantsoen vleesstieren. 1999.	15,00
101.	Reinigen melkwinningsapparatuur onder procesbewaking. 1995.	12,50	139.	Beregenen op maat op melkveebedrijven. 1999.	15,00
102.	Veenweidekaas. 1995.	12,50			
103.	Maiskolvensilage voor vleesstieren. 1995.	12,50			
104.	Model Water en Energieverbruik Melkwinning. 1995.	12,50			
105.	Energiesoort krachtvoer voor roze-vleeskalveren. 1995.	12,50			
106.	Verlaging stikstofbemesting en introductie				

Publicaties zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op RABO-rekening 11.25.54.989 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van de publicatie.