Relatie tussen eiwit- en energie-opname en eiwit- en vetaanzet bij vleeskalveren van 160-240 kg

Auteurs: W.J.J. Gerrits
M.W. Bosch
S. Tamminga
G.H. Tolman
J.W. Schrama
M.W.A. Verstegen

Datum: December 1994
Plaats: Wageningen

Aantal Pagina's: 50
Aantal bijlagen: 7

TNO-Voeding Afd. ILOB
P.O. box 15 6700 AA Wageningen

Landbouwuniversiteit Vakgroep Veevoeding,
Haagsteeg 4, 6708 PM Wageningen

219847p

SAMENVATTING

Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het ontwikkelen van een groeimodel voor vleeskalveren. Het groeimodel moet kwantitatief eiwit- (vlees) en vetaanzet kunnen voorspellen uit gegevens van opgenomen voedingsstoffen en daarnaast het inzicht in de groei van vleeskalveren vergroten. Om basisgegevens voor dit model te verkrijgen werd een experiment opgezet met zwartbonte vleeskalveren in twee gewichtstrajekten: 80-160 kg en 160-240 kg levend gewicht. In dit verslag worden de resultaten gepresenteerd van het experiment met kalveren in het trajekt van 160 tot 240 kg.

Materiaal en methoden

In dit experiment werden 46 zwartbonte vleeskalveren van 160 kg gebruikt, waarvan er 10 bij aanvang werden geslacht (initiële slachtgroep). De overige 36 kalveren werden verdeeld over 12 behandelingen: Twee energie-opnamenivo's; binnen elk energie-opnamenivo werd eiwitopname in 6 trappen gevarieerd. De eiwitopname (gemiddeld over het gehele trajekt) bedroeg bij de laagste en hoogste behandeling respektievelijk 180 en 750 g/d. De energie-opname werd per energienivo constant gehouden op eiwitvrije basis en bedroeg (gemiddeld over het gehele trajekt) respektievelijk 30 en 40 mJ per dag bij het lage en hoge energie-opnamenivo.
De kalveren werden wekelijks gewogen en de voergift werd afgestemd op het gewicht van de kalveren. Halverwege het groeitrajekt (200 kg) werd gedurende 5 dagen kwantitatief mest en urine verzameld (balansperiode) om de fecale verteerbaarheid, N-balans en metaboliseerbare energie (ME) opname te bepalen. Op het einde van het groeitrajekt (240 kg) werden de kalveren geslacht en werd lichaamssamenstelling (vet, eiwit, as en droge stof) bepaald. Ook van de kalveren uit de initiële slachtgroep werd lichaamssamenstelling bepaald. Met behulp van deze gegevens werd onder meer eiwit- en vetaanzet berekend.

Resultaten

Verterings- en N-balansproef
De groei van de kalveren tijdens de balansperiode was 190 g/d lager dan in de omliggende 4 weken. Deze groeidepressie werd veroorzaakt door de tuigjes die aan de kalveren werden bevestigd om mest gescheiden van urine te kunnen verzamelen, maar was onafhankelijk van eiwit- en energie-opname.
Zowel eiwit- als energieopname hadden effekt op de verteerbaarheid van het eiwit: Deze varieerde tussen 86 % (lage eiwitopname) en 95 % (hoge eiwitopname) en was 2 %

(absoluut) hoger bij het lage energienivo. Het effekt van eiwitopname op eiwitverteerbaarheid werd waarschijnlijk veroorzaakt door de relatief hogere bijdrage van uitgescheiden endogeen eiwit bij lagere eiwitopnames. Het effekt van energie-opname op eiwitverteerbaarheid kan eventueel worden veroorzaakt door de hogere voeropname en daarmee gepaard gaande grotere verliezen van endogene oorsprong. Ook droge stof- en energieverteerbaarheid (gemiddeld respektievelijk 95,5 en 95,8 %) steeg met toenemende eiwitopname. Dit effekt kon grotendeels worden verklaard door het effekt van eiwitopname op eiwitverteerbaarheid.
De verteerbaarheid van vet en anorganische stof (as) bedroeg respektievelijk 94,7 en 81,8 % en werd niet beïnvloed door eiwit- en energie-opname.
De metaboliseerbaarheid van de verteerde energie (ME/DE verhouding) daalde met toenemende eiwitopname als gevolg van een daling van de eiwitbenutbaarheid. Daarnaast werd bij het hoge energienivo de ME/DE verhouding bij lage eiwitopnames sterk beïnvloed door uitscheiding van aanzienlijke hoeveelheden glucose met urine (tot 80 g/d).

Gewichtstoename en voederconversie
De dagelijkse gewichtstoename en voederconversie werden berekend op basis van het leeggewicht van de kalveren, waarbij het leeggewicht werd gedefinieerd als het totaalgewicht van het op het slachthuis verzamelde materiaal, exclusief maagdarminhoud. Het verschil tussen het laatst gewogen levend gewicht en het leeggewicht was namelijk niet voor alle behandelingen gelijk. De cumulatieve gewichtstoename varieerde tussen 400 en 1400 g/d en werd positief beïnvloed door zowel eiwit- als energie-opname. Bij het hoge energienivo had een eiwitopname hoger dan 560 g/d geen effekt meer op de gewichtstoename. De voederconversie (ook berekend op basis van leeggewicht) varieerde tussen 1,9 en 3,9 en nam af met toenemende eiwitopname. Gewichtstoename en voederconversie berekend op basis van levend gewicht varieerden tussen respektievelijk 530 en 1550 g/d (gewichtstoename) en 1,8 en 3,1 (voederconversie).

Lichaamssamenstelling
Kalveren op het hoge energienivo bleken 3 % meer vet te bevatten dan kalveren op het lage energienivo. Eiwitopname had geen belangrijk effekt op het eiwit-, vet- en watergehalte van de kalveren. Het asgehalte daalde met toenemende eiwitopname. Ook de verhouding tussen as en eiwit in kalveren van 240 kg (een maat voor bevleesdheid) daalde met toenemende eiwitopname. Het verschil in leeftijd van de kalveren op het moment van slachten (varieerde tussen 25 en 39 weken) speelde hierin waarschijnlijk een rol. De verhouding tussen water- en eiwitgehalte was 3,27 en werd niet beïnvloed door energie- en eiwitopname.

Eiwit- en vetaanzet
Bij toenemende eiwitopname werd een steeds kleiner deel van het opgenomen eiwit vastgelegd in lichaamseiwit: het daalde van ongeveer 55 tot 35 % en was bij het hoge energienivo 9 % (absoluut) hoger dan bij het lage.

De eiwitaanzet (in g/d) nam bij het lage energienivo lineair toe met eiwitopname. Gemiddeld werd bij beide energienivo's per 100 gram extra opgenomen eiwit ca. 35 gram meer eiwit aangezet (en dus 65 gram meer verbrand). De reden voor deze lage efficiëntie is niet duidelijk. Bij het hoge energienivo nam eiwitaanzet bij opnames boven de 500 g/d niet verder toe. Waarschijnlijk werd bij deze eiwitopname de maximale eiwitaanzetcapaciteit bereikt..

De vetaanzet (in g/d) werd sterk beïnvloed door het energienivo: kalveren op het hoge energienivo zetten dagelijks ongeveer 140 gram meer vet aan dan kalveren op het lage energienivo. Opmerkelijk was dat ook eiwitopname een positief effekt had op de vetaanzet: per 100 gram extra eiwitopname werd ongeveer ca. 20 gram meer vet aangezet.

Energiemetabolisme

De behoefte aan metaboliseerbare energie (ME) voor onderhoud werd geschat tussen 448 en 486 $kJ/kg^{0,75}$ per dag. Schattingen van de energetische efficiëntie van vet- en eiwitaanzet kwamen respektievelijk op 94 en 43 %.

SAMENVATTING 1

LIJST MET AFKORTINGEN 6

1. INLEIDING 7

2. MATERIAAL EN METHODEN 8
2.1 Principe 8
2.2 Kalveren en huisvesting 8
2.3 Opzet experiment 9
2.3.1 Nutriëntopname, verteringsmeting en N-balans 9
2.4 Slacht- en maalprocedure 11
2.5 Chemische analyses 11
2.6 Statistische analyse 12
2.6.1 Verteerbaarheidscijfers 12
2.6.2 Overige resultaten 13
2.6.3 Analyseren groeidepressie als gevolg van intuigen 14
2.7 Berekeningen energiebalans 14
2.7.1 Schatten opname metaboliseerbare energie (ME) 15
2.7.2 Schatten energie-aanzet 15
2.7.3 Schatten onderhoudsbehoefte, efficiëntie van eiwit- en vetaanzet . . 15

3. RESULTATEN EN DISKUSSIE VERTERINGS- EN N-BALANSPROEF 17
3.1 Inleiding 17
3.2 Verloop van de verterings- en N-balansproef 17
3.3 Verteringsproef 19
3.4 Eiwitaanzet, gemeten tijdens de balansperiode 20
3.5 Van verteerbare naar metaboliseerbare energie 21

4. RESULTATEN EN DISKUSSIE SLACHTPROEF 23
4.1 Inleiding 23
4.2 Verloop van het experiment 23
4.3 Gerealiseerde nutriëntopnames 25
4.4 Gewichtstoename en voederconversie 25
4.5 Lichaamssamenstelling 28
4.5.1 Chemische analyses 28
4.5.2 Initiële slachtgroep 28
4.5.3 Kalveren van 240 kg 28
4.6 Aanzet van eiwit en vet 30

4.6.1 Aanzet van eiwit en vet in het hele kalf 30
4.6.2 Verdeling van eiwit- en vetaanzet over karkas-, orgaan- en restfraktie 32
4.7 Bruto eiwitaanzet efficiëntie 33
4.8 Vergelijking van eiwitaanzet tijdens balansperiode en slachtproef 33
4.9 Aanzet van anorganische stof en water 35
4.10 Energiebalans 36

5. CONCLUSIES 37

LITERATUURLIJST 39

BIJLAGEN 41

LIJST MET AFKORTINGEN

DE	verteerbare energie;
DE_{pf}	eiwitvrije verteerbare energie;
Hb	hemoglobine;
ME	metaboliseerbare energie;
P1, P2, P3, P4	respektievelijk balansperiode 1, 2, 3 en 4;
R^2	fraktie verklaarde variantie;
RSD	residuele standaard afwijking = ✓(mean square error);
se	standard error = standaard afwijking/✓(aantal waarnemingen);
std	standaard afwijking = ✓(variantie);
vre	verteerbaar ruw eiwit

1. INLEIDING

Vanaf 1974 tot halverwege 1991 heeft TNO afdeling ILOB een groot aantal experimenten uitgevoerd om de aminozuurbehoefte van vleeskalveren te bepalen. In verschillende experimenten werd gekeken naar de respons van N-balans op het stapsgewijs verlagen van het aanbod van een aantal essentiële aminozuren. Overige proeffaktoren werden zoveel mogelijk konstant gehouden. Deze experimenten leverden behoeftenormen op voor lysine, methionine en cystine en threonine in diverse groeitrajekten.
Vanaf september 1991 is literatuuronderzoek gedaan en zijn gegevens bekeken die geschikt zouden kunnen zijn om een groeimodel op te baseren. Het te ontwikkelen groeimodel moet kwantitatief eiwit- en vetaanzet kunnen voorspellen uit opgenomen voedingsstoffen en daarnaast het inzicht in de groei van vleeskalveren vergroten. In mei 1992 werd geconcludeerd dat uit de literatuur en eerder uitgevoerde experimenten niet voldoende basisgegevens beschikbaar waren om een groeimodel op te baseren.

Om een juiste voorspelling te kunnen maken van vet- en eiwitaanzet bij kalveren is het essentieel het verband te kennen tussen energie- en eiwitopname en eiwit- en vetaanzet. De verdeling van beschikbare energie en eiwit over onderhoud, eiwit-, en vetaanzet is sterk bepalend voor de samenstelling van de groei. Doorgaans vormt dit dan ook de ruggegraat van groeimodellen.

Er werd een experiment opgezet dat met kalveren in twee gewichtstrajekten (80 - 160 en 160 - 240 kg levend gewicht) zou worden uitgevoerd. Doel van het experiment was om kwantitatief (door middel van een slachtproef) de relatie vast te stellen tussen opgenomen eiwit en energie en de aanzet van eiwit en vet. Halverwege beide groeitrajekten werd een verterings- en N-balansproef uitgevoerd.

In dit verslag worden de resultaten gepresenteerd van het experiment, uitgevoerd met kalveren van 160 - 240 kg. De meer precieze doelstelling luidt: Het onderzoeken van het effekt van 6 eiwitopnamenivo's bij twee eiwitvrije energie-opnamenivo's op de groei en groeisamenstelling bij zwartbonte stierkalveren van 160 tot 240 kg.
Om het geheel overzichtelijk te maken worden de resultaten van de verterings- en N-balansproef en de resultaten van de slachtproef apart besproken (hoofdstuk 3 en 4, respektievelijk).

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Principe

Voor dit experiment zijn 46 stierkalveren gebruikt. Tien kalveren werden bij het begin van het experiment (ca. 160 kg levend gewicht) geslacht (initiële slachtgroep). De overige 36 kalveren werden verdeeld over 12 behandelingen: Twee eiwitvrije energie-opnamenivo's; bij elk energie-opnamenivo werd eiwitopname in 6 trappen gevarieerd. Halverwege het groeitrajekt (ca. 200 kg) werd gedurende 5 dagen fecale verteerbaarheid en N-balans bepaald. Door de lichaamssamenstelling van de kalveren op het einde van het groeitrajekt (ca. 240 kg) en van de kalveren van de initiële slachtgroep chemisch te analyseren, kon de aanzet van eiwit, vet, droge stof en anorganische stof worden bepaald.

2.2 Kalveren en huisvesting

In juli 1993 werden 72 zwartbonte stierkalveren van gemiddeld 1 week op het proefbedrijf van NAVOBI te Ermelo (Gld) aangevoerd. Deze kalveren werden elke 14 dagen gewogen, en voerresten en eventuele medicinale behandelingen werden geregistreerd. De kalveren kregen een commerciëel voer, vrij van melkvreemde eiwitten. Op een leeftijd van 2 weken werd van alle dieren een bloedmonster genomen voor hemoglobine (Hb) bepaling. Op 16 weken leeftijd werden 56 kalveren naar het ILOB getransporteerd, waar de dieren gewogen werden en een bloedmonster op Hb onderzocht werd. Een week later begon het experiment. Zesenveertig kalveren werden geselekteerd op basis van gewicht, groei tijdens de 14 voorafgaande dagen, Hb gehalte, gezondheid en drinkgedrag.
De gemiddelde bloedvoering (opgevraagd bij de Vereniging voor VeehouderijBelangen) van de gebruikte kruisingen was: 61 % HF, 19 % FH en 20 % onbekend. Het gemiddeld gewicht van de 46 dieren (tussen haakjes de Standaard Error, hierna afgekort als se) bij indelen was 162,3 (se=0,49) kg. Het gemiddelde Hb gehalte was 5,5 (se=0,12) mmol/l.

De kalveren werden ingedeeld in 5 gewichtsklassen. Uit elke gewichtsklasse werden volgens toeval 2 dieren toegewezen aan de initiële slachtgroep. De overgebleven 36 dieren werden opnieuw ingedeeld in 3 gewichtsklassen. Uit elke gewichtsklasse werd volgens toeval één dier aan elk van de 12 behandelingen toegewezen. De kalveren uit de initiële slachtgroep werden bij begin van het experiment geslacht (gemiddeld gewicht 162,3 (se=1,03) kg) en verder behandeld zoals beschreven in paragraaf 2.4.
De kalveren werden individueel gehuisvest in houten boxen van 185 bij 85 cm.

2.3 Opzet experiment

2.3.1 Nutriëntopname, verteringsmeting en N-balans

Samenstelling van de voeders en nutriëntopname

De twaalf behandelingen zijn weergegeven in tabel 2.1. De verteerbaar eiwitopname, uitgedrukt in g per kg metabolisch gewicht ($kg^{0,75}$) per dag werd in 6 trappen gevarieerd bij 2 eiwitvrije energie-opnamenivo's (uitgedrukt in een aantal maal de verteerbare energiebehoefte voor onderhoud (DE_m, in kJ per $kg^{0,75}$ per dag)). De verteerbare energiebehoefte voor onderhoud is gesteld op 470 $kJ/kg^{0,75}*d$. Deze schatting is gebaseerd op de geschatte onderhoudsbehoefte aan metaboliseerbare energie (ME) door van Es en van Weerden (1970) en het Agricultural Research Council (1980) (respektievelijk 452 en 428 $kJ/kg^{0,75}*d$) en een aangenomen ME/DE verhouding van 95 %.

Tabel 2.1 Opzet experiment

Behandeling	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEpf[1]	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
vre[2]	13,91	12,03	10,43	8,27	6,30	4,51	10,43	9,02	7,83	6,30	4,51	3,38
vre/DEpf	18,50	16,00	13,88	11,00	8,38	6,00	18,50	16,00	13,88	11,17	8,00	6,00
aantal dieren	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

[1] DEpf = verteerbare eiwitvrije energie-opname, in aantal keer DE voor onderhoud (DEm), bij een aangenomen DEm van 470 $kJ/kg^{0,75}*d$;
[2] vre = verteerbare ruw eiwit opname, in $g/kg^{0,75}*d$;
[3] vre/DEpf = verhouding vre/DEpf, waarbij DEpf is uitgedrukt in $mJ/kg^{0,75}*d$

Zoals te zien in tabel 2.1 is ervoor gekozen binnen de energie-opnamenivo's de eiwitvrije energie-opname gelijk te houden. De consequentie hiervan is dat de totale energie-opname binnen elk energie-opnamenivo toeneemt met de eiwitopname. Een motivatie van deze keuze is te lezen in paragraaf 2.3.2 van het verslag van het eerste experiment met kalveren van 80-160 kg (Gerrits, 1994).

Om de variatie in eiwit- en eiwitvrije energie-opname te kunnen realiseren, werden 2 basisvoeders geproduceerd die sterk verschilden in verhouding eiwit/eiwitvrije energie gehalte. Door deze basisvoeders in verschillende verhoudingen te mengen en de hoeveelheid verstrekt voer te variëren konden alle 12 behandelingen worden gerealiseerd. De grondstofsamenstelling van

beide basisvoeders is weergegeven in tabel 2.2. De berekende en geanalyseerde samenstelling is weergegeven in bijlage 1. Uit de twee basisvoeders werden 8 standaardmengsels gemaakt met de verhoudingen eiwit-eiwitvrije energie die in tabel 2.1 zijn weergegeven. Van alle mengsels van 2 batches basisvoeders werd een monster genomen dat bij -20 °C werd bewaard.

Tabel 2.2 Grondstofsamenstelling basisvoeders

	basisvoer 1 (%)	basisvoer 2 (%)
mager melkpoeder	0,00	5,70
melkvetkern 40[1]	50,23	47,28
Ca-caseïnaat	0,00	10,00
Na-caseïnaat	0,00	7,00
laktose	34,60	20,96
zetmeel (amidon)	4,00	4,00
vetmengsel[2]	4,16	0,00
emulgator[3]	2,52	1,99
isoleucine	0,04	0,04
L-lysine HCl	0,04	0,05
L-threonine	0,02	0,02
premix[4]	0,50	0,50
fosforz. kalk	0,50	0,50
MgO	0,09	0,07
KH_2PO_4	0,98	0,57
$KHCO_3$	0,00	0,10
NaH_2PO_4	0,42	0,00
$NaHCO_3$	0,78	0,59
$CaCO_3$	0,87	0,38
$CaCl_2.2H_2O$	0,25	0,25
avoparcine (ppm)	40,00	40,00
$FeSO_4.7H_2O$ (ppm)	50,00	50,00

[1] Mengsel mager melkpoeder en vet. Samenstelling (geanalyseerd): ruw vet: 395 g/kg (waarvan 67 % rundvet en 33 % kokosvet); ruw eiwit: 220,8 g/kg;

[2] Vetsamenstelling: 48 % rundvet, 14% reuzel, 20 % kokosvet, 10 % visolie, 7 % lecithine, 1 % synthetische emulgator;

[3] Vanalex®, lecithine; opgegeven samenstelling: ruw eiwit: 100 g/kg; suiker: 340 g/kg; ruw vet 505 g/kg;

[4] De premix levert per kg voer: 15.000 IE vit. A, 3.000 IE vit. D_3, 30 mg vit. E, 4 mg vit. K_3, 6 mg vit. B_1, 10 mg vit. B_2, 4 mg vit. B_6, 0,025 mg vit. B_{12}, 40 mg niacinamide, 25 mg d-pantotheenzuur, 400 mg choline chloride, 80 mg vit. C, 68 mg ZnO, 0,4 mg KI, 0,15 mg $Na_2SeO_3.5H_2O$, 20 mg $CuSO_4.5H_2O$, 10 mg $MnSO_4.H_2O$, 5 mg $CoSO_4.7H_2O$, 1000 mg MgO; drager is lactose.

De kalveren werden een keer per week gewogen, en de voergift werd twee keer per week aangepast. Elke week werd daartoe opgesplitst in twee delen, en de voergift werd gebaseerd op het geschatte gewicht van het kalf in het midden van het betreffende weekdeel.
Omdat de voergift op gewicht is gebaseerd is ter verduidelijking in bijlage 2 een tabel opgenomen met de berekende nutriëntopnames per behandeling op 160, 180, 200, 220 en 240 kg levend gewicht.

Bloedmonsters

Bij aanvang van de proef en vervolgens elke 4 weken werd een bloedmonster genomen uit de Vena Jugularis ten behoeve van een hemoglobine bepaling. Deze monsters werden opgevangen in een 5 ml K-EDTA buis.

Verteringsmetingen en N-balans

In het midden van het groeitrajekt (ca. 200 kg levend gewicht) werd gedurende 5 dagen kwantitatief mest en urine verzameld. Vanwege de grote groeiverschillen was het niet mogelijk bij alle kalveren gelijktijdig de vertering te meten. De metingen werden daarom verdeeld over 4 perioden: P1 t/m P4, waarbij ernaar werd gestreefd het gewicht van de kalveren bij aanvang van de balansproef zo dicht mogelijk bij 200 kg te krijgen.
De balansperiode werd uitgevoerd volgens het principe beschreven door Huisman en de Jong

(1978) en Huisman, de Jong en van Leeuwen (1978) met een voorperiode van 5 dagen. Zowel mest- als urinemonsters werden per dier gepooled over de hele periode en bij -20 °C opgeslagen.

2.4 Slacht- en maalprocedure

Slachten

De kalveren werden geslacht in slachthuis Veenendaal in de week waarin het geschatte "nuchter" gewicht het dichtst bij 240 kg lag. Voor transport werden de kalveren ("nuchter") gewogen en werden hoogte van de achterhand, borstomvang, lengte, en breedte van de achterkant van het kalf gemeten.
In het slachthuis werden bloed, huid, organen, maagdarmpakket, kop, onderpoten, staart en karkas (gesplitst in linker- en rechterhelft) verzameld en gewogen. Alles behalve de linker karkashelft werd naar Zodiac getransporteerd, waar het maagdarmpakket van inhoud ontdaan werd en het gewicht van enkele organen (lever, nieren, hart, longen en milt) werd geregistreerd. Alles werd gewogen en opgeslagen bij -20 °C.

Malen

De ingevroren delen werden direkt uit de vriezer gewogen. De gewichten vóór en na invriezen werden gebruikt om voor vochtverlies te corrigeren. De delen werden in bevroren toestand met een lintzaag in blokjes gezaagd (ca. 8 x 8 x 8 cm) en in een cutter gemalen tot het mogelijk was representatief een monster van ongeveer 400 g te nemen.
Er werden drie frakties bemonsterd: de karkasfraktie, bestaande uit de rechter karkashelft; de orgaanfraktie, bestaande uit het bloed, maagdarmpakket en alle overige organen; de restfraktie, bestaande uit rechterhelft van de huid (voor invriezen in lengterichting doorgesneden), rechterhelft van de kop, rechter onderpoten en helft van de staart.
Omdat de restfraktie niet homogeen genoeg was om representatief monsters van 400 g te kunnen nemen, werden hiervan monsters van 1,5 kg genomen. Deze monsters werden op het laboratorium verder voorbehandeld zoals beschreven in paragraaf 2.5.
Alle monsters (4 per fraktie) werden luchtdicht verpakt en opgeslagen bij -20 °C.

2.5 Chemische analyses

Monstervoorbereiding

De monsters van de restfraktie (ca. 1,5 kg) werden met een gewogen hoeveelheid water (ca. 750 g) geautoclaveerd (10 uur bij 124 °C). Eenmaal op kamertemperatuur werden de monsters gewogen en gemalen met een staafmixer (1 minuut) en vervolgens met een ultra-turrax (1 minuut), waarna, tijdens het in beweging houden van de vloeistof, voor de analyses ingewogen

werd. Een test wees uit dat deze procedure geen effekt had op de ruw vet, stikstof, as en droge stofgehaltes van de monsters (Gerrits, resultaten niet bijgevoegd).

Analyses
Hemoglobine werd bepaald in volbloed m.b.v. een standaard kit (Bayer®) volgens de hemiglobine cyanide methode (ICSH, 1967).
Voor de bepalingen in het overige materiaal werd vers materiaal ingewogen. De bepalingen werden uitgevoerd volgens de vermelde ISO voorschriften. Daar waar van de ISO voorschriften werd afgeweken staat dat hieronder vermeld.
Eiwit (Kjeldahl-N * 6,25) werd in mest-, urine-, karkas-, orgaan-, rest- en voermonsters bepaald volgens ISO 5983 (1979).
Ruw vet werd bepaald in mest- en voermonsters na zure hydrolyse en in karkas-, orgaan-, en restmonsters volgens ISO-DIS 6492 (1985). Na de extractie met ether werd nagedroogd in een vacuümstoof bij 80 °C.
Anorganische stof (As) werd bepaald in mest-, karkas-, orgaan-, rest- en voermonsters volgens ISO 5984 (1978). Voor deze as bepaling werden alle monsters behalve de voermonsters voorgedroogd (16 uur in de droogstoof bij 120 °C). De karkas-, orgaan- en restmonsters werden m.b.v. een bunsenbrander voorverast.
Mest-, urine- en voermonsters werden geanalyseerd op energie-gehalte met behulp van een adiabatische bom-caloriemeter.
Orgaan- en restmonsters werden voor de bepaling van het droge stofgehalte gevriesdroogd, mestmonsters werden gedroogd in een droogstoof. Voer- en karkas monsters werden gedroogd in een vacuümstoof bij respectievelijk 80 en 50 °C (ISO 6496, 1983).
Glucose in urine werd semi-kwantitatief geschat m.b.v. dompelstaafjes (Glucotest, Boehringer®). Deze glucotest staafjes verdelen op basis van een kleurreaktie de glucose concentratie in urine in 5 categorieën: normaal, 50, 100, 300 en 1000 mg/dl.

2.6 Statistische analyse

2.6.1 Verteerbaarheidscijfers

Effekten van eiwit- en eiwitvrije energie-opname (de beide proefvariabelen) op verteerbaarheid zijn geanalyseerd met behulp van regressie analyse: Voor beide eiwitvrije energie-opnamenivo's werd een lijn geschat met eiwitopname als verklarende variabele. Behandelingseffekten werden als volgt geanalyseerd:

Met behulp van een F-toets werd gekeken naar:
- het eiwitvrij energie-opname effekt: verschil tussen de intercepten van beide eiwitvrije energie-opamenivo's, niet bij X = 0, maar bij X = gemiddelde eiwitopname;
- het eiwitopname effekt: gemiddelde richtingscoëfficiënt is ongelijk aan 0;

- de interaktie tussen energie- en eiwitopname (= verschil tussen de richtingscoëfficiënten van beide eiwitvrije energie-opnamenivo's).

2.6.2 Overige resultaten

De overige resultaten zijn op een vergelijkbare manier geanalyseerd als de verteerbaarheidscijfers. In eerste instantie werd per eiwitvrij energie-opnamenivo een regressielijn berekend (zie paragraaf 2.6.1). Vervolgens werd gekeken of een rechte lijn de beste beschrijving van het te onderzoeken verband opleverde. Hiervoor werd de volgende procedure aangehouden:

1. Als eerste werd een rechte lijn geschat:

$$Y = a + bX, \qquad (1)$$

waarin Y = te verklaren variabele;
X = de verklarende variabele, meestal verteerbare eiwitopname, in g/d;
a = intercept;
b = richtingscoëfficiënt.

2. Vervolgens werd met behulp van de F-toets gekeken of toevoeging van een kwadratische komponent een signifikante verbetering ($p<0,05$) opleverde t.o.v. het lineaire model (1):

$$Y = a + bX + cX^2, \qquad (2)$$

waarin Y, X en a zie formule (1);
b en c = regressiecoëfficiënten.

3. Als het kwadratisch model (2) niet signifikant ($p<0,05$) beter was dan het lineaire model (1), werd gekozen voor het lineaire model. Analyse van energie- en eiwitopname-effekten kon dan worden uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 2.6.1. Als het kwadratische model wel beter, maar fysiologisch niet zinvol bleek werd gekozen voor één van de onderstaande niet lineaire modellen, op grond van fysiologisch interpreteerbaarheid van de parameters, laagste residuele standaard afwijking (RSD) en fraktie verklaarde variantie (R^2). Indien werd gekozen voor één van de modellen 3 t/m 7 is het verschil tussen dat model en het lineaire getoetst m.b.v. een F toets.

$$Y = a - (a - b)\, e^{-cX} \qquad (3)$$

$$Y = (ab)/(b + (a - b)\, e^{-cX}) \qquad (4)$$

$$Y = a(1 - e^{-b(X-c)}) \quad (5)$$

$$Y = aX^{b}e^{-cX} \quad (6)$$

$$Y = a + b_1X - (b_1-b_2)ln(1 + e^{(X-c)}) \quad (7)$$

De modellen (3) en (4) zijn afnemend exponentieel, met a = horizontale asymptoot, b = snijpunt met de Y-as en c een coëfficiënt.
Model (5) is de Spillmanfunktie, waarin a de horizontale asymptoot, b een coëfficiënt en c het snijpunt met de X-as is.
Model (6) is de Wood funktie met coëfficiënten a, b en c, die door de oorsprong gaat, snel stijgt tot een maximum en vervolgens langzaam daalt naar 0 als x naar oneindig gaat.
Model (7) (Koops en Grossman, 1993) is het zogenaamde 2 fasen, ofwel "broken stick" model, waarin b_1 en b_2 de richtingscoëfficiënten zijn van de 2 rechte lijnen, en c het punt op de X-as (de eiwitopname) waar fase 1 overgaat in fase 2. Dit twee fasen model wordt een lineair-plateau model als b_2 gelijk is aan 0.
Alle curves zijn geschat met behulp van alle beschikbare waarnemingen.

2.6.3 Analyseren groeidepressie als gevolg van intuigen

Om vast te stellen of het intuigen van de kalveren een negatief effekt heeft op de groei is de groei van elk kalf tijdens voorperiode, hoofdperiode en voor- + hoofdperiode (totaal ingetuigde periode) vergeleken met de controleperiode. De groei tijdens de controleperiode werd gedefinieerd als de gemiddelde groei van twee weken voor en twee weken na de ingetuigde periode. Alle groeicijfers zijn gecorrigeerd voor voeropnameverschillen, waarbij aangenomen werd dat een voerweigering van een bepaald kalf tijdens een van de ingetuigde periodes eenzelfde groei had kunnen opleveren als in de controleperiode. In formulevorm:

Groeidepressie P = groei C *(voeropname P/voeropname C) - groei P, (8)

waarin P = voorperiode, hoofdperiode of voor- + hoofdperiode;
C = controleperiode;
voeropnames en groeicijfers in gram/dag.

De groeidepressie tijdens periode P werd op een vergelijkbare manier geanalyseerd als de verteerbaarheidscijfers, beschreven in paragraaf 2.6.1, waarbij de primaire vraag was of de groeidepressie verschilde van 0, en daarnaast of deze afhankelijk was van de behandelingen.

2.7 Berekeningen energiebalans

2.7.1 Schatten opname metaboliseerbare energie (ME)

De ME opname tijdens de balansperiode kan berekend worden met behulp van formule (9):

$$MEbal = DEbal - UE, \qquad (9)$$

waarin
- MEbal = metaboliseerbare energie-opname tijdens de balansperiode, in mJ/d;
- DEbal = gemeten verteerbare energie-opname tijdens de balansperiode, in mJ/d;
- UE = energie, uitgescheiden met urine tijdens de balansperiode, in mJ/d.

De ME opname tijdens het gehele experiment kan worden geschat uit de gemeten ME/DE verhouding tijdens de balansperiode, vermenigvuldigd met de DE-opname tijdens het gehele experiment. Energieverlies in de vorm van methaan is volgens van Es en van Weerden (1970) en Meulenbroeks *et al.* (1986) bij vleeskalveren verwaarloosbaar.

2.7.2 Schatten energie-aanzet

De energie-aanzet kan worden geschat uit de eiwit- en vetaanzet, m.b.v. formule (10):

$$EAANZ = 23{,}8 * EIAANZ + 39{,}6 * VETAANZ, \qquad (10)$$

waarin
- EAANZ = energie-aanzet (mJ/d);
- EIAANZ = gemeten eiwitaanzet, in g/d;
- VETAANZ = gemeten vetaanzet, in g/d.

De constanten 23,8 en 39,6 zijn de verbrandingswaarden van respektievelijk eiwit en vet.

2.7.3 Schatten onderhoudsbehoefte, efficiëntie van eiwit- en vetaanzet

De energetische behoefte voor onderhoud kan op drie manieren worden geschat:

- Door lineaire regressie van energie-opname op energie-aanzet (beide per $kg^{0,75}$ per dag). Het gemiddeld metabolisch gewicht kan worden berekend uit de wekelijkse gewichten:

$$EAANZ = a + b * ME, \qquad (11)$$

waarin ME = metaboliseerbare energie-opname, in mJ/kg^{0,75}*d;
a = constante;
b = efficiëntie van gebruik van ME boven onderhoud;
EAANZ = energie-aanzet, berekend volgens formule (10).
snijpunt met X-as = schatting voor ME voor onderhoud, in mJ/kg ^{0,75}*d;

- Door lineaire regressie van energie-aanzet op energie-opname (beide per kg^{0,75} per dag; Agricultural Research Council, 1980):

$$ME = a + (1/b) * EAANZ, \qquad (12)$$

waarin ME en EAANZ zie formule (11);
b = efficiëntie van gebruik van ME boven onderhoud;
a = schatting voor ME voor onderhoud, in mJ/kg^{0,75}*d;

- door multipele regressie (gebruikt door o.a. Klein and Hoffmann, 1989), waarbij ook de energetische efficiënties van eiwit- en vetaanzet worden geschat:

$$ME = MEm + (1/a) * EAANZ_{eiwit} + (1/b) * EAANZ_{vet} \qquad (13)$$

waarin ME = metaboliseerbare energie-opname, in mJ/kg^{0,75}*d;

ME_m = schatting voor ME voor onderhoud, in mJ/kg^{0,75}*d;
$EAANZ_{eiwit}$ = energie-aanzet in de vorm van eiwit, in mJ/kg^{0,75}*d;
$EAANZ_{vet}$ = energie-aanzet in de vorm van vet, in mJ/kg^{0,75}*d;
a = energetische efficiëntie eiwitaanzet;
b = energetische efficiëntie vetaanzet;

3. RESULTATEN EN DISKUSSIE VERTERINGS- EN N-BALANSPROEF

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effekten van eiwit- en eiwitvrije energie-opname op de vertering en N-balans besproken. Voor een vergelijking van de N-aanzet, gemeten tijdens de balansperiode met de N-aanzet, bepaald in de slachtproef wordt verwezen naar hoofdstuk 4.
Gegevens van vergelijkingen van lijnen die in diverse figuren door de punten getrokken zijn of gewoon in de tekst staan, staan vermeld in bijlage 3.
De hoge en lage eiwitvrije energie-opnames (respektievelijk 1,60 en 1,20 * DEm) worden hierna (ook in hoofdstuk 4) respektievelijk het hoge en lage energienivo, of hoge en lage energie-opname genoemd.

3.2 Verloop van de verterings- en N-balansproef

Algemeen
De verterings- en N-balansproef is in het algemeen goed verlopen. Omdat de variatie in groeisnelheid nogal groot was, is deze proef uitgesmeerd over 4 perioden (P1 t/m P4). Het tijdsverschil tussen P1 en P4 bedroeg 7 weken. Het gemiddeld gewicht bij aanvang van de hoofdperiode was 200,1 (n=9; se=1,53), 201,5 (n=13; se=2,49), 197,5 (n=5; se=1,09) en 197,9 (n=4; se=2,40) kg voor de kalveren waarvan N-balans gemeten werd tijdens respektievelijk P1, P2, P3 en P4.
De resultaten van 5 kalveren zijn niet meegenomen in berekeningen van verteerbaarheid en N-balans:

- Twee kalveren uit behandeling 1 hadden tijdens de voorperiode, maar ook tijdens de hoofdperiode problemen met de voeropname (voerresten van 5,6 en 5,7 % tijdens de hoofdperiode). Deze twee dieren hadden tijdens de hoofdperiode last van een lichte vorm van diarree.Van behandeling 1 is dus in totaal slechts één dier gebruikt;
- Verder hadden twee kalveren (één uit behandeling 3 en een uit 9) last van diarree tijdens de hoofdperiode;

Tabel 3.1 Gemiddelde groeidepressie tijdens voorperiode, hoofdperiode en voor- + hoofdperiode als gevolg van intuigen

	groei-depressie (g/d)	se[a]	P-waarde[b]
voorperiode	251	59	***
hoofdperiode	133	47	**
voor- + hoofdperiode	192	40	***

[a] standard error
[b] overschrijdingskans: test op H_0: groeidepressie = 0: ** = P<,01; *** = P<,001

- De groeisnelheid van een kalf uit behandeling 11 was om onduidelijke redenen vanaf ongeveer 185 kg extreem laag (gedurende 9 weken gemiddeld 420 (se = 63,7) g/d lager dan de gemiddelde groei van zijn twee groepsgenoten) en moest op een gewicht van 210 kg worden afgevoerd omdat het niet meer wilde groeien.

Tabel 3.2 Effekt van eiwit- en energie-opname op de schijnbare fecale verteerbaarheid van de experimentele voeders

	effekt energie-opname				effekt eiwitopname		
	intercept[a]						
verterings-percentage	hoog energie	laag energie	se[b]	energie-effekt[c]	richtings-coëfficiënt[d]	se[b]	eiwit-effekt[e]
vet	94,8	94,5	0,91	ns	0,0077	0,00388	ns
droge stof	95,5	95,5	0,34	ns	0,0033	0,00144	*
as	82,5	81,0	0,80	ns	0,0010	0,00342	ns
eiwit	91,7	93,7	0,50	**	0,0158	0,00211	***
energie	95,7	95,8	0,49	ns	0,0056	0,00208	*
eiwitvrije energie[f]	96,6	96,5	0,53	ns	0,0048	0,00225	*

[a] intercept = gemiddelde verteerbaarheid gekorrigeerd voor eiwitopname-effekten. Dit is het snijpunt met de lijn X = gemiddelde eiwitopname;
[b] standard error;
[c] effekt eiwitvrije energie-opnamenivo: test of beide intercepten van elkaar verschillen; ns = P >,05; * = P < ,05; ** = P < ,01; *** = P < ,001.
[d] gemiddelde richtingscoëfficiënt (rc) voor beide energienivo's: deze geeft de toename in verteringspercentage bij 1 gram extra eiwitopname.
[e] effekt eiwitopame: test of gemiddelde richtingscoëfficiënt gelijk is aan 0; ns = P >,05; * = P < ,05; ** = P < ,01; *** = P < ,001.
[f] berekend, met aanname dat eiwit in voer en feces = 6,25*N.

Groei voor, tijdens en na de balansperiode

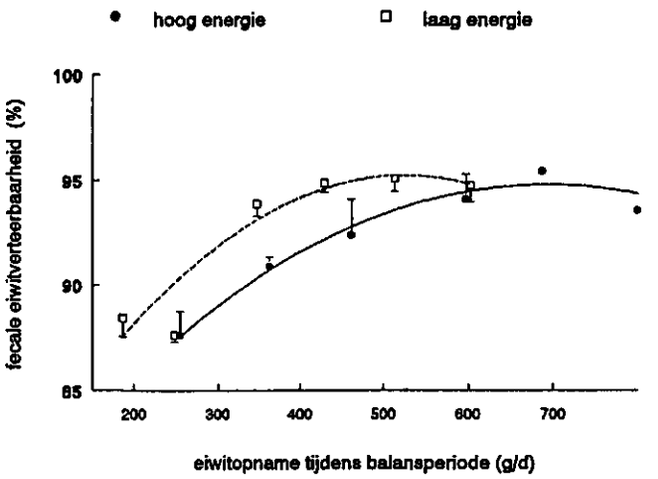
De gewichtstoename gedurende de ingetuigde periode was lager dan tijdens de controleperiode. Deze groeidepressie (gedefinieerd in paragraaf 2.6.3) was het grootst tijdens de voorperiode (251 g/d), maar ook significant (p<,01) tijdens de hoofdperiode en de totale ingetuigde periode (respektievelijk 133 en 192 g/d). De groeidepressie was onafhankelijk van energie- en eiwitopname. De resultaten van deze analyse zijn samengevat in tabel 3.1. Het is belangrijk te constateren dat de kalveren zich na de voorperiode enigszins hersteld lijken te hebben. Theoretisch kan de groeidepressie worden beïnvloed door verschillen in maagdarmvulling tussen de verschillende perioden. Wellicht heeft dit geleid tot een overschatting van de groeidepressie. Met behulp van de beschikbare gegevens is dit effekt echter niet te kwantificeren.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat hoewel het intuigen van kalveren van 200 kg een kwantitatief belangrijk effekt op de groei lijkt te hebben en daardoor het nivo van de tijdens de balans gemeten parameters kan beïnvloeden, er geen aanwijzingen zijn dat de behandelingseffekten hierdoor zijn beïnvloed.

Nutriëntopname tijdens de balansperiode
De dagelijkse nutriëntopname tijdens de balansperiode kan worden benaderd m.b.v. bijlage 2. In deze bijlage is bij o.a. 200 kg de berekende nutriëntopname (gebaseerd op tabel 2.1) weergegeven.

3.3 Verteringsproef

Figuur 3.1 Effekt van eiwitopname op fecale eiwitverteerbaarheid



In tabel 3.2 zijn de resultaten van het verteringsexperiment gemiddeld per energienivo weergegeven. De interaktie tussen eiwit- en energieopname was nergens signifikant, en is in de tabel niet opgenomen. Zoals te zien in tabel 3.2 had eiwitopname een positief effekt op de eiwitverteerbaarheid. Deze varieerde tussen 86 % (lage eiwitopname) en 95 % (hoge eiwitopname). De oorzaak van dit effekt is waarschijnlijk de relatief hogere bijdrage van uitgescheiden endogeen eiwit bij lagere eiwitopnames.
Dit effekt werd ook waargenomen bij kalveren van 120 kg, en staat beschreven en bediskussieerd in het rapport van het eerste experiment (Gerrits, 1994).

Energienivo had een negatief effekt (ongeveer 2 % absoluut) op de schijnbare fecale eiwitverteerbaarheid, hetgeen mogelijk veroorzaakt wordt door de hogere voeropname bij het hoge energienivo (gemiddeld 2,51 vs 1,90 kg per dag, voor respektievelijk hoog en laag energienivo), hetgeen een hogere uitscheiding van endogeen eiwit en daarmee een lagere schijnbare verteerbaarheid met zich mee kan brengen.
De relatie tussen eiwitopname en eiwitverteerbaarheid, in tabel 3.2 geschat als een rechte, wordt beter ($p < ,05$) beschreven met een kwadratische vergelijking, geldig binnen de gemeten range aan eiwitopnames bij kalveren van een vergelijkbaar gewicht. Deze relatie is weergegeven

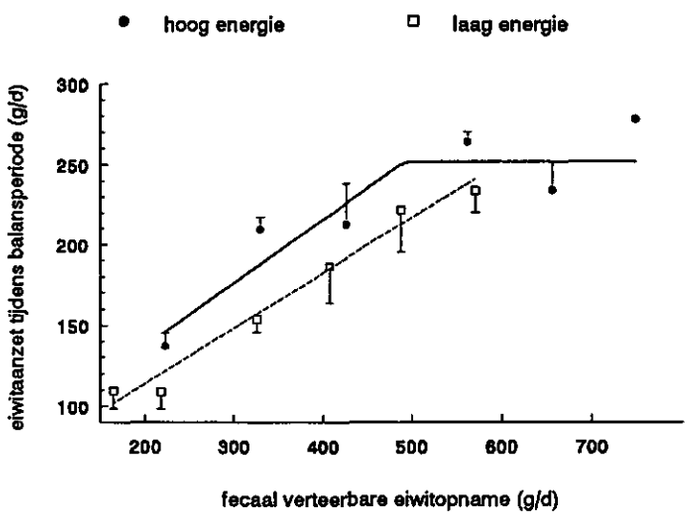
in figuur 3.1.

Het effekt van eiwitopname op de schijnbare verteerbaarheid van energie en droge stof is kleiner dan dat op eiwitverteerbaarheid, maar is wel signifikant. Dit effekt wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de relatief hogere bijdrage van uitgescheiden endogeen eiwit bij lagere eiwitopnames. Het effekt van eiwitopname op de verteerbaarheid van eiwitvrije energie is signifikant ($p<,05$), en wordt deels veroorzaakt door het net niet signifikante effekt van eiwitopname op vetverteerbaarheid. Verteerbaarheid van anorganische stof werd niet beïnvloed door de behandelingen.

3.4 Eiwitaanzet, gemeten tijdens de balansperiode

De eiwitaanzet, gemeten tijdens de balansperiode (figuur 3.2) laat een toename in eiwitaanzet zien met toenemende eiwitopname. Bij het hoge energienivo is gekozen voor een lineair-plateau model. Het lineair-plateau model (7) was niet signifikant beter ($p=,09$) dan het lineaire (1), maar had een hogere R^2 (67 vs 62 %) en een lagere RSD (28,5 vs 30,9).
De marginale efficiëntie van de eiwitaanzet (de hoeveelheid eiwit die wordt aangezet bij 1 gram extra eiwitopname) was ongeveer gelijk voor beide energienivo's (respektievelijk 34 % (se = 3,8) en 39 % (se = 11,3) voor het lage en hoge energienivo), hetgeen laag is vergeleken met andere diersoorten, maar wel in de buurt ligt van de resultaten, gevonden bij kalveren van 80 - 160 kg (Gerrits, 1994).

Figuur 3.2 Effekt van eiwit- en energie-opname op eiwitaanzet, gemeten tijdens de N-balansperiode



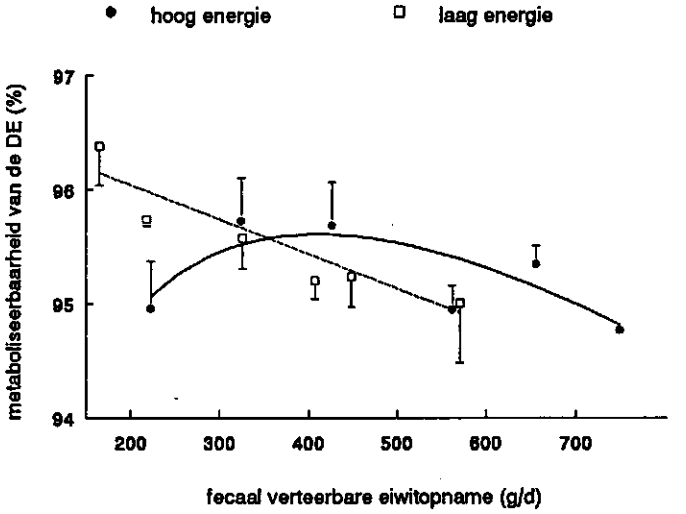
Interessant is het verschil in intercept (ongeveer 30 gram) tussen beide energienivo's. Blijkbaar wordt bij het lage energienivo relatief meer eiwit verbrand om te voorzien in een energiebehoefte (zie ook paragraaf 4.6).
Bij het gebruikte lineair plateau model wordt aangenomen dat het bereikte plateau de maximale eiwitaanzetcapaciteit is. Deze wordt bereikt bij een eiwitopname van ongeveer 490 g/d (se = 61). Ervan uitgaande dat de maximale eiwitaanzetcapaci-

teit inderdaad bereikt is maakt de manier van schatten (respektievelijk m.b.v. model 3, 4, 5 of 7) van deze parameter niet veel uit: schattingen variëren van 250 tot 260 g eiwitaanzet/d (se = ca 20).

3.5 Van verteerbare naar metaboliseerbare energie

Behandelingseffekten op de metaboliseerbaarheid van de verteerde energie (ME/DE), gemeten tijdens de balansperiode zijn weergegeven in figuur 3.3. In deze figuur is een kalf uit behandeling 5 weggelaten vanwege een extreem lage ME/DE verhouding (afwijking groter dan 4 maal de standaard error). De extreem lage ME/DE verhouding van dit kalf wordt veroorzaakt door het hoge glucose gehalte in de urine. De glucose uitscheiding van dit kalf werd geschat op 115 g/d (ongeveer 1,7 mJ/d; 9 % van de glucose opname). Bij het lage energienivo daalt de ME/DE verhouding met toenemende eiwitopname. Dit wordt veroorzaakt door een relatief hogere N-uitscheiding met urine met toenemende eiwitopname: een dalende bruto eiwitaanzet efficiëntie (eiwitaanzet/eiwitopname). Zie ook paragraaf 4.7.

Figuur 3.3 Effekt van eiwit- en energie-opname op de metaboliseerbaarheid van de verteerde energie, gemeten tijdens de N-balansperiode

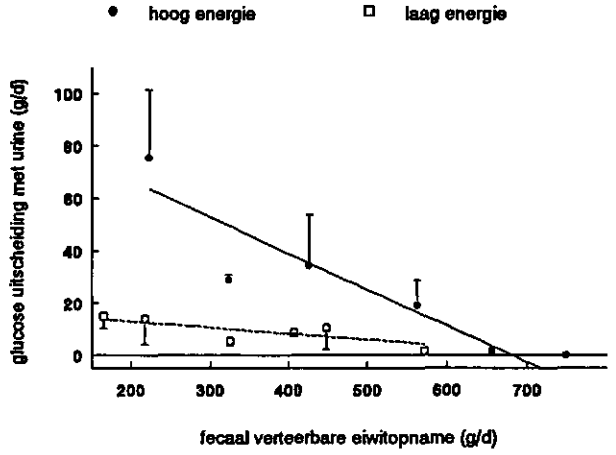


Bij het hoge energienivo neemt de ME/DE verhouding eerst toe en daarna af. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de som van 2 effekten: De stijging bij lagere eiwitopnames wordt veroorzaakt door uitscheiding van suikers in de urine bij lage energie/eiwit verhouding. De daling van de lijn bij hogere eiwitopname correspondeert met het lage energienivo (zie boven). Als bovengenoemd kalf uit behandeling 5 in de analyse wordt meegenomen middelen deze effekten elkaar uit en wordt het verband het beste beschreven door een horizontale rechte.

Glucose uitscheiding met urine

Figuur 3.4 geeft bij benadering de glucose-uitscheiding per dag als funktie van eiwit- en energie-opname weer (ook nu zonder bovengenoemd kalf uit behandeling 5). Hoewel de glucosebepaling semi-kwantitatief was (zie paragraaf 2.5), is het duidelijk dat de glucose uitscheiding voornamelijk speelt op het hoge energie-nivo bij de lage eiwitopnames. Bij behandeling 6 (laag eiwit, hoog energie) was de geschatte glucose uitscheiding iets hoger dan 60 g/d, bijna 1mJ/d. Het gemiddelde glucose gehalte in urine is hoger dan Palmquist en Doppenberg (1992) vonden bij vleeskalveren van 16 weken (2,1 vs 0,54 g/l). Zij concludeerden op basis van glucose tolerantietesten bij kalveren van 8 en 16 weken dat hoge lactose opname de glucosetolerantie negatief beïnvloedt en dat bovendien de leeftijd van de kalveren een negatief effekt heeft op glucosetolerantie.

Figuur 3.4 Effekt van eiwit- en energie-opname op de geschatte glucose-uitscheiding met urine



Hoewel de kalveren tijdens de balansperiode niet allemaal dezelfde leeftijd hadden is het leeftijdsverschil waarschijnlijk niet de oorzaak van het waargenomen effekt. Het is waarschijnlijker dat, bij hoge lactose opname, de eiwit/energie-verhouding de glucose-uitscheiding met urine beïnvloedt.

4. RESULTATEN EN DISKUSSIE SLACHTPROEF

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt eerst het algemene verloop van de slachtproef beschreven. Daarna zullen achtereenvolgens de effekten van eiwit- en eiwitvrije energie-opname op gewichtstoename en voederconversie, lichaamssamenstelling en de aanzet van diverse componenten worden besproken. Verder wordt aandacht besteed aan het vergelijken van de eiwitaanzet, gemeten tijdens balansperiode en slachtproef. Tenslotte wordt ook aandacht besteed aan het energiemetabolisme.
Gegevens van vergelijkingen van lijnen die in diverse figuren door de punten getrokken zijn of gewoon in de tekst staan, staan vermeld in bijlage 3.
In bijlagen 5, 6 en 7, waar in onderstaande tekst naar wordt verwezen, staan behandelingsgemiddelden van een aantal resultaten weergegeven. Deze dienen met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. De opzet van dit experiment is bedoeld om verbanden te schatten. De consequentie hiervan is dat er per behandeling slechts 3 waarnemingen zijn.

4.2 Verloop van het experiment

Tabel 4.1 Verloop hemoglobine gehalte tijdens de proef

leeftijd kalveren (weken)	aantal dieren	weken na aanvang proef	Hb gehalte (mmol/l)	se
1	36		7,7	0,21
16	36	-1	5,5	0,12
21	36	4	5,5	0,16
25	34	8	5,6	0,12
29	17	12	6,2	0,14
31	10	14	5,4	0,18
33	6	16	5,8	0,26
37	3	20	7,5	1,11

Het experiment is in het algemeen zonder problemen verlopen. Direkt na aankomst (een week voor aanvang van de proef) werd het Hb gehalte bepaald. Hierna kregen alle kalveren gedurende 3,5 dagen oraal 400 mg Fe per dag in de vorm van $FeSO_4.7H_2O$ toegediend. Vervolgens werd elke vier weken het Hb gehalte gemeten en bij een Hb spiegel lager dan 4,5 mmol/l (7,2 g/100 ml) werd subcutaan 10 ml Prevan 200 (bevat 200 g Fe^{3+}/l) geïnjecteerd. Kalveren met een Hb spiegel lager dan 3,5 mmol/l (5,6 g/ 100 ml) kregen 15 ml Prevan. In totaal moesten op 21 weken 10 kalveren en op 31 weken 1 kalf worden behandeld. De resultaten van de Hb bepalingen zijn weergegeven in tabel 4.1.
De gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid zijn, met minimum en maximum per

maand weergegeven in bijlage 4.
De leeftijd van de kalveren bij slachten varieerde tussen 25 en 39 weken en is per behandeling weergegeven in bijlage 5.

Uitval
Zoals beschreven in paragraaf 3.2 hadden twee kalveren uit behandeling 1 moeite met de voeropname. De voeropnameproblemen werden erger naar mate het experiment vorderde en ook de groei in de tweede helft van het experiment was laag. Beide kalveren haalden het eindgewicht van 240 kg niet (228 en 234 kg "nuchter"), en groeiden op het moment van slachten minder dan 1000 g/d. De twee kalveren hadden gedurende het grootste deel van het experiment (vanaf 2 à 3 weken) afwijkende mest. Het is waarschijnlijk dat de extreem hoge eiwitopname de oorzaak was van deze problemen. Deze twee kalveren zijn buiten het experiment gelaten, waardoor er in behandeling 1 slechts één kalf overbleef.
Een kalf uit behandeling 11 is zoals beschreven in paragraaf 3.2 op 210 kg afgevoerd en daarom onbruikbaar voor dit experiment.

Tabel 4.2 Gemiddelde nutriëntopname per behandeling tijdens de gehele proef

Behandeling	droge stof (g/d)	ruw eiwit (g/d)	ruw vet (g/d)	as (g/d)	bruto energie (mJ/d)	eiwitvrije energie[1] (mJ/d)	water (kg/d)
1	2720	775	545	150	59,9	41,5	14,5
2	2590	665	535	145	56,5	40,8	14,5
3	2490	580	540	140	54,3	40,7	14,4
4	2360	450	545	135	51,6	40,9	14,1
5	2260	345	550	125	49,1	40,9	14,1
6	2120	245	530	120	46,3	40,4	13,7
7	2010	570	405	110	44,6	31,1	13,4
8	1910	485	395	105	41,8	30,3	12,8
9	1860	430	405	105	40,8	30,7	12,5
10	1760	340	405	100	38,2	30,2	11,9
11	1670	250	420	95	36,4	30,5	11,2
12	1600	185	400	90	34,8	30,4	11,0

[1] berekend als energie-opname - (23,8/1000)*ruw eiwitopname

4.3 Gerealiseerde nutriëntopnames

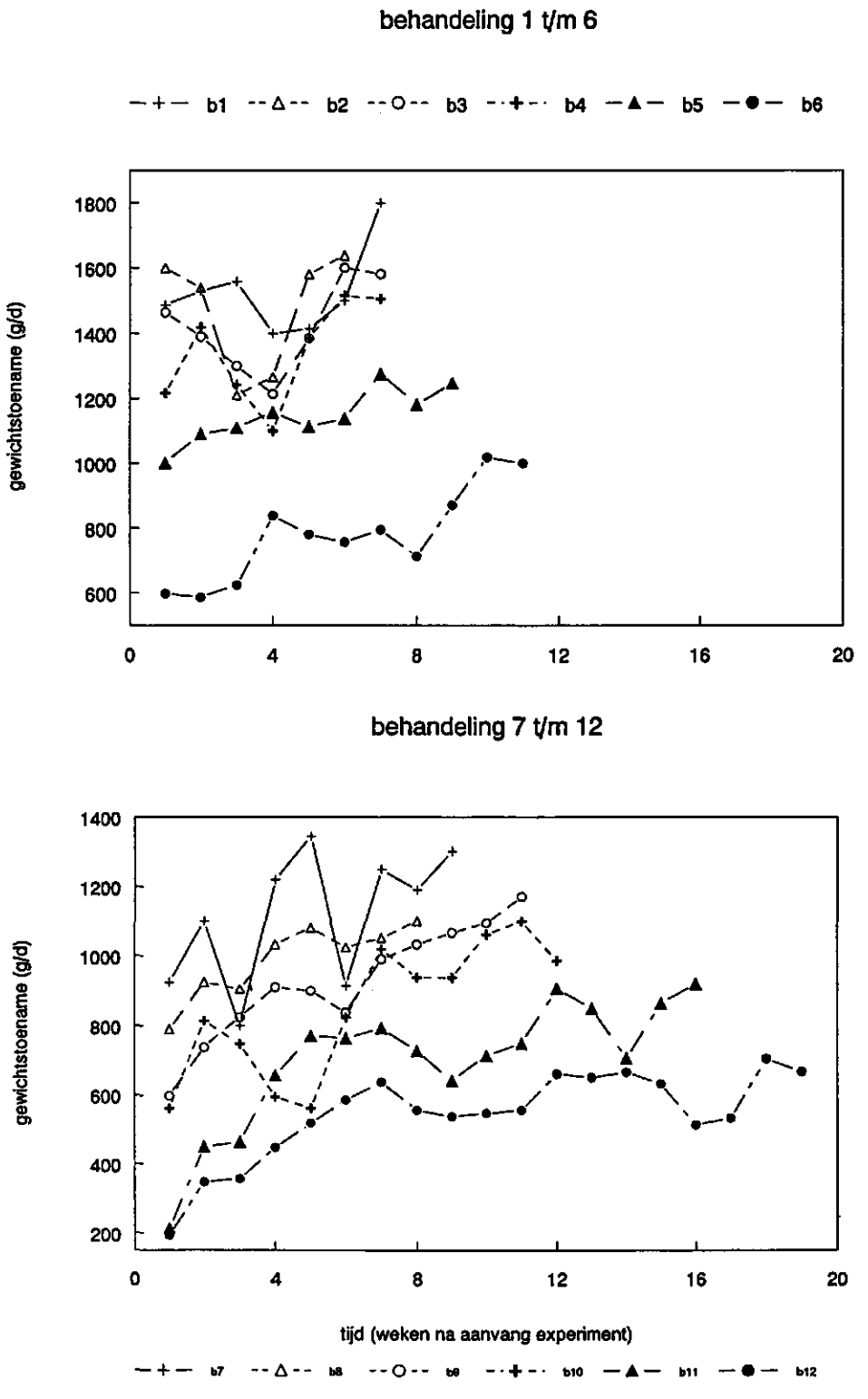
De gemiddelde dagelijkse nutriëntopname over het gehele groeitrajekt is per behandeling weergegeven in tabel 4.2. Het zijn de geanalyseerde gehaltes vermenigvuldigd met de geregistreerde voeropname. In bijlage 2 is de berekende nutriëntopname op 160, 180, 200, 220 en 240 kg levend gewicht weergegeven.

4.4 Gewichtstoename en voederconversie

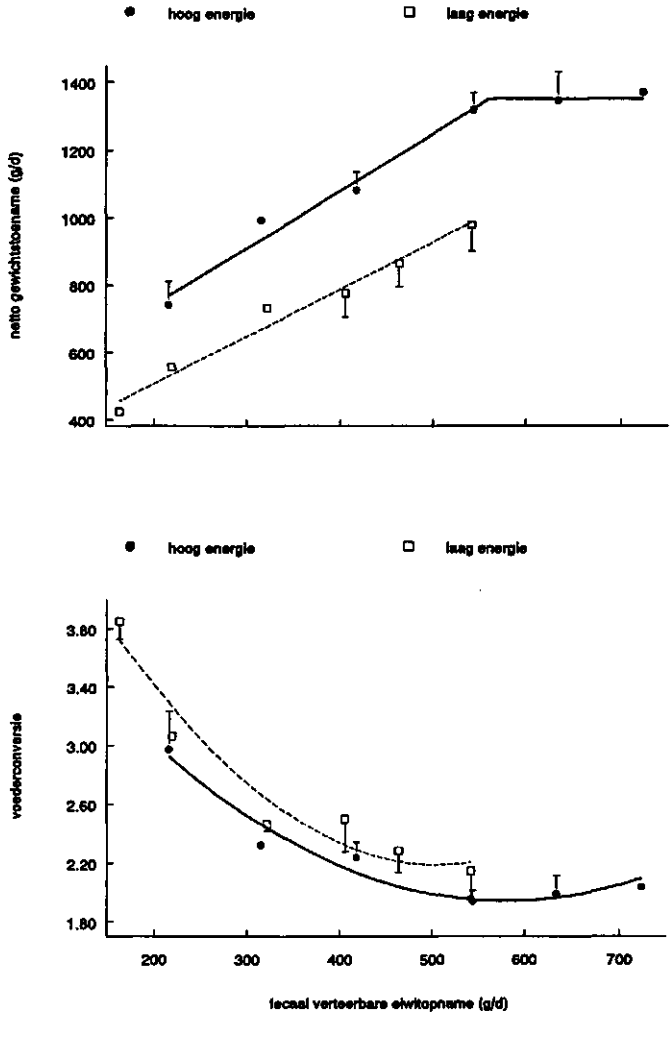
Gewichtstoename als funktie van tijd
Het verloop van gewichtstoename in de tijd is (gemiddeld per behandeling) weergegeven in figuur 4.1. Om de variatie in wekelijkse gewichtstoename te verkleinen is deze berekend als voortschrijdend gemiddelde (telkens gebaseerd op twee weken). De in de tijd toenemende gewichtstoename wordt veroorzaakt door het gehanteerde voerschema, waarbij zwaardere kalveren meer voer voor produktie krijgen.
De grote fluktuaties worden veroorzaakt door het intuigen van de kalveren, bediskussieerd in paragraaf 3.2 Aangezien de balansperiode niet altijd voor alle dieren van een behandelingsgroep gelijktijdig begon, is bij een aantal behandelingen meer dan een "dipje" in de figuur waar te nemen.

Gewichtstoename en voederconversie als funktie van eiwit- en energie-opname
De dagelijkse gewichtstoename en voederconversie zijn per energienivo weergegeven in figuur 4.2. Omdat de gewichtsverliezen tijdens het transport en slachten van de kalveren (hierna "slachthuisverlies") voor de langzame groeiers hoger waren dan voor de snelle groeiers worden hier de gegevens op basis van leeggewicht gepresenteerd. Leeggewicht is hierbij gedefinieerd als het totaalgewicht van het op het slachthuis verzamelde materiaal, exclusief maagdarminhoud. Dit slachthuisverlies bestaat voornamelijk uit verlies van mest, urine en vocht tijdens transport en maagdarminhoud (voor een belangrijk deel melk dat tijdens het verbloeden uit de bek stroomt). Het slachthuisverlies varieerde van 16 tot 25 kg. De hoeveelheid melk die tijdens het verbloeden uit de bek stroomde varieerde tussen 2 en 10 kg.
De weergegeven dagelijkse gewichtstoename en voederconversie is gebaseerd op het verschil tussen het totaal op het slachthuis verzamelde materiaal (exclusief de later verwijderde maagdarminhoud) en het geschat leeg gewicht bij aanvang van de proef. Om een indruk te geven hoe deze parameters op basis van leeggewicht zich verhouden tot de parameters op basis van levend gewicht: De gewichtstoenames op basis van levend gewicht waren respektievelijk 1523 en 528 g/d voor behandeling 2 en 12; de voederconversies op basis van levend gewicht bedroegen respektievelijk 1,76 en 3,13 voor behandeling 2 en 12 (voor behandelingen zie tabel 2.1). Behandelingsgemiddelden van groei en voederconversie, berekend op beide manieren, aanhoudingspercentage en slachthuisverliezen zijn weergegeven in bijlage 5.

Figuur 4.1 Verloop gewichtstoename in de tijd, gemiddeld per behandeling, voor het hoge (boven) en lage (onder) energienivo.



Figuur 4.2 Effekt van eiwit- en energie-opname op gewichtstoename en voederconversie, berekend op basis van leeggewicht

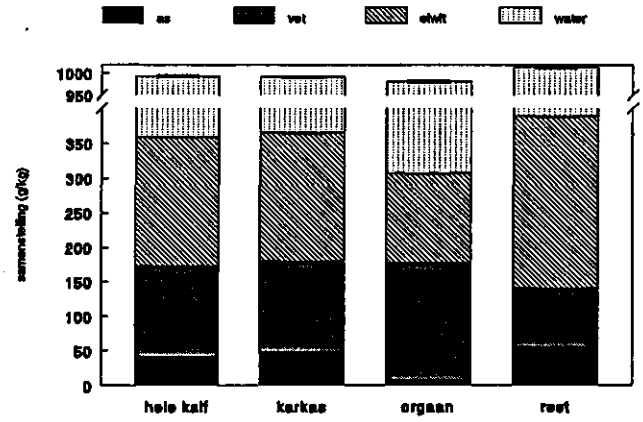


Een rechte lijn bleek in de gemeten range voor het lage energienivo de beste benadering voor gewichtstoename. Bij het hoge energie-opnamenivo is gekozen voor een lineair-plateau model (beter dan lineair: $p<,05$). Tot aan het buigpunt (bij 562 g eiwitopname (se = 39)) lopen de lijnen voor beide energienivo's parallel. Het verschil tussen de energie-opnamenivo's is signifikant ($p<,001$), en bedraagt ongeveer 250 g/d. Bij de hoge eiwitopnames is de afbuiging duidelijk zichtbaar. Deze correspondeert met de afbuiging die gevonden is voor eiwitaanzet, en wordt bediskussieerd in paragraaf 4.6

De voederconversie is beschreven met behulp van het kwadratisch model (2), omdat een rechte lijn niet direkt verwacht werd. De verbetering van de voederconversie met toenemende eiwitopname is duidelijk. Bij het hoge energienivo wordt de minimale voederconversie bij dezelfde eiwitopname bereikt als de maximale groei (580 g/d).

4.5 Lichaamssamenstelling

Figuur 4.3 Lichaamssamenstelling van de initiële slachtgroep (160 kg)



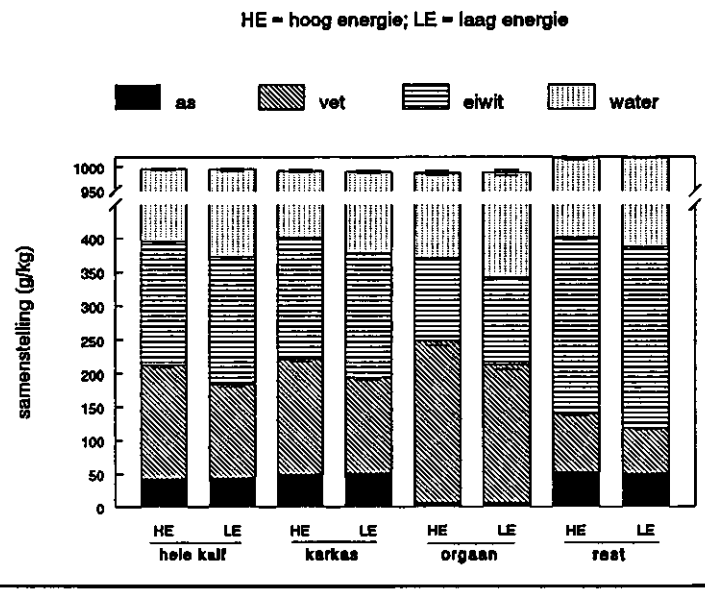
4.5.1 Chemische analyses

De samenstelling van het hele kalf werd bepaald als de som van de karkas-, orgaan- en restfraktie. De som van het eiwit- (N * 6,25), vet- en asgehalte bedroeg gemiddeld respektievelijk 97,8 (se = 0,21), 96,6 (se = 0,16) en 104,8 (se = 0,15) % van de droge stof in de karkas-, orgaan- en restfraktie.
Er is een aantal mogelijkheden waarom deze som van eiwit, vet en as niet op 100 % van de droge stof uitkomt: Onnauwkeurigheid van de bepalingen, eventuele aanwezigheid van suikers (glycogeen, vooral in orgaanfraktie) maar vooral de onnauwkeurigheid van de faktor 6,25, het gemiddelde N-gehalte van eiwit.

4.5.2 Initiële slachtgroep

De samenstelling van de initiële slachtgroep is weergegeven in figuur 4.3. De samenstelling van deze groep van 10 dieren is goed vergelijkbaar met de gemiddelde samenstelling van de kalveren van 160 kg op het hoge energienivo van het eerste experiment (Gerrits, 1994).

Figuur 4.4 Lichaamssamenstelling van kalveren van 240 kg bij 2 energie-opnamenivo's



4.5.3 Kalveren van 240 kg

De samenstelling van de kalveren van 240 kg is per energienivo gemiddeld weergegeven in figuur 4.4. Om een indruk te geven van de effekten van eiwit- en energie-

opname op lichaamssamenstelling worden de resultaten van de regressie-analyse (beschreven in paragraaf 2.6.2) gepresenteerd in tabel 4.3. De interaktie tussen eiwit- en energie-opname (= het effekt van eiwitopname bij laag energienivo anders dan bij hoog energienivo) was nergens signifikant en is dus weggelaten.

Uit tabel 4.3 blijkt dat het asgehalte in het algemeen negatief beïnvloed werd door eiwitopname.
De kalveren op het hoge energienivo waren duidelijk vetter dan op het lage energienivo. Het vetgehalte werd niet beïnvloed door eiwitopname.
Het watergehalte was sterk gerelateerd aan het eiwitgehalte en reageerde tegengesteld op energie-opname vergeleken met het vetgehalte.
Energie-opname effekten waren vergelijkbaar met energie-opname effekten uit het eerste experiment, gevonden bij kalveren van 160 kg. Opvallend is echter de afwezigheid van het effekt van eiwitopname op vet-, eiwit- en watergehalte in dit experiment, waar dat bij kalveren van 160 kg duidelijk aanwezig was (positief op eiwit- en watergehalte, negatief op vetgehalte; Gerrits, 1994). Verder is het (negatief) effekt van eiwitopname op het asgehalte duidelijker aanwezig dan in het eerste experiment. Dit laatste kan verband houden met het grotere leeftijdsverschil tussen de snelste en de langzaamste groeiers bij het bereiken van het eindgewicht (respektievelijk 8 en 14 weken bij het eerste en dit experiment).
De gemiddelde lichaamssamenstelling per behandelingsgroep is te vinden in bijlage 6.

Tabel 4.3 Effekt van eiwit- en energie-opname op lichaamssamenstelling van kalveren van 240 kg[1]

component	onderdeel	energie effekt[2]	eiwit effekt[3]
as	hele kalf	ns	- - -
	karkas	ns	-
	orgaan	-	ns
	rest	+	- - -
vet	hele kalf	+ + +	ns
	karkas	+ + +	ns
	orgaan	+ + +	ns
	rest	+ + +	ns
eiwit	hele kalf	- - -	ns
	karkas	- -	+
	orgaan	-	ns
	rest	ns	ns
water	hele kalf	- - -	+
	karkas	- - -	+
	orgaan	- - -	ns
	rest	- - -	ns

[1] ns = niet signifikant ($p>0,05$)
- = negatief effekt ($p<0,05$);
- - = negatief effekt ($p<0,01$);
- - - = negatief effekt ($p<0,001$);
+ = positief effekt ($p<0,05$);
+ + = positief effekt ($p<0,01$);
+ + + = positief effekt ($p<0,001$);

[2] effekt van eiwitvrij energie-opnamenivo

[3] effekt van verteerbare eiwitopname

4.6 Aanzet van eiwit en vet

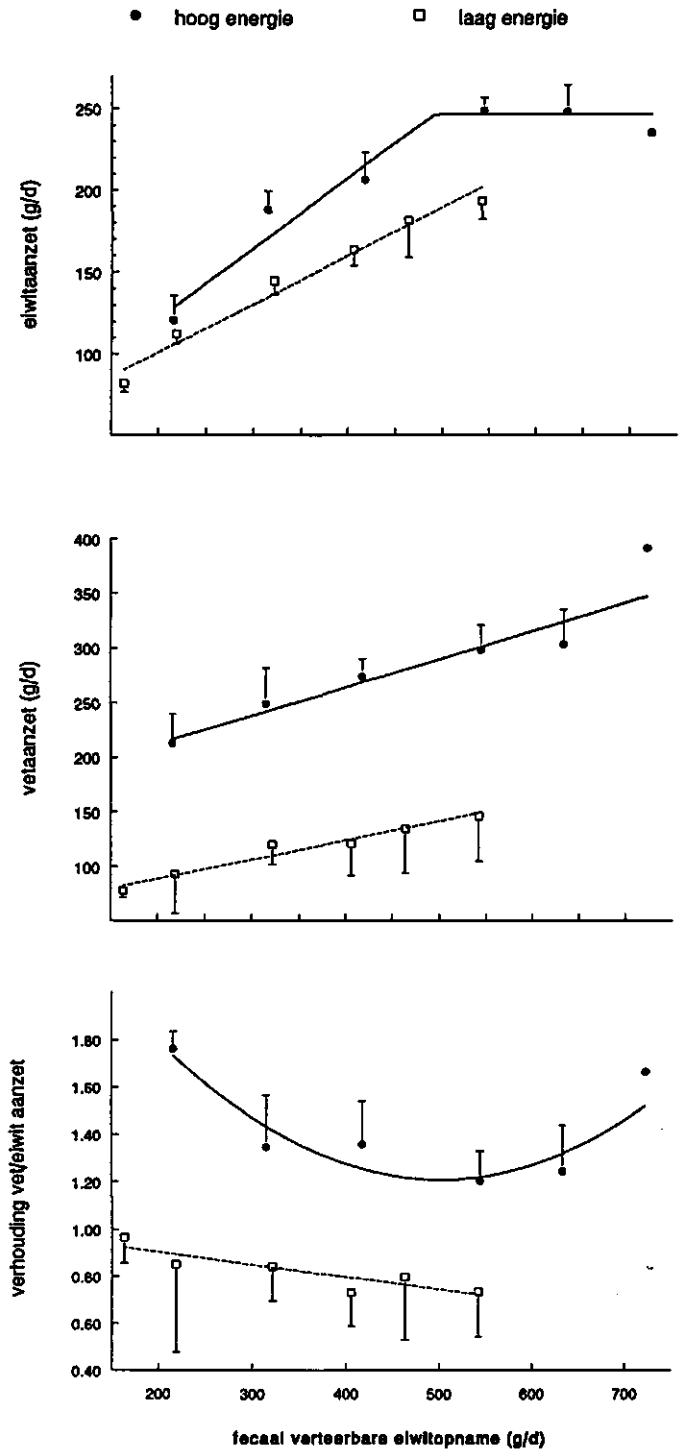
4.6.1 Aanzet van eiwit en vet in het hele kalf

De aanzet van eiwit, vet en de verhouding daartussen is weergegeven in figuur 4.5. De behandelingsgemiddelden zijn weergegeven in bijlage 7.

Eiwitaanzet
Zoals te zien is in figuur 4.5 neemt eiwitaanzet toe met toenemende eiwitopname. Dit verband wordt bij het lage energienivo het beste benaderd met een rechte lijn (model (1)). Bij het hoge energienivo is een afbuiging zichtbaar.
Voor de beschrijving van het verband is gekozen voor een lineair-plateau model (7), welke het verband beter ($p<,05$) beschreef dan het lineaire model (1). De modellen (3), (4) en (5) (kromlijnige verbanden met een horizontale asymptoot, beschreven in paragraaf 2.6.2) beschreven het verband ook beter dan het lineaire (1) en even goed als het gekozen lineair-plateau model. De keuze voor het lineair-plateau model is dus enigszins arbitrair, maar levert een schatting van de marginale eiwitaanzetefficiëntie op. Dit is de hoeveelheid eiwit die wordt aangezet bij 1 gram extra eiwitopname, m.a.w. de richtingscoëfficiënt van de lijn. Bij de schatting van een plateau wordt ervan uitgegaan dat een maximum in de eiwitaanzetcapaciteit is bereikt. In dit geval (hoge energie-opname) is het maximum geschat op 247 g/d. Gebruik van modellen (3), (4) en (5) leveren schattingen voor maximale eiwitaanzet tussen 249 en 255 g/d. De maximale eiwitaanzetcapaciteit werd bereikt bij een verteerbare eiwitopname van 490 g/d.

De marginale eiwitaanzetefficiëntie bedraagt respektievelijk 29 ($se=3,3$) en 43 % ($se=9,2$) voor het lage en het hoge (tot het buigpunt) energienivo. Deze efficiënties zijn, vergeleken met andere diersoorten, aan de lage kant maar zijn in dezelfde orde van grootte als voor kalveren in het trajekt 80-160 kg (Gerrits, 1994). Merk op dat de schatting voor het hoge energienivo erg gevoelig is voor de schatting van het buigpunt (zie ook de hoge standaard error). Het verschil in marginale eiwitaanzetefficiëntie tussen beide energie-opnamenivo's is waarschijnlijk dan ook niet signifikant. De reden voor deze lage marginale efficiëntie is nog niet duidelijk. Het is mogelijk dat kalveren geen onderscheid kunnen maken in de aangeboden energiebronnen, niet bij voorkeur glucogene of lipogene energie gebruiken voor onderhoud en de aanzet van eiwit en vet, en dus standaard een relatief groot deel van het aangeboden eiwit verbranden.
Een andere -theoretische- mogelijkheid is dat het aminozuurpatroon van het aangeboden eiwit sterk afweek van de behoefte van de kalveren. Het aminozuurpatroon was gebaseerd op dat van caseïne, hetgeen voor een aantal belangrijke aminozuren (methionine, cystine, lysine, threonine, isoleucine en tryptofaan) goed overeenstemde met het aminozuurpatroon van kalveren (geschat uit literatuur door Tolman, 1992) en met aanbevolen waarden door van Weerden en Huisman (1985). Het is daarom niet erg waarschijnlijk dat een slecht aminozuurpatroon de oorzaak was van de lage marginale eiwitaanzetefficiëntie.

Figuur 4.5 Effekt van eiwit- en energie-opname op de aanzet van eiwit, vet en de verhouding vet/eiwitaanzet



Hoewel het bij gebruik van verschillende modellen voor laag- en hoog energienivo moeilijk is om energienivo's te vergelijken, kan worden gesteld dat kalveren op het hoge energienivo bij een bepaalde eiwitopname meer eiwit aanzetten dan kalveren op het lage energienivo. Wordt voor beide energienivo's een lineair verband geschat dan bedraagt het verschil ongeveer 30 g/d ($p<,001$). Dit komt overeen met de resultaten uit de N-balansproef (zie paragraaf 3.4) en werd ook gevonden bij kalveren in het trajekt van 80-160 kg levend gewicht (Gerrits, 1994). Het is niet duidelijk in welke energiebehoefte (onderhoud of produktie) het verbranden van deze 30 gram eiwit bij het lage energienivo moest voorzien.

Vetaanzet

Voor de vetaanzet was een rechte lijn (model (1)) in beide gevallen binnen het gemeten trajekt de beste benadering. Zowel eiwit- als energie-effekt waren signifikant ($p<,0001$). Er was geen interaktie (verschil in richtingscoëfficiënt tussen de lijnen). Dat de vetaanzet niet daalde met toenemende eiwitopname -zoals aanvankelijk werd verwacht- was verassend, maar is iin overeenstemming met de resultaten, verkregen in het trajekt 80-160 kg (Gerrits, 1994). De gemiddelde richtingscoëfficiënt bedroeg 0,22: Als een kalf 100 g meer eiwit per dag krijgt wordt er dus, behalve ongeveer 35 gram meer eiwit (gemiddeld voor beide energienivo's: zie boven), ook 22 gram meer vet aangezet. Kalveren op het hoge energienivo zetten dagelijks ongeveer 140 g meer vet aan dan kalveren op het lage energienivo. Dit effekt werd ook waargenomen bij kalveren van 80-160 kg (Gerrits, 1994).

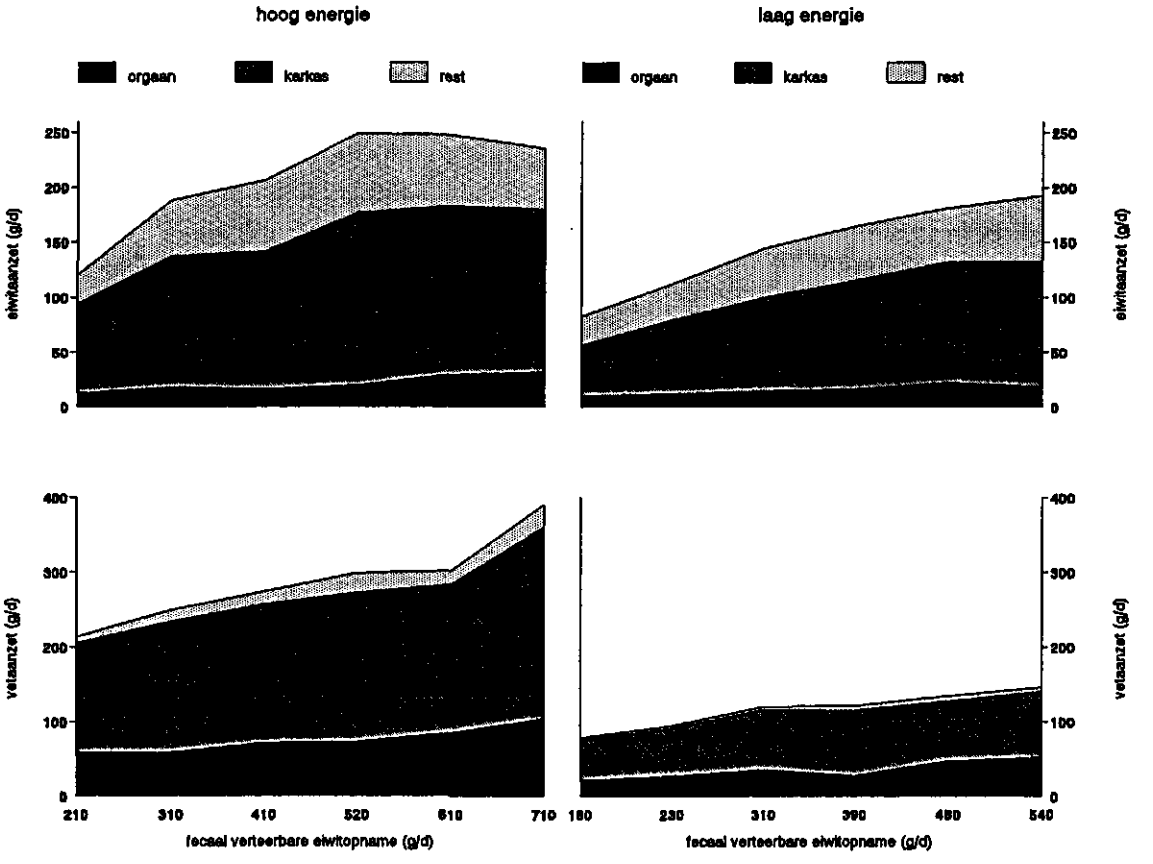
Verhouding vet/eiwitaanzet

De verhouding tussen vet- en eiwitaanzet wordt bij het lage energienivo niet signifikant beïnvloed door eiwitopname. De vetaanzet stijgt even snel met eiwitopname als eiwitaanzet.
Bij het hoge energienivo wordt een minimum bereikt bij een eiwitopname van ongeveer 500 g/d. Dit wordt veroorzaakt door het bereiken van de maximale eiwitaanzetcapaciteit. De (genetisch bepaalde) minimale verhouding tussen vet- en eiwitaanzet wordt in dit experiment niet bereikt, Voor kalveren in het groeitrajekt 80-160 kg werd deze geschat op 0,67 (Gerrits, 1994).

4.6.2 Verdeling van eiwit- en vetaanzet over karkas-, orgaan- en restfraktie

De eiwit- en vetaanzet in de karkas-, orgaan- en restfraktie zijn per energienivo weergegeven in figuur 4.6.

Figuur 4.6 Eiwit- en vetaanzet in orgaan- karkas- en restfraktie als funktie van eiwitopname bij hoog en laag energienivo



4.7 Bruto eiwitaanzet efficiëntie

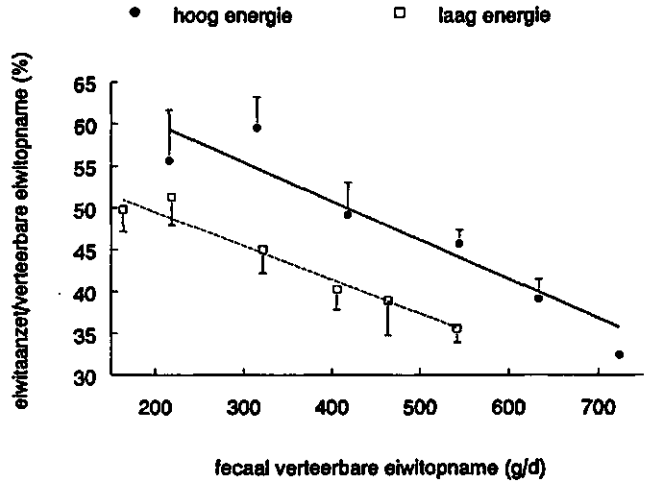
Het verloop van de bruto eiwitaanzet efficiëntie (eiwitaanzet als percentage van verteerbare eiwitopname) is weergegeven in figuur 4.7. De bruto efficiëntie neemt bij beide energienivo's sterk af met toenemende eiwitopname. Het verschil tussen beide energienivo's ($p<,0001$) is ongeveer 9 % absoluut.

4.8 Vergelijking van eiwitaanzet tijdens balansperiode en slachtproef

De geschatte lijnen voor eiwitaanzet, gemeten tijdens de N-balans en slachtproef komen goed overeen. De gevonden verschillen in marginale eiwitaanzetefficiëntie tussen N-balans en slachtproef (39 vs 43 % bij het hoge energienivo (voor het buigpunt), en 34 vs 29 % bij het lage

energienivo) waren erg klein. Ook schattingen van maximale eiwitaanzetcapaciteit bij het hoge energienivo kwamen overeen (251 vs 247 g/d), en deze werd in beide gevallen bereikt bij een eiwitopname van 490 g/d. De spreiding bij het hoge energienivo was wel een stuk groter bij de N-balans dan bij de slachtproef (R^2 van het geschatte verband bij het hoge energienivo was respektievelijk 0,67 en 0,80 voor balans en slachtproef; RSD respektievelijk 28,49 en 22,93).

Figuur 4.7 Effekt van eiwit- en energie-opname op bruto eiwitaanzet efficiëntie



De bruto-eiwitaanzet efficiëntie is een maat voor de verschillen tussen de twee methodes om eiwitaanzet te schatten. Hoewel de N-balans op 200 kg gemeten is en de slachtproef een gemiddelde geeft over het hele groeitrajekt is het interessant de bruto eiwitaanzetefficiënties te vergelijken. De N-balans leverde iets hogere bruto-eiwitaanzet efficientie op dan de slachtproef (verschil 3,5% absoluut; $p<,001$) . Dit verschil was onafhankelijk van energienivo, maar nam af ($p<,05$) bij toenemende eiwitopname. Nader bestuderen van deze verschillen leidt tot de conclusie dat dit verschil resulteert uit de som van een aantal effekten:

- Fouten die gemaakt worden bij N-balans leiden in het algemeen tot overschatting van de eiwitaanzet (Just, 1982);
- fouten die gemaakt worden bij de slachtproef leiden in het algemeen tot onderschatting van de eiwitaanzet;
- het op verschillende tijdstippen uitvoeren van de N-balans heeft als nadeel dat de dieren die later in balans gaan in het algemeen een hogere eiwitaanzet hebben dan het gemiddelde over het gehele trajekt (gemeten bij de slachtproef). Dit wordt veroorzaakt door de groei (en dus ook de eiwitaanzet), die in de loop van de tijd toeneemt (zie ook figuur 4.1);
- het intuigen van de kalveren had een negatief effekt op de groei tijdens de balansperiode, en heeft dus waarschijnlijk ook de N-balans beïnvloed: niet zozeer behandelingseffekten als wel het nivo (zie paragraaf 3.2).

4.9 Aanzet van anorganische stof en water

De hoeveelheid anorganische stof (as) wordt vaak gezien als indikator voor de hoeveelheid bot. De verhouding tussen de hoeveelheid as en de hoeveelheid eiwit in een kalf zou daarom een maat kunnen zijn voor de bevleesdheid van dat kalf.

De verhouding tussen de hoeveelheid water en de hoeveelheid eiwit wordt vaak konstant verondersteld en is handig om effekten op eiwitaanzet om te kunnen rekenen in groei.

Anorganische stof
Zoals te zien in tabel 4.3 was er een sterk negatief verband tussen eiwitopname en het asgehalte van de kalveren van 240 kg. Wordt de verhouding tussen de hoeveelheid as en de hoeveelheid eiwit gerelateerd aan eiwitgroei (eiwitaanzet) dan blijkt ook daar een negatief verband te zijn ($p<,001$). Dit correspondeert ook met de hoogte van de achterhand van de kalveren op het tijdstip van slachten. Deze nam af bij toenemende eiwitaanzet ($p<,01$). De langzaam groeiende kalveren waren ouder op het tijdstip van slachten. Blijkbaar is er een bepaalde prioriteit voor botgroei. De as/eiwit verhouding werd ook beïnvloed door het energienivo. Kalveren op het hoge energienivo hadden bij eenzelfde eiwitaanzet een hogere ($p<,05$) as/eiwit verhouding dan kalveren op het lage energienivo. De reden hiervoor is niet duidelijk.
In formulevorm:

*HE: as/eiwit = 0,278 - 0,000213 * eiwitaanzet,* *(14)*
LE: as/eiwit = 0,264 - 0,000213 eiwitaanzet,* *(15)*

($R^2=0,41$; signifikantie model $p=0,0003$)
waarin: HE = hoog energie-opnamenivo;
LE = laag energie-opnamenivo;
as = de hoeveelheid as in een kalf van 240 kg, in kg;
eiwit = de hoeveelheid eiwit in een kalf van 240 kg, in kg;
eiwitaanzet in g/d.

Water
De hoeveelheid water in een dier wordt vaak beschreven als funktie van de hoeveelheid eiwit (de Greef, 1992). Gezien de geringe variatie in zowel eiwit- als water hoeveelheid tussen de geanalyseerde kalveren (alle kalveren wogen ca. 240 kg) was zo'n verband in dit experiment niet te schatten. Voor dit experiment werd de verhouding water/eiwit gerelateerd aan eiwitaanzet.
De verhouding tussen de hoeveelheid water en eiwit in kalveren van 240 kg was onafhankelijk van energienivo en eiwitaanzet en was 3,27 ($se=0,01$). Dit was lager dan voor kalveren van

160 kg werd gevonden (ongeveer 3,5; Gerrits, 1994).

4.10 Energiebalans

De schattingen van energetische onderhoudsbehoefte met behulp van de formules uit paragraaf 2.7.3 leveren de volgende gegevens op:
formule (11): ME_m = 452 $kJ/kg^{0,75}*d$;
formule (12): ME_m = 486 (se = 19) $kJ/kg^{0,75}*d$;
formule (13): ME_m = 448 (se = 22) $kJ/kg^{0,75}*d$;
De schatting van deze energetische parameters is afhankelijk van de manier waarop dat gebeurt. Het verschil tussen formule (11) en (12) is dat de X- en de Y variabelen verwisseld zijn. Dit heeft als voordeel dat rechtstreeks het intercept kan worden afgelezen, en op een eenvoudige manier van standaard error kan worden voorzien. In principe dient de variabele die tijdens het experiment het meest nauwkeurig kan worden vastgesteld als verklarende (=X-) variabele te worden genomen. In dit experiment zit op zowel de schatting van ME-opname als op de schatting van de energie-aanzet een fout die moeilijk te kwantificeren is. Derhalve zal de werkelijke onderhoudsbehoefte van deze kalveren tussen de 448 en de 486 $kJ/kg^{0,75}*d$ liggen.

Van de opgenomen ME boven onderhoud werd 67 % (se = 1,9) aangezet in de vorm van energie. Dit correspondeert goed met de waarden gevonden voor kalveren van 80-160 kg (69 %, van van Es en van Weerden 1970; 64 %, Gerrits 1994; 70 %, ARC 1980).

De schattingen van energetische efficiëntie voor eiwit- en vetaanzet kwamen met behulp van multipele regressie (formule 13) op respektievelijk 43 en 94 %. Hieruit kunnen de energetische kosten van eiwit- en vetaanzet worden afgeleid: respektievelijk 55 en 42 kJ/g.
Omdat de schattingen van de in deze paragraaf vermelde parameters vaak vergaand afhankelijk van elkaar zijn dienen ze met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

5. CONCLUSIES

Uit het verteringsexperiment bleek dat eiwitopname een positief effekt heeft op de eiwitverteerbaarheid (van 86 % tot 95 %). Het hoge eiwitvrije energie-opnamenivo (hierna energienivo) had een negatief effekt (2 % absoluut) op eiwitverteerbaarheid. Eiwitopname had ook een positief effekt op de verteerbaarheid van de energie en droge stof. Dit effekt kon grotendeels worden toegeschreven aan de verbetering van de eiwitverteerbaarheid.
De metaboliseerbaarheid van de verteerde energie (ME/DE verhouding) daalde met toenemende eiwitopname als gevolg van verhoogde uitscheiding van N met urine. Daarnaast werd bij het hoge energie-opnamenivo de ME/DE verhouding bij lage eiwitopnames sterk beïnvloed door verhoogde glucose-uitscheiding met urine.
Het intuigen van de kalveren t.b.v. de verterings- en balansproef had een negatief effekt op de groei (192 gram/dag over de totale ingetuigde periode). Dit effekt was het grootst tijdens de voorperiode en was onafhankelijk van eiwitopname en energienivo.

De dagelijkse gewichtstoename (berekend op basis van leeggewicht) varieerde tussen 400 en 1400 g/d en werd positief beïnvloed door zowel eiwitopname als energienivo. Bij het hoge energienivo had een eiwitopname boven 560 g/d geen effekt meer op de groei. De voederconversie (ook berekend op basis van leeggewicht) varieerde tussen 1,9 en 3,9 en nam af met toenemende eiwitopname.
Kalveren op het hoge energienivo bleken ongeveer 3 % meer vet te bevatten dan op het lage energienivo. Eiwitopname had geen belangrijk effekt op het eiwit-, vet- en watergehalte van de kalveren. Het gehalte aan anorganische stof (as) daalde met toenemende eiwitopname.
De verhouding tussen de hoeveelheid as en de hoeveelheid eiwit bij kalveren van 240 kg (een maat voor de bevleesdheid) nam af met toenemende eiwitaanzet. Mogelijk speelt het leeftijdsverschil bij het bereiken van het eindgewicht tussen snelle en langzame groeiers hierin een rol.
De verhouding tussen water- en eiwithoeveelheid in kalveren van 240 kg was 3,27 en werd niet beïnvloed door energie- en eiwitopname.

De eiwitaanzet (in g/d) nam bij het lage energienivo lineair toe met eiwitopname: 29 % van het extra opgenomen eiwit werd daadwerkelijk aangezet (=marginale eiwitaanzetefficiëntie van 29 %). Bij het hoge energienivo werd de maximale eiwitaanzetcapaciteit bereikt bij een eiwitopname van ongeveer 500 g/d. De maximale eiwitaanzetcapaciteit werd geschat op 250 g/d. Bij eiwitopnames lager dan 500 g/d werd 43 % van het extra opgenomen eiwit aangezet. De reden voor deze lage marginale eiwitaanzetefficiëntie is niet duidelijk.

De vetaanzet werd sterk beïnvloed door het energienivo: kalveren op het hoge energienivo zetten dagelijks ongeveer 140 gram meer vet aan dan op het lage energienivo. Ook eiwitopname had een positief effekt op vetaanzet: per 100 gram extra opgenomen eiwit werd ca. 20 gram meer

vet aangezet.

De bruto eiwitaanzet efficiëntie (eiwitaanzet/verteerbare eiwitopname) werd bepaald over zowel de gehele periode (slachtproef) als tijdens de N-balans. Deze bruto efficiëntie nam bij beide energienivo's sterk af met een toenemende eiwitopname (van ongeveer 55 tot 35 %). Bij het hoge energienivo was de bruto eiwitaanzet efficiëntie 9 % hoger (absoluut) dan bij het lage energienivo.
Schattingen van ME behoefte voor onderhoud kwamen uit tussen 448 en 486 kJ/kg^{0,75}*d; schattingen van de energetische efficiëntie van vet- en eiwitaanzet kwamen respektievelijk op 94 en 43 %.

LITERATUURLIJST

Agricultural Research Council, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal.

Es A.J.H. van, Weerden E.J. van, 1970. Kan de groei van gezonde mestkalveren worden voorspeld uit het opgenomen rantsoen. Landbouwkundig tijdschrift 82: kalverdag-nummer: 109-114.

Gerrits W.J.J., 1994. Reltie tussen eiwit- en energie-opname en eiwit- en vetaanzet bij vleeskalveren van 80-160 kg. Rapport voor het Produktschap voor Veevoeder. December 1994. 47 pp.

Greef K.H. de, 1992. Prediction of production: Nutrition induced tissue partitioning in growing pigs. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, the Netherlands.

Huisman J., Jong J. de, 1978. Procedure bij het verzamelen/bemonsteren van urine bij kalveren, varkens, ossen en stieren. ILOB sop nr.: Fys 4. TNO afdeling ILOB, Wageningen.

Huisman J., Jong J. de, Leeuwen P. van. 1978. Procedure bij het verzamelen en bemonsteren van mest afkomstig van mestkalveren en varkens. ILOB sop nr.: Fys 3. TNO afdeling ILOB, Wageningen.

ICSH, International Committee for Standardization in Haematology, 1967. British Journal of Haematology 13 (suppl.), 71.

ISO, International organisation for Standardization, Animal Feedingstuffs: Determination of moisture content. 1983 (ISO 6496); Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. 1979 (ISO 5983); Determination of crude ash. 1978 (ISO 5984); Determination of fat by extraction. 1985 (ISO-DIS 6492).

Just a., Fernandez J.A., Jorgensen H., 1982. Nitrogen balance studies and nitrogen retention. In: Digestive physiology in the pig. J.P. Laplace, T. Corring and A. Rérat (eds.) p. 111-119.

Klein M. and Hoffmann L., 1989. Bioenergetics of protein retention. In: Protein Metabolism in Farm Animals. H.D. Bock, B.O. Eggum, A.G. Low, O. Simon and T. Zebrowska (eds.). VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag and Oxford University Press, Berlin.

Koops W.J., Grossman M., 1993. Multiphasic Allometry. Growth, Development and Aging 57: 183-192.

Meulenbroeks J., Verstegen, M.W.A., Hel van der W., Korver S., Kleinhout G., 1986. The effect of genotype and metabolizable energy intake on protein and fat gain in veal calves. Animal Production 43: 195.

Palmquist D.L., Doppenberg J., Roehrig K.L., Kinsey D.J. 1992. Glucose and insulin metabolism in ruminating and veal calves fed high and low fat diets. Domestic Animal Endocrinology 3:233-241.

Tolman H., 1992. De aminozuursamenstelling van kalfsvlees, kalfsdelen en het gehele kalf. ILOB rapport nr I 92-3793.

Sekine J. and Asahida Y., 1990. Energy metabolism of calves. Jarq 24: 141-148.

Weerden E.J. van, Huisman J., 1985. Amino acid requirement of the young veal calf. Z. Tierphysiol. Tiernährg. u. Futtermittelkde 53: 232-244.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Berekende en geanalyseerde nutriëntsamenstelling basisvoeders[1]

	basisvoer 1		basisvoer 2	
	berekend (g/kg)	geanaly-seerd[2] (g/kg)	berekend (g/kg)	geanaly-seerd[2] (g/kg)
verteerbaar ruw eiwit	108,5		264,6	
DE eiwitvrij (mJ/kg)	18,09		14,30	
verteerbaar lysine	9,0	(8.29)	22,0	(8.31)
verteerbaar methionine	2,9	(2.67)	7,6	(2.87)
vert. met + cys	3,8	(3.50)	9,1	(3.44)
verteerbaar tryptofaan	1,5	(1.38)	3,7	(1.40)
verteerbaar threonine	5,0	(4.61)	12,2	(4.61)
verteerbaar isoleucine	6,3	(5.81)	15,3	(5.78)
suiker	510,2		392,3	
zetmeel	40,0		40,0	
droge stof		980,4		972,6
anorganische stof	65,2	55,9	60,1	54,3
ruw eiwit (N*6,25)	114,2	113,9	278,5	275,9
ruw vet	252,6	244,6	198,4	194,5
DE (mJ/kg)	20,65		20,54	
BE (mJ/kg)	21,74	21,36	21,62	21,57
Calcium	8,8		8,8	
fosfor	7,0		7,0	
Natrium (23)	4,1		4,1	
Chloor (35.5)	4,8		5,7	
Kalium (39.1)	8,0		8,0	
Magnesium	1,5		1,5	
Na + K-Cl (meq/100 g)	24,63		22,53	

[1] op produktbasis

[2] gemiddelde van 2 geanalyseerde batches

Bijlage 2 *Berekende nutriëntopnames per behandeling op 160, 180, 200, 220 en 240 kg*

beh[1]	ge-wicht (kg)	voer-opn (g/d)	vre opn[2] (g/d)	DE_{bij} opn[3] (mJ/d)	DE opn[4] (mJ/d)	rvet opn[5] (g/d)	gluc opn[6] (mJ/d)	ratio gluco/ lipo[7]	vlys opn[8] (g/d)	vm+c opn[9] (g/d)	Ca opn (g/d)	P opn (g/d)
1	160	2366	626	33,83	48,59	469	16,74	0,97	51,93	21,58	20,82	16,56
	180	2584	684	36,95	53,08	513	18,28	0,97	56,72	23,57	22,74	18,09
	200	2797	740	39,99	57,45	555	19,78	0,97	61,39	25,51	24,61	19,58
	220	3004	795	42,96	61,70	596	21,25	0,97	65,94	27,40	26,44	21,03
	240	3207	848	45,85	65,86	636	22,68	0,97	70,38	29,24	28,22	22,45
2	160	2267	541	33,83	46,60	470	16,75	0,97	44,91	18,68	19,95	15,87
	180	2476	591	36,95	50,90	513	18,30	0,97	49,06	20,41	21,79	17,33
	200	2680	640	39,99	55,09	556	19,81	0,97	53,09	22,09	23,58	18,76
	220	2878	687	42,96	59,17	597	21,27	0,97	57,03	23,72	25,33	20,15
	240	3072	734	45,85	63,16	637	22,71	0,97	60,87	25,32	27,04	21,51
3	160	2183	470	33,83	44,91	471	16,77	0,97	38,96	16,23	19,21	15,28
	180	2384	513	36,95	49,05	514	18,32	0,97	42,56	17,73	20,98	16,69
	200	2580	555	39,99	53,09	556	19,83	0,97	46,06	19,18	22,71	18,06
	220	2771	596	42,96	57,02	597	21,29	0,97	49,47	20,61	24,39	19,40
	240	2958	636	45,85	60,87	638	22,73	0,97	52,81	22,00	26,03	20,71
4	160	2068	372	33,83	42,61	471	16,79	0,97	30,88	12,89	18,20	14,48
	180	2259	407	36,95	46,54	515	18,34	0,97	33,73	14,09	19,88	15,82
	200	2445	440	39,99	50,37	557	19,85	0,97	36,51	15,24	21,52	17,12
	220	2626	473	42,96	54,10	598	21,32	0,97	39,21	16,37	23,11	18,38
	240	2803	504	45,85	57,75	639	22,76	0,97	41,86	17,48	24,67	19,62
5	160	1964	283	33,83	40,52	472	16,81	0,96	23,53	9,86	17,29	13,75
	180	2146	310	36,95	44,26	515	18,36	0,96	25,70	10,77	18,88	15,02
	200	2322	335	39,99	47,90	558	19,87	0,96	27,82	11,66	20,44	16,26
	220	2494	360	42,96	51,45	599	21,35	0,96	29,88	12,52	21,95	17,46
	240	2663	384	45,85	54,92	639	22,79	0,96	31,89	13,37	23,43	18,64
6	160	1870	203	33,83	38,62	472	16,83	0,96	16,85	7,11	16,46	13,09
	180	2043	222	36,95	42,18	516	18,38	0,96	18,41	7,76	17,98	14,30
	200	2211	240	39,99	45,65	558	19,90	0,96	19,92	8,40	19,46	15,48
	220	2375	258	42,96	49,04	600	21,37	0,96	21,40	9,02	20,90	16,62
	240	2535	275	45,85	52,34	640	22,81	0,96	22,84	9,63	22,31	17,74
7	160	1774	469	25,37	36,44	352	12,55	0,97	38,95	16,18	15,61	12,42

beh[1]	ge-wicht (kg)	voer-opn (g/d)	vre opn[2] (g/d)	DE_{pf} opn[3] (mJ/d)	DE opn[4] (mJ/d)	rvet opn[5] (g/d)	gluc opn[6] (mJ/d)	ratio gluco/ lipo[7]	vlys opn[8] (g/d)	vm+c opn[9] (g/d)	Ca opn (g/d)	P opn (g/d)
	180	1938	513	27,72	39,81	385	13,71	0,97	42,54	17,68	17,06	13,57
	200	2098	555	30,00	43,08	416	14,84	0,97	46,04	19,13	18,46	14,68
	220	2253	596	32,22	46,28	447	15,94	0,97	49,45	20,55	19,83	15,77
	240	2405	636	34,39	49,40	477	17,01	0,97	52,79	21,93	21,16	16,83
8	160	1700	406	25,37	34,95	353	12,57	0,97	33,68	14,01	14,96	11,90
	180	1857	443	27,72	38,18	385	13,73	0,97	36,80	15,31	16,34	13,00
	200	2010	480	30,00	41,32	417	14,85	0,97	39,82	16,56	17,69	14,07
	220	2159	515	32,22	44,38	448	15,96	0,97	42,77	17,79	19,00	15,11
	240	2304	550	34,39	47,37	478	17,03	0,97	45,66	18,99	20,28	16,13
9	160	1637	352	25,37	33,68	353	12,58	0,97	29,22	12,17	14,40	11,46
	180	1788	385	27,72	36,79	385	13,74	0,97	31,92	13,30	15,74	12,52
	200	1935	416	30,00	39,82	417	14,87	0,97	34,55	14,39	17,03	13,55
	220	2079	447	32,22	42,77	448	15,97	0,97	37,11	15,45	18,29	14,55
	240	2219	477	34,39	45,65	478	17,05	0,97	39,61	16,50	19,52	15,53
10	160	1556	283	25,37	32,06	353	12,59	0,97	23,52	9,82	13,70	10,89
	180	1700	310	27,72	35,02	386	13,76	0,97	25,69	10,73	14,96	11,90
	200	1840	335	30,00	37,90	418	14,89	0,97	27,80	11,61	16,19	12,88
	220	1976	360	32,22	40,71	449	15,99	0,97	29,86	12,47	17,39	13,83
	240	2109	384	34,39	43,45	479	17,07	0,97	31,88	13,31	18,56	14,77
11	160	1462	203	25,37	30,16	354	12,61	0,96	16,85	7,07	12,87	10,23
	180	1597	222	27,72	32,95	387	13,78	0,96	18,40	7,72	14,05	11,18
	200	1728	240	30,00	35,65	418	14,91	0,96	19,92	8,35	15,21	12,10
	220	1856	258	32,22	38,30	449	16,01	0,96	21,39	8,97	16,34	13,00
	240	1982	275	34,39	40,88	480	17,09	0,96	22,83	9,58	17,44	13,87
12	160	1403	152	25,37	28,96	354	12,62	0,96	12,64	5,33	12,34	9,82
	180	1532	166	27,72	31,64	387	13,79	0,96	13,80	5,82	13,48	10,72
	200	1658	180	30,00	34,24	419	14,92	0,96	14,94	6,30	14,59	11,61
	220	1781	193	32,22	36,78	450	16,03	0,96	16,05	6,77	15,67	12,47
	240	1901	206	34,39	39,26	480	17,11	0,96	17,13	7,22	16,73	13,31

[1] behandeling
[2] opname verteerbaar ruw eiwit
[3] opname eiwitvrije verteerbare energie
[4] opname verteerbare energie
[5] opname ruw vet
[6] opname glucogene energie
[7] ratio glucogene/lipogene energie
[8] opname verteerbare lysine
[9] opname verteerbare methonine + cystine

Bijlage 3 Parameter schattingen gebruikte vergelijkingen

figuur of formule[1]	E-nivo[2]	type vergelijking[3]	parameters[4]						R^2 [5]	RSD[6]
			a	se	b	se	c	se		
3.1	HE	$a+bX+cX^2$	76,73	3,782	0,05213	0,016339	$-3,758.10^{-6}$	$1,607.10^{-6}$	0,77	1,6210
3.1	LE	$a+bX+cX^2$	76,77	3,058	0,07038	0,017183	$-6,704.10^{-5}$	$2,160.10^{-5}$	0,81	1,5273
3.2	HE	$a+bX-b*\ln(1+e^{(X-c)})$	58,3	38,18	0,3928	0,11331	492,1	61,22	0,72	28,4937
3.2	LE	$a+bX$	45,0	14,89	0,3460	0,03751			0,86	22,0478
3.3	HE	aX^be^{-cX}	79,29	8,66	0,0373	0,0220	$9,097.10^{-5}$	$5,244.10^{-5}$	0,22	0,5411
3.3	LE	$a+bX$	96,65	0,347	$-3,02.10^{-5}$	$8,74.10^{-6}$			0,46	0,5138
3.4	HE	$a+bX$	94,55	19,323	-0,1388	0,0393			0,51	25,7518
3.4	LE	$a+bX$	17,59	5,554	-0,0234	0,0140			0,17	8,2264
4.2 (boven)	HE	$a+bX-b*\ln(1+e^{(X-c)})$	403	84,5	1,687	0,215	562	39,4	0,88	9,100
	LE	$a+bX$	226	56,3	1,404	0,147			0,86	8,012
4.2 (onder)	HE	$a+bX+cX^2$	4,44	0,456	-0,0086	0,00222	$7,44.10^{-6}$	$2,454.10^{-6}$	0,77	0,2193
	LE	$a+bX+cX^2$	5,53	0,508	-0,0132	0,00319	$1,30.10^{-5}$	$4,520.10^{-6}$	0,85	0,2709
4.5 (boven)	HE	$a+bX-b*\ln(1+e^{(X-c)})$	36,1	30,16	0,428	0,0922	491,7	46,45	0,83	22,929
	LE	$a+bX$	41,9	12,81	0,295	0,0334			0,84	18,2355
4.5 (midden)	HE	$a+bX$	160	30,6	0,257	0,0646			0,53	42,15
	LE	$a+bX$	53	32,0	0,176	0,0832			0,23	45,50
4.5 (onder)	HE	$a+bX+cX^2$	2,83	0,570	-0,0065	0,00278	$6,43.10^{-6}$	$3,068.10^{-6}$	0,36	0,2742
	LE	$a+bX$	1,01	0,206	-0,00053	0,000536			0,06	0,2929
4.7	HE	$a+bX$	69,4	4,69	-0,0465	0,00992			0,61	6,4687
	LE	$a+bX$	57,6	3,20	-0,0404	0,00833			0,61	4,5558
(14)	HE	$a+bX$	0,2775	0,0100	-0,000213	0,0000465			0,41	0,0124
(15)	LE	$a+bX$	0,2637	0,0075	-0,000213	0,0000465			0,41	0,0124

[1] Verwijzing naar formule in tekst (tussen haakjes), of naar een geschatte lijn uit een figuur;
[2] Energie-nivo: HE = hoog energienivo; LE = laag energienivo;
[3] Type vergelijking, beschreven in paragraaf 2.6.2;
[4] Parameterschattingen met rechts ervan bijbehorende standaard error (se);
[5] fraktie verklaarde variantie;
[6] Residual standard deviation van het gebruikte model;

Bijlage 4 *Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de stal tijdens experiment*

	staltemperatuur (°C)			luchtvochtigheid (%)		
maand	min	max	gem	min	max	gem
oktober	12	19	15	55	75	65
november	12	19	15	50	80	60
december	10	20	14	55	80	70
januari	10	16	13	55	80	65
februari	9	17	13	35	70	60
maart/april[1)]	13	20	15	45	80	60

[1)] Van maart en april is slechts gedurende 2 weken temperatuur en luchtvochtigheid geregistreerd.

Bijlage 5 Behandelingsgemiddelden van leeftijd op slachtdag, groei en voederconversie op basis van levend en leeggewicht, aanhoudingspercentage, en verliezen op het slachthuis

beh[1]	leeftijd op slachtdag (weken)	se	groei[2] (g/d)	se	netto[3] groei (g/d)	se	voeder-[4] conversie	se	netto[5] voeder-conversie	se	aanhoud-ings-perc[6] (%)	se	verlies slacht huis[7] (kg)	se
1	25,1	.	1568	.	1370	.	1,78	.	2,04	.	59,3	.	18,0	.
2	25,0	0,10	1522	78	1346	85	1,76	0,09	1,99	0,12	59,7	0,87	17,5	1,3
3	25,1	0,00	1436	34	1318	50	1,78	0,04	1,94	0,07	60,2	0,49	16,0	0,9
4	25,8	0,33	1343	80	1082	54	1,81	0,11	2,24	0,10	58,0	1,29	25,2	4,7
5	27,5	0,33	1158	62	993	3	2,00	0,11	2,32	0,02	58,9	1,37	19,1	3,7
6	31,8	1,45	827	67	741	70	2,65	0,19	2,97	0,26	61,5	0,71	16,2	1,4
7	27,8	0,67	1131	62	978	78	1,84	0,10	2,15	0,18	58,5	0,69	18,4	1,3
8	28,8	1,45	1021	96	865	69	1,94	0,15	2,29	0,15	58,5	0,85	19,9	2,2
9	29,5	0,33	929	48	776	72	2,06	0,11	2,50	0,22	59,0	1,43	20,4	2,9
10	31,1	0,58	827	17	732	12	2,18	0,04	2,47	0,04	58,5	0,54	18,4	0,9
11	34,1	0,00	680	3	556	10	2,50	0,03	3,06	0,03	58,2	0,14	22,7	1,0
12	38,9	1,71	528	39	424	14	3,13	0,25	3,85	0,12	57,3	1,06	25,2	1,7

[1] behandeling
[2] groei, berekend op basis van levend gewicht
[3] groei, berekend op basis van leeggewicht
[4] voederconversie, berekend op basis van levend gewicht
[5] voederconversie, berekend op basis van leeggewicht
[6] 0,98*(warm gewicht karkas, incl. lever en nieren)/leeggewicht
[7] slachthuisverlies bestaat uit: verlies mest+urine+vocht tijdens transport, maagdarmvulling, verlies melk tijdens verbloeden

Bijlage 6 Behandelingsgemiddelden samenstelling karkas fraktie

behan-deling	as (g/kg)	se	ruw vet (g/kg)	se	eiwit (g/kg)	se	droge stof (g/kg)	se
1	46	.	186	.	178	.	418	.
2	48	0,6	163	9,9	180	0,7	399	10,0
3	51	1,6	164	8,9	182	3,2	402	5,0
4	49	0,3	171	7,1	180	3,2	409	4,9
5	50	1,4	174	11,5	181	3,8	413	13,1
6	53	1,7	182	2,8	175	1,1	422	2,4
7	51	2,1	134	9,5	185	3,8	381	9,0
8	52	2,0	138	15,7	188	2,8	386	12,8
9	49	2,0	143	7,3	186	0,3	384	6,9
10	54	2,5	145	8,4	185	1,1	390	6,4
11	51	2,2	144	18,5	184	3,9	391	11,5
12	55	2,7	150	4,7	179	1,9	399	0,7

Bijlage 6 (vervolg) Behandelingsgemiddelden samenstelling orgaan fraktie

behan-deling	as (g/kg)	se	ruw vet (g/kg)	se	eiwit (g/kg)	se	droge stof (g/kg)	se
1	7	.	245	.	123	.	384	.
2	7	0,2	228	17,5	126	2,2	374	13,5
3	7	0,1	228	2,0	120	3,9	371	6,1
4	7	0,0	247	14,6	120	5,4	390	10,7
5	7	0,2	229	15,4	124	3,5	374	12,2
6	7	0,1	274	11,1	119	3,1	407	6,3
7	8	0,3	208	28,6	123	7,4	353	22,3
8	7	0,2	218	24,1	131	4,8	368	19,1
9	8	0,2	189	10,4	132	4,1	342	6,9
10	7	0,1	207	13,0	127	1,7	353	11,2
11	7	0,3	204	33,6	129	9,5	353	25,2
12	7	0,1	209	2,8	132	4,1	358	4,8

Bijlage 6 (vervolg) Behandelingsgemiddelden samenstelling rest fraktie

behan-deling	as (g/kg)	,se	ruw vet (g/kg)	se	eiwit (g/kg)	se	droge stof (g/kg)	se
1	48	.	104	.	253	.	390	.
2	53	4,2	85	3,6	262	3,3	382	4,0
3	48	1,8	91	8,9	262	2,7	381	8,9
4	54	2,9	84	5,9	272	5,1	393	7,2
5	55	0,9	87	7,2	267	6,1	389	6,1
6	56	4,4	83	5,8	250	15,4	373	22,5
7	46	1,4	64	3,0	268	9,7	357	12,7
8	51	0,9	73	9,6	268	0,5	372	9,0
9	50	1,5	69	7,2	273	6,5	373	2,4
10	49	0,6	64	1,6	264	11,2	357	9,4
11	54	2,0	66	4,9	273	1,0	379	7,5
12	56	0,8	70	1,9	269	1,3	375	1,6

Bijlage 6 (vervolg) Behandelingsgemiddelden totale lichaamssamenstelling

behan-deling	as (g/kg)	se	ruw vet (g/kg)	se	eiwit (g/kg)	se	droge stof (g/kg)	se
1	39	.	183	.	180	.	407	.
2	41	0,5	162	10,2	184	1,4	392	9,0
3	43	1,1	162	6,2	186	3,0	394	4,3
4	43	0,7	168	6,0	186	3,3	403	4,2
5	43	1,1	169	10,7	186	3,5	402	11,4
6	46	0,8	182	2,3	177	2,0	412	4,5
7	43	1,6	135	11,5	189	1,7	372	11,7
8	43	1,2	141	16,0	192	2,6	380	13,3
9	42	1,6	137	8,3	193	2,2	375	6,1
10	45	1,5	141	7,9	189	3,1	377	5,9
11	44	1,4	141	19,4	190	4,7	382	13,0
12	47	2,0	146	4,4	187	1,7	387	1,1

Bijlage 7 Behandelingsgemiddelden aanzet van eiwit en vet

behan-deling	eiwit aanzet (g/d)	se	vet aanzet (g/d)	se
1	235	.	391	.
2	248	16,4	303	32,0
3	249	7,6	298	23,2
4	206	17,3	274	16,1
5	188	11,6	248	33,0
6	121	14,9	212	26,9
7	193	10,8	146	42,9
8	181	22,6	134	40,6
9	163	9,8	121	29,7
10	145	8,3	120	17,9
11	112	6,3	93	36,7
12	82	5,1	78	6,4