

PraktijkRapport Schapen 4

Energie- en eiwitbehoefte van schapen

Januari 2006



Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238 238
Fax 0320 - 238 050
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570 - 8616
Eerste druk 2006
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

L.B.J. Šebek en J.M.J. Gosselink
Energie- en eiwitbehoefte van schapen
PraktijkRapport Schapen 4
42 pagina's, 1 figuur, 37 tabellen

In 2004 is een literatuuronderzoek uitgevoerd om een betere onderbouwing en eventuele aanpassing van de behoeftenormen voor schapen mogelijk te maken. Op basis van deze literatuurstudie is aanpassing van de normen mogelijk. Het rapport levert echter geen 'kant-en-klare' voedernormen voor schapen, omdat geconstateerd is dat voor sommige onderdelen (door onvoldoende goede literatuurbronnen) de deskundigheid van een expertpanel nodig is om goed onderbouwde keuzes te maken. Samen met de bevindingen van dit expertpanel zal de inhoud van dit rapport leiden tot een CVB-documentatierapport, op basis waarvan een herziening van de voedernormen voor schapen in het CVB-Tabellenboek Veevoeding zal worden overwogen.

Trefwoorden:

Schapen, voedernormen, energie (VEM en VEVI), eiwit (DVE), onderhoud en productie



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

PraktijkRapport Schapen 4

Energie- en eiwitbehoefte van schapen

L.B.J. Šebek
J.M.J. Gosselink

Januari 2006

Voorwoord

De Nederlandse schapenhouderij streeft naar een efficiënte productie en wil daarom ook dat de voeding van de dieren aansluit bij de specifieke behoeften in verschillende productiestadia. Momenteel bestaat er echter geen eenduidigheid over welke normen gehanteerd dienen te worden. Er is relatief weinig kennis beschikbaar over de energie- en eiwitvoorziening van diverse categorieën schapen. Ook de informatie in het Tabellenboek Veevoeding van het CVB is beperkt en al vele jaren niet gewijzigd. Hierdoor baseren adviseurs hun voederadviezen voor schapen veelal op ervaring. Daarnaast ontbreken specifieke voedernormen voor vruchtbare rassen en melkschapen.

In opdracht van de productschappen Vee, Vlees en Eieren (PVE) worden in dit rapport voor schapen de behoeftes in VEM, VEVI en DVE per diercategorie beschreven en gedocumenteerd. We maken onderscheid tussen vleesrassen, hoogproductieve vruchtbare rassen en melkrassen. Welke rassen het specifiek betreft is moeilijk te zeggen. De in de literatuur beschikbare gegevens hebben betrekking op diverse rassen. In het rapport is steeds getracht om de normen voor de vleesrassen te baseren op met het Texelse schaap vergelijkbare rassen, zodat de normen voor vleeschapen in ieder geval betrekking hebben op het Texelse schaap. De normen voor hoogproductieve vruchtbare rassen zijn in principe afgeleid van de normen voor vleesrassen en vervolgens aangepast op basis van gegevens van voornamelijk Flevolanderschapen. Ook de normen voor melkschapen zijn in principe afgeleid van de vleesrassen, maar vervolgens aangepast op basis van gegevens van Nederlandse melkschapen (met name het Friese en Zeeuwse melkschaap).

In sommige gevallen werd bij gebrek aan voldoende betrouwbare documentatie een pragmatische keuze gemaakt. Die keuzes dienen onderwerp van discussie te zijn. De inhoud van dit rapport is in een door het CVB samengestelde commissie besproken en wordt waar nodig aangevuld met aanvullende informatie en berekeningen. Het resultaat vormt vervolgens de basis voor evaluatie van de huidige CVB-normen voor schapen (VEM, VEVI en DVE), waarna eventueel nieuwe voedernormen zullen worden opgesteld en onderbouwd in een CVB-documentatierapport. Indien nodig zullen vervolgens de CVB-normen (Tabellenboek Veevoeding) worden aangepast en/of uitgebreid.

L.B.J. Šebek

Inhoudsopgave

Voorwoord

1	Inleiding	1
2	Lijst van afkortingen	2
3	Normen voor energiebehoefte	3
3.1	Energiebehoefte schapen en opfoklammeren	4
	Klimaat	7
	Activiteit	7
3.2	Energiebehoefte vleeslammeren.....	16
3.3	Energienormen schapen en (opfok)lammeren	25
4	Normen voor de eiwitbehoefte	26
4.1	Berekening van de DVE-behoefte	26
4.2	Berekening van de OEB-behoefte.....	27
4.3	Eiwitbehoefte schapen en (opfok)lammeren	27
4.4	Eiwitnormen voor schapen en opfoklammeren	35
5	Praktijktoeepassing	36
	Literatuur	37
	Bijlagen	40
Bijlage 1	Correctie gegevens ARC (1980) voor de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g), vet (g) en energie (MJ) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van de dracht.....	40
Bijlage 2	Correctie gegevens McDonald (1979) van de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g) en vet (g) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van een tweelingdracht	41
Bijlage 3	Correctie gegevens McDonald (1979) van de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g) en vet (g) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van een vierlingdracht	42

1 Inleiding

De energie- en eiwitbehoefte van schapen en lammeren is in de afgelopen 50 jaar herhaaldelijk onderwerp van onderzoek geweest. Op basis van de onderzoeksresultaten zijn behoeftenormen voor schapen opgesteld, die het CVB via het Tabellenboek Veevoeding (CVB, 2003) voor de praktiserende schapenhouder beschikbaar heeft gemaakt. Deze behoeftenormen voor schapen passen binnen de gangbare voederwaarderingssystemen voor herkauwers. Voor energie betreft dat het netto energiesysteem voor herkauwers (Van Es, 1975), met als kengetallen VEM en VEVI, respectievelijk Voeder Eenheid Melk (Van Es, 1978) en Voeder Eenheid Vlees Intensief (Benedictus, 1977a+b; Van Es, 1978). Voor eiwit betreft dat het DVE/OEB-systeem voor herkauwers (CVB, 1991; Tamminga et al., 1994), met als kengetallen DVE en OEB, respectievelijk Darm Verteerbaar Eiwit en Onbestendige Eiwit Balans. Beide systemen zijn in principe voor rundvee, maar zijn ook voor schapen geschikt. Het samenstellen van een rantsoen dat voldoet aan de normen voor de energie- en eiwitbehoefte is onmogelijk zonder een goede waardering van de voederwaarde van de voedermiddelen. De voederwaardering is voor runderen en schapen gelijk. Dit is mogelijk doordat beide herkauwers qua vertering veel op elkaar lijken. Het schaap wordt dan ook vaak als modeldier voor het rund gebruikt. Dat neemt niet weg dat er verschillen bestaan tussen de vertering van voeders in runderen en schapen. Het kan van belang zijn om rekening te houden met die verschillen (Colucci et al. 1989; Šebek, 2001; Gosselink 2004). Ook in het verleden is dat gebeurd. Voor de energiebehoefte wordt onderscheid gemaakt tussen schapen en runderen via de berekening van de metaboliseerbare energie (ME). Voor de eiwitbehoefte ligt dat gecompliceerder, omdat er aanwijzingen zijn dat schapen bij een gelijke hoeveelheid gefermenteerde organische stof een hogere microbiële eiwitsynthese in de pens realiseren dan runderen. Ook tussen schapenrassen en na het winterscheren van schapen kan sprake zijn van een hogere microbiële eiwitsynthese (Šebek, 2001). Voor praktijktoepassing is ervoor gekozen om eventuele verschillen in de vertering tussen rundvee en schapen die niet in de rekenregels meegenomen (kunnen) worden, via de behoeftenormen te compenseren, zodat de voederwaardering voor schapen en runderen niet hoeft te verschillen.

De hoeveelheid literatuur over energie- en eiwitbehoeftes van Nederlandse schapenrassen is beperkt. De interpretatie en toepassing van bevindingen uit buitenlandse literatuur voor Nederlandse schapen is moeilijk, omdat er zeer veel schapenrassen bestaan waarvan de vergelijkbaarheid met de Nederlandse rassen onduidelijk is en/of waarvan het productiedoel (reproductie, vlees en melk) niet geheel vergelijkbaar is. Rassen kunnen verschillen in gewicht, digestie (Šebek, 2001), fysiologie zoals energiebenutting (Olthoff et al., 1989) en reproductiekenmerken zoals het gemiddelde aantal geboren lammeren (Freetly and Leymaster, 2004). Naast rasverschillen kunnen de omstandigheden waaronder het onderzoek is uitgevoerd (sterk) verschillen van de Nederlandse omstandigheden, wat de interpretatie van de resultaten verder bemoeilijkt. De huidige VEM-normen voor schapen zijn voornamelijk gebaseerd op onderzoek dat dateert van voor de invoering van het huidige voederwaardesysteem. Helaas heeft bij het vertalen van die onderzoeksgegevens naar de huidige voedernormen de documentatie onvoldoende aandacht gekregen. De onderbouwing en documentatie van de energienormen is dus de eerste aanleiding voor dit rapport. De huidige DVE-normen voor schapen zijn door Everts (1994) onderbouwd en gedocumenteerd. Inmiddels zijn er aanwijzingen dat de eiwitbehoefte van meerlingdragende kruislingooien afwijkt van de CVB-normen (Šebek, 2001). Dit is de tweede aanleiding voor het schrijven van dit rapport. Tot slot de derde aanleiding: uit een onderzoek van Verkaik (2002) is gebleken dat de CVB-normen meestal niet voor melkschapen worden gebruikt, omdat ze onvoldoende aansluiten bij ervaringen in de praktijk.

2 Lijst van afkortingen

Afkorting	Eenheid	Verklaring
APL		Animal Production Level = $(NE_m + NE_g) / NE_m$
BE	kJ	Bruto Energie
D		Dag
_d		Voor dracht
DE	kJ	Verteerbare Energie
DL		Verlies van haar en huidschilfers
DS	G	Droge Stof
DVE	G	DARM VERTEERBAAR EIWIT
DVBE	G	Darm Verteerbaar Bestendig Eiwit
DVME	G	Darm Verteerbaar Microbieel Eiwit
DVMFE	G	Darm Verteerbaar Metabool Faecaal Eiwit
E	G	Eiwitbehoefte
EECM	Liter	Energie gecorrigeerde melk
ER	kJ	Energie retentie
EUN	G	Endogene eiwitverliezen via urine
_f		Voor vleesaanzet (fattening)
FOS	G	Fermenteerbare Organische Stof
G		Gram
_g		Voor groei
GE	kJ	Gross Energy / Bruto Energie
J		Joule
K		Benuttingsfactor voor energie
k_n		Benuttingsfactor voor eiwit
Kg		Kilogram
k_{lac}		Benuttingsfactor Lactatie voor de berekening van VEM
kJ		Kilo Joule
_i of _{lac}		VOOR LACTATIE
LG	kg	Lichaamsgewicht
_m		Voor onderhoud
ME	kJ	METABOLISEERBARE ENERGIE
MEL	kJ	Metaboliseerbare Energie voor de berekening van VEM
MESP		Efficiëntie microbiële eiwitsynthese in de pens
MFN	g	Metabool Faecaal Stikstof
MJ		Mega Joule
MREE	g	Microbieel Ruw Eiwit op basis van Energie
MREN	g	Microbieel Ruw Eiwit op basis van N (=stikstof)
N	g	Stikstof
NE	kJ	Netto Energie
NEL	kJ	Netto Energie Lactatie voor de berekening van VEM
OEB	g	Onbestendig Eiwit Balans
OS	g	Organische Stof
_{prod}		Voor productie
Q		$ME / GE * 100$
RE	g	Ruw eiwit
_{schaap}		Voor het schaap (totaal)
VEM		Voeder Eenheid Melk
VEVI		Voeder Eenheid Vlees Intensief
_{vlees}		Voor vleesproducerende dieren
VRE	g	Verteerbaar ruw eiwit
$W^{0,75}$	kg	Metabool lichaamsgewicht

3 Normen voor energiebehoefte

Bij het bepalen van de energiebehoefte van schapen maken we onderscheid tussen de energiebehoefte voor onderhoud en productie. Daarbij wordt rekening gehouden met verschillen tussen schapen en lammeren.

We onderscheiden de volgende categorieën:

- Schapen
- Opfoklammeren
- Vleeslammeren

Vervolgens worden voor de energiebehoefte voor productie drie productiedoelen onderscheiden:

- groei (g) voor opfok en productie van vlees
- dracht (d) voor reproductie
- lactatie (l) voor melkproductie

Naast deze drie productiedoelen kan voor schapen nog wolgroei als vierde productiedoel worden meegenomen. Wolgroei is in de energiewaardering een bijzonder product. Wolgroei kost niet alleen energie, maar kan door de isolerende functie ook een energiebesparing opleveren. In Nederland worden geen typische wolschapen gehouden, waardoor de wolproductie beperkt blijft tot ongeveer 0,4 gram per kg $LG^{0.75}$ (= metabool lichaamsgewicht) (Everts, 1992). Dit komt neer op circa 10 gram wolgroei per dag (3,65 kg/jaar) voor volwassen dieren en op ongeveer 6 gram wolgroei per dag (2,2 kg/jaar) voor lammeren. De energieretentie voor wolgroei bedraagt 23,7 MJ/kg wol (AFRC, 1993). Voor schapen betekent dat een netto energieretentie van 86,5 MJ/jaar (0,24 MJ/dag) en voor lammeren 52,1 MJ/jaar (0,14 MJ/dag). Dit komt neer op een behoefte voor wolgroei van ongeveer 0,34 en 0,20 MJ ME per dag voor respectievelijk schapen en lammeren. Deze energiebehoefte is circa 3 - 4% van de onderhoudsbehoefte (ongeveer 8,5 en 6,5 MJ ME per dag voor respectievelijk schapen en lammeren). Dit aandeel wordt ongeveer de helft kleiner wanneer we uitgaan van een wolgroei van 5,5 gram per dag (AFRC, 1993), wat verklaart waarom de energiebehoefte voor wolgroei meestal wordt genegeerd (AFRC, 1993). Deze redenering volgen we ook in het voorliggende verslag, met daaraan toegevoegd dat wolgroei een energiesparend effect heeft in koude perioden, waardoor de eventuele fout door het negeren van de energiebehoefte voor wolgroei verkleind wordt. De onderhoudsbehoefte voor schapen en lammeren is dus inclusief de behoefte voor wolgroei.

Schematisch wordt de energiebehoefte als volgt berekend:

Schapen: $Energie = E_{\text{onderhoud}} + E_{\text{groei}} + E$

Opfoklammeren: $Energie = E_{\text{onderhoud}} + E_{\text{groei}}$

Vleeslammeren: $Energie = E_{\text{onderhoud}} + E_{\text{groei}}$

dracht
Lactatie

Opmerking

Voor schapen en opfoklammeren wordt de energiebehoefte uitgedrukt in VEM, voor vleeslammeren in VEVI. Om te voorkomen dat het door elkaar gebruiken van VEM en VEVI onduidelijkheid veroorzaakt, wordt de energiebehoefte van vleeslammeren apart beschreven (3.2 Energiebehoefte van vleeslammeren).

Basisprincipes VEM

Het VEM-systeem is een netto energiesysteem. Hierbij wordt zowel de voederwaarde van de voedermiddelen als de behoefte van de dieren uitgedrukt in Netto Energie (NE, kJ). Wanneer we de chemische verbrandingswaarde of bruto energie (GE in kJ) van een product kennen, dienen de volgende stappen gezet te worden om tot NE te komen:

1. GE minus energie in faeces is de verteerbare energie (DE in kJ)
2. DE minus energie in urine en brandbare gassen (CH_4) is de metaboliseerbare of omzetbare energie (ME in kJ)
3. ME minus de warmteproductie als gevolg van eten, fermentatie- en verteringsproces, metabolisme van geresorbeerde nutriënten en de hormonale regulering van de stofwisseling, is Netto Energie (NE in kJ)

Er zijn schattingsformules beschikbaar waarmee de ME uit voeders geschat wordt uit de verteerbare componenten van die voeders. De ME wordt vervolgens met behulp van de benuttingsfactor (k) omgerekend in NE (formule [1]). De benuttingsfactor geeft aan hoe efficiënt de energetische conversie van ME naar NE plaatsvindt.

$$[1] \quad NE \text{ (kJ)} = k \times ME \text{ (kJ)}$$

De benuttingsfactor k neemt toe met de kwaliteit van het rantsoen. Hoe beter de kwaliteit van het rantsoen, hoe minder warmteproductie als gevolg van eten, fermentatie en vertering, hoe hoger NE. De kwaliteit van het rantsoen wordt daarom gekarakteriseerd. Dit gebeurt met de q-waarde, die op onderhoudsniveau de metaboliseerbaarheid van de bruto energie van een voeder weergeeft ($q = 100 \times ME / GE$). Met behulp van de q-waarde kan de benuttingsfactor k worden uitgerekend (formule [2]). Als de q toeneemt, dan neemt k ook toe:

$$[2] \quad k = 0,6 \times (1 + 0,004 \times (q - 57))$$

Bij een rantsoen van gemiddelde Nederlandse kwaliteit heeft q de waarde 57 en is de k-waarde voor melkkoeien (k_{lac}) 0,60 ofwel: 60% van ME wordt omgezet in NE bij melkkoeien (NEL). Deze berekening van k_{lac} geldt voor een voeding op onderhoudsniveau (= niveau 1). Bij hogere voederniveaus zal als gevolg van verteringsdepressie NE afnemen. Deze afname bedraagt 1,8% per niveau boven het onderhoudsniveau. Voor een melkkoe met een lichaamsgewicht (LG) van 550 kg en een melkproductie van 15 kg/d is een voederniveau van 2,38 afgesproken, waarbij

$$[3] \quad \begin{aligned} NEL \text{ (kJ, voederniveau 2.38)} &= NEL \text{ (kJ, onderhoudsniveau)} \times (1 - (1,38 \times 1,8\%)) \\ &= NEL \text{ (kJ, onderhoudsniveau)} \times 0,9752 \end{aligned}$$

Voor de uiteindelijke bepaling van NEL worden de formules [1], [2] en [3] gecombineerd:

$$[4] \quad NEL \text{ (kJ)} = [0,6 \times (1 + 0,004 \times (q - 57)) \times ME \text{ (kJ)}] \times 0,9752$$

Tot slot wordt NEL (kJ) gestandaardiseerd met de netto energie-inhoud van 1 kg gerst (= 6900 kJ):

$$[5] \quad VEM \text{ (dimensieloos)} = NEL \text{ (kJ)} \times 1000 / 6900 \text{ kJ}$$

3.1 Energiebehoefte schapen en opfoklammeren

Gebruik van VEM bij schapen

Uit praktische overwegingen gebruikt men voor voedermiddelen aan schapen dezelfde voederwaarde als voor melkvee. De VEM-waarde van voeders is gebaseerd op de NE voor koeien (NEL). Daarom kan er niet zonder meer met dezelfde VEM-waarde voor schapen worden gewerkt. Het productiedoel is voor schapen immers anders, waardoor een andere verhouding tussen de energieaanwending voor onderhoud en productie (en de bijbehorende benuttingsfactoren) optreedt. Hierdoor verschilt de over all benuttingsfactor van NE naar ME voor schapen (waarschijnlijk) van die voor melkvee. Hiermee kunnen we rekening houden door de ME-behoefte van het schaap met behulp van een eigen conversiefactor naar NEL om te zetten en vervolgens in VEM uit te drukken. De ME-behoefte wordt berekend vanuit de energieretentie en de energieproductie in melk. Dit is alleen mogelijk wanneer we de benuttingsfactoren voor onderhoud en de verschillende productiedoelen bij schapen kennen. Het vertrekpunt voor de VEM-behoefteberekening voor schapen is dan ook het vaststellen van de NE-behoefte voor onderhoud en de verschillende productiedoelen plus de bijbehorende benuttingsfactoren.

Daaruit wordt de totale ME-behoefte voor schapen (ME_{schapen} in kJ) berekend. ME_{schapen} berekend als optelsom van de ME-behoefte voor onderhoud (ME_m) plus groei (ME_g) plus dracht (ME_d) of lactatie (ME_l):

$$[6] \quad ME_{\text{schapen}} \text{ (kJ)} = ME_m \text{ (kJ)} + ME_g \text{ (kJ)} + \begin{cases} ME_d \text{ (kJ)} \\ ME_l \text{ (kJ)} \end{cases} \text{ of}$$

Met behulp van de benuttingsfactoren k_m , k_g en k_d en k_l kan uit de ME-behoefte voor onderhoud of productie de NE-behoefte worden berekend (formule [1]), die vervolgens gestandaardiseerd wordt naar VEM (formule [5]). De verschillen tussen rundvee en schapen betreffen met name een andere verhouding in de bijdrage van ME_m en $ME_{\text{productie}}$ aan de ME-behoefte, wat zich uit in een andere over all benuttingsfactor k van ME naar NE. Daarnaast kunnen er verschillen zijn in voerniveau en de q-waarde van de gebruikelijke rantsoenen. Deze (mogelijke) verschillen lichten we hieronder toe.

Benuttingsfactor k

De over all benuttingsfactor k wordt veelal berekend aan de hand van de kwaliteit van het rantsoen (zie formule [2]). In dit rapport gebeurt dat voor de verschillende productiestadia van schapen ook op die manier. Indien beschikbaar wordt de k gebruikt die is bepaald met behulp van energiebalansstudies. Op basis van de gegevens van dergelijke studies kunnen de benuttingsfactoren k_m (onderhoud) en k_{prod} (productie) worden bepaald, waarmee we vervolgens de over all benuttingsfactor kunnen uitrekenen.

De rekenwijze op basis van energiebalansstudies maakt gebruik van een grafiek waarin de "energie-retentie" (ER, y-as) is uitgezet tegen de opgenomen ME (x-as). De grafiek is meestal geknikt in $y = 0$, zodat de helling van de lijn bij $y > 0$ verschilt van de helling bij $y < 0$. De helling van de lijn bij $y > 0$ geeft k_{prod} en de helling van de lijn bij $y < 0$ geeft k_m .

Voerniveau

Schapen krijgen over het jaar gezien een gemiddeld voerniveau van 1 (onderhoud). Dit gemiddelde is gebaseerd op de hoge opname gedurende circa 12 weken (tijdens het eind van de dracht en het begin van de lactatie; het voerniveau $\gg 1$) en de lage opname gedurende de rest van het jaar (voerniveau ≤ 1). Het gevolg is dat de voerniveaucorrectie met een factor 0,9752 (formule [3]) overbodig is voor schapen.

Tijdens de dracht en lactatie zal het effect van het voerniveau op ME gering zijn, omdat slechts een relatief korte periode het voerniveau 1,5 tot maximaal driemaal het niveau voor onderhoud is. Daarom wordt er bij de berekening van de ME-behoefte van schapen ook in de dracht en lactatie geen rekening gehouden met het voerniveau.

Opmerking

Voor melkschapen in de eerste 100 dagen van de lactatie (voerniveau circa 2,3) kan men rekening houden met een verteringsdepressie. De inzichten in het begrip verteringsdepressie voor schapen zijn echter onvoldoende om een correctiefactor te herleiden. Daarom wordt ook voor melkschapen geen correctie voor voerniveau toegepast.

Q-waarde van het rantsoen

De benuttingsfactoren zijn ook afhankelijk van de q-waarde van het gevoerde rantsoen. Schapen krijgen over het jaar gezien een rantsoen met een gemiddelde $q = 57$. Deze q-waarde is als volgt beredeneerd: tijdens de dracht en lactatie krijgen de schapen circa 12 weken goede rantsoenen gevoerd en zal de q-waarde ongeveer 60 zijn. Buiten deze periodes zijn de rantsoenen matig en zal de q-waarde ongeveer 55 zijn. Het gebruik van een gemiddelde q-waarde van 57 (waarbij $k = 0,60$) heeft overigens weinig invloed op de berekende k en dus ook nauwelijks op NEL. Bij $q = 55$ wordt $k = 0,5952$ en bij $q = 60$ wordt $k = 0,6072$. Daarom is het voorstel om voor schapen standaard met $q = 57$ te rekenen. Het gevolg is dat formule [4] verder vereenvoudigd kan worden voor het gebruik bij schapen:

$$NEL \text{ (kJ)} = k \times ME \text{ (kJ)} \quad [1]$$

$$NEL \text{ (kJ)} = 0,6 \times (1 + 0,004 \times (57 - 57)) \times ME \text{ (kJ)} \quad [4]$$

ofwel

$$[7] \quad NEL \text{ (kJ)} = 0,6 \times ME_{\text{schapen}} \text{ (kJ)}$$

De VEM-behoefte voor schapen wordt uit [7] berekend met formule [5].

Voor bepaling van de VEM-behoefte van schapen is daarom ME_{schapen} nodig, en deze wordt berekend met behulp van voor schapen vastgestelde benuttingsfactoren k en behoeftes aan NE.

Energie voor onderhoud

Netto Energie voor onderhoud (NE_m)

De netto energie onderhoud (NE_m) is nodig voor het in stand houden van het organisme zelf en staat los van de benodigde energie voor het verwerken van voedsel (eten, fermentatie- en verteringsproces, metabolisme van geresorbeerde nutriënten en de hormonale regulering van de stofwisseling). NE_m kunnen we vaststellen door de warmteproductie van het dier te meten tijdens “fasting heat metabolism” (f_{hm}). Tijdens f_{hm} gaat men ervan uit dat het dier geen warmte produceert als gevolg van voedselopname en voedselverwerking. Daarom laat men het dier geruime tijd vasten, zodat het verteringsapparaat inactief wordt. Het gemeten energieverlies via warmteproductie tijdens f_{hm} kan gelijkgesteld worden aan NE_m, mits we aannemen dat het dier de energie uit de lichaamsreserves met een zeer hoge efficiëntie gebruikt voor onderhoud. Het nadeel van deze meting is dat het gewichtsverlies door verminderde vulling van het maagdarmkanaal moet worden ingeschat.

In een review met betrekking tot f_{hm}-proeven bij 72 uur vasten (Van Es, 1972), bleek dat de warmteproductie tijdens vasten varieert tussen de 209 en de 322 kJ / LG^{0,75}. Deze range is gebaseerd op zowel jaarlingen als oudere schapen van diverse gewichtsklassen en rassen. Jonge dieren blijken een hogere NE_m te hebben dan volwassen dieren. De door Van Es beschreven range voor verschillende rassen en gewichtsklassen wordt bevestigd in recentere literatuur. Blaxter en Boyne (1982) vonden bij schapen van het ras Cheviot en Greyface een gemiddelde dagelijkse warmteproductie tijdens vasten van 234 kJ / LG^{0,75}, Blaxter et al. (1982) vonden bij kruislingen van Suffolk x Finn-Dorset een warmteproductie van gemiddeld 326 kJ / LG^{0,75} en Olthoff et al. (1989) zagen bij zeven verschillende rassen een gemiddelde warmteproductie van 301 kJ energie / LG^{0,75}.

Van Es (1972) berekende voor volwassen dieren een NE_m van respectievelijk 226 en 214 kJ / LG^{0,75} bij q is 50 en 60. Bij q = 57 zou NE_m dan ongeveer 220 kJ / LG^{0,75} moeten zijn. Dit komt redelijk overeen met de NE_m van 234 kJ / LG^{0,75} (Blaxter et al., 1982) die betrekking had op volwassen oaien van vergelijkbaar gewicht als Nederlandse oaien.

Benuttingsfactor voor onderhoud (k_m)

De benuttingsfactor k_m is afhankelijk van de kwaliteit van het rantsoen. Blaxter (1967) berekende k_m uit de ME in het voer ($k_m = 0,546 + 0,30 \times \% \text{ ME in rantsoen}$) en Graham (1966) berekende k_m uit verteerbare energie (DE) in het voer ($k_m = 55 + 0,24 \times \% \text{ DE in rantsoen}$). Het VEM systeem gebruikt een k_m berekening, die vergelijkbaar is met de formule van Blaxter en afhankelijk van de q-waarde: $k_m = 0,554 + 0,00287 \times q$, zodat er geen aanleiding is van de berekening in het VEM-systeem af te wijken. Voor Nederland is een gemiddelde q-waarde van 55 voorgesteld voor het gemiddelde jaarlijkse rantsoen voor schapen. Bij een q = 57 wordt de k_m bij schapen 0,72. Deze k_m wordt bevestigd door de verhouding tussen de gemeten NE_m en de gemeten ME_m.

Metaboliseerbare energie voor onderhoud (ME_m)

ME_m kan worden geschat met behulp van een grafiek waarin de “energieretentie” (ER, y-as) is uitgezet tegen de opgenomen ME (x-as). In deze grafiek wordt ME_m (eventueel na extrapolatie van de lijn bij y > 0) gevonden bij het snijpunt van de grafiek met de x-as (y = 0). Daaruit blijkt dat ME_m een waarde heeft van 293 tot 456 kJ / LG^{0,75}. Het is al eerder opgemerkt dat deze range goed overeenkomt met de range die voor NE_m gevonden wordt wanneer men uitgaat van een k_m van 0,72.

Voor opfoklammeren verwachten we als gevolg van een hogere stofwisseling en waarschijnlijk meer activiteit en minder wol (isolatie) hogere ME behoeftes voor onderhoud dan bij volwassen schapen (Van Es, 1972). Dit blijkt echter niet uit de gevonden ME_m-range voor lammeren van 326 tot 418 kJ ME_m / LG^{0,75} (Van Es, 1972), die niet verschilde van de ME_m-range voor volwassen dieren. Dawson en Steen (1998) verzamelden gegevens waaruit, met behulp van regressie van ER met opgenomen ME, een onderhoudsbehoefte van 460 kJ ME / LG^{0,75} werd berekend voor opfoklammeren. De gegevens van Dawson en Steen (1998) komen uit verschillende experimenten met lammeren (24 Blackface-, 8 Suffolk- en 24 Texelaar kruislingen; 23 tot 56 kg LG) die gevoerd werden bij verschillende voerniveaus met ruwvoer en krachtvoer (aandeel in rantsoen: 0 tot 80%) in het gematigde klimaat van Noord-Ierland.

Opmerking

De door Dawson en Steen (1998) berekende hoge onderhoudsbehoefte is gekoppeld aan een wat hogere groei-efficiëntie en dus niet zomaar te gebruiken voor andere situaties.

Energie voor omgevingsfactoren

De metingen van energie voor onderhoud zijn grotendeels in (klimaat)stallen uitgevoerd. Dit betekent dat de dieren weinig beweging hadden, onder gunstige klimatologische omstandigheden zijn gehouden en een gemiddelde wolgroei hadden.

Klimaat

Bij wind en regen kan de energiebehoefte hoger worden, ondanks de bescherming van wol (Blaxter et al., 1966). Het is echter lastig om rekening te houden met alle klimatologische invloeden. Voor een groot deel worden deze invloeden teniet gedaan doordat de veehouder de schapen en lammeren tijdens periodes van hoge energiebehoefte (late dracht, lactatie en extra groei) binnenhoudt.

Activiteit

AFRC (1993) houdt bij de berekening van ME_m rekening met de activiteit die de dieren kunnen hebben. De berekening is gebaseerd op de gegevens van het ARC (1980) en gaat uit van verschillen in activiteit op stal en buiten. De AFRC-normen voor activiteit van laaglanddieren leiden tot de volgende toeslagen voor ME_m :

voor schapen (70 kg LG) binnen: $\sim 16 \text{ kJ ME} / \text{LG}^{0,75}$
 voor schapen (70 kg LG) buiten: $\sim 31 \text{ kJ ME} / \text{LG}^{0,75}$
 voor lammeren (30 kg LG) binnen: $\sim 16 \text{ kJ ME} / \text{LG}^{0,75}$
 voor lammeren (30 kg LG) buiten: $\sim 39 \text{ kJ ME} / \text{LG}^{0,75}$

Voorstel

NE_m

Het blijkt dat NE_m voor volwassen dieren uitkomt op $220 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ (Van Es, 1972) of $234 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ (Blaxter en Boyne, 1982). Omdat de laatste referentie betrekking heeft op met Nederlandse schapen vergelijkbare dieren, wordt voorgesteld om voor schapen een NE_m van $234 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ te gebruiken.

Voor opfoklammeren zijn geen NE_m waarden gevonden die betrekking hebben op dieren die goed vergelijkbaar zijn met de Nederlandse dieren. Daarom is het voorstel om voor opfoklammeren geen NE_m te berekenen, maar ME_m rechtstreeks te berekenen.

k_m

Hier voor is voorgesteld om k_m te berekenen op basis van de q-waarde zoals in het VEM-systeem. Bij een q-waarde van 57 wordt $k_m = 0,72$. Er zijn geen aanwijzingen om voor opfoklammeren een andere k_m te gebruiken.

ME_m

Het blijkt dat voor volwassen dieren de gemeten ME_m goed overeenkomt met de gemeten NE_m wanneer $k_m = 0,72$. Om consistente getallen te gebruiken wordt voorgesteld om ME_m te berekenen uit de voorgestelde NE_m en k_m voor schapen. Hieruit volgt een ME_m van $234 / 0,72 = 325 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$.

Voor opfoklammeren tot 56 kg LG is slechts één literatuurbron gevonden (Dawson en Steen, 1998) en daaruit leiden we een ME_m van $460 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ af. Deze waarde kan aan de hoge kant zijn. Het is daarom arbitrair om zonder meer voor deze waarde te kiezen. Het alternatief is om ME_m volgens AFRC (1993) te berekenen als ME_m ooi (kJ / dag) = $[1000 \times 0,25 (\text{LG}/1,08)^{0,75} + 6,7 \times \text{LG}] / k_m$. Hiermee wordt voor opfoklammeren op stal (tot circa 50 kg LG), een ME_m berekend tussen 346 en $353 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$. Voor opfoklammeren op stal is daarom het voorstel $ME_m = 350 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ te gebruiken, inclusief activiteitstoelage. Dit betekent een $ME_m = 334 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$ zonder activiteitstoelage, waarmee de ME_m voor opfoklammeren onder in de door van Es (1972) aangegeven range komt te liggen. Door deze keuze verdwijnt het verwachte onderscheid tussen volwassen dieren en jonge dieren. Volgens de rekenregels van AFRC (1993) hebben volwassen oaien bij gelijke k_m een ongeveer 8% lagere onderhoudsbehoefte dan vrouwelijke dieren jonger dan 1 jaar.

Activiteit

Het voorstel is om de door het AFRC voorgestelde ME_m toeslagen voor activiteit over te nemen en in ME_m op te nemen. Dit komt op het volgende neer (tabel 1):

Tabel 1 Onderhoudsbehoefte in ME/dag voor schapen en lammeren op stal of in de weide

	ME_m	ME_m binnen	ME_m weide
Schaap	$325 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$	$341 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$	$356 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$
Opfoklam	$334 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$	$350 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$	$373 \text{ kJ} / \text{LG}^{0,75}$

Opmerking

Volgens het Tabellenboek veevoeding (CVB, 2003) is de toeslag voor weidegang voor volwassen dieren 15%. Uit tabel 1 blijkt een weidetoelage van $100 \times (356-325)/325 = 8,7\%$, wat redelijk overeenkomt. Echter, wanneer de weidetoelage wordt berekend ten opzichte van ME_m binnen, dan is de weidetoelage iets meer dan 4%.

VEM-behoefte voor onderhoud (inclusief wolgroei)

De ME-behoefte voor onderhoud kan met behulp van formules [7] en [5] worden omgerekend in de VEM-behoefte voor onderhoud (tabel 2).

Tabel 2 Onderhoudsbehoefte in VEM/dag voor schapen en lammeren op stal of in de weide

	ME _m binnen	ME _m weide
Schaap	30 VEM / LG ^{0,75}	31 VEM / LG ^{0,75}
Opfoklam	30 VEM / LG ^{0,75}	32 VEM / LG ^{0,75}

Energie voor dracht

Netto energie voor dracht (NE_d)

De energiebehoefte voor dracht wordt net als de energiebehoefte voor onderhoud, uit de netto energie voor dracht (NE_d) en de benuttingsfactor cq de efficiëntie van de aanzet berekend. De netto energie voor dracht is gelijk aan de energie die wordt vastgelegd voor de dracht. Het betreft de energieaanzet in de vruchten, het vruchtwater, de vruchtvliezen, de baarmoeder en de eier. Deze energieaanzet verandert gedurende de dracht en is niet makkelijk vast te stellen. Door slachtoproeven in verschillende stadia van de dracht kunnen we gegevens over de groei en de samenstelling van de groei verzamelen. Resultaten van dergelijke proeven zijn beschikbaar van ARC (1980) voor eenling drachten en van McDonald et al. (1979) voor meerlingdrachten.

Voor Nederlandse schapen zijn dergelijke gegevens niet beschikbaar. Wel zijn er gegevens over de chemische samenstelling vlak na de geboorte van ramlammeren (Flevolandse x Texelaars) beschikbaar (Šebek, 2001). Voor foetussen zijn de gegevens van ARC (1980) en McDonald et al. (1979) gecorrigeerd voor de chemische samenstelling van Nederlandse lammeren (Šebek, 2001). Dit gebeurde door het verschil in geboortesamenstelling via een correctiefactor naar rato te verrekenen met de samenstelling in andere drachtstadia (bijlage 1 en 2).

Het ARC (1980) geeft op basis van verschillende proeven (Langlands en Sutherland, 1968 ; Field en Suttle, 1967 ; Rattray et al., 1973 en Lodge en Heaney, 1973) gegevens over de groei en de samenstelling van foetus, vruchtwater en -vliezen en uterus tijdens de dracht voor een eenlingdracht van een lam van 4 kg. Na de correctie van bijlage 1 geeft dat voor Nederlandse dieren de aanzet gedurende de dracht (tabel 3).

Tabel 3 In foetus + adnexa vastgelegde hoeveelheid eiwit (g), vet (g) en bruto energie (kJ) tijdens verschillende stadia van de dracht uitgedrukt per kg lam bij de geboorte voor een éénlingdracht

Dracht stadium (in dagen)	Foetus + adnexa		
	Eiwit	Vet	Energie
0 – 63	9,7	0,7	248
64 – 91	21,5	2,1	598
92 - 119	52,2	7,2	1525
120 - 147	108,7	14,0	3229
<i>Totaal</i>	<i>192,0</i>	<i>24,0</i>	<i>5600</i>

Voor meerlingdrachten is hetzelfde gedaan op basis van de gegevens van McDonald et al. (1979). McDonald et al. (1979) geven echter geen metingen van de bruto energie, zodat deze is berekend uit de grammen eiwit- en vetaanzet op basis van de volgende energiegehaltes: 23,8 kJ / g eiwit en 39,5 kJ / g vet (tabel 4).

Tabel 4 In foetus + adnexa vastgelegde hoeveelheid eiwit (g), vet (g) en bruto energie (kJ) tijdens verschillende stadia van de dracht uitgedrukt per kg lam bij de geboorte voor een meerlingdracht

Dracht stadium (in dagen)	Foetus + adnexa					
	Tweeling			Vierling		
	Eiwit	Vet	Energie	Eiwit	Vet	Energie
0 – 63	13,3	2,1	400	11,8	1,9	357
64 – 91	22,3	3,0	650	23,0	3,0	666
92 - 119	54,0	7,1	1568	54,2	7,2	1574
120 - 147	102,7	13,9	2992	98,6	13,3	2872
<i>Totaal</i>	<i>192,4</i>	<i>26,1</i>	<i>5611</i>	<i>187,6</i>	<i>25,4</i>	<i>5469</i>

Het blijkt dat de berekende vastgelegde energie volgens beide bronnen (tabellen 3 en 4) voor verschillende worpgroottes redelijk overeenkomt. Het verschil wordt gemaakt in de laatste maand van de dracht, waar de vastgelegde energie per kg lam met name daalt doordat het eiwitgehalte bij toenemende worpgrootte daalt. Vanwege deze geleidelijke verschillen tussen worpgroottes kan voor een drielingdracht daarom het gemiddelde van de twee- en vierlingdracht gebruikt worden.

Naast de energieaanzet in de foetussen en adnexa wordt voor de dracht ook energie aangezet in de uier. Dit speelt in het laatste deel (vanaf ongeveer dag 100) van de dracht. Met betrekking tot de energieaanzet in de uier kan verschillend tegen de daarvoor benodigde NE gekeken worden. We kunnen stellen dat het merendeel van de aanzet in de uier afkomstig is uit maternaal weefsel (McNeill et al., 1997) en dat voor dit verlies aan maternaal weefsel geen extra energie behoeft te worden aangeboden. De reden hiervoor is dat de in de uier opgeslagen energie weer aan de ooi ten goede komt na de lactatie.

De bruto energieaanzet in de uier kan ook berekend worden uit de grammen eiwit- en vetaanzet (directe metingen van BE in de uier zijn niet beschikbaar). Dit is echter een vrij onnauwkeurige berekening omdat er verschillende aannames gemaakt moeten worden. Allereerst is het praktisch ondoenlijk om de uiersamenstelling bij de partus vast te stellen, zodat er in experimenten voor dag 140 van de dracht wordt gekozen. Vervolgens is de aanname dat 1/3 deel van de uiergroei in de laatste week van de dracht plaatsvindt en dat de rest (2/3 deel) groeit van dag 100 tot 140 (Everts, 1992). Dan neemt men aan dat tot dag 120 van de dracht (met name vanaf dag 90) ongeveer een kwart van de energieaanzet in de uier plaatsvindt (Ratray et al., 1974a) en dat in de laatste maand 3/4 van de energieaanzet in de uier plaatsvindt. Tot slot wordt aangenomen dat de energieaanzet in de uier nauwelijks verschilt voor twee-, drie- en vierlingdrachten.

Indien berekening van de energieaanzet in de uier gewenst is, zijn er twee bronnen beschikbaar voor de totale eiwit- en vetaanzet in de uier tot dag 140 van de dracht. Volgens Lodge en Heaney (1973) wordt in die periode 199 g eiwit en 195 g vet aangezet in de uier. Ratray et al. (1974a) vonden tot dag 140 van de dracht een eiwitaanzet van resp. 217 en 334 g en een vetaanzet van ongeveer 192 en 372 g in de uier bij Targhee ooiën met een- en tweelingen (Targhee x Suffolk). Op grond van deze gegevens houdt men voor een- en meerlingen voor de periode tot 140 dagen dracht een eiwitaanzet van respectievelijk 208 en 334 g en een vetaanzet van 193 en 372 g aan. Dit betreft 2/3 deel van de aanzet in de gehele dracht, zodat voor een- en meerlingen voor de gehele dracht een eiwitaanzet van respectievelijk 312 en 501 g en een vetaanzet van 290 en 558 g kan worden aangehouden. De energieaanzet ($BE = 23,8 \times \text{eiwit} + 39,5 \times \text{vet}$) gedurende de gehele dracht bedraagt dan respectievelijk 18881 en 33965 kJ voor een- en meerlingdrachten.

In de laatste maand (de vijfde) van de dracht vindt 3/4 van de energieaanzet in de uier plaats. Dit betekent voor de vierde^e maand voor een- en meerlingen een energieaanzet van respectievelijk 4720 en 8491 kJ in de uier. Voor de vijfde maand volgt daaruit voor een- en meerlingen een energieaanzet van respectievelijk 14160 en 25474 kJ in de uier. Met deze waarden voor eiwit- en vetaanzet in de uier kan de vastgelegde energie in de uier worden berekend (tabel 5).

Tabel 5 Vastgelegde energie (kJ) in de uier voor een één- en meerling dracht

Dracht stadium (in dagen)	Energie in uier	
	Eenling	Meerling
63	0	0
91	0	0
119	4720	8491
147	14160	25474

Benuttingsfactor voor dracht (k_d)

De benuttingsfactor k_d blijkt laag te zijn. Robinson et al. (1980) vonden een k_d voor foetus, placenta en vruchtwater (zonder uier) van 0,11 tot 0,17 bij hoge en lage voerniveaus en bij twee-, drie- en vierling drachten van 45 ooiën (Finnish Landrace x Dorset). Bij de hoge voerniveaus was er nauwelijks verschil in k_d tussen deze drachten. Zij plaatsten die gegevens tegenover data uit de literatuur van 0,10 tot 0,21 bij hoge en lage voerniveaus. Robinson et al. (1980) geven aan dat het verschil kan worden verklaard uit het feit dat hun k_d geen rekening houdt met de benodigde energie voor uiergroei. Indien uiergroei wel wordt meegerekend zal de k_d wat hoger worden. Lodge en Heaney (1973) berekenden een efficiëntie van de energiebenutting voor foetus en adnexa van 0,12. Rekening houdend met de groei van uterus en uier steeg die efficiëntie naar gemiddeld 0,19 (voor een-, twee- en drielingdrachten was dat respectievelijk 0,25, 0,18 en 0,15).

Metaboliseerbare energie voor dracht (ME_d)

Everts (1990) schatte voor meerlingdragende oaien de ME_d behoefte op 780 kJ per dag per kg geboren lam, bij een ME_m voor de ooi van 325 kJ ME/kg LG^{0,75}. Deze ME_d behoefte had betrekking op Flevolandse in de laatste weken van de dracht en werd geschat met behulp van bloedparameters (non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyraat en glucose), aantal kilo's gedragen lammeren en maternale groei. Everts (1990) gaf aan dat de resultaten van de gebruikte methode nuancering behoeven, omdat de ingestelde parameters van invloed zijn op het resultaat. Toch komt het resultaat redelijk overeen (tabel 8) met de berekening van de ME_d behoefte voor een drieling dracht op basis van tabellen 4 t/m 7.

Tabel 6 NE_d (kJ) voor foeten+adnexa en de uier in de laatste 28 dagen van de dracht bij verschillende worpgroottes

	Eenling (4 kg)	Tweeling (8 kg)	Drieling (10 kg)	Vierling (12 kg)
Foet+adnexa	12916	23936	29320	34464
Uier	14160	25474	25474	25474
<i>Totaal</i>	<i>27076</i>	<i>49410</i>	<i>54794</i>	<i>59938</i>

*Voorstel*NE_d

Voorgesteld wordt om de energiebehoefte voor uiergroei mee te rekenen op basis van tabel 5. De NE_d wordt vervolgens op basis van de tabellen 3, 4 en 5 uitgerekend per worpgroote voor de eerste 2,5 maand, de voorlaatste maand en de laatste maand van de dracht (tabel 7).

Tabel 7 NE_d behoefte per dag (kJ) per kg geboren lam, voor dracht (foetus, vruchtwater en -vliezen, uterus- en uiergroei) bij verschillende worpgroottes en drachtstadia

Aantal lammeren	Eenling	Tweeling	Drieling	Vierling
Geboortesom (kg)	4	8	10	12
Drachtstadium				
Eerste 2,5 maand	5	6	6	6
Voorlaatste maand	85	86	80	76
Laatste maand	206	198	178	164

k_d

Er wordt voorgesteld om de gemiddelde k_d = 0,19 inclusief uieraanzet van Lodge en Heany (1973) te gebruiken en op basis van Robinson et al (1980) geen onderscheid te maken naar worpgroote.

Opmerking

Wanneer besloten wordt om de energieaanzet in de uier niet mee te tellen, dient de k_d = 0,11 van Robinson et al. (1980) worden aangehouden.

ME_d

Uit de voorgestelde NE_d (kJ) en k_d wordt ME_d berekend (tabel 8).

Tabel 8 ME_d behoefte per dag (kJ) per kg geboren lam, voor dracht (foetus, vruchtwater en -vliezen, uterus- en uiergroei) bij verschillende worpgroottes en drachtstadia

Aantal lammeren	Eenling	Tweeling	Drieling	Vierling
Geboortesom (kg)	4	8	10	12
Drachtstadium				
Eerste 2,5 maand	26	32	32	32
Voorlaatste maand	447	452	421	400
Laatste maand	1084	1042	937	863

VEM voor dracht (VEM_d)

Uit tabel 8 wordt de VEM voor dracht berekend: VEM_d = ME_d (kJ) x 0,6 / 6,9 (tabel 9).

Tabel 9 VEM-behoefte per dag voor dracht (foetus, vruchtwater en -vliezen, uterus- en uiergroei) bij verschillende worpgrottes en drachtstadia

Aantal lammeren	Eenling	Tweeling	Drieling	Vierling
Geboortesome (kg)	4	8	10	12
Drachtstadium				
Eerste 2,5 maand	9	22	28	33
Voorlaatste maand	155	314	366	417
Laatste maand	377	725	815	900

Opmerking

Indien de voorgestelde VEM_d behoefte van tabel 9 over de laatste 2 maanden moeten worden gemiddeld, dan dient men rekening te houden met een niet-lineaire toename van de VEM_d bij voortschrijdende dracht.

Energie voor lactatie*Netto energie voor lactatie (NE_l)*

De netto energiebehoefte voor lactatie NE_l is gelijk aan de bruto energie (BE) output met melk. De BE van melk hoeft niet te worden bepaald, maar kan men schatten op basis van de melksamenstelling (Šebek en Everts, 1993). Šebek en Everts (1993) kwamen op grond van melkanalyses van 71 oaien (65 Finnish Landrace x Ile de France en 6 Texelaars) tot de volgende berekening van de BE voor melk:

$$NE_l = 41,94 (0,54) \times \text{vet (g/kg)} + 15,85 (2,04) \times \text{eiwit (g/kg)} + 21,41 (1,68) \times \text{lactose (g/kg)} \text{ in kJ / kg verse melk}$$

In vergelijking met andere formules in de literatuur heeft deze formule een hoge nauwkeurigheid (rsd = 92 en een adj.R² = 0,98). Ook AFRC (1993) gebruikt deze rekenregel in hun aanbevelingen.

Voor algemeen gebruik bij melkschapen adviseren Bocquier et al. (1993) de melk om te rekenen in de voor energie gecorrigeerde melkeenheid eECM (ewes Energy Corrected Milk). Daarvoor is formule [8] beschikbaar:

$$[8] \text{ eECM (liter)} = \text{melkopbrengst (liter)} \times (0,0071 \times \text{vet (g/liter)} + 0,00427 \times \text{eiwit (g/liter)} + 0,222)$$

Van eECM is vastgesteld dat de bruto energie inhoud 4978 kJ is (Bocquier et al., 1991).

Voor de Nederlandse melkschapen is uit het gegevensbestand van Fokwaarde+ (een particulier bureau voor verwerking van melkproductiegegevens van geiten en schapen) geput om productiegegevens te krijgen (tabel 10).

Tabel 10 Gemiddelde melkgift, vet-, eiwit- en Bruto energie (BE)-gehalte per lactatieperiode van melkschapen (Bron: E. Schuiling / Fokwaarde+)

Aantal Waarnemingen	Lactatie-dagen	Melk kg/dag	Vet g/kg	Eiwit g/kg	BE _{melk} Bocquier, 1991
16	0-15	3.11	59.5	52.5	13448
602	16-45	2.83	54.8	48.0	11496
1319	46-76	2.58	55.4	50.0	10645
1234	77-106	2.28	56.0	48.5	9383
1237	107-136	2.10	56.6	49.5	8731
1217	137-167	1.77	58.3	52.0	7560
999	168-198	1.55	61.2	54.0	6845
1080	199-228	1.32	64.7	56.0	6049
839	229-259	1.16	68.8	60.0	5582
632	260-290	0.96	72.3	58.5	4708
187	291-321	0.85	75.2	59.0	4265
28	322-353	0.94	70.5	57.0	4520

De gegevens in tabel 10 berusten op een selectie uit het totaal van circa 7000 melkschapen (Fries melkschaap) in de databank. Het betreft gegevens over de periode 1998-2002. Voor de berekening van het productieverloop zijn alleen gegevens gebruikt van dieren die een lactatielengte van minimaal 200 dagen hadden. Het gaat om ongeveer 1900 lactaties. Deze dieren zijn eenmaal per 6-9 weken gecontroleerd op melkproductie en melksamenstelling. Het aantal waarnemingen verschilt per productieperiode, omdat de periode-indeling niet parallel loopt met de frequentie van productiecontrole en omdat de dieren met een verschillend aantal lactatiedagen in de productiecontrole starten. De gemiddelde melksamenstelling komt nagenoeg overeen met het gemiddelde vet- en eiwitgehalte van respectievelijk 60 en 55 gram per liter (Verkaik, 2002) voor Nederlandse melkschapen. Voor het gemiddelde

Nederlandse melkschaap kunnen we dus stellen dat 1 liter melk overeenkomt met 0,883 liter eECM ofwel ongeveer 4400 kJ. Voor de dataset uit tabel 10 maakt het overigens nauwelijks verschil of de BE van melk wordt berekend door Bocquier et al (1991) of via de regressieformule van Šebek en Everts (1993).

Benuttingsfactor lactatie (k_l)

AFRC (1993) berekent de benuttingsfactor k_l als volgt: $k_l = 0,35 \times q + 0,42$. Deze berekening geeft bij een q van 60 (rantsoen voor ooi in lactatie) een k_l van 0,63. Bij het INRA (1989) wordt de berekening $k_l = 0,0024 \times q + 0,463$ gebruikt en die levert bij $q = 60$ een k_l van 0,61. Deze INRA-berekening is dezelfde als de berekening voor rundvee bij het CVB (Benedictus, 1977).

Metaboliseerbare energie voor lactatie (MEI)

De ME_l wordt berekend uit NE_l en k_l . De melkproductie en –samenstelling van ooiën zijn niet altijd bekend. In tabel 11 wordt de samenstelling van melk in de eerste 6 weken van de lactatie gegeven van de ooiën uit een experiment met 65 Flevolandse en 6 Texelaars (Šebek en Everts, 1993) en de gemiddelde samenstelling waarvan wordt uitgegaan in Frankrijk (Vermorel, 1988). Het gemiddelde uit Šebek en Everts (1993) is vergelijkbaar met de gemiddelde melksamenstelling van de 22 Flevolandse in Šebek (2001).

Tabel 11 Samenstelling (g/kg melk) van ooiënmelk uit Šebek en Everts (1993) en (Vermorel, 1988)

Gehaltes	Šebek en Everts (1993)			Vermorel (1988)
	Minimum	Gemiddeld	Maximum	
Vet	44	84	125	67
Eiwit	32	42	53	47
Lactose	39	48	53	51

De melkproductie van de ooiën met twee lammeren in het experiment van Šebek (2001) was in de eerste maand ongeveer 3 kg per dag. Daarna werden de producties lager dan 2,6 kg per dag.

AFRC (1993) gaat uit van de volgende melkproducties bij “lowland” schapen:

Eerste maand lactatie: één lam = 2,10 kg/d en twee lammeren = 3,00 kg/d,

Tweede maand lactatie: één lam = 1,70 kg/d en twee lammeren = 2,25 kg/d,

Derde maand lactatie: één lam = 1,05 kg/d en twee lammeren = 1,50 kg/d,

Het INRA (1989) gaat uit van lagere melkproducties, die ook gerelateerd worden aan de dagelijkse groei van de zogende lammeren : één lam met een groei van 350 g/d en twee met een gezamenlijke groei van 550 g/d:

0 tot 3 weken: één lam = 1,90 kg/d en twee lammeren = 3,00 kg/d

4 tot 6 weken: één lam = 1,60 kg/d en twee lammeren = 2,60 kg/d

7 tot 10 weken: één lam = 1,05 kg/d en twee lammeren = 1,65 kg/d

11 tot 14 weken: één lam = 0,60 kg/d en twee lammeren = 0,90 kg/d

Alle genoemde melkproducties zijn met elkaar in overeenstemming, maar de getallen van Šebek (2001) en AFRC (1993) passen het best bij elkaar. Er wordt gekozen voor de gegevens van AFRC (1993), omdat dan tevens producties van ooiën met één lam beschikbaar zijn.

Voorstellen

NE_l

Er wordt voor schapen voor vleesproductie voorgesteld om de BE inhoud van verse melk te berekenen volgens de schattingsformule van Šebek en Everts (1993). De BE inhoud (kJ) van melk is gelijk aan NE_l (kJ). De gemiddelde BE van schapenmelk wordt berekend aan de hand van de gemiddelde melksamenstelling uit Šebek en Everts (1993) en komt uit op 5214 kJ NE_l / kg melk. In de berekening van de totale NE_l -behoefte (tabel 12) zijn de melkproductiegegevens van AFRC (1993) gebruikt.

Tabel 12 NE_l -behoefte (kJ per dag) voor schapen met één en twee zogende lammeren

Lactatiemaand	Eén zogend lam	Twee zogende lammeren
	1	10949
2	8864	11732
3	5475	7821

Voor melkschapen houden we de gegevens uit tabel 10 aan. Daaruit blijkt dat de gemiddelde energie-inhoud van een kg melkschapenmelk 4466 kJ / kg melk bedraagt. Dit is circa 14% lager dan de energie-inhoud van de melk van slachtlammoederdieren en kan voor een groot deel worden toegeschreven aan het lagere vetgehalte. Op basis van 4466 kJ / kg melk is de NE_r -behoefte voor melkproductie voor melkschapen berekend (tabel 13).

Tabel 13 NE_r -behoefte voor melkschapen bij verschillend productieniveau

Melkproductie (liter/dag)	NE_r -behoefte (kJ per dag)
1,0	4466
1,5	6699
2,0	8932
2,5	11165
3,0	13398
3,5	15631
4,0	17864

Het voorstel luidt om de $k_i = 0,63$ van AFRC (1993) te gebruiken, omdat ook andere gegevens over de melkproductie goed overeenkomen met de Nederlandse gegevens. Deze benuttingfactor is gebaseerd op een $q = 60$. Indien een rantsoen met een andere q wordt gevoerd wordt $k_i = 0,35 \times q + 0,42$.

ME_r

ME_r wordt uit NE_r en k_i berekend (tabellen 14a en 14b).

Tabel 14a ME_r -behoefte (kJ per dag) voor schapen met één en twee zogende lammeren

	Eén zogend lam	Twee zogende lammeren
Lactatiemaand		
1	17380	24829
2	14070	18621
3	8690	12414

Tabel 14b ME_r -behoefte melkschapen bij verschillend productieniveau

Melkproductie (liter/dag)	ME_r -behoefte (kJ per dag)
1,0	7089
1,5	10633
2,0	14178
2,5	17722
3,0	21267
3,5	24811
4,0	28356

VEM_r

Uit tabel 14 wordt de VEM -behoefte voor lactatie berekend: $VEM = ME \text{ (kJ)} \times 0,6 / 6,9$ (tabellen 15a en 15b). De voorgestelde uitgangspunten leiden tot een berekende VEM -behoefte van ongeveer 750 VEM per kg melk.

Tabel 15a VEM -behoefte (boven onderhoud) voor schapen met één en twee zogende lammeren

	Eén zogend lam	Twee zogende lammeren
Lactatiemaand		
1	1511	2159
2	1223	1619
3	756	1080

Tabel 15b VEM-behoefte voor melkproductie melkschapen bij verschillend productieniveau

Melkproductie (liter/dag)	VEM-behoefte (per dag)
1,0	616
1,5	925
2,0	1233
2,5	1541
3,0	1849
3,5	2157
4,0	2466

Energie voor groei*Netto energie voor groei (NE_g)*

Op basis van groei en groeisamenstelling wordt de NE_g voor schapen en opfoklammeren berekend. ARC (1980) heeft gegevens over groei en groeisamenstelling verzameld. De groeisamenstelling verschilt van de lichaamssamenstelling en verschilt niet alleen tussen rammen, oeien en castraten, maar ook tussen rassen en tussen leeftijden en lichaamsgewichten. De groeisamenstelling verandert ook met de groeisnelheid: er is een maximale eiwitaanzet (Black et al., 1973) en het aandeel vet wordt hoger bij een hogere groeisnelheid. Helaas zijn hiervan onvoldoende data beschikbaar om daarmee bij de behoefteberekening rekening te kunnen houden. De gegevens over de samenstelling van de groei tijdens de opfok tot 50 kg zijn overgenomen van ARC (1980). Deze ARC-tabel komt voort uit regressieformules gebaseerd op data van verschillende literatuurbronnen. Uit de ARC-tabel zijn uitsluitend gegevens met betrekking tot vrouwelijke dieren overgenomen. Voor de vetaanzet maakt de ARC-tabel onderscheid tussen Merino en niet-Merino oeien. In de categorie niet-Merino komen schapenrassen voor die (enigszins) vergelijkbaar zijn met de Nederlandse rassen. Daarom zijn voor vetaanzet de gegevens van vrouwelijke niet-Merino dieren overgenomen. Voor de periode na de opfok geeft ARC (1980) richtlijnen op basis van Ratray et al. (1974b) voor de groei tijdens de dracht van 50 tot 70 kg ofwel vanaf een leeftijd van ongeveer 220 dagen. Uit de groeisamenstelling bij een gegeven lichaamsgewicht is de netto energiebehoefte berekend (tabel 16). Hierbij is aangenomen dat de samenstelling van de groei niet afhankelijk is van de groeisnelheid van het dier, zodat de NE_g (uitgedrukt in kJ per kg groei) voor dieren van gelijk gewicht, maar met verschillende groeisnelheid gelijk is.

Tabel 16 Gebaseerd op ARC (1980). Groeisamenstelling (g/kg) en netto energiebehoefte (kJ) per kg groei van opfoklammeren tot 50 kg LG, van drachtige oeien vanaf 50 kg LG en van niet-drachtige, niet-lacterende oeien

LG ^b , kg	Groeisamenstelling (g/kg)		NE _g (kJ) per kg groei ^a
	Eiwit ^c	Vet ^c	
14	133	136	8537
18	124	202	10930
25	117	267	13331
30	113	332	15803
36	109	396	18236
41	106	461	20732
48	104	525	23213
52	101	589	25669
58, drachtig	86	461	20256
69, drachtig	81	547	23534
79, drachtig	76	631	26733
69, Niet-lacterend, Niet-drachtig	62	706	29363

^a Energie is berekend uit grammen eiwit (23,8 kJ / g eiwit) en vet (39,5 kJ / g vet)

^b ARC (1980) gaat uit van 'leeg LG.' Aangenomen wordt dat elke kg groei in "leeg gewicht" een groei van 0,09 kg maagdarminhoud betekent. LG is berekend uit "leeg LG" met de formule: LG = 1,09 x (leeg LG + 2,9)

^c De door ARC opgegeven groeisamenstelling (eiwit en vet) moet worden omgerekend van "leeg LG" naar "LG". Omdat de maagdarminhoud 0,09 kg toeneemt bij elke kg groei van het 'leeg LG', zijn de ARC-waarden gedeeld door 1,09

Benuttingsfactor groei (k_g)

De benuttingsfactor k_g kan berekend worden met behulp van de q-waarde van de gevoerde rantsoenen: $k_g = 0,78 \times q + 0,006$. Deze formule gebruikt men niet alleen voor rundvee in Nederland (Benedictus, 1977), maar ook voor andere systemen van energienormering voor schapen (Sinclair en Wilkinson, 2000). Bij een rantsoen van gemiddelde kwaliteit ($q = 57$) wordt daarmee een $k_g = 0,45$ uitgerekend en bij een rantsoen van goede kwaliteit ($q = 60$) is dat $k_g = 0,47$.

Voor de benuttingfactor k_g zijn echter ook gegevens beschikbaar uit energiebalansproeven (Dawson en Steen, 1998). Daarbij werd een k_g van 0,5 gevonden door de ME-opname uit te zetten tegen de energieretentie. Het betrof experimenten met 56 snelgroeiende lammeren (24 Blackface-, 8 Suffolk- en 24 Texelaar kruislingen van 23 tot 56 kg LG), die gevoerd werden met ruwvoer en krachtvoer in verschillende experimenten in het gematigde klimaat van Noord-Herland.

Voor schapen en opfoklammeren zullen de rantsoenen minder intensief zijn dan voor snelgroeiende lammeren. Daarom stellen we voor om de benuttingfactor k_g van Dawson en Steen (1998) **niet** over te nemen, maar voor opfoklammeren de benuttingsfactor $k_g = 0,47$ berekend met $q = 60$ te gebruiken. Voor schapen kan men $k_g = 0,45$ gebruiken, maar hiervan wordt afgezien om eenduidigheid te houden en omdat het effect van een dergelijk klein verschil weinig relevantie heeft.

Metaboliseerbare energie voor groei (ME_g)

De metaboliseerbare energie voor lichaamsgroei wordt uitgerekend als $ME_g = NE_g / k_g$ (tabel 17).

Tabel 17 ME-behoefte voor lichaamsgroei van opfoklammeren en groeiende volwassen dieren

Gewicht (kg)	ME_g per kg groei (kJ)
14	18165
18	23256
25	28364
30	33624
36	38800
41	44111
48	49389
52	54616
58, drachtig	43099
69, drachtig	50073
79, drachtig	56879
69, niet-lacterend, niet-drachtig	62474

Voorstellen *NE_g*

De berekende netto energiebehoefte voor groei in tabel 16 wordt gebruikt als basis voor de VEM-berekening.

 K_g

De formule $k_g = 0,0078 \times q + 0,006$ is uitgangspunt. Voor de VEM-berekening wordt een k_g van 0,47 gebruikt.

 VEM_g voor groei

De VEM-behoeftes (tabel 18) zijn geschat uit tabel 17 met de volgende berekening:

$$VEM_g = ME_g \times 0,6 / 6,9 \text{ kJ}$$

Tabel 18 VEM-behoefte (boven onderhoud) voor lichaamsgroei van opfoklammeren en groeiende volwassen dieren

Gewicht (kg)	VEM _g per kg groei
14	1580
18	2022
25	2466
30	2924
36	3374
41	3836
48	4295
52	4749
58, drachtig	3748
69, drachtig	4354
79, drachtig	4946
69, niet-lacterend, niet-drachtig	5432

NB: De opfoklammeren groeien 40 kg in ongeveer 200 dagen met een gemiddelde groeisnelheid van 200 g/d. De jeugdgroei van volwassen dieren (circa vanaf 50 kg lichaamsgewicht) zal tijdens de eerst 4 maanden van de dracht in snelheid afnemen van 200 g/dag tot ongeveer 100 g/dag.

3.2 Energiebehoefte vleeslammeren

Gebruik van VEVI voor vleeslammeren

Voor de energienormen van vleeslammeren wordt de VEVI (Voedereenheid Vlees Intensief) gebruikt. Net zoals bij de berekening van VEM wordt bij de berekening van VEVI uitgegaan van ME-behoefte, die via de NE-behoefte wordt omgerekend in de VEVI-behoefte. De VEVI-waarde van voeders is gebaseerd op de NE voor vleesvee en vleesstieren (Benedictus, 1977). Men kan voor vleeslammeren met dezelfde VEVI werken, mits de NE wordt berekend voor lammeren.

In principe verschilt dit niet van de VEM-behoefte-berekening voor schapen. Het vertrekpunt voor de VEVI-behoefte-berekening is dan ook de ME voor vleeslammeren (ME_{vlees} in kJ). ME_{vlees} is de totale ME-behoefte van het vleeslam, berekend als optelsom van de ME-behoefte voor onderhoud (ME_m) plus groei (ME_g):

$$[9] \quad ME_{\text{vlees}} \text{ (kJ)} = ME_m \text{ (kJ)} + ME_g \text{ (kJ)}$$

Anders dan bij de VEM-berekening kan nu echter niet additief gewerkt worden, omdat men bij de VEVI-berekening rekening houdt met het effect van een wisselende verhouding tussen ME_m en ME_g . Dit gebeurt via de benuttingfactoren voor onderhoud (k_m) en productie (k_p). Ook wordt rekening gehouden met het productieniveau via het Animal Production Level (APL). Daarom wordt pas na samenvoeging van ME_m en ME_g tot ME_{vlees} de NE_{vlees} berekend volgens:

$$[10] \quad NE_{\text{vlees}} = k_f / [(k_f - k_m) / (APL \times k_m) + 1] \times ME_{\text{vlees}}$$

Waaruit vervolgens de VEVI-behoefte wordt berekend:

$$[11] \quad VEVI = NE_{\text{vlees}} / 6,9$$

De verschillen in de omrekening van ME naar NE tussen vleesvee en vleeslammeren lichten we in de volgende paragrafen toe.

Berekening van NEvlees

Tussen VEM en VEVI bestaat een verschil in efficiëntie waarmee ME in NE wordt omgezet. Wanneer vanuit ME de NE wordt uitgerekend duiden we het productiedoel ook aan (NE_{lac} en NE_{vlees}). De omrekening van NE_{lac} en NE_{vlees} in respectievelijk VEM en VEVI is gelijk (VEM of $VEVI = NE_{\text{lac}}$ of $NE_{\text{vlees}} / 6,9$).

De berekening van NE_{lac} is toegelicht in § 3.1. Belangrijke onderdelen van die berekening zijn de q-waarde van het rantsoen, de benuttingsfactor k en de correctie voor voerniveau. De berekening van ME, GE en q is voor VEM en VEVI gelijk. De berekening van NE_{vlees} verschilt van NE_{lac} op de volgende punten:

- De NE_{vlees} berekening houdt rekening met de verhouding tussen de benuttingfactoren voor onderhoud (k_m) en productie (k_f), terwijl dat voor NE_{lac} niet gebeurt.
- Voor NE_{lac} wordt een correctiefactor voor voerniveau gebruikt en voor NE_{vlees} niet.
- Voor NE_{vlees} wordt een correctiefactor voor groeisnelheid (APL) gebruikt en voor NE_{lac} niet.

De reden voor het vervallen van de correctiefactor voor voerniveau is dat bij vleesvee de aanname is dat bij de betreffende productieniveaus het ME-gehalte van het rantsoen ongeveer gelijk is aan dat bij onderhoud. Bij groeiend rundvee komen zelden hoge voerniveau's voor en verwachten we dus geen sterke verteringsdepressies, zodat correctie voor voerniveau niet nodig is. Er wordt wel gecorrigeerd voor het productieniveau. De berekening van NE_{vlees} gaat voor vleesvee standaard uit van een groei van 900 gram per dag. Bij afwijkende groeisnelheden moet NE_{vlees} daarom gecorrigeerd worden. Deze correctie gebeurt via het Animal Production Leven (APL) die bij een groei van 900 gram per dag gelijk is aan $APL = 1,5$.

Benuttingsfactoren k_m en k_f

Voor vleesvee wordt onderscheid gemaakt tussen de benuttingfactor van ME voor onderhoud (k_m) en de benuttingfactor van ME voor energieaanzet (k_f). De benuttingsfactoren kunnen experimenteel worden vastgesteld of met behulp van formules worden geschat. Bij de schatting van de benuttingsfactoren gebruikt men de kwaliteit van het rantsoen, uitgedrukt in de q-waarde (zie formule [2]). Voor vleesvee zijn de formules [12] en [13] beschikbaar. Er is geen reden om te veronderstellen dat deze formules voor vleeslammeren niet voldoen.

$$[12] k_m = 0,00287 \times q + 0,554$$

$$[13] k_f = 0,0078 \times q + 0,006$$

In dit rapport gebruiken we formules [12] en [13] wanneer geen of onvoldoende (literatuur)gegevens voorhanden zijn voor k_m en k_f .

Q-waarde van het rantsoen

De berekening van k_m en k_f wordt beïnvloed door de q-waarde van het rantsoen. Vleeslammeren krijgen rantsoenen van goede tot zeer goede kwaliteit, waarvan de q-waarde kan variëren tussen 60 en 70. Voor algemeen gebruik kan $q = 65$ gebruikt worden. Dat betekent dat men bij het ontbreken van literatuurgegevens over de benuttingsfactoren voor vleeslammeren een $k_m = 0,741$ en een $k_f = 0,513$ gebruikt. Daarmee is de benutting van ME voor groei circa 30% lager dan voor onderhoud, zodat de benutting van ME_{vlees} afneemt bij toenemende groei cq. productieniveau.

Correctie voor productieniveau (APL)

In de VEVI-berekening voor vleesvee wordt standaard uitgegaan van een groeisnelheid van gemiddeld 900 gram per dag door te rekenen met een vaste $APL = 1,5$. Het is de vraag in hoeverre dit van toepassing is op vleeslammeren. Daarom verdient het aanbeveling om APL voor vleeslammeren te berekenen (formule [14]).

$$[14] APL = (NE_{onderhoud} + NE_{productie}) / NE_{onderhoud}$$

NB: Voor vleeslammeren is $APL = 1,5$ erg laag. Deze waarde is alleen te vinden bij ramlammeren met een groeisnelheid van ongeveer 100 gram per dag.

Energie voor onderhoud

Netto energie voor onderhoud (NE_m)

De in experimenten gemeten onderhoudsbehoefte laat veel variatie zien die we moeten toeschrijven aan methodische verschillen en moeilijkheden van technische aard (van Es, 1972). Hij concludeerde dan ook dat echt betrouwbare gegevens op dat moment ontbraken, waarmee hij de gevonden waarden voor dieren tussen de 5 en 15 weken oud met respectievelijk 418 en 393 kJ $NE_m / kg^{0,75}$ nuanceerde. Wel was duidelijk dat de onderhoudsbehoefte van groeiende lammeren afneemt met toenemende leeftijd (van Es, 1972).

De informatie over dierexperimenten met vleeslammeren om de NE_m behoefte vast te stellen is nog steeds summier. Ferrell et al. (1986) vonden in energiebalansproeven met 36 lammeren (kruislingen van Suffolk, Rambouillet en Fins Landras) bij verschillende groeisnelheden en voerstrategieën een NE_m die varieerde van 290 tot 412 kJ / $LG^{0,75}$.

Voor de Nederlandse omstandigheden zijn alleen gegevens bekend uit de persoonlijke aantekeningen van H.J. Weide (1976), waarin (om niet te achterhalen redenen) $NE_m = 272 \text{ kJ} / LG^{0,75}$ werd aangenomen.

Ter vergelijking: voor opfoklammeren op stal werd in dit rapport (paragraaf 3.1 uit $ME_m = 347 \text{ kJ} / LG^{0,75}$ en $k_m = 0,72$ een $NE_m = 250 \text{ kJ} / LG^{0,75}$ berekend.

Benuttingsfactor voor onderhoud (k_m)

Voor de benuttingsfactor k_m kan geen invulling worden gegeven op basis van experimenten. De enige beschikbare data hebben betrekking op jonge lammeren op een volledig melkdiet waarbij $k_m = 0,81$ is berekend (Van Es, 1972). Door de slechte vertaalbaardheid naar vleeslammeren tot 50 kg wordt gekozen voor het gebruik van formule [12].

Metaboliseerbare energie voor onderhoud (ME_m)

Voor snelgroeijende lammeren tot 56 kg LG op rantsoenen met een hoge energiedichtheid werd een behoefte aan ME_m van $460 \text{ kJ} / LG^{0,75}$ vastgesteld (Dawson en Steen, 1998). Deze waarde past in de range van 382 – 473 $\text{kJ} / LG^{0,75}$ die het ARC (1980) geeft, maar ligt hoger dan de waarden voor ME_m voor lammeren van 326 tot 418 $\text{kJ} / LG^{0,75}$. Daar merkte Van Es (1972) bij op dat echt betrouwbare gegevens ontbraken. Naast deze gegevens is een schattingsformule [15] voor dieren op stal beschikbaar van AFRC (1993), die onderscheid maakt naar sekse en bovendien de mogelijkheid biedt om de ME_m bij verschillende gewichten te schatten.

$$[15a] ME_m \text{ ooi (kJ / dag)} = [1000 \times 1,0 \times 0,25 (LG/1,08)^{0,75} + 6,7 \times LG] / k_m$$

$$[15b] ME_m \text{ ram (kJ / dag)} = [1000 \times 1,15 \times 0,25 (LG/1,08)^{0,75} + 6,7 \times LG] / k_m$$

Het eerste deel van formule [15] beschrijft onderhoud bij “fasting metabolism” (ramlammeren 15% meer dan oillammeren) en het tweede deel beschrijft de onderhoudstoeslag voor beweging van dieren op stal. Voor lammeren in de wei kan men het tweede deel vervangen door $10,6 \times LG$ (ARC, 1980). De onderhoudstoeslag voor beweging komt (ten opzichte van onderhoud_{fm}) voor het gewichtstraject van 14 – 52 kg LG neer op een toeslag van gemiddeld 6,6% bij opstallen en gemiddeld 9,2% bij weidegang.

Voorstellen

NE_m

Er zijn onvoldoende gegevens om een keuze voor NE_m te maken. Daarom wordt voorgesteld NE_m te berekenen (tabel 19) uit ME_m (AFRC, 1993) en k_m eveneens volgens paragraaf 3.2.

k_m

Er zijn geen experimentele waarden voor k_m beschikbaar. Het voorstel is deze benuttingsfactor te berekenen met formules [12]. De formule wordt gebruikt met $q = 65$. Bij deze q wordt

$$k_m = 0,00287 \times 65 + 0,554 = 0,741$$

ME_m

Om aan te sluiten bij gewichtsklassen voor opfoklammeren in de tabellen 16, 17 en 18 wordt ME_m met behulp van formule [15] bij die gewichten uitgerekend voor vleeslammeren op stal en in de wei (tabellen 19a en 19b).

Tabel 19a ME_m en NE_m (kJ / dag) voor vleeslammeren op stal

LG in kg	Ramlammeren		Oilammeren	
	ME_m	NE_m	ME_m	NE_m
14	2777	2058	2431	1802
18	3363	2492	2946	2183
25	4321	3202	3787	2806
30	4966	3680	4353	3226
36	5708	4230	5006	3709
41	6305	4672	5531	4098
48	7113	5270	6241	4625
52	7562	5603	6637	4918

Tabel 19b ME_m en NE_m (kJ / dag) voor vleeslammeren in de weide

LG in kg	Ramlammeren		Ooilammeren	
	ME _m	NE _m	ME _m	NE _m
14	2851	2113	2505	1856
18	3458	2562	3040	2253
25	4452	3299	3918	2903
30	5124	3797	4511	3343
36	5897	4370	5195	3850
41	6520	4832	5746	4258
48	7365	5458	6494	4812
52	7836	5806	6911	5121

Energie voor groei*Netto energie voor groei (NE_g)*

Analoog aan paragraaf 3.1 (energie voor groei) zijn voor ramlammeren de gegevens over de samenstelling van de groei tijdens de opfok tot ongeveer 50 kg (tabel 20) overgenomen van ARC (1980). Deze ARC-tabel komt voort uit regressieformules gebaseerd op data van verschillende literatuurbronnen. Uit de ARC-tabel zijn de gegevens met betrekking tot mannelijke dieren overgenomen. Voor de vetaanzet maakt ARC-tabel onderscheid tussen Merino en niet-Merino. In de categorie niet-Merino komen schapenrassen voor die (enigszins) vergelijkbaar zijn met de Nederlandse rassen. Daarom zijn voor vetaanzet de gegevens van niet-Merino dieren overgenomen.

Uit de groeisamenstelling bij een gegeven lichaamsgewicht is de netto energiebehoefte berekend (tabel 20). Hierbij is aangenomen dat de samenstelling van de groei niet afhankelijk is van de groeisnelheid van het dier, zodat de NE_g (uitgedrukt in kJ per kg groei) voor dieren van gelijk gewicht maar met verschillende groeisnelheid gelijk is.

Tabel 20 Gebaseerd op ARC (1980). Groeisamenstelling (g/kg) en netto-energiebehoefte (kJ) per kg groei van vleesrammen tot 52 kg LG

LG ^b , kg	Groeisamenstelling (g/kg)		NE _g (kJ) per kg groei ^a
	Eiwit ^c	Vet ^c	
14	146	102	7494
18	140	152	9356
25	136	203	11240
30	133	252	13132
36	130	303	15059
41	128	352	16972
48	127	402	18886
52	125	451	20799

^a Energie is berekend uit grammen eiwit (23,8 kJ / g eiwit) en vet (39,5 kJ / g vet)

^b ARC (1980) gaat uit van leeg LG. Om de groeisamenstelling (eiwit en vet) om te rekenen van "leeg LG" naar "LG", deelt men door 1,09, omdat aangenomen wordt dat elke kg groei in "leeg gewicht" een groei van 0,09 kg maagdarminhoud betekent

^c LG is berekend uit "leeg LG" met behulp van de gegevens uit ARC (1980) en de berekening:
LG = 1,09 x (leeg LG + 2,9) (ARC, 1980)

Benuttingfactor voor productie (k_f)

Voor de benuttingfactor k_f zijn enkele gegevens beschikbaar uit energiebalansproeven (Dawson en Steen, 1998). Daarbij werd een k_g van 0,5 gevonden door de ME-opname uit te zetten tegen de energieretentie. Het betrof experimenten met 56 snelgroeiende lammeren (24 Blackface-, 8 Suffolk- en 24 Texelaar kruisingen van 23 tot 56 kg LG), die gevoerd werden met ruwvoer en krachtvoer in verschillende experimenten in het gematigde klimaat van Noord-Herland.

Daarnaast kan k_f berekend worden met behulp van formule [13] en q = 65. Bij deze q wordt

$$K_f = 0,0078 \times q + 0,006 = 0,513$$

Metaboliseerbare energie voor onderhoud (ME_g)

De behoefte aan ME_g kan uitgerekend worden uit NE_g en k_f, waarbij ME_g = NE_g / k_f (tabel 21). Hierbij zijn de gegevens gebruikt van tabel 20 en k_f = 0,513.

Tabel 21 Behoeftte aan ME_{groei} per kg groei van vleesrammen tot 52 kg LG

Lichaamsgewicht, kg	ME_g (kJ) per kg groei
14	14609
8	18238
5	21911
0	25598
6	29355
1	33085
8	36814
2	40544

Voorstel

Bovenstaande gegevens (tabellen 20 en 21, $k_f = 0,513$) over NE_g en k_g worden gebruikt voor de berekening van de VEVI-behoeftte van vleeslammeren. Om bij de VEVI-berekening rekening te kunnen houden met het productieniveau, worden de gegevens uitgedrukt per categorie groeisnelheid (tabellen 22a en 22b).

Tabel 22a Behoeftte aan ME_{groei} per dag bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 52 kg LG

Groei (g/dag)	Dagelijkse behoefte ME_g (kJ / dag)					
	100	150	200	250	300	350
Ooien						
14	1663	2494	3325	4157	4988	5819
18	2129	3193	4257	5322	6386	7450
25	2600	3901	5201	6501	7801	9102
30	3081	4621	6161	7702	9242	10782
36	3558	5337	7116	8895	10674	12454
41	4036	6053	8071	10089	12107	14125
48	4522	6782	9043	11304	13565	15826
52	5003	7505	10007	12508	15010	17512
Rammen						
14	1461	2191	2922	3652	4383	5113
18	1824	2736	3648	4560	5472	6383
25	2191	3287	4382	5478	6573	7669
30	2560	3840	5120	6399	7679	8959
36	2936	4403	5871	7339	8807	10274
41	3308	4963	6617	8271	9925	11580
48	3681	5522	7363	9204	11044	12885
52	4054	6082	8109	10136	12163	14190

Tabel 22b Behoeftte aan NE_{groei} per dag bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 52 kg LG

Groei (g/dag)	Dagelijkse behoefte NE_g (kJ / dag)					
Gewicht (kg)	100	150	200	250	300	350
Ooien						
14	853	1279	1706	2132	2559	2985
18	1092	1638	2184	2730	3276	3822
25	1334	2001	2668	3335	4002	4669
30	1580	2371	3161	3951	4741	5531
36	1825	2738	3651	4563	5476	6389
41	2070	3105	4141	5176	6211	7246
48	2320	3479	4639	5799	6959	8119
52	2567	3850	5133	6417	7700	8983
Rammen						
14	749	1124	1499	1874	2248	2623
18	936	1403	1871	2339	2807	3275
25	1124	1686	2248	2810	3372	3934
30	1313	1970	2626	3283	3939	4596
36	1506	2259	3012	3765	4518	5271
41	1697	2546	3394	4243	5092	5940
48	1889	2833	3777	4721	5666	6610
52	2080	3120	4160	5200	6240	7280

Totale VEVI-behoeftte*Berekening VEVI-behoeftte per dag*

De VEVI-behoeftte kan men met de formules [9], [10] en [11] uitrekenen voor dieren op stal en dieren in de weide.

$$ME_{\text{vlees}} \text{ (kJ)} = ME_m \text{ (kJ)} + ME_g \text{ (kJ)} \quad [9]$$

$$NE_{\text{vlees}} = k_f / [(k_f - k_m) / (APL \times k_m) + 1] \times ME_{\text{vlees}} \quad [10]$$

$$VEVI = NE_{\text{vlees}} / 6,9 \quad [11]$$

Voor formule [9] komen de gegevens uit de tabellen 19 en 22. Voor formule [10] komt ME_{vlees} uit formule [9], k_m en k_f uit paragraaf 3.2, terwijl APL uitgerekend kan worden uit een combinatie van de tabellen 19a, 19b en 22b. Het resultaat van die APL-berekening is weergegeven in de tabellen 23a en 23b.

Tabel 23a Berekend productieniveau (APL) bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 52 kg LG
Dieren op stal

Groei (g/dag)	Animal Production Level (APL)					
Gewicht (kg)	100	150	200	250	300	350
Ooien						
14	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2
18	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3
25	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2
30	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3
36	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3
41	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4
48	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3
52	1.7	2.0	2.4	2.7	3.1	3.4
Rammen						
14	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7
18	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8
25	1.5	1.7	1.9	2.2	2.4	2.6
30	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7
36	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7
41	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7
48	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7
52	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7

Tabel 23b Berekend productieniveau (APL) bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 52 kg LG
Dieren in de weide

Groei (g/dag)	Animal Production Level (APL)					
Gewicht (kg)	100	150	200	250	300	350
Ooien						
14	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2
18	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3
25	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2
30	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2
36	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2
41	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3
48	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3
52	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4
Rammen						
14	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7
18	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
25	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6
30	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
36	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
41	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7
48	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
52	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7

Uit de tabellen 23a en 23b blijkt dat APL wel verschilt tussen ooien en rammen, maar nauwelijks tussen dieren op stal of in de weide.

Na het berekenen van APL zijn de gegevens beschikbaar waarmee de dagelijkse VEVI-behoefte van vleeslammeren op stal (tabel 24a) en in de weide (tabel 24b) kan worden berekend.

Tabel 24a Berekende VEVI behoefte bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 52 kg LG

Dieren op stal			VEVI-behoefte per dag			
Ooien			200	250	300	350
Groei (g/dag)	100	150				
Gewicht (kg)						
14	385	447	508	570	632	694
18	475	554	633	712	791	870
25	600	697	793	890	987	1083
30	697	811	926	1040	1155	1269
36	802	934	1067	1199	1331	1463
41	894	1044	1194	1344	1494	1644
48	1006	1175	1343	1511	1679	1847
52	1085	1271	1457	1643	1829	2015
Rammen						
14	407	461	515	570	624	678
18	497	565	632	700	768	836
25	627	708	790	871	953	1034
30	724	819	914	1009	1104	1199
36	831	940	1049	1159	1268	1377
41	923	1046	1169	1292	1415	1538
48	1038	1174	1311	1448	1585	1722
52	1114	1264	1415	1566	1716	1867

Tabel 24b Berekende VEVI behoefte bij verschillende groeisnelheden van vleeslammeren tot 50 kg LG

Dieren in de weide			VEVI-behoefte per dag			
Ooien			200	250	300	350
Groei (g/dag)	100	150				
Gewicht (kg)						
14	393	454	516	578	640	702
18	485	564	643	722	801	880
25	614	711	807	904	1001	1097
30	714	828	943	1057	1172	1286
36	822	955	1087	1219	1352	1484
41	917	1067	1217	1367	1517	1667
48	1034	1202	1370	1538	1706	1874
52	1114	1300	1486	1672	1858	2044
Rammen						
14	415	469	523	578	632	686
18	507	575	643	710	778	846
25	641	722	804	885	967	1048
30	741	836	931	1026	1121	1216
36	852	961	1070	1179	1288	1397
41	946	1069	1192	1315	1438	1561
48	1065	1202	1338	1475	1612	1749
52	1143	1294	1444	1595	1746	1896

Vergelijking met berekening VEVI behoefte volgens CVB

Ir. H.J. Weide heeft rond 1976 bij het toenmalig Instituut voor Veevoedingsonderzoek te Hoorn de energieaanzet door vleeslammeren berekend (persoonlijke aantekeningen) op basis van de hoeveelheid aanzet en een aangenomen gemiddelde groeisamenstelling van het vlees-, vet- en beenweefsel. Hij berekende op basis van één experiment met 38 dieren een APL van 2,04 en 2,36 bij resp. 250 en 300 g groei per dag en concludeerde dat bij verschillende gewichtscategorieën de hoeveelheid energieaanzet per kg groei verschilde. Daarom koos H.J. Weide voor het VEVI-systeem, berekend voor een gemiddelde groeisnelheid van 150 gram/dag, in combinatie met groeiafhankelijke correctiefactoren (tabel 25).

Tabel 25 Correctiefactoren voor de totale VEVI behoefte van vleeslammeren (H.J. Weide, 1976)

Groeisnelheid (g / d)														
0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
Correctiefactor														
0,82	0,86	0,90	0,93	0,96	0,985	1,01	1,025	1,04	1,055	1,07	1,085	1,10	1,11	1,12

Deze benadering is door De Boer en Everts (1989) overgenomen voor het schaapmodel. Zij rekenen met de volgende formules:

$$[16] \quad \text{Totale VEVI behoefte} = (\text{VEVI voor onderhoud} + \text{VEVI voor groei}) \times \text{correctiefactor.}$$

Waarin VEVI voor onderhoud, uitgedrukt per kg metabool LG ($\text{LG}^{0,75}$) en met 15 % toeslag voor weidegang, is:

$$[17] \quad \text{VEVI onderhoud op stal} = (272 \text{ kJ NE} / \text{LG}^{0,75}) / 6,9 = 39,4 \text{ VEVI} / \text{LG}^{0,75}.$$

$$[18] \quad \text{VEVI onderhoud in de wei} = (272 \text{ kJ NE} / \text{LG}^{0,75}) / 6,9 \times 1,15 = 45,3 \text{ VEVI} / \text{LG}^{0,75}.$$

Waarin VEVI voor groei (kg/dag), waarbij LG levend gewicht voorstelt en met 15% toeslag voor oilammeren, is:

$$[19] \quad \text{Ramlammeren: } \{[(600 + 60 \times \text{LG}) \times \text{groei}] / (1 - 1,2 \times \text{groei})\} \times 0,985 \times 4,184 / 6,9$$

$$[20] \quad \text{Oilammeren: } \{[(600 + 60 \times \text{LG}) \times \text{groei}] / (1 - 1,2 \times \text{groei})\} \times 0,985 \times 4,184 / 6,9 \times 1,15$$

De op deze wijze berekende VEVI-behoefte voor vleeslammeren kunnen we vergelijken met de berekende VEVI-behoefte in tabel 26.

Tabel 26 Vergelijking van de berekende VEVI-behoefte voor dieren op stal, volgens paragraaf 3.2 (Totale VEVI-behoefte) en berekend volgens Weide (VEVI-CVB)

LG	Groei /dag	VEVI-behoefte		VEVI-CVB	
		Ram	Ooi	Ram	Ooi
25	200	672	690	801	853
	250	753	787	951	1023
	300	835	884	1131	1228
30	200	779	807	918	976
	250	874	922	1088	1170
	300	969	1036	1295	1406
36	200	894	931	1053	1121
	250	1003	1063	1250	1344
	300	1112	1195	1487	1614
41	200	998	1044	1164	1239
	250	1121	1194	1382	1486
	300	1244	1344	1645	1786

Uit tabel 26 blijkt dat er verschillen bestaan tussen de beide berekeningen van de VEVI-behoefte van vleeslammeren. Deze verschillen zijn voor ongeveer een kwart toe te schrijven aan de berekende onderhoudsbehoefte (met name voor oien).

Voorstel berekening VEVI behoefte

De berekening van de VEVI-behoefte gebeurt volgens paragraaf 3.2 omdat de VEVI-berekening volgens het CVB onvoldoende gedocumenteerd is. In de discussie over deze keuze kunnen we de volgende overwegingen meenemen worden:

1. De basisgegevens van Weide (1976) VEVI zijn niet (volledig) gedocumenteerd. Waarschijnlijk zijn de gegevens afkomstig van Texelaar ramlammeren met een begin LG van 25 à 35 kg en een eind LG van 41 à 49 kg.
2. In een experiment van ASG Lelystad (1995, 1996 en 1997) is de groeisamenstelling van Texelaar ramlammeren onderzocht (niet gepubliceerd). Op grond van groei en geanalyseerde lichaamssamenstelling tussen groepen van verschillend slachtgewicht is berekend dat in het groeitraject van 37 kg LG tot 53 kg LG de gemiddelde samenstelling van de groei is: 185 g eiwit / kg leeg LG en 340 g vet / kg leeg LG, wat overeenkomt met 170 g eiwit / kg LG en 312 g vet / kg LG. Deze samenstelling van Texelaar

ramlammeren verschilt met de groeisamenstelling in ARC (1980), meer eiwit en minder vet. De bruto energie (kJ) in leeg LG, berekend op basis van 23,8 kJ /g eiwit en 39,5 kJ /g vet, bleek ongeveer gelijk te zijn aan de gemeten (bomcalorimeter) bruto energie (kJ) leeg LG.

3. In een ander experiment van ASG Lelystad (De Boer et al., 1994) werden 72 ooilammeren en 48 ramlammeren (gespeend op 40 dagen) van de kruising Texelaar x Flevolander gevoerd volgens diverse schema's. De resultaten waren dat ooien in het groeitraject van 16 t/m 36 kg LG met een gemiddelde groeisnelheid van 214 tot 253 g/dag een gemiddelde opname hadden van 907 tot 980 VEVI/dag. De ramlammeren hadden in het groeitraject van 18 t/m 40 kg LG bij een gemiddelde groeisnelheid van 261 tot 299 g/dag een opname van gemiddeld 915 tot 995 VEVI /dag. Deze resultaten zijn voor ooien en rammern ongeveer gelijk aan de berekende VEVI-behoefte in tabel 26.

3.3 Energienormen schapen en (opfok)lammeren

In de paragrafen 3.1 en 3.2 is respectievelijk de VEM- en VEVI-behoefte van schapen en vleeslammeren berekend volgens de verdeling van energiebehoefte voor onderhoud enerzijds (inclusief wolgroei) en energiebehoefte voor productie (dracht, lactatie en groei) anderzijds. Door het sommeren van de onderhoudsbehoefte en de behoefte voor de van toepassing zijnde productie(s) wordt de energiebehoefte per dag voor het betreffende dier berekend. De berekende energiebehoefte betreft de netto behoefte van de dieren. Om de netto behoefte aan opname te kunnen realiseren kan het nodig zijn om het energieaanbod hoger te kiezen dan de berekende behoefte. Bij het vaststellen van de VEM- en VEVI-normen dient men zich af te vragen of dit noodzakelijk is en zo ja, in welke mate de normen verschillen van de berekende behoefte en of het voor alle diercategorieën in dezelfde mate dient te gebeuren. Deze discussie zal bepaald worden door de uitgangspunten en aannames die bij de berekening van de energiebehoefte zijn gebruikt. Al naar gelang de consensus in deze discussie kunnen de tabellen met betrekking tot de energiebehoefte eenvoudig in tabellen met energienormen worden omgezet.

4 Normen voor de eiwitbehoefte

Het DVE/OEB-systeem (Tamminga et al., 1994) is in principe ontwikkeld voor rundvee, maar kan men ook gebruiken voor het berekenen van de normen voor de eiwitbehoefte van schapen. DVE staat voor Darm Verteerbaar Eiwit en bestaat uit aminozuren die geabsorbeerd worden vanuit de dunne darm. DVE is afkomstig van Bestendig voerEiwit (DVBE) en van Microbieel Eiwit (DVME) dat in de pens gevormd is. Daarnaast wordt DVE gecorrigeerd voor het geabsorbeerde eiwit dat verloren gaat door het verlies van verteringsenzymen en darmwandcellen (DVMFE). De berekening wordt dan $DVE = DVBE + DVME - DVMFE$.

Voor de berekening van het gevormde microbieel eiwit nemen we aan dat er 150 g microbieel eiwit per kg pensgefermenteerde OS (FOS) wordt gevormd, mits er in de pens voldoende eiwit voor de microbiële eiwitsynthese (het zogeheten onbestendig eiwit) beschikbaar is. Om te beoordelen of het in de pens aanwezige onbestendige eiwit limiterend is voor microbiële groei, wordt OEB gebruikt. OEB is de "Onbestendig Eiwit Balans" die het verschil aangeeft tussen de mogelijke microbiële eiwitsynthese in de pens op basis van het onbestendige eiwit (MREN) enerzijds en de beschikbare energie (MREE) anderzijds; $OEB = MREN - MREE$. Bij een positieve OEB is de hoeveelheid onbestendig eiwit in de pens niet limiterend voor microbiële groei. Bij een negatieve OEB is er onvoldoende onbestendig eiwit om de voor microbiële groei beschikbare energie volledig te benutten. In dat geval wordt er zowel minder organische stof gefermenteerd als minder microbieel eiwit gevormd, zodat de berekende DVE uit microbieel eiwit gecorrigeerd (=verminderd) moet worden.

Het toepassen van dit systeem bij schapen heeft het grote voordeel dat men gebruik kan maken van de DVE-waarden van de voeders die bedoeld zijn voor rundvee, zodat er geen aparte voederwaardetabellen voor schapen nodig zijn. Daar staat tegenover dat eventuele verschillen in de vertering van het voereiwit tussen rundvee en schapen via de DVE-behoeftenormen verdisconteerd moeten worden. In dit rapport wordt van DVE_{schaap} gesproken wanneer de verschillen (nog) niet zijn verdisconteerd of wanneer het om behoeftes gaat. De verschillen kunnen betrekking hebben op de passage- en afbraaksnelheid van zowel OS als voereiwit, waardoor er mogelijk een andere hoeveelheid FOS en (on)bestendig voereiwit berekend wordt. Daarnaast kunnen de diersoortverschillen betrekking hebben op de hoeveelheid microbieel eiwit die per kg FOS wordt gevormd (MESP) als gevolg van pensfloraverschillen. Voor rundvee wordt in het DVE-systeem gemiddeld $MESP = 150 \text{ g/kg OS}$ aangehouden, maar voor schapen zijn MESP gemeten tussen 160 en 250 g / kg FOS (Šebek, 2001). Bij een hogere MESP hoort ook een hogere MREE en dus een andere berekening van OEB (eventueel inclusief correctie voor een andere hoeveelheid onbestendig eiwit).

De DVE-behoefte van schapen kent reeds een goede documentatie (Everts, 1992). In dit hoofdstuk worden de gegevens waarop Everts (1992) zich baseerde aangevuld met gegevens van Šebek (2001). Daarnaast is onderzocht of er in de literatuur vanaf 1992 aanvullende gegevens beschikbaar zijn gekomen.

4.1 Berekening van de DVE-behoefte

De DVE-behoefte wordt berekend uit de behoefte voor onderhoud en voor productie. Onder productie wordt groei van foetussen en adnexa (dracht), melkproductie (lactatie) en lichaamsgroei (groei) verstaan. Bij berekening van de DVE-behoefte voor onderhoud en groei is er tevens een onderscheid tussen schapen (> 1 jaar leeftijd) plus opfoklammeren (< 1 jaar leeftijd) enerzijds en vleeslammeren anderzijds. In paragraaf 4.3 blijkt het verschil tussen schapen en opfokkooien. De totale DVE-behoefte wordt berekend uit de som van DVE voor onderhoud en productiedoelen:

$$\begin{array}{ll}
 \text{[21]} & \text{Schapen en opfoklammeren:} & DVE_{\text{schaap}} = \text{som van } DVE_m + DVE_g + \left. \begin{array}{l} DVE_d \\ DVE_l \end{array} \right\} \\
 \text{[22]} & \text{vleeslammeren:} & DVE_{\text{schaap}} = \text{som van } DVE_m + DVE_g
 \end{array}$$

waarbij DVE_{schaap} = totale DVE-behoefte van het schaap, DVE_m = DVE-behoefte voor onderhoud, DVE_d = DVE-behoefte voor dracht, DVE_l = DVE-behoefte voor lactatie, DVE_g = DVE-behoefte voor groei.

De DVE-behoefte voor onderhoud en productie wordt bepaald door de hoeveelheid eiwit die nodig is voor onderhoud (E_m), dracht (E_d), lactatie (E_l) en groei (E_g) te delen door de betreffende benuttingfactor (k_n , met n voor nitrogen) waarmee DVE wordt gebruikt voor onderhoud en productie.

$$[23] \quad DVE_{m, d, l, g} = E_{m, d, l, g} / k_{nm, nd, nl, ng}$$

Ook is er eiwit voor wolgroei nodig. In navolging van de in hoofdstuk 3 gemaakte keuze om de energiebehoefte voor wolgroei in de onderhoudsbehoefte voor energie op te nemen, zal de DVE-behoefte voor wolgroei in Nederland ook in de onderhoudsbehoefte voor DVE worden opgenomen. Datzelfde doen het ARC (1980), AFRC (1993) en het Franse PDI-systeem (INRA, 1989).

4.2 Berekening van de OEB-behoefte

Naast het aanbieden van voldoende DVE, is het in het DVE/OEB-systeem ook belangrijk om voldoende OEB in het rantsoen op te nemen. In principe moet een OEB = 0 voldoende zijn. Voor schapen is het echter mogelijk dat door een hogere MESP wat meer OEB nodig is dan voor rundvee. Of dit werkelijk speelt is onder meer afhankelijk van de mate waarin de (pens)fermenteerbaarheid van de OS en het voereiwit tussen rundvee en schapen verschilt. Het is moeilijk in te schatten hoe deze balans uitvalt. Data van Šebek en Everts (2002) gaven voor bewolde dieren op een gemiddeld Nederlandse rantsoen aan dat er ongeveer 335 g FOS per dag beschikbaar was. In die situatie komt een verschil in MESP van 0,15 (MREE = 50) en 0,2 (MREE = 67) neer op ongeveer 17 MREE. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat de hoeveelheid MREN = 62 was. Gebaseerd op bovengenoemd onderzoek kunnen we stellen dat er tot een MESP van ongeveer 0,18 (=MREN/FOS) geen probleem met betrekking tot OEB is, maar dat bij een hogere MESP problemen kunnen ontstaan.

Er wordt voorgesteld om met betrekking tot OEB tijdens de late dracht en lactatie voorzichtig te zijn en te stellen dat een (licht) positieve OEB van ongeveer 20 (gebaseerd op het hierboven berekende MESP verschil van 17) gewenst is. In de periode dat men de schapen op onderhoud voert, mag de berekende OEB = 0 zijn. Indien een hogere MESP speelt, betekent dat feitelijk een licht negatieve OEB, maar analoog aan de redenering voor vleesvee hoeft dat geen bezwaar te zijn mits de eiwitvoorziening ruim is waardoor er voldoende N-recycling mogelijk is. Op basis van dit uitgangspunt kunnen we als vuistregel hanteren dat de OEB voor schapen (buiten de periode van late dracht en lactatie) niet beneden 0 mag zijn.

4.3 Eiwitbehoefte schapen en (opfok)lammeren

Eiwit voor onderhoud

Eiwitbehoefte voor onderhoud (E_m)

De voor onderhoud benodigde hoeveelheid eiwit kan gedefinieerd worden als het eiwit benodigd voor de compensatie van endogene eiwitverliezen via urine (EUN), de metabool faecale eiwitverliezen (MFN), de eiwitverliezen aan haar en huidschilfers (DL) en de eiwitaanzet in wol (AFRC, 1993; NRC, 1985). De eiwitbehoefte berekent men vervolgens met behulp van de benuttingfactor en de efficiëntie waarmee eiwit wordt gebruikt voor genoemde toepassingen. Voor een schaap van 75 kg dat 1 kg drogestof per dag opneemt is de op die manier berekende hoeveel eiwit voor onderhoud circa $(2,3 \text{ EUN} + 5,35 \text{ MFN} + 0,46 \text{ DL} + 1,088 \text{ wol}) \times 6,25 = 57,5$ gram of 2,26 gram eiwit per kg $LG^{0,75}$.

De eiwitbehoefte voor onderhoud kunnen we ook schatten uit N-balansproeven, waarbij de eiwitbehoefte voor onderhoud gelijk wordt gesteld aan de eiwitopname bij een eiwitretentie (NR) van nul (INRA, 1989). Wanneer bij deze methode de eiwitopname bij NR = 0 gevonden moet worden via extrapolatie, kan dat een onnauwkeurige schatting met veel variatie opleveren. Het voordeel van deze methode is dat de benuttingfactor k_{nm} impliciet is meegenomen, zodat de eiwitbehoefte direct geschat wordt.

Op basis van een combinatie van literatuurgegevens over beide bovenstaand beschreven onderzoeksmethodes zijn de Nederlandse DVE-behoeftenormen voor schapen vastgesteld en gedocumenteerd (Everts, 1992).

Benuttingsfactor eiwitgebruik voor onderhoud (k_{nm})

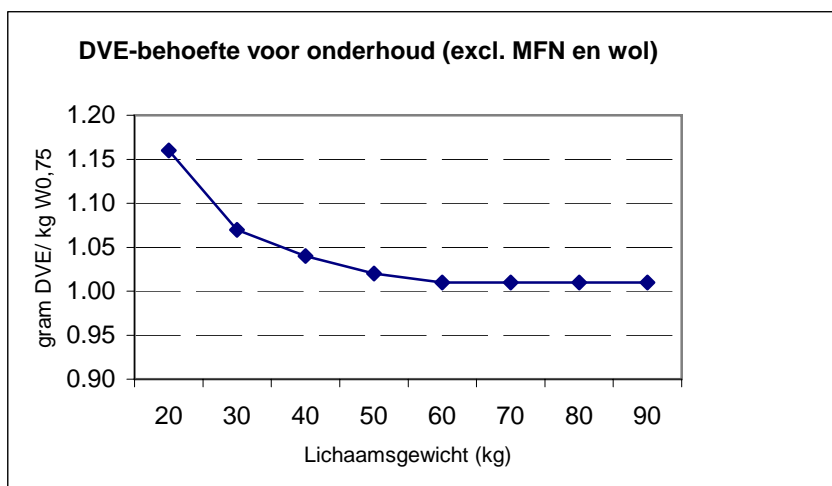
Wanneer de eiwitbehoefte voor onderhoud wordt berekend uit de eiwitverliezen met EUN, MFN, DL en wolgroei houdt men in het algemeen voor $k_{nm} = 0,67$ aan (NRC, 1985). Dit wordt ook voor de Nederlandse situatie voorgesteld, omdat het onduidelijk is in hoeverre k_{nm} voor Nederlandse schapen afwijkt. Er zijn namelijk geen gegevens beschikbaar van directe meting van k_{nm} . Er is wel een over-all $k_n = 0,66$ uit N-balansproeven berekend voor Flevolander oaien in de late dracht (Šebek, 2001). Voor oaien met een eiwitopname volgens de norm en met een positieve N-balans was de over-all $k_n = 0,61$.

Uit meer berekeningen bleek dat voor die dieren het gemiddelde van de benuttingsfactoren k_{nd} en k_{ng} tussen de 0,67 en 0,72 lag en dat de verhouding tussen de eiwitbehoefte voor onderhoud en de eiwitbehoefte voor dracht+groei ongeveer 1 : 1,5 was. Op basis van die getallen is de schatting dat $0,50 < k_{nm} < 0,54$. Voor alle dieren (zowel een positieve als een negatieve N-balans) kan op dezelfde wijze geschat worden dat $0,59 < k_{nm} < 0,65$.

DVE_{schaaap} voor onderhoud

De berekende DVE-behoefte volgens de benaderingswijze van NRC (1985) en AFRC (1993) kan men voor opfoklammeren (20 - 50 kg) en schapen (> 50 kg) uitrekenen wanneer $k_{nm} = 0,67$ wordt aangenomen. Om voor het DVE/OEB-systeem goede getallen te krijgen moet men de post MFN niet meerekenen, omdat MFN al wordt verrekend via de opname van onverteerbare droge stof. Ook wordt de post "wol" niet meegerekend, omdat er in Nederland voor gekozen is om ook de DVE-behoefte voor wolgroei uit te drukken per kg metabool lichaamsgewicht (Everts, 1992). De op die manier verkregen DVE-behoefte voor onderhoud (exclusief MFN en wol) geeft aan dat opfoklammeren (tot 50 kg) een andere onderhoudsbehoefte hebben dan volwassen dieren (figuur 1).

Figuur 1 DVE-behoefte voor onderhoud in gram per kg $LG^{0,75}$



Uit figuur 1 blijkt dat de DVE-behoefte voor onderhoud (excl. MFN en wol) voor volwassen dieren 1,01 gram DVE per kg $LG^{0,75}$ bedraagt, maar voor opfoklammeren (20 - 50 kg) neemt de DVE-behoefte met toenemend gewicht af van 1,16 tot 1,02 gram DVE per kg $LG^{0,75}$.

De Nederlandse normen zijn gebaseerd op dezelfde rekenwijze, waarbij met gegevens over verteerbaar en geabsorbeerd eiwit en aannames voor verliezen van huid en haar, een onderhoudsbehoefte exclusief MFN en wolgroei van 1,23 gram DVE / $LG^{0,75}$ per dag werd berekend (Everts, 1992).

In combinatie met de literatuurgegevens stelde Everts (1992) een onderhoudsbehoefte van 1,1 gram DVE / $LG^{0,75}$ per dag. De door Everts (1992) berekende DVE-onderhoudsbehoefte voor Nederlandse schapen blijkt overigens goed overeen te komen met resultaten van Nederlandse N-balansproeven met drachtige schapen (Flevolanders). Daarbij werd vastgesteld dat de eiwitbehoefte (excl. MFN en wol) voor onderhoud 1,25 g DVE per kg $LG^{0,75}$ was (Šebek, 2001). Het verschil tussen deze Nederlandse getallen voor volwassen dieren en de 1,01 gram DVE per kg $LG^{0,75}$ van figuur 1 (NRC, 1985), kan veroorzaakt worden door de aangenomen benuttingfactor $k_{nm} = 0,67$. De Nederlandse getallen komen overeen met NRC (1985) indien $k_{nm} = 0,55$. In paragraaf 4.3 is inderdaad een lagere k_{nm} geschat (over-all ca. $k_{nm} = 0,62$), maar $k_{nm} = 0,55$ is alleen voorstelbaar wanneer het uitsluitend dieren met een positieve N-balans betreft. Wanneer de getallen van NRC (1985) worden herberekend met $k_{nm} = 0,62$, volgt daar een onderhoudsbehoefte van 1,09 gram DVE / $LG^{0,75}$ per dag uit (gelijk aan het voorstel van Everts, 1992). Het is dus mogelijk dat de door Everts (1992) en Šebek (2001) berekende onderhoudsbehoefte van circa 1,25 g DVE per kg $LG^{0,75}$ voor Nederlandse schapen beter is dan die van NRC (1985). Daarom wordt voorlopig gerekend met een onderhoudsbehoefte van 1,25 g DVE per kg $LG^{0,75}$.

Voor opfoklammeren zou DVE_m hoger moeten liggen dan voor volwassen dieren (figuur 1). Uitgaande van 1,25 g DVE per kg $LG^{0,75}$ voor volwassen schapen en de verhoudingen uit figuur 1 moet een opfoklam van respectievelijk 50, 40, 30 en 20 kg dan 1,26, 1,29, 1,32 en 1,44 g DVE per kg $LG^{0,75}$ voor onderhoud exclusief wol hebben. De DVE-behoefte voor wolgroei wordt op 0,4 gram DVE / $LG^{0,75}$ per dag aangehouden (Everts, 1992). Dit is berekend door de wolgroei per dag constant te veronderstellen op 0,43 gram per kg $LG^{0,75}$. Deze wolgroei komt overeen met een dagelijkse eiwitaanzet van 0,27 gram per kg $LG^{0,75}$ in wol en met een efficiëntie van 0,67 is daarvoor 0,40 gram DVE / $LG^{0,75}$ per dag nodig.

De behoefte aan $DVE_{schaaap}$ voor onderhoud gebaseerd op een efficiëntie van 0,67 voor wolgroei komt voor een volwassen ooi overeen met NRC (1985). Daarom wordt voor wolgroei ook hier een efficiëntie van 0,67 aangehouden (eigen gegevens ontbreken).

Tevens wordt voor lammeren de benadering van NRC (1985) gevolgd. Voor lammeren stelt NRC (1985) de wolgroei afhankelijk van de eiwitaanzet ($0,48 + 0,1 \times \text{NR}$ in g/dag). Uitgaande van een gemiddelde groeisnelheid van 250 gram per dag over het gehele groeitraject en een eiwitaanzet van gemiddeld 124, 113, 106 en 101 g / kg groei (tabel 16) voor een opfoklam van respectievelijk 20, 30, 40 en 50 kg, kan een DVE-behoefte voor wolgroei worden berekend van respectievelijk 0,88 0,62 0,48 en 0,40 gram per kg $\text{LG}^{0,75}$ per dag (tabel 27).

Tabel 27 Behoefte aan $\text{DVE}_{\text{schaap}}$ voor onderhoud in gram per kg $\text{LG}^{0,75}$ per dag

Lichaamsgewicht	Eiwitverliezen ¹	Wol	Onderhoud
20	1,44	0,9	2,34
30	1,32	0,6	1,92
40	1,29	0,5	1,79
50	1,26	0,4	1,66
>50	1,25	0,4	1,65

¹ Betreft endogene eiwitverliezen en verliezen met huidschilfers en haar

DVE-behoefte voor onderhoud (DVE_m)

De behoefte aan $\text{DVE}_{\text{schaap}}$ voor onderhoud hoeft niet overeen te komen met de behoefte aan DVE voor onderhoud, omdat schapen meer DVE uit het voer kunnen halen dan koeien. Dit betekent dat de normen voor schapen naar beneden bijgesteld moeten worden om te voorkomen dat er extra tabellen met DVE-waarden voor schapen nodig zijn. Gegevens hierover zijn echter spaarzaam en komen uit één bron (Šebek, 2001). Voor Texelaars zijn weinig waarnemingen gedaan en de beschikbare gegevens geven geen aanleiding om een verschil tussen DVE en $\text{DVE}_{\text{schaap}}$ te veronderstellen. Voor Flevolandse zijn voldoende waarnemingen gedaan bij zowel bewolde als geschoren dieren. Het scheren betreft het winterscheren op 6 tot 8 weken voor het werpen. Daaruit bleek dat voor bewolde dieren $\text{DVE}_{\text{schaap}} = 1,12 \times \text{DVE}$ en voor geschoren dieren $\text{DVE}_{\text{schaap}} = 1,2 \times \text{DVE}$. Hieruit kunnen we afleiden dat $\text{DVE}_{\text{schaap geschoren}} = 1,07 \times \text{DVE}_{\text{schaap bewolde}}$.

Voorstel DVE behoefte voor onderhoud

Er wordt voorgesteld om de in tabel 27 berekende waarden aan te houden en te combineren (verdisconteren) met de omrekenfactoren in paragraaf 4.3 (eiwit voor onderhoud). Deze combinatie leidt tot tabel 28.

Tabel 28 DVE-behoefte voor onderhoud in gram per kg $\text{LG}^{0,75}$ per dag, inclusief wolgroei

Lichaamsgewicht	Bewolde		Winterscheren	
	Texelaar	Flevolander	Texelaar	Flevolander
20	2,34	2,09	2,19	1,95
30	1,92	1,71	1,79	1,60
40	1,79	1,60	1,67	1,50
50	1,66	1,48	1,55	1,38
>50	1,65	1,47	1,54	1,37

Eiwit voor dracht

Eiwitbehoefte voor dracht (E_d)

Everts (1992) geeft een schatting van de foetale eiwitaanzet (g/d) per kg geboren lam en een schatting van de eiwitaanzet (g/d) in de uier per kg geboren lam. Op basis van deze schattingen komt Everts (1992) tot een voorstel voor E_d . De dagelijkse eiwitaanzet waarop Everts (1992) zich baseerde, wordt aangevuld door waarnemingen van Šebek (2001) voor Flevolander oaien (Fins Landras x Ile de France) en hun lammeren (Flevolander ooi x Texelaar ram). Šebek (2001) combineerde de chemische samenstelling van de lammeren bij de geboorte met de formules van McDonald et al. (1979) om een schatting te maken van de eiwitaanzet tijdens dracht (exclusief uier). Door de schattingen voor eiwitaanzet van Šebek (2001) aan te vullen met de geschatte eiwitaanzet in de uier volgens $\text{UPG} = -4,86 + 0,04813 \times \text{dag}$ (Everts, 1992) kunnen beide bronnen worden vergeleken (tabel 29a). In tabel 29a zijn voor Everts (1992) de getallen herleid (cursief weergegeven) tot dezelfde periode als waar de getallen van Šebek (2001) betrekking op hebben.

Tabel 29a Eiwitaanzet voor dracht per kg foeten (g/d) bepaald door Šebek (2001) en op basis van literatuur (Everts, 1992), beide bronnen inclusief eiwitaanzet in de uier

	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992
Aantal lammeren	1	2	2	3	3	4	4
Dagen dracht							
100	1,7		1,7		1,7		1,7
100 – 120		2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
120	3,8		3,8		3,8		3,8
120 – 130		4,5	4,2	4,4	4,2	4,3	4,2
130	4,8		4,8		4,8		4,8
130 – 145		5,8	5,6	5,7	5,6	5,6	5,6
140	5,7		5,7		5,7		5,7

Uit tabel 29a blijkt dat de getallen van Everts (1992) worden ondersteund door de getallen van Šebek. Overigens gebruikten beide bronnen hetzelfde model, waarbij alleen de correctiefactor voor samenstelling bij de partus verschilde. Uit de waarnemingen van Šebek (2001) blijkt echter dat vanaf dag 120 in de dracht de eiwitaanzet per kg foetussen afneemt met toenemende worpgrootte. De getallen uit beide bronnen sluiten het beste op elkaar aan voor een vierling dracht. Daarnaast hanteerde Everts (1992) een iets ander geboortegewicht voor de worpen. Ook wanneer beide verschillen worden doorberekend in de eiwitaanzet blijven de verschillen tussen beide bronnen verwaarloosbaar klein voor drie- en vierlingdrachten (tabel 29b). Voor een tweelingdracht komt het verschil op ongeveer 4 gram eiwit per dag.

Tabel 29b Eiwitaanzet (g/d) voor dracht bepaald door Šebek (2001) en op basis van literatuur (Everts, 1992), beide bronnen inclusief eiwitaanzet in de uier

	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992	Šebek, 2001	Everts, 1992
Aantal lammeren	1	2	2	3	3	4	4
geboortesom, kg	5,0	7,8	9,0	10,1	10,5	12,2	12,0
Dagen dracht							
100 – 120	13,5	21,2	24,3	27,5	28,4	32,5	32,4
120 – 130	21,0	34,8	37,8	44,7	44,1	52,6	50,4
130 – 145	28,0	45,3	50,4	57,8	58,8	67,8	67,2

Benuttingsfactor eiwitaanzet voor dracht (K_{nd})

De efficiëntie van de benutting van opgenomen DVE voor eiwitaanzet tijdens de dracht (K_{nd}) varieert veel in afhankelijkheid van het drachtstadium en de energie- en eiwitvoorziening. Uitgaande van een energievoorziening van 1,5 x onderhoud en een normaal eiwitgehalte, dan kan K_{nd} variëren tussen 0,45 en 0,8 Everts (1992). Op basis van balansstudies met drachtige Flevolander ooien (gemiddelde worpgrootte drie lammeren) werd via regressieanalyse een overall K_{nd} van ongeveer 0,66 berekend (Šebek, 2001). Ook werd onderscheid gemaakt tussen K_{nd} maternaal en foetaal, waarbij verschillen verschenen tussen ooien met een positieve en met een negatieve N-balans. Voor ooien in een positieve N-balans was $K_{nd} = 0,74$ en voor ooien in een negatieve N-balans was $K_{nd} = 0,54$ (Šebek, 2001).

DVE-behoefte voor dracht (DVE_d)

De waarden van Everts (1992) en Šebek (2001) voor de eiwitaanzet ten behoeve van dracht, zijn een goede basis om de DVE-behoefte voor dracht te berekenen. Belangrijk is ook de keuze van K_{nd} . Everts (1992) komt tot een $K_{nd} = 0,5$ op basis van literatuur en de wens voor analogie met melkvee. Šebek (2001) komt tot $K_{nd} = 0,54$ omdat er meestal een negatieve N-balans is in de laatste weken van de dracht. INRA (Bocquier et al., 1988) kiest voor $K_{nd} = 0,42$. Daartegenover staan hogere waarden als $K_{nd} = 0,67$ (NRC, 1985) en $K_{nd} = 0,85$ (AFRC, 1993). Deze hoge waarden komen overeen met de $K_{nd} = 0,74$ voor ooien in een positieve N-balans (Šebek, 2001).

Voorstel DVE-behoefte voor dracht

Door de duidelijke overeenkomsten tussen de berekende eiwitaanzet voor dracht volgens Everts (1992) en Šebek (2001) wordt voorgesteld de huidige benadering aan te houden en dus de waarden volgens Everts (1992) als uitgangspunt te nemen (tabel 30).

Tabel 30 Eiwitaanzet (g/dag) voor dracht (foeten, placenta, vruchtwater, baarmoeder en uier) bij verschillende worpgroottes en verschillende stadia van de dracht (bron: Everts, 1992)

Worpgrootte	1	2	3	4
geboortesom, kg	5,0	9,0	10,5	12,0
Dagen dracht				
60	2,2	4,0	4,7	5,3
80	4,1	7,3	8,5	9,7
100	8,6	15,5	18,1	20,7
120	18,9	34,1	39,7	45,4
130	23,9	43,1	50,2	57,4
140	28,6	51,4	60,0	68,6

Voor K_{nd} wordt voorgesteld om aan te sluiten bij de lagere waarden in paragraaf 4.3 (eiwit voor dracht). Uitgangspunt daarbij is dat hoogdrachtige Nederlandse oeien in de regel een (licht) negatieve N-balans hebben. Dit is voor drie- en vierlingdrachten zonder meer aannemelijk, maar voor een- en tweelingdrachten (Texelaars) kan dat anders liggen. In dat geval krijgen deze dieren te veel eiwit aangeboden, omdat een lagere K_{nd} immers resulteert in een hogere DVE-behoefte. Dit laatste is te prefereren boven een te krap eiwit aanbod voor meerlingdragende oeien door een hoge K_{dn} . Uit paragraaf 4.3 blijkt ook dat de huidige $K_{nd} = 0,5$ niet gewijzigd hoeft te worden. Tot slot houdt men bij de berekening van de DVE-behoefte rekening met het verschil tussen DVE_{schap} en DVE). Dit leidt tot de volgende DVE-behoeftes (tabellen 31a en 31b).

Tabel 31a Texelaars; DVE behoefte (g/dag) voor dracht (foetussen, placenta, vruchtwater, baarmoeder en uier) bij verschillende worpgroottes en verschillende stadia van de dracht

Worpgrootte	Texelaar, bewold				Texelaar, winterscheren			
	1	2	3	4	1	2	3	4
geboortesom, kg	5,0	9,0	10,5	12,0	5,0	9,0	10,5	12,0
Dagen dracht								
60	4	8	9	11	4	7	9	10
80	8	15	17	19	8	14	16	18
100	17	31	36	41	16	29	34	39
120	38	68	79	91	35	64	74	85
130	48	86	100	115	45	81	94	107
140	57	103	120	137	53	96	112	128

Tabel 31b Kruislingen; DVE behoefte (g/dag) voor dracht (foetussen, placenta, vruchtwater, baarmoeder en uier) bij verschillende worpgroottes en verschillende stadia van de dracht

Worpgrootte	Kruisling, bewold				Kruisling, winterscheren			
	1	2	3	4	1	2	3	4
geboortesom, kg	5,0	9,0	10,5	12,0	5,0	9,0	10,5	12,0
Dagen dracht								
60	4	7	8	9	4	7	8	9
80	7	13	15	17	7	12	14	16
100	15	28	32	37	14	26	30	35
120	34	61	71	81	32	57	66	76
130	43	77	90	103	40	72	84	96
140	51	92	107	123	48	86	100	114

Eiwit voor lactatie

Eiwitbehoefte voor lactatie (E_l)

De eiwitbehoefte voor lactatie (E_l) is gelijk aan de melkeiwitproductie en wordt berekend uit de melkproductie en het melkeiwitgehalte. Voor Nederlandse oeien worden de melkproductiegegevens van AFRC (1993) en het melkeiwitgehalte van Everts (1992) gebruikt (tabel 32). Deze gegevens komen voor oeien met twee zuigende lammeren in de eerste 6 weken van de lactatie overeen met de getallen over melkproductie en melkeiwitgehaltes die gevonden zijn voor kruislingen van het type Flevolander (Šebek, 2001). Bij gebrek aan andere gegevens wordt verondersteld dat de gegevens van Everts (1992) met betrekking tot meer of minder lammeren en andere lactatiestadia ook voldoen.

Tabel 32 Melkproductie en melkeiwitproductie lacterende oaien voor vleesproductie

Lam	Maand	Melk (kg/dag)	Eiwit (g/kg)	Melkeiwit (g/dag)
1	1	2,10	45	94
1	2	1,70	50	85
1	3	1,05	55	58
2	1	3,00	45	135
2	2	2,25	50	112
2	3	1,50	55	83

Voor de melkeiwitproductie van melkschapen (Tabel 33) wordt uitgegaan van Nederlandse cijfers die betrekking hebben op de productiegoegevens van ca. 1900 Friese melkschapen (bron: E. Schuiling, *persoonlijke mededeling*)

Tabel 33 Melkproductie en melkeiwitproductie lacterende oaien voor melkproductie (bron: Schuiling / Fokwaarde+)

Lactatie dagen	Melk (kg/dag)	Vet (g/kg)	Eiwit (g/kg)	melkeiwit (g/dag)
0-15	3,11	59,5	52,5	163
16-45	2,83	54,8	48,0	136
46-76	2,58	55,4	50,0	129
77-106	2,28	56,0	48,5	111
107-136	2,10	56,6	49,5	104
137-167	1,77	58,3	52,0	92
168-198	1,55	61,2	54,0	84
199-228	1,32	64,7	56,0	74
229-259	1,16	68,8	60,0	70
260-290	0,96	72,3	58,5	56
291-321	0,85	75,2	59,0	50
322-353	0,94	70,5	57,0	54

Benuttingfactor eiwitgebruik voor lactatie (K_{nl})

De literatuur laat een grote variatie in K_{nl} zien. Bij een zeer krappe eiwitvoorziening worden hoge K_{nl} waargenomen en bij een ruimere eiwitvoorziening daalt K_{nl} naar waarden van circa 0,5 (Everts, 1992). In experimenten met kruisling oaien bleek bij een eiwitvoorziening van 0,9 en 1,1 keer de behoefte dat K_{nl} varieerde tussen 0,58 en 0,65 (Šebek, 2001). Ook bleek de variatie in K_{nl} als gevolg van de eiwitvoorziening af te hangen van de mate van energievoorziening. Bij 100% op de energiebehoefte was de variatie in K_{nl} als gevolg van de eiwitvoorziening nagenoeg verdwenen (Šebek, 2001). Deze resultaten komen overeen met de resultaten van Lynch et al. (1988). Het effect werd toegeschreven aan het al of niet gebruiken van eiwit voor de energievoorziening (gluconeogenese). Everts (1992) kwam op basis van een literatuurstudie tot de conclusie dat $K_{nl} = 0,63$ een redelijke schatting is. Dit getal komt overeen met Šebek (2001), die onder aanname van een eiwitvoorziening naar behoefte en een energievoorziening van ongeveer 80% van de behoefte een $K_{nl} = 0,643$ berekende.

Voor melkschapen zijn geen gegevens over K_{nl} bekend. Daarom wordt voor deze dieren dezelfde K_{nl} aangehouden.

Voorstel DVE behoefte voor lactatie (DVE_l)

De melkproductie en melkeiwitgehalten uit de tabellen 32 en 33 vormen de basis voor de bepaling van DVE_l voor respectievelijk vleeschapen en melkschapen. Voor beide categorieën wordt $K_{nl} = 0,63$ voorgesteld, wat inhoudt dat men de aanname van Everts (1992) aanhoudt. Bij deze keuze wordt geen rekening gehouden met een eventueel krap eiwitaanbod in combinatie met een Negatieve Energie Balans (NEB) voor melkschapen in het begin van de lactatie. Indien deze situatie zich redelijk frequent voordoet, verdient het aanbeveling om voor die situatie te rekenen met $K_{nl} = 0,58$, zoals gevonden door Šebek (2001). Vooralnog wordt aangenomen dat die situatie zich niet vaak voordoet, omdat Verkaik (2002) concludeerde dat in de praktijk de eiwitvoorziening van melkschapen in het begin van de lactatie waarschijnlijk aan de hoge kant is.

Tot slot wordt bij de berekening van de DVE-behoefte rekening gehouden met het verschil tussen DVE_{schaap} en DVE. Dit leidt tot de DVE-behoeftes in de tabellen 34a en 34b. Hierbij is aangenomen dat de verschillen die in de dracht gevonden zijn vertaalbaar zijn naar de lactatie. Het is de vraag of we dit zondermeer kunnen aannemen, omdat tijdens de lactatie immers hogere voerniveaus worden gehaald. Voor melkschapen geldt de vraag of ze qua

pensfermentatie op Texelaars of op kruislingen lijken. Voorlopig zijn in tabel 34b geen correcties voor DVE-behoefte doorberekend, zodat ze hetzelfde worden behandeld als Texelaars.

Tabel 34a DVE-behoefte (grammen per dag) voor lactatie voor Texelaars en kruislingen

Aantal zogende lammeren	Lactatiemaand	Melkproductie, kg/d	Melkeiwit productie g/d	DVE _l behoefte (g/dag)	
				Texelaar	Kruisling
1	1	2,10	94	149	125
1	2	1,70	85	135	113
1	3	1,05	58	92	77
2	1	3,00	135	214	179
2	2	2,25	112	178	148
2	3	1,50	83	132	110

Tabel 34b DVE-behoefte (grammen per dag) voor lactatie voor melkschapen

Lactatiedagen	Melkproductie, kg/d	Melkeiwitproductie, g/d	DVE _l behoefte (g/dag)
0-15	3,11	163	259
16-45	2,83	136	216
46-76	2,58	129	205
77-106	2,28	111	176
107-136	2,10	104	165
137-167	1,77	92	146
168-198	1,55	84	133
199-228	1,32	74	117
229-259	1,16	70	111
260-290	0,96	56	89
291-321	0,85	50	79
322-353	0,94	54	86

Eiwitbehoefte voor groei bij volwassen schapen

De eiwitbehoefte voor groei (E_g) heeft in deze rapportage uitsluitend betrekking op de lichaamsgroei van de dieren, omdat de eiwitbehoefte voor wolgroei reeds in de onderhoudsbehoefte is meegerekend. E_g wordt onderverdeeld in groei voor opfoklammeren (tot 50 kg lichaamsgewicht) en groei van het volwassen schaap (vanaf 50 kg lichaamsgewicht). Deze indeling naar gewicht komt overeen met de gewichtsindeling zoals die gebruikt is voor de berekening van de onderhoudsbehoefte.

Eiwitaanzet voor groei

Bij de eiwitaanzet voor groei van volwassen dieren maakt ARC (1980) onderscheid tussen eiwitaanzet tijdens de eerste dracht en de eiwitaanzet gedurende de volgende drachten. Voor deze perioden zijn gegevens van Rattray et al. (1974b) beschikbaar, die de eiwitaanzet bij de groei van Targhee oaien tijdens de eerste dracht (van 50 tot 70 kg LG) en van niet-drachtige en niet-lacterende Targhee oaien heeft gemeten (tabel 35). De gegevens van deze bron zijn ook gebruikt voor de berekening van de energiebehoefte (tabel 16).

Benuttingfactor eiwitaanzet voor groei (K_{ng})

Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de benuttingsfactor voor de eiwitaanzet voor groei (K_{ng}). De belangrijkste groei van volwassen oaien vindt plaats als jeugdgroei tijdens de eerste dracht. In die situatie kan gesteld worden dat er sprake is van een positieve eiwitbalans (geen eiwit mobilisatie). Voor Nederlandse omstandigheden vond Šebek (2001) met drachtige kruislingen (Flevolanders) in een positieve eiwitbalans een $K_{ng} = 0,52$. Voor deze situatie gebruikt AFRC (1993) $K_{ng} = 0,59$ en NRC (1985) $K_{ng} = 0,50$. Het is onduidelijk op hoeveel studies de adviezen van AFRC en NRC gebaseerd zijn, maar het aantal lijkt beperkt. Everts (1992) houdt voor volwassen dieren $K_{ng} = 0,40$ aan en komt tot die waarde op basis van analogie tussen vleesstieren en vleeslammeren op dit vlak.

Voorstel DVE-behoefte voor groei

De behoefte voor eiwitaanzet voor groei komt uit dezelfde bron als gebruikt voor de berekening van de energiebehoefte (ARC, 1980). Deze eiwitbehoefte moet gekoppeld worden aan K_{ng} om de behoefte voor DVE_g te kunnen berekenen. Uit voorgaande tekst bleek dat de keuze voor K_{ng} moeilijk is, omdat er weinig goede bronnen

zijn en omdat er veel variatie is. Discussie op dit punt is daarom belangrijk. Voor het berekenen van de DVE_g behoefte (tabel 35) is voornamelijk de middelste van bovengenoemde waarden aangehouden. Dat komt neer op het accepteren van $K_{ng} = 0,52$ (Šebek, 2001) of $0,50$ (NRC, 1985). De reden voor deze keuze is dat in de praktijk de meeste groei bij volwassen dieren plaatsvindt in de eerste dracht, zodat het aannemelijk is dat K_{ng} nog wat hoger ligt dan bij echt volwassen dieren met $K_{ng} = 0,40$ (Everts, 1992). In tabel 35 is gerekend met $K_{ng} = 0,50$.

Tabel 35 De eiwitaanzet van de groei (g/kg groei van LG^a) en DVE_g behoefte per dag voor groei van drachtige eerstejaars opfokooien vanaf 50 kg LG en van niet-drachtige, niet-lacterende ooien bij verschillende groeisnelheden

Groeisnelheid (g/dag) ^a LG ^b , kg	Eiwitaanzet	DVE_g behoefte per dag			
	g eiwit / kg groei ^a	100	150	200	250
58, drachtig	86	17,2	25,8	34,4	43,0
69, drachtig	81	16,2	24,3	32,4	40,5
79, drachtig	76	15,2	22,8	30,4	38,0
69, niet-lacterend, niet-drachtig	62	12,4	18,6	24,8	31,0

^a De jeugdgroei tijdens de eerste dracht (vanaf circa 50 kg lichaamsgewicht) zal in snelheid afnemen van 200 g/dag tot ongeveer 100 g/dag

Eiwitbehoefte voor groei bij lammeren

De eiwitbehoefte voor groei (E_g) heeft in deze rapportage uitsluitend betrekking op de lichaamsgroei van de dieren, omdat de eiwitbehoefte voor wolgroei reeds in de onderhoudsbehoefte is meegerekend. E_g wordt onderverdeeld in groei voor opfoklammeren (tot 50 kg lichaamsgewicht) en groei van het volwassen schaap (vanaf 50 kg lichaamsgewicht). Deze indeling naar gewicht komt overeen met de gewichtsindeling zoals die gebruikt is voor de berekening van de onderhoudsbehoefte.

Eiwitaanzet voor groei

Bij de eiwitaanzet voor groei van lammeren (LG traject van 15 tot 50 kg) worden de gegevens van ARC (1980) overgenomen. Deze gegevens zijn ook gebruikt voor de bepaling van de energieaanzet voor oilammeren en ramlammeren (tabel 22b). De gegevens over de eiwitaanzet voor groei (exclusief wolgroei) zijn samengevat in de tabellen 36 (oilammeren) en 37 (ramlammeren).

De gegevens van ARC (1980) zijn overgenomen omdat van groeiende Texelaar lammeren slechts uit één proef gegevens bekend zijn over groeisamenstelling. In dat experiment van ASG in Lelystad werd de groeisamenstelling indirect berekend. Er werden 15 lammeren geslacht op gemiddeld 37,3 kg lichaamsgewicht en 12 lammeren op gemiddeld 53,4 kg lichaamsgewicht. Uit de gemeten lichaamssamenstelling op die slachtmomenten en de gemeten groei is berekend dat in het groeitraject van 37,3 kg LG tot 53,4 kg LG gemiddeld 170 g eiwit per kg groei werd aangezet. Volgens ARC (1980) wordt in dit traject ongeveer 110 gram eiwit per kg groei aangezet. Gezien de eenmalige waarneming en de indirecte berekening, hecht men meer waarde aan de getallen van ARC (1980).

Benuttingsfactor eiwitaanzet voor groei (K_{ng})

De K_{ng} is voor groeiende lammeren niet constant. In principe neemt de K_{ng} af bij toenemende leeftijd. Tegelijkertijd lijkt K_{ng} af te nemen bij een stijgende verhouding verteerbare eiwit/energie in het rantsoen. Tot slot blijkt de K_{ng} berekend uit N-balansproeven vaak (drastisch) te verschillen van de K_{ng} berekend uit slachtproeven. De beschikbare literatuur bevat door deze factoren een grote variatie in de schattingen voor K_{ng} . Er zijn geen bronnen beschikbaar die voor Nederlandse lammeren een eenduidige K_{ng} geven. Dit was al eerder geconstateerd door Everts (1992). Als werkbaar alternatief kwam Everts (1992) op basis van analogie tussen ramlammeren en vleesstieren tot de conclusie dat de K_{ng} gegevens van vleesstieren ook voor (ram)lammeren gebruikt kunnen worden. Dit resulteerde in een variabele K_{ng} voor lammeren van 0,66, 0,52, 0,45 en 0,40 voor lammeren van respectievelijk 10, 20, 30 en 40+ kg LG (Everts, 1992). Er is geen relevante literatuur gevonden die een effect van sekse op K_{ng} aangeeft.

Voorstel DVE-behoefte voor groei

De berekening van de DVE-behoefte voor lammeren wordt gebaseerd op de groei- en samenstellinggegevens van ARC (1980) en de voorgestelde K_{ng} uit Everts (1992). De combinatie van deze gegevens resulteert in DVE-behoeftes voor groei (tabellen 36 en 37). In principe betreft het de behoefte voor lammeren van vleesrassen. Voor oilammeren kan het zinvol zijn om onderscheid naar ras te maken (bv. slachtlammoederdieren of melkschapen), maar hiervoor zijn onvoldoende gegevens gevonden.

Tabel 36 De eiwitaanzet van de groei (excl. wol) en DVE-behoefte voor groei van ooilammeren bij verschillende groeisnelheden.

Groeisnelheid (g/dag) LG, kg	Groei		DVE behoefte voor groei (g/dag)					
	Eiwit g/kg groei	K _{ng}	100	150	200	250	300	350
14	133	0,66	20	30	40	50	60	71
18	124	0,52	24	36	48	60	72	83
25	117	0,52	23	34	45	56	68	79
30	113	0,45	25	38	50	63	75	88
36	109	0,45	24	36	48	61	73	85
41	106	0,40	27	40	53	66	80	93
48	104	0,40	26	39	52	65	78	91
52	101	0,40	25	38	51	63	76	88

Tabel 37 De eiwitaanzet van de groei (excl. wol) en DVE-behoefte voor groei van ramlammeren bij verschillende groeisnelheden

Groeisnelheid (g/dag) LG, kg	Groei		DVE behoefte voor groei (g/dag)					
	Eiwit g/kg groei	K _{ng}	100	150	200	250	300	350
14	146	0,66	22	33	44	55	66	77
18	140	0,52	27	40	54	67	81	94
25	136	0,52	26	39	52	65	78	92
30	133	0,45	30	44	59	74	89	103
36	130	0,45	29	43	58	72	87	101
41	128	0,40	32	48	64	80	96	112
48	127	0,40	32	48	64	79	95	111
52	125	0,40	31	47	63	78	94	109

4.4 Eiwitnormen voor schapen en opfoklammeren

In paragraaf 4.3 is de DVE-behoefte van schapen berekend volgens de verdeling van DVE-behoefte voor onderhoud enerzijds (inclusief wolgroei) en DVE-behoefte voor productie (dracht, lactatie en groei) anderzijds. Door het sommeren van de onderhoudsbehoefte en de behoefte voor de van toepassing zijnde productie(s) wordt de DVE-behoefte (gram/dag) voor het betreffende dier berekend.

De berekende DVE-behoefte betreft de netto behoefte van de dieren. Om de netto behoefte aan opname te kunnen realiseren kan het nodig zijn om het DVE-aanbod hoger te kiezen dan de berekende behoefte. Bij het vaststellen van de DVE-normen rijst de vraag of dit noodzakelijk is en zo ja, in welke mate de normen verschillen van de berekende behoefte en of het voor alle diercategorieën in dezelfde mate dient te gebeuren. Deze discussie zal bepaald worden door de uitgangspunten en aannames die bij de berekening van de DVE-behoefte zijn gebruikt. Al naar gelang de consensus in deze discussie kunnen de tabellen met betrekking tot de DVE-behoefte eenvoudig in tabellen met DVE normen worden omgezet.

5 Praktijktoeepassing

Adviseurs in de praktijk geven aan dat het vaststellen van de voederbehoefte van schapen lastig is door gebrek aan gedetailleerde informatie. Dit rapport beoogt de benodigde informatie in kaart te brengen en kan men daarom gebruiken bij het vaststellen van voedernormen voor schapen. Helaas is het niet zo dat alle benodigde informatie ook daadwerkelijk beschikbaar is. Wanneer de beschikbare informatie ontoereikend was, is steeds gekozen voor een pragmatische invulling van de normen. Het CVB buigt zich nog over de wijze waarop de ontbrekende informatie moet worden aangevuld, met als oogmerk om een breed gedragen en goed onderbouwde keuze mogelijk te maken. Het resultaat verschijnt in een CVB-documentatierapport en komt vervolgens via het Tabellenboek Veevoeding voor de praktijk beschikbaar. Tot die tijd kan gewerkt worden met de gegevens in het voorliggende rapport.

De gegevens in dit rapport zijn zodanig opgebouwd dat men de totale energie- en eiwitbehoefte van verschillende categorieën schapen kan berekenen. Er is gekozen voor het aangeven van de normen voor de onderhoudsbehoefte plus de normen voor de verschillende soorten productie (groei, dracht en lactatie). Door optellen van de behoefte voor onderhoud en productie krijgt men de dagelijkse behoefte.

Omdat verschillende diercategorieën ook verschillende behoeftes hebben is onderscheid gemaakt naar vleeschapen (Texelaars), vruchtbare slachtlammoederdieren (Flevolandse) en melkschapen. Bovendien is onderscheid gemaakt naar opfoklammeren en vleeslammeren. Bij het berekenen van de voederbehoefte volgens de informatie uit dit rapport, moet men niet uit het oog verliezen dat de berekende behoefte de netto behoefte van de dieren betreft. Om de behoefte aan opname te realiseren kan het nodig zijn om het voederaanbod hoger te kiezen dan de berekende behoefte. Of, en zo ja, in welke mate het voeraanbod moet verschillen van de berekende behoefte, dient men naar eigen bevinden in te vullen.

Er kan gemakkelijk een combinatie gemaakt worden van de eigen praktijkervaring met voedernormen en de gegevens in dit rapport. Iedere (sub)paragraaf wordt afgesloten met een voorstel voor behoefteberekening van de betreffende diercategorie. De aannames in dat voorstel kunnen vergeleken worden met de eigen inzichten en vervolgens (indien gewenst) aangepast worden.

Aanbeveling

Het opstellen van behoeftenormen gaat gepaard met het maken van meerdere keuzes. Deze keuzes zijn niet alleen lastig, maar kunnen een behoorlijk grote invloed hebben op de te berekenen behoefte. Het verdient daarom aanbeveling om deze keuzes over te laten aan een panel van deskundigen dat de keuzes vanuit een heldere structuur en goed onderbouwd maakt. Het CVB draagt daar zorg voor. Het advies is dan ook om aan te sluiten bij de bevindingen van het CVB en te wachten op een herziening van de voedernormen voor schapen.

Literatuur

- AFRC, 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Benedictus, N., 1977a. Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers. Bedrijfsontwikkeling, 8: 1, p. 29 – 40.
- Benedictus, N., 1977b. Wijzigingen in het voorgestelde nieuwe netto-energiesysteem voor vleesvee. Bedrijfsontwikkeling, 8: 4 p. 341-342.
- Black, J.L., Pearce, G.R. en Tribe, D.E., 1973. Protein requirements of growing lambs. Br. J. Nutr. 30, 45-59.
- Blaxter, K.L., J.L. Clapperton en F.W. Wainman, 1966. The extent of differences between six British breeds of sheep in their metabolism, feed intake and utilization, and resistance to climatic stress. Br. J. Nutr. 20, 283-294
- Blaxter, K.L., 1967. Proc. 4th Symp. Energy Metab., Warsaw.
- Blaxter, K.L. en A.W. Boyne, 1982. Fasting and maintenance metabolism of sheep. J. Agric. Sci. (Camb.), 99, 611-620.
- Blaxter, K.L., V.R. Fowler en J.C. Gill, 1982. A study of the growth of sheep to maturity. J. Agric. Sci. (Camb.) 98, 405-420.
- Bocquier, F. en G. Caja, 1993. Recent advances on nutrition and feeding of dairy sheep. The 5th International Symposium on machine Milking of Small Ruminants, Budapest.
- Bocquier, F., M. Theriez, S. Prache en A. Brelurut. 1988. Alimentation des ovins. In: Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris, p. 279.
- Colucci, P.E., G.K. Macleod, W.L. Grovum, L.W. Cahill en I. McMillan, 1989. Comparative digestion in sheep and cattle fed diets different forage to concentrate ratios at high and low intakes. J. Dairy Sci. 72, 1774-1785.
- CSIRO, 1990. Feeding Standards for Australian Livestock Ruminants. CSIRO publications, East Melbourne, Australia.
- CVB, 1991. Eiwitwaardering voor herkauwers: het DVE-systeem. CVB-reeks nr. 7, Centraal veevoederbureau, Lelystad.
- CVB, 2003. Tabellenboek Veevoeding 2003. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.
- Dawson, L.E.R. en R.W.J. Steen, 1998. Estimation of maintenance energy requirements of beef cattle and sheep, J. Agric. Sci. (Camb.) 131, 477-485.
- De Boer, J. en H. Everts, 1989. Het Schaaamodel. Rapport nr. 122, Proefstation voor de rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij en Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Lelystad.
- De Boer, J., J.J. Heeres-van der Tol en W.M. van Straalen, 1994. Voeren van Texelaar x Flevolander vleeslammeren. Effect van energiebeperking op groei, voederconversie en slachtkwaliteit van vleeslammeren. Rapport nr. 94, Proefstation voor de rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Everts, H., 1992. Eiwitbehoefte van schapen en geiten. CVB-documentatierapport nr. 4, Centraal veevoederbureau, Lelystad.

- Everts, H., 1990. Feeding strategy during pregnancy for ewes with a large litter size. 2. Effect on bloodparameters and energy status. *Neth. J. Agric. Sci.* 38, 541-554.
- Everts, H. en H. Kuiper, 1988. De voeding van meerling dragende oaien: een verslag van zes voederproeven. Rapport no. 194, Inst. voor Veevoedingsonderzoek, Lelystad.
- Ferrell, C.L., L.J. Koong en J.A. Nienaber, 1986. Effect of previous nutrition on body composition and maintenance energy costs of growing lambs. *Br. J. Nutr.* 56, 595-605.
- Freetly, H.C. en Leymaster K.A., 2004. Relationship between litter birth weight and litter size in six breeds of sheep. *J. Anim. Sci.* 82, 612-618.
- Gosselink, J.M.J., 2004. Alternatives for forage evaluation in ruminants. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 160 p.
- Graham, N. McC, 1966. *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.*
- INRA, 1989. *Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables.* INRA, Paris.
- NRC, 1985. *Nutrient requirements of sheep. Sixth revised edition.* National Academy Press, Washington D.C..
- Lodge, G.A. en D.P. Heaney, 1973. Energy cost of pregnancy in single- and twin-bearing ewes. *Can. J. Anim. Sci.* 53, 479-489.
- Lynch, G.P., T.H. Elsasser en T.S. Rumsey, 1988. Nitrogen metabolism by lactating ewes and their lambs. *J. Anim. Sci.* 66, 3285-3294.
- McDonald, I., J.J. Robinson, C. Fraser and R.I. Smart, 1979. Studies on reproduction in prolific ewes 5. The accretion of nutrients in the fetuses and adnexa. *J. Agric. Sci.* 92, 591 – 603.
- McNeill, D.D., R. Slepatis, R.A. Ehrhardt, D.M. Smith and A.W. Bell, 1997. Protein requirements of sheep in late pregnancy: partitioning of nitrogen between gravid uterus and maternal tissues. *J. Anim. Sci.* 75, 809 – 816.
- Olthoff, J.C., G.E. Dickerson en J.A. Nienaber, 1989. Energy utilization in mature ewes from seven breeds with diverse production potentials. *J. Anim. Sci.* 67, 2550-2564.
- Ratray, P.V., W.N. Garrett, N.E. East en N. Hinman, 1974a. Growth, Development and composition of the ovine conceptus and mammary gland during pregnancy. *J. Anim. Sci.* 38 (3) 613 – 626.
- Ratray, P.V., W.N. Garrett, N.E. East en N. Hinman, 1974b. Energy cost of protein and fat deposition in sheep. *J. Anim. Sci.* 38 (3) 378 – 382.
- Robinson, J.J., I. McDonald, C. Frasier en J.G. Gordon, 1980. Studies on reproduction in prolific ewes. 6. The efficiency of energy utilization for conceptus growth. *J. Agric. Sci.* 94, 331-338.
- Šebek, L.B.J., 2001. Protein metabolism of prolific ewes during late gestation and early lactation. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 132 p..
- Šebek, L.B.J. en H. Everts, 1993. Prediction of gross energy content of ewe milk. *Anim. Prod.* 56, 101-106.
- Šebek, L.B.J. en H. Everts, 2002. Rumen digesta kinetics in cold exposed prolific sheep: impact on protein evaluation. *Animal Feed Science and technology* 101, 17-29.
- Sinclair L.A. en R.G., 2000. *Wilkinson. Feeding Systems for Sheep.* In: *Feeding Systems and Feed Evaluation Models.* Eds. M.K. Theodorou en J. France. CAB International, Wallingford, UK

- Tamminga, S., W.M. van Straalen, A.P.J. Subnel, R.G.M. Meijer, A. Steg, C.J.G. Wever en M.C. Blok, 1994. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. Livest. Prod. Sci. 40, 139-155
- Van Es, A.J.H., 1972. Maintenance. In: Handbuch der Tierernährung. Eds. W. Lenkeit, K. Breiremen E. Crasemann. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, p. 33-38.
- Van Es, A.J.H., 1975. Feed evaluation for dairy cows. Livest. Prod. Sci. 2, 95-107.
- Van Es, A.J.H., 1978. Feed evaluation for ruminants. I. The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. Livest. Prod. Sci. 5, 331-345.
- Van Es, A.J.H. en Y. van der Honing, 1977. Het nieuwe energetische voederwaarderingsysteem voor herkauwers: wijze van afleiding en uiteindelijk voorstel. Rapport no. 92 , Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Lelystad.
- Verkaik, J.C., 2002. Voeding van melkschapen. Praktijkrapport Schapen 13. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad
- Vermorel, M., 1988. Nutrition Energétique. In: Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Ed. R. Jarrige. INRA, Paris, p 61- 74.
- Walker, D.M. en G.J. Faichney, 1964. Nitrogen balance studies with the milk-fed lamb. 3. Effect of different nitrogen intakes on growth and nitrogen balance. Br. J. Nutr. 18, 295-306.
- Weide, H.J., 1976. Motivering VEV-norm voor groeiende lammeren. Persoonlijke aantekeningen, Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Hoorn.

Bijlagen

Bijlage 1 Correctie gegevens ARC (1980) voor de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g), vet (g) en energie (MJ) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van de dracht

	ARC	Na	ARC	Na	ARC	Na	ARC	Na	
		Correctie		Correctie		Correctie	ARC	Šebek	
Cummulatieve accretie gedurende de dracht									
	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	Dagen na conceptie	correctie	
	63	91	119	147				factor	
Foetus (4 kg)									
Eiwit	2,70	2,49	43,00	39,67	228,00	210,36	672,00	620	0,92
Vet	0,20	0,14	6,20	4,34	43,00	30,10	120,00	84	0,70
Energie	0,08	0,07	1,30	1,18	6,90	6,29	20,20	18,4	0,91
Foetus+adnexa									
Eiwit	39,00	38,79 ¹⁾	128,00	124,67	351,00	333,36	820,00	768,00	
Vet	3,00	2,94	13,30	11,44	53,00	40,10	132,00	96,00	
Energie	1,00	0,99	3,50	3,38	10,10	9,49	24,20	22,40	
¹⁾ 38,79 = 39,00 - (2,70 - 2,49)									
Accretie in de verschillende perioden van de dracht									
Per lam van 4 kg									
Eiwit	38,79		85,88		208,68		434,64		
Vet	2,94		8,50		28,66		55,90		
Energie	0,99		2,39		6,10		12,91		
Per kg lam									
Eiwit	9,7		21,5		52,2		108,7		totaal
Vet	0,7		2,1		7,2		14,0		192,0
Energie	0,248		0,598		1,525		3,229		24,0
									5,600

Bijlage 2 Correctie gegevens McDonald (1979) van de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g) en vet (g) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van een tweelingdracht

Mc Donald et al 1979 voor tweeling								
Samestelling bij geboorte		Mc Donald	Šebek	Correctie				
	Eiwit	147,30	155	1,0523				
	Vet	24,90	21	0,8434				
	McDon	Na	McDon	Na	McDon	Na	McDon	Na
		correctie		correctie		correctie		correctie
	Dagen na conceptie		Dagen na conceptie		Dagen na conceptie		Dagen na conceptie	
	63		91		119		147	
Foetus (per kg)								
	0,90	0,95	11,50	12,10	44,80	47,14	90,10	94,81
	0,10	0,08	1,80	1,52	7,40	6,24	15,50	13,07
Adnexa								
	12,40		10,20		6,90		7,90	
	2,00		1,50		0,90		0,80	
								totaal
Eiwit	13,35		22,30		54,04		102,71	192,4
Vet	2,08		3,02		7,14		13,87	26,1
Energie	400		650		1568		2992	5611

De vastgelegde energie is uitgerekend als BE (kJ) = 23,8 x eiwit + 39,5 vet

Bijlage 3 Correctie gegevens McDonald (1979) van de vastgelegde hoeveelheid eiwit (g) en vet (g) in foetus+adnexa gedurende verschillende stadia van een vierlingdracht

Mc Donald et al 1979 voor vierling								
Samenstelling bij geboorte			Mc Donald	Šebek	Correctie			
	Eiwit		142,80	155	1,0854			
	Vet		22,70	21	0,9251			
	McDon	Na	McDon	Na	McDon	Na	McDon	Na
		correctie		correctie		correctie		correctie
	Dagen na conceptie		Dagen na conceptie		Dagen na conceptie		Dagen na conceptie	
	63		91		119		147	
Foetus (per kg)								
	1,05	1,14	12,30	13,35	44,90	48,74	84,60	91,83
	0,10	0,09	1,80	1,67	7,00	6,48	13,70	12,67
Adnexa								
	10,70		9,70		5,50		6,80	
	1,80		1,30		0,70		0,60	
								totaal
Eiwit	11,84		23,05		54,24		98,63	187,8
Vet	1,89		2,97		7,18		13,27	25,3
Energie	357		666		1574		2872	5468

De vastgelegde energie is uitgerekend als BE (kJ) = 23,8 x eiwit + 39,5 vet.