

Verslag van het "Kiel-Group" Symposium  
gehouden te Aas (Noorwegen) van  
16-17 september en van een bezoek aan  
de Noorse Landbouwhogeschool

door S. Tamminga

Intern rapport no. 97.

INHOUD:

	blz.
1. Inleiding	2
2. Symposium van de "Kiel-Group"	3
2.1. Protein utilisation and requirements in ruminants	3
2.2. Lipid digestion and utilisation in ruminants	8
2.3. Slotopmerkingen	11
3. Het Instituut voor Veevoedingsonderzoek van de Noorse Landbouwhogeschool	12

## 1. Inleiding

De "Kiel-Group" werd omstreeks 1970 opgericht door een gezamenlijke inspanning van professor W. Kaufmann (Kiel) en Dr. C.C. Balch (Reading). De groep bestaat uit een (wisselend) aantal onderzoekers afkomstig uit noordwest Europa, die zich vooral bezig houden met verteringsfysiologisch onderzoek bij herkauwers. Bij het onderzoek van het merendeel der onderzoekers ligt de nadruk op onderzoek bij melkvee, waarbij in een aantal gevallen wordt gewerkt met re-entrant gefistuleerde dieren.

Na Kiel (Bundesanstalt für Milchforschung; prof. W. Kaufmann, Dr. H.K. Hagemeister), Kopenhagen (National Institute for Animal Science; prof. Neimann-Sørensen, Dr. P.D. Møller), Reading (National Institute for Research in Dairying; Dr. C.C. Balch, Dr. J.D. Sutton) was de organisatie dit keer in handen van de Noorse Landbouwhogeschool te Aas (Institute of Animal Nutrition; prof. A. Ekern).

Het beperkte aantal deelnemers (alleen op uitnodiging) bedroeg 23, bestaande uit vertegenwoordigers (en een -ster) van onderzoekinstellingen uit Denemarken (3), (W-)Duitsland (5), Engeland (2), Finland (1), Nederland (1), Noorwegen (9) en Zweden (2). Als gevolg van de slechte economische toestand daar was helaas het aantal deelnemers uit Engeland beperkter dan oorspronkelijk in de bedoeling lag.

De tijdens het Symposium aan de orde gestelde onderwerpen waren onder te brengen in twee groepen, t.w. Protein utilisation and requirements in ruminants (topic A) en Lipid digestion and utilisation in ruminants (topic B).

Van de gelegenheid werd tevens gebruik gemaakt om een dag door te brengen in het Instituut voor Veevoedingsonderzoek van de Noorse Landbouwhogeschool en werd nader kennis genomen van het lopende onderzoekprogramma.

## 2. Symposium van de "Kiel-Group"

### 2.1 Protein utilisation and requirements in ruminants

De eerste inleiding over dit onderwerp werd besteed aan het bespreken van de diverse aspecten van het N-metabolisme van herkauwers (Dr. P.D. Møller, Mr. T. Hvelplund, Kopenhagen). Uit de daaropvolgende discussie kwam duidelijk naar voren dat, hoewel de algemene principes van eiwitafbraak en -synthese in de voermagen en de daaropvolgende absorptie van eiwit uit het darmkanaal van herkauwers nu wel bekend mogen worden verondersteld, de nauwkeurigheid en daarmee de betrouwbaarheid van de metingen nog veel te wensen overlaat.

In deze voordracht werd o.a. ook een nieuwe benadering voor het schatten van de bijdrage van microbiëel eiwit ( $N_M$ ) en onafgebroken voereiwit ( $N_{UF}$ ) tot het eiwit in het duodenum ( $N_D$ ) van herkauwers gepresenteerd. Hiervoor was een regressieformule berekend waarvan de afleiding in het kort als volgt kan worden weergegeven:

$$N_D = N_M + N_{UF} \quad (1)$$

$$N_D = N_M + a \times N_F(\text{eed}) \quad (2)$$

$$\frac{N_D}{N_F} = \frac{N_M}{N_F} + a \quad (3)$$

$$N_F = \frac{N\%}{100} \times DM \quad (4)$$

$$\frac{N_D}{N_F} = \frac{N_M \times 100}{DM} \times \frac{1}{N\%} + a \quad (5)$$

De algemene formule ( resulterend in een hyperbolische functie) kan nu beschreven worden als:

$$Y = b \times \frac{1}{x} + a$$

waarin:

- y de verhouding duodenumeiwit ( $N_D$ )/voereiwit ( $N_F$ ) weergeeft,
- b de efficiëntie van microbiële eiwitsynthese in de pens (uitgedrukt als g microbiëel N/100 g opgenomen DM) weergeeft,

$$\left( \frac{N_M \times 100}{DM} \right) \text{ en}$$

- a het % onafgebroken voereiwit dat de darm bereikt.

Helaas kleven er ook aan deze methode de nodige schoonheidsfoutjes. Zo wordt verondersteld dat bij eenzelfde type rantsoen de efficiëntie van microbiële eiwitsynthese in de pens constant is, een uitgangspunt wat in toenemende mate aan kritiek bloot komt te staan. Ook wordt verondersteld dat het percentage voereiwit wat in de voormagen wordt afgebroken constant is voor hetzelfde type rantsoen, een veronderstelling die ook van de nodige vraagtekens voorzien dient te worden.

Met schapen waren in de literatuur voldoende onderzoekuitkomsten voorhanden om een indeling in groepen van rantsoenen mogelijk te maken. De volgens deze methode berekende mate van eiwit afbraak bedroeg voor rantsoenen gebaseerd op respectievelijk grasprodukten (1), gerst en krachtvoer (2) en gerst + ureum (3) 25%, 51 % en 92%. De hiermee corresponderende efficiëntie van microbiële eiwitproduktie (microbiëel N/100 g opgenomen ds) was berekend op respectievelijk 1,09; 1,39 en 1,96. Ook hier dus weer een negatief verband tussen de mate van eiwitafbraak in de pens en de efficiëntie van microbiële eiwitsynthese. Omdat de laatste werd uitgedrukt per opgenomen ds kan een verschuiving van de plaats van vertering van de os van voormagen naar de rest van het darmkanaal een verklaring zijn.

Voor koeien waren niet voldoende literatuurgegevens voorhanden om een indeling in groepen van rantsoenen mogelijk te maken. Door alle beschikbare gegevens op een hoop te gooien was een eiwitafbraak van 82% berekend met een efficiëntie van microbiële eiwitsynthese van 2,13 g microbiëel N/100 g opgenomen ds. In vergelijking met schapen een hoog getal, wat mogelijk verklaard moet worden door het verschil in plaats van de fistels. Bij schapen bevinden deze zich gewoonlijk achter de lebmaag, bij koeien vaak achter de afvoergangen van pancreas en galblaas, waardoor er in het laatste geval meer endogeen N aanwezig is wat bij deze berekeningsmethode mogelijk in de microbiële eiwitfractie terecht komt.

Een meer uitgebreide beschrijving van de hier beschreven berekeningsmethode werd kortgeleden gepubliceerd. (Hvelplund, Møller, Madsen en Hesselholt, Royal Veterinary and Agricultural University Yearbook, 1976, p. 173-192).

Onderzoek in Duitsland (Kaufmann en Hagemester) met één van een gefistuleerde galafvoergang en gefistuleerde pancreasafvoergang voorziene koe had uitgewezen dat de hoeveelheid endogeen N in de dunne darm 10-20 % bedroeg, waarvan de helft werd toegeschreven aan de lebmaag en de andere helft aan pancreassap en gal. Omdat het hier proeven met maar één dier betrof werden de resultaten als zeer voorlopig gepresenteerd.

In een volgende inleiding (prof. E. Pfeffer, Göttingen) werd de recycling van N (ureum) in het verteringskanaal besproken. Gesteld werd dat de recycling van ureum in het maagdarmkanaal van herkauwers variabel was en afhankelijk van de beschikbaarheid van fermenteerbare organische stof in de voormagen. In hoeverre de gerecyclede ureum het maagdarmkanaal binnenkwam via de pens of via de dikke darm (dat dit laatste van veel belang zou zijn wordt gesuggereerd in Australische onderzoeken) viel op grond van de proeven van Pfeffer niet te conkluderen, maar er waren niet of nauwelijks aanwijzingen gevonden dat de bijdrage van blinde en dikke darm van veel belang was.

De tweede session van topic A werd besteed aan het presenteren (Dr. J.H.B. Roy, Reading) van het in Groot Brittannië ontwikkelde nieuwe systeem van eiwitwaardering voor herkauwers (ARC Working Party on Nutrient Requirements of Ruminants, Protein Sub-group). In dit systeem wordt de eiwitvoorziening in de dunne darm van herkauwers geschat als de som van onafgebroken voereiwit en gesynthetiseerd microbiëel eiwit. Helaas kan het onafgebroken voereiwit alleen maar geschat worden als het verschil tussen totaal eiwit in de dunne darm en de hoeveelheid microbiëel eiwit. Niet alleen dat het dus een indirecte schatting is, de nauwkeurigheid waarmee microbiëel eiwit geschat kan worden laat te wensen over, wat doorwerkt in de nauwkeurigheid waarmee de hoeveelheid onafgebroken voereiwit geschat kan worden. Dit heeft ertoe geleid dat men de verschillende dierlijke voedermiddelen heeft ingedeeld in groepen voor wat hun eiwitafbreekbaarheid betreft, met afbreekbaarheden van respectievelijk 71-90 % (groep A), 51-70 % (groep B), 31-50 % (groep C) en minder dan 31 % (groep D). Gras, soya, gerst en caseïne zijn bijv. in de groepen A of B geplaatst terwijl de groepen C en D o.a. mais, vismeel en kunstmatig gedroogd esparcette (sainfoin) bevatten.

De hoeveelheid microbiëel eiwit wordt geschat door aan te nemen dat er van de totaal opgenomen hoeveelheid verteerbare organische stof (DOM) 65 % in de voormagen wordt omgezet in vluchtige vetzuren (VFA) en dat er per 100 g in de voormagen verteerde organische stof 3 g microbiëel eiwit gesynthetiseerd kan worden.

De eiwitvoorziening in de dunne darm van herkauwers kan dan in de

navolgende formule worden samengevat:

$$S_{N(D)} = W_{N(UD)} + ME \times \frac{1}{0.82 \times 18.8} \times 0.65 \times 30 (= W_{N(D)})$$

Waarin:

$S_{N(D)}$  = eiwitvoorziening in dunne darm (g/dag)

$W_{N(UD)}$  = Hoeveelheid onafgebroken voereiwit (g/dag)

ME = opname aan Omzetbare energy (MJ/dag)

$\frac{1}{0.82 \times 18.8}$  = Omrekeningsfactor van DOM naar ME, aannemende dat 18 % van de opgenomen DOM in de voormagen verloren gaat (methaan) en dat 1 kg DOM gemiddeld 18.8 MJ/kg energie bevat.

0.65 = Aandeel van de opgenomen DOM welke in de voormagen wordt gefermenteerd.

30 = Grammen microbiële N welke per kg in de voormagen gefermenteerd DOM kunnen gesynthetiseerd worden.

$W_{N(D)}$  = N-behoefte voor microbiële groei.

Wanneer ureum in het rantsoen wordt opgenomen wordt de factor 0.8 gebruikt voor de efficiëntie waarmee ureum-N in microbiëel N kan worden omgezet. In dat geval moet de term  $W_{N(D)}$  met de factor 0.8 worden vermenigvuldigd.

De volgende stap is het schatten van het aandeel van het eiwit in de dunne darm wat voor het dierlijke weefsel als aminozuren-N beschikbaar komt. Hierbij wordt aangenomen dat microbiëel N voor 80% uit aminozuur-N bestaat, dat deze voor 70 % schijnbaar geabsorbeerd worden en dat de geabsorbeerde aminozuren met een efficiëntie van 75% door het weefsel benut kunnen worden. Voor onafgebroken voereiwit wordt eveneens aangenomen dat het voor 70% schijnbaar geabsorbeerd wordt en dat deze geabsorbeerde aminozuren eveneens met een efficiëntie van 75 % benut kunnen worden. Een en ander kan worden samengevat in de volgende formule:

$$W_{N(DT)} = W_{N(D)} \times 0.80 \times 0.70 \times 0.75 + W_{N(UD)} \times 0.70 \times 0.75$$

De laatste stap van het systeem bestaat uit het vergelijken van eiwitaanbod en eiwitbehoefte op weefselniveau, waarbij de behoefte ( $W_{N(T)}$ ) wordt afgeleid van:

$$W_{N(T)} = N\text{-retentie} + N_{\text{melk}} + \text{endogeen-N (=EUN)}.$$

Wanneer  $W_{N(T)}$  niet hoger is dan  $W_{N(D)}$  kan de eiwitbehoefte gedekt wor-

den door microbiëel eiwit, d.w.z. door NPN in het rantsoen. Als echter  $W_{N(T)}$  groter is dan  $W_{N(D)}$  moet er een aanvulling plaats vinden met eiwit in het rantsoen wat niet door de microorganismen wordt afgebroken ( $W_{N(UD)}$ ). Men had een vergelijking gemaakt tussen de volgens de oude in Groot Brittannië gebruikte normen (gebaseerd op Available Protein) en de nieuwe. Alleen bij snel groeiend mestvee en hoogproductief melkvee werden belangrijke verschillen gevonden.

Hoewel het systeem tamelijk ingewikkeld aandoet en een aantal van de gebruikte omrekeningsfactoren en constanten enigszins aanvechtbaar zijn, zullen nieuwe eiwitwaarderingssystemen voor herkauwers (in plaats van het nu in vele landen gebruikelijke vre-systeem) zonder twijfel op soortgelijke principes gebaseerd worden. In hoeverre ze vereenvoudigd moeten (en kunnen) worden voor ze in de praktijk bruikbaar zijn zal de toekomst moeten leren.

Jammergenoeg liet de presentatie van dit nieuwe systeem veel te wensen over, waardoor de discussie zich grotendeels beperkte tot die deelnemers die op een andere wijze al hadden kennis genomen van de uitgangspunten waarop dit nieuwe systeem gebaseerd is. (De auteur had het systeem leren kennen als onderdeel van zijn M.Sc. studie (Animal Nutrition) in Newcastle upon Tyne).



## 2.2 Lipid digestion and utilisation in ruminants

De laatste jaren komt de waarde van vetten in de voeding van herkauwers (met name melkvee) meer in de belangstelling, enerzijds omdat voedingsvetten een geconcentreerde vorm van energietoediening zijn, anderzijds doordat via het toedienen van geschikte voedervetten de vetzuursamenstelling en consistentie van melkvet mogelijk kan worden beïnvloed. Deze overwegingen hadden ertoe geleid dat in Kiel (Dr. H.K. Hagemester) onderzoek was gestart naar het verteringsproces van vet in melkkoeien.

In eerste instantie was gekeken naar de bijdrage van microbiële vetzuren (bacteriële zowel als protozoaire) aan het totaal van vetzuren in de dunne darm. Bacteriëel gebonden vet was geschat m.b.v. 12-methyl-tetra-decaan-zuur

$(\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH})$ , een alleen in bacteriën voorkomend (vertakt C-15) vetzuur wat in het chromatogram (gaschromatografie) werd gevonden tussen myristinezuur en pentadecaanzuur. Een tweede methode om de bijdrage van bacteriëel vet te schatten was m.b.v. de verhouding DAPA/totaal vetzuren in geïsoleerde bacteriën en dezelfde verhouding in de inhoud van de dunne darm. Gevonden was dat 10-20 % van de in de dunne darm aanwezige vetzuren afkomstig was van bacteriëel vet. Dit aandeel bleek af te nemen naarmate de hoeveelheid opgenomen voedervet (g/dag) hoger was.

De bijdrage van protozoaire vetzuren werd geschat m.b.v. de verhouding AEP/totaal vetzuren in respectievelijk geïsoleerde pensprotozoën en darminhoud. Geschat werd dat 5-15 % van de totale vetzuren in de dunne darm van protozoaire oorsprong waren.

Bacteriëel vet zowel als protozoair vet bevatten aanzienlijk hoeveelheden C:16 en C:18 zuren. Geschat werd dat de totale bijdrage van microbiële vetzuren 20-25 % van de totaal aanwezige vetzuren in de dunne darm bedroeg, waarvan slechts een deel nieuw gesynthetiseerd was en een ander deel het gevolg was van of directe incorporatie of het gevolg van adsorptie van vetzuren aan bacteriecellen.

Onder normale omstandigheden wordt het overgrote deel der onverzadigde vetzuren (met name meervoudig onverzadigde) gehydrogeneerd. Dit als gevolg van het feit dat de microbiële fermentatie van koolhydraten resulteert in een overschot aan "reductie-equivalenten". Normaal worden deze gebruikt om  $\text{CO}_2$  te reduceren tot  $\text{CH}_4$  (methaan), maar als er andere H-acceptoren aanwezig zijn kunnen deze gebruikt worden om het overschot aan "reductie-equivalenten" weg te werken.

Wanneer geen speciale beschermende maatregelen werden genomen werd 70-95 van het in het voer aanwezige linolzuur ( $C_{18:2}$ ) en 50-70 % van het totaal van onverzadigde vetzuren in de voormagen gehydrogeneerd. Wanneer in het geval van soja vet, hele bonen werden gevoerd i.p.v. olie steeg het aandeel van de in het rantsoen aanwezige linolzuur wat onveranderd de dunne darm bereikte van 7% naar 28%. Pogingen om de hydrogenering van linolzuur verder te verlagen door grondnotenmeel of sojaschroot met formaline te behandelen hadden weinig succes. Het coaten van soja-olie met eiwit wat vervolgens met formaline werd behandeld had tot gevolg dat ca. 40 % van de in het rantsoen aanwezige linolzuur onveranderd de dunne darm bereikte.

De schijnbare absorptie van vetzuren uit het darmkanaal werd ook bestudeerd. Gemiddeld bedroeg de schijnbare absorptie van vetzuren 70 % van de hoeveelheid aan het begin van de dunne darm. De schijnbare absorptie van onverzadigde vetzuren was ca. 10 eenheden hoger, waarschijnlijk mede als gevolg van bacteriële hydrogenering in blinde en dikke darm.

De directe incorporatie van voedervet in melkvet werd geschat m.b.v. linolzuur, wat in het dierlijk weefsel zelf niet gesynthetiseerd kan worden. Gemiddeld werd slechts ongeveer 50 % van de schijnbaar geabsorbeerde hoeveelheid linolzuur in melkvet ingebouwd. Zoals verwacht mocht worden werd de inbouw van linolzuur in melk efficiënter bij hogere melkproducties. In hoeverre in het laatste geval de inbouw van uit de vetdepots afkomstig linolzuur een rol speelde kon niet worden nagegaan.

De volgende session van topic B was gewijd aan het bespreken van het effect van vettoevoegingen aan het rantsoen onder praktische voedingsomstandigheden. Met name in Denemarken (Dr. L. Brolund Larsen) adviseert men om aan het rantsoen van melkkoeien vet toe te voegen. De getoonde proefuitkomsten (van niet zeer recente datum) deden vermoeden dat in een aantal proeven het toevoegen van vet eerder het opheffen van een energietekort was dan dat het toegevoegde vet een zeer specifieke werking had. Een reden waarom het toevoegen van vet aan de Deense rantsoenen nogal effectief leek kan zijn dat de daar gebruikelijke rantsoenen waren (en voor een deel nog steeds zijn) gebaseerd op het voeren van aanzienlijke hoeveelheden (vetarme) voederbieten en koolrapen. In Nederland waar het merendeel van de gevoerde rantsoenen gebaseerd is op grasprodukten is een dergelijk effect minder waarschijnlijk, omdat gras van nature niet te verwaarlozen hoeveelheden lipiden bevat.

Het bespreken van de vertering van energie in herkauwers in het algemeen (Dr. J.D. Sutton) kenmerkte zich meer door een (diepgaande

en zeer open) discussie over de beperkingen van de in fistelkoeien toegepaste technieken dan dat de vertering van energie zelf uitgebreid aan de orde kwam. Bij het gebruik van en het baseren van proefuitkomsten op merkstoffen werden de nodige vraagtekens geplaatst. Merkwaardig genoeg hadden de groepen onderzoekers die werken met re-entrant gefistuleerde melkkoeien in zowel Kiel en Kopenhagen als in Reading kortgeleden besloten om geen correctie in hun proefuitkomsten meer aan te brengen voor een niet volledige recovery van de gebruikte merkstof (chromoxide in Kopenhagen en Reading, polyethyleenpoeder in Kiel), maar uit te gaan van de werkelijk (gedurende 72 uur) gemeten darmdoorstromingen en de werkelijk opgevangen hoeveelheden mest.

In Reading had men geprobeerd om de produktie van vluchtige vetzuren te meten m.b.v. radio-actief gelabeld  $^{14}\text{C}$  acetaat. (Isotope-dilution-method). Hoewel de methode in schapen redelijk lijkt te werken en ook in frequent gevoerde melkkoeien wel bevredigende uitkomsten leek op te leveren, was dat niet het geval met koeien die tweemaal daags werden gevoerd. De uitkomsten waren dermate variabel dat men had besloten dit onderzoek te staken. (In hoeverre de prijs van het isotoop een rol speelde werd niet meegedeeld).

Het effect van vettoevoeging aan rantsoenen van herkauwers was ook bestudeerd. Opvallend was dat vettoevoeging aan het rantsoen van schapen (uitgerust met T-fistels in de dunne darm) tamelijk opzienbarende verschuivingen te zien gaf in de plaats van vertering van de organische stof in die zin dat de vertering zich sterk had verplaatst van de voormagen naar het darmkanaal. Vergelijkbare proeven waren uitgevoerd met melkkoeien, maar hiervan waren de uitkomsten nog niet beschikbaar. De verschuiving in de vertering zoals die was gevonden bij schapen, bleek grotendeels ongedaan te kunnen worden gemaakt door het vet te coaten.

### 2.3 Slotopmerkingen

De werkvergaderingen van de Kiel-Group kenmerkten zich door een zeer geanimeerde, diepgaande, maar vooral open discussie. Het feit dat van de aanwezigen ca. 1/3 indertijd deel had uitgemaakt van "het vliegende circus" (zie intern rapport no 73) zal aan dit laatste wel niet geheel vreemd geweest zijn.

Niet alleen dat de sfeer tijdens de vergadering uiterst ongedwongen was, ook buiten het officiële gedeelte van het Symposium toonden de Noren zich uitstekende gastheren, wat gezien de, als gevolg van de tamelijk geïsoleerde ligging, zeer beperkte ontspanningsmogelijkheden in Aas, door de deelnemers van het Symposium uiteraard zeer op prijs werd gesteld.

Besloten werd het volgende congres over ca. 2 jaar in Zweden (Uppsala) te organiseren. Als mogelijke onderwerpen werden genoemd:

- Interactie tussen energie en eiwitstofwisseling in de pens
- De voedingsfysiologische achtergrond en de invloed op de productie van voedertechneken (bv. het effect van meermalen per dag voeren).
- De voedingsfysiologische aspecten van stro ontsluiting.

3. Het Instituut voor Veevoedingsonderzoek van de Noorse Landbouwhogeschool

De nadruk van het onderzoek in dit Instituut lag vooral op onderzoek wat onder de Noorse omstandigheden praktisch toepasbaar was. Het Noorse klimaat brengt met zich mee dat het doorgaans erg moeilijk zo niet onmogelijk is om veel hooi dan wel voordroogsilage te winnen. Als alternatief (wat ook voor de andere Scandinavische landen geldt) heeft men veel aandacht besteed aan het gebruik van conserveermiddelen. Een van de oudste methoden op dit gebied is het toevoegen van AIV-zuur, een indertijd in Finland door prof. A.I. Virtanen ontwikkelde methode. Het bezwaar van het gebruik van deze methode is vooral dat gewerkt wordt met anorganische zuren, die in de intermediaire stofwisseling niet afbreekbaar zijn en daarom vaak als zouten in de urine uitgescheiden moeten worden, met de nodige consequenties voor de mineralenhuishouding. Dit heeft tot gevolg gehad dat men is gaan zoeken naar organische zuren als toevoegmiddel. In Noorwegen heeft het gebruik van mierenzuur als conserveermiddel een vrij grote vlucht genomen. (Saue en Breirem, Proc. 3<sup>rd</sup> Gen. Meeting Eur. Grassland Fed, Braunschweig, 1969, p 161). Onder Noorse omstandigheden bleek in voederproeven mierenzuur-silage een betere melkproduktie te geven dan hooi van hetzelfde uitgangsmateriaal. Gedacht werd dat dit eerder een chemisch effect van mierenzuur was dan dat er een verschil in energiewaarde tussen hooi en silage optrad.

Sinds enkele jaren werd het onderzoek naar conserveermiddelen voor silages niet meer hoofdzakelijk beperkt tot mierenzuur, maar werden ook andere middelen (o.a. mengsels van mierenzuur en formaline) in het onderzoek betrokken. De resultaten kwamen redelijk goed overeen met wat elders was gevonden. Het gebruik van formaline als conserveermiddel verlaagde doorgaans de schijnbare verteerbaarheid van het eiwit met enkele eenheden, terwijl soms ook de schijnbare verteerbaarheid van de organische stof iets verlaagd was. (Baebre, Saue en Nedkvitne, Proc. 3<sup>rd</sup> silage Conf., Edinburgh, 1974). Het ammoniakgehalte in de pens was na het voeren van de met formaline geconserveerde silage ook duidelijk lager dan wanneer mierenzuur was gebruikt, maar de eiwitbenutting was als gevolg daarvan (verminderde afbraak van voereiwit in de voermagen) niet verbeterd, iets wat elders in een aantal gevallen wel was geconstateerd.

De politiek in Noorwegen is er al een vrij groot aantal jaren op gericht om voor wat de dierlijke produktie betreft zoveel mogelijk self-supporting te worden, iets wat sinds de afwijzing van het zich aansluiten bij de E.E.G. eerder versterkt dan afgezwakt is. Eén van de het eerst in het minimum verkerende factoren voor de dierlijke pro-

duktie via herkauwers is de beschikbaarheid van ruwvoer. Dit heeft er toe geleid dat men in Noorwegen op vrij grote schaal stro als ruwvoer verstrekt, met als gevolg dat onderzoek naar de mogelijkheden van stro-ontsluiting in Noorwegen een vrij grote vlucht heeft genomen. Ook in de praktijk vindt de ontsluiting van stro op vrij uitgebreide schaal toepassing, voornamelijk in regionale coöperatief beheerde installaties.

Het tot voor kort meest toegepaste procédé was de kort na de eerste wereldoorlog door Beckmann (Festschr. Kaiser Wilhelm Ges. Forderung Wiss. zehnjährigen Jubiläum 1921 p.p. 18-26) ontwikkelde behandeling met loog. Het bezwaar van deze methode is dat er grote hoeveelheden waswater nodig zijn. Op zich is dat in Noorwegen niet een erg groot bezwaar, maar door het wassen worden 10-20 % van de voedingsstoffen uitgespoeld (naar alle waarschijnlijkheid niet de slechtst verteerbare), wat vrij sterk vervuild water tot gevolg heeft. Een veel belangrijker bron van watervervuiling in Noorwegen waren tot voor kort de talrijke cellulosefabrieken (hout), maar een toenemend milieubewustzijn in Noorwegen is er de oorzaak van dat de bestrijding van de watervervuiling met kracht ter hand is genomen. Als gevolg hiervan zal het binnen enkele jaren onmogelijk zijn om de methode van Beckmann voor het ontsluiten van stro in Noorwegen verder toe te passen. Uiteraard heeft men naarstig gezocht naar alternatieve methoden van stro ontsluiting. In eerste instantie heeft men gezocht naar het werken met geconcentreerde loog, waarbij het weekwater voortdurend opnieuw gebruikt wordt. Een ander alternatief lijkt het doseren van geconcentreerde loog (10-16 %) op de hakselaar of de balenpers. Gebruik makend van de laatste werkwijze had men zelfs balen stro gemaakt waaraan een 50 %-ige loogoplossing was toegevoegd. Met dit produkt had men geen dierexperimenten kunnen doen, dus het was nog onbekend hoe effectief het procédé was.

Een nieuwe ontwikkeling op het gebied van stro ontsluiting was het behandelen met ammonia. Voordelen van deze methoden zijn:

- eenvoudige toepasbaarheid (de balen stro worden afgedekt met luchtdicht plastic en geïnjecteerd met ammonia, waarna de hele zaak 6-8 weken met rust wordt gelaten).
- geen milieuvervuiling (afgezien misschien van het plastic).
- Het eiwitarme stro zou mogelijk "verrijkt" worden met een NPN-bron.

Het grootste bezwaar van deze methode is wel dat de ontsluiting veel minder effectief is dan wanneer loog wordt gebruikt, waardoor dus de voederwaarde van het stro (met name de verteerbaarheid) in veel mindere mate wordt verhoogd dan wanneer loog wordt gebruikt.