

N. D. Dijkstra

*Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Hoorn*

# Invloed van het voedingsniveau op de verteerbaarheid van verschillende rantsoenen bij herkauwers

with summary

Effect of feeding level on digestibility of different rations  
by ruminants



1972 *Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie*

*Wageningen*

381609

## Abstract

DIJKSTRA, N. D. (1972) Invloed van het voedingsniveau op de verteerbaarheid van verschillende rantsoenen bij herkauwers (Effect of feeding level on digestibility of different rations by ruminants). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Repts) 772, ISBN 90 220 0385 X. (iv) + 20 p., 31 refs, 9 tabs, Dutch and Eng. summary.

Published data showed that feeding level affects digestibility, more so for diets of ground and cubed products than for long and chopped material.

In trials with wethers, the digestibility of organic matter of hay decreased by 0.45 percentage unit if the hay intake per day was increased by 100 g (i.e. 3.1 units with an increase from 700 to 1400 g). When a ration of equal parts of hay and maize bran was increased from 800 to 1200 g, the digestibility of organic matter decreased by 3.0 units. In another treatment, digestibility of organic matter of maize bran decreased by 7.3 units when only bran was increased in contrast to 5.6 units when both hay and bran were increased.

In digestion trials with wethers, the daily supply of dry matter should be standardized at 1000 or 1100 g. To estimate the digestibility of concentrates, it is advisable to use a ration of 400 g hay and 800 g concentrate.

ISBN 90 220 0385 X

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1972.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

No part of this book may be reproduced or published in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

# 1 Inleiding

In een reeks proeven met hamels werd de verteerbaarheid bepaald van diverse maisbijprodukten. Verreweg het grootste deel van de proeven werd in Hoorn uitgevoerd; vier verteringsproeven werden in de dependance in Maarheeze genomen. De proeven, waarvan de laatsten plaats vonden in 1971, waren verdeeld over verschillende jaren.

In Hoorn wordt voor de verteerbaarheidsbepaling van krachtvoerders in principe altijd dezelfde methode gevolgd: 800 g van het betreffende krachtvoeder wordt verstrekt naast 400 g hooi. Van dit hooi wordt in een aparte proef, waarin elk van de dieren dagelijks 1200 g hooi ontvangt, de verteerbaarheid bepaald.

Doordat toevallig het eerst onderzochte produkt (maisglutenvoermeel) slecht werd opgenomen, werd in Maarheeze een gewijzigde methode gevolgd, waarbij slechts 400 g van het produkt werd gevoerd naast 400 g hooi. Toen uiteindelijk alle gegevens over de verteerbaarheid van de maisbijprodukten als één geheel zouden worden verwerkt, bleek ons, dat de verteringscoëfficiënten uit Maarheeze hoger waren dan die uit Hoorn. Dit blijkt b.v. heel duidelijk bij de verteerbaarheid van het belangrijkste bestanddeel van deze produkten nl. de overige koolhydraten. De verteringscoëfficiënt hiervan is afhankelijk van het ruwe-celstofgehalte in de droge stof.

Wanneer voor de gegevens uit Hoorn en Maarheeze evenwijdige regressielijnen worden berekend, dan worden de betrokken formules als volgt:

$$VC_{ok} = -1,111 rc + 96,63 \text{ (Hoorn)}$$

$$VC_{ok} = -1,111 rc + 101,07 \text{ (Maarheeze)}$$

Het verschil in de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten bleek bijgevolg, op deze wijze berekend, 4,44 eenheden te zijn.

Daar op beide plaatsen vergelijkbare dieren worden gebruikt, kan het verschil alleen verklaard worden uit het verschil in de gevoederde hoeveelheden.

Dit was voor ons aanleiding om van dit onderwerp eens een uitgebreide literatuurstudie te maken en zelf ook enig onderzoek in deze richting te doen.

## 2 Literatuuroverzicht

Reeds in 1911 toonde Eckles (1911) in proefnemingen aan, dat een verhoging van het voederniveau van melkkoeien een afname van de verteerbaarheid tot gevolg had. Sindsdien zijn er over dit onderwerp talrijke proeven genomen. Een goed overzicht over de resultaten van deze proefnemingen werd enige jaren geleden gegeven door Brown (1966). Hierbij werden de voedermiddelen in 4 categorieën ingedeeld:

1. lang of gehakseld droog ruwvoer
2. vers ruwvoer
3. gemalen, tot brokjes geperst ruwvoer en
4. gemengde rantsoenen.

### 2.1 Lang of gehakseld droog ruwvoer

Het merendeel van de oudere onderzoeken wees uit, dat de verteerbaarheid van lang en gehakseld ruwvoer, gevoederd aan schapen en koeien, niet beïnvloed werd door het voedingsniveau (Armsby & Fries, 1911; Hale et al., 1940; Watson et al., 1935).

Een aantal betrekkelijk recente onderzoeken toonde een geringe daling in verteerbaarheid aan bij verhoging van het rantsoen, terwijl er ook enkele waren, waarbij geen invloed werd gevonden (Anderson et al., 1959; Campling et al., 1961, 1963; Paladines et al., 1964; Graham, 1964; Blaxter, 1961; Blaxter et al., 1955, 1956a en b, 1964; Armstrong, 1964).

Dammers en Hamm (1964) vonden bij verteringsproeven met hamels op onze dependance in Maarheeze, dat de verteerbaarheid van een hooirantsoen iets afnam als het rantsoen van 1000 g tot 1400 g werd verhoogd. De gemiddelde verteringscoëfficiënt van de organische stof daalde van 66,9 tot 63,9. Het verschil bedroeg  $3,03 \pm 1,08$  eenheden.

Kort geleden vonden Leaver et al. (1969) bij verteringsproeven met hamels, dat de verteerbaarheid van gedroogd gras in lange vorm daalde, wanneer voeding op onderhoudsniveau (0,68 kg droge stof) in ad lib. voeding werd veranderd (gemiddeld 1,09 kg droge stof per dier per dag). De verteringscoëfficiënt van de organische stof daalde van gemiddeld 70,8 tot 67,1 en die van de ruwe celstof van gemiddeld 74,9 tot 70,7. Beide verschillen waren significant.

## 2.2 Vers ruwvoer

In het algemeen is de daling in verteerbaarheid bij vers ruwvoer bij verhoging van het voedingsniveau klein.

Woodman et al. (1937) vermelden dat de hoeveelheden vers gras die aan schapen gevoerd worden, sterk kunnen wisselen zonder dat de verteerbaarheid significant wordt beïnvloed.

Anderson et al. (1959) voerden vers gras op verschillend voederniveau aan schapen en kwamen tot de conclusie dat het verschil in verteerbaarheid tengevolge van het voederniveau niet van betekenis was.

Raymond et al. (1955) deden een zestal vergelijkende voederproeven met hamels met diepgevroren gras, dat op 2 voedingsniveaus werd verstrekt, nl. op 100%, d.w.z. zoveel de dieren op kunnen, en op 80% van dat niveau. In elke proef was de verteerbaarheid van de droge stof bij het 80% niveau iets hoger dan bij de onbepaalde opname. In de eerste proef was het verschil 0,1 en in de volgende varieerde het van 0,3 tot 2,7 met een gewogen gemiddelde van 1,06.

Omdat deze verschillen te klein waren om een significant verschil aan te kunnen tonen, werden de proeven met een groot aantal dieren herhaald (Raymond et al., 1959). Bij deze proeven lag het laagste niveau op ongeveer 2/3 van dat van het hoge niveau. Voor de organische stof werden de uitkomsten verkregen, vermeld in tabel 1.

Hiermede werden de uitkomsten van de vroegere proeven bevestigd, nl. dat schapen het gras op het hoge niveau iets minder goed verteren dan op het lage niveau.

Volgens de proefnemers is dit waarschijnlijk te wijten aan de hogere passagesnelheid van het voedsel door het verteringskanaal op het hoge voedingsniveau. Hierdoor vertoeft het voedsel een kortere tijd in de pens voor het herkauwen en de fermentatie, en daarna passeert het sneller door de darmen waar verminderde

Tabel 1. Verteringscoëfficiënten van de organische stof bij proeven met hamels.

Proef	Hoog niveau (I)	Laag niveau (II)	Vershil (II-I)
1	79,6 ± 0,37	81,2 ± 0,23	1,6
2	75,6 ± 0,27	77,1 ± 0,32	1,5
3	74,9 ± 0,21	75,3 ± 0,26	0,4
4	68,9 ± 0,34	70,1 ± 0,38	1,2
5	65,7 ± 0,71	67,8 ± 0,61	2,1
6	63,2 ± 0,50	65,1 ± 0,45	1,9
gem./av.	71,3	72,8	1,5

  

Trial	High level (I)	Low level (II)	Difference (II-I)
-------	----------------	----------------	-------------------

Table 1. Digestion coefficients of organic matter in trials with wethers (data from Raymond et al., 1959).

resorptie een minder goede onttrekking van vocht uit de faeces tot gevolg heeft.

Bij deze proeven was het gemiddelde droge-stofgehalte van de mest op het hoge voedingsniveau 27,1% en op het lagere 32,4% met een gemiddeld verschil van 5,3% (achtereenvolgens 5,8; 3,3; 5,1; 6,2; 4,9 en 6,6%).

### 2.3 Gemalen, tot brokjes geperst ruwvoer

In de meeste gevallen werd bij dergelijk materiaal wel een daling van de verteerbaarheid gevonden bij verhoging van het voederniveau (Blaxter, 1961; Blaxter et al., 1955, 1956a en b; Campling et al., 1963; Clapperton, 1964).

Volgens Blaxter et al. (1956a en b) scheen verder, althans op hogere niveaus, de grootte van de verteerbaarheidsdaling nog afhankelijk te zijn van de fijnheid van malen. Dit werd door hen gedemonstreerd aan de hand van de gegevens uit tabel 2.

Zowel de wijze van behandeling als de grootte van het rantsoen had een duidelijke invloed op de verteerbaarheid. Verder blijkt uit deze tabel, dat de ruwe celstof het sterkst beïnvloed wordt door deze factoren en de overige koolhydraten het minst. Deze verteringsdepressie schijnt verband te houden met de passagesnelheid. Er wordt algemeen aangenomen, dat gemalen ruwvoerders, die de gemiddelde retentietijd bekorten, in de meeste gevallen ook de verteerbaarheid verminderen (Minson, 1962). Onafhankelijk van de fysische vorm van een ruwvoer, resulteert een verhoogd voedingsniveau in het algemeen in een verlaagde retentietijd van het voer in het spijsverteringskanaal.

Tabel 2. Gemiddelde verteringscoëfficiënten van hooi met verschillende behandelingen bij proeven met hamels.

Rantsoen (g/kg)	Energie	Droge stof	Ruwe celstof	Overige koolhydraten
Gehakseld/Chopped				
600	76,7	80,6	82,9	85,8
1500	73,2	75,6	76,5	84,0
Brokjes van normaal gemalen/Medium-ground and cubed				
600	70,4	73,1	74,7	81,8
1500	65,2	67,7	58,1	76,7
Brokjes van fijn gemalen/Finely ground and cubed				
600	71,9	73,1	67,7	82,0
1500	62,1	64,3	49,9	75,2
Ration (g/kg)	Energy	Dry matter	Crude fibre	N-free extract

Table 2. Mean digestion coefficients of constituents of hay prepared in different ways in trials with wethers (data from Blaxter et al., 1956a, b).

Volgens enkele onderzoeken schijnt de snelheid van verteerbaarheidsdaling bij vergroting van het rantsoen nog afhankelijk te zijn van de kwaliteit van het ruwvoer (Armstrong, 1964; Blaxter, 1961; Waite et al., 1964).

Zo vond Blaxter een daling in de verteerbaarheid van de energie van 1,5, 2,4 en 3,3 percentage-eenheden per eenheid verandering van het voedingsniveau bij resp. vroeg gemaaid, gemiddeld gemaaid en laat gemaaid gras. Onder eenheid van verandering van het voedingsniveau wordt verstaan: verhoging van de energie-opname met  $1 \times$  onderhoud.

Blaxter (1961) merkte op dat veranderingen in energie, verteerbaarheid verbonden met het voedingsniveau van lang ruwvoer als volgt kon worden uitgedrukt: vermindering van verteerbaarheid/eenheid van toename in voedingsniveau = 0,119 (100 - verteerbaarheid op onderhoudsniveau). Wanneer dergelijke rantsoenen waren gemalen en tot brokjes geperst nam de regressiecoëfficiënt toe van 0,119 tot 0,152. Een dergelijke formule houdt in, dat de daling groter is naarmate de verteerbaarheid van het voeder op onderhoudsniveau lager is.

Blaxter nam aan, dat dit verschil te wijten is aan het feit, dat van een slechtere kwaliteit voeder een grotere hoeveelheid nodig is voor iedere eenheid van toename in het voedingsniveau.

#### 2.4 Gemengde rantsoenen

Om bij gemengde rantsoenen een juiste vergelijking mogelijk te maken, is het essentieel dat de componenten van het gemengde rantsoen steeds in dezelfde verhouding worden gevoerd.

Zo voerde Eckles (1911) eerst verteringsproeven uit met 2 koeien die op de top van hun produktie waren om 13 maanden later, toen de dieren droog stonden (op onderhoudsvoer) aansluitende verteringsproeven uit te voeren. De verhouding tussen ruwvoer (luzernehooi en silage) en krachtvoer was in beide gevallen niet precies dezelfde, en bovendien waren ook de gevoederde produkten niet dezelfde. Aan de uitkomsten die hij verkreeg kan dus niet veel waarde worden gehecht.

Verder moeten de proeven vanzelfsprekend zodanig zijn opgezet, dat betrouwbare uitkomsten worden verkregen.

Zo voerden Bloom et al. (1957) verteringsproeven uit met 36 koeien. De opzet van deze proeven was eenvoudig, doch zeer discutabel. Na 10 dagen voorperiode werden gedurende 3 dagen op bepaalde tijden rectaal mestmonsters genomen. Hierbij deed chromoxide dienst als exogene indicator. Wanneer men weet dat deze indicator niet volledig wordt teruggevonden in de mest en de verdeling in de mest onregelmatig is, dan kan aan de gevonden uitkomsten niet veel waarde worden toegekend.

Er werden 4 verschillende hooi-krachtvoerverhoudingen gevoerd op 3 verschillende voedingsniveaus. De op deze wijze verkregen verteringscoëfficiënten waren dusdanig willekeurig, dat ze goed demonstren dat deze opzet niet geschikt is voor verteringsproeven.

Goed opgezet waren de vergelijkende verteringsproeven van Blaxter & Wainman (1964) met 3 hamels en 3 jonge ossen, waarbij aan beide diersoorten 6 rantsoenen werden verstrekt van hooi en mais. De mengsels waren voor de hamels als volgt: 100% hooi, 80% hooi + 20% mais, 60% hooi + 40% mais, 40% hooi + 60% mais, 20% hooi + 80% mais en tenslotte 100% mais. Bij de ossen leverde dit laatste rantsoen verteringsstoringen op en het werd daarom vervangen door 5% hooi en 95% mais. Al deze rantsoenen werden op 2 voedingsniveaus verstrekt, nl. op iets beneden onderhoud en op tweemaal deze hoeveelheid. De gemiddelde verteringscoëfficiënten van de energie zijn vermeld in tabel 3. In alle gevallen daalde zowel bij de schapen als bij de ossen de verteerbaarheid bij de overgang van het lage op het hoge voedingsniveau. De gemiddelde daling bedroeg bij de schapen  $4,0 \pm 0,70$  en bij de ossen  $3,6 \pm 0,48$  eenheden.

Andere onderzoekers vonden minder duidelijke verschillen. Watson et al. (1936) vergeleken met behulp van 4 jonge ossen de verteerbaarheid van gelijke delen hooi en gerstemeel op 5 verschillende niveaus, variërende van 1,0 tot 5,0 kg van elk van de bestanddelen per dier per dag. Alleen bij ruw eiwit werd een significante daling van de verteerbaarheid gevonden, terwijl bij de overige koolhydraten een geringe daling in dezelfde richting werd gevonden.

Truter & Louw (1950) onderzochten met behulp van 5 hamels een rantsoen van gelijke gewichtsdelen luzernehooi en maismeel op verteerbaarheid bij drie verschillende voedingsniveaus (1, 1,5 en  $2 \times$  onderhoud). Er was een geleidelijke daling in de verteerbaarheid van ruw eiwit, cellulose en overige koolhydraten. De verschillen waren zo klein, dat de verteerbaarheid van de droge stof alleen bij de overgang van 1 naar  $1,5 \times$  onderhoud een significant verschil liet zien.

Tabel 3. Verteringscoëfficiënten van de energie bij proeven met hamels en ossen.

Rantsoen (%)		Laag niveau		Hoog niveau	
hooi	mais	hamels	ossen	hamels	ossen
100	0	61,1	64,8	58,9	60,2
80	20	69,3	69,6	62,7	66,9
60	40	75,1	75,8	71,0	71,1
40	60	75,9	77,8	73,8	74,0
20	80	85,5	83,4	81,5	79,4
5	95		87,6		85,9
0	100	95,0		89,9	
hay	maize	wethers	steers	wethers	steers
Ration (%)		Low level		High level	

Table 3. Apparent digestion coefficients of energy in trials with wethers and steers (data from Blaxter & Wainman, 1964).



Andersen et al. (1959) voerden een groot aantal vergelijkende verteringsproeven uit met ossen. Bij de gemengde rantsoenen startten zij met een mengsel van 20% hooi en 80% krachtvoer op 5 verschillende niveaus, variërend van 1,1 tot  $2,1 \times$  onderhoud. Hierna werd de proef herhaald op 8 niveaus, wisselend van 0,6 tot  $3,1 \times$  onderhoud. Vervolgens werd een mengsel van 60% krachtvoer en 40% hooi op 5 verschillende niveaus gevoerd, variërend van 1,1 tot  $1,9 \times$  onderhoud. De uitkomsten waren verschillend. In de eerste proef werd geen invloed van het voedingsniveau geconstateerd, terwijl bij de 2e en 3e proef een zeer groot verschil werd gevonden. In de 2e proef werd bij de verteerbaarheid van de droge stof een regressiecoëfficiënt van  $-4,97$  berekend, d.w.z., dat bij verhoging van het voederniveau van  $1 \times$  tot  $2 \times$  onderhoud de verteringscoëfficiënt van de droge stof met  $4,97$  eenheden daalde. In de 3e proef was deze daling zelfs  $9,64$  eenheden. Bij een herhaling van de proef met 8 verschillende rantsoenen, elk met 4 tot 13 voederniveaus, kon bij de uiteindelijke berekening geen significante invloed van het voederniveau op de verteerbare energie worden aangetoond. Er werd opgemerkt, dat in de proeven, waarin een duidelijk verschil werd gevonden, oudere dieren waren gebruikt (3 jaar oud). Dit gaat echter niet helemaal op, want op één van de rantsoenen was de daling zelfs groter bij de jongere (minimum leeftijd 18 maanden) dan bij de oudere dieren.

In tegenstelling met de resultaten van de tot zover vermelde verteringsproeven met gemengde rantsoenen, waarbij soms geen invloed, doch meestal een dalende tendens van de verteerbaarheid werd gevonden bij verhoging van het voederniveau, vonden Lassiter et al. (1957) bij hun proeven in Michigan, dat de verteerbaarheid toenam als het voederniveau hoger werd. Bij hun proeven met 9 droge koeien bestudeerden zij de invloed van het voedingsniveau op de verteerbaarheid bij 3 verschillende hooi-krachtvoerverhoudingen, nl. 80:20, 50:50 en 20:80 op droge-stof-basis. Deze rantsoenen werden op 3 niveaus gevoerd, nl. op 70%, 100% en 130% droge-stofopname. Hierbij was 130% vrijwel de maximum-opname, die mogelijk was zonder merkbare resten achter te laten. De verteringscoëfficiënt van de droge stof steeg significant met toenemend voederniveau: 67,1, 68,5 en 73,3.

Ook bij een herhaling van de proef (Lassiter et al., 1958) werd weer een stijgende tendens in de verteerbaarheid van de droge stof gevonden, nl. 69,4, 70,7 en 75,4 voor resp. laag, gemiddeld en hoog niveau van voederopname. Helaas werd in de verslagen niets vermeld over de opzet van de proef.

Naar aanleiding van deze uitkomsten, zijn er aan het Michigan State Experiment Station een serie nieuwe proeven opgezet om het effect van het voedingsniveau bij verschillende hooi-krachtvoerverhoudingen op de verteerbaarheid met behulp van melkgevende en droogstaande koeien na te gaan (Brown, 1966). Bij deze proeven werd na een voldoende lange voorperiode de mest gedurende een periode van 5 dagen volledig opgevangen (welke periode volgens onze ideeën voor herkauwers erg kort is). In dit onderzoek werden drie hooi-krachtvoerverhoudingen betrokken, nl. 1:4, 1:2 en 4:1. De voedingsniveaus varieerden bij de eerste van 1 tot  $5 \times$  onderhoud, bij de tweede van 1 tot  $3,5$  en bij de laatste van 1 tot  $2,8 \times$  onderhoud.

Bij de hooi-krachtvoerverhouding 1:4 werd een duidelijke daling van de verteerbaarheid bij verhoging van het voederniveau gevonden. Bij de droge stof werd een regressiecoëfficiënt van  $-3,84 \pm 0,83$  gevonden, wat betekende, dat de verteringscoëfficiënt van de droge stof daalde van  $78,1 \pm 1,9$  op onderhoudsvoer tot  $62,7 \pm 1,7$  op  $5 \times$  onderhoudsvoer. Bij de hooi-krachtvoerverhouding 1:2 werd een regressiecoëfficiënt van  $-2,02 \pm 0,82$  gevonden, terwijl tenslotte bij de hooi-krachtvoerverhouding 4:1 een regressiecoëfficiënt van  $-1,56$  werd gevonden. Bij deze laatste serie was de regressiecoëfficiënt niet statistisch significant. Hoewel bij de beide eerste series de regressiecoëfficiënten wezenlijk van nul verschilden, was het verschil tussen beide statistisch niet wezenlijk.

Leaver et al. (1969) bepaalden met behulp van tweemaal 5 hamels de verteerbaarheid van een gemengd rantsoen met hooi-krachtvoerverhoudingen 1:1 en 1:4 op 5 verschillende niveaus met 200 opklimmend van 600 tot 1400 g droge stof per dier per dag. Het resultaat van dit onderzoek is vermeld in tabel 4. Er was een duidelijke afname van de verteerbaarheid met toename van de dagelijks opgenomen hoeveelheid droge stof. Bij het rantsoen 1:1 daalde de verteringscoëfficiënt van de organische stof met gemiddeld 0,69 eenheden per 100 g droge-stoftoename en op het rantsoen 1:4 was deze daling 1,29 eenheden per 100 g. Bij de ruwe celstof was deze daling nog groter. In deze proef werd ook de retentietijd bepaald met gekleurde hooideeltjes. Toename van het voedingsniveau van 600 tot 1400 g droge stof per dag deed de gemiddelde retentietijd dalen van 77 tot 46 uren voor rantsoen 1:1 en van 109 tot 66 uren voor rantsoen 1:4. Op beide rantsoenen was de gemiddelde retentietijd op het hoge voedingsniveau 60% van dat van het lage niveau. Op beide voedingsniveaus leidde de toename van de hoeveelheid krachtvoer in het rantsoen (van 1:1 naar 1:4) tot een toename van de gemiddelde verblijfsduur van gekleurde hooideeltjes in het spijsverteringskanaal.

Tabel 4. Gemiddelde verteringscoëfficiënten van organische stof en ruwe celstof bij proeven met hamels.

Droge-stofopname (g/dag)	Hooi-krachtvoerverhouding 1:1		Hooi-krachtvoerverhouding 1:4	
	org. stof	ruwe celstof	org. stof	ruwe celstof
600	74,4	60,2	83,0	55,6
800	72,5	55,7	82,4	53,4
1000	71,6	54,6	80,7	51,2
1200	70,3	52,4	79,2	47,7
1400	68,6	49,0	75,9	38,5
Dry matter (g/day)	organic matter	crude fibre	organic matter	crude fibre
	Hay-concentrate ratio 1:1		Hay-concentrate ratio 1:4	

Table 4. Mean digestion coefficients of organic matter and crude fibre in trials with wethers (data from Leaver et al., 1969).

## 2.5 Samenvatting

Uit de literatuurstudie blijkt dat bij goed opgezette verteringsproeven met lang of gehakseld droog ruwvoeder een kleine daling in de verteerbaarheid van de organische stof optreedt bij een verhoging van de hoeveelheid opgenomen droge stof.

Ook bij vers gras kon door Raymond et al. (1959) een kleine verlaging van de verteerbaarheid worden aangetoond. Zij schreven deze daling toe aan de grotere passage-snelheid van het voedsel door het spijsverteringskanaal. Hierdoor vertoeft het voedsel een kortere tijd in de pens voor fermentatie en passeert sneller door de darmen, zodat door verminderde resorptie een minder goede onttrekking van vocht uit de faeces plaatsvindt. Bij hun proeven kon dan ook duidelijk een lager drogestofgehalte van de faeces bij een hoger voederniveau worden geconstateerd.

Bij gemalen, tot brokjes geperst ruwvoer werd algemeen gevonden dat de veranderingen in verteerbaarheid met het voedingsniveau duidelijk groter waren dan bij lang ruwvoer. Dit is ongetwijfeld een gevolg van een snellere passage door de pens, waardoor daar een minder goede fermentatie plaatsvindt. Blaxter (1961) constateerde verder dat er zowel bij lang als bij gemalen ruwvoer een negatief verband bestond tussen de daling van de verteerbaarheid per 'eenheid van toename in voedingsniveau' en de verteerbaarheid van het voeder. Hij veronderstelde dat dit een gevolg was van het feit, dat er bij een voeder met een lage voederwaarde een veel grotere hoeveelheid nodig is voor iedere 'eenheid van voedingsniveau' dan bij een voeder met een hoge voederwaarde. Dit is ongetwijfeld juist en daarom ben ik van mening dat men bij vergelijkende verteringsproeven af moet stappen van het begrip 'onderhoudsniveau' en dat men bij dit soort proeven de hoeveelheid verstrekt voeder moet standaardiseren op een bepaalde gewichtshoeveelheid b.v. voor droog voeder bij hamels op 1200 g en bij koeien op 12000 g per dier per dag.

Ook bij de gemengde rantsoenen werd bij goed opgezette proeven een daling van de verteerbaarheid bij toename van het voederniveau geconstateerd.

Uit de proeven van Leaver et al. (1969) blijkt verder dat bij een hooi-krachtvoerverhouding 1:1 de daling van de verteerbaarheid bij vergroting van het voeder-rantsoen kleiner was dan bij een hooi-krachtvoerverhouding 1:4. Dit is in volledige overeenstemming met wat bij lang en gemalen ruwvoer is geconstateerd.

### 3 Eigen onderzoek

#### 3.1 Verteringsproeven met hooi

Met behulp van 3 hamels werd een serie verteringsproeven uitgevoerd met een hooirantsoen op 4 verschillende niveaus: 700 g, 900 g, 1100 g en 1400 g per dier per dag. De volgorde van de proeven was vrij willekeurig.

De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 5. Uit deze tabel blijkt dat de verteerbaarheid van alle organische bestanddelen iets daalt bij verhoging van het voederniveau.

Wanneer wij de verteringscoëfficiënten van de organische stof uitzetten tegen de verstrekte hoeveelheid hooi, dan krijgen wij de volgende regressievergelijking:

$$y = -0,445(x - 10,25) + 68,73$$

waarin

$x$  = verstrekte hoeveelheid hooi in hg

$y$  = verteringscoëfficiënt van de organische stof

Bij toename van het voederrantsoen van deze hamels met 100 g daalt de verteringscoëfficiënt van de organische stof met  $0,445 \pm 0,088$  eenheden. Deze daling is zeer significant. Een zelfde berekening werd ook toegepast op de overige koolhydraten (+ vet). Hier was de regressie-formule:

$$y = -0,431(x - 10,25) + 63,62$$

Bij toename van het voederrantsoen met 100 g daalt de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten met  $0,431 \pm 0,089$  eenheden. Ook deze daling is zeer significant.

Volgens Raymond et al. (1959) is een dergelijke daling waarschijnlijk te wijten aan een snellere passage van het voedsel door het spijsverteringskanaal bij hogere voedingsniveaus. Hierdoor verblijft het voedsel niet alleen een kortere tijd in de pens, maar passeert het ook sneller door de darmen, waardoor het vocht minder goed aan de faeces wordt onttrokken. Bij hun proeven vonden ze dan ook een lager droge-stofgehalte van de mest op het hoogste voedingsniveau.

Bij onze proef hebben wij daarom ook het droge-stofgehalte uitgezet tegen het voedingsniveau. De hierbij gevonden regressielijn voor de door ons gebruikte hamels was:

$$y = -0,502(x - 10,25) + 36,08$$

Tabel 5. Samenstelling van de droge stof (%) en de verteringscoëfficiënten van hooi op verschillende voedingsniveaus.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Overige koolhydraten + vet	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
<i>Samenstelling/Composition</i>	86,50		11,74	42,11	35,55	10,60	9,38
<i>Verteringscoëfficiënten/Digestion coefficients</i>							
700 g hooi per dag/700 g hay daily (V 905)							
hamel N/wether N	68,8	71,0	59,8	65,0	81,8	50,8	53,3
hamel O/wether O	69,1	70,9	60,2	66,1	80,2	53,9	55,1
hamel P/wether P	67,8	69,6	60,1	64,2	79,2	52,2	51,9
gemiddeld/average	68,6	70,5	60,0	65,1	80,4	52,3	53,4
900 g hooi per dag/900 g hay daily (V 907)							
hamel N/wether N	66,8	68,9	56,9	63,9	78,8	48,9	50,0
hamel O/wether O	67,5	69,7	56,9	65,1	79,3	49,5	50,0
hamel P/wether P	65,7	67,8	55,9	63,3	77,1	48,2	48,6
gemiddeld/average	66,7	68,8	56,6	64,1	78,4	48,9	49,5
1100 g hooi per dag/1100 g hay daily (V 903)							
hamel N/wether N	66,9	68,6	57,8	62,8	79,2	52,3	49,9
hamel O/wether O	66,8	68,2	57,5	63,0	77,9	55,1	50,6
hamel P/wether P	67,0	68,6	57,2	63,9	78,0	53,6	50,8
gemiddeld/average	66,9	68,5	57,5	63,2	78,4	53,7	50,4
1400 g hooi per dag/1400 g hay daily (V 909)							
hamel N/wether N	66,8	68,2	56,3	62,9	78,5	54,3	50,5
hamel O/wether O	65,0	66,2	55,2	60,9	76,1	54,7	48,7
hamel P/wether P	65,7	67,1	55,7	62,4	76,5	53,9	49,6
gemiddeld/average	65,8	67,2	55,7	62,1	77,0	54,3	49,6
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	N-free extract + fat	Crude fibre	Ash	True protein

Table 5. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of hay with different levels of feeding to wethers.

waarin

$x$  = verstrekte hoeveelheid hooi in hg

$y$  = droge-stofgehalte van de mest

Bij toename van het voederrantsoen met 100 g daalde het droge-stofgehalte in de mest met  $0,502 \pm 0,151\%$ . Dit verschil is significant.

### 3.2 Verteringsproeven met gemengde rantsoenen

Voor deze proef werd in eerste instantie gebruik gemaakt van een rantsoen bestaande uit gelijke delen hooi en maïszemelen. Hiervoor werden 2 niveaus gekozen: 400 g hooi + 400 g zemelen (totaal 800 g)  
600 g hooi + 600 g zemelen (totaal 1200 g).

De resultaten van deze proef zijn vermeld in tabel 6. Uit deze tabel blijkt, dat van de meeste bestanddelen de verteerbaarheid bij het lage voederniveau duidelijk lager is. Bij de organische stof is het verschil  $3,00 \pm 0,40$  eenheden en bij de overige koolhydraten  $3,67 \pm 0,50$  eenheden. Beide dalingen zijn significant. Bij de ruwe celstof is het verschil  $3,03 \pm 1,13$ . Door het geringe aantal waarnemingen is dit verschil niet wezenlijk.

Bij het bepalen van de verteringscoëfficiënten van krachtvoer zijn echter de gevolgen nog belangrijk groter. Bij de berekening van de verteringscoëfficiënt gaat men nl. van de veronderstelling uit, dat de verteringscoëfficiënten van het hooi dezelfde zijn als die welke in een voorafgaande proef, waarin hooi alleen is verstrekt, zijn gevonden. Wat dit voor consequenties heeft blijkt uit tabel 7, waarin de ver-

Tabel 6. Samenstelling van de droge stof (%) en de verteringscoëfficiënten van een hooi-krachtvoermengsel op twee voedingsniveaus.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
<i>Samenstelling/Composition</i>								
hooi/hay	86,86		10,22	2,35	47,03	30,23	10,17	8,08
maïszemelen/maize bran	88,78		12,15	2,53	68,70	16,19	0,43	10,28
<i>Verteringscoëfficiënten/Digestion coefficients</i>								
400 g hooi + 400 g zemelen/400 g hay + 400 g bran (V 845)								
hamel A/wether A	72,9	75,3	57,2	46,6	80,6	74,1		53,3
hamel B/wether B	75,0	77,7	62,4	44,8	81,1	79,9		57,4
hamel C/wether C	75,6	77,6	61,0	54,0	81,4	78,4		55,8
gemiddeld/average	74,5	76,9	60,2	48,5	81,0	77,5		55,5
600 g hooi + 600 g zemelen/600 g hay + 600 g bran (V 847)								
hamel A/wether A	70,8	72,7	58,8	48,5	76,2	73,3		53,5
hamel B/wether B	71,9	73,9	59,2	47,3	77,2	75,4		53,7
hamel C/wether C	73,1	75,0	60,8	55,0	78,7	74,6		55,0
gemiddeld/average	71,9	73,9	59,6	50,3	77,4	74,4		54,1
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein

Table 6. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of a hay-concentrate mixture on two feeding levels for wethers.

teringscoëfficiënten van maïszemelen zijn gegeven.

Naast de beide rantsoenen, besproken in tabel 6, is ook het rantsoen gekozen, dat in Hoorn in principe wordt gebruikt, nl. 400 g hooi + 800 g krachtvoer. Daar er ook krachtvoerders bestaan, zoals maïzeweekwater, die moeilijk naast hooi kunnen worden gevoerd maar wel gemengd met grasbrokjes goed worden opgenomen, hebben wij ook het rantsoen 400 g grasbrokjes + 800 g krachtvoer in de proeven betrokken.

Tabel 7. Samenstelling van de droge stof (%) en de verteringscoëfficiënten van maïszemelen bij voeding in verschillende rantsoenen.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
<i>Samenstelling/Composition</i>	88,78		12,15	2,53	68,70	16,19	0,43	10,28
<i>Verteringscoëfficiënten/Digestion coefficients</i>								
400 g hooi + 800 g zemelen/400 g hay + 800 g bran (V 849)								
hamel A/wether A	77,8	78,6	69,5	52,8	81,5	77,3		66,7
hamel B/wether B	80,3	81,0	72,0	48,3	84,1	79,9		68,2
hamel C/wether C	82,2	82,5	69,6	63,3	85,6	82,0		67,7
gemiddeld/average	80,1	80,7	70,4	54,8	83,7	79,7		67,5
600 g hooi + 600 g zemelen/600 g hay + 600 g bran (V 847)								
hamel A/wether A	80,6	81,4	72,0	61,8	82,6	86,2		70,0
hamel B/wether B	81,9	82,2	75,5	52,9	83,4	86,6		72,4
hamel C/wether C	83,2	83,5	70,8	68,4	86,6	82,0		67,3
gemiddeld/average	81,9	82,4	72,8	61,0	84,2	84,9		69,9
400 g hooi + 400 g zemelen/400 g hay + 400 g bran (V 845)								
hamel A/wether A	84,6	86,2	68,9	57,1	89,9	88,2		69,5
hamel B/wether B	88,0	89,3	81,3	47,3	89,9	99,3		79,0
hamel C/wether C	88,2	88,4	71,2	67,0	91,2	92,8		68,7
gemiddeld/average	86,9	88,0	73,8	57,1	90,3	93,4		72,4
400 g grasbrokjes + 800 g zemelen/400 g grass pellets + 800 g bran (V 843)								
hamel A/wether A	68,7	69,4	52,8	57,7	72,8	69,3		49,8
hamel B/wether B	77,7	78,3	58,1	56,6	83,0	76,8		58,8
hamel C/wether C	78,4	79,1	61,7	59,9	84,0	74,9		60,5
gem.(B+C)/av.(B+C)	78,0	78,7	59,9	58,2	83,5	75,8		59,6
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein

Table 7. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of maize bran in different rations for wethers.

De resultaten van de verteringsproeven met hooi alleen en met grasbrokjes alleen, zijn vermeld in tabel 8.

Wanneer de verteringscoëfficiënten in tabel 7 van maiszemelen, verkregen uit de proef met 400 g hooi + 800 g zemelen, vergeleken worden met die van 400 g hooi + 400 g zemelen, dan blijken alle berekende verteringscoëfficiënten van de zemelen in het laatste geval duidelijk hoger te liggen. Bij de organische stof bedroeg het verschil  $7,27 \pm 0,71$  eenheden en bij de overige koolhydraten (het hoofdbestanddeel)  $6,60 \pm 0,90$  eenheden. Deze verschillen zijn zeer significant. Ook bij de ruwe celstof was dit het geval:  $13,70 \pm 2,85$ . Bij de resterende bestanddelen was het verschil wel aanwezig, doch door het kleine aantal waarnemingen niet wezenlijk. Bij vergelijking van het rantsoen 400 g hooi + 800 g zemelen met dat van 600 g hooi + 600 g zemelen, waren de verschillen onbetekenend, nl. voor organische stof slechts  $1,70 \pm 0,57$  ten gunste van laatstgenoemd rantsoen. Door het geringe aantal waarnemingen is dit verschil niet wezenlijk. Bij vergelijking van het rantsoen van 600 g hooi + 600 g zemelen en dat van 400 g hooi + 400 g zemelen waren de verschillen in organische stof  $5,60 \pm 1,84$  en dat van overige koolhydraten  $6,13 \pm 1,96$ . Hoewel deze verschillen ten gunste van het laagste rantsoen groot

Tabel 8. Samenstelling van de droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van hooi en grasbrokjes als bijvoeding van maiszemelen.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
<i>Hooi/Hay (V 839)</i>								
samenstelling/composition	86,86		10,22	2,35	47,03	30,23	10,17	8,08
verteringscoëfficiënten/digestion coefficients								
hamel A/wether A	60,9	63,1	42,9	34,5	66,7	66,4	41,7	32,4
hamel B/wether B	61,8	64,6	39,7	41,6	68,1	69,4	37,3	29,7
hamel C/wether C	62,8	65,4	48,8	40,1	67,0	70,6	39,2	39,1
gemiddeld/average	61,8	64,4	43,8	38,7	67,3	68,8	39,4	33,7
<i>Grasbrokjes/Grass pellets (V 836)</i>								
samenstelling/composition	91,77		20,87	4,90	37,28	23,58	13,37	15,16
verteringscoëfficiënten/digestion coefficients								
hamel A/wether A	59,8	62,7	62,2	48,2	66,3	60,5	40,6	52,8
hamel B/wether B	58,4	61,3	60,2	51,8	64,7	59,0	39,3	49,7
hamel C/wether C	59,5	62,3	60,6	53,3	64,7	61,6	41,5	51,0
gemiddeld/average	59,2	62,1	61,0	51,1	65,2	60,4	40,5	51,2
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein

Table 8. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of hay or grass pellets as supplement to maize bran.



waren, waren ze door het kleine aantal waarnemingen nog juist niet wezenlijk voor  $P = 0,05$ .

Tenslotte wilden wij nog een vergelijking maken tussen een rantsoen van 400 g hooi + 800 g zemelen en 400 g grasbrokjes + 800 g zemelen. Helaas weken op laatstgenoemd rantsoen de uitkomsten van hamel A zo sterk af van die van de beide andere dieren, dat ze bij het berekenen van de gemiddelden buiten beschouwing moesten worden gelaten. Zelfs bij deze eliminatie zijn de berekende verteringscoëfficiënten van sommige bestanddelen van de maiszemelen in laatstgenoemd rant-

Tabel 9. Samenstelling van de droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van grasbrokjes alleen en gecombineerd met hooi.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Overige koolhydraten + vet	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
<i>Samenstelling/Composition</i>							
hooi/hay	88,18		10,98	48,14	31,44	9,44	8,44
grasbrokjes/grass pellets	94,18		18,67	45,37	24,42	11,54	14,61
<i>Verteringscoëfficiënten/Digestion coefficients</i>							
1200 g hooi/1200 g hay (V 920)							
hamel N/wether N	68,4	70,2	64,6	69,0	74,1	50,8	56,0
hamel O/wether O	67,3	69,1	60,0	69,7	71,4	49,8	52,4
hamel P/wether P	66,8	68,4	64,3	68,5	69,7	51,6	56,6
gemiddeld/average	67,5	69,2	63,0	69,1	71,7	50,7	55,3
1200 g grasbrokjes/1200 g grass pellets (V 933)							
hamel N/wether N	66,7	69,4	62,9	72,0	69,5	46,3	57,1
hamel O/wether O	65,7	68,4	61,3	72,2	66,8	44,2	54,7
hamel P/wether P	64,9	67,8	62,0	72,2	63,9	42,6	56,1
gemiddeld/average	65,8	68,5	62,1	72,1	66,7	44,4	56,0
<i>Verteringscoëfficiënten grasbrokjes/Digestion coefficients grass pellets</i>							
400 g hooi + 800 g grasbrokjes/400 g hay + 800 g grass pellets (V 930)							
hamel N/wether N	67,8	71,3	64,4	73,8	71,8	41,7	58,7
hamel O/wether O	65,2	68,5	61,5	72,8	65,8	39,9	55,3
hamel P/wether P	64,0	66,8	61,3	71,1	63,2	41,8	56,1
gemiddeld/average	65,7	68,9	62,4	72,6	66,9	41,1	56,7
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	N-free extract + fat	Crude fibre	Ash	True protein

Table 9. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of grass pellets alone or supplemented with hay.

soen lager. Terwijl voor het belangrijkste bestanddeel, de overige koolhydraten, de verteerbaarheid in beide rantsoenen precies dezelfde was, was er een groot verschil in de verteerbaarheid van het eiwit. Hierbij speelt echter het eiwitgehalte een belangrijke rol; bij het hooirantsoen stijgt het eiwitgehalte van 10,22 tot 11,51% en bij het gedroogde gras-rantsoen daalt het eiwitgehalte door vermenging met zemelen van 20,87 tot 15,10% in de droge stof. Daar de verteringscoëfficiënt van het eiwit in sterke mate afhankelijk is van het eiwitgehalte, kan hierdoor ongetwijfeld een groot deel van het verschil in de verteerbaarheid van het eiwit van de maïszemelen berekend uit beide rantsoenen worden verklaard. Verder is er echter ook een verschil in de verteerbaarheid van de ruwe celstof. Dit zou toegeschreven kunnen worden aan een grotere passagesnelheid van de maïszemelen in combinatie met grasbrokjes vergeleken met maïszemelen in combinatie met hooi.

Dit deed bij mij de vraag rijzen of het wel juist is om aan hamels als uitsluitend voer grasbrokjes te verstrekken. Omdat deze dieren er schijnbaar geen hinder van ondervinden en tympanie op een dergelijk rantsoen bij schapen niet optreedt, werd deze wijze van voeding vanwege de eenvoud nogal eens toegepast. Daarom hebben wij eens nagegaan of door de grotere passagesnelheid, de verteerbaarheid lager is dan wanneer er meer structuurgevend materiaal naast wordt verstrekt. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in tabel 9. Achtereenvolgens werden met dezelfde drie hamels verteringsproeven genomen met 1200 g hooi, 400 g hooi + 800 g grasbrokjes en tenslotte 1200 g grasbrokjes. Zoals uit deze tabel blijkt zijn de verteringscoëfficiënten van de grasbrokjes in het geval dat ze naast hooi zijn gevoerd precies dezelfde als bij voeding van de grasbrokjes alleen. Zelfs bij de ruwe celstof is er geen enkel verschil, zodat er bij dit rantsoen van een versnelde passage blijkbaar geen sprake is.

## Samenvatting

Uit een literatuuronderzoek blijkt, dat bij goed opgezette proeven de grootte van het rantsoen invloed heeft op de verteerbaarheid. Verder werd hieruit de indruk verkregen dat de invloed bij een gemalen en tot brokjes geperst produkt groter was dan bij lang of gehakseld materiaal.

Bij een serie verteringsproeven aan ons instituut met drie hamels werd gevonden dat de verteringscoëfficiënt van de organische stof van hooi met gemiddeld 0,45 eenheden daalt bij verhoging van het rantsoen met 100 g. Bij verdubbeling van het rantsoen van 700 tot 1400 g betekent dit een daling van 3,1 eenheden.

Bij een gemengd rantsoen van gelijke delen hooi en maïszemelen betekende een verhoging van 800 tot 1200 g een daling van de verteerbaarheid van de organische stof van 3,0 eenheden. In verhouding is dit meer dan bij een rantsoen met alleen hooi.

Uit de gegevens van het gemengde rantsoen werd de verteerbaarheid van maïszemelen berekend waarbij werd aangenomen dat die van hooi constant bleef. Hierbij vond men een daling van de verteerbaarheid van de organische stof van 7,3 eenheden bij verhoging van het rantsoen maïszemelen en 5,6 eenheden bij verhoging van het rantsoen hooi en maïszemelen bij hetzelfde totaal-gewicht.

Indien het bij de bepaling van de verteerbaarheid van een krachtvoer noodzakelijk is in plaats van hooi grasbrokjes te gebruiken, dan is dit bij hamels mogelijk zonder grote verschillen in uitkomst. Wel is het wenselijk dat de grasbrokjes vrijwel hetzelfde eiwitgehalte hebben als het hooi, zodat het eiwitgehalte van het mengsel vrijwel gelijk is aan dat van het ruwvoeder.

### Conclusie

Bij verteringsproeven is het noodzakelijk de hoeveelheid droge stof te standaardiseren, b.v. voor hamels op 1000 tot 1100 g per dag. Bij bepaling van de verteerbaarheid van een krachtvoer wordt een rantsoen van 400 g hooi + 800 g krachtvoer aanbevolen.

## Summary

A study of the literature shows that in well planned trials changes in the feeding level affect digestibility. This effect seems greater in diets of ground and cubed products than of long or chopped material.

At our institute in Hoorn a series of digestion trials with wethers showed that the digestion coefficient of organic matter of hay decreased by 0.45 percentage unit if the hay intake increased with 100 g; if the daily supply of hay is increased from 700 to 1400 g, the digestion coefficient decreases by 3.1 percentage units.

When a ration of equal parts of hay and maize bran was increased from 800 to 1200 g, the digestion coefficient of organic matter decreased by 3.0 percentage units. The decrease in digestibility per amount of extra feed is greater in this case than in a ration with only hay.

Digestion coefficients of maize bran were calculated on the assumption that those of hay remained unchanged; digestibility of organic matter decreased by 7.3 percentage units when only maize bran was increased and 5.6 percentage units when both hay and maize bran were increased by the same total amount.

If wethers are used to measure the digestibility of a concentrate, values are almost the same if the concentrate is supplemented with hay or with grass pellets. It is advisable that grass pellets have about the same protein content as the concentrate.

## Conclusion

In digestion trials the daily supply of dry matter should be standardized, e.g. for wethers 1000 to 1100 g. To estimate the digestibility of concentrates, it is advisable to use a ration of 400 g hay and 800 g concentrate.

## Literatuur

- Andersen, P. E., J. T. Reid, M. Anderson & J. W. Stroud, 1959. Influence of level of intake upon the apparent digestibility of forages and mixed diets by ruminants. *J. Anim. Sci.* 18: 1299.
- Armsby, H. P. & J. A. Fries, 1911. The influence of type and age upon the utilization of feed by cattle. *Bull. Bur. of Anim. Ind. U.S. Dep. Agric.* 128.
- Armstrong, D. G., 1964. Evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep II. *J. agric. Sci.* 62: 399.
- Blaxter, K. L., 1961. The utilization of the energy of food by ruminants. 2nd Symposium of energy metabolism. European Association of Animal Production. p. 211.
- Blaxter, K. L., 1962. The energy metabolism of ruminants. London.
- Blaxter, K. L. & N. Mc. C. Graham, 1955. Plane of nutrition and starch equivalents. *J. agric. Sci.* 46: 292.
- Blaxter, K. L. & N. Mc. C. Graham, 1956a. The effect of the grinding and cubing process on the utilization of the energy of dried grass. *J. agric. Sci.* 47: 207.
- Blaxter, K. L., N. Mc. C. Graham & F. W. Wainman, 1956b. Some observations on the digestibility of food by sheep. *Br. J. Nutr.* 10: 69.
- Blaxter, K. L. & F. W. Wainman, 1964. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. *J. agric. Sci.* 63: 113.
- Bloom, S., N. L. Jacobson, R. S. Allen, L. D. McGilliard & P. G. Homeyer, 1957. Effects of various hay:concentrate ratios on nutrient utilization and production responses of dairy cows II. *J. Dairy Sci.* 40: 240.
- Brown, L. D., 1966. Influence of intake on feed utilization. *J. Dairy Sci.* 49: 223.
- Campling, R. C., M. Freer & C. C. Balch, 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows 2. *Br. J. Nutr.* 15: 531.
- Campling, R. C., M. Freer & C. C. Balch, 1963. Factors affecting the voluntary intake of food by cows 6. *Br. J. Nutr.* 17: 263.
- Clapperton, J. L., 1964. The energy metabolism of sheep walking on the level on gradients. *Br. J. Nutr.* 18: 47.
- Dammers, J. & G. Hamm, 1964. Versl. proefboerderij 'Cranendonck' en dépendance van Inst. v. Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' te Maarheeze over 1963 en 1964. p. 77.
- Eckles, C. H., 1911. A digestion trial with two Jersey cows on full ration and on maintenance. *Bull. Mo. agric. Exp. Stn.* 4.
- Graham, N. Mc. C., 1964. Energetic efficiency of fattening sheep I en II. *Austr. J. agric. Res.* 15: 100 en 113.
- Hale, E. B., C. W. Duncan & C. F. Huffman, 1940. Rumen digestion in the bovine with some observations on the digestibility of alfalfa hay. *J. Dairy Sci.* 23: 953.
- Lassiter, C. A., C. F. Huffman & C. W. Duncan, 1957. The effect of varying hay-grain ratios and level of feed intake on feed utilization of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 40: 611.
- Lassiter, C. A., C. F. Huffman & C. W. Duncan, 1958. Effect of level of feed intake using hay:grain ratios on feed utilization of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 41: 721.
- Leaver, J. D., R. C. Campling & W. Holmes, 1969. The effect of level of feeding on the digestibility of diets for sheep and cattle. *Anim. Prod.* 11: 11.

- Minson, D. J., 1962. The effect of grinding, pelleting and wafering on the feeding value of roughages - a review. Canada Dept. of Agric., Anim. Res. Inst. Contribution no. 84.
- Paladines, O. L., J. T. Reid, B. D. H. van Niekerk & A. Bensadoun, 1964. Energy utilization by sheep as influenced by the physical form, composition and level of intake of diet. *J. Nutr.* 83: 49.
- Raymond, W. F., C. E. Harris & C. D. Kemp, 1955. Studies in the digestibility of herbage VI. *J. Br. Grassld Soc.* 10: 19.
- Raymond, W. F., D. J. Minson & C. E. Harris, 1959. Studies in the digestibility of herbage VII. *J. Br. Grassld Soc.* 14: 75.
- Truter, G. J. & J. G. Louw, 1950. The nutritive value of South African feeding stuffs III. *Onderstepoort J. vet. Sci.* 24: 57.
- Waite, R., M. J. Johnson & D. G. Armstrong, 1964. The evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep 1. *J. agric. Res.* 62: 391.
- Watson, C. J., G. W. Muir & W. M. Davidson, 1935. Digestibility studies with ruminants 1. Plane of nutrition and digestibility of hay. *Scient. Agric.* 15: 476.
- Watson, C. J., J. C. Woodward, W. M. Davidson, G. W. Muir & C. H. Robinson, 1936. Digestion studies with ruminants II. *Scient. Agric.* 17: 11.
- Watson, C. J., J. C. Woodward, W. M. Davidson, C. H. Robinson & G. W. Muir, 1939. Digestion studies with ruminants IV. *Scient. Agric.* 19: 622.
- Woodman, H. E., R. E. Evans & A. Eden, 1937. Sheep nutrition II. *J. agric. Sci.* 27: 212.