RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

ONDERZOEK NAAR DE VOEDERWAARDE VAN ONTSLOTEN STROO VOOR HERKAUWERS

DOOR

N. D. DIJKSTRA

(Ingezonden 22 April 1944)

INLEIDING

Reeds in 1941 werd aan de Physiologische Afdeeling van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn de wenschelijkheid overwogen proefnemingen te verrichten met cellulose als voedermiddel. Dit naar aanleiding van gunstige resultaten, welke men in houtrijke landen, die een belangrijke houtcelluloseindustrie bezitten, met houtcellulose had verkregen. Toen evenwel bleek, dat er geen voldoende invoermogelijkheid voor deze houtcellulose bestond, richtte zich onze aandacht op de mogelijkheid van het gebruik van cellulose, verkregen door ontsluiting op chemische wijze van stroo, waarvoor in ons land naar het scheen fabricageplannen bestonden met het oog op de vervaardiging van textielwaren.

Inmiddels ontvingen wij in 1942 inlichtingen, dat de Werkgroep Veevoeder van de Technische Afdeeling van de Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek (T. N. O.) er in samenwerking met het Centraal instituut voor industrialisatie (C. I. V. I.) toe overgegaan was onderzoekingen te verrichten over de ontsluiting van stroo voor veevoederdoeleinden en dat in Juni 1942 de fabricage van een hoeveelheid van dit z. g. „voedercarton" ter hand genomen zou worden.

Bij de besprekingen, die hierover door den Inspecteur van het Veeteeltwezen, de genoemde organisaties en de Onderbedrijfsgroep Veevoeder der toenmalige Nederlandsche Akkerbouwcentrale gehouden waren, kwam de wenschelijkheid naar voren een aantal proefnemingen met vee te doen om een goed inzicht in de bruikbaarheid en de waarde van het vervaardigde product voor het genoemde doel te verkrijgen. Na enkele voorloopige proefnemingen, welke in den zomer van 1942 door de Physiologische Afdeeling van het Proefstation verricht werden, volgende op een bespreking met vertegenwoordigers van de Nederlandsche Inkoopcentrale van Akkerbouwproducten en van de Technische Afdeeling van T. N. O. over den vorm, waarin de producten ter onzer beschikking konden worden gesteld, en na ampel overleg in de „Commissie voor bijzondere voedermiddelen" van het Rijksbureau voor Voedselvoorziening in Oorlogstijd, waar ook een door de Physiologische Afdeeling van het Rijkslandbouwproefstation opgesteld proefschema werd aanvaard, werd besloten tot het verrichten aan ons instituut van voederproeven op groote schaal, zoowel met melkgevende runderen als met mestvarkens.

45405

Over de eerstgenoemde voederproef met melkkoeien wordt hier verslag uitgebracht, terwijl de proeven met mestvarkens apart gepubliceerd worden.

Daar het de bedoeling was een koolhydraatrijk voedermiddel te winnen, leek het ons wel wenschelijk om, alvorens een literatuuroverzicht te geven over de verschillende proefnemingen, welke er reeds over de voedering met ontsloten stroo in het buitenland zijn genomen, eerst iets mede te deelen over de voornaamste koolhydraten, die er in de planten voorkomen, en wel in het bijzonder iets over de omzettingen, welke ze ondergaan, wanneer ze door het dier worden opgenomen. Wij zullen dit doen aan de hand van een artikel van BREIREM [1]).

Hierin worden de koolhydraten biologisch in 2 groepen ingedeeld:

1°. de gemakkelijk verteerbare koolhydraten (verteren met behulp van de spijsverteringsenzymen van het dier): suiker en zetmeel;

2°. de moeilijk verteerbare koolhydraten (verteren met behulp van bacteriën):
cellulose;
hemicellulose (pentosanen, hexanen, uronzuren);
incrusteerende stoffen (lignine, pectine).

De stoffen uit de 1ste groep worden met behulp van enzymen gesplitst tot monosachariden.

Het is tot nu toe niet gelukt om in de verteringsorganen van hoogere dieren enzymen aan te toonen, die de koolhydraten uit de 2de groep noemenswaard splitsen. De verschillende dieren, en wel speciaal herkauwers, verteren deze koolhydraten met behulp van enzymen van bacteriën, die in het spijsverteringskanaal van deze dieren in symbiose met hen leven.

Het is moeilijk uit te maken, welke hoeveelheden van deze beide genoemde groepen in de voedermiddelen voorkomen. Bij de gewone voedermiddelanalyse worden de koolhydraten ook in twee groepen ingedeeld, n. l. in ruwe celstof en zetmeelachtige stof. Men zou nu kunnen denken, dat het ruwe-celstof-gehalte een maat was voor de moeilijk verteerbare koolhydraten, doch dit is niet juist. De ruwe-celstof-bepaling is een zuiver conventioneele methode; bij de in de geheele wereld ingeburgerde Weendermethode bepaalt men de onopgeloste rest der organische stof, die na behandeling met 1,25 % zwavelzuur, 1,25 % natronloog, alcohol en aether achterblijft. Hierbij treedt naast het oplossen van in water oplosbare anorganische en organische verbindingen een hydrolytische splitsing van de eiwitten op, een verzeeping van de vetten en een afbraak van de weinige polymere koolhydraten door hydrolyse en inversie tot de eenvoudige hexosen en pentosen. Tevens worden echter ook in zekere mate de celmembranen aangegrepen en bijgevolg bevat de ruwe celstof niet alle koolhydraten van de 2de groep, doch slechts een gedeelte ervan; de rest komt met suiker en zetmeel in de groep der zetmeelachtige stof terecht.

Ruwe celstof bevat het grootste gedeelte van de cellulose (60—80 %), maar een zeer varieerend gedeelte van de lignine (5—70 %). In enkele

---

[1]) BREIREM, *Papir-Journalen* 1940, Nos. 15—19.

voedermiddelen komt dus een groot deel van de lignine in de zetmeelachtige stof. Hetzelfde geldt voor hemicellulose.

Het is duidelijk, dat een groot gedeelte van wat wij zetmeelachtige stof noemen, biologisch gesproken, uit moeilijk verteerbare koolhydraten bestaat. Dit is vooral het geval in voedermiddelen, die voor planteneters het meest natuurlijk zijn, n. l. gras, hooi en stroo.

Volgens de onderzoekingen van HOCK [1]) bevatte hooi in het geheel geen zetmeel en gras slechts een minimale hoeveelheid (1,1 %), terwijl volgens de proefnemingen van HOPPER en NESBITT [2]) gras, al naar het groeistadium, waarin het zich bevond, 4 tot 14 % suiker bevatte.

Men mag dus rekenen, dat het grootste gedeelte (80—95 %) van de koolhydraten in deze, voor planteneters meest natuurlijke voedermiddelen, tot de 2de groep behooren en dus met behulp van bacteriën worden verteerd en wanneer men dan weet, dat van deze voedermiddelen ongeveer 70—85 % der droge stof uit koolhydraten bestaat, dan krijgt men een idee van de belangrijkheid van deze 2de groep koolhydraten.

Enkele onderzoekers hebben in verschillende voedermiddelen het gehalte aan cellulose, pentosanen en lignine bepaald. Hierbij bleek, dat de hoeveelheid lignine en cellulose sterk toenam naarmate de planten ouder werden en tevens bleek hierbij nogmaals, dat de ruwe celstof een onvolledige maat was voor de hoeveelheid moeilijk verteerbare koolhydraten.

Aan den anderen kant is uit proefnemingen gebleken, dat deze koolhydraten in de verschillende voedermiddelen in waarde kunnen varieeren. Het is mogelijk, dat dit berust op de bepalingsmethodiek, maar het kan ook andere oorzaken hebben, b.v. dat de bouw van de cellen van de voedermiddelen oorzaak is van een verschillende verteerbaarheid van dezelfde stof.

Hieruit ziet men dus, dat zelfs de bepaling van de afzonderlijke koolhydraten nog geen zekeren grondslag vormt voor de schatting van de voederwaarde. Dit is dan ook de reden, waarom verschillende deskundigen meenen, dat men evengoed kan volstaan met ruwe-celstof-bepalingen en dit wel des te meer, omdat een indeeling in ruwe celstof en zetmeelachtige stof stellig wel beteekenis heeft, daar zij de koolhydraten in een meer onoplosbaar gedeelte, dat sterker weerstand biedt aan de biologische processen, en in een meer oplosbaar, door biologische processen gemakkelijker aantastbaar deel zal scheiden.

Zooals gezegd, worden de gemakkelijk verteerbare koolhydraten in het maag-darmkanaal met behulp van enzymen (carbohydrase) gesplitst in monosachariden. Deze worden opgenomen of worden verder gesplitst tot triosen. In de koolhydraatstofwisseling neemt pyrodruivenzuur een centrale plaats in. Pyrodruivenzuur wordt onder anaerobe voorwaarden gereduceerd tot melkzuur, maar bij aerobe voorwaarden geoxydeerd tot de eindproducten CO_2 en water via verschillende tusschentrappen. Bij overmaat koolhydraten worden via pyrodruivenzuur en aceetaldehyde vetzuren gevormd. Daar er verder bij de afbraak ook glycerine kan ontstaan, kan er op deze wijze uit deze koolhydraten vet worden gevormd.

---

[1]) HOCK, *Tierernährung* 10 (1938) 249.
[2]) HOPPER, NESBITT, *North Dakota Stat. Bull.* 236 (1930).

De omzettingen, welke *cellulose* (het voornaamste bestanddeel der moeilijk verteerbare koolhydraten) ondergaat, zijn niet zoo goed bekend. De gewone opvatting is, dat met behulp van bacteriën uit cellulose vluchtige vetzuren gevormd worden, voornamelijk azijnzuur en boterzuur, en dat deze dan geresorbeerd en benut worden. Wanneer deze stoffen de belangrijkste producten bij de celluloseverteerbaarheid zijn, is het echter moeilijk te verklaren, dat cellulose een groote voedingswaarde heeft. Hierbij moet men echter bedenken, dat de vluchtige vetzuren eindproducten zijn en dat er daarom reden is te onderzoeken, of er tusschenproducten gevormd worden, die een grootere waarde hebben. Bij een onderzoek hierover hebben WOODMAN c. s. [1]) vastgesteld, dat de cellulosesplitsende bacteriën glucose, pyrodruivenzuur en melkzuur vormen, dus dezelfde stoffen, die voorkomen bij de omzettingen van de Iste groep.

Dit zou dan een zeer goede verklaring vormen voor het feit, dat zuivere cellulose wel groote voedingswaarde heeft, daar men mag aannemen, dat deze tusschenproducten, in de eerste plaats pyrodruivenzuur, geresorbeerd kunnen worden en vet vormen. Een deel ervan wordt weliswaar omgezet in azijnzuur en boterzuur. Op grond hiervan en omdat bij bateriecomzettingen brandbare gassen worden gevormd (CH_4) en warmte vrijkomt, moet men verwachten, dat cellulose en andere moeilijk verteerbare koolhydraten minder voedingswaarde hebben dan de gemakkelijk verteerbare koolhydraten, die met enzymen gesplitst worden.

Behalve de vraag hoè de cellulose verteerd wordt, is ook belangrijk hoeveèl er van verteerd wordt. Hierop kan de verteringscoëfficient antwoord geven en deze kan, zooals uit het volgende zal blijken, zeer sterk varieeren.

In dit verband zullen wij eens nagaan op welke wijze de verschillende bestanddeelen in de planten voorkomen.

Cellulose is het voornaamste bestanddeel van de celwanden. Hierin komt ze, zooals wij gezien hebben, niet alleen voor, maar te zamen met de z. g. incrusteerende stoffen. Deze „begeleidende" stoffen bestaan hoofdzakelijk uit lignine, maar ook uit pectine, cutine en andere minder bekende stoffen. Nu zijn, zooals bekend, de celwanden opgebouwd uit verschillende lamellen, die laagsgewijs het lumen omgeven. Van binnen naar buiten onderscheidt men: de tertiaire lamellen, de dikwijls verdikte en dan uit meerdere lagen opgebouwde secundaire en de primaire lamellen. Kitstoffen tusschen de cellen worden z. g. tusschenlamellen genoemd. Secundaire lamellen bestaan hoofdzakelijk uit cellulose, tusschenlamellen voornamelijk uit lignine. Hierin is de mogelijkheid gelegen van het z. g. „ontsluiten". Volgens LÜDTKE [2]) moet men hieronder verstaan een behandeling met chemische middelen, die tot doel heeft deze tusschenlamellen te vernietigen, om zoodoende de cellen te isoleeren.

Op de strijdvraag, of men werkelijk van een incrustatie, dus als het ware een doorgroeiïng van de cellulose en andere koolhydraten met lignine,

---

[1]) WOODMAN, EVANS, *Journ. of Agr. Sc.* 28 (1938) 43.

[2]) LÜDTKE, in MANGOLD: *Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landw. Nutztiere* (1929) Bd. I, pg. 44.

pectine en andere stoffen, eventueel kiezelzuur, kan spreken, dan wel van een chemische verbinding tusschen cellulose en haar begeleiders, zullen wij hier niet ingaan.

De verteerbaarheid van niet ontsloten cellulose is afhankelijk van den incrusteeringsgraad. Zoo is b. v. gevonden, dat de verteringscoëfficiënt van ruwe celstof, die in jong gras hoog is, sterk afneemt naarmate het gras ouder wordt. Zoo vonden wij [1]) b. v., dat de verteringscoëfficiënt van ruwe celstof van weidegras van 4 Juni tot 9 Juli geleidelijk daalde van 76,7 tot 61,6 (gelijktijdig daalde de verteringscoëfficiënt van zetmeelachtige stof van 78,2 tot 62,9) en dat bij gras van een andere weide (dit gras had door zijn zeer hoog gehalte aan Alopecurus pratensis een iets afwijkende botanische samenstelling) de verteringscoëfficiënt van ruwe celstof van 24 Mei tot 20 Juni geleidelijk daalde van 72,4 tot 61,3 (en die van zetmeelachtige stof van 73,2 tot 60,7).

Nog grootere verschillen vonden b. v. ISAACHSEN c. s. [2]); deze vermelden n. l., dat de verteringscoëfficiënt van ruwe celstof in gras van begin Juni tot begin Augustus daalde van 81 tot 38 (de verteringscoëfficiënt van zetmeelachtige stof daalde bij deze proefneming veel minder, n. l. van 82 tot 66).

In dit oude gras was de ruwe celstof dus niet best verteerbaar en dit is ook het geval in de verschillende stroosoorten en in nog veel sterkere mate in hout. Zoo vonden b. v. HONCAMP c. s. [3]) bij hun uitgebreide proefnemingen over de verschillende stroosoorten, dat de gemiddelde verteringscoëfficiënten van ruwe celstof bij graanstroo varieerden van 46 voor wintertarwestroo tot 57 voor haverstroo, terwijl voor de ruwe celstof in houtzaagsel door KELLNER [4]) een verteringscoëfficient van 11 en door HONCAMP c. s. [5]) zelfs een negatieve verteringscoëfficient werd gevonden.

Wanneer men nu echter dergelijke stroosoorten of hout langs chemischen weg grondig ontsluit, wordt een product verkregen, dat zeer goed verteerbaar is. Dit product wordt al naar de grondstof, waaruit het bereid is, stroo- of houtcellulose genoemd.

Nu zijn in Zweden door EDIN [6]) en in Noorwegen door ISAACHSEN en HØIE [7]) en door HVIDSTEN [8]) verschillende verteringsproeven uitgevoerd met goed ontsloten houtcellulose en ze vonden daarbij zeer hooge verteringscoëfficiënten. Voor de organische stof varieerden de waarden ongeveer tusschen 80 en 90 % en voor de ruwe celstof werden zelfs verteringscoëfficiënten gevonden, die lagen tusschen 90 en 100. Er werd geen wezenlijk verschil in verteerbaarheid gevonden of bij de ontsluiting gebruik werd gemaakt van sulfiet-, sulfide- of natronloog.

Zooals uit proefnemingen van KELLNER c. s. [9]) blijkt, kan ook stroo

---

[1]) DIJKSTRA, BROUWER, *Versl. v. landbk. Onderz.* 45 (1939) 1; *Jaarverslag der Proefzuivelboerderij* over 1938, bldz. 107.

[2]) ISAACHSEN, ULVESLI, HUSBY, *Norges Landbrukshøiskole, Beretning* 32 (1932).

[3]) HONCAMP, RIES, MÜLLNER, *Landw. Versuchsstat.* 84 (1914) 301.

[4]) KELLNER, *Sächs. landw. Ztg.* 42 (1894) 143, vermeld in het artikel van:

[5]) HONCAMP, GSCHWENDNER, MÜLLNER, REICH, *Landw. Versuchsstat.* 78 (1912) 87.

[6]) EDIN, *Meddelande från Centralanstalten* 168 (1918).

[7]) ISAACHSEN, HØIE, *Norges Landbrukshøiskole, Beretning* 12 (1919).

[8]) HVIDSTEN, *Nordisk Jordbrugsforskning* (1940) Hft. 5—6 (afdruk).

[9]) KELLNER, KÖHLER, *Landw. Versuchsstat.* 53 (1900) 302.

zoo goed ontsloten worden, dat de verteringscoëfficiënten van het verkregen product op deze hoogte liggen; voor de organische stof werden bij deze proeven n. l. verteringscoëfficiënten van 88 en voor ruwe celstof van 96 gevonden.

De verteringscoëfficiënten van goed ontsloten cellulose staan bijgevolg op één lijn met die van de meest waardevolle krachtvoedermiddelen.

Dat de chemische ontsluiting de verteringscoëfficiënten doet stijgen, schijnt in hoofdzaak te berusten op de oplossing en verwijdering van de incrusteerende stoffen en wel speciaal van lignine. Hierdoor wordt de cellulose beter voor de cellulosesplitsende bacteriën toegankelijk. Hoewel het niet absoluut noodzakelijk is de lignine volledig te verwijderen, moet men er toch rekening mede houden, dat men de hoogste verteerbaarheid en voederwaarde zal vinden voor die cellulose, die een minimum aan lignine bevat. Voor verschillende onderzoekers is n. l. gevonden, dat de lignine zeer slecht verteerbaar is. Volgens JUON [1]) en TSCHERNIAK [2]) moet hierbij echter verschil gemaakt worden tusschen de lignine, welke bij de bepaling in de ruwe celstof en die, welke in de zetmeelachtige stof is terecht gekomen. Van de ruwe-celstof-lignine werd in elk geval door NAUMANN [3]) in uitgebreide proefnemingen vastgesteld, dat ze in bijna alle gevallen volledig onverteerbaar was. Bijgevolg kan men dus aannemen, dat de lignine in ontsloten producten practisch geheel onverteerbaar is. Dit is in overeenstemming met de resultaten van de Russische onderzoekers PRJANISCHNIKOW en TOMME [4]), die bij hun proefnemingen met konijnen vonden, dat de verteringscoëfficiënten van cellulose uit stroopraeparaten sterk afhankelijk waren van het ligninegehalte.

In dit verband willen wij er verder nog den nadruk op leggen, dat het niet mogelijk is om een gunstig resultaat te verkrijgen door het stroo of het hout langs mechanischen weg fijn te maken. De proeven, die hierover o. a. door HONCAMP c. s. [5]) zijn genomen, gaven negatieve resultaten. Bij de proeven van KELLNER bleek verder, dat de kleine hoeveelheden, die van deze mechanisch fijn gemaakte houtmassa nog verteerbaar zijn, het dier niet ten goede komen, daar de verteringsarbeid zoo groot is, dat die meer energie kost dan in de houtmassa toegevoerd wordt. KELLNER [6]) vond zoodoende, dat de opname van 1 kg droge stof in zaagsel een direct verlies van 178 nettocalorieën met zich meebracht.

Welk gedeelte van de verteerde cellulose wordt er nu werkelijk door het dier benut? Zooals gezegd, gaat een gedeelte van de cellulose over in gasvorm (methaan) en een gedeelte van de energie van cellulose komt vrij als warmte.

Om hierover uitsluitsel te geven, hebben zoowel KELLNER c. s. [7]) als

---

[1]) JUON, *Landw. Versuchsstat.* 120 (1934) 129.
[2]) TSCHERNIAK, *Tierernährung* 8 (1936) 408.
[3]) NAUMANN, *Zeitschr. f. Tierernährung und Futtermittelkunde* 3 (1940) 193.
[4]) PRJANISCHNIKOW, TOMME, *Tierernährung* 8 (1936) 104.
[5]) HONCAMP, BLANCK, *Landw. Versuchsstat.* 93 (1919) 175.
[6]) KELLNER-FINGERLING, *Die Ernährung der landw. Nutztiere* (1920) bldz. 168.
[7]) KELLNER, KÖHLER, *Landw. Versuchsstat.* 53 (1900) 1.

FINGERLING c. s. [1]) respiratieproeven genomen met goed ontsloten stroocellulose. Bij deze proeven werd bepaald de „vetaanzetting" per gewichtseenheid verteerbare cellulose in vergelijking met die van verteerbaar zetmeel zoowel bij planteneters (rund) als bij alleseters (varken).

	Calorieën, die per kg vert. org. stof voor de aanzetting beschikbaar zijn		Uitgedrukt in % van de omzetbare energie	
	runderen	varkens	runderen	varkens
Zetmeel	2350	3410	62,9	83,5
Cellulose	2390	2350	65,7	58,6

Deze proeven hebben dit interessante en belangrijke resultaat opgeleverd, dat zuivere cellulose bij runderen evenveel vet aanzet als zuiver zetmeel. Verteerbare cellulose en verteerbaar zetmeel hebben bijgevolg dezelfde voedingswaarde (productiewaarde) bij herkauwers. De proeven wijzen er dus op, dat herkauwers cellulose evengoed benutten als zetmeel, hoewel men van biologisch standpunt zou denken, dat cellulose minder waarde zou hebben.

Verder zien wij uit het tabelletje, dat zuivere cellulose bij varkens een even groote vetaanzetting teweegbrengt als bij herkauwers, maar dat zetmeel bij varkens nog belangrijk meer waarde heeft.

Hiervoor hebben FINGERLING c. s. [1]) de volgende interessante verklaring gegeven: bij varkens wordt het zetmeel met behulp van enzymen verteerd en de cellulose met behulp van bacteriën. Daar bij bacterieomzettingen, zooals reeds eerder is vermeld, vluchtige vetzuren ontstaan, brandbare gassen worden gevormd en warmte vrij komt, is het logisch, dat de productiewaarde van de verteerbare cellulose lager is dan die van verteerbaar zetmeel. Bij herkauwers daarentegen moeten wij aannemen, dat in de pens van de gevoederde zetmeelachtige stof een gedeelte door de bacteriën wordt ontleed, zoodat dit deel niet aan het dier ten goede komt. Bijgevolg zal het zetmeel dus, evenmin als de cellulose, bij herkauwers zijn volledige waarde bereiken.

Daar cellulose bij varkens slechts ongeveer 70 % van de waarde van zetmeel heeft, kan men cellulose moeilijk een goed voeder voor varkens noemen, zelfs al zou het door deze dieren goed worden verteerd. Voor herkauwers is daarentegen cellulose wel een goed voeder. Goed ontsloten cellulose, dat uitstekend verteerbaar is, zal volgens genoemde onderzoekers dezelfde waarde hebben als zetmeel in zetmeelrijke voedermiddelen als graan en aardappelen.

Wat de overige voedereigenschappen betreft, kan goed ontsloten cellulose evenwel om andere redenen niet op één lijn gesteld worden met boven genoemde krachtvoeders.

[1]) FINGERLING, KÖHLER, REINHARDT, *Landw. Versuchsstat.* 84 (1914) 149.

In de eerste plaats hebben de celluloseproducten de onaangename eigenschap, dat ze betrekkelijk volumineus zijn. Dit brengt mee, dat de dieren moeite zullen hebben om een behoorlijke hoeveelheid cellulose op te nemen naast groote quanta ruwvoeder, dit in tegenstelling met gewoon krachtvoeder. Wanneer men een aanzienlijke hoeveelheid cellulose wil voederen, zal men genoodzaakt zijn de ruwvoederhoeveelheid te beperken, wat in ons land, waar men gewoonlijk nogal over ruime hoeveelheden ruwvoeder beschikt, zeer zeker een nadeel is.

Verder is cellulose geen smakelijk voeder. Dit kan zekere moeilijkheden geven, speciaal bij het gewennen der dieren aan het voeder.

Vanzelfsprekend is cellulose een eenzijdig koolhydraatvoeder. Om bij de voedering ervan goede resultaten te verkrijgen, is het noodzakelijk diè voedingsstoffen er bij te verstrekken, die in cellulose ontbreken, n. l. eiwit, mineralen en vitaminen. Zeer belangrijk is het verstrekken van voldoende eiwit. Behalve de noodzakelijke hoeveelheid voor onderhoud en productie, is het wellicht op zijn plaats extra eiwit toe te voegen met het oog op de vertering van de cellulose. De verteringsproeven wijzen n. l. uit, zooals ook uit het hier volgende verslag zal blijken, dat de vertering van cellulose een extra eiwitgift verlangt, die dus moet worden bijgegeven in het overige voeder.

Zooals uit het voorafgaande blijkt, is het KELLNER geweest, die den wetenschappelijken grondslag voor de ontsluiting van stroo voor voederdoeleinden met behulp van alkaliën heeft gelegd. Het is echter LEHMANN geweest, die het eerst hierover op uitgebreide schaal proeven heeft genomen en die haar in den loop van meer dan 20 jaren op een breedere, practische basis heeft gezet.

Reeds in 1890 [1]) deelde LEHMANN mede, dat in Göttingen onder leiding van HENNEBERG proeven waren genomen met cellulose, die bereid was door roggestroo met natronloog te koken. Hierbij was gevonden, dat deze zeer goed verteerbare ruwe celstof als voedermiddel niet of slechts zeer weinig achterbleef bij de gemakkelijk oplosbare koolhydraten.

In 1894 [2]) stelde LEHMANN vast, dat de voederwaarde van stroo belangrijk werd verhoogd, wanneer het met de dubbele hoeveelheid water en 4 % NaOH in open vaten werd gekookt.

Daar het voeder in dezen vorm practisch echter nog niet bruikbaar was, stelde hij in 1902 [3]) voor om bij het ontsluiten van stroo gebruik te maken van de bolvormige kookketels uit de papierfabrieken. Stroo werd daarbij gemengd met de dubbele hoeveelheid water en 2—4 % NaOH en bij een druk van 4—5 atm. 6 uur lang verhit. Bij deze ontsluiting worden de karakteristieke acetylgroepen van de lignine afgesplitst. Hierbij ontstaat azijnzuur, dat vanzelfsprekend een aequivalente hoeveelheid loog neutraliseert. Daar bij bovengenoemd procédé nu zooveel azijnzuur werd gevormd, dat de toegevoegde loog volledig werd weggenomen en er zelfs een zwak zure

[1]) LEHMANN, *Landw. Versuchsstat.* 38 (1891) 337.

[2]) KELLNER-FINGERLING, *Die Ernährung der landw. Nutztiere* (1920) blz. 288.

[3]) LEHMANN, *Deutsche landw. Presse* 19 (1902) 445; gerefereerd: *Bied. Zentr.bl.* 1902, blz. 738.

reactie ontstond, was het ontsloten stroo dadelijk voor de consumptie geschikt. Uit haverstroo, waarvan de organische stof voor 42 % verteerbaar was, ontstond een product, waarvan de verteerbaarheid op één lijn stond met die van middelmatig hooi (verteringscoëfficiënten van de organische stof tusschen 56 en 60).

Door BAURIEDL c. s. [1]) werden met op deze wijze ontsloten stroo, waarbij echter in plaats van 3½ % slechts 1½ % NaOH werd gebruikt, voederproeven genomen met koeien en mestossen. Zij kwamen hierbij tot de conclusie, dat men, uitgaande van stroo met een zetmeelwaarde van 17,7, een product kan verkrijgen met een zetmeelwaarde van 30,0, dus ongeveer van hooi. Bijgevolg zou het dan ook het meest geschikt zijn om te zamen met een eiwittoeslag hooi te vervangen, waarbij voor oudere koeien en mestossen 7—8 kg per 1000 kg levend gewicht een geschikte hoeveelheid zou zijn.

ALTMANNSBERGER [2]) nam in 1907 verteringsproeven met hamels met roggestroo, dat met NaOH onder druk ontsloten was, en vond, dat de verteringscoëfficiënt van de ruwe celstof van dit ontsloten stroo, dat goed door de dieren werd opgenomen, aanzienlijk was toegenomen (van 38 tot ongeveer 64).

Een uitgebreide toepassing heeft het procédé ter bereiding van ontsloten stroo echter pas gekregen ten gevolge van het voedergebrek, dat er tijdens den vorigen wereldoorlog in Duitschland was ontstaan. Hierover schrijft MAGNUS [3]) het volgende: daar het er om ging, snel voor een geschikt vervangingsvoeder te zorgen, scheen het aangewezen vooral die fabrieken in bedrijf te stellen, die reeds vroeger stroo met alkaliën, het zij met natronloog, het zij met kalk hadden ontsloten. Dit waren de stroocartonfabrieken, die het stroo na ontsluiting met NaOH in „hollanders" of kollergangen maalden en de zoo gewonnen papachtige massa voor de bereiding van cartonplaten over de langzeefmachine leidden. Het was de verdienste van OEXMANN, den weg voor de bereiding van een geschikt voedermiddel uit dit carton te hebben gewezen. Voor dit doel werd het nog vochtige carton b. v. door een „wolf" gemalen en te zamen met 35 % melasse tot een droogvoeder verwerkt, dat door vee, vooral door paarden, buitengewoon graag werd opgenomen (Strohkraftfutter II). Later is men er toe overgegaan aan dit voeder eiwit toe te voegen (Strohkraftfutter I).

Toen er door omstandigheden geen melasse meer beschikbaar was, is men er ook toe overgegaan een product zonder melasse te bereiden. Dit werd echter niet uit stroocarton bereid, maar het ontsloten stroo werd dadelijk na het koken met NaOH en uitwasschen, met behulp van een „wolf" gemalen en dan direct op het droge product, het z. g. „stroocelstofvoeder" verwerkt. Dit voeder werd echter in het algemeen door het vee minder graag opgenomen.

In het begin hield men zich aan de voorschriften der stroocarton-

---

[1]) BAURIEDL, STROHMER, *Östr.-Ungar. Zschr. f. Zuckerind. u. Landwirtschaft* 1906 I, blz. 44; gerefereerd: *Bied. Zentr.bl.* 1907, blz. 108.
BAURIEDL, FALLADE, idem 1908, blz. 340; gerefereerd: *Bied. Zentr.bl.* 1909, blz. 490.
[2]) ALTMANNSBERGER, *Bied. Zentr.bl.* 1908, blz. 757.
[3]) MAGNUS, *Theorie und Praxis der Strohaufschlieszung* (1919).

fabrieken; men gebruikte 10—12 % NaOH (van het gewicht aan stroo), doch al spoedig werd deze hoeveelheid tot 8 % verminderd.

Met bovengenoemd „eiwit-strookrachtvoeder" hebben o. a. ELLENBERGER en WAENTIG [1]) voederproeven met melkkoeien genomen en zeer gunstige resultaten bereikt. Ook verder zijn op verschillende plaatsen proeven genomen, die alle tot hetzelfde resultaat hebben geleid, dat zoowel het eenvoudige als het „eiwit-strookrachtvoeder" bij alle huisdieren met groot nut als zeer goed voedermiddel, eventueel krachtvoedermiddel, kan worden gebruikt en dat zij in geen enkel opzicht nadeelig op den gezondheidstoestand of de productie der dieren heeft gewerkt. Het strookrachtvoeder behoort tot de droge voedermiddelen met een vochtgehalte van 10—15 %.

Daar de bereiding van het besproken krachtvoeder slechts in groote fabrieken onder gebruikmaking van drukapparaten, droog-, maal- en menginrichtingen kan geschieden en bijgevolg zeer duur wordt, heeft men moeite gedaan het procédé te vereenvoudigen.

Dit is ook gelukt. Bij het procédé van COLSMAN zijn de drukapparaten weggelaten, evenals de droging en maling na de ontsluiting en de menging met andere stoffen. Bij dit procédé werd het stroo in een open gemetseld vat met 8 % NaOH, al of niet „voorgeweekt", meestal gedurende 6 uren gekookt (door stoominleiden) en daarna goed uitgewasschen. Men verkrijgt een materiaal met slechts 15—20 % droge stof, dat „krachtstroo" wordt genoemd. Bij de bereiding van dit product in fabrieken wordt in den regel met behulp van een pers een gedeelte van het water verwijderd, zoodat een product met ongeveer 25—30 % droge stof overblijft. Natuurlijk kan het gemetselde vat ook door een ijzeren worden vervangen; een dergelijke inrichting had men op het domein Dahlem (het z. g. Dahlem-procédé).

Met op dergelijke wijze ontsloten stroo zijn door verschillende onderzoekers verteringsproeven genomen.

Zoo vond FINGERLING [2]) bij zijn proefnemingen, dat de verteerbaarheid van het ontsloten stroo afhing van de hoeveelheid NaOH, welke bij de ontsluiting was gebruikt, en den aard van het stoomen. De verteringscoëfficienten voor ruwe celstof schommelden tusschen 73 en 85 en die van de zetmeelachtige stof tusschen 36 en 69; als gemiddelde van de uitkomsten van een viertal proeven werd voor ruwe celstof 79 en voor zetmeelachtige stof 57 berekend. Wanneer FINGERLING van deze producten de zetmeelwaarde berekende volgens een methode, waarop wij in het hier volgende verslag nader zullen ingaan, dan vond hij, dat de zetmeelwaarde er van varieerde van 45 tot 75 per 100 kg droge stof.

Verder hebben ook MORGEN c. s. [3]) een aantal verteringsproeven genomen met stroo, dat volgens het procédé van COLSMAN ontsloten was. Het materiaal werd hun in natten toestand (met ± 22 % droge stof) geleverd, waarna het door hen, meestal op een eest, werd gedroogd. Voor dit luchtdroge

---

[1]) ELLENBERGER, WAENTIG, *Berliner tierärztl. Wochenschr.* 33 (1917) 421.

[2]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.

[3]) MORGEN, BEGER, WAGNER, SCHÖLER, OHLMER, PLAUT, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 57.

materiaal vonden zij een gemiddelden verteringscoëfficiënt voor ruwe celstof van 72 en voor zetmeelachtige stof van 55. Wanneer van dit materiaal de zetmeelwaarde volgens FINGERLING werd berekend, kwamen zij tot zetmeelwaarden, die varieerden van 47 tot 67 (gemiddeld 55).

Ook in andere landen zijn door enkele onderzoekers proeven genomen met stroo, dat ontsloten was door het met loog te koken. Zoo vermeldt de Zweedsche onderzoeker EDIN [1]), dat dit voeder met grootere gretigheid werd gegeten dan houtcellulose. Van deze „stroocellulose", die een drogestof-gehalte van 25 % bezat, kon men zonder moeite het dagrantsoen voor paarden doen stijgen tot 20 kg (5 kg droge stof). Bij verteringsproeven met geiten vond hij voor den verteringscoëfficiënt van ruwe celstof 84 en voor zetmeelachtige stof 57.

De Engelsche onderzoeker GODDEN [2]) zette haverstroo gedurende een nacht te weeken in een 1,5 % oplossing van NaOH. Vervolgens werd er stoom in geblazen tot de geheele massa kookte en daarna werd het stoomen nog een uur voortgezet. Hiermede werden verteringsproeven genomen met 2 hamels. Om na te gaan of de loog eenigen invloed op de verteerbaarheid van het behandelde stroo uitoefende, werd een gedeelte er van loogvrij uitgewasschen, de rest niet. Er was geen verschil in verteerbaarheid tusschen het wel en niet uitgewasschen product; bij het eerste werd voor de verteringscoëfficiënten van ruwe celstof en zetmeelachtige stof resp. 83 en 64 gevonden en bij het niet uitgewasschen product resp. 87 en 63.

Tenslotte willen wij nog vermelden, dat HANSEN [3]) met stroo, dat volgens het procédé van COLSMAN ontsloten was, een paar kleine voederproefjes met koeien heeft genomen, waarbij hij vond, dat het ontsloten stroo in een hoeveelheid van 20 kg per koe en per dag zeer snel en goed werd opgenomen. Ook voor paarden, die er 30 kg van per dag konden opnemen, verdient volgens HANSEN dit ontsloten stroo zeer zeker groote aandacht.

Ook ELLENBERGER en WAENTIG [4]) vermelden, dat men van dit natte „krachtstroo" 20 tot 30 kg kan voederen. Volgens hen heeft het echter een flauwen smaak en wordt daarom door de dieren in het begin ongaarne opgenomen, terwijl zelfs vele dieren de opname geheel weigeren. Aan het natte onvermengde „krachtstroo" moeten de dieren zeer geleidelijk worden gewend.

Alle tot nu toe genoemde procédé's hebben ten doel een zoo goed mogelijke ontsluiting van het stroo te verkrijgen, d. w. z., de incrusteerende bestanddeelen zoo volledig mogelijk te verwijderen. Hierbij treden echter sterke verliezen op aan organische stoffen, zoodat de opbrengsten gemiddeld niet hooger waren dan ongeveer 55—58 %. Volgens MAGNUS [5]) hebben deze groote verliezen het „krachtstroo" vele tegenstanders bezorgd. Zooals hij echter met het volgende voorbeeld aantoont, wordt de totale hoeveelheid zetmeelwaarde wel degelijk verhoogd.

---

[1]) EDIN, *Meddelande* 168 (1918).
[2]) GODDEN, *Journ. Agr. Sc.* 10 (1920) 437.
[3]) HANSEN, *Mitt. D.L.G.* 32 (1917) 712.
[4]) ELLENBERGER, WAENTIG, *Berliner tierärztl. Wochenschr.* 33 (1917) 421.
[5]) MAGNUS, *Theorie und Praxis der Strohaufschlieszung* (1919).

Uitgegaan wordt van 100 kg stroo met een zetmeelwaarde van 11, dus van 11 kg zetmeelwaarde.

Opbrengst: 55 % „krachtstroo" met een zetmeelwaarde van 60, dit is 33 kg zetmeelwaarde.

In dit voorbeeld wordt de zetmeelwaarde dus het drievoudige. Wel hebben de hier genoemde methoden het nadeel, dat er voor de ontsluiting warmte noodig is, bijgevolg worden ze oneconomischer naarmate de kolenprijzen stijgen.

Aan dit bezwaar werd te gemoet gekomen door een procédé, dat door BECKMANN, den directeur van het Kaiser-Wilhelm-Institut te Dahlem, in 1918 wereldkundig werd gemaakt en waarbij de ontsluiting bij kamertemperatuur plaats vond.

Bij het BECKMANN-procédé wordt het gehakselde stroo met de achtvoudige hoeveelheid van een 1½ % natronloog-oplossing goed gemengd, dit is dus 12 kg NaOH per 100 kg stroo. Nadat het den voor de ontsluiting bepaalden tijd heeft gestaan, wordt de loog afgetapt en het stroo goed uitgewasschen. Deze afgewerkte loog kan, aangevuld met 6 % nieuwe loog, opnieuw voor een ontsluiting worden gebruikt. Daar dit ook nog voor een derde maal herhaald kan worden (het z. g. 3 phasensysteem), heeft men voor 3 ontsluitingen 24 % NaOH noodig of voor iedere ontsluiting 8 %, dus evenveel als bij de vorige procédé's.

Volgens MAGNUS heeft het BECKMANN-procédé dit groote voordeel boven de hiervoor genoemde, dat een verhooging van de verteerbaarheid bereikt wordt zonder de groote droge-stof-verliezen; bij dit procédé zou de opbrengst 75 à 80 % bedragen.

Met het „BECKMANN-stroo" zijn verschillende verteringsproeven genomen.

ELLENBERGER en WAENTIG [1]) vonden bij proefnemingen met paarden, dat de ruwe celstof in op dergelijke wijze ontsloten stroo voor 80—85 % werd verteerd, terwijl de verteringscoëfficiënten van de zetmeelachtige stof tusschen 67 en 80 waren gelegen. Uit deze proeven zou dus blijken, dat „Beckmann-stroo" door paarden even goed verteerd werd als „Colsmanstroo".

Bij de proefnemingen van VÖLTZ [2]) werd de invloed van den ontsluitingstijd op de verteerbaarheid nagegaan. Hiervoor werd roggekaf en gehakseld roggestroo met 8-voudige hoeveelheid 1,5 % NaOH gemengd en na verschillende tijden (3 tot 72 uren) door wasschen van de loog en de daarin opgeloste stoffen bevrijd. Het zoo ontstane product werd op eesten bij ca. 50° C gedroogd.

Bij het kaf werd het ontsluiten gedurende 18 uren vergeleken met dat van 3 uren. De langere loogbehandeling deed den verteringscoëfficiënt van ruwe celstof stijgen van 78 op 85 en dien van de zetmeelachtige stof van 42 op 56, terwijl de zetmeelwaarde van het verkregen product 30 % hooger was (van 44,7 op 58,4).

Bij het gehakte roggestroo werden 12, 24 en 72 uren vergeleken.

---

[1]) ELLENBERGER, WAENTIG, *Dtsch. landw. Presse* 46 (1919) 83.
[2]) VÖLTZ, *Biochem. Ztschr.* 102 (1920) 151.

Verteringscoëfficiënten

Ontsluitingsduur	Organische stof	Ruwe celstof	Zetmeelachtige stof	Zetmeelwaarde
12 uren	54,2	67,8	49,0	42,9
24 uren	53,0	70,9	39,9	41,3
72 uren	51,7	76,8	25,7	41,4

Uit deze cijfers blijkt, dat de stroo-ontsluiting volgens BECKMANN na 12 uren practisch reeds beëindigd is. Verder bleek, dat bij aanwezigheid van gemakkelijk verteerbare koolhydraten (suiker, zetmeel) het ontsloten stroo veel slechter werd verteerd. VÖLTZ verklaart dit aldus: de microorganismen uit het spijsverteringskanaal hebben hoofdzakelijk de gemakkelijk opneembare koolhydraten uit suiker en zetmeel als energiebron benut en daardoor de cellulose gespaard.

Intusschen moet uit deze proeven de conclusie worden getrokken, dat bij voedering van groote hoeveelheden suiker- en zetmeelrijke voedermiddelen naast ontsloten stroo geen aanbeveling verdient.

De invloed van de loogconcentratie op den graad der ontsluiting werd nagegaan door FINGERLING c. s. [1]).

Bij de ontsluiting volgens BECKMANN werd 100 kg roggestroo 12 uren geweekt met resp. 12, 10, 8, 6, 4 en 2 kg NaOH, steeds opgelost in 800 l water.

Bij de verteringsproeven, welke met hamels zijn genomen, werden de volgende resultaten verkregen.

Verteringscoëfficiënten

Hoeveelheid toegevoegd NaOH	Organische stof	Zetmeelachtige stof	Ruwe celstof
12 kg	71,2	60,4	80,9
10 kg	66,2	53,4	74,7
8 kg	66,1	53,1	78,2
6 kg	61,0	51,0	71,0
4 kg	50,2	43,4	53,9
2 kg	46,3	32,9	54,3
Onbehandeld stroo . .	45,7	40,2	58,0

Zooals uit deze tabel blijkt, werd bij vermindering van de loogconcentratie de verteerbaarheid steeds lager; de ontsluiting volgens het origineele voorschrift van BECKMANN, dus met 12 % NaOH, heeft het beste resultaat gegeven.

Ook HONCAMP c. s. [2]) hebben proefnemingen gedaan over ontsluiten van stroo met NaOH in de koude.

[1]) FINGERLING, SCHMIDT, SCHUSTER, *Landw. Versuchsstat.* 100 (1922) 1.
[2]) HONCAMP, POMMER, *Landw. Versuchsstat.* 99 (1922) 231.

Na bepaling van titreer- en opbrengstkromme, waaruit o. a. het snelle verloop der ontsluiting blijkt, onderzochten de proefnemers de inwerking van een 2 % NaOH-oplossing (bij BECKMANN een 1,5 % oplossing) op erwten- en haverstroo (12 uren).

Bij het erwtenstroo steeg de verteerbaarheid van de ruwe celstof van 35 op 51, die van de zetmeelachtige stof van 36 op 58 en de zetmeelwaarde van 5,8 op 30,7; bij haverstroo waren deze stijgingen van de verteringscoëfficiënten resp. van 70 op 83 en van 42 op 62, terwijl de zetmeelwaarde steeg van 25,6 op 66,9 (de groote stijging van de zetmeelwaarde is gedeeltelijk daaraan te danken, dat ze voor het origineele stroo op de gewone wijze volgens KELLNER werd berekend en bij het ontsloten product volgens FINGERLING, dus met een veel geringeren ruwe-celstof-aftrek).

Voor het uitwasschen waren zeer groote hoeveelheden water noodig. Hierdoor vonden verliezen plaats van alle bestanddeelen, behalve de ruwe celstof; de droge-stof-verliezen bedroegen ongeveer 25 %.

Op grond van voederproeven met paarden en melkkoeien, waarbij gelijke hoeveelheden droge stof van ontsloten stroo volgens BECKMANN en COLSMAN werden vergeleken, komt HANSEN [1]) tot de conclusie, dat roggestroo door een koude ontsluiting met NaOH gedurende 72 uren een even groote voederwaarde verkrijgt als bij het koken volgens het COLSMAN-procédé. Ondanks het feit, dat volgens hem een 12-urige ontsluiting iets minder goed heeft gewerkt, meent HANSEN toch de kortere behandeling te moeten aanbevelen. Verder vindt hij, dat de koude ontsluiting ten opzichte van het koken een zeer groote schrede vooruit is, omdat ze met zeer eenvoudige hulpmiddelen in ieder bedrijf, dat over voldoende water beschikt, is toe te passen en zeer veel goedkooper is. Bij deze proefnemingen werd het „BECKMANN-stroo" door de dieren zeer graag gegeten, beter dan het „kookstroo".

Dit is in overeenstemming met de bevindingen van FINGERLING [2]), die vond, dat ontsloten gekookt stroo in het begin niet gaarne wordt gegeten; de dieren moeten er aan wennen. Het „BECKMANN-stroo" werd direct met graagte opgenomen, hetgeen volgens FINGERLING daaraan ligt, dat de aromatische bestanddeelen er in blijven.

Volkomen hiermede in strijd zijn de ondervindingen van THOMANN [3]), die vermeldt, dat hij in Zwitserland een aanvang had gemaakt met een voederproef (met ± 50 koeien) met „BECKMANN-stroo", doch dat hij de proef ontijdig moest afbreken, omdat het niet gelukte de dieren aan dit voeder te wennen. Bijgevolg is hij een voorstander van „kookstroo", waarvoor volgens hem de voorwaarden in Zwitserland gunstig zijn, want er zijn veel kaasmakerijen, waarin kook- en stoomketels aanwezig zijn.

Om de verliezen bij uitwasschen en de moeilijkheden met het „afvalwater" te vermijden, liet THOMANN het uitwasschen achterwege en neutraliseerde het alkalische stroo met zure wei, zure karnemelk of zure ondermelk.

---

[1]) HANSEN, *Mitt. D.L.G.* 34 (1919) 41.
[2]) FINGERLING, *Mitt. D.L.G.* 33 (1918) 344.
[3]) THOMANN, *Landw. Jahrb. der Schweiz* 35 (1921) 667.

Volgens WIEGNER [1]) zou, wanneer 100 kg stroo met behulp van 10 kg NaOH ontsloten was, voor neutralisatie noodig zijn 665 l zure wei; bij 8 kg NaOH zou deze hoeveelheid 528 l en bij 6 kg NaOH 298 l bedragen. Daar de toegevoegde wei 7,4 g eiwit per l bevatte, zou dus resp. 4,92 kg, 3,91 kg en 2,21 kg eiwit worden toegevoegd, waardoor het eiwitgehalte van het ontsloten stroo een zeer groote verbetering zou ondergaan. Tevens wordt vanzelfsprekend ook nog een groote hoeveelheid zetmeelwaarde toegevoegd.

Volgens WIEGNER zou men in plaats van met zure wei en dergelijke ook kunnen neutraliseeren door bijvoedering van ensilage.

In 1921 brachten WEISER en ZAITSCHEK [2]) verslag uit over proefnemingen, welke door hen aan het physiologisch proefstation te Boedapest zijn genomen. Hierbij werd o. a. wintertarwestroo met twee verschillende hoeveelheden NaOH ontsloten volgens het „drukprocédé" van LEHMANN en wel met ± 4 kg en met 1,5 kg 96 % NaOH per 100 kg stroo. De verteringscoëfficienten voor organische stof, ruwe celstof en zetmeelachtige stof van het ontsloten stroo bedroegen bij de grootste hoeveelheid loog resp. 61, 63 en 70 en bij 1,5 % loog 66, 62 en 81. Hieruit concludeeren de onderzoekers, dat men het voordeeligst ontsluit door 4 uren koken met ± 1,5 kg 96 % NaOH en 200 l water bij 4 atm. druk. Men verkrijgt op deze wijze een zuur reageerend, uitstekend smakend voeder, waarvan de zetmeelwaarde met die van goed hooi overeenkomt.

Een andere publicatie, welke afkomstig was van HONCAMP c. s. [3]), ging over proefnemingen over ontsluiting van verschillende stroosoorten met NaOH onder druk. Zij kwamen hierbij tot de conclusie, dat voor deze ontsluiting slechts het graanstroo geschikt is. Dat van leguminosen is daarvoor waarschijnlijk onbruikbaar, terwijl bij het ontsluiten van cruciferenstroo de verbeteringen der voederwaarde zoo gering zijn, dat ze oneconomisch moeten worden genoemd.

Bij een ontsluiting met 3½ kg NaOH per 100 kg stroo werd in den regel een ontsluiting verkregen, die door gebruikmaking van de dubbele hoeveelheid NaOH volgens de onderzoekers dikwijls geen of slechts geringe verbetering van de voederwaarde teweegbracht. Wanneer er hierdoor een verhooging van de zetmeelwaarde plaats vond, dan was toch in alle gevallen, doordat moest worden uitgewasschen, de opbrengst geringer. Bijgevolg zou het volgens hen het doelmatigst zijn bij de ontsluiting van stroo genoegen te nemen met het bereiken van een product, waarvan de verteerbaarheid van de organische stof met die van goed weidehooi overeenkwam. Zooals wij hiervoor reeds vermeldden, was MAGNUS [4]) een andere meening toegedaan.

Gebrek aan natronloog is de aanleiding geweest om de stroo-ontsluiting met goedkoopere chemicaliën uit te voeren, b. v. met *kalk*.

---

[1]) WIEGNER, *Mitt. d. Gesellsch. schweiz. Landw.* 283 Sitz (Mai 1919) N°. 5.
[2]) WEISER, ZAITSCHEK, *Landw. Versuchsstat.* 97 (1921) 57.
[3]) HONCAMP, NOLTE, POMMER, *Landw. Versuchsstat.* 98 (1921) 249.
[4]) MAGNUS, *Theorie und Praxis der Strohaufschlieszung* (1919).

Zooals wij reeds hebben vermeld, berust de ontsluiting van hout en stroo op het *in oplossing brengen van de incrusteerende bestanddeelen*. Van deze bestanddeelen werd reeds de lignine genoemd. Hierbij komt bij het stroo ook nog het kiezelzuur, dat volgens MAGNUS bij de meeste stroosoorten 1—2 % uitmaakt, doch waarvan het gehalte soms ook 5 % kan bedragen. Ook het in oplossing brengen van het kiezelzuur is voor de ontsluiting van zeer veel belang.

Uit de proefnemingen van MAGNUS blijkt, dat door kalk zoowel de lignine als ook het kiezelzuur belangrijk slechter in oplossing wordt gebracht dan door natronloog, terwijl de vernietigende werking er van op cellulose en pentosanen even groot is als die van natronloog. Reeds hieruit blijkt, dat de kalkontsluiting een verslechtering moet beteekenen.

Ook volgens SEMMLER [1]) zou er bij de ontsluiting met kalk slechts zeer weinig lignine uit het product worden verwijderd. Volgens dezen onderzoeker zou echter de cellulose bijna geheel behouden blijven, terwijl de meeste pentosanen opvallend sterk vernietigd zouden worden.

Ondanks het feit, dat de meeste ligninestoffen na de ontsluiting met kalk *nog in het stroo aanwezig zijn*, zou er volgens SEMMLER toch slechts weinig verschil in verteerbaarheid zijn tusschen met natronloog en met kalk ontsloten stroo. In dit verband wijst hij er echter op, dat vertering nog niet identiek is met benutting. Voor een zoo goed mogelijke benutting moeten er zoo weinig mogelijk ballaststoffen aanwezig zijn; deze vragen n. l. arbeidsenergie voor het transport door het spijsverteringskanaal, welke slechts door de verbranding van stoffen in het organisme geleverd kunnen worden. Bovendien vinden er darmafscheidingen plaats, die hoofdzakelijk uit eiwitachtige stoffen bestaan; deze gaan verloren (verteringsdepressie). In dit opzicht zou dan het met kalk ontsloten stroo door zijn hoog ligninegehalte in het nadeel zijn.

In den zomer van 1916 hebben GERLACH en KUDRASZ [2]) verschillende proeven genomen over de ontsluiting van stroo met kalk, waarbij het stroo in gehakselden of gemalen vorm met kalkmelk (20 of 40 % CaO) al of niet onder druk werd gekookt. Hierbij bleek hun, dat kalk niet in dezelfde mate ontsloot als NaOH. Verder bleek hun, dat na het ontsluiten en het uitwasschen *niet alleen het ruwe-celstof-gehalte*, doch ook het gehalte aan minerale bestanddeelen was toegenomen, wat hieraan te wijten was, dat de kalk door het uitwasschen niet volledig weer was te verwijderen. Wel gelukte dit goed, wanneer men het gedeeltelijk uitgewasschen stroo korten tijd met 1 % zoutzuur in de koude liet staan en dan verder uitwaschte.

Volgens de proefnemers hebben zoowel stieren als hamels het met kalk ontsloten stroo goed benut en maandenlang verdragen zonder ziek te worden.

ELLENBERGER en WAENTIG [3]) hebben van het „kalkstroo" de verteerbaarheid bepaald met behulp van paarden. Zij vonden, dat de ruwe celstof van een aantal soorten, waarvan sommige wel en andere niet met

---

[1]) SEMMLER, *Jahrb. der D.L.G.* 33 (1918) 327.
[2]) GERLACH, KUDRASZ, *Ill. landw. Ztg.* 38 (1918) 165.
[3]) ELLENBERGER, WAENTIG, *Berl. tierärztl. Wochenschr.* 34 (1918) 301.

zoutzuur waren nabehandeld, gemiddeld voor 77 % werd verteerd en de zetmeelachtige stof voor 55 %. Hieruit blijkt dus, dat de verteerbaarheid van het stroo door de ontsluiting met kalk zeer zeker is verbeterd, doch dat het onderzochte „kalkstroo" niet in zoo hoogen graad was ontsloten als vroeger door hen onderzocht „natronstroo", waarvan voor de verteerbaarheid van de ruwe celstof gemiddeld 90 en voor die van de zetmeelachtige stof gemiddeld 82 was gevonden. Het „kalkstroo" was, aangevuld met diermeel, als vervangingsmiddel van hooi en haver voor paarden zeer goed te gebruiken. De proefdieren ontvingen 3½ maand lang per dag 7½ kg vochtig kalkstroo (met een droge-stof-gehalte van ± 50 %), zonder dat zich gezondheidsstoornissen hebben voorgedaan.

Bij een volgend onderzoek van ELLENBERGER en WAENTIG [1]) werd stroo met kalk in de koude ontsloten. Hiertoe werd gehakt roggestroo met 10 % kalk en de noodige hoeveelheid water gemengd. Na 8 dagen, waarbij de massa dagelijks flink was gemengd, werd uitgewasschen. Na persen werd het ontsloten stroo in vochtigen toestand (± 25 % droge stof) aan paarden gevoederd in hoeveelheden van ruim 7 kg per dag. Het bleek, dat paarden de ruwe celstof van dit stroo voor ongeveer 84 % verteerden en de zetmeelachtige stof voor ± 71 %. Bijgevolg had bij de behandeling van het stroo met kalkmelk in de koude reeds een aanzienlijke ontsluiting plaats gevonden, die door de eenvoudigheid en geringe kosten van het procédé alle aandacht verdient.

Ook HONCAMP c. s. [2]) hebben proeven genomen over de ontsluiting van stroo met behulp van kalk, waarbij ze de ontsluiting met en zonder druk met elkaar vergeleken.

Bij hun eerste proef werd winterroggestroo met 8 % kalk 5 uren gekookt en het verkregen product met behulp van hamels op verteerbaarheid onderzocht. Het resultaat er van werd vergeleken met dat van roggestroo, dat op dezelfde manier ontsloten was, doch nu onder een druk van 4,6 atm..

Deze uitkomsten vielen uit ten gunste van laatstgenoemde ontsluiting, waarbij voor den verteringscoëfficiënt van de organische stof 61 gevonden werd tegen 53 voor de ontsluiting zonder druk. De verteringscoëfficiënten voor de zetmeelachtige stof waren ongeveer gelijk, n. l. ± 30, terwijl de ruwe celstof weer 9 % beter werd verteerd (85 tegen 76).

Hierna werd de proef nog eens herhaald, doch nu werd ook het oorspronkelijke stroo op verteerbaarheid onderzocht, terwijl bovendien de verliezen werden bepaald, welke er bij beide wijzen van ontsluiting optraden.

In 't eene geval werd winterroggestroo met de 3½-voudige hoeveelheid water en 8 % kalk (70—73 % CaO) 4 uren gekookt door stoomen, in het tweede geval was de ontsluiting juist als de vorige, maar bij een overdruk van 3—4 atm..

Het bleek, dat het zelfs na 20-maal uitwasschen niet mogelijk was een absoluut neutraal reageerend product te verkrijgen. De verliezen bij de beide ontsluitingen waren de volgende.

---

[1]) ELLENBERGER, WAENTIG, *Dtsch. landw. Presse* 46 (1919) 1.
[2]) HONCAMP, BAUMANN, *Landw. Versuchsstat.* 98 (1921) 1.

	Organische stof	Zetmeelachtige stof	Ruwe celstof
Ontsluiting zonder druk	11,0 %	31,8 %	+ 9,6 %
Ontsluiting met druk .	20,6 %	41,0 %	+ 1,3 %

+ beteekent winst; deze is slechts schijnbaar en wordt veroorzaakt door onnauwkeurigheid in de ruwe-celstof-bepaling; in werkelijkheid kan geen vermeerdering van de ruwe celstof hebben plaats gevonden.

Zooals te verwachten was, waren de verliezen bij de ontsluiting onder druk het grootst.

Bij beide soorten ontsloten stroo was het gehalte aan minerale bestanddeelen belangrijk verhoogd. Terwijl het CaO-gehalte in de droge stof van het oorspronkelijke stroo 0,34 % bedroeg, werd in dat, wat ontsloten was zonder druk, 6,46 % en in dat mèt druk 8,64 % CaO gevonden. Deze hooge kalkgehalten noemen HONCAMP c. s. een nadeel van het procédé, daar hierdoor de dieren bij voedering van groote hoeveelheden veel meer kalk zouden ontvangen dan ze voor hun behoefte noodig hebben, wat volgens hen van diëtetisch standpunt niet als gunstig kan worden beschouwd. Bij de verteringsproeven met hamels werden de volgende verteringscoëfficiënten gevonden.

	Niet-ontsloten roggestroo	„Kalkstroo" zonder druk	„Kalkstroo" met druk
Organische stof	46,2	54,0	57,3
Zetmeelachtige stof . .	32,7	20,6	30,1
Ruwe celstof	53,9	80,1	80,1
Berekende zetmeelwaarde (in de droge stof) .	13,2	46,0	48,7

Zooals uit deze cijfers blijkt, was er slechts een zeer gering verschil in voederwaarde ten gunste van de ontsluiting onder druk. Hier staat echter tegenover, dat de verliezen bij de „drukontsluiting" weer het grootst waren. Bij de ontsluiting zonder druk was de winst aan verteerbare organische stof 15,9 % tegen 9,8 % bij het drukprocédé.

Daar er bij deze verteringsproeven zoowel in het voeder als in den mest lignine, cellulose en pentosanen werden bepaald, konden de verteringscoëfficiënten van deze bestanddeelen worden berekend. Het bleek, dat zoowel van het stroo als van de beide stroosoorten de lignine geheel onverteerbaar was, terwijl zoowel de cellulose als de pentosanen door de kalkontsluiting een wezenlijke verhooging van de verteerbaarheid hebben ondergaan; de verteringscoëfficiënten van deze twee bestanddeelen lagen bij de beide soorten ontsloten stroo tusschen 80 en 85. Het kon niet bevestigd worden, dat de verliezen aan pentosanen bij de stroo-ontsluiting met kalk bijzonder groot waren; ze waren bij deze proef niet grooter dan bij de ontsluiting met NaOH.

Behalve kalk werden ook nog andere chemicaliën voor de ontsluiting gebruikt.

Zoo namen HONCAMP en BAUMANN [1]) proeven over de ontsluiting van stroo met soda.

Bij de eerste proef werd winterroggestroo met 8 % soda en de 8-voudige hoeveelheid water 3 of 4 uren gekookt; bij de tweede proef werd op dezelfde wijze ontsloten, doch met minder water.

De verteringscoëfficiënten waren de volgende.

	Niet ontsloten roggestroo	Stroo met soda 1e proef	Ontsloten stroo 2e proef
Organische stof	45,2	60,6	71,0
Zetmeelachtige stof . .	42,7	41,0	51,9
Ruwe celstof	53,4	80,2	83,4
Zetmeelwaarde (in de droge stof)		55,6	64,3

Bij de tweede proef waren de verteringscoëfficiënten en bijgevolg de zetmeelwaarde nog hooger dan bij de eerste proef. Het blijkt, dat de ontsluiting van roggestroo met soda een zeer belangrijke verbetering der voederwaarde beteekent en gelijkwaardig is met de ontsluiting met NaOH.

Verder verkreeg FINGERLING [2]) zeer goede resultaten bij de ontsluiting van stroo met behulp van Na_2S. In op dergelijke wijze ontsloten stroo bedroegen de verteringscoëfficiënten voor organische stof 79,9, voor zetmeelachtige stof 64,9 en voor ruwe celstof 93,9. In de droge stof werd een zetmeelwaarde berekend van 73,9. De ontsluiting met Na_2S heeft tot dezelfde, zoo niet nog hoogere verteringscoëfficiënten geleid dan met NaOH.

Verder heeft LEHMANN [3]) een proef genomen om gehakseld stroo met ammoniak te ontsluiten om daardoor een stikstofhoudend product te verkrijgen. Volgens WIEGNER [4]) zijn de resultaten echter niet bevredigend geweest.

Behalve met behulp van alkaliën heeft men ook geprobeerd het stroo te ontsluiten met behulp van zuren en wel speciaal met zoutzuur (procédé van SCHWALBE en procédé van MINCK).

Met op deze wijze ontsloten stroo zijn door verschillende onderzoekers verteringsproeven genomen, o. a. door STUTZER [5]), HANSEN [6]), ZIELSTORFF [7]) en HONCAMP en BLANCK [8]). Bij geen van deze proefnemingen had de verteerbaarheid van het stroo door ontsluiting met zoutzuur een wezenlijke verbetering ondergaan. Tenslotte werd nog door HANSEN [6]) een kleine voederproef met dergelijk stroo genomen. Uit de resultaten trekt hij de conclusie, dat de zetmeelwaarde van het product niet hooger geweest kan zijn dan ± 17.

[1]) HONCAMP, BAUMANN, *Landw. Versuchsstat.* 98 (1921) 43.
[2]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.
[3]) LEHMANN, *Dtsch. landw. Presse* 42 (1915) 295.
[4]) WIEGNER, *Mitt. der Gesellsch. schweiz. Landwirte* 283 Sitz. (1919) N°. 5.
[5]) STUTZER, *Landw. Versuchsstat.* 87 (1915) 228.
[6]) HANSEN, *Dtsch. landw. Tierzucht* 21 (1917) 67.
[7]) ZIELSTORFF, *Ill. landw. Ztg.* 38 (1918) 387.
[8]) HONCAMP, BLANCK, *Landw. Versuchsstat.* 93 (1919) 175.

Zooals uit dit literatuuroverzicht blijkt, dateeren bijna alle publicaties over de ontsluiting van stroo uit de jaren tijdens of direct na den vorigen wereldoorlog, dus uit een tijdvak, waarin de beschikbare voedermiddelen schaarsch waren.

Toen echter hierna de omstandigheden weer normaal werden en bijgevolg ook de voedermiddelen in ruimere mate voorhanden waren, zijn de proefnemingen met hout- en stroocellulose practisch geheel opgehouden, ondanks het feit, dat een autoriteit als FINGERLING in 1918 [1]) als zijn overtuiging uitsprak, dat de ontsluiting met loog in de koude (volgens BECKMANN) een procédé was, dat ook in vredestijd behouden kon blijven.

Nu echter in de laatste jaren tengevolge van den nieuwen wereldoorlog opnieuw een tekort aan krachtvoeder is ontstaan, is in verschillende landen het cellulosevraagstuk weer actueel geworden. Dit is vooral het geval in Scandinavië, waar volgens verschillende publicaties uit 1940 een groote behoefte heerscht aan koolhydraatrijk voeder, terwijl door de haringvisscherij eiwitrijk krachtvoeder (haringmeel) wordt geleverd. Vanzelfsprekend is het uitgangsproduct voor de cellulosebereiding in deze landen geen stroo, doch hout. Daar de bespreking van houtcellulose buiten het kader van deze inleiding valt, willen wij volstaan met te vermelden, dat ze in deze landen bereid wordt in de papierfabrieken met behulp van natron-, sulfiet- of sulfideloog en dat hierbij een goed ontsloten product ontstaat met zeer hooge verteerbaarheid.

Doch ook in Duitschland is in de laatste jaren de vraag over de gebruiksmogelijkheden van cellulose als voedermiddel weer sterk naar voren gekomen en is men er toe overgegaan volgens het procédé van HERBST een cellulosevoeder te bereiden.

Bij dit procédé (D. R. P. 677 997 van 7 Juli 1939) ontstaat een op gries gelijkend cellulosemeel, dat in niets meer aan de op watten gelijkende cellulose herinnert. Met dit product en met dat, wat bereid was volgens een procédé van LIEBSCHER en DANNINGER (hierbij wordt natte cellulose gekollerd, met ongeveer 30 % melasse vermengd en daarna gedroogd), werden met goed succes proeven met paarden genomen, o. a. door SCHMIDT en KLIESCH [2]) en RICHTER en GAFERT [3]). Van deze laatste schrijvers verscheen verder kort geleden nog een publicatie over een verteringsproef met natroncellulose [4]).

Vanzelfsprekend heerscht ook in Nederland gedurende de laatste jaren een tekort aan krachtvoeder. Toen het jaar 1942 bovendien nog een slecht voederjaar was, begon men zich ook hier te lande voor het probleem te interesseeren en is men er in Juni van dat jaar toe overgegaan een partij stroo te ontsluiten. Daar er geen natronloog beschikbaar was, moest hierbij gebruik worden gemaakt van kalk. Het product, dat bij deze ontsluiting, die geschiedde met de bestaande outillage van de stroocartonfabrieken, werd verkregen, werd „voedercarton" genoemd.

---

[1]) FINGERLING, *Jahrb. D.L.G.* 33 (1918) 344.
[2]) SCHMIDT, KLIESCH, *Forschungsdienst* 10 (1940) 566.
[3]) RICHTER, GAFERT, *Dtsch. landw. Presse* 67 (1940) 459 en 469.
[4]) RICHTER, GAFERT, *Ztschr. Tierernährung u. Futtermittelk.* 6 (1943) 193.

In het onderstaande wordt nu verslag uitgebracht over eenige verteringsproeven met hamels en een voederproef met melkkoeien, die op de Proefzuivelboerderij te Hoorn met dit voedercarton zijn genomen.

A. Verteerbaarheidsonderzoek

Daar men graag wilde weten, of de verteerbaarheid van het ontsloten stroo nog afhankelijk was van een eenigszins verschillende samenstelling van het uitgangsmateriaal (stroo van wintertarwe), werd ons het voedercarton voor de verteringsproeven geleverd door twee verschillende fabrieken.

Het product, dat wij van de „N. V. Carton- en Papierfabriek v/h W. A. Scholten" te Sappemeer hebben ontvangen, was bereid uit „veenkoloniaal wintertarwestroo", terwijl als uitgangsmateriaal voor het ontsloten stroo van de stroocartonfabriek „de Eendracht" te Appingedam stroo van wintertarwe heeft gediend, dat op kleigrond was gegroeid.

Voor de bereiding van voedercarton wordt het gehakselde stroo in groote bolvormige kookketels gebracht. Op iedere 100 kg stroo werd 8 kg ongeblusschte kalk en ongeveer 150 l water toegevoegd. Daarna werd gedurende 5 uren gekookt bij een temperatuur van ± 135° C, dit is bij een overdruk van ca. 3 atm.. Vervolgens wordt het gekookte product zeer fijn gemalen, met veel water op de papierbaan geleid, geperst en gedroogd. Bij dit laatste gedeelte van de fabricage treden verliezen op, zoodat uit 1300 kg stroo ongeveer 1000 kg voedercarton wordt verkregen, wat overeenkomt met een opbrengst van ongeveer 75 %.

Beide fabrieken leverden ons het carton in den vorm van platen van ongeveer 1 mm dikte. Daar deze platen in haar geheel niet vervoederd konden worden, moesten ze op de een of andere wijze worden versnipperd of misschien wel gemalen. De eerste vraag, die zich daarbij voordeed, was de volgende: „Zou het nog invloed op de verteerbaarheid uitoefenen, of het als stukjes wordt gevoederd of in fijn gemalen vorm?". Men zou zich n. l. kunnen voorstellen, dat het carton in fijn gemalen vorm beter verteerd zou worden, daar hierdoor aan de bacteriën een betere gelegenheid wordt geboden de cellulose aan te tasten.

FINGERLING [1]) heeft zich indertijd met dit probleem bezig gehouden. Als proefmateriaal gebruikte hij gehakseld stroo, dat met 10 % NaOH was gekookt. Het eene gedeelte werd dan met behulp van een „hollander" in natten toestand gemalen, het andere niet, waarna beide partijen werden gedroogd.

Beide partijen werden met behulp van dezelfde twee hamels op verteerbaarheid onderzocht. Voor de gemiddelde verteringscoëfficiënten werd gevonden:

	Organische stof	Zetmeelachtige stof	Ruwe celstof
Gemalen ontsloten stroo	74,7	74,4	75,1
Niet gemalen idem . .	68,6	49,0	76,2

[1]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.

Het hoofdbestanddeel, de ruwe celstof, werd in beide gevallen precies in dezelfde mate verteerd, doch de zetmeelachtige stof werd, volgens deze cijfers, in het gemalen product nogal iets beter verteerd dan in het ongemalen ontsloten stroo. FINGERLING trekt uit deze cijfers de conclusie, dat het maalproces geen invloed van beteekenis op de verteerbaarheid uitoefent en dat fijn malen van ontsloten stroo, ten minste voor herkauwers, overbodig is.

Daar wij de uitkomsten van de bovengenoemde proeven, ten minste wat de zetmeelachtige stof betrof, niet erg overtuigend vonden, hebben wij deze proeven, zij het in eenigszins gewijzigden vorm, herhaald.

Voor dit doel werden van de cartonplaten van „Scholten" een partij in kleine stukjes gehakt met behulp van een hakselmachine. Deze stukjes werden goed dooreen gemengd en daarna in 2 helften verdeeld. De eene helft werd in groote papieren zakken bewaard tot het tijdstip, waarop ze gevoederd zou worden, de andere helft werd met behulp van een kruisslagmolen gemalen, waarbij het product een zeef met gaten van 5,5 mm doorsnede moest passeeren.

Bij deze verteringsproeven werd gebruik gemaakt van de hamels I, II en III, waarvan de gewichten resp. 71, 63 en 72 kg bedroegen.

Elke verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 8—10 dagen. De dieren ontvingen per dag 600 g voedercarton naast 600 g grasmeel, waarvan de verteerbaarheid van te voren in een aparte proef (V 104) was vastgesteld [1]). Zoowel 's morgens om 9 uur als 's middags om 5 uur kregen ze de helft van het carton, gemengd met de helft van het grasmeel; dit mengsel werd reeds verscheidene uren te voren aangeroerd met 2 l water, waaraan 2,5 g keukenzout was toegevoegd. Op deze wijze bereid, aten alle drie hamels hun rantsoen zeer snel op.

De verteerbaarheid van het gemalen product werd vastgesteld in verteringsproef V 106 en is opgenomen in tabel A 1, die van de stukjes carton werd bepaald in V 107 en is vermeld in tabel A 2.

TABEL A 1

Gemalen voedercarton „Sappemeer" (V 106). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficienten

	N°.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
				Samenstelling				
Gemalen voedercarton	3466	85,53	92,07	3,44	29,05	59,58	7,93	3,36
				Verteringscoëfficiënten				
Hamel I		50,4	54,1	— 80,8	35,3	71,1	8,6	— 83,1
Hamel II. . . .		47,5	50,9	— 86,4	38,2	65,0	8,6	— 86,6
Hamel III . . .		54,0	57,2	— 69,3	35,8	74,9	16,8	— 74,4
Gemiddeld . . .		**50,6**	**54,1**	**— 78,8**	**36,4**	**70,3**	11,3	**— 81,4**

[1]) DIJKSTRA, *Versl. v. landbk. Onderz.*, 49 (1943) 29.

TABEL A 2

Stukjes voedercarton „Sappemeer" (V 107). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficienten

	N°.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
			Samenstelling					
Stukjes voedercarton	3488	87,40	92,38	3,23	29,04	60,11	7,62	3,15
			Verteringscoëfficiënten					
Hamel I		54,6	58,6	— 53,8	45,5	70,9	6,8	— 53,9
Hamel II. . . .		49,2	53,0	— 77,5	37,4	67,4	4,5	— 71,5
Hamel III . . .		55,7	59,7	— 58,6	41,2	75,0	7,0	— 57,0
Gemiddeld . . .		**53,2**	**57,1**	**— 63,3**	**41,4**	**71,1**	6,1	**— 60,8**

Zooals uit deze tabellen blijkt, stemden de samenstellingen van de droge stof van beide soorten goed met elkaar overeen.

Wat de verteringscoëfficiënten betreft, werd in overeenstemming met de resultaten van FINGERLING bij de ruwe celstof precies dezelfde waarde gevonden voor het niet- en wel-gemalen product. Bij de zetmeelachtige stof werd bij de stukjes een iets betere verteerbaarheid gevonden dan bij het gemalen carton, doch het verschil was te klein om er eenige beteekenis aan te mogen toekennen. Hetzelfde kan gezegd worden van de organische stof; hiervoor werd bij het gemalen carton een gemiddelde verteringscoëfficiënt van 54,1 gevonden en voor het gehakselde product een verteringscoëfficiënt van 57,1.

Deze proef is dus een bewijs voor de juistheid van de conclusie van FINGERLING, *dat het fijn malen geen verbetering van de verteerbaarheid teweegbrengt.* Bijgevolg zal het malen van ontsloten stroo voor herkauwers overbodig zijn, ten minste wanneer deze dieren de stukjes even goed willen opnemen als het gemalen product, wat bij hamels wel het geval is; onze proefdieren aten ten minste de stukjes even snel als het gemalen carton.

Daarom hebben wij bij verteringsproef V 108, waarin het carton van „de Eendracht" te Appingedam op verteerbaarheid werd onderzocht, de platen alleen in stukjes gehakt en niet gemalen.

De resultaten van deze verteringsproef zijn opgenomen in tabel A 3.

Wanneer wij de gegevens uit deze tabel vergelijken met die uit de tabellen A 1 en A 2, dan valt op, dat de samenstellingen van de beide soorten voedercarton nogal van elkaar verschilden. Het meest in het oog loopende verschil treedt op bij de minerale bestanddeelen. Terwijl bij het product van Scholten's stroocartonfabriek te Sappemeer ongeveer 7,8 % minerale bestanddeelen werd gevonden, bedroeg het aschgehalte van het carton van „de Eendracht" te Appingedam niet minder dan 18,2 %, alles in de droge stof. Voor het kalkgehalte van het voedercarton werd in de droge stof bij „Scholten" 3,25 % en bij „de Eendracht" 7,06 % CaO gevonden, dus meer dan de dubbele hoeveelheid. Bij navraag aan de betreffende fabrieken, of er tusschen beide een principieel verschil in

TABEL A 3

Voedercarton „Appingedam" (V 108). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficienten

	N°.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
			Samenstelling					
Voedercarton . .	3502	87,78	81,85	1,32	29,17	51,36	18,15	1,25
			Verteringscoëfficiënten					
Hamel I		42,3	55,2	—188,6	33,3	73,9	—15,7	—190,9
Hamel II. . . .		42,6	55,6	—202,9	36,0	73,3	—15,5	—204,5
Hamel III . . .		41,3	53,7	—231,4	27,9	75,9	—15,4	—236,4
Gemiddeld . . .		**42,1**	**54,8**	**—207,6**	**32,4**	**74,4**	—15,5	**—210,6**

ontsluitingsmethode bestond, waardoor dit verschil verklaarbaar werd, ontvingen wij ten antwoord, dat in beide fabrieken ontsloten was met 8 % ongebluschte kalk en een kookduur van 5 uren; de overdruk was bij „Scholten" iets lager, n. l. 2½ tegen 3 atm. bij „de Eendracht". Een principieel verschil in de verdere behandeling van de stof kan naar de meening van bovengenoemde fabrikanten slechts in zooverre bestaan, dat het door „Scholten" gebruikte retourwater door grootere verdunning met waschwater een aanzienlijk lagere concentratie aan vaste en opgeloste bestanddeelen heeft bevat dan het water van „de Eendracht".

Door dit groote verschil in het gehalte aan minerale bestanddeelen is de samenstelling der droge stof van de beide soorten carton slecht vergelijkbaar, waarom wij de percentages op organische stof hebben omgerekend.

	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof
Voedercarton „Scholten" te Sappemeer.	3,62	31,49	64,89
Voedercarton „de Eendracht" te Appingedam	1,61	35,64	62,75

Zooals uit dit tabelletje blijkt, verschilt het gehalte aan ruwe celstof (in de organische stof) bij de beide soorten voedercarton niet noemenswaard. Wel bestaat er een duidelijk verschil in het gehalte aan eiwitachtige stof. Dit verschil vindt waarschijnlijk zijn oorzaak in de verschillende samenstelling van het uitgangsmateriaal.

Volgens een publicatie van het Proefstation voor Strooverwerking [1]) bedraagt het eiwitachtige-stof-gehalte van wintertarwestroo, gegroeid op hoogveengronden, n. l. 4,0 % tegenover dat op kleigronden 2,4 %.

Wanneer wij de verteringscoëfficiënten van de beide soorten stroocarton met elkaar vergelijken, dan blijkt in de eerste plaats, dat de verterings-

[1]) RITMAN, *Publicatie N°. 2 van het Nederlandsche Proefstation voor Strooverwerking* (1941).

coëfficiënt der organische stof bij beide soorten practisch gelijk was, voor het voedercarton van „de Eendracht" werd 54,8 en voor dat van „Scholten" gemiddeld 55,6 gevonden. Dit zijn verteringscoëfficiënten, die nog liggen beneden dien, welke gevonden werd voor de slechtste hooisoort bij een hier verricht onderzoek naar de voederwaarde van Nederlandsche hooisoorten [1]). De ruwe celstof van het eerstgenoemde carton werd iets beter verteerd en de zetmeelachtige stof iets slechter dan bij het voedercarton van „Scholten"; in beide gevallen waren de verschillen slechts gering.

Zooals verder in de tabellen is te zien, werden in alle gevallen zoowel voor de eiwitachtige stof als voor het werkelijk eiwit negatieve verteringscoëfficiënten gevonden. Dat wil zeggen, dat er ten gevolge van de voedering met ontsloten stroo in den mest meer eiwit wordt uitgescheiden dan uit dit product kan worden opgenomen. Dit komt, omdat de verteerbaarheidsbepaling, zooals bekend is, feitelijk een indirecte bepaling is. Bepaald worden n. l. de hoeveelheden van een bepaald bestanddeel, die het dier opneemt, en de hoeveelheden van dat bestanddeel, die het dier in den mest uitscheidt. Het verschil tusschen deze beide wordt als verteerd gerekend. Nu komen er van het eiwit behalve de onverteerbare eiwitbestanddeelen uit het voedsel ook die eiwitbestanddeelen in den mest, welke geleverd zijn door den darmwand en de spijsverteringsklieren. Terwijl voor de eiwitachtige stof van het carton van „Scholten" negatieve verteringscoëfficiënten van —63,3 en —78,8 werden bepaald, werd voor de eiwitachtige stof van het carton van „de Eendracht" een negatieve verteringscoëfficiënt van —207,6 gevonden. Het lijkt dus alsof er in dit opzicht een groot verschil tusschen beide soorten ontsloten stroo bestond, doch zooals een eenvoudige berekening ons leert, is dit verschil slechts schijnbaar.

Wanneer wij voor beide soorten carton uitgaan van het geval, dat er 1 kg van wordt vervoederd, wordt er bij dat van „de Eendracht" 13,2 × 2,076 = 27,4 g eiwitachtige stof meer in den mest uitgescheiden dan er uit het carton is opgenomen; bij het carton van „Scholten" wordt dit cijfer bij de berekening volgens de gegevens uit tabel A 1: 34,4 × 0,788 = 27,1 g en bij die volgens de cijfers uit tabel A 2: 32,3 × 0,633 = 20,4 g, dat zijn dus ongeveer gelijke hoeveelheden.

Deze z. g. „eiwitdepressie" brengt mede, dat er naast elke kg, welke van dit ontsloten stroo gevoederd wordt, de boven berekende hoeveelheid verteerbare eiwitachtige stof extra zou moeten worden toegevoegd en zooals uit bovenstaande berekening volgt, zou deze hoeveelheid bij beide soorten voedercarton even groot zijn, ondanks het feit, dat het carton van „Scholten" veel meer eiwitachtige stof bevatte dan dat van „de Eendracht" (in de droge stof resp. 3,34 en 1,32 %).

In „eiwitwaarde" zijn de beide soorten voedercarton dus aan elkaar gelijk, doch wat de overige voederwaarde betreft, verschillen zij nogal aanmelijk. Wel waren de verteringscoëfficiënten van de organische stof van beide soorten practisch dezelfde (55,6 bij „Scholten" tegen 54,8 bij „de Eendracht"), doch door het verschillende gehalte aan minerale bestanddeelen wordt het gehalte aan verteerbare organische stof in de droge stof

[1]) Brouwer, Dijkstra, *Versl. v. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* over 1938, bladz. 7.

uitoefenen. Om dit na te gaan, heeft VOLHARD [1]) een proef genomen, waarbij aan schapen naast een grondrantsoen, bestaande uit weidehooi en katoenzaadmeel, per dag en per dier 50 g geslibd krijt werd gegeven. De gevonden verteringscoëfficienten waren de volgende.

	Organische stof	Eiwitacht. stof	Zetmeelacht. stof	Vetachtige stof	Ruwe celstof
Zonder kalk . .	71,2	76,6	71,8	79,5	63,0
Met kalk. . . .	70,0	74,9	70,6	82,1	61,3

Zooals uit deze cijfers blijkt, is door de bijvoedering van een dergelijke hoeveelheid koolzure kalk de totale verteerbaarheid van het rantsoen niet veranderd.

Het lijkt dus ook niet waarschijnlijk, dat de groote hoeveelheid kalk in het rantsoen van onze proefkoeien in dit opzicht een nadeelige werking zal hebben uitgeoefend.

ALGEMEENE OPMERKINGEN

Proefdieren. De proef werd genomen met 28 zwartbonte herfstkalvers. De indeeling in twee groepen, elk van 14 dieren, vond plaats op grond van ettelijke opbrengstbepalingen van melk, vet en vetvrije droge stof, welke vóór den aanvang der voorperiode waren verricht. Bovendien werd bij deze indeeling rekening gehouden met het levend gewicht, den leeftijd en den kalftijd (tabel B 1).

TABEL B 1

Levend gewicht, leeftijd en kalftijd der afzonderlijke koeien

Groep I (proefgroep)				Groep II (contrôlegroep)			
Koe no.	Levend gewicht (kg)	Leeftijd (jaren)	Kalftijd	Koe no.	Levend gewicht (kg)	Leeftijd (jaren)	Kalftijd
1	597	5	2 November	3	629	6	24 September
4	630	7	2 October	15	606	5	24 October
7	600	6	24 October	23	501	5	8 November
9	595	7	20 October	24	601	7	14 November
19	626	8	26 October	28	526	6	7 November
21	552	5	14 November	29	574	6	6 November
27	502	5	8 November	32	576	5	2 November
33	546	6	3 November	39	579	7	18 October
35	566	6	20 October	41	502	6	28 November
37	558	5	18 October	43	529	4	16 October
40	546	5	25 November	44	529	5	17 October
45	498	4	16 October	48	596	6	18 October
47	492	6	15 November	52	584	10	15 November
64	595	9	2 November	54	594	7	4 November
Gem.	**564**	**6,0**	**29 October**	Gem.	**566**	**6,1**	**30 October**

[1]) VOLHARD. *Landw. Versuchsstat.* 61 (1905) 305.

Proefindeeling. Evenals bij vorige proefnemingen werden weer 3 lange perioden genomen. In de middelste periode (hoofdperiode) ontvingen de koeien van groep I (proefgroep) het gemalen voedercarton. De genomen tijdvakken waren de volgende:
Voorperiode (gelijke voedering) . . . . 26 Dec. —23 Jan., dus 28 dagen;
Hoofdperiode (verschillende voedering) . 30 Jan. —27 Mrt., dus 56 dagen;
Naperiode (gelijke voedering) . . . . . 3 April— 1 Mei, dus 28 dagen.

Waarnemingen. Bepalingen van *melk-, vet- en vetvrije-droge-stof-opbrengst* werden voor elke koe twee malen per week verricht, telkens in de melk van twee op elkaar volgende etmalen; d. i. dus van 4 etmalen per week. Tevens werd ter contrôle ook de mengmelk der groepen onderzocht.

Botervet. Eens per week werden de joodgetallen bepaald in het mengvet der groepen.

Wegingen der koeien. Ook deze vonden éénS per week plaats en bovendien nog op drie achtereenvolgende dagen aan het einde der voorperiode en eveneens op drie dagen na afloop der hoofdperiode, eenige dagen na den overgang op gelijk voer.

Voedermiddelen. Hiervan werden dagmonsters genomen, d. w. z., dat er regelmatig kleine hoeveelheden in bussen werden verzameld, waaruit aan het einde van elke periode monsters voor onderzoek werden getrokken. Bij het kuilgras werden van elke laag van ongeveer 50 cm dikte boor- en dagmonsters genomen.

Stoornissen. Ernstige storingen hebben zich niet voorgedaan, hoewel bij enkele koeien eenige monsterdagen wegens lichte ongesteldheden uitgeschakeld moesten worden.

HET PROEFVOEDER

Het *grondrantsoen* moet gedurende de geheele proef voorzien in de behoeften voor lichaamsonderhoud en de productie van een geringe hoeveelheid melk. Boven het grondrantsoen wordt in de eerste plaats aan iedere koe van beide groepen een bepaald *proefrantsoen* gegeven. Slechts in de hoofdperiode zullen deze proefrantsoenen voor beide groepen verschillend zijn. In de voederbehoefte, welke ontstaat doordat de proefdieren meer melk produceeren dan die, welke door grond- en proefrantsoen wordt gedekt, wordt voorzien door de bijvoedering van een „*melkmengsel*", dat voor beide proefgroepen hetzelfde is.

Bij deze proef bestond het grond- + proefrantsoen, dat aan beide groepen koeien werd verstrekt, uit hooi, kuilgras, lijnmeel en aardappelvlokken.

Gedurende de hoofdperiode was dan, zooals reeds is gezegd, bij de proefgroep (groep I) een gedeelte van het hooi en alle aardappelvlokken vervangen door ontsloten stroo en wat lijnmeel. Over het grond- + proefrantsoen, dat in de hoofdperiode werd vervoederd, kunnen wij de volgende bijzonderheden mededeelen.

Het *ontsloten stroo* was afkomstig van de stroocartonfabriek „de Een-

dracht" te Appingedam. Het uitgangsproduct ervoor was tarwestroo, dat op kleigrond was gegroeid. De bereidingswijze was dezelfde als bij de fabricatie van het hiervoor genoemde voedercarton voor de verteringsproeven. Het gehakte stroo werd dus met 8 % ongebluschte kalk gedurende 5 uren gekookt bij een temperatuur van ± 135° C, dit is een overdruk van 3 atm.. Daar wij voor deze proefneming het voedercarton liefst in gemalen vorm wilden vervoederen, moesten de platen, die ons werden toegezonden, eerst worden fijn gemalen. Doordat het carton in dezen vorm zeer licht, wollig en volumineus is, neemt het een groot volume in, wat onoverkomelijke vervoersmoeilijkheden met zich mede bracht. Hierdoor waren wij genoodzaakt de platen in of dichtbij Hoorn te laten behandelen. Omdat het malen een langdurig en wegens de groote stofontwikkeling zeer vervelend procédé is, kostte het eenige moeite dit te doen geschieden, doch ten slotte vonden wij de Coöperatieve Malerij „de Volharding" te Opmeer bereid de platen fijn te malen.

Het *hooi*, dat in de hoofdperiode werd gevoederd, was afkomstig van een perceel grasland van de Proefzuivelboerderij, dat op kleigrond was gelegen. Het gras was midden Juni gemaaid. Van het hooi, dat met behulp van ruiters werd gewonnen, kwam ongeveer de helft, n. l. dat, wat van 8—10 Juli in de schuur werd gereden, best binnen. De andere helft, welke op 16 Juli in de schuur werd opgetast, heeft gedurende de laatste dagen op de ruiters zeer veel regen gehad.

Het hooi had in den berg in het geheel niet gebroeid en was iets aan den groven kant. Dat, wat aan den regen was blootgesteld geweest, was op sommige plekken wat stoffig en bevatte hier en daar kleine schimmelplekken, welke echter vóór de voedering steeds zoo goed mogelijk werden verwijderd. Het droog ingebrachte was goed, bezat hier en daar een heerlijken geur en had aan de kanten de groene kleur in hooge mate behouden.

Het *kuilgras*, dat *in de eerste helft* der hoofdperiode werd gevoederd, was afkomstig uit een grooten kuil met een doorsnede van 5,50 m en was bereid volgens de warme methode. Het gebruikte gras was steeds 2 à 5 dagen van te voren gemaaid en bijgevolg bij het inkuilen vrij sterk verwelkt; het gemiddelde droge-stof-gehalte van het ingekuilde gras bedroeg bijna 35 %. Deze kuil is zeer geleidelijk gevuld; de vulling heeft 17 dagen geduurd, n. l. van 24 Aug. tot 10 Sept. 1942. De volgende laag werd niet eerder in den kuil gebracht voordat de voorafgaande laag flink warm was geworden, waarbij temperaturen tusschen 65 en 75° C. geen zeldzaamheid waren.

Het kuilgras, dat gedurende de hoofdperiode uit dezen grondkuil werd gevoederd, was donkerbruin van kleur en bezat een sterken broeigeur. Het was niet erg homogeen van samenstelling; droge, goed geslaagde plekken wisselden af met natte, vieze plekken, welke een vrij sterken boterzuurgeur bezaten. De pH van het kuilgras schommelde tusschen 5,0 en 5,4.

Het *kuilgras*, dat *in de tweede helft* der hoofdperiode werd gevoederd, was eveneens bereid volgens de warme methode, doch thans in den Grooten Silo, een houten, gedraineerden silo met een middellijn van 5,00 m. Deze silo werd op dezelfde wijze en ter zelfder tijd als de hiervoor beschreven kuil gevuld, zoodat wat over de bereiding geschreven staat, ook op deze silage van toepassing is.

De silage, die gedurende de hoofdperiode uit dezen silo werd gevoederd, was ook vrij heterogeen van samenstelling. In het midden van den silo was het kuilgras mooi blank. Het bezat weinig of geen broeigeur en op sommige plaatsen zelfs een aangenamen, eenigszins zoeten geur.

Langs de kanten was een rand, die donkerder van kleur en tevens vochtiger was en een vrij sterke boterzuur-lucht bezat. De pH van de silage schommelde tusschen 5,2 en 5,6.

Het *lijnmeel* ten slotte was geëxtraheerd inlandsch lijnmeel, terwijl de *aardappelvlokken* in Polen waren bereid, voor zoover bekend, op de gewone wijze door stoomen en drogen.

Samenstelling. De gemiddelde samenstellingen van de verschillende voedermiddelen, waaruit gedurende de hoofdperiode het grond- + proefrantsoen was samengesteld, zijn opgenomen in tabel B 2.

TABEL B 2

Samenstelling (%) van de droge stof der bestanddeelen van grond- en proefrantsoen

	Droge stof	Samenstelling der droge stof						
		Organische stof	Eiwitachtige stof [1]	Vetachtige stof	Zetmeel-achtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
Ontsloten stroo	87,32	87,06	2,43	28,25		56,38	12,94	2,13
Hooi	85,28	91,22	9,87	49,46		31,89	8,78	8,11
Lijnmeel	84,82	93,59	34,83	4,16	43,40	11,20	6,41	31,68
Aardappelvlokken	85,30	96,81	7,74	85,66		3,41	3,19	4,54
Kuilgras, 1e helft hoofdperiode	27,70	85,45	12,71	41,41		31,33	14,55	10,01
Kuilgras, 2e helft hoofdperiode	31,19	85,38	12,34	41,54		31,50	14,62	8,93
Kuilgras, geheele hoofdperiode	29,44	85,42	12,52	41,48		31,42	14,58	9,47

[1]) Bij het kuilgras zonder ammonia.

Uit deze tabel blijkt, dat de samenstelling van het ontsloten stroo, dat voor deze voederproef is gebruikt, ongeveer in het midden lag tusschen die van de eerste zending ontsloten stroo van de stroocartonfabriek „de Eendracht" te Appingedam (gebruikt voor de verteringsproef V 108) en die van „Scholten's" stroocartonfabriek te Sappemeer (gebruikt voor de verteringsproeven V 106 en V 107). In de droge stof werd gevonden: 2,43 % eiwitachtige stof, 56,38 % ruwe celstof en 12,94 % minerale bestanddeelen. Verder werd, zooals reeds is vermeld, in de droge stof 5,82 % CaO gevonden.

De samenstelling van het hooi kwam ongeveer overeen met die van gemiddeld Nederlandsch weidehooi. Het eiwitachtige-stof-gehalte van het lijnmeel was laag en bedroeg in de droge stof slechts 34,83 %, wat overeenkomt met 29,54 % in het ongedroogde product, terwijl KELLNER [2]) voor geëxtraheerd lijnmeel een eiwitachtige-stof-gehalte van 37,4 opgeeft. De

[2]) KELLNER, FINGERLING, *Grundzüge der Fütterungslehre* (1940).

samenstelling van de aardappelvlokken kwam ongeveer overeen met wat KELLNER voor gedroogde aardappels opgeeft.

Verteerbaarheid. Met uitzondering van het lijnmeel, waarvan de verteerbaarheid o. i. voldoende vaststond, werd van alle overige voedermiddelen uit tabel B 2 de verteerbaarheid met behulp van proefdieren vastgesteld.

Evenals bij de vorige partijen werd ook van deze partij *ontsloten stroo* de verteerbaarheid bepaald met behulp van de hamels I, II en III. De gewichten der dieren bedroegen bij deze proef resp. 69, 60 en 73 kg. De verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 9 dagen.

De dieren ontvingen per dag 600 g voedercarton (hamel II 500 g) naast een zelfde hoeveelheid grasmeel, waarvan de verteerbaarheid van te voren in een aparte proef was vastgesteld. Op deze wijze werd het ontsloten stroo door alle 3 hamels volledig opgenomen.

De verkregen verteringscoëfficiënten zijn weergegeven in tabel B 3.

TABEL B 3

Onsloten stroo (V 113). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficienten

	No.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
		Samenstelling						
Ontsloten stroo	3565	88,65	86,72	2,27	28,47	55,98	13,28	2,01
		Verteringscoëfficiënten						
Hamel I	—	42,6	50,2	— 142,1	35,1	65,7	— 6,9	— 167,3
Hamel II	—	35,6	43,1	— 145,5	25,7	59,5	— 12,9	— 167,4
Hamel III	—	41,5	49,5	— 134,7	29,0	67,5	— 11,0	— 160,7
Gemiddeld	—	**39,9**	**47,6**	**— 140,8**	**29,9**	**64,2**	— 10,3	**— 165,1**

Zooals in deze tabel is te zien, heeft hamel II ook bij deze proef het ontsloten stroo wat slechter verteerd dan de beide andere dieren. Verder blijkt, dat de hier gevonden verteringscoëfficiënten van organische stof, zetmeelachtige stof en speciaal van ruwe celstof duidelijk lager zijn uitgevallen dan bij vorige verteringsproeven met ontsloten stroo (verteringsproeven V 106, 107 en 108). Hieruit blijkt, dat deze partij minder goed ontsloten is geweest dan de vorige.

De verteerbaarheid van het *hooi* werd bepaald met de hamels A, B en C. De gewichten der dieren bedroegen resp. 57, 54 en 61 kg. De verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 11 dagen.

Vooraf werd het hooi op de gebruikelijke manier gehakseld en uitgezeefd in twee porties, grof en fijn, welke elk voor zich zorgvuldig werden gemengd. Van deze beide gedeelten werden voor elke dagportie aliquote deelen in papieren zakken afgewogen, waarbij de totale dagportie voor elken hamel zóó groot werd genomen, dat er geen of slechts geringe resten van overbleven. De hamels ontvingen het te onderzoeken hooi als uitsluitend voedsel en wel A 1200 g, B en C ieder 1000 g per dag. Verder kreeg elk dier per dag 5 g keukenzout door zijn drinkwater.

De gevonden verteringscoëfficiënten vindt men in tabel B 4.

TABEL B 4

Hooi (V 119). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficiënten

	No.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
		Samenstelling						
Hooi	3690/91	86,41	90,24	10,76	49,64	29,84	9,76	8,64
		Verteringscoëfficiënten						
Hamel A		59,9	62,2	49,2	63,1	65,6	37,8	42,0
Hamel B		58,3	61,1	49,6	61,6	64,4	33,1	42,5
Hamel C		59,4	61,7	48,8	62,6	64,9	38,4	40,7
Gemiddeld		**59,2**	**61,7**	**49,2**	**62,4**	**65,0**	36,4	**41,7**

Zooals uit deze tabel blijkt, is de overeenkomst tusschen de verteringscoëfficiënten van de afzonderlijke dieren zeer goed te noemen.

De verteerbaarheid van de *aardappelvlokken* werd bepaald in de verteringsproeven V 103 en V 105. Daar deze proeven voor een ander doel zijn genomen, werd gedurende de laatste proef aan elk der dieren 20 g ureum per dag bijgevoederd. Daar dit, zooals uit tabel B 5 blijkt, de verteerbaarheid van de aardappelvlokken niet heeft beïnvloed, meenden wij ook van deze verteringsproef V 105 gebruik te kunnen maken. Bij deze verteringsproeven werd gebruik gemaakt van de hamels V, VI en VII, die resp. 71, 75 en 57 kg wogen. Elke verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 8—14 dagen.

De dieren ontvingen per dag 350 g aardappelvlokken naast 700 g hooi, waarvan de verteerbaarheid van te voren in een aparte proef (V 101) was vastgesteld [1]). De aardappelvlokken, die droog over het hooi werden

[1]) DIJKSTRA, *Versl. v. landbk. Onderz.* 49 (1943) 37.

gestrooid, zijn steeds volledig opgenomen. Verder kreeg elk dier per dag 5 g keukenzout door zijn drinkwater.

De verkregen uitkomsten zijn weergegeven in tabel B 5.

TABEL B 5

Aardappelvlokken (V 103 en V 105). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficiënten

	No.	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
		Samenstelling						
Aardappelvlokken	3430/3452	85,62	94,80	7,42	84,40	2,98	5,20	4,17
		Verteringscoëfficiënten						
V 103, hamel V		91,1	92,0	38,4	97,6	67,8	73,2	—2,4
V 103, hamel VI		95,8	96,4	62,9	97,6	150,0	82,8	34,1
V 103, hamel VII		91,9	94,7	52,2	97,2	127,8	42,7	33,3
Gemiddeld V 103		*92,9*	*94,4*	*51,2*	*97,5*	*115,2*	66,2	*21,7*
V 105, hamel V		88,9	88,9	39,4	96,4	3,4	86,5	—0,8
V 105, hamel VI		92,5	92,0	42,5	96,5	89,9	98,7	4,0
V 105, hamel VII		95,3	96,8	51,6	99,0	143,8	69,7	33,9
Gemiddeld V 105		*92,2*	*92,6*	*44,5*	*97,3*	*79,0*	85,0	*12,4*
Gemiddeld V 103 en V 105		**92,6**	**93,5**	**47,8**	**97,4**	**97,1**	75,6	**17,0**

Zooals uit deze tabel blijkt, werd de zetmeelachtige stof, die verreweg het hoofdbestanddeel van de aardappelvlokken uitmaakt, door alle dieren uitstekend verteerd, n. l. voor 97 %. Dit is in overeenstemming met de waarden, die KELLNER [1]), NILS HANSSON [2]) en KIRSCH—WERNER [3]) aangeven, n. l. resp. 94, 98 en 91 %.

Over de verteerbaarheid van de eiwitachtige stof loopen de gegevens echter sterk uiteen; de vermelde verteringscoëfficiënten van eiwitachtige stof bedragen n. l. resp. 14, 92 en 42. Zooals uit tabel B 5 blijkt, werden bij onze proeven bij het eiwit tamelijk groote individueele verschillen tusschen de hamels gevonden; zoo varieerden de verteringscoëfficiënten b. v. bij de eiwitachtige stof van 38 tot 63. Als gemiddelde werd 48 gevonden, terwijl voor den verteringscoëfficiënt van het werkelijk eiwit als gemiddelde van de zes bepalingen 17 werd berekend.

Volgens de verwachting varieerden de verteringscoëfficiënten voor ruwe celstof nog veel sterker. Zooals gezegd, werden de te onderzoeken aardappel-

[1]) KELLNER, *Landw. Versuchsstat.* 68 (1908) 39.
[2]) NILS HANSSON, *Husdjurens utfodring och vård* (1938).
[3]) KIRSCH, WERNER, *Futterbedarf und Futterwert* (1939).

vlokken gevoederd naast een grondrantsoen (in dit geval hooi), waarvan in een aparte proef de verteerbaarheid met dezelfde dieren was vastgesteld. Bij de berekening moeten wij aannemen, dat de dieren het hooi naast de aardappelvlokken in precies dezelfde mate verteerden als in de periode, waarin uitsluitend hooi werd gevoederd. Globaal genomen, zal dit wel het geval zijn, maar het is toch onvermijdelijk, dat er steeds afwijkingen zullen optreden. Al deze onvermijdelijke fouten komen te drukken op de verteerbaarheid van de bestanddeelen van het proefrantsoen (in dit geval de aardappelvlokken) en wel des te sterker naarmate er van deze bestanddeelen in het proefrantsoen minder aanwezig zijn. Bijgevolg is de nauwkeurigheid van het vaststellen van de verteerbaarheid van een bepaald bestanddeel, b. v. ruwe celstof, afhankelijk van het percentage, dat de hoeveelheid ruwe celstof uit de aardappelvlokken uitmaakt van de totale hoeveelheid ruwe celstof uit het dagrantsoen (dus uit 350 g aardappelvlokken + 700 g hooi). Wanneer men nu bedenkt, dat dit percentage bij deze proef nog geen 5 % bedroeg en wanneer men dan nog in aanmerking neemt, dat het gehalte aan ruwe celstof moeilijk met groote nauwkeurigheid is te bepalen, dan is het duidelijk waarom de verteringscoëfficiënten voor de ruwe celstof uit de aardappelvlokken zulke groote schommelingen vertoonen. Gemiddeld werd voor den verteringscoëfficiënt van ruwe celstof toevallig precies hetzelfde getal gevonden als voor de zetmeelachtige stof, n. l. 97.

Ook van de *beide soorten kuilgras* werd de verteerbaarheid bepaald en wel met behulp van de hamels A, B en C. Bij het kuilgras uit den Grooten kuil bestond de verteringsproef (V 114) uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 10 dagen. Bij het kuilgras uit den Grooten silo (V 117) bestond de hoofdperiode uit twee proefperioden, elk van 10 dagen, die zonder onderbreking op elkaar volgden en waarbij de voedering geheel dezelfde bleef, zoodat deze perioden ook tot één langere periode van 20 dagen kunnen worden samengevoegd; aan deze perioden ging een voorperiode van 11 dagen vooraf.

Het kuilgras werd steeds als uitsluitend voeder verstrekt, hetgeen geen aanleiding heeft gegeven tot verteringsstoornissen. Bij beide proeven kregen de dieren zooveel kuilgras als ze konden opnemen, zonder al te groote resten over te laten. Evenals bij vroegere proefnemingen hebben wij er voor gezorgd, dat elk dier van dag tot dag bij benadering dezelfde hoeveelheid droge stof ontving. Dit konden wij bereiken door in het kuilgras dadelijk een provisorische droge-stof-bepaling te verrichten. De verkregen verteringscoëfficiënten zijn weergegeven in de tabellen B 6 en B 7.

Zooals uit tabel B 6 blijkt, is bij het kuilgras uit den Grooten kuil, tengevolge van de hooge temperaturen, welke bij het inkuilen werden bereikt, de verteerbaarheid van de eiwitachtige stof in sterke mate afgenomen, terwijl het werkelijk eiwit practisch geheel onverteerbaar is geworden. Ook in de silage uit den Grooten silo is de verteerbaarheid van het eiwit vrij sterk gedaald, zij het in mindere mate dan bij den kuil. Zooals verder in tabel B 7 is te zien, werd het eiwit van de silage, die in periode I werd vervoederd, slechter verteerd dan die in periode II.

TABEL B 6

Kuilgras uit Grooten Hollandschen Kuil (V 114). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficiënten

	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof [1])	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
		Samenstelling						
Kuilgras (No. 3588) . . .		29,08	83,80	12,29	39,51	32,00	16,20	9,40
		Verteringscoëfficiënten						
Hamel A	0,977	49,8	57,4	15,2	56,8	74,5	10,2	— 4,2
Hamel B	0,967	51,7	59,1	18,7	58,6	75,2	13,3	5,0
Hamel C	0,900	52,6	58,6	18,5	57,9	75,0	21,6	3,1
Gemiddeld	0,948	**51,4**	**58,4**	**17,5**	**57,8**	**74,9**	15,0	**1,3**

[1]) Zonder ammonia.

TABEL B 7

Kuilgras uit Grooten Silo (V 117). Samenstelling der droge stof en verteringscoëfficiënten

	Opgenomen droge stof (kg per dag)	Droge stof	Organische stof	Eiwitachtige stof [1])	Vet- + zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Werkelijk eiwit
		Samenstelling						
Silage periode I (No. 3655)		29,28	84,51	11,34	43,32	29,85	15,49	8,19
Silage periode II (No. 3656)		32,71	85,99	12,79	43,86	29,34	14,01	9,20
		Verteringscoëfficiënten						
Periode I, hamel A . . .	0,880	53,3	60,1	28,0	62,1	69,6	16,1	7,2
Periode I, hamel B . . .	0,867	53,7	60,0	26,0	62,3	69,6	19,4	5,8
Periode I, hamel C . . .	0,701	54,4	60,9	30,4	61,3	72,0	18,9	10,1
Gemiddeld periode I . . .	0,816	*53,8*	*60,3*	*28,1*	*61,9*	*70,4*	18,1	*7,7*
Periode II, hamel A . . .	0,883	55,8	62,1	36,8	62,9	71,9	17,5	16,9
Periode II, hamel B . . .	0,870	58,2	63,6	40,5	63,3	74,1	25,3	23,6
Periode II, hamel C . . .	0,733	59,2	64,5	42,1	64,3	74,6	26,4	24,3
Gemiddeld periode II . .	0,829	*57,7*	*63,4*	*39,8*	*63,5*	*73,5*	23,1	*21,6*
Gemiddeld perioden I en II	0,822	**55,8**	**61,9**	**34,0**	**62,7**	**72,0**	20,6	**14,6**

[1]) Zonder ammonia.

Voederwaarde. Met behulp van de verteringscoëfficiënten uit de tabellen B 3 t/m B 7 en de samenstellingen uit tabel B 2 werd de „berekende voederwaarde" van het ontsloten stroo, het hooi, de aardappelvlokken en de beide partijen kuilgras uitgerekend. Alvorens deze gemiddelde ver-

teringscoëfficiënten toe te passen op al het materiaal, dat in de hoofdperiode is gevoederd, hebben wij ons er van overtuigd, dat er een goede overeenkomst bestond tusschen de droge-stof-analyses van al dit materiaal (tabel B 2) en die van de veel kleinere porties, welke bij de verteringsproeven waren gebruikt. Over het algemeen was de overeenstemming behoorlijk, alleen bij het hooi was de samenstelling van al het in de hoofdperiode gevoederde hooi iets minder dan van dat gedeelte, dat voor de verteringsproef is gebruikt. Bijgevolg zal de voederwaarde van het hooi in tabel B 8 iets aan den hoogen kant zijn, maar toch zijn de waarden nog iets lager dan wanneer wij ze hadden berekend met behulp van de door ons opgestelde formules voor de berekening van de voederwaarde uit de analyse [1]).

Voor de zetmeelwaardeberekening werd bij het hooi als factor voor ruwe-celstof-aftrek 0,58 en bij de beide soorten kuilgras 0,41 genomen. Voor de berekening van de voederwaarde van het lijnmeel werd gebruik gemaakt van de door ons gevonden samenstelling en van verteringscoëfficiënten, die het gemiddelde waren van de waarden van KELLNER [2]), NILS HANSSON [3]), MORRISON [4]) en KIRSCH-WERNER [5]).

De voederwaarden der bestanddeelen van het grond- en proefrantsoen zijn opgenomen in tabel B 8.

TABEL B 8

Voederwaarde der bestanddeelen van grond- en proefrantsoen

	In de droge stof				In het ongedroogde materiaal				
	Verteerbare organische stof (%)	Verteerbare eiwitachtige stof (%) *)	Verteerbaar werkelijk eiwit (%)	Zetmeelwaarde (kg per 100 kg)	Droge stof (%)	Verteerbare organische stof (%)	Verteerbare eiwitachtige stof (%) *)	Verteerbaar werkelijk eiwit (%)	Zetmeelwaarde (kg per 100 kg)
Ontsloten stroo . .	41,4	— 3,42	— 3,52	?	87,32	36,2	— 2,99	— 3,07	?
Hooi	56,3	4,86	3,38	37,7	85,28	48,0	4,14	2,88	32,1
Lijnmeel.	73,2	29,95	26,80	71,6	84,82	62,1	25,40	22,73	60,8
Aardappelvlokken .	90,5	3,70	0,77	87,5	85,30	77,2	3,15	0,66	74,6
Kuilgras, 1e helft hoofdperiode . . .	49,9	2,22	0,13	36,6	27,70	13,82	0,62	0,04	10,15
Kuilgras, 2e helft hoofdperiode . . .	52,8	4,20	1,30	39,8	31,19	16,48	1,31	0,40	12,40
Kuilgras, geheele hoofdperiode . . .	51,4	3,21	0,72	38,2	29,44	15,15	0,96	0,22	11,27

*) Bij het kuilgras zonder ammonia.

[1]) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. v. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* over 1938, bladz. 7.
DIJKSTRA, *Versl. v. landbk. Onderz.* 49 (1943) 38.

[2]) KELLNER, FINGERLING, *Grundzüge der Fütterungslehre* (1940).

[3]) NILS HANSSON, *Husdjurens utfodring och vård* (1938).

[4]) MORRISON, *Feeds and feeding* (1936).

[5]) KIRSCH, WERNER, *Futterbedarf und Futterwert* (1939).

Wanneer wij in deze tabel in de eerste plaats de gehaltes aan verteerbare eiwitachtige stof en verteerbaar werkelijk eiwit bekijken, dan blijken deze in het algemeen aan den lagen kant te zijn. Bij het kuilgras zijn tengevolge van de slechte verteerbaarheid van het eiwit deze waarden al zeer laag uitgevallen. Ook bij het lijnmeel liggen deze percentages ver beneden de waarden, welke KELLNER als gemiddelden aangeeft. Ook de cijfers voor het hooi zijn niet hoog en liggen nog iets beneden de gemiddelde waarden, welke wij voor eenige jaren voor een aantal Nederlandsche hooisoorten vonden [1]). Voor het ontsloten stroo werden voor het verteerbaar eiwit ook nu weer negatieve waarden gevonden. Volgens deze berekening zou het dus noodig zijn naast elke kg, die van dit ontsloten stroo werd gevoederd, ongeveer 30 g verteerbaar eiwit extra te verstrekken, welke bijgevolg door één der andere voedermiddelen zou moeten worden geleverd. Het eenige voedermiddel, dat hiervoor bij deze proef in aanmerking kon komen, was het lijnmeel en dit bevatte, zooals in tabel B 8 is te zien, ook nog maar 25,40 % verteerbare eiwitachtige stof. Hierdoor had naast de 4 kg voedercarton nog ongeveer 1 kg lijnmeel extra moeten worden gegeven, waardoor de zetmeelwaarde van het proef- + grondrantsoen van de proefgroep in de hoofdperiode zeer groot zou zijn geworden. Daar dit voor de uitvoering van deze proef onoverkomelijke bezwaren met zich zou meebrengen, hebben wij bij deze proef slechts in geringe mate rekening kunnen houden met deze negatieve eiwitwaarden.

De zetmeelwaarden der verschillende voedermiddelen geven in het geheel genomen geen aanleiding tot bijzondere opmerkingen. Alleen bij het ontsloten stroo deed zich de moeilijkheid voor, welke zetmeelwaarde wij er aan moesten toekennen.

KELLNER c. s. [2]) en FINGERLING c. s. [3]) hebben indertijd stofwisselingsproeven genomen, waarbij zij met behulp van respiratieapparaten de energiebalans bepaalden, die opheldering kan geven over de benutting van cellulose. De cellulose, die zij voor hun proefnemingen hebben gebruikt, was volledig ontsloten. Het product was zacht en wollig en was in fijne deelen uiteengevallen en had het karakter van ruwvoeder geheel ingeboet. Deze proeven hebben dit belangrijke resultaat opgeleverd, dat met verteerbare cellulose bij runderen een even groote vetaanzet werd bereikt als met verteerbaar zetmeel. Verteerbare cellulose en verteerbaar zetmeel hebben zoodoende dezelfde voedingswaarde (productiewaarde) bij herkauwers.

De „stroocellulose", welke wij voor onze proefnemingen gebruikten, was echter niet volledig ontsloten en heeft het karakter van een ruwvoeder wel degelijk behouden. Aan den eenen kant leek het ons dus niet juist bij de berekening van deze „stroocellulose" precies denzelfden weg te bewandelen als bij volkomen ontsloten cellulose en bijgevolg in het geheel geen ruwecelstof-aftrek toe te passen. Aan den anderen kant zouden wij, wanneer

---

[1]) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. v. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* over 1938, bladz. 7.

[2]) KELLNER, *Chem. Ztg.* 23 (1899) 828; KELLNER, KÖHLER, *Landw. Versuchsstat.* 53 (1900) 1.

[3]) FINGERLING, KÖHLER, REINHARDT, *Landw. Versuchsstat.* 84 (1914) 149.

wij het ontsloten stroo, waarbij een gedeelte der incrusteerende bestanddeelen in oplossing is gegaan en waardoor de kauw- en verteringsarbeid toch ongetwijfeld geringer is geworden, op precies dezelfde wijze behandelden als een ruwvoeder, b. v. stroo, en een ruwe-celstof-aftrek van 0,58 toepasten, stellig een te lage uitkomst vinden.

Dit is de reden, waarom wij in tabel B 8 voor het ontsloten stroo geen zetmeelwaarde hebben opgegeven.

Om nu in de voederwaarde van dit ontsloten stroo een beter inzicht te verkrijgen, werd de hier beschreven voederproef genomen, waarbij wij voor het ontsloten stroo een zetmeelwaarde van 40 hebben aangenomen.

DE VOEDERING

Naast het in het vorige hoofdstuk behandelde grond- + proefrantsoen ontvingen alle dieren een krachtvoedermengsel, het z.g. „melkmengsel", dat bestond uit:

30 % gerstemeel;
17,5 % havermeel;
30 % lijnmeel;
20 % suikerpulp;
2,5 % mineralen.

De samenstelling van deze afzonderlijke bestanddeelen is opgenomen in tabel B 9.

TABEL B 9

Samenstelling (%) van de voor het meelmengsel gebruikte bestanddeelen

	Eiwitachtige stof	Vetachtige stof	Zetmeelachtige stof	Ruwe celstof	Minerale bestanddeelen	Vocht	Werkelijk eiwit	Verteerbare eiwitachtige stof	Verteerbaar werkelijk eiwit	Zetmeelwaarde
Gerstemeel	10,60	0,51	67,91	2,92	2,10	15,96	9,99	8,06	7,45	70,2
Havermeel	10,94	2,50	53,63	14,70	3,11	15,12	9,87	8,64	7,57	55,0
Lijnmeel	29,54	3,53	36,81	9,50	5,44	15,18	26,87	25,40	22,73	60,8
Suikerpulp	7,11	58,72		13,14	5,84	15,19	6,20	4,34	3,43	52,3
Meelmengsel	—	—	—	—	—	—	—	*12,42*	*11,06*	*59,4*

De v. e. a. s.-zetmeelwaardeverhouding van dit krachtvoedermengsel moet zijn, zooals voor de melkproductie wordt vereischt. Bij deze proef moest dit „melkmengsel" dus een v. e. a. s.-zetmeelwaardeverhouding hebben van 1 : 5. Zooals uit tabel B 9 blijkt, was deze verhouding bij dit meelmengsel bij benadering juist.

De hiervan toegediende hoeveelheden wisselden van dier tot dier doordat, door verschil in melk- en vetproductie en levend gewicht, de

behoeften der dieren verschilden. Om steeds een zoo goed mogelijke aansluiting bij de normen te behouden, werden de rantsoenen van alle koeien op geregelde tijden nagerekend en de hoeveelheden krachtvoeder zoo noodig gewijzigd. Behalve in de voorperiode kregen de dieren van de proefgroep niet precies diè hoeveelheden krachtvoeder, die zij op dat oogenblik volgens hun gewicht en productie noodig hadden.

In de hoofdperiode ontvingen deze koeien n. l. een rantsoen, waarin ontsloten stroo was opgenomen, een product, waarvan wij de zetmeelwaarde niet wisten en waarvoor wij bijgevolg een zekere waarde hebben moeten aannemen. Wanneer wij nu b. v. de zetmeelwaarde van dit ontsloten stroo te hoog hadden geschat, dan zouden de dieren van de proefgroep reeds van den aanvang der hoofdperiode af te weinig zetmeelwaarde ontvangen. Tengevolge hiervan zouden de productie en/of het levend gewicht van de proefgroep lager worden dan die van de normaal gevoederde contrôlegroep. Wanneer wij nu onze volgende rantsoenberekening voor de proefgroep baseerden op deze lagere waarden, dan zou dit tot gevolg hebben, dat het verschil met de contrôlegroep steeds grooter zou worden.

Om dit te voorkomen, richtten wij in de hoofdperiode en ook nog in de naperiode de voederbehoefte van de dieren van de proefgroep naar die van de contrôlegroep en verminderden wij de totale hoeveelheid krachtvoeder van de proefgroep precies in dezelfde mate als die van de contrôlegroep; deze laatste groep deed dus dienst als „stuurgroep".

Alle voedermiddelen werden per koe afgewogen (individueele voedering); alleen op Zon- en feestdagen werden hooi en kuilvoeder per groep afgewogen.

Oorspronkelijk lag het in de bedoeling aan alle koeien een even groot grond- + proefrantsoen te verschaffen, doch reeds vóór den aanvang der voorperiode bleek, dat verschillende koeien de haar toegedachte hoeveelheid ruwvoeder, n. l. 10 kg Hollandsch kuilgras + 9 kg hooi, niet konden verwerken. Bijgevolg hebben wij bij de helft der koeien het hooirantsoen moeten verminderen en wel bij 11 dieren met 1 kg, bij 1 koe met 2 kg en bij 2 koeien zelfs met 3 kg hooi per dag. Voor iedere kg, waarmede het hooirantsoen werd verminderd, werd tevens, met het oog op de juiste v. e. a. s.-zetmeelwaardeverhouding van het rantsoen, de hoeveelheid lijnmeel met 0,1 kg verlaagd.

De koeien met geringeren eetlust zijn bij de indeeling zoo gelijk mogelijk over beide groepen verdeeld; hierdoor waren de hoeveelheden hooi, die beide groepen in de voor- en naperiode gemiddeld per dag hebben opgenomen, practisch aan elkaar gelijk en bedroegen 8,3 kg voor de proefgroep en 8,4 kg voor de contrôlegroep.

In de naperiode kwam tenslotte een tweede factor zijn bijdrage leveren voor de ongelijke grootte van grond- + proefrantsoen der afzonderlijke dieren. Bij verschillende dieren was toen n. l. de productie zoodanig gedaald, dat de voederwaarde, die deze dieren volgens de rantsoenberekeningen noodig hadden, geringer was dan die, welke zij uit het grond- + proefrantsoen ontvingen. Derhalve moesten bij deze dieren de dagelijksche rantsoenen lijnmeel en aardappelvlokken worden verminderd en wel in een zoodanige onderlinge verhouding, dat de v. e. a. s.-zetmeelwaardever-

houding van het overblijvende rantsoen in orde bleef. Bij deze verlagingen hebben wij beide groepen steeds op precies dezelfde wijze behandeld.

Voor de hoeveelheden, welke van de verschillende voedermiddelen per dier per dag door beide groepen gemiddeld in elk der perioden werden opgenomen, zij verwezen naar tabel B 10.

TABEL B 10

Voedermiddelen, door beide groepen in elk der perioden gegeten (kg p. dier p. dag)

	Voorperiode		Hoofdperiode		Naperiode	
	Groep I (proef-groep)	Groep II (contrôle-groep)	Groep I (proef-groep)	Groep II (contrôle-groep)	Groep I (proef-groep)	Groep II (contrôle-groep)
Kuilgras	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Hooi	8,3	8,4	4,3	8,4	8,3	8,4
Ontsloten stroo	—	—	4,0	—	—	—
Lijnmeel	1,53	1,54	2,23	1,24	0,91	0,92
Aardappelvlokken	1,40	1,40	—	1,30	1,56	1,56
Krachtvoedermengsel	2,14	2,15	1,17	1,27	0,55	0,68

Voorperiode. In deze periode ontvingen de dieren van groep I (proefgroep) gemiddeld per dag 10,0 kg kuilgras uit den Hollandschen kuil, 8,3 kg hooi, 1,53 kg lijnmeel, 1,40 kg aardappelvlokken en 2,14 kg krachtvoedermengsel en die van groep II (contrôlegroep) gemiddeld 10,0 kg kuilgras, 8,4 kg hooi, 1,54 kg lijnmeel, 1,40 kg aardappelvlokken en 2,15 kg krachtvoedermengsel; beide groepen ontvingen dus practisch evenveel.

Hoofdperiode. In de overgangsperiode, die aan de hoofdperiode voorafging, werd bij de koeien van groep I (proefgroep) geleidelijk 4,0 kg hooi en 1,30 kg aardappelvlokken vervangen door 4,0 kg gemalen voedercarton en 1,00 kg lijnmeel. Zooals wij reeds vermeldden, werd het carton door het krachtvoeder gemengd en goed met water geweekt. Daar het carton in dezen vorm zeer volumineus was, waren wij genoodzaakt de 4,0 kg voedercarton voor elke koe in 3 porties af te wegen en over 3 voederbakken te verdeelen. Bijgevolg ontvingen alle dieren van de proefgroep tijdens de hoofdperiode hun dagelijksche rantsoenen ontsloten stroo-krachtvoedermengsel, verdeeld over drie voedertijden. Daar het gemalen voedercarton bovendien erg stuift, was het gereedmaken der rantsoenen een eenigszins onaangenaam werk.

De proefkoeien aten, op één uitzondering na, het ontsloten stroo, hetwelk op deze manier was bereid, dadelijk gretig en vlug op. Deze eene koe (N°. 33) at het in het begin slechts traag en liet wel eens kleine resten over, doch na eenige dagen at ook dit dier het carton volledig op.

Op 27 Februari, dus juist op de helft van de hoofdperiode, werd begonnen met de voedering van het kuilgras uit den Grooten silo.

In de hoofdperiode ontvingen de koeien van de proefgroep (groep I) gemiddeld per dag 10,0 kg kuilgras, 4,3 kg hooi, 4,0 kg voedercarton, 2,23 kg

lijnmeel en 1,17 kg krachtvoedermengsel en die van de contrôlegroep 10,0 kg kuilgras, 8,4 kg hooi, 1,24 kg lijnmeel, 1,30 kg aardappelvlokken en 1,27 kg krachtvoedermengsel. Het kleine verschil tusschen de hoeveelheden krachtvoedermengsel is toe te schrijven aan het feit, dat er aan het einde van de voorperiode, dus vlak voor den aanvang der cartonvoedering, tusschen beide groepen reeds een klein productieverschil bestond ten gunste van de contrôlegroep.

Wanneer wij met behulp van de gegevens uit de tabellen B 8 en B 9 de voederwaarde uitrekenen van het rantsoen, dat de contrôlegroep tijdens de hoofdperiode gemiddeld per dag heeft ontvangen, dan blijkt deze *6,30 kg zetmeelwaarde en 0,958 kg verteerbare eiwitachtige stof* te bedragen.

Zooals reeds is vermeld, wilden wij bij deze voederproef, wat de zetmeelwaarde betrof, voederen volgens de normen van LARS FREDERIKSEN, doch van de verteerbare eiwitachtige stof slechts zooveel geven als overeenkwam met 80 % van deze normen. Volgens dit schema hadden de dieren van de contrôlegroep tijdens de hoofdperiode voor onderhoud en productie gemiddeld per dag moeten ontvangen: *6,31 kg zetmeelwaarde* en *1,011 kg verteerbare eiwitachtige stof.*

Ofschoon bij onze voederproeven aan de hand van schattingen en van voorloopige bepalingen getracht wordt zetmeelwaarde en eiwit in het voeder van de contrôlegroep zoo goed mogelijk in overeenstemming te doen zijn met de gebruikte normen, gelukt dit niet altijd volledig, omdat de definitieve uitkomsten der bepalingen (analyses en verteringscoëfficiënten) meestal pas lang na den afloop der proef bekend worden. Daar nu, zooals reeds werd vermeld, de gehaltes aan verteerbare eiwitachtige stof van bijna alle voedermiddelen aan den lagen kant waren, behoeft het geen verwondering te wekken, dat wij iets minder verteerbare eiwitachtige stof hebben gegeven dan wij van plan waren. Wat de zetmeelwaarde betreft, zijn wij er zeer goed in geslaagd om de dieren volgens de normen van FREDERIKSEN te voederen.

Verder bleek bij de definitieve berekening, dat, om de voederwaarde van het eigenlijke proefrantsoen (4,0 kg voedercarton + 1,0 kg lijnmeel) gelijk te krijgen aan die van het hiertegenover gestelde contrôlerantsoen (4,0 kg hooi + 1,3 kg aardappelvlokken), voor het carton een zetmeelwaarde van 41,2 moest worden verondersteld en dat verder bij de voedering van 4,0 kg voedercarton 47 g verteerbare eiwitachtige stof extra is gegeven, dus 11,8 g per kg carton.

Naperiode. In deze periode ontvingen de dieren van groep I (proefgroep) gemiddeld per dag 10,0 kg kuilgras uit den Grooten silo, 8,3 kg hooi, 0,91 kg lijnmeel, 1,56 kg aardappelvlokken en 0,55 kg krachtvoedermengsel en die van groep II gemiddeld 10,0 kg kuilgras, 8,4 kg hooi, 0,92 kg lijnmeel, 1,56 kg aardappelvlokken en 0,68 kg krachtvoedermengsel. Evenals in de hoofdperiode heeft de contrôlegroep ook nu een iets grootere hoeveelheid krachtvoedermengsel ontvangen dan de proefgroep, omdat de berekeningen van de rantsoenen der proefgroep gebaseerd zijn op den toestand aan het einde van de voorperiode en er toen, zooals reeds is vermeld, een klein productieverschil bestond ten gunste van de contrôlegroep.

HET LEVEND GEWICHT

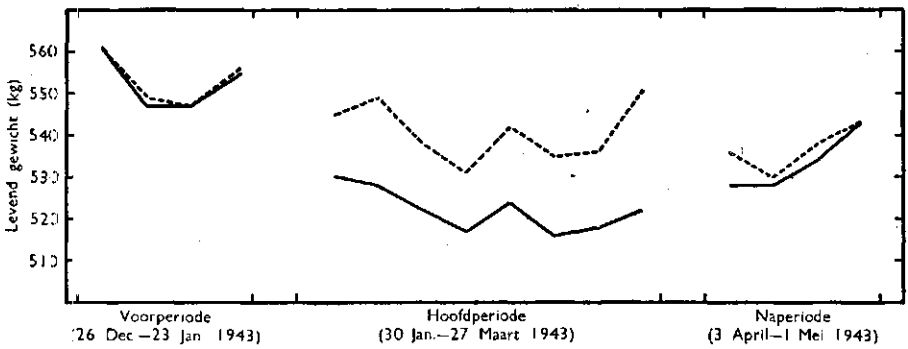

Fig. 1. *Loop van het levend gewicht.*
Groep I (proefgroep): voluit getrokken lijnen.
Groep II (contrôlegroep): onderbroken lijnen.

In fig. 1 wordt een overzicht gegeven over den loop van het gemiddelde levend gewicht van beide groepen gedurende de proef.

In de voorperiode waren de gemiddelde gewichten van beide groepen precies aan elkaar gelijk. In de hoofdperiode daarentegen was de contrôlegroep zwaarder dan de proefgroep en wel gemiddeld 18,8 kg. Zooals uit de figuur blijkt, bestond er reeds dadelijk in het begin van de hoofdperiode een flink verschil en na afloop der hoofdperiode is het verschil weer snel verdwenen. Reeds bij de tweede weging in de naperiode waren de gewichten van beide groepen weer practisch aan elkaar gelijk en zijn dit ook verder gebleven.

Tabel B 11 geeft voor elke koe het gemiddelde aan van drie, dag aan dag op elkaar volgende wegingen aan het einde der voorperiode en eveneens van de wegingen op drie achtereenvolgende dagen na afloop der hoofdperiode, eenige dagen na den overgang op gelijk voer.

Uit deze tabel blijkt, dat in den loop der hoofdperiode de dieren van groep I (proefgroep) gemiddeld 26,1 $\pm$ 3,1 kg en die van groep II (contrôlegroep) gemiddeld 12,5 $\pm$ 1,3 kg in gewicht afnamen. Het verschil bedraagt derhalve 13,6 $\pm$ 3,4 kg per dag en per dier, zoodat hieraan een wezenlijke beteekenis mag worden toegekend. Wanneer wij de figuur bezien, kunnen wij ons echter niet aan den indruk onttrekken, dat een verschil in gewicht, dat zoo snel ontstaat en ook betrekkelijk snel weer verdwijnt, niet zoo zeer berust op vet- en vleeschverlies dan wel op verschil in maag- en darminhoud of misschien op vochtverlies. Verder blijkt, dat de grootte van het verschil tusschen beide groepen afhankelijk is van den tijd, waarop de wegingen na afloop der hoofdperiode plaats vinden. Wanneer wij de wegingen, zooals vroeger gebruikelijk was, enkele dagen later, dus op de eerste dagen der naperiode, hadden verricht, dan zouden wij een aanmerkelijk kleiner verschil hebben geconstateerd (wanneer wij de berekening b. v. baseerden op de eene weging, die er toen inderdaad heeft plaats gevonden, dan zou het verschil in gewichtsdaling tusschen beide groepen 6,9 kg hebben bedragen).

TABEL B 11

Loop van het levend gewicht (kg)

Groep I (proefgroep)				Groep II (contrôlegroep)			
Koe no.	Gemiddeld gewicht einde voorperiode	Gemiddeld gewicht aanvang naperiode	Afgenomen	Koe no.	Gemiddeld gewicht einde voorperiode	Gemiddeld gewicht aanvang naperiode	Afgenomen
1	581	558	23	3	627	613	14
4	610	591	19	15	598	594	4
7	583	534	49	23	498	483	15
9	583	578	5	24	604	595	9
19	633	610	23	28	517	500	17
21	542	511	31	29	555	541	14
27	481	472	9	32	558	545	13
33	540	513	27	39	566	562	4
35	561	530	31	41	479	474	5
37	543	502	41	43	523	508	15
40	538	504	34	44	518	500	18
45	510	485	25	48	578	565	13
47	477	458	19	52	574	558	16
64	585	555	30	54	592	574	18
Gem.	554,8	528,6	**26,1 ± 3,1**	Gem.	556,2	543,7	**12,5 ± 1,3**

Een betere voorstelling van het gewichtsverloop krijgen wij waarschijnlijk, wanneer wij nagaan, of het gewichtsverschil tusschen de beide groepen ten gunste van de contrôlegroep gedurende het verloop der hoofdperiode grooter werd. Om dit na te gaan hebben wij in fig. 2 het gewichtsverschil

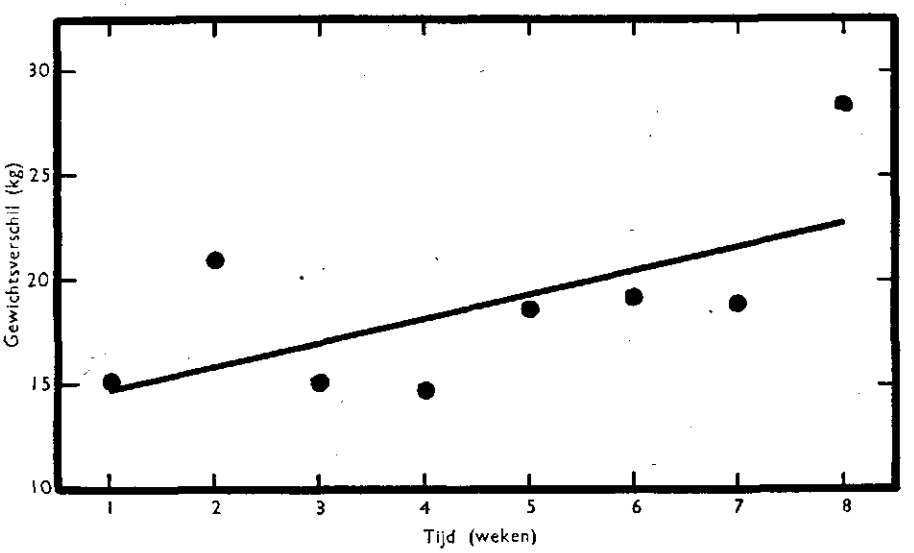

Fig. 2. *Het gewichtsverschil (in kg) tusschen beide groepen gedurende de hoofdperiode als functie van den tijd.*

tusschen beide groepen bij iedere weging tijdens de hoofdperiode tegen den tijd uitgezet.

Bij de in de figuur geteekende regressielijn behoort de vergelijking $y = 1{,}158\ x + 14{,}783$.

Het gaat nu om den coëfficient van x; deze geeft n. l. de verandering van het verschil aan. Het blijkt, dat het verschil grooter wordt en wel: $1{,}158 \pm 0{,}572$ kg per week of 0,165 kg per dag.

De gevonden coëfficient is wel iets grooter dan $2 \times$ zijn middelbare afwijking, doch gezien het kleine aantal gegevens, kunnen wij volgens FISCHER [1]) het verschil nog niet wezenlijk noemen.

DE GEZONDHEIDSTOESTAND DER DIEREN

Wat de conditie en den haarglans der dieren betreft, werd nimmer eenig verschil van beteekenis tusschen de groepen waargenomen.

Gedurende de geheele proef was de conditie van de koeien van beide groepen gemiddeld zeer matig.

Gemiddeld genomen was de consistentie van den mest van de koeien van beide groepen gedurende de geheele hoofdperiode steeds vrijwel normaal, misschien iets aan den dunnen kant; in dit opzicht bestond er geen verschil tusschen beide groepen.

OPBRENGST AAN MELK, VET EN VETVRIJE DROGE STOF

Gegevens hieromtrent van elke koe vindt men in de tabellen B 12 en B 13, terwijl tabel B 14 een overzicht geeft, evenals fig. 3.

Uit deze tabellen en figuur volgt, dat de opbrengsten aan melk, vet en berekende vetvrije droge stof van groep I (proefgroep) in de hoofdperiode lager waren dan die van de contrôlegroep. Het verschil bedroeg gemiddeld over de geheele hoofdperiode per koe en per dag 0,92 kg melk, 13,0 g vet en 7,5 g vetvrije droge stof.

Daar de opbrengsten der groepen ook in de voor- en naperiode iets verschilden, hebben wij niet zonder meer met de in de hoofdperiode waargenomen verschillen tusschen de groepen gerekend, doch berekenden wij de z. g. gecorrigeerde productieverschillen. Hierbij maakten wij gebruik van de formule:

$$V = v_2 - \tfrac{1}{2}(v_1 + v_3),$$

waarin v_1, v_2 en v_3 resp. de meeropbrengst van groep II (contrôlegroep) in de voorperiode, de hoofdperiode en de naperiode voorstellen.

Melkopbrengst. Het gecorrigeerde verschil (per koe en per dag) ten gunste van groep II (contrôlegroep) bedroeg:

$$V = +\ \mathbf{0{,}40\ kg} \text{ of } +\ \mathbf{3{,}0}\ \%$$

---

[1]) FISHER, *Statistical Methods for Research Workers*, 7th Edition, p. 177.

TABEL B 12

Groep I. Gemiddelde dagelijksche opbreng

Nummers der koeien		1	4	7	9
Melk (kg)	Voorperiode	16,72	14,54	19,00	14,79
	Hoofdperiode	13,49	12,59	15,00	13,53
	Naperiode	11,58	11,29	12,92	11,87
Vet (g)	Voorperiode	573	592	668	556
	Hoofdperiode	429	476	503	491
	Naperiode	377	411	416	438
Vetvrije droge stof (g)	Voorperiode	1381	1236	1584	1289
	Hoofdperiode	1088	1043	1210	1145
	Naperiode	936	933	1044	1019
Vetpercentage	Voorperiode	3,42	4,07	3,52	3,76
	Hoofdperiode	3,18	3,78	3,35	3,63
	Naperiode	3,25	3,64	3,22	3,69

TABEL B 13

Groep II. Gemiddelde dagelijksche opbreng

Nummers der koeien		3	15	23	24
Melk (kg)	Voorperiode	13,74	16,40	16,17	19,07
	Hoofdperiode	12,35	12,93	15,02	11,52
	Naperiode	11,49	10,99	13,56	8,19
Vet (g)	Voorperiode	535	502	576	538
	Hoofdperiode	456	391	520	340
	Naperiode	418	335	490	258
Vetvrije droge stof (g)	Voorperiode	1144	1329	1358	1509
	Hoofdperiode	1018	1042	1258	908
	Naperiode	935	872	1135	652
Vetpercentage	Voorperiode	3,90	3,06	3,56	2,82
	Hoofdperiode	3,69	3,03	3,46	2,95
	Naperiode	3,63	3,05	3,61	3,15

TABEL B 12

der afzonderlijke koeien in elk der perioden

19	21	27	33	35	37	40	45	47	64	Gemiddeld
14,09	16,56	13,66	19,76	17,29	14,76	16,26	14,89	17,10	17,67	*16,22*
11,23	13,53	11,86	15,76	13,22	11,61	12,41	12,25	14,03	14,22	*13,20*
9,55	10,91	11,08	13,28	12,04	10,75	10,61	11,00	12,80	13,24	*11,64*
496	621	529	692	571	476	541	454	666	523	*568,4*
382	432	439	549	439	391	404	364	562	436	*453,4*
310	394	382	493	385	352	356	328	512	403	*396,9*
1173	1398	1197	1666	1431	1222	1357	1144	1470	1416	*1355*
908	1132	1026	1314	1068	940	1018	929	1195	1126	*1082*
769	920	958	1106	975	879	876	842	1097	1041	*957*
3,52	3,75	3,88	3,50	3,30	3,22	3,33	3,05	3,89	2,96	*3,51*
3,41	3,56	3,70	3,48	3,32	3,37	3,26	2,97	4,01	3,07	*3,44*
3,24	3,62	3,45	3,71	3,20	3,27	3,35	2,98	4,00	3,04	*3,40*

TABEL B 13

der afzonderlijke koeien in elk der perioden

28	29	32	39	41	43	44	48	52	54	Gemiddeld
16,43	15,[illegible]9	17,98	17,87	21,70	13,49	16,41	17,49	14,44	19,39	*16,84*
14,13	14,38	16,25	15,57	16,71	11,94	14,38	14,91	12,43	15,19	*14,12*
13,04	13,09	14,92	13,76	13,51	9,92	11,81	12,59	10,48	11,69	*12,07*
505	565	515	656	806	536	622	559	420	667	*571,6*
424	494	458	563	597	460	528	455	354	489	*466,4*
397	429	423	505	486	393	445	376	299	383	*402,6*
1322	1297	1401	1514	1833	1157	1391	1456	1170	1592	*1391*
1125	1210	1262	1303	1391	1021	1211	1229	996	1222	*1157*
1038	1085	1168	1134	1109	844	990	1041	837	934	*984*
3,07	3,72	2,86	3,67	3,72	3,98	3,79	3,20	2,91	3,44	*3,41*
3,00	3,44	2,82	3,62	3,57	3,85	3,67	3,05	2,85	3,22	*3,30*
3,05	3,28	2,83	3,67	3,60	3,96	3,76	2,99	2,86	3,27	*3,34*

TABEL B 14

Gemiddelde opbrengst per koe en per dag aan melk, vet en vetvrije droge stof

	Melk (kg)			Vet (g)			Vetvrije droge stof (g)		
	Groep I (proefgroep)	Groep II (contrôlegroep)	Verschil ten gunste van groep II	Groep I (proefgroep)	Groep II (contrôlegroep)	Verschil ten gunste van groep II	Groep I (proefgroep)	Groep II (contrôlegroep)	Verschil ten gunste van groep II
Voorperiode . .	16,22	16,84	+ 0,62	568,4	571,6	+ 3,2	1355	1391	+ 36
Hoofdperiode .	13,20	14,12	+ 0,92	453,4	466,4	+ 13,0	1082	1157	+ 75
Naperiode . . .	11,64	12,07	+ 0,43	396,9	402,6	+ 5,7	957	984	+ 27

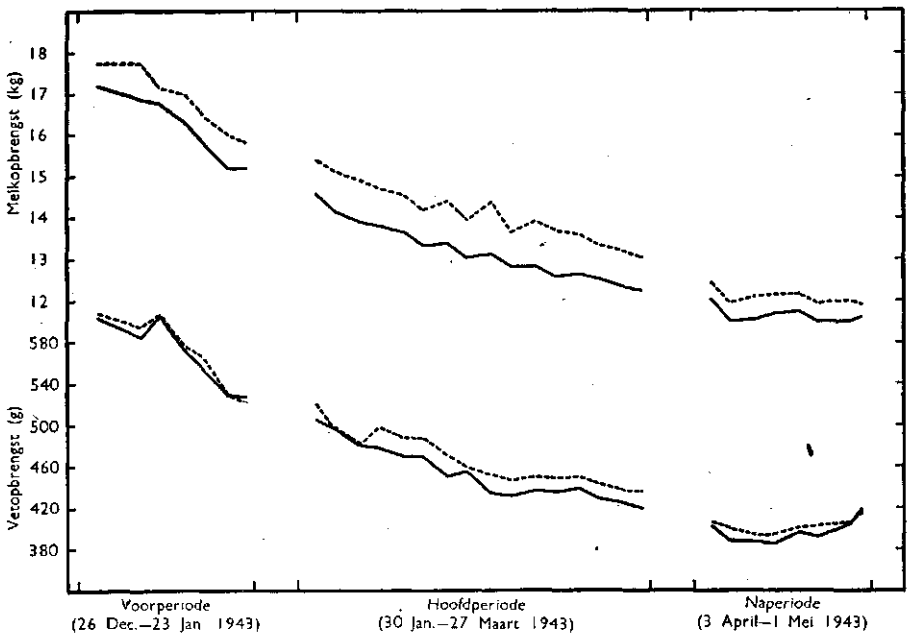

Fig. 3. *Melkopbrengst* (boven, kg per koe en per dag) en *vetopbrengst* (beneden, g per koe en per dag) *in de verschillende perioden.*
Groep I (proefgroep): voluit getrokken lijnen.
Groep II (contrôlegroep): onderbroken lijnen.

Het blijkt dus, dat de melkopbrengst van de contrôlegroep in de hoofdperiode hooger is geweest dan van groep I, die voedercarton heeft ontvangen. Bij de berekening van de middelbare afwijking [1]) werd gevonden: $V = 0{,}399 \pm 0{,}205$; volgens FISHER mogen wij het verschil dus nog niet wezenlijk noemen.

[1]) BROUWER, *Versl. v. landbk. Onderz.* 34 (1929) 51; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* over 1928, bladz. 27, formule (3).

Melkvet. Bij de vetopbrengst werd per koe en per dag het volgende gecorrigeerde verschil gevonden:

$$V = + \mathbf{8{,}6}\ \mathbf{g} \text{ of } + \mathbf{1{,}9}\ \%$$

Ook bij de vetopbrengst werd dus een verschil gevonden ten gunste van de contrôlegroep. Eveneens berekenden wij de middelbare afwijking. Er werd gevonden: $V = 8{,}64 \pm 5{,}48$; de middelbare afwijking is echter te groot om aan het verschil een wezenlijke beteekenis te mogen toekennen.

Vetvrije droge stof. De gecorrigeerde verschillen, wederom per koe en per dag, vallen hier weer ten gunste van groep II (contrôlegroep) uit:

$$V = + \mathbf{43{,}6}\ \mathbf{g} \text{ of } + \mathbf{4{,}0}\ \%$$

Het verschil was, zooals uit het percentage blijkt, bij de hoeveelheid vetvrije droge stof dus nog iets grooter dan bij de melkopbrengst.

SAMENSTELLING VAN MELK EN BOTER

De groepgemiddelden voor de percentages aan vet en vetvrije droge stof vindt men in tabel B 15.

TABEL B 15

Samenstelling der melk

	Vet (%)			Vetvrije droge stof (%)		
	Groep I (proef-groep)	Groep II (contrôle-groep)	Verschil ten nadeele van groep II	Groep I (proef-groep)	Groep II (contrôle-groep)	Verschil ten nadeele van groep II
Voorperiode	3,51	3,41	— 0,10	8,35	8,27	— 0,08
Hoofdperiode	3,44	3,30	— 0,14	8,19	8,19	± 0,00
Naperiode	3,40	3,34	— 0,06	8,22	8,15	— 0,07

Vetpercentage. Zooals men uit de tabel ziet, is er tijdens de geheele proef steeds een klein verschil in het vetgehalte der melk geweest ten nadeele van groep II (contrôlegroep). In de hoofdperiode was dit verschil iets grooter geworden; het gecorrigeerde verschil bedroeg:

$$V = - \mathbf{0{,}06}\ \%$$

Vetvrije droge stof. In de hoofdperiode was het gemiddelde vetvrije-droge-stof-percentage der melk bij beide groepen gelijk. Daar er echter in de voor- en naperiode een klein verschil was ten nadeele van groep II, krijgen wij een klein gecorrigeerd verschil ten gunste van groep II (contrôlegroep); de grootte van dit verschil bedroeg:

$$V = + \mathbf{0{,}08}\ \%$$

Joodgetal van het botervet. Eenmaal per week werd in de mengboter der groepen het joodgetal (volgens WIJS) bepaald. In tabel B 16 zijn voor elke groep de gemiddelden van deze cijfers over de voorperiode, de hoofdperiode en de naperiode opgenomen.

TABEL B 16

Joodgetal van het botervet (WIJS)

	Aantal monsterdagen	Groep I (proefgroep)	Groep II (contrôlegroep)	Verschil ten gunste van groep II
Voorperiode . .	3	34,85	36,29	+ 1,44
Hoofdperiode . .	8	35,31	32,23	— 3,08
Naperiode . . .	4	29,87	31,19	+ 1,32

Terwijl in de voor- en naperiode het joodgetal van het botervet van de contrôlegroep het hoogst was, was tijdens de hoofdperiode het joodgetal bij de proefgroep het hoogst. Hieruit zien wij dus, dat de vervanging van 4,0 kg hooi en 1,3 kg aardappelvlokken in het rantsoen door 4,0 kg voedercarton en 1,0 kg lijnmeel bij deze proef het joodgetal van het botervet duidelijk heeft verhoogd en wel gemiddeld bijna 4,5 eenheden. Dat behoeft nog niet in te houden, dat het ontsloten stroo verhoogend heeft gewerkt, daar, zooals bekend, aardappelvlokken een verlagende en lijnmeel een verhoogende werking uitoefent.

NADERE BESCHOUWING DER GEGEVENS

Hoewel de zetmeelwaarde van een bepaald voedermiddel slechts bepaald kan worden met behulp van een respiratieapparaat, willen wij toch aan de hand van de bij deze proef verkregen uitkomsten trachten de voederwaarde van het gebruikte ontsloten stroo bij benadering te schatten.

Zooals reeds is vermeld, hebben wij bij deze proef niet volledig rekening kunnen houden met de z. g. „eiwitdepressie" en hebben wij naast elke kg carton, die gevoederd werd, slechts ± 12 g verteerbare eiwitachtige stof extra kunnen geven, terwijl theoretisch deze hoeveelheid veel grooter had moeten zijn, n. l. ± 30 g. Om nu toch tot een schatting van de zetmeelwaarde te komen, moeten wij aannemen, dat de hoeveelheid eiwit bij deze proef geen rol heeft gespeeld en dat de productie- en gewichtsvermindering alleen veroorzaakt werden doordat de zetmeelwaarde van het ontsloten stroo lager is geweest dan wij hadden aangenomen.

Nadat de definitieve uitkomsten der analyses en verteringsproeven bekend waren, bleek, dat bij deze proef voor het gebruikte voedercarton van een zetmeelwaarde van 41,2 was uitgegaan. Deze waarde is ongetwijfeld te hoog geweest, want tijdens de hoofdperiode is zoowel de productie als het gewicht van de koeien van de proefgroep gedaald ten opzichte van die van de contrôlegroep en hoewel deze cijfers niet wezenlijk waren, geven zij toch de eenige mogelijkheid om een berekening te maken.

De gemiddelde productiedaling bedroeg 0,40 kg melk en 8,6 g vet, of uitgedrukt in „standaardmelk" (met 3,33 % vet) 0,32 kg, terwijl voor het gemiddelde gewichtsverlies 0,165 kg werd berekend, alles per dier en per dag.

Nu berekenden wij, als gemiddelde van de cijfers van MØLLGAARD [1]) en van FREDERIKSEN [2]), dat er voor de productie van 1 kg „standaardmelk" noodig is: 580 N $K_F = \frac{580}{2365} = 0{,}245$ kg zetmeelwaarde. Voor 0,32 kg „standaardmelk" zou er dus noodig zijn 0,078 kg zetmeelwaarde.

Volgens MØLLGAARD [1]) is voor 1 kg gewichtstoename bij mesten van volwassen runderen noodig 7000 N $K_F = \frac{7000}{2365} = 2{,}96$ kg zetmeelwaarde; voor 0,165 kg gewichtstoename zou dus noodig zijn 0,488 kg zetmeelwaarde.

Voor de 4 kg carton, die per koe werd gevoederd, komen wij dan tot de volgende berekening.

Aangenomen		1,646 kg zetmeelwaarde
Aftrek voor geringere productie	0,078	
Aftrek voor gewichtsdaling	0,488	
Totale aftrek		0,566 kg zetmeelwaarde
Rest voor 4 kg voedercarton		1,080 kg zetmeelwaarde.

Volgens deze berekening zou dus aan het gevoederde ontsloten stroo een zetmeelwaarde van ongeveer 27 moeten worden toegekend.

Zooals ons bij de bestudeering van de literatuur is gebleken, heeft FINGERLING in een van zijn verhandelingen over ontsloten stroo [3]) een hulpmiddel aangegeven om tot een zetmeelwaarde te geraken, zonder echter de juistheid van zijn redeneering door proefnemingen te staven.

Hij nam, evenals KELLNER dit bij zijn zetmeelwaardeberekening doet, het verteerbare gedeelte der ruwe celstof en de verteerbare zetmeelachtige stof als volwaardig aan, doch paste alleen voor het *onverteerbare gedeelte der ruwe celstof* den ruwe-celstof-aftrek voor stroo, hooi en dergelijke toe, dus voor ieder procent onverteerbare ruwe celstof werd de zetmeelwaarde van het ontsloten stroo met 0,58 verminderd. Op de aldus berekende zetmeelwaarde werd tenslotte nog een correctie toegepast voor de verteringsdepressie van het eiwit. FINGERLING hield zich hierbij stipt aan de berekeningswijze van KELLNER, die voor ieder procent verteerbaar werkelijk eiwit de zetmeelwaarde met 0,94 vermeerdert. Daar er bij ontsloten stroo een negatief gehalte aan verteerbaar eiwit wordt gevonden, werd hier dus de gevonden zetmeelwaarde met 0,94 maal dit percentage verminderd.

---

[1]) MØLLGAARD, *Grundzüge der Ernährungsphysiologie der Haustiere* (1931).
[2]) FREDERIKSEN, ØSTERGAARD, 136de *Beretning fra Forsøgslab., København*, 1931.
[3]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.

Wanneer wij deze berekeningswijze op het bij deze voederproef gebruikte ontsloten stroo toepassen, dan vinden wij in de droge stof:

verteerbare zetmeelachtige stof		28,25 × 0,299 =	8,45
verteerbare ruwe celstof		56,38 × 0,642 =	36.20
			44,65
Totale ruwe celstof	56,38		
verteerbare ruwe celstof	36,20		
	20,18 × — 0,58 =		— 11,70
			32,95
verteerbaar werkelijk eiwit. . .	— 3,52 × 0,94 =		— 3,31
			29,64

Voor het ongedroogde materiaal zouden wij op deze wijze een zetmeel, waarde van 25,9 berekenen, een waarde, die niet veel verschilt van diewelke wij uit de bij onze voederproef verkregen resultaten becijferden.

Door op het ontsloten stroo, dat voor de voederproef is gebruikt, de zetmeelwaardeberekening van FINGERLING toe te passen, wordt dus een uitkomst verkregen, die waarschijnlijk ten naaste bij juist is.

Zooals wij reeds mededeelden, bleken de verteringscoëfficiënten van het carton, dat voor de voederproef was gebruikt, lager te zijn dan die van de soorten, waarmede de onder A vermelde verteringsproeven zijn genomen. Wanneer wij nu op die partijen de hier juist vermelde berekeningswijze van FINGERLING toepassen, dan zou de zetmeelwaarde in de droge stof bij het voedercarton van „Scholten" 41,25 en bij dat van „de Eendracht" 37,56 hebben bedragen; in het ongedroogde materiaal wordt dat resp. 35,7 en 33,0.

De zetmeelwaarde van het bij de verteringsproeven gebruikte voedercarton van „de Eendracht" was dus lager dan die van het carton van „Scholten", wat uitsluitend veroorzaakt kan zijn door het hoogere gehalte aan minerale bestanddeelen, daar de ontsluiting, zooals b. v. uit de verteringscoëfficient van ruwe celstof blijkt, minstens even goed was.

Wil men dus bij de bereiding van voedercarton een product verkrijgen met een hooge voedingswaarde, dan is het van belang het gehalte aan minerale bestanddeelen zoo laag mogelijk te houden.

Door een ons onbekende oorzaak is de ontsluiting van de partij voedercarton, welke wij voor de voederproef hebben ontvangen, minder goed gelukt. Zooals wij reeds zagen, kwam de samenstelling van dit carton ongeveer overeen met het gemiddelde van de beide partijen, die voor de verteringsproeven zijn gebruikt. Bijgevolg zou men verwachten, dat de zetmeelwaarde van de droge stof van dit voedercarton ook op dezelfde hoogte zou liggen en dus ongeveer 39 zou hebben bedragen; in werkelijkheid kan ze volgens de berekeningswijze van FINGERLING niet hooger dan 29,6 zijn geweest.

Hieruit blijkt dus wel, dat men, ter verkrijging van een product met hooge voedingswaarde, in de eerste plaats zorg moet dragen voor een goede ontsluiting.

OVERZICHT

Het product, waarmede de hier vermelde proeven zijn genomen en waaraan de naam „voedercarton" werd gegeven, was bereid uit stroo van wintertarwe, door het in gehakselden vorm met 8 % ongebluschte kalk gedurende 5 uren in de bolvormige kookketels van een stroocartonfabriek bij 2½ à 3 atm. overdruk te koken. Vervolgens werd de massa fijn gemalen, met veel water op de papierbaan gebracht, tot platen geperst en gedroogd.

Verteerbaarheidsonderzoek. Daar men graag wilde weten, of de verteerbaarheid van het ontsloten stroo nog afhankelijk was van een eenigszins verschillende samenstelling van het uitgangsmateriaal, werd ons het carton voor de verteringsproeven geleverd door twee verschillende fabrieken.

Het voedercarton van de „N. V. Carton- en Papierfabriek v. h. W. A. Scholten" te Sappemeer was bereid uit wintertarwestroo, dat in de Veenkoloniën was gegroeid en dat van de stroocartonfabriek „de Eendracht" te Appingedam uit wintertarwestroo, dat op kleigrond was gegroeid.

Er was nogal een tamelijk verschil in de chemische samenstelling van deze beide soorten voedercarton. Zoo werd in het carton van „Scholten" in de droge stof 3,25 % CaO en een totaal gehalte aan minerale bestanddeelen van 7,8 % gevonden, terwijl deze percentages voor het carton van „de Eendracht" resp. 7,06 en 18,2 % bedroegen. In de droge stof verschilde ook het ruwe-celstof-gehalte vrij sterk, doch dit bleek voornamelijk te worden veroorzaakt door het groote verschil in het gehalte aan minerale bestanddeelen; in de organische stof was het gehalte aan ruwe celstof practisch gelijk (64,8 % in dat van „Scholten" tegen 62,8 % in dat van „de Eendracht"). Ten slotte was het eiwitachtige-stof-gehalte, hoewel in beide soorten zeer laag, in het voedercarton van „Scholten" toch nog meer dan het dubbele van dat van „de Eendracht" (in de organische stof resp. 3,6 tegen 1,6 %).

Met dit voedercarton werden eenige verteringsproeven genomen, waarbij steeds gebruik werd gemaakt van dezelfde drie hamels. In fijn gemaakten vorm werd het, gemengd met een even groote hoeveelheid grasmeel en goed bevochtigd met water, door de dieren zeer goed gegeten.

In de eerste plaats bleek bij deze proeven, dat het voedercarton in den vorm van stukjes door de hamels even goed werd verteerd als in fijn gemalen vorm.

Verder bleek, dat de verteringscoëfficienten van beide soorten carton practisch aan elkaar gelijk waren; voor die van de organische stof en de ruwe celstof werden bij „Scholten" resp. 55,6 en 70,7 en bij „de Eendracht" 54,8 en 74,4 gevonden. Doordat het voedercarton van „Scholten" een veel lager gehalte aan minerale bestanddeelen bezat, was het percentage verteerbare organische stof en bijgevolg ook de zetmeelwaarde van dit carton duidelijk hooger dan van het carton van „de Eendracht".

In beide gevallen werden voor het eiwit negatieve verteringscoëfficienten gevonden, dat wil zeggen, dat het voedercarton niet alleen in het geheel geen eiwitwaarde heeft, doch dat bovendien bij de voedering er van nog een hoeveelheid verteerbaar eiwit extra moet worden toegevoegd. Ondanks het betrekkelijk groote verschil in eiwitgehalte was deze hoeveelheid bij beide soorten vrijwel gelijk en bedroeg gemiddeld ongeveer 25 g verteerbare eiwitachtige stof voor elke kg, die van dit carton werd gevoederd.

Voederproef met melkvee. Met behulp van twee groepen, elk van 14 melkkoeien, werd een voederproef genomen om een inzicht te krijgen in de voederwaarde van met kalk ontsloten stroo (voedercarton) voor rundvee.

Iedere koe uit groep I (proefgroep) ontving in de hoofdperiode 4,0 kg voedercarton per dag, een hoeveelheid, die, in gemalen vorm, gemengd met krachtvoer en goed geweekt met water, door alle dieren steeds volledig werd opgenomen. Bij deze voederproef werden vergeleken: 4,0 kg voedercarton + 1,0 kg lijnmeel met 4,0 kg hooi + 1,3 kg aardappelvlokken.

Bij een verteringsproef met dezelfde drie hamels bleek, dat de partij voedercarton, die bij deze voederproef werd gebruikt en afkomstig was van „de Eendracht", minder goed ontsloten is geweest dan de hiervoor vermelde. De verteringscoëfficienten waren duidelijk lager en bedroegen b. v. voor organische stof en ruwe celstof resp. slechts 47,6 en 64,2. Ook nu werden voor het eiwit weer negatieve waarden gevonden; de hoeveelheid verteerbaar eiwit, die per kg voedercarton extra zou moeten worden verstrekt, bedroeg volgens deze waarden ongeveer 30 g.

Over de resultaten kunnen wij het volgende mededeelen.

In de hoofdperiode was er een verschil in levend gewicht ten nadeele van de proefgroep, dat in den loop van deze periode geleidelijk grooter werd en wel 1,158 ± 0,572 kg per week of 0,165 kg per dag. In de naperiode heeft het gewicht zich volkomen hersteld.

Wat de conditie der dieren betreft, werd nimmer eenig verschil van beteekenis tusschen de groepen waargenomen.

Wat de opbrengsten aangaat, produceerde groep I (proefgroep) minder melk, vet en vetvrije droge stof dan de contrôlegroep; het gecorrigeerde verschil bedroeg 0,40 ± 0,20 kg melk, 8,6 ± 5,5 g vet en 43,6 g vetvrije droge stof.

De vervanging van 4 kg hooi en 1,3 kg aardappelvlokken in het rantsoen door 4 kg voedercarton en 1,0 kg lijnmeel heeft het joodgetal van het botervet gemiddeld bijna 4,5 eenheden verhoogd.

Uit de resultaten bleek, wanneer aangenomen werd, dat het tekort aan eiwit niet van invloed is geweest, dat de zetmeelwaarde van het voedercarton, waarvoor wij 41,2 hadden aangenomen, te hoog was geschat. Met behulp van het productieverschil en het gewichtsverlies werd berekend, dat aan het gevoederde carton een zetmeelwaarde van ongeveer 27 zou moeten worden toegekend. Deze waarde verschilt niet veel van die, welke wij zouden hebben verkregen, indien de zetmeelwaardeberekening, welke

FINGERLING [1]) voor niet volledig ontsloten stroo heeft aangegeven, op dit voedercarton was toegepast.

Wanneer deze berekeningswijze wordt toegepast op de beide partijen voedercarton, waarmede de verteringsproeven zijn genomen, dan komt men bij die twee soorten tot een belangrijk hoogere zetmeelwaarde, nl. tot 35,7 voor het voedercarton van „Scholten" en tot 33,0 voor dat van „de Eendracht".

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen über den Futterwert des mit Ätzkalk aufgeschlossenen Strohes bei Wiederkäuern

Bei diesen Versuchen wurde Winterweizenstroh mit Kalkmilch — 8 % Ätzkalk des Strohgewichts — 5 Stunden bei einem Druck von 3½—4 Atmosphären in Kugelkochern gekocht, wie sie in Strohpappfabriken üblich sind. Darauf wurde die Masse mit vielem Wasser zermahlen, gepreszt und getrocknet; das so behandelte Stroh wurde „Futterpappe" genannt.

Verdauungsversuche. Zur Feststellung des Einfluszes, den eine etwas verschiedene Zusammensetzung des Rohstrohes auf die Verdaulichkeit der Pappe ausüben wurde, erhielten wir für die Verdauungsversuche Futterpappe von zwei Fabriken. Die „N. V. Carton- en Papierfabriek v. h. W. A. Scholten" in Sappemeer verarbeitete auf Moorboden gewachsenes Winterweizenstroh und die Strohpappfabrik „de Eendracht" in Appingedam Winterweizenstroh, das auf Lehmboden gewachsen war.

Es gab ein ziemlich groszer Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der beiden Sorten Futterpappe. Die Pappe der Fabrik „Scholten" enthielt in der Trockensubstanz 3,25 % CaO und 7,8 % Gesamtasche, während im Produkt der Fabrik „de Eendracht" 7,06 % CaO und 18,2 % Mineralstoffen in der Trockensubstanz gefunden wurden. Hierdurch gab es in der Trockensubstanz ein Unterschied im Rohfasergehalt; in der organischen Substanz war der Rohfasergehalt der beiden Sorten jedoch fast gleich grosz. Weiter war der Rohproteingehalt der Futterpappe, obwohl bei beiden Sorten sehr niedrig, bei „Scholten" noch reichlich zwei Mal so grosz als bei „de Eendracht" (in der Trockensubstanz 3,34 gegen 1,32 %).

Die Pappe wurde mit Hilfe von drei Hammeln auf Verdaulichkeit geprüft. In zerkleinerter Form wurde sie, mit einer gleichen Gabe Grasmehl gemischt und mit Wasser geweicht, von den Tieren sehr gut aufgenommen.

Es zeigte sich, dasz die Futterpappe in abgerissenen Stückchen von den Hammeln gleich gut verdaut wurde als in gemahlener Form.

Weiter zeigte es sich, dasz die Verdauungskoeffizienten der beiden Sorten Pappe fast von gleicher Grösze waren; von der organischen Substanz und der Rohfaser wurde bei „Scholten" resp. 55,6 und 70,7 und bei „de Eendracht" 54,8 und 74,4 % verdaut. Da die Futterpappe dieser letzten

[1]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.

Fabrik einen viel höheren Mineralstoffgehalt besasz, war der Futterwert dieser Pappe deutlich niedriger als der der Fabrik „Scholten".

Bei beiden Sorten wurden für das Eiweisz negative Verdauungskoeffizienten gefunden, demnach hat die Futterpappe nicht nur gar keinen Eiweiszwert, doch auszerdem ist es empfehlenswert bei der Pappfütterung eine extra Eiweiszgabe zu geben und zwar von etwa 25 g verdaulichem Rohprotein für jedes kg Futterpappe.

Fütterungsversuch mit Milchvieh. Im Winter 1942—1943 wurde ein Fütterungsversuch mit zwei Gruppen von je 14 schwarzbunten frischmilkenden Kühen genommen um eine Einsicht in den Futterwert des mit Ätzkalk aufgeschlossenen Strohes (Futterpappe) bei Rindvieh zu bekommen.

Jede Kuh aus der Versuchsgruppe erhielt in der Hauptperiode 4,0 kg Futterpappe pro Tag, eine Menge, die in gemahlener Form gemischt mit Kraftfutter und gut geweicht mit Wasser, von allen Tieren immer vollständig aufgenommen wurde. Bei diesem Versuch wurden verglichen: 4,0 kg Futterpappe + 1,0 kg Leinkuchenmehl mit 4,0 kg Heu + 1,3 kg Kartoffelflocken.

Bei dem Verdauungsversuch mit denselben drei Hammeln zeigte es sich, dasz die Sendung Futterpappe für den Fütterungsversuch weniger gut verdaut wurde; die Verdauungskoeffizienten der organischen Substanz und der Rohfaser waren, der Reihe nach, nur 47,6 und 64,2. Auch hier wurden für das Eiweisz wieder negative Werte gefunden.

Von den Ergebnisse können wir folgendes mitteilen.

Beim Lebendgewicht beobachteten wir in der Hauptperiode zwischen den beiden Gruppen einen Unterschied zum Nachteil der Versuchsgruppe. Dieser Unterschied nahm im Verlauf dieser Periode allmählich zu und wohl mit 1,158 ± 0,572 kg pro Woche oder 0,165 kg pro Tag. In der Nachperiode hat sich das Gewicht ganz wiederhergestellt.

Was den Ernährungszustand der Tiere und den Glanz des Haarkleides anbetrifft, wurde keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen beobachtet.

Was die Erträge anbetrifft, so produzierte die Versuchsgruppe etwas weniger Milch, Fett und fettfreie Trockensubstanz als die Kontrollgruppe; der korrigierte Unterschied betrug je Tag und Tier 0,40 ± 0,20 kg Milch, 8,6 ± 5,5 g Fett und 43,6 g fettfreie Trockensubstanz.

Der Ersatz von 4 kg Heu und 1,3 kg Kartoffelflocken in der Ration durch 4 kg Futterpappe und 1,0 kg Leinkuchenmehl hat die Jodzahl des Butterfettes fast 4,5 Einheiten erhöht.

Wenn wir voraussetzen, dasz das Eiweiszdefizit bei diesem Versuch keine Rolle gespielt hat, dann musz der Stärkewert der Futterpappe mit 41,2 zu hoch angeschlagen sein. Aus dem Produktionsunterschied und dem Gewichtsverlust berechnete sich, dasz die verfütterte Pappe einen Stärkewert von etwa 27 gehabt hat. Dieser Wert stimmt gut mit dem, welcher berechnet werden konnte mit der Stärkewertberechnung von FINGERLING [1]) für nicht vollständig aufgeschlossenes Stroh.

[1]) FINGERLING, *Landw. Versuchsstat.* 92 (1919) 1.

Wenn diese Berechnung in Anwendung gebracht wird auf die beiden Partien Futterpappe der Verdauungsversuche, so findet man bei diesen zwei Sorten einen bedeutend höheren Stärkewert, nämlich 35,7 bei „Scholten" und 33,0 bei „de Eendracht".

SUMMARY

Investigations with ruminants of the feeding value of straw hydrolyzed with calcium hydroxide

In these experiments we fed wethers and milking cows with winter wheatstraw that had been cooked for 5 hours with 8 % caustic lime under pressure of 3½—4 atmospheres in the pressure cookers of straw-board factories. Then the mass was grinded with water, pressed and dried; the treated straw was called „feeding-board".

Digestion experiments. Two lots of feeding-board of different origin were investigated. The cardboard of the „N. V. Carton- en Papierfabriek v. h. W. A. Scholten" at Sappemeer was prepared of winter wheat-straw grown on peaty soil and that of the straw-board factory „de Eendracht" at Appingedam was prepared of winter wheat-straw grown on clay soil.

The difference in the chemical composition of the two lots was rather great. The feeding-board of „Scholten" contained 3,25 % CaO and 7,8 % total ash, whereas the product of the factory „de Eendracht" contained 7,06 % CaO and 18,2 % total ash, all on dry matter basis. The difference in mineral matter caused a difference in crude fibre, but in the organic matter the fibre content of the feeding-board of „Scholten" was nearly equal to that of „de Eendracht".

In the digestibility trials the feeding-board was fed, supplemented with grassmeal, the digestibility of which was determined in a seperate trial. Equal amounts of feeding-board (meal or little pieces) and grassmeal were well mixed up and soaked in water. The three wethers consumed this ration very readily.

It was found that there was little or no difference between the digestibilities of feeding-board minced to little pieces and in the form of meal.

There was a good agreement between the digestion coefficients of both lots of feeding-board. The coefficients of digestibility of the organic matter and crude fibre were in the feeding-board of „Scholten" 55,6 and 70,7 and in that of „de Eendracht" 54,8 and 74,4 respectively.

According to expectation it was found that the digestion coefficients of the protein of both lots of feeding-board were negative. This does not only mean that the feeding-board has no protein value at all, but moreover it is recommendable to give a surplus of protein to the feeding-board (25 g digestible protein to 1 kg cardboard).

A feeding trial with dairy cows. A feeding trial was conducted on two groups each of 14 high milking Friesian cows in order to gain an insight into the feeding value of this feeding-board.

In the experimental period each cow of group I daily received 4,0 kg grinded feeding-board mixed with a concentrate mixture and soaked in water. So the ration was readily eaten by all cows. In this trial the feeding value of 4,0 kg feeding-board + 1,0 kg linseed oil meal was compared with 4,0 kg hay + 1,3 kg dried potato flakes.

Moreover the digestibility of this lot of feeding-board was determined by the aid of the same three wethers. It was found that the digestion coefficients for organic matter and crude fibre of this lot were 47,6 and 64,2 respectively, in consequence they were lower than those of the preceeding lots.

In the experimental period there was a difference in live weight to the detriment of group I (feeding-board). This difference regularly increased in the course of the period with 1,158 ± 0,572 kg weakly or 0,165 kg daily. In the following periode the live weight had fully retrieved.

As to the health of the animals we never observed any important difference between the two groups.

Group I produced a little less milk, fat and solids-not-fat than the controlgroup; the corrected differences amounted to 0,40 ± 0,20 kg milk, 8,6 ± 5,5 g fat and 43,6 g solids-not-fat per head daily.

The use of 4 kg feeding-board and 1,0 kg linseed oil meal instead of 4 kg hay and 1,3 kg dried potato flakes raised the iodine value of the butterfat with about 4,5 units.

It is evident that the feeding value of the feeding-board was estimated too high (we had supposed a starch value of 41,2). By means of the difference in production and live weight we were able to calculate that the starch value of the feeding-board should be about 27.