

INVLOED VAN HET MALEN EN PERSEN OP DE  
VOEDERWAARDE VAN HOOI

WITH A SUMMARY

THE EFFECT OF PELLETING ON THE FEEDING VALUE OF HAY

N. D. DIJKSTRA en A. M. FRENS

*Instituut voor veevoedingsonderzoek 'Hoorn'*



CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

497630

# INHOUD

1 INLEIDING . . . . .	1
2 GEGEVENS UIT DE LITERATUUR . . . . .	3
1 Voederproeven met schapen (lammeren) . . . . .	3
2 Voederproeven met runderen . . . . .	5
3 Meer fundamenteel onderzoek . . . . .	6
3 EIGEN PROEFNEMINGEN . . . . .	10
1 Algemene opmerkingen . . . . .	10
2 De voederproeven in de winter 1960-61 . . . . .	10
3 De voederproeven in de winter 1961-62 . . . . .	18
4 Bespreking van de resultaten . . . . .	22
SAMENVATTING EN CONCLUSIES . . . . .	28
SUMMARY AND CONCLUSIONS . . . . .	31
LITERATUUR . . . . .	34
BIJLAGEN . . . . .	37

## 1 INLEIDING

De laatste jaren bestaat er vooral in de Verenigde Staten van Noord-Amerika een grote belangstelling voor het tot brokjes ('pellets') persen van ruwvoeder. Talrijke publikaties zijn hierover in korte tijd verschenen.

Als voordelen van persen worden genoemd: vermindering van arbeid en van voeder-verliezen bij het oogsten, gemakkelijker transport, geringere opslagruimte, vereenvoudiging en daardoor arbeidsbesparing bij de voeding.

REYNOLDS en LINDAHL (1960) voegen aan de reeds genoemde voordelen nog één toe, dat speciaal voor de V.S., waar nogal eens grof hooi wordt gewonnen, van belang is. Malen en persen voorkomt nl. dat de dieren gaan selecteren en de grovere delen niet opnemen.

Volgens PERRY e.a. (1959) opent het tot brokjes persen van gemalen ruwvoeder de mogelijkheid in deze brokjes ook het krachtvoeder te verwerken, zodat het gehele rantsoen uit één bepaalde soort brokjes zou kunnen bestaan, waarmede een efficiënte methode verkregen is om de verhoudingen van de verschillende ingrediënten te controleren. Verder achten zij de werkwijze waardevol voor het toedienen van kleine hoeveelheden van bepaalde stoffen en van bestanddelen die minder smakelijk zijn.

Het tot brokjes persen van een volledig rantsoen opent aldus de weg tot een zeer efficiënte wijze van zelfvoeding.

Ook wordt in verschillende publikaties melding gemaakt van het feit, dat bij voeding van deze brokjes ('pellets') aan jonge herkauwers een snellere groei en een gunstiger 'benutting' van het voeder zou optreden. Men schrijft dus aan deze brokjes een speciale werking toe, het zg. 'pelleting effect'.

Door de verschillende voordelen aan ruwvoederbrokjes toegeschreven waren zowel het Instituut voor het onderzoek van de bewaring, de bewerking en de verwerking van landbouwprodukten (I.B.V.L.) te Wageningen als het Instituut voor Veevoedingsonderzoek te Hoorn in deze brokjes geïnteresseerd.

Er werd besloten dat te Hoorn een voederproef met hooibrokkjes genomen zou worden en dat het I.B.V.L. het malen en tot brokjes persen van het hiervoor benodigde proefvoeder voor zijn rekening zou nemen. Het hooi werd onder leiding van de technici van het I.B.V.L. geperst op een normale pers van de firma Koetsier te Woerden. Deze pers was voorzien van een stilstaande horizontale matrijs. De fabricage verliep niet zonder moeilijkheden o.a. de capaciteit van de machine bleef ver beneden normaal. Opmerkelijk was ook de hoge temperatuur die tijdens het pelletproces optrad. Voor een volledig verslag van het technologische deel van het onderzoek wordt verwezen naar de betrokken verslagen van het I.B.V.L.

Een woord van hartelijke dank aan directie en technici van het I.B.V.L. is hier zeker op zijn plaats. Ook de firma Koetsier danken wij zeer voor de verleende medewerking.

Alvorens de resultaten van de uitgevoerde proeven mede te delen, geven wij een overzicht van de tot onze beschikking zijnde literatuur betreffende dit onderwerp.

## 2 GEGEVENS UIT DE LITERATUUR

Op een enkele uitzondering na hebben alle literatuurgegevens betrekking op proeven die in de V.S. zijn genomen.

In het merendeel van deze Amerikaanse proeven zijn schapen (lammeren) als proefdier gebruikt. Enkele proeven met runderen, speciaal met jonge ossen, zijn vermeld.

Hoewel er bij normaal ruwvoeder vrijwel geen verschil in verteerbaarheid bestaat tussen schapen en runderen, wat onlangs nog eens door proefnemingen aan ons instituut werd bevestigd (DIJKSTRA e.a., 1962), staat het o.i. niet vast, dat dit voor het gemalen, al of niet tot brokjes geperste, materiaal — tenminste wanneer het als uitsluitend voeder wordt verstrekt — eveneens geldt.

Hoewel schapen en runderen beide herkauwers zijn en hun spijsverteringskanalen veel overeenkomst vertonen, bestaan daarin toch zekere functionele verschillen, die juist bij ruwvoerders in gemalen vorm afwijkende resultaten zouden kunnen veroorzaken. Zoals vaak bij onze verteringsproeven is voorgekomen kan bij schapen het gehele rantsoen uit een gemalen ruwvoeder, bijv. grasmeel, bestaan zonder dat verteringsstoornissen optreden. Bij runderen is het echter niet mogelijk het gehele rantsoen uit grasmeel te laten bestaan, daar voeding van grote hoeveelheden daarvan verstoppingen en tympanie tengevolge kunnen hebben.

Het leek ons daarom juist de voederproeven met schapen en runderen afzonderlijk te behandelen.

### 1 VOEDERPROEVEN MET SCHAPEN (LAMMEREN)

Bij verschillende proeven over voeding van 'pellets' aan lammeren is de opzet zodanig dat uit de resultaten moeilijk conclusies kunnen worden getrokken. Veel onderzoekers maken de fout te veel dingen tegelijk te willen weten, zodat zij te veel factoren in de proef betrekken, waardoor het trekken van conclusies uit de resultaten moeilijk en dikwijls twijfelachtig wordt.

Verder lijken de resultaten van verschillende proefnemers vaak met elkaar in tegenspraak, omdat zij er zich niet van bewust waren, dat in de verschillende proeven verschillende vergelijkingen werden getrokken.

Zo wordt de voeding van brokjes in het ene geval vergeleken met die van meel, in het andere geval met die van 'zeer fijn gehakseld', dan weer met 'grof gehakseld' of soms ook wel met het ruwvoeder als zodanig. Dit nu kan o.i. een groot verschil uitmaken. Wanneer de brokjes van gemalen ruwvoeder in de pens komen, vallen ze

waarschijnlijk weer vlot uiteen en onderscheiden zich in geen enkel opzicht van hetzelfde rantsoen dat in de vorm van meel is verstrekt. In beide gevallen ontstaat in de pens een structuurloze massa, die heel anders is dan wanneer het ruwvoeder in ongehakselde of grof gehakselde vorm was verstrekt. Fijn gehakseld materiaal neemt wellicht een tussenpositie in.

In dit licht gezien, is het niet zo verwonderlijk dat bij de genomen proeven soms verschillende uitkomsten werden verkregen. Het zou te ver voeren alle proeven afzonderlijk te bespreken. Voor de oudere voederproeven over het mesten van lammeren met 'pellets', menen wij te kunnen volstaan met het overzicht dat ESPLIN (1956) in zijn proefschrift heeft gegeven.

In dit overzicht worden 9 verschillende proefstations genoemd met in totaal bijna 1200 lammeren.

Volgens ESPLIN werd in 4 proeven bij de lammeren, die de 'pellets' kregen, een iets betere groei verkregen alsook een zekere besparing van het tot brokjes geperste voeder. In 4 andere proeven werd juist het tegengestelde resultaat bereikt. In 7 proeven namen de dieren meer brokjes op dan controlevoeder, wat een snellere groei van de proefdieren tengevolge had.

Uit dit overzicht trekt de auteur de conclusie, dat een verbeterde prestatie bij voeding van 'pellets' voornamelijk te danken is aan een betere voedselopname. In gevallen, waarin gelijke hoeveelheden brokjes en meel werden gevoederd, werden geen verschillen in prestaties verkregen.

Deze laatste conclusie, die volkomen in overeenstemming is met de door ons geopperde veronderstelling, werd nog eens bevestigd door nieuwere proefnemingen, waarbij brokjes werden vergeleken met meel van hetzelfde materiaal.

ESPLIN e.a. (1957) vonden geen noemenswaard verschil in voederverbruik per kg groei. HARTMAN e.a. (1959) vonden in een proef met bijna 700 lammeren, bij brokjes met veel krachtvoer en weinig ruwvoeder een iets geringere groei ten gevolge van een iets geringere voederopname; bij brokjes met veel ruwvoeder en weinig krachtvoer daarentegen vonden ze een betere groei door een hogere voederopname. De voederbenutting was in deze proef niet beïnvloed.

CHURCH e.a. (1961) vergeleken in hun proeven 'pellets' van verschillende afmetingen met meel van verschillende fijnheidsgraad. Zij vonden geen verschil van betekenis in groei en voederverbruik door verschil in zeefwijdte van de hamermolen, noch door de afmetingen van de brokjes. Ook vonden zij geen verschil tussen brokjes en meel van hetzelfde materiaal.

WEIR e.a. (1959) daarentegen, die in hun proeven brokjes van luzernehooi met gehakseld luzernehooi vergeleken (al of niet vermengd met krachtvoeder) vonden dat de voederopname verbeterde door van het rantsoen brokjes te persen. Mede daardoor werd bij de lammeren, die brokjes ontvingen, een significant betere groei gevonden.

MEYER e.a. (1959) vonden bij hun verteringsproeven met hamels weinig of geen

verschil in verteerbaarheid tussen brokjes van gemalen hooi en het gehakselde materiaal. Bij hun proeven, waarbij energiebalansen met behulp van een calorimeter werden opgesteld en de methaanproductie uit de droge stof werd berekend, kwamen zij tot de conclusie dat de snellere groei op brokjes van gemalen hooi in vergelijking met gehakseld hooi te danken was aan een grotere voederopname. Volgens de proefnemers was deze verhoogde voederopname waarschijnlijk te danken aan een snellere passage van het voedsel door de netmaag en de pens.

Alvorens van de proeven met lammeren af te stappen, willen wij echter nog even melding maken van de bevindingen van JENSEN e.a. (1959). In hun mestproeven met lammeren werd bij de voeding van brokjes een veel sterker mate van verhoorning van het pensepitheel gevonden dan in de gevallen dat geen brokjes werden verstrekt.

## 2 VOEDERPROEVEN MET RUNDEREN

Ook bij runderen werd in sommige proeven de groei op een rantsoen met brokjes vergeleken met die op een meelrantsoen, zoals bijv. in de proef van WEBB en CMARIK (1958). De verschillen waren in dit geval gering.

Ook bij de proeven van KOLARI e.a. (1961), waarbij in hoofdzaak meel van maïs + kolven werd vergeleken met brokjes die van dit meel waren geperst en waarbij in enkele groepen slechts een klein deel van het rantsoen uit hooibrokjes bestond, waren de uitkomsten niet duidelijk ten voordele van een bepaalde vorm waarin het voeder werd verstrekt.

Bij de proeven van WEIR e.a. (1959) met ossen werden brokjes van luzernehooi vergeleken met het gehakselde materiaal. Evenals bij de lammeren was ook bij de ossen zowel de voederopname als de groei toegenomen.

Ook MILLER e.a. (1960), die hooibrokjes verstrekten naast gewoon hooi of grassilage, maken melding van een gunstige beïnvloeding van groei en voedergebruik.

Het hooi dat WALLACE en HUBERT (1959) in hun proef gebruikten, bestond hoofdzakelijk uit russen en zegge. De kalveren, die dit in de vorm van brokjes kregen, groeiden veel beter dan de dieren, die het in grof gehakselde vorm ontvingen. Ook in dit geval lag de voederopname van de brokjes belangrijk boven die van het gehakselde materiaal.

Hoewel de hooibrokjes in de meeste gevallen aan jonge dieren werden verstrekt, werden in sommige proeven deze brokjes ook aan melkkoeien gevoerd.

BRINGE e.a. (1958) zagen bij hun proeven met melkkoeien geen verschil tussen brokjes en lang hooi wat opname, melkproductie en lichaamsgewicht betreft. RONNING e.a. (1959) vonden dat de koeien in de periode dat ze hooibrokjes ontvingen meer aten en meer melk produceerden dan in de periode, waarin gehakseld hooi werd verstrekt.

In de tot zover vermelde proeven met runderen zien wij, wat de resultaten betreft, weinig verschil met die, welke met schapen zijn genomen. Wanneer brokjes worden vergeleken met meel zijn de verschillen klein; wanneer de hooibrokjes worden vergeleken met gehakseld hooi is in het algemeen de opname groter en zijn dientengevolge de prestaties beter.

Bij de proeven van FOSSLAND en FITCH (1958) met 18 melkkoeien ging het daarentegen niet goed, toen het volledige rantsoen van de dieren uit brokjes van gemalen hooi en graan bestond. De dieren herkauwden bijna niet, ze hadden doorlopend last van tympanie en een bedorven eetlust, die zich manifesteerde in het kauwen op de hekken. Ook daalde het vetgehalte van de melk sterk. In het tweede gedeelte van de proef bleek dat een kleine hoeveelheid tarwestro naast de brokjes voldoende was om deze bezwaren te voorkomen.

Ook CONRAD en HIBBS (1960) maken melding van dergelijke moeilijkheden. In hun proef werd luzerne geogost met een veldhakselaar. De luzerne werd gedroogd en zonder malen tot brokjes geperst. Toen de koeien dit als uitsluitend voeder kregen gingen ze aanzienlijke hoeveelheden houtkrullen eten die als strooisel bedoeld waren. De dagelijkse opname van de brokjes varieerde van dier tot dier, doch één koe weigerde er meer dan ongeveer 2½ kg van te eten. De proefnemers veronderstelden dat dit een gevolg was van een abnormale fysische toestand in de pens. Zij vonden dat het bijvoederen van ongeveer 2 kg gewoon hooi de moeilijkheden voorkwam. In dat geval was de melkproductie even hoog als op het controlerantsoen; het vetgehalte van de melk was iets lager, doch dit verschil was niet significant.

### 3 MEER FUNDAMENTEEL ONDERZOEK

Naast de tot zover vermelde min of meer praktische voederproeven werd door BLAXTER en GRAHAM (1956) een meer diepgaand onderzoek ingesteld om nauwkeurige calorimetrische gegevens te verkrijgen over gedroogd gras dat na het drogen op verschillende manieren was verwerkt.

Het enige vroegere calorische werk, dat hiermede enigszins was te vergelijken, was dat van FORBES e.a. (1925). Deze voerden 6 respiratieproeven uit met een os, waarbij luzernehooi werd vergeleken met luzernemeel van hetzelfde uitgangsmateriaal. De verteerbaarheid van het meel lag iets lager; de verteerbaarheid van de droge stof van het meel was gemiddeld 59,1 % tegen 61,3 % voor het hooi. Door een iets lagere methaan- en warmteproductie werd dit echter gecompenseerd, zodat de conclusie van de onderzoekers luidde, dat de netto-energie waarde van luzernehooi van uitstekende kwaliteit niet essentieel verschilde wanneer het gehakseld of in de vorm van meel werd gevoerd.

Bij de proeven van BLAXTER e.a. (1956) werd gedroogd gras in 3 verschillende



vormen, nl. gehakseld, in grotere brokjes (gemalen met een 6,4 mm zeef) en in fijne brokjes (tweemaal gemalen door een zeef van 1,6 mm) op 2 verschillende voedingsniveaus gevoederd; bij deze proeven werden 6 schapen als proefdieren gebruikt.

Bij het gehakselde materiaal waren de verliezen met de mest kleiner of anders gezegd de verteerbaarheid was duidelijk beter. Dit werd echter gecompenseerd door een belangrijk hoger verlies aan warmte, een grotere methaanproductie en een iets hoger verlies met de urine, zodat uiteindelijk de netto-energiewaarde van het gehakselde en tot brokjes geperste materiaal op hetzelfde voedingsniveau praktisch dezelfde was. Volgens de proefnemers moet de lagere methaanproductie en de grotere verliezen in de mest bij de voeding van brokjes een gevolg zijn van een snellere voederpassage. Vooral de lagere methaanproductie werd als een duidelijke steun beschouwd voor de hypothese dat de lediging van de pens de belangrijkste factor is voor deze snellere passage.

De warmteverliezen waren aanzienlijk kleiner bij de brokjes. Bij de verteringsproeven met brokjes werd geen herkauwen waargenomen. Verder namen de schapen hun grootste rantsoen brokjes in 10 - 15 minuten op, terwijl de opname van het gehakselde materiaal soms zelfs 50 minuten in beslag nam. Het is duidelijk dat in het laatste geval veel meer spierarbeid moet plaatsvinden. De arbeid nodig voor grijpen, kauwen, herkauwen van het voedsel en het voortstuwen van de voedselmasa door het verteringskanaal gaat uiteindelijk als thermische energie verloren.

Verder werd bij deze proeven ook gevonden dat de pensinhoud van de schapen bij brokjesvoeding een dikke brij was, terwijl er bij voeding van het gehakselde materiaal een duidelijke scheiding was tussen een vloeibaar en een meer vast gedeelte. De onderzoekers achtten het niet logisch dat de fermentatieve processen onder zo verschillende voorwaarden gelijk zouden moeten verlopen.

Mede naar aanleiding van de uitkomsten van deze proeven hebben LINDAHL e.a. (1959) een onderzoek ingesteld naar de verteerbaarheid van ruwvoederbrokjes. Zij meenden dat de gegevens, die hierover in de literatuur bekend zijn, niet met elkaar in overeenstemming waren.

BLAXTER en GRAHAM (1956) hadden bijv. bij hun proeven een lagere verteerbaarheid gevonden, terwijl bijv. ESPLIN e.a. (1957) geen verschil van betekenis in verteerbaarheid tussen tot brokjes geperste en niet tot brokjes geperste rantsoenen aantoonde. Hierbij hebben zij zich waarschijnlijk niet gerealiseerd dat het vergelijkingsmateriaal in beide gevallen niet hetzelfde was. BLAXTER en GRAHAM (1956) vergeleken met gehakseld materiaal en ESPLIN e.a. (1957) met een rantsoen in meelvorm. Bij de proeven van LINDAHL en REYNOLDS (1959) werd bij hamels de verteerbaarheid bepaald van kunstmatig gedroogde luzerne in de vorm van meel, in de vorm van brokjes en van wederom tot meel gemalen brokjes. Bij deze proeven werd geen verschil van betekenis gevonden in verteerbaarheid.

Hieruit valt de conclusie te trekken, dat er geen verschil van betekenis in verteerbaarheid bestaat tussen meel en brokjes van hetzelfde materiaal, maar dat de verteerbaarheid

van deze beide produkten ten opzichte van het niet gemalen materiaal enigszins is verminderd.

Dit nu is volkomen in overeenstemming met de resultaten van onze eigen proefnemingen. Bij deze verteringsproeven, waarbij hamels als proefdieren dienden, werd zowel bij kunstmatig gedroogd gras (DIJKSTRA en SPRENGER, 1955a) als bij kunstmatig gedroogde luzerne (DIJKSTRA en SPRENGER, 1955b en 1956) de verteerbaarheid van het gehakselde materiaal soms vergeleken met dat van meel, soms met dat van brokjes en in verschillende gevallen ook met beide.

De verteringscoëfficiënten van de organische stof waren:

	meel	brokjes	verschil
	69,1	68,7	+ 0,4
	58,4	59,2	— 0,8
	59,6	57,8	+ 1,8
	60,5	61,5	— 1,0
	58,3	60,9	— 2,6
gem.	61,2	61,6	— 0,4

Zoals uit dit staatje blijkt was er in de 5 proeven, waarin zowel de verteerbaarheid van het meel als die van de brokjes gelijktijdig werd onderzocht, geen verschil van betekenis in de verteerbaarheid van de organische stof. De afzonderlijke bestanddelen van de droge stof vertoonden in dit opzicht evenmin verschillen. Onze conclusie was dan ook dat meel en brokjes even goed werden verteerd.

Wanneer wij echter de verteerbaarheid van het gehakselde materiaal vergeleken met die van het meel of van de brokjes, of — in de gevallen dat beide werden bepaald — met het gemiddelde ervan, dan vonden wij de volgende gemiddelde verteringscoëfficiënten:

		organische stof	ruw eiwit	overige koolhydraten	ruwe celstof
GRAS	gehakseld	77,1	78,4	76,2	76,9
	meel of brokjes	74,3	76,0	73,8	73,4
	verschil	2,8	2,4	2,4	3,5
LUZERNE	gehakseld	60,7	69,4	70,7	44,3
	meel of brokjes	59,5	69,1	70,2	41,0
	verschil	1,2	0,3	0,5	3,3

Bij het gedroogde gras waren de verschillen duidelijker dan bij de kunstmatig gedroogde luzerne.

Bij het gedroogde gras bedroeg het verschil bij de organische stof  $2,75 \pm 0,56$ , bij het ruwe eiwit  $2,42 \pm 0,42$ , bij de overige koolhydraten  $2,40 \pm 0,60$  en bij de ruwe celstof  $3,55 \pm 0,81$ .

In verband met het aantal gegevens waarop deze gemiddelden betrekking hebben waren bij alle bestanddelen de verschillen significant.

Bij de luzerne was er alleen een duidelijk verschil in de verteerbaarheid van de ruwe celstof en dientengevolge ook in die van de organische stof. Zowel bij het ruwe eiwit als bij de overige koolhydraten werd geen verschil van enige betekenis gevonden. Zowel het verschil bij de ruwe celstof ( $3,35 \pm 0,51$ ) als bij de organische stof ( $1,18 \pm 0,34$ ) kon als wezenlijk worden beschouwd.

Wanneer wij de gegevens uit dit literatuuroverzicht in het kort samenvatten, dan komen wij tot de volgende conclusies:

1. Bij de mestproeven met lammeren en ossen werden geen noemenswaardige verschillen gevonden, wanneer brokjes van het gemalen produkt met het meel werden vergeleken. Werden daarentegen de groeieresultaten verkregen met brokjes vergeleken met die verkregen met materiaal in ongehakselde of grof gehakselde vorm, dan werd in diverse gevallen wel een verschil ten gunste van de brokjes gevonden. Dit verschil was echter in het merendeel der gevallen toe te schrijven aan een grotere voederopname bij de voeding van de brokjes.
2. Bij runderen kan bij voeding van brokjes als uitsluitend voeder tympanie optreden met alle nadelige gevolgen van dien. Door naast deze brokjes een kleine hoeveelheid gewoon hooi of stro te geven kon tympanie worden voorkomen.
3. Er was geen verschil van betekenis in verteerbaarheid tussen brokjes en meel. Ten opzichte van het grof gehakselde materiaal werden zowel het meel als de brokjes iets minder goed verteerd; het grootste verschil werd gevonden bij de ruwe celstof.
4. Respiratieproeven wezen uit, dat deze lagere verteerbaarheid werd gecompenseerd door een geringer warmte- en methaanverlies, zodat de netto-energie van de brokjes tenslotte niet geringer was dan die van het oorspronkelijke materiaal.

### 3 EIGEN PROEFNEMINGEN

Er zijn over dit onderwerp te Hoorn gedurende twee winters voederproeven genomen met jonge, groeiende runderen.

In de proeven, die in de winter 1960-61 plaatsvonden, werden door verschillende omstandigheden de resultaten zodanig beïnvloed, dat het moeilijk was uit de verkregen uitkomsten een betrouwbare conclusie te trekken. Daarom werd de proef in de winter 1961-62 herhaald.

#### 1 ALGEMENE OPMERKINGEN

In beide winters werd met behulp van twee groepen van 6 pinken een vergelijking gemaakt tussen een rantsoen, waarbij het ruwvoeder uit hooi bestond en hetzelfde rantsoen, waarin het hooi na malen tot brokjes was geperst.

In het algemeen kan men wel zeggen dat de gebruikswaarde van een bepaald voeder-middel en wel speciaal van een ruwvoeder wordt bepaald door twee verschillende factoren en wel in de eerste plaats door zijn gehalte aan voedende bestanddelen, doch daarenboven ook door de hoeveelheid die de dieren ervan willen opnemen.

Nu is uit de literatuur wel gebleken, dat in het algemeen van brokjes een grotere hoeveelheid wordt opgenomen dan van het hooi als zodanig. Wanneer dit ook bij ons het geval zou zijn, dan zou het resultaat van de proef al bij voorbaat vast staan. Dit nu wilden wij voorkomen. Wat ons speciaal interesseerde was of de zetmeelwaarde in de droge stof van de brokjes hoger zou zijn dan die van het hooi, waarvan ze waren gemaakt. Bij onze proeven hebben wij daarom geprobeerd aan beide groepen ongeveer evenveel droge stof te verstrekken. De hoeveelheid hooibrokkjes werd daarom afgestemd op de hoeveelheid hooi die de dieren van de controlegroep wilden opnemen.

Alle dieren werden eens per week gewogen.

Aan elke proef ging een periode van enige weken vooraf, waarin beide groepen precies gelijke hoeveelheden van hetzelfde voeder ontvingen. Ook na afloop van de eigenlijke proef werden de dieren van beide groepen weer op eenzelfde rantsoen gesteld om de eventuele invloed van een verschillende vulling der ingewanden op het levend gewicht der dieren uit te schakelen.

#### 2 DE VOEDERPROEVEN IN DE WINTER 1960-61

Als proefdieren werden in deze winter gebruikt 12 pinken uit een opfokproef, waarbij de helft der dieren extra mineralen ontving en de andere helft niet. Door nu bij onze

proef in elk der beide te vormen groepen 3 dieren met extra mineralen op te nemen en 3 zonder deze mineralen, werd het eventuele effect hiervan volledig uitgeschakeld. Verder werd bij de indeling rekening gehouden met het levend gewicht, de leeftijd, de conditie en de groei in de voorafgaande 3 weken (zie tabel A).

Bij de proefindeling waren de pinken gemiddeld ruim een jaar oud.

In de voorperiode ontving elk der beide groepen dagelijks 33 kg hooi, 30 kg bieten en 6 kg krachtvoeder. Dit is dus gemiddeld per dier per dag  $5\frac{1}{2}$  kg hooi, 5 kg bieten en 1 kg krachtvoeder. Het hooi in deze periode was van matige kwaliteit (per kg droge stof 70,4 g vre en 329 g ZW), de bieten waren hooggehaltige groenkraag en het krachtvoeder bestond uit eiwitrijke kalverkorrels.

Bij deze eerste proef ging men van de gedachte uit, dat het effect van het persen van brokjes het grootst zou zijn bij grof materiaal. Daarom was een bijzonder grove partij hooi uitgezocht. Hierdoor aten echter de dieren van de controlegroep het hooi zo slecht, dat de opgenomen hoeveelheid voederwaarde te gering was voor een voldoende groei. Daarom werd na enige tijd besloten de proef te beëindigen om nog eens een andere, minder slechte partij hooi in het onderzoek te betrekken.

Bijgevolg zijn in deze eerste winter feitelijk twee afzonderlijke voederproefjes genomen.

Voor beide proefjes werd de helft van het hooi naar de grasdrogerij van de firma Koetsier te Woerden getransporteerd, waar het onder deskundige leiding van het I.B.V.L. werd gemalen over een 6 mm zeef om daarna onder toevoeging van stoom tot brokjes te worden geperst.

#### *Het eerste voederproefje*

Het hooi dat in deze eerste proef werd gebruikt, was een bijzonder grove partij van de proefboerderij 'De Ossekampen' te Wageningen.

Op 29 november 1960 werd met de voeding van dit hooi begonnen. De 6 dieren van de controlegroep ontvingen dagelijks gezamenlijk 33 kg van dit hooi en de 6 dieren van de proefgroep eenzelfde hoeveelheid droge stof in de vorm van brokjes, wat overeenkwam met in totaal 30 kg hooibrokjes per dag.

Bij de proefgroep werd het hooi geleidelijk door brokjes vervangen, zodat de week van 29 nov. tot 6 dec. als overgangswEEK kan worden beschouwd.

De pinken hebben de hooibrokjes van het begin af vlot en volledig opgenomen.

Het grove hooi werd daarentegen bijzonder slecht gegeten. Hierdoor kon de hoeveelheid niet geleidelijk worden verhoogd, zoals oorspronkelijk in de bedoeling lag; de dieren lieten zelfs van deze  $5\frac{1}{2}$  kg hooi nog een vrij grote hoeveelheid in de voergoot achter.

De geringe opname in combinatie met de bijzonder lage voederwaarde was oorzaak dat de totaal verstrekte hoeveelheid voederwaarde te laag was voor een goede groei.

Dit eerste proefje duurde van 6 december 1960 tot 21 februari 1961, dus 11 weken.

In deze periode bedroegen de gemiddelde hooiresten van de controlegroep 4,08 kg per dag. Naast het hooi, eventueel brokjes, ontvingen beide groepen, juist als in de voorperiode, dagelijks 30 kg bieten en 6 kg krachtvoeder.

De gemiddelde dagelijkse opname in kg van beide groepen was daardoor als volgt:

	controlegroep		proefgroep	
	totaal	gem. per dier	totaal	gem. per dier
hooi	28,92	4,82	—	—
brokjes	—	—	30,00	5,00
bieten	30,00	5,00	30,00	5,00
krachtvoeder	6,00	1,00	6,00	1,00

Het krachtvoeder bestond uit eiwitrijke kalverkorrels met een berekende voederwaarde van 166 g vre en 661 g ZW per kg meel. De bieten waren hooggehaltige groenkraag met een gemiddeld droge-stofgehalte van 16,1 %.

Zowel van de bieten als van het hooi en de brokjes werd met behulp van hamels de verteerbaarheid bepaald (tabellen B en C).

Bij de verteringsproef met de voederbieten werd gebruik gemaakt van 2 hamels. Deze dieren ontvingen gemiddeld per dier per dag 3,07 kg bieten naast 300 g van een hooisoort, waarvan de verteerbaarheid in een vorige verteringsproef was vastgesteld. Bij de verteringsproeven met hooi en hooibrokjes dienden 3 hamels als proefdieren. Deze ontvingen zowel het hooi als de hooibrokjes als uitsluitend voeder. Bij het hooi kwamen de gevonden verteringscoëfficiënten van de drie dieren behoorlijk met elkaar overeen; bij de hooibrokjes weken de uitkomsten verkregen met hamel S zoveel van die van de beide andere af, dat de cijfers van dit dier bij de berekening van het gemiddelde buiten beschouwing werden gelaten.

Bij het hooi was de verteerbaarheid van alle bestanddelen hoger dan die van de hooibrokjes.

Met behulp van de samenstelling en de gevonden verteringscoëfficiënten werd van de voederbieten, het hooi en de hooibrokjes, de voederwaarde berekend. De aldus verkregen voederwaardecijfers zijn tezamen met de samenstelling vermeld in tabel 1.

Voor de zetmeelwaardeberekening werd bij de voederbieten het waardecijfer 72 gebruikt, terwijl zowel bij het hooi als bij de hooibrokjes in eerste instantie een ruwecelstofaf trek van 0,58 per % ruwe celstof werd toegepast.

Door de geringere verteerbaarheid was de berekende voederwaarde van de hooibrokjes lager dan die van het hooi.

TABEL 1 De samenstelling en de voederwaarde van het ruwvoer in de eerste voederproef in de winter 1960/61

	droge stof (%)	in de droge stof (%)					voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	
		ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit			
voederbieten	16,12	7,05	76,22	5,80	10,93	2,79	2,99	55,9	fodderbeets
hooi	84,29	9,61	43,86	40,01	6,52	8,46	4,94	28,2	hay
hooibrokjes	89,19	10,36	44,46	37,15	8,03	9,47	4,67	25,5	hay pellets
<i>dry matter (%)</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>	<i>dig. crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>		
<i>in the dry matter (%)</i>									

TABEL 1 Composition and feeding value of the roughage fed in the first feeding trial in the winter 1960/61

De hoeveelheden voederwaarde die volgens deze berekening aan de beide groepen zijn verstrekt, zijn opgenomen in tabel 2.

TABEL 2 De hoeveelheden voeder die de twee groepen pinken in de eerste voederproef gemiddeld hebben ontvangen en de hierin verstrekte hoeveelheden voederwaarde

	controlegroep				proefgroep				
	hoeveelheid (kg)	droge stof (kg)	voeder-norm ruw eiwit (kg)	zetmeel waarde (kg)	hoeveelheid (kg)	droge stof (kg)	voeder-norm ruw eiwit (kg)	zetmeel waarde (kg)	
hooi	4,82	4,06	0,201	1,146	—	—	—	—	hay
hooibrokjes	—	—	—	—	5,00	4,46	0,208	1,137	hay pellets
voederbieten	5,00	0,81	0,024	0,451	5,00	0,81	0,024	0,451	fodderbeets
krachtvoeder	1,00	0,87	0,166	0,661	1,00	0,87	0,166	0,661	concentrates
<b>totaal</b>		<b>5,74</b>	<b>0,391</b>	<b>2,258</b>		<b>6,14</b>	<b>0,398</b>	<b>2,249</b>	<b>total</b>
<i>quantity (kg)</i>	<i>dry matter (kg)</i>	<i>digestible crude protein (kg)</i>	<i>starch equivalent (kg)</i>	<i>quantity (kg)</i>	<i>dry matter (kg)</i>	<i>digestible crude protein (kg)</i>	<i>starch equivalent (kg)</i>		
<i>control group</i>				<i>experimental group</i>					

TABEL 2 The average quantity of fodder fed to both groups of yearlings during the first feeding trial and its amount of feeding value

Doordat de dieren van de controlegroep steeds vrij grote hooiresten hebben gehad, is de opgenomen hoeveelheid droge stof van deze groep niet gelijk aan die van de proef-

groep, doch geringer. Daar echter de berekende voederwaarde van het hooi groter was dan die van de brokjes, hebben beide groepen uiteindelijk gemiddeld dagelijks vrijwel een even grote hoeveelheid voederwaarde opgenomen.

Zoals gezegd, werden alle dieren éénmaal per week gewogen.

Figuur 1 geeft een overzicht over de loop van het gemiddeld levend gewicht van beide groepen tijdens de proef.

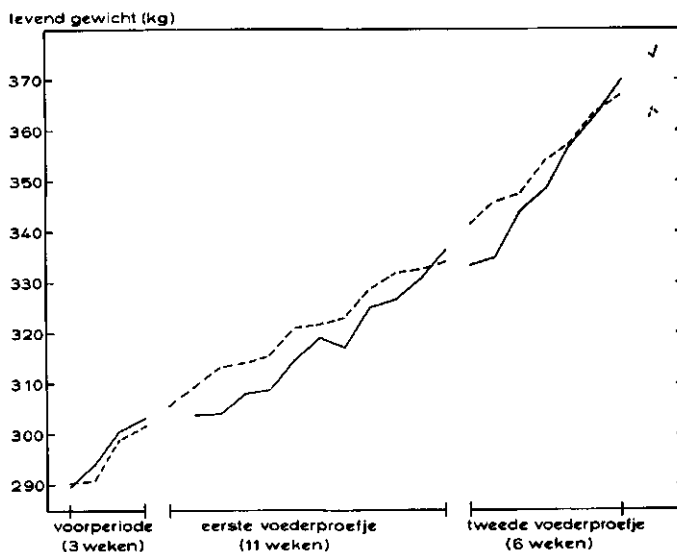


FIG. 1 Verloop van het gemiddeld levend gewicht tijdens de proeven in de winter 1960/61

controlegroep (hooi)                      proefgroep (hooibrokjes)  
*control group (hay)*                      *experimental group (hay pellets)*

FIG. 1 Course of the average live weight during the experiments in the winter of 1960/61

Zoals uit deze figuur blijkt was de groei van de controlegroep veel regelmatig dan die van de proefgroep.

Gedurende het eerste voederproefje groeiden de pinken van de controlegroep van gemiddeld 302,2 kg aan het eind van de voorperiode tot gemiddeld 334,3 aan het eind van deze proefperiode, dat is gemiddeld 32,1 kg in 12 weken; dit is een gemiddelde groei van 382 g per dag. Dit is een bijzonder slechte groei. In het algemeen ligt bij goede pinken van deze leeftijd de gemiddelde dagelijkse groei in de buurt van 600 g; zo was bijv. in een opfokproef met soortgelijke dieren in de voorafgaande winter te Hoorn de gemiddelde daggroei tijdens de stalperiode 680 g.



De bij deze eerste proef verkregen gewichtstoename moet dan ook als zeer onbevredigend worden beschouwd en daarom werd besloten op 21 februari 1961 de eerste proef te beëindigen om in een tweede proefje nog eens een wat betere partij hooi in het onderzoek te betrekken.

#### *Het tweede voederproefje*

Het hooi voor deze tweede proef was de grofste partij hooi uit de ventilatieproeven, die in de winter 1960-61 op het Veevoedingsproefbedrijf te Hoorn werden genomen.

Van dit hooi werd de helft naar Woerden gebracht om daar onder leiding van het I.B.V.L. te worden gemalen en tot brokjes te worden geperst.

Dit persen ging slecht: de brokjes waren te lang in de pers en de temperatuur liep op tot 94°C. Op deze manier is ongeveer de helft van de brokjes gemaakt. Hierna is de rest geperst met een nieuwe matrijs. Dit ging redelijk goed, tenminste tweemaal zo snel en de temperatuur was minder hoog (maximaal 85°C). Deze beide partijen hooibrokjes zijn apart gehouden en afzonderlijk op verteerbaarheid onderzocht. Ook het hooi, dat als uitgangsmateriaal heeft gediend en dat vanzelfsprekend in deze proef aan de pinken van de controlegroep werd verstrekt, werd met behulp van 3 hamels op verteerbaarheid onderzocht. Zowel het hooi als de brokjes werden bij deze verteringsproeven als uitsluitend voeder verstrekt. De resultaten van dit verteerbaarheidsonderzoek zijn vermeld in tabel D.

Zoals uit deze tabel blijkt, was de samenstelling en de verteerbaarheid van de eerste partij hooibrokjes niet slechter dan die van de tweede partij. De langere duur en de iets hogere temperatuur bij het persen hebben dus geen extra nadelige invloed uitgeoefend. Daarom hebben wij dan ook de brokjes tenslotte als één partij beschouwd en de voederwaarde berekend met de gemiddelde verteringscoëfficiënten van deze twee verteringsproeven.

Ook bij deze tweede proef was de verteerbaarheid van alle bestanddelen van het hooi hoger dan die van de hooibrokjes.

Met behulp van de samenstelling en de gevonden verteringscoëfficiënten werd van het hooi en de hooibrokjes de voederwaarde berekend. Zowel bij het hooi als bij de hooibrokjes werd bij de zetmeelwaardeberekening de ruwe-celstofaf trek van 0,58 per % ruwe celstof toegepast. De aldus verkregen voederwaardecijfers zijn met de chemische samenstelling vermeld in tabel 3.

Evenals in de eerste proef was door de geringere verteerbaarheid de berekende voederwaarde van de hooibrokjes lager dan die van het hooi.

In deze tweede proef aten de dieren van de controlegroep het hooi van het begin af goed op, ondanks het feit dat wij op 22 februari dadelijk begonnen met 36 kg hooi in plaats van 33 kg hooi, zoals bij de eerste proef. Zelfs kon de totale hoeveelheid hooi

TABEL 3 De samenstelling en de voederwaarde van het ruwvoeder in de tweede voederproef in de winter 1960/61.

	droge stof (%)	in de droge stof (%)						voeder- norm ruw eiwit	zetmeel waarde	
		ruw eiwit	overige kool- hydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit				
hooi	86,09	11,19	45,65	34,70	8,46	7,70	6,46	37,6	<i>hay</i>	
hooibrokjes	90,10	11,62	45,09	33,72	9,57	8,54	6,00	32,3	<i>hay pellets</i>	
	<i>dry matter (%)</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>	<i>dig. crude protein</i>	<i>starch equiv- alent</i>		
		<i>in the dry matter (%)</i>								

TABEL 3 Composition and feeding value of the roughage fed in the second feeding trial in the winter 1960/61.

voor de controlegroep reeds op 28 februari worden verhoogd tot 39 kg; dit is dus gemiddeld 6,50 kg per dier per dag.

De dieren van de proefgroep ontvingen op 22 februari 33 kg hooibrokjes en met ingang van 28 februari 36 kg ofwel gemiddeld 6,00 kg per dier per dag. Nog voordat deze verhoging was ingegaan, kreeg no. 52 uit de proefgroep een ernstige tympanie. Toen op 3 maart een tweede dier uit deze groep (no. 40) ook tympanie kreeg, hebben wij het rantsoen gewijzigd.

In de eerste plaats werden toen de bieten uit het rantsoen van beide groepen wegelaten en vervangen door 0,7 kg krachtvoeder. Ondanks deze verandering ging het met de dieren die de hooibrokjes ontvingen, niet goed. No. 40 moest een paar dagen uit de proef worden genomen. Op 5 maart kreeg no. 52 opnieuw tympanie.

Toen op 6 maart nog drie andere dieren tympanisch werden en feitelijk maar één dier geen last van tympanie had, werd het ruwvoederrantsoen van de proefgroep — dat op dat ogenblik bestond uit gemiddeld 6,00 kg hooibrokjes — met ingang van 7 maart veranderd in gemiddeld 1,00 kg gewoon hooi + 5,00 kg hooibrokjes per dier per dag. Op 13 maart tenslotte werd de hoeveelheid hooibrokjes verhoogd tot gemiddeld 5,50 kg per dier per dag.

Met 5 van de 6 pinken is het toen verder zonder stoornissen verlopen. Het dier dat het meest gevoelig was voor tympanie (no. 52) werd even uit de proef genomen om daarna geleidelijk op het bedoelde rantsoen te worden gebracht. Pas op 13 maart kon dit dier op de normale manier met de andere dieren mee worden gevoederd.

Op 11 april werd dit tweede proefje beëindigd. Wanneer de week van 21 - 28 februari als overgangswEEK wordt beschouwd, heeft dit tweede proefje slechts 6 weken geduurd.

De pinken van de controlegroep ontvingen in deze proef dagelijks gemiddeld 6,50 kg hooi per dier per dag en daarnaast tot 3 maart 5,00 kg bieten en 1,00 kg krachtvoeder; van deze datum af kregen ze geen bieten meer, maar 1,70 kg krachtvoeder. Over de

gehele proef bedroegen de hooiresten gemiddeld 0,10 kg per dier per dag.

Wanneer wij bij de proefgroep de gedwongen rantsoenwijzigingen tengevolge van tympanie bij de dieren 52 en 40 buiten beschouwing laten, kunnen wij zeggen dat de voeding van de bieten en het krachtvoer dezelfde was als bij de controlegroep. Hiernaast ontving deze groep tot 7 maart gemiddeld 6,00 kg hooibrokjes. Op genoemde datum werd dit veranderd in gemiddeld 1,00 kg hooi en 5,00 kg hooibrokjes, terwijl tenslotte op 13 maart de hoeveelheid brokjes werd gebracht op gemiddeld 5,50 kg per dier per dag.

De in dit tweede proefje verstrekte hoeveelheden voederwaarde zijn opgenomen in tabel 4.

Beide groepen ontvingen de eerste 3 dagen nog 5,0 kg bieten, waarna deze werden vervangen door 0,7 kg krachtvoer met vrijwel dezelfde hoeveelheid voederwaarde. Bij de berekening van het voederrantsoen hebben wij, om de berekening eenvoudig te houden, aangenomen dat reeds op 28 februari de bieten door krachtvoeder waren vervangen.

TABEL 4 De hoeveelheden voeder die de twee groepen pinken in de tweede voederproef gemiddeld hebben ontvangen en de hierin verstrekte hoeveelheden voederwaarde

	controlegroep				proefgroep				
	hoeveelheid	droge stof	voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	hoeveelheid	droge stof	voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
hooi	6,40	5,51	0,356	2,072	0,83	0,72	0,046	0,270	<i>hay</i>
hooibrokjes	—	—	—	—	5,51	4,96	0,298	1,604	<i>hay pellets</i>
krachtvoeder	1,70	1,48	0,282	1,124	1,70	1,48	0,282	1,124	<i>concentrates</i>
Totaal		6,99	0,638	3,196		7,16	0,626	2,998	<i>total</i>
	<i>quantity</i>	<i>dry matter</i>	<i>digestible crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>	<i>quantity</i>	<i>dry matter</i>	<i>digestible crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
		<i>control group</i>			<i>experimental group</i>				

TABEL 4 The average quantity of fodder fed to both groups of yearlings during the second feeding trial and the amount of feeding value

Hoewel de droge-stofopname van de proefgroep iets hoger was dan van de controlegroep, is tengevolge van de geringere verteerbaarheid van de hooibrokjes de gemiddelde dagelijks opgenomen hoeveelheid berekende zetmeelwaarde wat lager.

Een overzicht over het verloop van het gemiddelde levend gewicht van beide groepen tijdens dit tweede voederproefje is eveneens in fig. 1 opgenomen.

Ook in deze tweede proef was de groei van de controlegroep regelmatig dan die van de proefgroep.

In deze periode groeiden de pinken van de controlegroep gemiddeld 4,31 kg per week, wat overeenkomt met een gemiddelde daggroei van 615 g. In deze periode zijn de controledieren dus heel behoorlijk gegroeid. Mede door het optreden van tympanie is de groei van de proefgroep veel onregelmatiger; in het begin van deze periode is het gemiddelde gewicht zelfs gedaald. De berekening van de groei van deze dieren is daarvoor moeilijker; bij de bespreking van de resultaten komen wij op deze groei terug.

Terwijl de pensinhoud van de dieren van de controlegroep normaal was, bestond die bij de pinken van de proefgroep uit een papperige massa. Bijgevolg heeft dus ook het gewicht van de pensinhoud van beide groepen niet hetzelfde te zijn.

Om een verschil in levend gewicht door verschillende pensvulling uit te schakelen, zijn alle dieren van beide groepen na afloop van het tweede voederproefje op 1 april 1961 op een gelijk rantsoen gesteld, bestaande uit: 2 kg hooi, 5 kg hooibrokjes en 1,7 kg krachtvoeder.

Tot slot werden alle dieren, na ruim een week dit gelijke rantsoen te hebben ontvangen, op drie achtereenvolgende dagen gewogen.

### 3 DE VOEDERPROEF IN DE WINTER 1961-62

Ook in deze proef werden 12 pinken als proefdieren gebruikt. Hierbij waren 2 tweelingparen uit een opfokproef, waarbij van elke tweeling het ene dier extra mineralen ontving en het andere dier niet. Door nu in elk der beide te vormen groepen 1 dier met extra mineralen te nemen, werd het effect hiervan bij voorbaat uitgeschakeld. Bij de indeling werd rekening gehouden met het levend gewicht, de leeftijd en de groei in de voorperiode (zie tabel E).

Bij de proefindeling op 19 december 1961 waren de dieren gemiddeld ruim 10 maanden oud.

In de voorperiode ontvingen de dieren van beide groepen gemiddeld 5 kg hooi, 3 kg bieten en 1 kg krachtvoeder. Dit krachtvoeder bestond ook nu weer uit eiwitrijke kalverkorrels.

Op 19 december werd met de verschillende voeding van beide groepen begonnen. Voor alle dieren werden de bieten uit het rantsoen weggelaten en in eerste instantie vervangen door 0,50 kg krachtvoeder, zodat alle dieren toen gemiddeld 1,50 kg krachtvoeder per dag ontvingen.

De 6 dieren van de controlegroep kregen hiernaast dagelijks 30 kg hooi, dit is dus gemiddeld 5,00 kg hooi per dier per dag.

Om tympanie te voorkomen ontvingen de dieren van de proefgroep naast de hooibrokjes 6 kg hooi, dit is dus gemiddeld 1,00 kg hooi per dier per dag. De hoeveelheid hooibrokjes van deze groep bedroeg 22,00 kg per dag, een hoeveelheid die, wat droge stof betreft, ongeveer gelijk is aan 24 kg hooi.

De overgang van hooi op hooibrokjes kwam ook nu weer geleidelijk tot stand, zodat wij de week van 19 - 26 december als overgangswEEK kunnen beschouwen.

Het hooi dat in deze proef als proefvoeder dienst deed, was de grofste partij ventilatiehooi, die in de winter 1961-62 op het Veevoedingsproefbedrijf te Hoorn aanwezig was.

De helft van het hooi werd ook nu weer naar de grasdrogerij van de firma Koetsier te Woerden getransporteerd, waar het onder toezicht van deskundigen van het I.B.V.L. werd gemalen over een 8 mm zeef om daarna tot brokjes te worden geperst. Toevoeging van stoom of water was deze keer niet nodig.

Bij deze proef duurde de hoofdperiode van 26 december 1961 tot 13 maart 1962, dus 11 weken. Bij het begin ontvingen de dieren van beide groepen gemiddeld 1,50 kg krachtvoeder. Om echter de voederwaarde van het ruwvoeder zo goed mogelijk tot zijn recht te doen komen, werd de hoeveelheid krachtvoeder op 2 januari 1962 teruggebracht op 6,00 kg per groep, dat is gemiddeld 1,00 kg per dier per dag.

Hiernaast ontving de controlegroep in het begin dagelijks 30,0 kg hooi (dus gem. 5,00 kg per dier); op 23 januari werd dit gebracht op 33,0 kg en op 21 februari op 36,0 kg (dus gem. 6,00 kg per dier).

De proefgroep ontving steeds 6,00 kg hooi, dus gem. 1,00 kg per dier per dag. Daarnaast bedroeg de totale hoeveelheid hooibrokjes voor de 6 dieren van deze groep in het begin 22,0 kg, welke hoeveelheid op 23 januari werd verhoogd tot 25,0 kg en op 21 februari tot 27,5 kg.

Het krachtvoeder bestond uit eiwitrijke kalverkorrels met een berekende voederwaarde van 171 g vre en 644 g ZW per kg meel.

Zowel van het hooi als van de hooibrokjes werd met behulp van hamels de verteerbaarheid bepaald (tabel F). Deze proefdieren ontvingen zowel het hooi als de brokjes als uitsluitend voeder.

Ook nu werd het hooi weer duidelijk beter verteerd dan de hooibrokjes.

Met behulp van de samenstelling en de gevonden verteringscoëfficiënten werd van beide produkten de voederwaarde berekend. Bij de zetmeelwaardeberekening werd bij beide een ruwe-celstofaf trek van 0,58 toegepast.

De verkregen voederwaardecijfers zijn met de samenstelling vermeld in tabel 5.

Door de geringere verteerbaarheid was de berekende voederwaarde van de hooibrokjes ook nu weer lager dan die van het hooi.

TABEL 5 De samenstelling en de voederwaarde van het ruwvoeder in de voederproef in de winter 1961/62

	droge stof (%)	in de droge stof (%)						voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	
		ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit				
hooi	85,04	13,02	47,90	30,89	8,19	10,86	7,20	42,0	hay	
hooibrokjes	92,04	13,72	47,82	29,44	9,02	11,66	7,07	37,7	hay pellets	
	<i>dry matter (%)</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>	<i>dig. crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>		
<i>in the dry matter (%)</i>										

TABEL 5 Composition and feeding value of the roughage fed in the feeding trial in the winter 1961/62

De hoeveelheden voederwaarde die volgens deze berekening aan de beide groepen zijn verstrekt, zijn opgenomen in tabel 6.

TABEL 6 De hoeveelheden voeder die de twee groepen pinken in de proef in de winter 1961/62 gemiddeld hebben ontvangen en de hierin verstrekte hoeveelheden voederwaarde

	controlegroep				proefgroep				
	hoeveelheid	droge stof	voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	hoeveelheid	droge stof	voeder-norm ruw eiwit	zetmeel waarde	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
hooi	5,38	4,58	0,330	1,923	1,00	0,85	0,061	0,357	hay
hooibrokjes	—	—	—	—	4,09	3,77	0,266	1,420	hay pellets
krachtvoeder	1,05	0,91	0,179	0,673	1,05	0,91	0,179	0,673	concentrates
totaal		5,49	0,509	2,596		5,53	0,506	2,450	total
	<i>quantity</i>	<i>dry matter</i>	<i>digestible crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>	<i>quantity</i>	<i>dry matter</i>	<i>digestible crude protein</i>	<i>starch equivalent</i>	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
		<i>control group</i>			<i>experimental group</i>				

TABEL 6 The average quantity of fodder fed to both groups of yearlings during the feeding trial in the winter 1961/62 and its amount of feeding value

In deze proef hebben de pinken uit beide groepen gemiddeld een vrijwel even grote hoeveelheid droge stof ontvangen; ook de gemiddelde hoeveelheid vre was voor beide groepen praktisch gelijk. Door de lager berekende zetmeelwaarde heeft de proefgroep wat minder zetmeelwaarde ontvangen dan de controlegroep.

Een overzicht van het verloop van het gemiddelde levend gewicht van beide groepen tijdens deze voederproef is weergegeven in fig. 2.

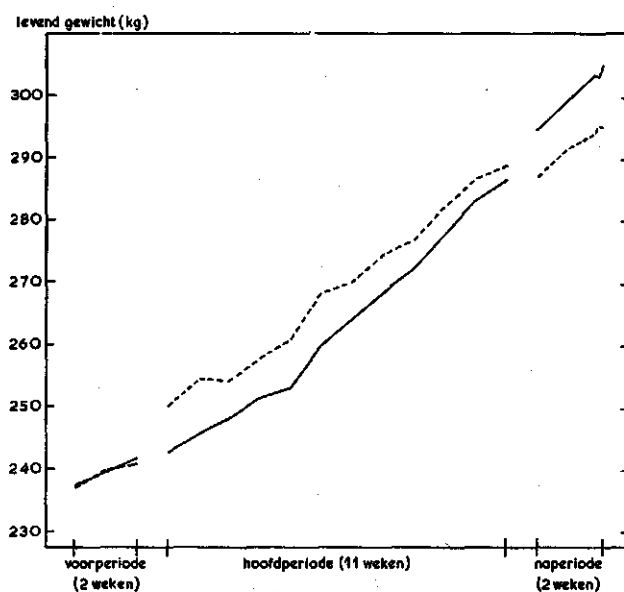


FIG. 2 Verloop van het gemiddelde levend gewicht tijdens de proeven in de winter 1961/62

controlegroep (hooi)                      proefgroep (hooibrokjes)  
*control group (hay)*                      *experimental group (hay pellets)*

FIG. 2 Course of the average live weight during the feeding experiment in the winter of 1961/62

In deze proef is zowel bij de proefgroep als bij de controlegroep een vrij regelmatige groei opgetreden. Terwijl het gemiddelde levend gewicht van beide groepen in de voorperiode vrijwel gelijk was, ontstond er in het begin van de proefperiode dadelijk reeds een verschil tussen de groepen, wat ongetwijfeld aan verschil in pensvulling moet worden toegeschreven. In de loop van de proef is dit verschil geleidelijk kleiner geworden.

Na afloop van de proefperiode van 11 weken ontvingen de dieren van beide groepen in een naperiode weer eenzelfde rantsoen. Beide groepen ontvingen nu dagelijks per 6 dieren 18 kg hooi, 17 kg hooibrokjes en 6 kg krachtvoeder.

Op dit gelijke rantsoen bleek het gemiddelde gewicht van de proefgroep hoger te liggen dan dat van de controlegroep. De proef werd tenslotte afgesloten met wegingen van alle dieren op 3 achtereenvolgende dagen.

In deze proef is door een omstandigheid die buiten de eigenlijke proef lag, een dier uit

de controlegroep verdwenen. Toen op 28 februari pensmonsters werden genomen met behulp van een sonde, geraakte het apparaat defect, waardoor no. 18 uit de controlegroep zodanig aan zijn slokdarm werd gewond, dat besloten werd het dier op te ruimen. Het rantsoen voor deze groep werd toen op 5/6 van het oorspronkelijke rantsoen gebracht, zodat de resterende dieren gemiddeld evenveel ontvingen als voor die tijd.

Verder werd de groei van dit dier voor de nog resterende weken berekend aan de hand van de gemiddelde groei van de overige dieren van de controlegroep.

#### 4 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Alle partijen hooi en hooibrokjes die in de proeven als proef- en vergelijkingsvoeder hebben dienst gedaan, werden met behulp van hamels op verteerbaarheid onderzocht. De belangrijkste uitkomsten van deze verteringsproeven zijn samengevat in tabel 7.

TABEL 7 Verteringscoëfficiënten van het hooi en de daarmee corresponderende hooibrokjes in de verschillende proeven

	droge stof	organische stof	ruw eiwit	overige kool- hydraten + vet	ruwe celstof
<i>HOOI/Hay</i>					
winter 1960/61; 1e proef/1st trial	54,3	55,2	51,4	50,2	61,8
2e proef/2nd trial	62,1	63,5	57,7	61,6	67,9
winter 1961/62	63,2	65,6	55,3	65,2	71,0
gemiddeld/average	59,9	61,4	54,8	59,0	66,9
<i>HOOIBROKJES/Hay pellets</i>					
winter 1960/61; 1e proef/1st trial	50,3	51,4	45,1	48,6	56,6
2e proef/2nd trial	56,4	57,6	51,6	57,2	60,5
winter 1961/62	58,6	60,6	51,5	61,1	64,2
gemiddeld/average	55,1	56,5	49,4	55,6	60,4
	<i>dry matter</i>	<i>organic matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>

TABEL 7 *Digestion coefficients of the hay and the corresponding hay pellets in the three feeding experiments*

Zoals uit deze tabel blijkt, werd in alle drie proeven het hooi duidelijk beter verteerd dan de hooibrokjes.

Ondanks de slechtere verteerbaarheid wekten de resultaten de indruk dat de dieren op de 'pellets' beter groeiden dan op het hooi.

Voor een juiste beoordeling van de proefresultaten was het nodig dat de groei nauw-



keurig werd vastgesteld. Vooral bij de proeven in de winter 1960-61 leverde de berekening van de gemiddelde daggroei nogal enige moeilijkheden op. Zoals duidelijk uit het groeiverloop in de fig. 1 en 2 blijkt, treedt er bij de verschillende voeding dadelijk een verschil in gewicht tussen de beide groepen op, wat ongetwijfeld aan verschillen in de pensvulling moet worden toegeschreven. Daardoor is het wenselijk voor het begin en na afloop van de proef het gewicht vast te stellen op gelijke rantsoenen, dus met gelijke pensvulling.

Doordat in de eerste winter de proef in twee verschillende proefjes werd verdeeld, moest aan het einde van het eerste proefje en dus ook aan het begin van het tweede proefje een dergelijke gewichtsvaststelling achterwege blijven. Men zou in dit geval de groei bijv. kunnen berekenen uit het gewicht bij de eerste en de laatste weging van de proefperiode. Hierdoor zouden alle tussenliggende wegingen geen enkele invloed hebben, wat ons — gezien de toevallige schommelingen in de wekelijkse wegingen — niet juist toeleek.

Tenslotte werd besloten om voor elk dier uit beide groepen door het gewicht van de wekelijkse wegingen in elke proefperiode een afzonderlijke regressielijn te berekenen. De regressiecoëfficiënt in de verschillende formules geeft dan de gemiddelde wekelijkse groei van de betreffende dieren aan.

De op deze wijze berekende groei is weergegeven in tabel 8.

De in tabel 8 vermelde groeicijfers komen des te beter met de werkelijkheid overeen naarmate de groei in de betreffende periode regelmatig is geweest. In het algemeen was de groei van de dieren uit de controlegroep vrij regelmatig, zodat de voor deze groep vermelde groeicijfers wel ten naaste bij juist zijn. Ook de totale groei van deze groep, berekend uit de gemiddelde gewichten in de voorperiode en aan het einde der proef, is met deze cijfers in zeer goede overeenstemming.

Bij de proefgroep daarentegen was speciaal in het 2e voederproefje in de winter 1960-61 de groei zeer onregelmatig. In het begin was door de tympanie het gewicht van de dieren van deze groep door een geringere pensvulling gedaald. In de loop van de proef heeft zich dit hersteld, doch hierdoor is de schijnbare groei van de dieren in deze periode veel te sterk. Wanneer wij hiervoor een passende correctie aanbrenge, waarbij o.a. rekening wordt gehouden met het gewicht der groep in de voorperiode en aan het einde van de proef, dan werd een gemiddelde groei van de pinken in de proefgroep in het 2e voederproefje van ongeveer 5,04 kg per week berekend.

In elk der drie proeven zijn de dieren van de proefgroep meer gegroeid dan de dieren van de controlegroep, terwijl volgens de toegepaste berekening de dieren van de proefgroep in elk der proefjes evenveel of zelfs minder zetmeelwaarde zouden hebben ontvangen. Hoe is nu dit verschil te verklaren?

De meest voor de hand liggende conclusie is, dat de toegepaste zetmeelwaardeberekening niet juist is.

TABEL 8 Gemiddelde wekelijkse groei (kg) van de pinken in de verschillende voederproeven

voederproeven in de winter 1960—61			voederproef in de winter 1961—62		
1e voederproefje			2e voederproefje		
controlegroep		proefgroep	controlegroep		proefgroep
no.	groei per week kg	no. groei per week kg	no.	groei per week kg	no. groei per week kg
41	2,86	40 3,28	41 3,21	40 4,79	11 4,56
43	2,23	42 2,94	43 5,25	42 8,21	14 4,97
48	2,15	44 2,87	48 3,46	44 6,46	15 3,46
49	4,00	45 3,41	49 5,89	45 5,75	17 5,27
50	3,47	47 3,02	50 3,50	47 6,93	18 5,56
51	0,97	52 2,93	51 4,54	52 6,11	22 2,32
gem.	2,61	gem. 3,08	gem. 4,31	gem. 6,38	gem. 4,13
average	± 0,44	average ± 0,09	average ± 0,45	average ± 0,47	average ± 0,39
nr.	growth per week kg	nr. growth per week kg	nr. growth per week kg	nr. growth per week kg	nr. growth per week kg
control group	experimental group	control group	experimental group	control group	experimental group
1st feeding trial		2nd feeding trial		control group	experimental group
		feeding experiments in the winter 1960—61		feeding experiment in the winter 1961—62	

TABEL 8 Average weekly growth (kg) of the yearlings in the different feeding experiments

Zowel FORBES e.a. (1925) als BLAXTER e.a. (1956) vonden dat bij ruwvoeder, dat was gemalen en daarna al of niet tot brokjes geperst, de energieverliezen bij het verteringsproces duidelijk geringer waren dan bij opname van hetzelfde ruwvoeder in ongemalen vorm. Dit nu is in volkomen overeenstemming met hetgeen KELLNER (1905) reeds in het begin van deze eeuw bij zijn proeven met ossen heeft gevonden. Hij vond indertijd bij respiratieproeven met 9 verschillende stro- en hooisoorten, dat de werkelijk gevonden aanzet in calorieën bij deze ruwvoerders veel geringer was dan de theoretisch uit de bestanddelen berekende waarden. Het was hem zonder meer duidelijk dat voor de arbeid die bij de opname en vertering van dit ruwvoeder moest worden verricht, een behoorlijke hoeveelheid energie nodig was, die bijgevolg aan de produktie werd onttrokken.

Toen hij onder de bestanddelen van het ruwvoeder zocht naar een maatstaf voor dit energieverlies viel zijn aandacht in de eerste plaats op de ruwe celstof. Het bleek dat de gevonden produktieverlaging tot geen der andere bestanddelen in zo'n goed verband stond als tot het gehalte aan ruwe celstof.

Voor vergelijking van het ruwe-celstofgehalte en de produktieverlaging berekende KELLNER de verminderde vetaanzet per gram opgenomen ruwe celstof. Bij de 9 genoemde proeven vond hij resp.: 1,69, 1,26, 1,05, 1,02, 1,39, 1,45, 1,25, 1,57 en 1,53, gemiddeld 1,36 calorieën.

Per 100 g met de ruwvoerders opgenomen ruwe celstof was de aanzet bij de ossen dus 136 cal. = 14,3 g lichaamsvet lager.

Als oorzaak van de produktieverlaging zag KELLNER niet de chemische samenstelling van de ruwe celstof, maar vooral de arbeid die voor het fijn malen bij het kauwen, het herkauwen en de verdere vertering nodig was.

Het bewijs hiervoor werd door KELLNER geleverd in proeven, waarin de mestossen aan een grondrantsoen als toevoeging fijngemalen stro en tarwekaf ontvingen. De berekende en de werkelijk gevonden aanzet verschilden ook in deze proeven, doch toen hij de verminderde produktie weer omrekende op 1 gram opgenomen ruwe celstof, vond hij bij de 6 proeven (tarwestromeel, haverstromeel a en b, gerstestromeel a en b en tarwekaf) resp.: 0,68, 0,68, 0,78, 0,86, 0,56 en 0,66, gemiddeld 0,70 calorieën.

De vermindering van de produktie bedroeg bij deze proeven dus ongeveer de helft van het bedrag dat bij de verwerking van gehakseld ruwvoeder werd gevonden.

Een produktieverlaging van gemiddeld 1,36 cal. per g ruwe celstof komt bij de zetmeelwaardeberekening overeen met een aftrek van 0,58 per % ruwe celstof. Bijgevolg kwam KELLNER tot de conclusie dat bij gemalen ruwvoerders en kaf een ruwe-celstof-aftrek van slechts de helft van dit bedrag behoefde te worden toegepast, dus 0,29 per % ruwe celstof.

Wanneer deze berekening op de hooibrokjes in de drie voederproefjes wordt toegepast, dan wordt de zetmeelwaarde van de hooibrokjes in tabel 1 geen 25,5 maar 36,2; die in tabel 3 geen 32,3 maar 42,0 en die in tabel 5 geen 37,7 maar 46,2.

Op deze manier komen wij tot de gemiddeld per dier per dag opgenomen hoeveelheden zetmeelwaarde (eerste kolom van tabel 9).

TABEL 9 Gecorrigeerde berekening van de voor de groei beschikbare hoeveelheden zetmeelwaarde voor de beide groepen in de verschillende proeven

	groepen	gemiddelde hoeveelheid zetmeelwaarde per dier per dag (g)	gemiddeld levend gewicht (kg)	zetmeelwaarde voor onderhoud (g)	voor groei beschikbare hoeveelheid zetmeelwaarde (g)	gemiddelde dagelijkse groei (g)
WINTER 1960/61						
1e voederproef	controlegroep	2258	321,1	1855	403	373
1st feeding trial	proefgroep	2728	325,7	1872	856	440
2e voederproef	controlegroep	3196	354,0	1972	1224	616
2nd feeding trial	proefgroep	3482	358,9	1989	1493	720
WINTER 1961/62						
	controlegroep	2596	269,0	1661	935	527
	proefgroep	2772	271,5	1671	1101	590
	<i>control or experimental group</i>	<i>average quantity starch equivalent per animal per day (g)</i>	<i>average live weight (kg)</i>	<i>starch equivalent for maintenance (g)</i>	<i>starch equivalent available for growth (g)</i>	<i>average daily growth (g)</i>

TABEL 9 Corrected calculation of the amounts of starch equivalent available for growth of both groups in the different experiments

Van de opgenomen hoeveelheden zetmeelwaarde wordt een gedeelte gebruikt voor onderhoud en de rest is beschikbaar voor groei. De hoeveelheden zetmeelwaarde voor onderhoud zijn berekend met behulp van de uit gegevens van MØLLGAARD afgeleide zetmeelwaardebehoefte:

$$ZW = 0,05032 G^{5/8}$$

waarin G = levend gewicht in kg.

Daar er door de verschillende voeding een verschil in ingewandsvulling was ten gunste van de controlegroep, werd eerst dit verschil zo goed mogelijk berekend. De gemiddelde verschillen in de drie proefjes waren resp.: 8,8, 7,9 en 8,5 kg. Voor deze verschillen zijn de gemiddelde gewichten van de proefgroepen gecorrigeerd.

Met behulp van genoemde formule werden vervolgens uit de gewichten de hoeveelheden zetmeelwaarde voor onderhoud berekend.

Door deze waarden van de opgenomen hoeveelheden zetmeelwaarde af te trekken werden de voor groei beschikbare hoeveelheden zetmeelwaarde gevonden.

In fig. 3 zijn laatstgenoemde hoeveelheden zetmeelwaarde uitgezet tegen de gemiddelde dagelijkse groei in dezelfde periode.

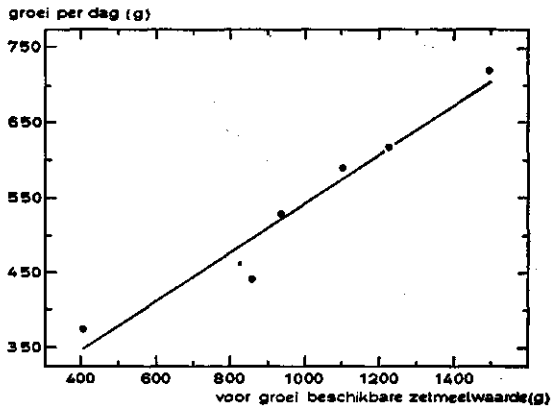


FIG. 3 Verband tussen de voor groei beschikbare hoeveelheden zetmeelwaarde (g) en de gemiddelde dagelijkse groei (g)

FIG. 3 Relation between the amounts of starch equivalent available for growth (g) and the average daily growth (g)

Zoals uit de figuur blijkt, is er een behoorlijk verband tussen deze beide grootheden. De in de figuur getekende regressielijn heeft tot formule:

$$y = 0,330 (x - 1000) + 544$$

waarin  $x$  = de voor groei beschikbare hoeveelheid zetmeelwaarde (g)

en  $y$  = de gemiddelde dagelijkse groei (g).

Uit dit goede verband kan men concluderen, dat de toegepaste gecorrigeerde berekeningswijze van de zetmeelwaarde — met een aftrek per % ruwe celstof van 0,29 bij de hooibrokjes — bij benadering juist is.

## SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De laatste jaren is er vooral in de Verenigde Staten van Noord-Amerika een grote belangstelling voor het tot brokjes persen van droog ruwvoeder.

Als voordelen worden genoemd: vermindering van arbeid en van voederverliezen bij het oogsten, gemakkelijker transport, minder opslagruimte en vereenvoudiging en daardoor arbeidsbesparing bij de voeding.

Het tot brokjes persen van gemalen ruwvoeder opent de mogelijkheid in deze brokjes ook het krachtvoeder te verwerken, zodat het gehele rantsoen uit één bepaald soort brokjes zou kunnen bestaan, wat de weg opent tot een zeer efficiënte wijze van zelfvoeding.

In verschillende publikaties wordt vermeld, dat door voeding van deze brokjes aan jonge herkauwers een snellere groei en een gunstiger 'benutting' van het voeder wordt verkregen.

Om een indruk te krijgen over de voederwaarde van hooibrokjes werden te Hoorn tijdens de stalperioden 1960-61 en 1961-62 een paar proeven genomen, waarbij pinken als proefdieren werden gebruikt. Een groep van 6 dieren ontving het onbehandelde hooi (controlegroep) en een gelijkwaardige groep hetzelfde rantsoen waarin het hooi na malen tot brokjes was geperst (proefgroep).

Doordat de proef in de winter 1960-61 — vanwege een te geringe groei tengevolge van voeding van een zeer slechte kwaliteit hooi — onbevredigend verliep, werd in de tweede helft van de stalperiode hooi gevoederd van een betere kwaliteit. Hierdoor valt de proef in de winter 1960-61 in twee aparte proefjes uiteen, zodat in totaal drie proefjes zijn genomen met drie verschillende partijen hooi.

Alle partijen hooi en hooibrokjes werden met behulp van hamels op verteerbaarheid onderzocht. In alle proeven werd het hooi duidelijk beter verteerd dan de eruit bereide hooibrokjes (zie tabel 7).

Met behulp van de gevonden verteringscoëfficiënten en de chemische samenstelling werd van alle partijen hooi en hooibrokjes de voederwaarde berekend.

In eerste instantie werd bij de zetmeelwaardeberekening bij de hooibrokjes dezelfde ruwe-celstofaf trek toegepast als bij het hooi, nl. 0,58 per % ruwe celstof.

Door de geringere verteerbaarheid waren de aldus berekende voederwaardecijfers voor de hooibrokjes in de tabellen 1, 3 en 5 lager dan die van het corresponderende hooi.

Omdat in het algemeen van het onbehandelde hooi geringere hoeveelheden worden

opgenomen dan van de brokjes, werd — om aan de groepen ongeveer gelijke hoeveelheden droge stof te verstrekken — de grootte van het rantsoen brokjes afgestemd op de hoeveelheid hooi die de dieren van de controlegroep opnamen.

In het eerste proefje in de winter 1960-61 was deze opname slecht en daardoor was ook de verstrekte hoeveelheid brokjes in deze proef beperkt. Hierdoor — misschien in combinatie met het bijzonder hoge ruwe-celstofgehalte van het materiaal — is in dit proefje de voeding van uitsluitend hooibrokjes aan de dieren van de proefgroep zonder stoornissen verlopen.

In het tweede proefje, waar de opname groter was en het hooi minder grof, kregen bijna alle dieren die hooibrokjes ontvingen, zeer spoedig tympanie. Door bij elk dier 1 kg brokjes door 1 kg lang hooi te vervangen, werd dit euvel verholpen.

In de proef in de winter 1961-62, waarin alle dieren van de proefgroep naast de hooibrokjes steeds 1 kg lang hooi per dier per dag ontvingen, is geen tympanie opgetreden.

Door de vrij grote hooiresten van de controlegroep in het eerste proefje was de hoeveelheid opgenomen droge stof van deze groep wat lager dan die van de proefgroep; in de overige proeven waren die van beide groepen vrijwel gelijk. Dit, in combinatie met de lagere voederwaarde van de hooibrokjes, resulteerde volgens de oorspronkelijke berekening bij het eerste proefje in ongeveer gelijke hoeveelheden voederwaarde voor beide groepen (tabel 2) en in de beide andere proeven in een geringere hoeveelheid voederwaarde voor de proefgroep (tabellen 4 en 6).

Doordat de dieren, die hooibrokjes ontvingen, een duidelijk geringere pensvulling hadden, was de vaststelling van de juiste groei wat lastig. Tenslotte werd de gemiddelde wekelijkse groei berekend met behulp van regressieformules (tabel 8). Door de tympanie van de dieren der proefgroep in het begin van het tweede proefje, in de winter 1960-61, zijn de groei cijfers voor deze dieren in die periode geflatteerd. Bij toepassing van een passende correctie werd voor deze groep in dat proefje een gemiddelde wekelijkse groei van 5,04 kg berekend.

In alle proeven zijn de dieren die hooibrokjes ontvingen meer gegroeid dan de dieren op het hoorantsoen. Dit resultaat is niet in overeenstemming met de geringere hoeveelheden zetmeelwaarde die de dieren met de hooibrokjes volgens de oorspronkelijke berekening zouden hebben ontvangen.

De meest voor de hand liggende conclusie is dat de zetmeelwaarde van de hooibrokjes te laag is berekend door een aftrek van 0,58 per % ruwe celstof toe te passen. Wanneer wij deze aftrek — in overeenstemming met de resultaten van de oude proeven van KELLNER met stromeel — voor de hooibrokjes terugbrengen op 0,29 per % ruwe celstof, dan worden voor de beide groepen in de verschillende proeven hoeveelheden zetmeelwaarde verkregen, die beter overeenkomen met de gevonden resultaten (tabel 9).

Tenslotte werden van de aldus berekende hoeveelheden zetmeelwaarde de hoeveelheden

afgeleid die in de verschillende proefjes beschikbaar zijn geweest voor groei. Er bleek een goed verband te bestaan tussen laatstgenoemde cijfers en de gemiddelde groei van de beide groepen in de verschillende proeven (fig. 3).

#### *Conclusies*

1. De verteerbaarheid van brokjes van gemalen hooi is duidelijk lager dan die van het normale hooi.
2. De voeding van uitsluitend hooibrokjes aan rundvee leidt tot tympanie. Bij jongvee kan dit worden voorkomen door naast de brokjes 1 kg gewoon hooi te verstrekken.
3. Bij de berekening van de zetmeelwaarde van hooibrokjes verdient een aftrek van 0,29 ZW per % ruwe celstof de voorkeur boven de voor hooi als zodanig gebruikelijke aftrek van 0,58 ZW.



## SUMMARY AND CONCLUSIONS

In the last years many papers have appeared, chiefly in the U.S.A., about pelleting of dry roughages. This pelleting would have many profits: reduction of labour and nutritive value losses during harvesting; easier transport; much smaller storage accommodation; simplification and consequently saving of labour during feeding.

Pelleting of roughage opens the possibility to mix the roughage intensely with any wished amount of concentrates. In this way the total ration of ruminants could be made up from only one kind of pellets and so a very efficient way of self feeding could be realized.

According to some research workers the supply of pellets to young ruminants would result in a better growth and a more favourable utilization of the fodder.

To obtain more information about the nutritive value of hay pellets some feeding trials have been carried out at Hoorn during the winters 1960-61 and 1961-62. A group of 6 yearlings received a ration with long hay (control group) and a comparable group the same ration in which the hay after grinding was pressed to pellets (experimental group).

The experiment in winter 1960-61 passed off unsatisfactory by a very decreased growth because a very bad quality of hay was used. Therefore in the second half of the winter a better quality of hay was fed. By this the experiment in winter 1960-61 is to be divided into two different experiments.

Consequently, in total three experiments are carried out with three different lots of hay.

The digestibility of all lots of hay and pellets are determined by use of wethers. In all experiments the hay was higher digestible than the pellets (table 7). By means of the obtained digestion coefficients and the chemical composition the nutritive value of all lots of hay and pellets was calculated.

In the first instance the starch equivalent of the hay pellets was calculated with the same crude fibre deduction factor as the hay, e.g. 0.58 per % crude fibre. In consequence of the lower digestion coefficients the calculated feeding value figures of the hay pellets in the tables 1, 3 and 5 were lower than those of the corresponding lots of hay.

In general, the amounts of long hay eaten by the animals will be smaller than those of the pellets. Consequently, to supply both groups with about the same amount of dry

matter, the pellet rations were determined by the amounts of hay consumed by the animals of the control groups.

In the first experiment in the winter 1960-61 the long hay was badly eaten and, consequently, the pellet rations in this trial were limited too.

By this — perhaps in combination with the very high crude fibre content of the material — in this experiment the feeding of pellets only did not give rise to any difficulties.

In the second experiment, however, in which bigger quantities were eaten — and the crude fibre content of the material was lower — almost all the animals on the pellet rations got troubles with bloat. When in each ration 1 kg of pellets was replaced by 1 kg of long hay all animals recovered quickly.

In the experiment in the winter 1961-62, in which each animal of the experimental group received all the time 1 kg of long hay, no symptoms of bloat were observed.

In the first experiment the refusals of hay of the animals in the control group were large. This caused the quantity of dry matter consumed by this group to be smaller than that of the experimental group. In both other experiments these quantities were almost equal for both groups. In combination with the lower nutritive value of the hay pellets, this resulted into the same amount of nutritive value for both groups in the first experiment (table 2) and into a smaller amount of nutritive value for the experimental groups in both other experiments (tables 4 and 6).

By the pellet feeding the weight of the rumen content was decreased. By this the determination of the real weight increase was a little uncertain. As the best possible method for estimating the growth the average weekly weight increase was calculated by means of regression formulae (table 8). The outbreak of bloat in the beginning of the 2nd experiment in the winter 1960-61 caused a flattering of the growth figures in the following experimental period. By applying a suitable correction an average weekly growth of 5.04 kg was calculated for the experimental group in that trial.

In alle experiments the animals on hay pellets grew better than the animals on the hay rations. This result doesn't agree with the smaller quantities of starch equivalent which the animals on the pellet rations would have received.

The most logical conclusion is that the starch equivalents of the hay pellets are calculated too low by the application of a crude fibre deduction factor of 0.58. When this deduction factor for hay pellets is reduced — in accordance with the results of previous experiments of KELLNER with straw meal — to 0.29 per % crude fibre, the calculated amounts of starch equivalent of both groups agreed much better with the obtained results (table 9).

Departing from this new amount of starch equivalent data are derived for the amounts of starch equivalent available for growth. It proved that there was a good correlation between the last mentioned figures and the growth of both groups (fig. 3).

### *Conclusions*

1. The digestibility of pellets of ground hay is lower than that of normal hay.
2. Pellets fed to cattle as the only roughage can cause bloat. For yearlings this can be prevented by supplementing the pellet ration with 1 kg of long hay.
3. In the calculation of the starch equivalent of hay pellets a deduction factor of 0.29 per % crude fibre seems to be preferable above that of 0.58 as is used for long hay.

## LITERATUUR

- BLAXTER, K. L. &  
N. Mc. C. GRAHAM  
—  
BRINGE, A. N.,  
R. P. NIEDERMEIER,  
H. J. LARSEN & H. BRUHN  
CHURCH, D. C.,  
J. A. B. Mc. ARTHUR &  
C. W. FOX  
CONRAD, H. R. & J. W. HIBES  
DIJKSTRA, N. D. &  
J. J. I. SPRENGER  
—  
—  
DIJKSTRA, N. D., H. J. WEIDE &  
P. W. M. VAN ADRICHEM  
ESPLIN, A. L.  
ESPLIN, A. L., U. S. GARRIGUS,  
E. E. HATFIELD &  
R. M. FORBES  
FORBES, E. B., J. A. FRIES &  
W. W. BRAMAN  
FOSSLAND, R. G. & J. B. FITCH  
HARTMAN, R. H.,  
D. L. STAHELI,  
R. G. HOLLEMAN &  
L. H. HORN  
JENSEN R., J. C. FLINT,  
R. H. UDALL, A. W. DEEM &  
C. L. SEGER  
KELLNER, O.  
KOLARI O. E., A. L. HARVEY,  
J. C. MEISKE, W. J. AUNAN &  
L. E. HANSON  
LINDAHL, I. L. &  
P. J. REYNOLDS  
Plane of nutrition and starch equivalents. *J. Agr. Sci.* 46 (1955) 292.  
The effect of the grinding and cubing process on the utilization of the energy of dried grass. *J. Agr. Sci.* 47 (1956) 207.  
Comparison of long hay, large size pellets and field baled legume hay for dairy cows. *J. Anim. Sci.* 17 (1958) 1164 (referaat).  
Effect of several variables on utilization of high roughage pellets by lambs. *J. Anim. Sci.* 20 (1961) 644.  
Utilization of field-chopped, dehydrated, pelleted alfalfa by milking cows. *Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Circ.* 91 (1960).  
Proefnemingen over de achteruitgang van de verteerbaarheid bij het kunstmatig drogen van gras. *Versl. landbk. Onderz.* 61 1 (1955).  
Proefnemingen over de achteruitgang van de verteerbaarheid bij het kunstmatig drogen van luzerne. I. *Versl. landbk. Onderz.* 61. 11 (1955).  
Proefnemingen over de achteruitgang van de verteerbaarheid bij het kunstmatig drogen van luzerne. II. *Versl. landbk. Onderz.* 62. 11 (1956).  
Vergelijkend onderzoek over de verteerbaarheid van ruwvoeder door hamels en door melkkoeien. *Versl. landbk. Onderz.* 68. 9 (1962).  
A study of the effect of pelleting a ground mixed ration on feed utilization by growing fattening lambs. *Thesis, Univ. Illinois* (1956).  
Some effects of pelleting a ground mixed ration on feed utilization by fattening lambs. *J. Anim. Sci.* 16 (1957) 863.  
Net-energy values of alfalfa hay and alfalfa meal. *J. Agr. Res.* 31 (1925) 987.  
Use of pellets made from finely ground alfalfa in dairy rations. *J. Dairy Sci.* 41 (1958) 1484 (referaat).  
Effect of stilbestrol and pelleting at two concentrate to roughage ratios on the performance and carcass quality of fattening lambs. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 1114.  
Parakeratosis of the rumens of lambs fattened on pelleted feed. *Amer. J. Vet. Res.* 19 (1958) 277.  
Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere (1905) 156.  
The effect of feeding pelleted hay, pelleted ear corn and a tranquilizer tot fattening cattle. *J. Anim. Sci.* 20 (1961) 109.  
Effect of pelleting on the chemical composition and digestibility of alfalfa meal. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 1074.

- MEYER, J. H., R. L. GASKILL,  
G. S. STOEWSAND &  
W. C. WEIR  
Influence of pelleting on the utilization of alfalfa. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 336.
- MEYER, J. H., W. C. WEIR,  
L. G. JONES & J. L. HULL  
Effect of stage of maturity, dehydrating versus field curing and pelleting on alfalfa hay quality as measured by lamb gains. *J. Anim. Sci.* 19 (1960) 283.
- MILLER, J. I., J. J. DRAIN,  
R. L. PARK &  
M. V. WALLENTINE  
The value of hay pellets when fed with grass silage and mixed hay in wintering rations for steer calves. *J. Anim. Sci.* 19 (1960) 715.
- PERRY, T. W., W. M. BEESON,  
M. H. KENNINGTON &  
C. HARPER  
Pelleted complete mixed rations for feeder lambs. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 1264.
- REYNOLDS, P. J. &  
I. L. LINDAHL  
Effect of pelleting on the digestibility of hay by sheep. *J. Anim. Sci.* 19 (1960) 873.
- RONNING, M., J. H. MEYER &  
G. T. CLARK  
Pelleted alfalfa hay for milkproduction. *J. Dairy Sci.* 42 (1959) 1373.
- WALLACE, J. D. & F. HUBBERT  
Response of beef cattle to pelleted and coarsely chopped mountain meadow hay with digestibility comparisons. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 1177 (referaat).
- WEBB, R. J. & G. F. CMARIK  
Comparison of roughages fed to wintering steer calves as baled hay, chopped hay, hay pellets or silage. *Univ. Ill. Dixon Spring Stat. Mimeo.* DS-40-299 (1958) (geref. door KOLARI e.a.).
- WEIR, W. C., J. H. MEYER,  
W. N. GARRETT,  
G. P. LOFGREEN &  
N. R. ITTNER  
Pelleted rations compared to similar rations fed chopped or ground for steers and lambs. *J. Anim. Sci.* 18 (1959) 805.

TABEL A Indeling der proeflitteren voor de proeven in de winter 1960/61

proefgroep (hooibrokjes)					controlegroep (hooi)						
no.	levend gewicht (kg)	geboortedatum in 1959	conditie	groei in 3 weken (kg)	m(ineralen) of n(iets)	no.	levend gewicht (kg)	geboortedatum in 1959	conditie	groei in 3 weken (kg)	m(ineralen) of n(iets)
40	325	27 okt.	7	16	m	41	303	12 nov.	6	6	n
42	318	27 okt.	5½	22	m	43	331	28 okt.	9	11	m
44	303	24 nov.	8	12	m	48	302	2 nov.	7	19	n
45	341	29 okt.	9	7	n	49	261	25 nov.	7	17	m
47	260	28 nov.	4½	16	n	50	330	6 nov.	8	2	n
52	273	27 nov.	6½	8	n	51	283	30 nov.	5½	13	m
gem./ (average)	303,3	12 nov.	6,8	13,5		gem./ (average)	301,7	12 nov.	7,1	11,3	
nr.	live weight (kg)	birth date in 1959	condition	growth in 3 weeks (kg)	m(merals) or n(oring)	nr.	live weight (kg)	birth date in 1959	condition	growth in 3 weeks (kg)	m(merals) or n(oring)

experimental group (hay pellets)

control group (hay)

TABEL A Grouping of the animals for the experiments in the winter 1960/61

TABEL B Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van de bieten

	droge stof	organische stof	ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit	
saamenstelling (V 598)	17,35		6,46	82,23	6,29	5,02	2,54	<i>composition</i>
verteringscoëfficiënten								<i>digestion coefficients</i>
hamel Q	82,3	88,0	37,8	95,6	40,6	neg.	neg.	<i>weiber Q</i>
" R	82,5	87,7	47,1	93,9	48,1	neg.	neg.	" R
gemiddeld	82,4	87,8	42,4	94,8	44,4	neg.	neg.	<i>average</i>
	<i>dry matter</i>	<i>organic matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>	

TABLE B Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of the fodderbeets fed in the first experiment

TABEL C Samenstelling der doge stof (%) en verteringscoëfficiënten van het hooi en de hooibrokjes uit de 1e voederproef in de winter 1960/61

	droge stof	organische stof	ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit	
<b>HOOI (V 626)</b>								
saamenstelling	85,02		10,30	43,60	39,18	6,92	8,72	<b>HAY</b>
<i>composition</i>								
<i>digestion coefficients</i>								
hamel S	55,9	56,6	53,5	51,2	63,4	46,6	47,3	<i>wether S</i>
" T	53,7	54,7	49,5	49,9	61,3	40,4	43,8	<i>" T</i>
" U	53,4	54,4	51,2	49,5	60,6	39,8	44,6	<i>" U</i>
gemiddeld	54,3	55,2	51,4	50,2	61,8	42,3	45,2	<i>average</i>
<b>HOOIBROKJES (V 629)</b>								
saamenstelling	90,83		10,23	44,36	37,30	8,11	9,24	<b>HAY PELLETS</b>
<i>composition</i>								
<i>digestion coefficients</i>								
hamel S	46,0	46,9	41,7	43,9	52,0	34,9	39,2	<i>wether S</i>
" T	49,6	50,7	43,5	47,5	56,5	37,0	41,2	<i>" T</i>
" U	51,0	52,2	46,7	49,6	56,8	37,4	44,2	<i>" U</i>
gemiddeld (zonder S)	50,3	51,4	45,1	48,6	56,6	37,2	42,7	<i>average (without S)</i>
	<i>dry matter</i>	<i>organic matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>	

TABEL C Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of the hay and hay pellets used in the 1st feeding trial in the winter 1960/61



TABEL D Samenstelling der doge stof (%) en verteringscoëfficiënten van het hooi en de hooibrokjes uit de 2e voederproef in de winter 1960/61

		droge stof	organische stof	ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit	
HOOI (V 633)									
samenstelling		87,15		11,92	44,54	34,40	9,14	8,20	
verteringscoëfficiënten									composition
hamel P		62,9	64,4	57,7	63,2	68,3	48,1	42,6	digestion coefficients
" Q		59,4	60,7	57,0	58,6	64,6	46,7	42,1	weber P
" R		63,9	65,3	58,5	62,9	70,8	49,8	44,7	" Q
gemiddeld		62,1	63,5	57,7	61,6	67,9	48,2	43,1	" R
									average
HOOIBROKJES (V 636)									
samenstelling		91,49		11,93	44,85	33,50	9,72	8,71	
verteringscoëfficiënten									composition
hamel P		60,9	62,4	56,7	61,9	65,2	46,8	45,8	digestion coefficients
" Q		54,2	55,1	51,2	54,6	57,3	45,4	40,3	weber P
" R		56,4	57,4	51,5	56,9	60,3	46,4	40,0	" Q
gemiddeld		57,2	58,3	53,1	57,8	60,9	46,2	42,0	" R
									average
HOOIBROKJES (V 640)									
samenstelling		90,59		11,40	45,26	33,87	9,47	8,43	
verteringscoëfficiënten									composition
hamel P		59,6	61,3	52,1	60,9	65,1	42,8	40,4	digestion coefficients
" Q		52,4	53,3	47,9	53,0	55,6	43,4	35,8	weber P
" R		55,2	56,4	50,6	55,5	59,5	43,2	38,5	" Q
gemiddeld		55,7	57,0	50,2	56,5	60,1	43,1	38,2	" R
hooibrokjes gem.		56,4	57,6	51,6	57,2	60,5	44,6	40,1	average
									hay pellets average
		dry matter	organic matter	crude protein	N-free extract + fat	crude fibre	ash	true protein	

TABEL D Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of the hay and hay pellets used in the 2nd feeding trial in the winter 1960/61

TABEL E Indeling der proefdieren voor de proef in de winter 1961/62

proefgroep (hooibrokjes)				contrôlegroep (hooi)			
no.	levend gewicht (kg)	geboortedatum	groei in voorperiode (kg)	no.	levend gewicht (kg)	geboortedatum	groei in voorperiode (kg)
12	222	19- 2 - '61	5	11	225	14- 2 - '61	9
13	246	14- 2 - '61	10	14	230	19- 2 - '61	3
16	234	8- 3 - '61	2	15	251	13- 2 - '61	8
✓ 19	233	15- 3 - '61	3	17	219	10- 3 - '61	8
20	272	15-12- '60	4	18	237	8- 3 - '61	1
21	244	7- 3 - '61	2	22	284	15-12- '60	—7
gem. (average)	241,8	16- 2 - '61	4,3		241,0	12- 2 - '61	3,7
nr.	live weight (kg)	birth date	growth in preliminary period (kg)	nr.	live weight (kg)	birth date	growth in preliminary period (kg)
<i>experimental group (hay pellets)</i>				<i>control group (hay)</i>			

TABEL E Grouping of the animals for the experiment in the winter 1961/62

TABEL F Samenstelling der dode stof (%) en verteringscoëfficiënten van het hooi en de hooibrokjes uit de voederproef in de winter 1961/62

	droge stof	organische stof	ruw eiwit	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit
HOOI (V 658)							
samenstelling	85,64		13,64	47,85	29,75	8,76	11,15
verteringscoëfficiënten							
hamel A	64,6	67,2	58,4	66,6	72,3	37,8	53,1
" B	61,7	64,1	52,2	63,9	69,8	36,7	46,6
gemiddeld	63,2	65,6	55,3	65,2	71,0	37,2	49,8
HAY							
compositie							
verteringscoëfficiënten							
wetber A							
" B							
average							
HAY PELLETS							
compositie							
verteringscoëfficiënten							
hamel S	55,4	56,6	51,9	58,2	56,3	43,6	49,3
" T	63,1	65,3	54,9	64,8	71,0	41,8	52,7
" U	57,3	59,9	47,6	60,2	65,3	31,4	46,7
gemiddeld	58,6	60,6	51,5	61,1	64,2	38,9	49,6
	<i>dry matter</i>	<i>organic matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>N-free extract + fat</i>	<i>crude fibre</i>	<i>ash</i>	<i>true protein</i>

TABEL F Compositie of the dry matter (%) and digestie coëfficiënten of the hay and hay pellets used in the feeding trial in the winter 1961/62