

Het nieuwe energetische voederwaarderings-
systeem voor herkauwers: wijze van aflei-
ding en uiteindelijk voorstel.

A.J.H. van Es en Y. van der Honing

Rapport no. 92



R 1007
92

Inhoudsopgave

blz.

Voorwoord

1

Het nieuwe energetische voederwaarderingssysteem voor
herkauwers: wijze van afleiding en uiteindelijk voorstel

1-14

Bijlage I : Discussion paper on energy utilization by
ruminants

15-38

Bijlage II: Regression computations of results of balance
trials performed at Rostock, Beltsville and
Wageningen; a preliminary report

39-48

Voorwoord

Per 1 mei 1977 wordt in Nederland een nieuw voederwaarderingssysteem voor herkauwers in gebruik genomen. Daaraan is uitvoerig nationaal en ook internationaal overleg aan voorafgegaan. De daarbij gebruikte discussie nota's en de daarvoor uitgevoerde berekeningen zijn tot nu toe niet gepubliceerd. De uitgangspunten van het systeem zijn wel vermeld in enkele publikaties:

- a. A.J.H. VAN ES "Feed evaluation for dairy cows", Livestock Prod. Science (1975)2:95-107
- b. Y. VAN DER HONING, A. STEG & A.J.H. VAN ES "Feed evaluation for dairy cows: tests on the system proposed in the Netherlands", Livestock Prod. Sci. (1977)4:57-67.
- c. N. BENEDICTUS, "Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers", Bedrijfsontwikkeling (1977)8:29-40.
- d. N. BENEDICTUS, "Wijzigingen in het voorgestelde nieuwe netto-energiesysteem voor vleesvee", Bedrijfsontwikkeling (1977)8:341-342.
- e. A.J.H. VAN ES, M. VERMOREL & H. BICKEL, "Feed evaluation for ruminants. New energy systems in the Netherlands, France and Switzerland". Verschijnt waarschijnlijk in 1977 of 1978 in Livestock Prod. Sci.

Omdat er wellicht ruimere belangstelling bestaat voor de argumentatie van de voorstellen en de daaraan ten grondslag liggende berekeningen, werd besloten deze te bundelen in een intern rapport. Hierin is het nederlandse voorstel, zoals dat bij het Centraal Voorlichtingsbureau is behandeld, opgenomen met als bijlagen engelse discussie nota's en de uitkomsten van de diverse regressieberekeningen aan balansproefresultaten, eveneens in de engelse taal.

Volledigheidshalve wordt er op gewezen, dat de oorspronkelijke voorstellen (zie publ. a-c) enige wijzigingen hebben ondergaan naar aanleiding van overleg in bredere kring. Deze wijzigingen zijn verwerkt in de publikaties d en e.

Het nieuwe energetische voederwaarderingssysteem voor herkauwers:

wijze van afleiding en uiteindelijk voorstel.

A.J.H. van Es en Y. van der Honing

september 1975

Gebruikte afkortingen:

vre, vrv, vrc, vok, vos: verteerbaar ruw eiwit, vert. ruw vet, vert. ruwe celstof, vert. overige koolhydraten, vert. organische stof

D_E : verteerbare energie

M_E : beschikbare energie

q : gehalte aan M_E in de brutoenergie

G : lichaamsgewicht, kg

Inleiding

Ten gevolge van de grote variatie in verteerbaarheid van de diverse voedermiddelen is men genoodzaakt bij het afleiden van voederwaarden voor herkauwers uit te gaan van de gehalten aan verteerbare bestanddelen. Daar verteringsonderzoek met runderen ter verzameling van deze gegevens te bewerkelijk is, volstaat men gewoonlijk met verteringsproeven bij schapen. Dit heeft bovendien het voordeel, dat daardoor tevens het niveau van voeren tijdens de proef minder varieert: volwassen schapen eten meestal niet meer dan 1,5 x hun onderhoudsbehoefte, terwijl melkkoeien wel tot 4 x die behoefte kunnen eten. Zoals bekend is, daalt gewoonlijk de verteerbaarheid met het stijgen van het voederniveau en daarom is standarisering van het voederniveau in een verteringsproef zeer gewenst. Ook het feit, dat men in het verleden zeer veel gegevens over de verteerbaarheid van voedermiddelen bij schapen heeft verzameld, draagt er toe bij de gehalten aan verteerbare bestanddelen, bij schapen gemeten, als uitgangspunt voor een voederwaarderingssysteem te kiezen. Dat wil niet zeggen, dat van elk op te geven gehalte aan voor schapen verteerbare bestanddelen/ten grondslag hoeft te liggen. Wanneer betrouwbare verbanden tussen schapenverteerbaarheid enerzijds en chemische samenstelling (ruwe celstof, as, vet) of verteerbaarheid in vitro anderzijds ter beschikking staan, kan men daarmee de schapenverteerbaarheid voorspellen. Schapen verteringscijfers staan evenwel nog ver af van de hoeveelheden netto energie die b.v. een melkkoe of een vleesrund op hun voederniveau uit de voedermiddelen kunnen betrekken. Bij de afleiding van een voederwaarderingssysteem dient men dan ook stapsgewijs na te gaan hoe

het verband tussen beide grootheden is. Het betreft dus de volgende stappen:

1. schapenverteerbaarheid naar gehalte aan beschikbare energie voor schapen (schapen- M_E)
2. van schapen- M_E naar runder- M_E op hetzelfde lage voederniveau
3. van runder- M_E bij een laag naar die bij een hoger voederniveau en
4. omzetting van runder- M_E op een hoger voederniveau in netto energie.

Wij zullen hieronder nagaan hoe het staat met de informatie over elk van de 4 stappen. Voor details wordt korthedshalve verwezen naar "Discussion on energy utilization by ruminants" van A.J.H. van Es, juli 1975.

Stap 2: Verteerbaarheidsverschillen tussen schapen en rundvee (disc.paper p.1).

Een uitvoerig onderzoek in Rostock toonde aan, dat er alleen verschillen tussen rund en schaap optreden v.w.b. de verteerbaarheid met betrekking tot die van het ruw eiwit. Schapen zouden dit op een gelijk voederniveau gemiddeld 7% beter verteren dan runderen. Meer gegevens van andere auteurs hierover zijn ons niet bekend, hoewel een aantal proeven van het IVVO in dezelfde richting wezen. In het voorstel voor het nieuwe voederwaarderingssysteem wordt derhalve het gehalte aan schapen-vre ter omrekening naar runder-vre bij eenzelfde voederniveau met 7% verlaagd, terwijl de gehalten aan schapen-vrv, -vrc en -vok gelijk worden gesteld aan runder-vrv, -vrc en -vok (zie disc. paper p.4).

Stap 1: Van verteerbare bestanddelen naar M_E bij schapen (disc. paper p. 1-5).

Ten gevolge van het gevondene bij Stap 2 is het mogelijk bij Stap 1 ook de informatie over runderverteerbaarheid en runder M_E in de beschouwing te betrekken. Hierdoor wordt het basismateriaal veel groter in omvang. Drie soorten materiaal waren beschikbaar voor de bestudering van de relatie tussen M_E -gehalte enerzijds en vre-, vrv-, vrc- en vok-gehalten anderzijds: dat van Kellner/Fingerling, verwerkt door Schiemann c.s., dat van Schiemann c.s. (meer dan 300 proeven) en dat van ons eigen onderzoek met droogstaande koeien (257 proeven, waarvan 159 alleen met ruwvoer). In alle gevallen was het voederniveau tussen 0,8 en 1,8 maal het onderhoudsniveau. De overeenstemming in de bovengenoemde relatie tussen de materialen was opvallend goed, de regressiecoëfficiënten a, b, c, d van de gevonden vergelijkingen

$$M_E = a \text{ vre} + b \text{ vrv} + c \text{ vrc} + d \text{ vok}$$

verschilden niet veel.

De waarden van d en c waren in de 3 materialen vrijwel gelijk, hetgeen zeer belangrijk is, omdat vok en vrc samen 80% van de vos van de bestudeerde rantsoenen omvatten. Opgemerkt werd, dat de door Schiemann c.s. aanbevolen formule voor de berekening van het M_E -gehalte uit de gehalten aan vre, vrv, vrc en vok onjuist was. Deze formule is namelijk afkomstig van een regressieberekening, waarin tevens het metabolisch gewicht van het proefdier als 5e onafhankelijk variabele is opgenomen. Door het opnemen van de 5e variabele werden de waarden van de andere regressiecoëfficiënten verhoogd. In de door Schiemann c.s. aanbevolen formule ter berekening van het M_E -gehalte wordt wel met de hoge waarden van a, b, c en d gewerkt, maar het effect van de 5e variabele wordt verwaarloosd, hetgeen onjuist is.

Tot dusverre werd door ons (en anderen) de formule van Schiemann c.s. gebruikt, omdat deze berustte op het omvangrijkste materiaal, dat voorhanden was. Gelukkig hadden Schiemann c.s. hun gegevens ook op de juiste wijze verwerkt; de uitkomsten daarvan stemden zoals reeds gezegd goed overeen met die van de andere materialen.

In het Wageningse materiaal was er v.w.b. de regressiecoëfficiënten geen significant verschil tussen de proeven met en zonder krachtvoer. Hieruit werd geconcludeerd, dat voor ruw- en krachtvoer volstaan kan worden met eenzelfde formule. Een soortgelijke conclusie hadden ook Schiemann c.s. getrokken voor hun materiaal. In ons land wordt bij de voorspelling van de voederwaarde van ruwvoer vnl. uitgegaan van het gehalte aan vos en vre. Uit het Wageningse materiaal werd derhalve ook de regressie

$$M_E = a \text{ vos} + b \text{ vre}$$

berekend om het gehalte aan M_E uit de gehalten aan vos en vre te kunnen voorspellen.

Een en ander leidde tot de volgende formules ter voorspelling van het gehalte aan M_E bij rundvee nabij het onderhoudsvoederniveau uitgaande van de gehalten aan schapen-vre of -vos: -vre, -vrv, -vrc en -vok of -vos:

krachtvoerders : $M_E = 3,8 \text{ vre} + 9,0 \text{ vrv} + 3,3 \text{ vrc} + 3,5 \text{ vok}$ (1)

gras-, lucerne- en klaverruwvoerders: $M_E = 3,4 \text{ vos} + 1,4 \text{ vre}$, echter $M_E = 3,6 \text{ vos}$
indien $\text{vos/vre} > 7$ en $M_E = 3,7 \text{ vos}$ voor maissilage (2)

De formule voor krachtvoer geeft wat lagere M_E -gehaltenes dan de eerder gebruikte foutieve formule van Schiemann c.s.; die van het eiwitrijkere ruwvoer geeft vrijwel dezelfde gehaltenes als de eerdere formule $M_E = 3,6 \text{ vos}$. Door deze veranderingen komt het M_E -gehalte van ruw- en krachtvoerders met gelijke verteerbaarheid van de organische stof dicht bij elkaar. Anderzijds wordt de voederwaarde van gerst, het vergelijkingsvoedermiddel, er ca. 6% lager door.

Stap 3: Van runder- M_E bij onderhoud naar runder- M_E bij een hoger voederniveau (disc. paper p. 3 en p. 5-8).

Eerst werd nagegaan of in de beschikbare gegevens van balansproeven met melkvee van Beltsville en Wageningen dezelfde verbanden tussen M_E enerzijds en vre, vrv, vrc en vok anderzijds bestonden als bij schaaap en rund nabij het onderhoudsvoederniveau. Dit bleek niet het geval te zijn. De regressiecoëfficiënten van vrc en vok waren veel hoger, voorts verschilden deze nogal tussen de materialen van beide instituten. Vervolgens werd in dit melkveemateriaal nagegaan of de verhoging van het voederniveau de relatie verteerbare energie (D_E) tot vre, vrv, vrc en vok beïnvloedde ofwel de verhouding M_E/D_E ofwel beide. Eerstgenoemd verband ondervond geen significante beïnvloeding van verandering van het voeder niveau; er was een goede overeenkomst v.w.b. dit verband tussen en binnen beide materialen. De M_E/D_E verhouding was evenwel wel gevoelig voor het voederniveau (stijging bij hoger niveau) en voorts ook voor de hoeveelheid N uitgescheiden met de urine (stijging naarmate minder N met de urine werd uitgescheiden). De overeenkomst in deze tussen en binnen de bestudeerde materialen, nu inclusief dat van Rostock, was vrij goed (disc. paper, p. 6).

Hierdoor lijkt het dus toegestaan ook voor melkgevend vee de schapenrelatie tussen M_E en vre, vrv, enz. te gebruiken, mits men het verkregen M_E -gehalte corrigeert: door het hogere voederniveau daalt de verteerbaarheid, dus het vos- en D_E -gehalte, maar deze daling wordt weer gedeeltelijk gecompenseerd door de bovengenoemde stijging van de M_E/D_E verhouding. In het nieuwe voederwaarderingssysteem wordt voorgesteld het met de formules van Stap 1 berekende M_E -gehalte te corrigeren met p maal -1.8%, wanneer het betrokken voeder aan melkvee gevoerd wordt opvoederniveau $p + 1$. Dit percentage werd afgeleid uit een aantal proeven waarbij hetzelfde rantsoen aan melkvee zowel als aan schapen werd gevoerd. Het boven berekende effect van voederniveau en urine-N op de M_E/D_E verhouding wees erop, dat de correctie van -1,8% terecht werd toegepast.

De berekening van het M_E -gehalte bij melkvee uitgaande van schapen-vre, -vrv, enz. werd nog getoetst. Van een 20-tal rantsoenen met hooi en krachtvoer en van een 13-tal met kuilvoer en krachtvoer waren zowel de verteerbaarheid van de componenten op onderhoudsniveau bij schapen

bekend als het M_E gehalte tijdens balansproeven met melkvee. Gemiddeld waren de met de formules (1) en (2) en de -1,8% correctie voor het hogere voederniveau voorspelde melkvee- M_E gehalten van deze hooi- en kuilvoerrantsoenen 2 resp. 3% lager dan de gemeten waarden (de getallen 2 en 3 zijn waarschijnlijk juist significant voor $P = 0,05$). Een soortgelijke vergelijking voor een rantsoen grotendeels bestaand uit jong vers gras wees op een onderschatting van het bij melkvee gevonden M_E gehalte van ca. 12% (disc. paper p.16A-D). Kennelijk is de gebruikte voorspellingsmethode niet geschikt voor jong gras, dat 8 x per dag aan melkvee gevoerd wordt (werd in de betrokken proeven gedaan ter simulering van de toestand in de wei). De formule 1) en 2) en de -1,8% correctie zijn zoals gezegd afkomstig van proeven met rantsoenen met hooi of silage en krachtvoer, welke in 2 of 3 malen per dag aan melkvee verstrekt werden. De hogere verteerbaarheid van de grasrantsoenen en het 8 maal i.p.v. 2 à 3 maal per dag voeren geven aanleiding te betwijfelen of deze proeven binnen het gebied vallen, waarbinnen de eerder genoemde formules en de 1,8%-correctie geldig zijn. Het lijkt daarom wenselijk wanneer het nieuwe voederwaarderingsstelsel wordt toegepast voor rantsoenen ~~overwegend~~ bestaande uit jong weidegras in verscheidene porties per dag verstrekt, hierbij de nodige voorzichtigheid in acht te nemen.

Stap 4: Omzetting van runder- M_E op een hoger voederniveau in netto energie (disc. paper p.9-12A).

In een inmiddels gepubliceerd artikel (Liv. Prod. Sci. 2 (1975) 95-107) werd beschreven, hoe uit het merendeel van de in de wereld aanwezige gegevens van balansproeven afgeleid werd, dat

1. gemiddeld de M_E van melkvee op hun voederniveau boven het onderhoud voor 60% wordt omgezet in energie in melk en lichaamsvet
 2. een iets hogere kwaliteit (= hogere omzetbaarheid -afgekort tot q-, dus hoger gehalte aan M_E in de bruto energie) dit benuttingspercentage iets doet stijgen en een lagere dit doet dalen
 3. voor onderhoud 70 kcal melk-netto-energie per kg metabolisch gewicht nodig zijn. Tussen de diverse materialen bestond er v.w.b.
1. en 3. goede overeenstemming. Minder goed was die t.a.v. 2., waarvoor het materiaal van Rostock een hogere; het Wageningse een matige en dat van Beltsville een lagere invloed van de kwaliteit (q) suggereerde.

Toetsing van het voorgestelde voederwaarderingssysteem

1. Toetsing van Stap 4.

Met behulp van de uitkomsten van balansproeven met melkvee werd, uitgaande van de daarin gemeten M_E , de netto energie berekend volgens het onder Stap 4,1 gestelde. De invloed van q op de verwerking van de M_E werd daarbij respectievelijk op 0, de in het systeem voorgestelde waarde (0,024) en een tweemaal zo hoge waarde gesteld om het effect hiervan te kunnen nagaan. Van de zo berekende hoeveelheid netto energie werd afgetrokken de energie van de geproduceerde melk, de energie in vetaanzet en een hoeveelheid netto energie nodig voor onderhoud van 70 kcal per kg metabolisch gewicht, zoals aangegeven bij Stap 4,3. Het aldus verkregen verschil geeft aan in hoeverre de gevolgde berekeningsmethode het in de proeven gevonden netto energie gehalte benaderde. Voor het materiaal van Beltsville, Rostock en Wageningen, uitgezonderd de proeven met vers gras, werd de netto energie gemiddeld met respectievelijk 3, 2 en 1% onderschat.

De methode van berekening, waarbij een invloed van q op de M_E verwerking werd gehanteerd zoals voorgesteld in het nieuwe systeem, had gemiddeld een iets betere aansluiting met de werkelijk gevonden netto energie dan die met geen of een tweemaal zo hoge invloed van q . De verschillen waren evenwel gering.

Geconcludeerd werd, dat deze toets geen aanleiding gaf de berekening van de melknetto energie uitgaande van in de melkveebalansproef gemeten M_E , dus Stap 4, welke ook in het nieuwe systeem gebruikt wordt, te wijzigen.

2. Toetsing van de Stappen 1-4 aan de hand van uitkomsten van balans- en voederproeven.

Bovengenoemde toets ging zoals gezegd uit van de M_E zoals die in de proef werd gevonden. Voor de praktijk gaan wij uit van gehalten aan verteerbare bestanddelen van de voeders voor schapen op onderhoudsniveau. Zowel voor een aantal balansproeven als voor een groot aantal Deense en Nederlandse voederproeven met melkvee waren deze gegevens bekend of konden worden afgeleid uit de Veevoedertabel. Het was dus mogelijk uitgaande daarvan met behulp van de in de Stappen 1-4 aangegeven manier de produktie van de dieren te voorspellen en deze voorspelde waarde met de gevonden produktie te vergelijken. (zie Livestock Prod. Sci. (1977)4:57-67)

Van 20 rantsoenen met hooi of lang gedroogd gras en krachtvoer (98 melkveebalansen) en van 13 rantsoenen met kuilvoer en krachtvoer (56 balansen)

bleek de zo voorspelde waarde van de netto energie gemiddeld 2 resp. 3% lager dan de op 100% gestelde gevonden netto energie. De spreiding van de afwijgingspercentages van de afzonderlijke rantsoenen was vrij groot: de standaardafwijking daarvan was 4-5 eenheden.

Met behulp van de Stappen 1-3 werd uit de schapengehaltes ook de M_E van de rantsoenen voor de melkkoeien voorspeld, waarbij bleek dat de gevonden waarde in de proef voor de eerder genoemde hooi- en kuilvoerrantsoenen eveneens 2 resp. 3% werd onderschat.

Kennelijk onderschatte in deze proeven het nieuwe waarderingsstelsel de M_E in geringe mate en daardoor ook de netto energie, m.a.w. het voorstel voor de Stappen 1-3 onderwaardeerde de werkelijke waarde in geringe mate, dat voor Stap 4 werd juist bevonden.

Voor het merendeel van door Frederiksen c.s. in Denemarken en Dijkstra c.s. in Hoorn verrichte voederproeven met melkvee werden voor elke groep proefdieren de volgende gegevens verzameld:

1. de gemiddelde opname aan verteerbare bestanddelen voor schapen
2. de gemiddelde produktie aan melk met 4% vet
3. het gemiddelde lichaamsgewicht voor en na de proef.

Met behulp van de voorstellen betreffende de Stappen 1-4 werd uit 1. en 3. berekend hoeveel melkenergie te verwachten was, wanneer voor onderhoud hetzij 77 hetzij 70 kcal melknetto energie per $G^{\frac{3}{4}}$ in rekening werd gebracht. De verwachte hoeveelheid melkenergie werd verminderd met de gevonden melkenergie (gesteld op 730 kcal per kg melk met 4% vet). Het verschil was dus een schatting van de gemiddelde energieaanzet per dier per dag van de groep dieren gedurende de proef. Verwacht mocht worden, dat bij deze melkkoeien, die vrijwel alle pas na de piek van hun lactatie in de proef waren betrokken, een positieve energieaanzet gepaard ging met een lichaamsgewichtstoename en een negatieve met een afname. De uitkomsten waren als volgt (het getal tussen haken geeft aan welke veronderstelling over de onderhoudsbehoefte werd gehanteerd):

	energieaanzet (70)		energieaanzet (77)		lichaamsgewichts-	
	kcal/dag		kcal/dag		verandering g/dag	
	gem (\bar{x})	st. afw. (s_x)	gem.	st. afw.	gem.	st. afw.
alle 138 gr.	375	1166	- 337	1177	31	186
78 gr. (Fred.)	680	1125	- 5	1129	68	125
60 gr. (Dijkstra)	- 22	1106	- 769	1104	- 16	236

Het lijkt er op , dat de lage schatting van de onderhoudsbehoefte ($70 G_{\text{H}}^{\frac{3}{4}}$) beter past bij dit materiaal dan de hoge ($77 G_{\text{H}}^{\frac{3}{4}}$). Internationaal is het gebruikelijk koeien onder praktijkomstandigheden gehouden, dus ook die van de voederproeven, een 10% hogere onderhoudsbehoefte toe te kennen dan dieren in balansproeven. De laatste zouden zich minder bewegen en daarom een lagere onderhoudsbehoefte hebben. Anderzijds kan men evenwel ook stellen, dat dieren in respiratiekamers ten gevolge van het dragen van tuigen, de wat nauwe huisvesting en de frequentere verstoring van hun normale gedrag door onderzoeker en assistenten juist een wat hogere onderhoudsbehoefte zullen hebben. Beide effecten kunnen wellicht elkaar compenseren. Goede metingen van eventuele verschillen werden tot dusverre niet uitgevoerd.

Van de totaal opgenomen melknettoenergie is $7 G_{\text{H}}^{\frac{3}{4}}$ kcal melknetto energie -het verschil tussen de eerdere (77) en de huidige (70) schatting van de onderhoudsbehoefte, ongeveer gelijk aan de energie van 1 kg melk- slechts ca. 4%.

De gemiddeld goede overeenstemming tussen de voorspelling van de energieaanzet en de in de voederproeven gevonden lichaamsgewichtsverandering bij gebruik van $70 G_{\text{H}}^{\frac{3}{4}}$ kcal voor onderhoud en het feit, dat in eerder vermelde 98 + 56 balansproeven met rantsoenen van hooi of kuil en krachtvoer slechts een geringe onderschatting werd gevonden van de nettoenergie, bovendien vermoedelijk veroorzaakt door een te lage schatting van de M_E , rechtvaardigt het gebruik van $70 G_{\text{H}}^{\frac{3}{4}}$ kcal in het voorgestelde voederwaarderings-systeem als onderhoudsnorm van aangeboden melkvee in praktijkstallen.

Het voorgestelde systeem voor melkvee en de uitkomsten van balansproeven met jong weidegras

In 1973 en 1974 werden een 63-tal balansproeven uitgevoerd in Wageningen, waarbij 8 maal per dag vers of bevroren jong weidegras en 2 maal per dag $\frac{1}{2}$ kg weidebrok aan melkkoeien werd verstrekt. De dieren verbleven doorlopend in respiratiekamers bij een temperatuur van 15°C (proeven in mei en september) of 20°C overdag en 15°C 's nachts (proeven in juni, juli en augustus). Het gras werd tweemaal per dag gemaaid, direct ingevroren dan wel voor $\frac{1}{3}$ direct gevoerd en voor de rest broeivrij bewaard tot de volgende drie voederingsen. Het gras werd in een overmaat van 10-25% verstrekt. Getracht werd op deze wijze de situatie in de weide enigszins na te bootsen. Na een voorperiode van een week volgden een proefperiode van een week, waarin vers gras werd verstrekt, en een tweede proefperiode waarin het gras, gemaaid en ingevroren tijdens de 1^e proefperiode in

bevroren toestand werd verstrekt. De melkproduktie van de dieren was gemiddeld 17,8 kg (uitersten 9-28 kg). In de proefperioden werden de gebruikelijke metingen van een energiebalansproef uitgevoerd.

De opname aan droge stof van de dieren was hoog, vaak boven de behoefte voor onderhoud en melk, zodat veelal lichaamsvet aangezet werd. Gemiddeld was 13 kg droge stof van het gras in verse of bevroren toestand plus 1 kg weidebrok voor een koe van 550 kg toereikend voor een produktie in de respiratiekamer van 20-23 kg melk met 4% vet. In de wei zou dat waarschijnlijk ca. 2 kg minder geweest zijn in verband met de te verwachten 20-25% hogere behoefte voor onderhoud. Het gras bevatte gemiddeld 720 g vos per kg ds (gemeten bij de koeien op hun hoge voederniveau) en had dus een hoge verteerbaarheid, zelfs op dit hoge voederniveau. Verteringsproeven met schapen konden door personeelsgebrek met dit gras niet uitgevoerd worden, wel werd de verteerbaarheid bij schapen op onderhoudsniveau afgeleid van bepalingen van het ruwe celstof- en asgehalte en de verteerbaarheid in vitro. Beide methoden gaven vrijwel eenzelfde gehalte aan vos (schapen) als gevonden bij de koeien. Een en ander suggereert, dat voor 8 maal per dag gevoerd hoog verteerbaar gras de bij andere stalrantsoenen gevonden verteringsdepressie niet optreedt. Nader onderzoek is nodig ter bevestiging en verklaring van het gevondene.

Bij de bespreking van Stap 1 werd al vermeld, dat afleiding van het M_E gehalte voor melkvee met formule (2) en de -1,8% correctie voor voederniveau voor het hier gebruikte en 8 maal per dag gevoerde gras een ca. 12% te laag M_E gehalte oplevert.

Gemiddeld werd de M_E zoals die werd gemeten in de balansproeven op dezelfde wijze verwerkt voor onderhoud en melkproduktie als de M_E van rantsoenen van hooi of kuilvoer en krachtvoer. Wel wezen de afzonderlijke uitkomsten op een hogere onderhoudsbehoefte dan $70 G^{\frac{3}{4}}$ kcal melknetto energie, maar tevens op een hogere efficiëntie van de omzetting van M_E boven het onderhoud in melk- en lichaamsvetenergie. Beide effecten compenseren elkaar, zodat gemiddeld een normale energieverwerking voor onderhoud + produktie gevonden wordt. Soortgelijke afwijkingen in onderzoekseries van beperkte omvang komen vrij vaak voor, men wijt hen aan toevalsfouten.

De voederwaardering bij groeiend rundvee*

In het melknetto energiesysteem wordt er van uitgegaan, dat de M_E van het rantsoen voor onderhoud en melkproduktie iets beter benut wordt,

* Voor latere wijzigingen zie Bedrijfsontw.(1977)8:341-342.

wanneer de kwaliteit (q) ervan hoger is.

Bij niet-lacterend rundvee is de invloed van q op de benutting van M_E voor onderhoud van dezelfde grootte, maar het effect op de benutting van M_E voor energieaanzet (groei) is twee à driemaal zo groot. De benuttingsfactor (k_f) voor groei is meestal lager dan die (k_m) voor onderhoud met het gevolg dat de benutting van de M_E bij deze dieren afneemt naarmate de grootte van de produktie stijgt. Dit betekent, dat de energetische voederwaarde van eenzelfde rantsoen afneemt naarmate de groei sneller is. In Schotland heeft men een berekeningswijze voor de voederwaarde van een rantsoen voor onderhoud en produktie uitgewerkt, dat rekening houdt met de groeisnelheid. Door ons werd dit verder uitgewerkt en, waar mogelijk, in overeenstemming gebracht met het melknetto energiesysteem. Zo werd eenzelfde invloed als in dat systeem van q op de benutting van de M_E door groeiend rundvee voor onderhoud verondersteld.

Voor de benutting van de M_E voor produktie, dus energieaanzet tijdens de groei, werd de nieuwste formule van Blaxter gehanteerd (benutting k_f (in%) = $0,78q + 0,6$). Voor de onderhoudsbehoefte werd de schatting van $100 G^{\frac{3}{4}}$, welke afkomstig is van metingen bij aangebonden volwassen, niet producerend rundvee, vermeerderd met 10%, omdat jong, niet aangebonden rundvee een wat hogere activiteit en dus ook een hogere onderhoudsbehoefte zal hebben. Tenslotte werd gebruik gemaakt van het in Engeland afgeleide verband tussen dagelijkse groei, lichaamsgewicht en energieaanzet. Tezamen leverde een en ander een vrij ingewikkelde formule op, waarmee voor elke gewenste groeisnelheid, bij diverse lichaamsgewichten en verschillende waarden van q van het rantsoen de netto energiewaarde voor onderhoud en produktie te berekenen is.

Het voederniveau van groeiend rundvee is vrij laag, 1,5 bij een matige groei van ca. 0,75 kg/dag (extensief gemest rundvee) of nog wat lager (0,5 kg/dag) bij vaarzen en 2,0 bij intensief gemeste dieren met een groei van 1,25 kg/dag. Op deze lage voederniveau's is de verteringsdepressie gering. Terwille van de hanteerbaarheid van het waarderingssysteem voor groeiende runderen is het, ook internationaal, gebruikelijk de geringe depressie te verwaarlozen. Dit betekent, dat het M_E gehalte van rantsoenen en voedermiddelen direct met de formules 1. en 2. uit de gehalten aan verteerbare bestanddelen berekend kan worden.

Hoewel dus de voorspelling van het M_E gehalte voor groeiend rundvee onafhankelijk is van de groeisnelheid, is dit niet het geval voor de benutting van de M_E en derhalve voor het gehalte aan netto energie

welke steeds verder daalt naarmate de groei toeneemt. Het is evenwel zeer onpraktisch om voor iedere groeisnelheid een eigen stel voederwaarden te moeten gebruiken. Wij hebben daarom nagegaan, welke de fouten waren, wanneer voor alle groeisnelheden met de voederwaarden behorend bij matige (0,75 kg/d) resp. snelle (1,25 kg/d) groei gewerkt werd of wanneer steeds de melk netto energie waarde werd gehanteerd. Table 1 op p. 13 van het discussion paper geeft in procenten aan, hoe groot de daardoor gemaakte fouten zijn. Het blijkt, dat het er voor die fouten weinig toe doet, hoe zwaar het dier weegt, maar wel welke de waarde van q is en hoe snel de groei is.

Zoals te verwachten is geven het vleessysteem voor snelle groei en dat voor matige groei geen afwijkingen bij een groei van 1,25 resp. 0,75 kg/d. Bij een 0,25 kg/d snellere of langzamere groei ontstaan er geringe afwijkingen. Naarmate de groeisnelheid meer dan 0,25 kg van 1,25 resp. 0,75 kg/d afwijkt nemen de afwijkingen sterk toe. Men zou voor die afwijkingen kunnen corrigeren door de voedernormen bij gebruik van het systeem voor een dagelijkse groei van 1,25 kg aan te passen, dus b.v. de normen voor een groei van 1,0 resp. 1,5 kg/d met -7 tot -3% resp. +5 tot +2% te corrigeren. Dit heeft dan tot gevolg, dat alle dieren met een groei van 1,0 tot 1,5 kg/d juist voldoende voedsel ontvangen. Dit voedsel zal bij dergelijke groeisnelheden een hoge q (60-70) hebben, zodat de correcties -4 tot -3% resp. +3 tot +2% zouden kunnen bedragen. In ons land komen op stal matige groeisnelheden rond 0,5 kg/d veel voor bij vaarzen, maar slechts zelden bij vleesrunderen. Bij die lage groeisnelheden geeft het melknetto energiesysteem een onderschatting van de voederwaarde van 4% bij rantsoenen met $q = 40$ en een overschatting van 11% bij die met $q = 70$. De voor deze dieren gebruikte rantsoenen hebben gewoonlijk een vrij lage q van ca. 50. Vrijwel geen fout zou men maken, wanneer voor groeiende vaarzen het melknetto energiesysteem gebruikt zou worden ter waardering van de voedermiddelen zonder enige correctie van de normen. Mocht een hogere groeisnelheid dan 0,5 kg per dag de praktijk meer nabij komen, dan is enige normcorrectie wel nodig. Voor vleesrunderen zou men voor ons land kunnen stellen, dat op stal het merendeel van deze dieren snel groeit en met rantsoenen met hoge q gevoerd wordt. Men zou derhalve voor onze vleesrunderen kunnen volstaan met het systeem van voederwaardering voor een groei van 1,25 kg/dag en in de voedernormen correcties kunnen verwerken voor groeisnelheden onder of boven 1,25 kg/d.

Op de voorgestelde manier zal het merendeel van de vleesrunderen en vaarzen in ons land naar hun behoefte gevoerd worden. Naarmate men eerstgenoemde dieren rantsoenen met een lagere q dan 70 en de vaarzen rantsoenen met een hogere q dan 50 verstrekt of hun groeisnelheden meer van 1,25 kg/dag resp. 0,5 kg/dag afwijken zal de behoefte dekking minder de 100% benaderen.

Naarmate de q 's van de afzonderlijke voedermiddelen, gebruikt voor de rantsoenen, meer van 70 resp. 50 afwijken, zal hun juiste waardering meer te wensen overlaten. De maximale fouten die door dit laatste veroorzaakt worden zijn zelden boven 20%. Alleen voor zeer grote bedrijven (feed lots) lijkt het zinvol de werkelijke voederwaarde van de afzonderlijke voedermiddelen te berekenen uit hun M_E gehalte en het beoogde produktieniveau.

Voor latere wijziging van de groei, waarbij de voederwaardering voor vleesvee geldt, zie Bedrijfsontw. (1977)8:341-342 en het artikel van Van Es, Vermorel en Bickel.

Voederwaarde, uitgedrukt in voedereenheden

Tijdens de bijeenkomst van deskundigen op 7-5-'75 werd voorgesteld de voederwaarden uit te drukken in voedereenheden, aan welke de netto energiewaarde van 1 kg gerst of gemengd krachtvoer ten grondslag diende te liggen. Door de wijziging van de formule ter berekening van de M_E van de krachtvoerders is de netto energiewaarde van 1 kg gerst voor melkvee, en voor matig en snel groeiende vleesrunderen resp. 1590, 1735 en 1641 kcal geworden. Voorgesteld wordt het afgeronde gemiddelde van deze drie getallen, te weten 1650, te gebruiken als basis voor de voedereenheid. Om komma's te vermijden lijkt het gewenst één voedereenheid het getal 1000 toe te kennen. De omrekening van kcal naar voedereenheid geschiedt dan dus door deling door 1,65.

De berekening van de voederwaarden voor melkvee en snelgroeiend vleesvee, beide uitgedrukt in voedereenheden (VE_m en VE_v), geschiedt dan aldus:

krachtvoerders (alle gehalten in de luchtdroge stof)

$$M_E = 3,8 \text{ vre} + 9,0 \text{ vrv} + 3,3 \text{ vrc} + 3,5 \text{ vok} - 0,15 \text{ (mono- en disacchariden)}$$

$$q = 100 M_E / (5,77 \text{ re} + 8,74 \text{ rv} + 5,00 \text{ rc} + 4,06 \text{ ok} - 0,15 \text{ (mono- en disacchariden)})$$

(suikercorrectie alleen voor gehalten boven 8%)

ruwvoerders (alle gehalten in de droge stof)

$$M_E = 3,4 \text{ vos} + 1,4 \text{ vre} \text{ voor gras-, klaver- en lucerneprodukten}$$

$$M_E = 3,6 \text{ vos} \text{ voor deze ruwvoerders, indien } \text{vos/vre} > 7 \text{ en } M_E = 3,7 \text{ vos} \text{ voor maissilage}$$

$$q = 100 M_E / 4400$$

$$VE_m = \{(0,6 + 0,0024 (q-57)) 0,9752 M_E\} / 1,65$$

$$VE \text{ vi}^* = \frac{(0,0078 q + 0,006) \times M_E}{- 0,548 + 0,00493 q} \times \frac{1}{1,65} + 1$$

* De APL = 2 in deze formule is later gewijzigd in APL = 1,5.

Voedernormen

Melkvee (aangebonden dieren in praktijkstallen)

- a) voor onderhoud $42,4 G^{\frac{3}{4}}$ VEm } bij een produktie van 15 kg melk met
 b) voor 1 kg melk met 4% vet 442 VEm } 4% vet

Bij produkties onder of boven 15 kg melk met 4% vet wordt de norm per kg verschil t.o.v. 15 kg 4% melk verlaagd resp. verhoogd met 0,166%.

Dit levert de volgende normen voor een koe van 550 kg:

melk met 4% vet (kg)	norm voor onderhoud en melk VEm	afgerond
0	4696	4700
5	6909	6900
10	9159	9150
15	11445	11450
20	13767	13750
25	16127	16150
30	18523	18500
35	20954	20950

(Afleiding van deze correctie:

Een produktie van 15 kg melk met 4% vet betekent een produktie bij een voederniveau van 2,38. Per voederniveaudaling met 1 eenheid neemt de M_E - en dus ook de VEm-behoefte af met 1,8%. Een daling van het voerniveau met 1,38, dus b.v. van 15 naar 0 kg melk, doet dus de VEm-behoefte met $1,38 \times 1,8 = 2,48\%$ dalen ofwel met 0,166% per kg 4% melk).

Jong rundvee, bestemd voor de melkveehouderij en voor vleesrunderen

In verband met latere wijzigingen van de voorstellen zijn deze hier niet meer vermeld en wordt verwezen naar Bedrijfsontwikkeling (1977)8:341-342.

1. The estimation of M_E content of feedstuffs and rations

Most information on content of digestible nutrients of feedstuffs comes from trials with sheep. Moreover, relationships between the content found in such trials and chemical composition have been derived for several groups of feedstuffs (forages mainly, but also for wheat and corn byproducts). Between sheep and cattle at feeding levels at or slightly above the maintenance level there are hardly any differences in digestibility, except probably for crude protein which sheep digest 5%-units better than cattle (Schiemann et al., Arch. Tierern. 21(1971)223).

Thus, it is suitable to derive the M_E content of feeds for cattle at or slightly above the maintenance feeding level from information on digestibility in sheep at similar feeding levels.

Schiemann et al. (Energetische Futterbewertung und Energienormen, Berlin, 1971, p. 64) derived from 45 feedstuffs studied with fullgrown steers by Kellner and Fingerling the following equation (regression without constant term):

$$\text{cattle } M_E/T = 4.30 D_{XP}/T + 9.42 D_{XL}/T + 3.33 D_{XF}/T + 3.58 D_{XX}/T \quad (\pm 6.5\%) \quad 1)$$

in which all variables were expressed per kg dry matter.

On p. 129 these authors give similar results of their own trials, however, without expressing the variables per kg dry matter, i.e. using them as found in the trials (again without constant term):

$$\text{cattle } M_E = 4.17 D_{XP} + 7.46 D_{XL} + 3.26 D_{XF} + 3.53 D_{XX} \quad (\pm 1.5\%) \quad 2)$$

$$\text{sheep } M_E = 4.23 D_{XP} + 9.05 D_{XL} + 3.21 D_{XF} + 3.53 D_{XX} \quad (\pm 1.8\%) \quad 3)$$

In the equation for sheep the coefficient for D_{XL} was set at a fixed value of 9.05 instead of computed from the data.

In 257 balance trials at Wageningen with non-lactating cows fed at 0.5 to 1.7 times the maintenance feeding level (M_E^* averaged 120; the standard deviation of the single result of this variable was 28) the following equation was found (without constant term):

$$\text{cattle } M_E/T = 3.86 D_{XP}/T + 11.03 D_{XL}/T + 3.26 D_{XF}/T + 3.42 D_{XX}/T \quad (\pm 1.9\%) \quad 4)$$

Addition of variables like d_E , U_N^* and crude fibre content of dry matter hardly improved the fit of the regression, addition of M_E^* did so slightly, this variable was positively correlated with M_E/T . The material showed the following averages and standard deviations of single results:

	M_E/T	D_O/T	D_E/T	D_{XP}/T	D_{XL}/T	D_{XF}/T	D_{XX}/T	D_{XF+XX}/T
average	2300	633	2864	88	17	198	330	528
st.dev.	263	61	311	31	8	34	70	50

	XF/T	d_E	q	M_E^*
average	279	66	53	120
st.dev.	50	7	6	28

The regression coefficient for D_{XL}/T is rather high; changing it to 9 would result only in an upward shift of the other regression-coefficients by about $2.03 \times 17/616 = 0.06$.

In 159 of these trials only forages were used. These gave the following regression equation:

$$\text{cattle } M_E/T = 3.95 D_{XP}/T + 11.60 D_{XL}/T + 3.34 D_{XF}/T + 3.32 D_{XX}/T \quad (+ 1.9\%) \quad 4A)$$

Addition of M_E^* as an independent variable slightly improved the regression. The material had the following averages and standard deviations of the single results:

	M_E/T	D_O/T	D_E/T	D_{XP}/T	D_{XL}/T	D_{XF}/T	D_{XX}/T	D_{XF+XX}/T
average	2195	609	2757	87	14	218	289	507
st.dev.	260	59	322	34	8	22	47	40

	XF/T	d_E	q	M_E^*
average	302	64	51	117
st.dev.	43	7	6	20

The regression coefficient for D_{XL}/T is rather high; changing it to 9 would result in an upward shift of the other regression-coefficients by about $2.60 \times 14/619 = 0.06$.

Usually only the contents of digestible crude protein and organic matter per kg dry matter are available for forages. Thus, M_E/T was also regressed on these variables:

$$\text{cattle } M_E/T = 3.35 D_O/T + 1.76 D_{XP}/T \quad (+ 3.1\%) \quad 4B)$$

Without D_{XP}/T the RSD was $\pm 3.9\%$ of the average M_E/T . Addition of other variables improved the fit only for U_N^* , not for M_E^* and crude fibre in dry matter.

Schiemann et al. in the above-mentioned book (p.139) do not use the equations 2) and 3) for the estimation of M_E of feed-stuffs of rations but other equations derived from regression computations (p.129) in which additionally metabolic weight ($W^{3/4}$)

of the animals has been added as an independent variable:

$$\text{cattle } M_E = 4.32 D_{XP} + 7.73 D_{XL} + 3.59 D_{XF} + 3.63 D_{XX} - 6.26 W^{\frac{3}{4}} \quad (+ 1.3\%) \quad 5)$$

$$\text{sheep } M_E = 4.49 D_{XP} + 9.05 D_{XL} + 3.61 D_{XF} + 3.66 D_{XX} - 6.24 W^{\frac{3}{4}} \quad (+ 1.7\%) \quad 6)$$

Again in the sheep equation the regression coefficient of D_{XL} was set at a fixed value of 9.05 before the computations. As in 2) and 3) the variables were used as such, i.e. they were not expressed per kg dry matter.

The authors in their recommended prediction of M_E of feedstuffs, however, neglect the term with $W^{\frac{3}{4}}$ (p.139). In our opinion this is not permitted as the omission of the negative term results in an overestimation of the dependent variable M_E . Indeed, all regression coefficients of 5) and 6) are some 4% higher than those of 2) and 3).

We also studied the regression of M_E/T on D_{XP}/T , D_{XL}/T and $D_{XF}/T + D_{XX}/T$ without a constant term, both in most Beltsville and Wageningen trials with lactating cows:

Averages and standard deviation of single results:

	n	M_E/T	D_{XP}/T	D_{XL}/T	D_{XF+XX}/T
Beltsville	342	2571±285	127±36	13±6	505±61
Wag. G ¹⁾	63	2867±127	172±35	30±4	521±46
" L	222	2544±148	103±16	26±8	525±34
" P	130	2268±168	103±21	26±7	452±39

Regression equations:

other sign. RSD variables

Beltsv.	$M_E/T = 3.95 D_{XP}/T + 4.42 D_{XL}/T + 3.99 D_{XF+XX}/T$	U_N^* , d	(+3.8%) 7)
Wag. G	$M_E/T = 3.70 D_{XP}/T + 8.46 D_{XL}/T + 3.80 D_{XF+XX}/T$	d, M_E^*	(+2.7%) 8)
" L	$M_E/T = 4.03 D_{XP}/T + 9.51 D_{XL}/T + 3.59 D_{XF+XX}/T$	M_E^*	(+1.8%) 9)
" P	$M_E/T = 4.49 D_{XP}/T + 7.84 D_{XL}/T + 3.55 D_{XF+XX}/T$	M_E^*	(+1.4%) 10)

1) G: rations of fresh or frozen grass plus 1 kg concentrates

L: mixed rations of long forages and concentrates

P: " " of pelleted ground forages, long forage and concentrates

Discussion:

Comparison of 1), 2), 3) and 4), all obtained with non-lactating ruminants, - 5) and 6) can be rejected for reasons mentioned above - shows a remarkable uniformity with regard to the regression-coefficients for D_{XF} and D_{XX} . Together D_{XF} and D_{XX} usually are more than 80% of the total D_O of a ration. The lack of uniformity for the coefficient of D_{XL} is clearly due to the small amounts of fat used in ruminant rations. Assuming like done by Schiemann et al. in their book a value of 9 for this coefficient would improve the uniformity still more (corrected regressioncoefficients are given in the usual order without headings):

for 1)	4.32	9.00	3,35	3.60	($D_{XL}/T \approx 30$)
" 2)	4.09	9.00	3.18	3.45	($D_{XL}/T \approx 30$)
" 3)	4.23	9.00	3.21	3.53	
" 4)	3.92	9.00	3.32	3.48	

One might conclude that the following equation will predict M_E/T near the maintenance feeding level with high precision (while deriving it as an weighted average of the four corrected coefficients in view of the smaller number of trials 1) was given a weight 1 and the others a weight 2):

$$M_E/T = 4.1 \text{ (or } 3.8^*) D_{XP}/T + 9.0 D_{XL}/T + 3.3 D_{XF}/T + 3.5 D_{XX}/T \quad 11)$$

* for prediction of cattle M_E/T from sheep data

Equation 4A) for forages only hardly differed from 4) in which all rations were included. Separate equation for forages and for concentrates in this material therefore are not needed; in their book Schiemann et al. came to a similar conclusion for their material. Using the relationship between 4A) and 4B) for forages and 11) as the general equation M_E/T might also be predicted near the maintenance feeding level from D_O/T and D_{XP}/T by:

$$M_E/T = 3.4 D_O/T + 1.7 \text{ (or } 1.4^*) D_{XP}/T \quad \text{(forages only)} \quad 11A)$$

* for prediction of cattle M_E/T from sheep data

The equations 11) and 11A) could be used both for sheep and cattle to predict M_E/T at the maintenance feeding level from trials near that feeding level.

However, using the equations to predict M_E/T for cattle from values of D_{XP}/T , D_{XL}/T etc. obtained with sheep, in view of the lower digestibility of D_{XP} in cattle compared to sheep (7% according to Schiemann et al. (Arch. Tierern. 21(1971)p.231) the coefficient for D_{XP}/T in 11) should be lowered by 7% to a value of 3.8. A similar correction for 11A) leads to a value of 1.4 instead of 1.7.

Next, we compare 11) with the equations 7) - 10) for lactating cows, again after correcting the coefficient for D_{XL}/T to 9. The variables D_{XF} and D_{XX} were taken together because of lack of separate data:

for 7)	3.86	9.00	3.90	($D_{XL}/T = 13$)
" 8)	3.68	9.00	3.78	(" = 30)
" 9)	4.05	9.00	3.61	(" = 26)
" 10)	4.44	9.00	3.50	(" = 26)

The regression coefficients for D_{XF+XX}/T appear to be higher than those for D_{XF}/T and D_{XX}/T in 11), especially in the Beltsville material. A shift of this regression coefficient by 0.1 means an increase of M_E/T of 2%, which could be explained by lower methane losses as a percentage of gross energy intake at the higher feeding level during lactation. Also in the Wageningen trials with non-lactating cows M_E/T was positively ($r=0.23$) correlated with M_E^* , thus with feeding level. Shifts due to the higher feeding level of more than 0.1 as suggested by the Beltsville material, however, are difficult to explain. In the next section we shall study the regression of D_E/T on D_{XF}/T , D_{XL}/T and $(D_{XF} + D_{XX})/T$ and the M_E/D_E ratio in the available Beltsville, Rostock and Wageningen material obtained with lactating cows in the hope that this would give us some insight in possible changes of the regression coefficients of M_E/T on D_{XF}/T , D_{XL}/T and $(D_{XF} + D_{XX})/T$ during lactation.

The relationship between D_E/T and D_{XF}/T , D_{XL}/T and $(D_{XF} + D_{XX})/T$ during lactation

Regressing D_E/T on D_{XF}/T , D_{XL}/T and $(D_{XF} + D_{XX})/T$ without a constant term in the Beltsville and Wageningen material gave the following results:

Average and standard deviation of single result:

	D_E/T	D_{XF}/T	D_{XL}/T	$(D_{XF} + D_{XX})/T$
Beltsville	2958±298	127±36	13±6	505±61
Wag. G	3396±111	172±35	30±4	521±46
Wag. L	2984±159	103±16	26±8	525±34
Wag. P	2662±192	103±21	26±7	452±39

Regression coefficients:

	D_{XF}/T	D_{XL}/T	$(D_{XF}+D_{XX})/T$	RSD
Beltsv.	5.97±0.12	4.87±0.75	4.23±0.04	91
Wag. G	5.33±0.15	7.27±1.24	4.34±0.04	34
Wag. L	4.81±0.20	9.58±0.42	4.27±0.03	39
Wag. P	5.49±0.09	7.43±0.25	4.21±0.02	21

As expected the RSD's are very low, especially in the European data. There was hardly any decrease of the RSD if additional independent variables like M_E^* , U_N^* , q or L were used in the regression. Obviously, feeding level, urinary N and ration quality do not influence the relation between D_E/T and D_{XP}/T , D_{XL}/T and $(D_{XF} + D_{XX})/T$ markedly. Thus, the explanation for influences of these independent variables on M_E contents during lactation have to be looked for in the M_E/D_E ratio. With regard to the carbohydrates $(D_{XF} + D_{XX})/T$ there is a very good agreement between the different data sets. Not too much value can be paid to the regression coefficients for D_{XL}/T because of the low fat contents. With regard to the coefficients for D_{XP}/T the one of Beltsville is rather high and the one for Wag. L rather low.

) L=percentage long forage dry matter in total ration dry matter

The M_E/D_E ratio in lactating cows

The M_E/D_E ratio during lactation may be influenced by feeding level, urinary N-losses and possibly the percentage of long roughage of the ration or the ration's energy digestibility.

Therefore, the ratio was regressed on M_E/W^3 , U_N/W^3 , d_E and L (long roughage dry matter as a percentage of total dry matter of ration) for most of the balance trials of Beltsville, Rostock and Wageningen:

Averages and standard deviations of single result:

	n	$100M_E/D_E$	M_E^*	U_N^*	d_E	L
Beltsville	342	87±3	292±68	1.5±0.8	67±6	51±24
Rostock	24x4	85±1	316±33	1.3±0.6	72±4	45±15
Wag. G	63	84±2	324±53	2.5±0.6	75±2	91± 3
" L	222	85±1	322±46	1.2±0.3	68±4	50±12
" P	130	85±1	322±35	1.5±0.5	61±4	23±10

Regression coefficients:

	M_E^*	U_N^*	d_E	L	RSD
Beltsville	0.022±0.001	-2.31±0.13	0.07±0.01	-0.046±0.004	1.6
Rostock	0.020±0.005	-1.26±0.29	0.05±0.05	-0.013±0.012	0.6
Wag. G	0.020±0.003	-0.83±0.23	0.18±0.07	-0.047±0.045	1.0
" L	0.014±0.001	-1.07±0.22	-0.003±0.02	-0.059±0.005	0.8
" P	0.014±0.003	-0.92±0.22	0.006±0.02	-0.002±0.009	0.9

Discussion:

Only in the Beltsville material is the variation of M_E/D_E considerable, probably due to a fairly great variation of the rations

used. In most data the ratio was reduced by decreases of feeding level and increases of urinary N losses. A downward change of M_E^* by 117 (equal to one feeding level) reduces the ratio by app. 2.5-1.5 units. At feeding level 1 this would result in ratios near 83.

Compared to mature sheep lactating cows lose less N with the urine because some 30% of the digested N is converted into milk N at milk production levels between 15 and 20 kg per day. The averages for lactating cows given above show that for most cases U_N^* averages 1.4 (in the grass trials at Wageningen the intake of N and thus also its excretion with the urine was far above required, these data thus were not used). If no milk N had been produced, this figure would have been near $1.4 \times 100 / (100 - 30) = 2.0$. If we assume the average regression coefficient for U_N^* to be 1.5 this means that the ratio M_E/D_E for non-lactating cows or for mature sheep because of this phenomenon would have been lower than for lactating cows by $1.5 \times (2.0 - 1.4) = 0.9$ units.

The regression coefficients for d_E and L show a tendency for higher M_E/D_E ratios when the roughage percentage of the ration is decreased. This can probably be explained by lower methane losses for rations with high concentrate levels.

In the balance trials at Rostock with mature steers and sheep which led to equations 2) and 3) the $100 M_E/D_E$ ratios were 81.0 and 81.5 respectively. In the trials at Wageningen with non-lactating cattle they amounted to 80.3 for all rations together and to 79.6 for those with forages only. The 4-6 units higher ratios during lactation can easily be explained by the combined influences of M_E^* (+2.5 to +1.5), of U_N^* (+0.9) and of d_E and L. For rations of not too extreme composition like those used at Rostock and Wageningen (grass trials excluded) an increase of the ratio by $(85-81)/(199/117)=2$ and $(85-80)/(205/117) = 3$ units respectively per increase of one multiple of maintenance feeding level during lactation seems appropriate. For such rations the energy digestibility decreases by 2-3 units per feeding level increase. Relatively, the change of M_E/D_E per feeding level is 2.4 to 2.8%, that of d_E 3 to 4.5%.

Work at Rostock (Arch. Tierern. 21(1971)234) and Wageningen in which the rations used for lactating cows, or their ingredients, were also fed to sheep in digestibility trials, showed that the M_E content of the gross energy slightly decreases with higher feeding level during lactation. The rate of the decrease is

about 1 unit, i.e. 1.8% relatively.

A M_E depression with feeding level of this size was chosen for the new system of energy evaluation during lactation which system also starts from contents of digested nutrients of the feedstuffs measured in sheep digestibility trials.

In view of the regressions presented in this section on M_E/D_E ratios during lactation this choice appears correct.

2. Testing of the proposed system of feed evaluation for dairy cows
 (Lit.: van Es, in print, Liv. Prod. Sci., paper at EAAP meeting, Copenhagen)

The proposed system of feed evaluation was tested in two ways. First for the balance trials at Beltsville, Rostock and Wageningen the milk-net-energy content $Y_{E,1}$ of the ration was calculated from M_E and q as measured during the trials:

$$Y_{E,1} = M_E (0.6 + z(q - 57)), \quad 1)$$

in which for z the value 0.0024 as in the proposed system but also the values 0 and 0.005 were used. From the resulting $Y_{E,1}$, L_E and R_E as found in the balance trials were subtracted and also $70 W^{3/4}$ equal to the amount of $Y_{E,1}$ required for the maintenance of lactating cows in energy balance trials (the system proposes $77 W^{3/4}$ for cows under practical circumstances because of their higher activity). Finally, the result was divided by $W^{3/4}$ and called DIF_S , DIF_0 and DIF_5 in which the suffix indicates the value of z used: 0.0024, 0 and 0.005 respectively. The DIF-values were regressed on $M_E/W^{3/4}$, $U_N/W^{3/4}$, q , L (long roughage dry matter as a percentage of I_T), D_{XP}/M_E , $L_E/W^{3/4}$ and $R_E/W^{3/4}$.

		M_E^*	U_N^*	q	L	D_{XP}/M_E	L_E^*	R_E^*	DIF_S	DIF_0	DIF_5
Beltsville	Av.	292	1.5	58	51	0.05	103	6	-5.0	-6.1	-3.9
	n=342	SD 68	0.9	6	24	0.01	50	48	13.5	13.8	14.9
Rostock	Av.	316	1.3	61	45	0.04	114	12	-3.8	-6.8	-0.4
	n=24	SD 33	0.6	3	15	0.01	20	17	9.1	8.9	10.1
Wag. L	Av.	322	1.2	58	50	0.04	123	0	-1.1	-2.3	0.2
	n=222	SD 46	0.3	3	12	0.01	33	20	7.6	8.5	7.4
Wag. G	Av.	384	2.5	63	91	0.06	122	41	2.8	-3.1	9.1
	n=63	SD 53	0.6	3	3	0.01	32	34	10.9	12.4	10.0
Wag. P	Av.	322	1.4	52	23	0.04	127	-7	-3.4	0.3	-7.3
	n=130	SD 35	0.5	4	10	0.01	27	26	8.3	8.3	9.2

A positive value of DIF means that the net energy content predicted with equation 1) was too high: equation 1) overestimated the ration's net energy. A DIF value of +1 means an overestimation equal to the energy in 0.14 kg milk. DIF_S underestimates the net energy of the ration by 5 to 1 units except for the Wag. grass trials where there is a slight overestimation. This last fact might be due to the high protein content of the grass ration, resulting

in high U_N^* losses. Most other data show a positive correlation between DIF_S and U_N^* , the linear regression coefficient of DIF_S on U_N^* being 5 to 9. The high U_N^* value in the grass trials (2.5 vs. 1.2 to 1.5 in the other trials) can easily explain the about 5 units higher DIF_S -value of the grass trials compared to the other data sets. There was no clear relationship between DIF_S and the other variables mentioned above among the 5 data sets, most linear correlations were low.

The differences between DIF_0 and DIF_5 are small ($< 2.5 \approx 0.3$ kg milk) for the Beltsville and Wag. L data, but up to 7.6 (≈ 1.1 kg milk) for the Rostock and Wag. P data and even 12.2 (≈ 1.8 kg milk) for the grass data. DIF_S of course lies halfway between DIF_0 and DIF_5 . The RSD's of the DIF-values show that there is only a small effect of a change of z in 1) on size of the variation of the DIF-values. The lowest of the RSD's of the three DIF-values of a data set is probably to be found when a z -value was used which fits the data best. This was the case only for a few of the data sets as follows from the next table where the regressions of $L_E^* + R_E^*(y)$ on $M_E^*(x_1)$ and $q(x_2)$ are presented:

	RSD	C ¹⁾
<u>Beltsville</u>		
$y-111 = (0.63 \pm 0.01) (x_1 - 292)$	13.7	
$= (0.63 \pm 0.01) (x_1 - 292) + (0.47 \pm 0.12) (x_2 - 58.4)$	13.4	0.2
<u>Rostock</u>		
$y-126 = (0.47 \pm 0.05) (x_1 - 316)$	8.0	
$= (0.43 \pm 0.05) (x_1 - 316) + (0.99 \pm 0.49) (x_2 - 60.9)$	7.5	0.8
<u>Wag. L</u>		
$y-125 = (0.60 \pm 0.01) (x_1 - 322)$	8.5	
$= (0.56 \pm 0.01) (x_1 - 322) + (1.54 \pm 0.16) (x_2 - 58.4)$	7.1	0.8
<u>Wag. G</u>		
$y-164 = (0.75 \pm 0.02) (x_1 - 384)$	9.5	
$= (0.72 \pm 0.03) (x_1 - 384) + (0.97 \pm 0.52) (x_2 - 63.2)$	9.3	0.4
<u>Wag. P</u>		
$y-123 = 0.55 \pm 0.02 (x_1 - 322)$	8.1	
$= 0.51 \pm 0.02 (x_1 - 322) + 0.72 \pm 0.21 (x_2 - 52.1)$	7.8	0.4

1) C = an increase of x_2 by one unit leaves y unchanged if x_1 is reduced by C%

It should be considered that the influence of q in the various data sets differs: according to these regressions an increase of q

with one unit near its average does not change $L_E^* + R_E^*$ if M_E^* is reduced with 0.2% (values named C in the table) calculated from $(0.47/0.63)/292$, 0.8%, 0.8%, 0.4% and 0.4% respectively.

In 1) the values of z, equal to 0, 0.0024 or 0.005 mean that an increase of q by one unit lowers the M_E^* required for an unchanged production by 0%, 0.4% (calculated from $0.0024/0.6$) and 0.8% respectively. For comparison according to Blaxter's equation for k_f ($k_f = 0.0078q + 0.006$) an one unit increase of q leaves R_E unchanged if the M_E used for production is lowered by 1.7%.

For the two larger sets of data, Beltsville and Wag. L, the C values are 0.2% and 0.8% and the lowest SD of the DIF-values are found for DIF_s (C=0.4%) and DIF_5 (C=0.8%) respectively as would be expected. In these data sets the k_1 used for computing the DIF-values, i.e. $0.6 + z(q-57)$, is close to the regression coefficients of x_1 so that a change of z indeed could be expected to result in a better or worse fit of the data to the regression plane as approximately is the case. In the other data sets -which are smaller and of which Wag. P forms a special case as M_E of pelleted ground forage is utilized differently (v.d.Honing, 1975)- a k_1 of $0.6 + z(q-57)$ differs considerably from the regression coefficient of x_1 , which fact together with unequal averages and distribution of the variables M_E^* , q, L_E^* and R_E^* might conceal the effect of z on the standard deviation of the DIF-values.

In my paper mentioned above it was said that the results of most balance trials performed so far in the world suggested a k_1 of 0.60 and a maintenance requirement of $70 \frac{3}{4}$ kcal $Y_{E,1}$ for dairy cows in balance trials on rations with $q=57$. The attention was drawn to the fact that the influence of q on the utilization of the M_E differed among the various series of trials. The largest variation of q showed the Beltsville material. The other materials suggested higher effects of q on $L_E^* + R_E^*$ but they showed smaller variation of q and thus their information on the effect of q was less reliable. As a compromise an effect of 0.4% was chosen for the proposed system. This choice had the advantage that an effect of the same size by several investigations has been found to occur during maintenance so that an effect of q of this size could be used for the total metabolism of the dairy cow.

In view of the fact that on average the DIF_s -values of the 5 data sets are not far from zero and that for the 5 data sets the SD of DIF_s is the lowest of the 3 DIF-values (Beltsv., Wag. P) or

only slightly above the lowest one (Rostock, Wag. L, Wag. G), the choice of an effect of 0.4% in the proposed system appears the best possible at this time.

A second test of the proposed system was performed using results of a great number of feeding trials with lactating cows in Denmark and Holland. Digestibilities of the forages of the rations used, determined at maintenance with sheep, were available; also the ingredients of the concentrates used were known so that the contents of their digestible nutrients (for sheep) could be calculated from feeding tables. The M_E content of these rations for cows at the production feeding level, thus, could be computed from these digestibility data and also the $Y_{E,1}$ content, using for z the value of 0.0024. Milk energy computed from milk quantity and fat content and $77W^{3/4}$ were subtracted from $Y_{E,1}$ and the difference D was plotted against liveweight change of the cows. When using the conversion of digestible nutrients into M_E as given in the above-mentioned paper zero D coincided with zero liveweight change. The computations are now being repeated using the better equations for conversion of digestible nutrients into M_E as derived in section 1. It is not expected that this will change the relationship between D and liveweight change markedly.

Van der Honing in his thesis (1975, p.118-123) computed in 55 of the Wageningen balance trials with lactating cows for which sheep digestibility data of the forages and concentrates were available, the difference between predicted $Y_{E,1}$ and the sum of L_E , R_E and $70W^{3/4}$ found in the trials. $Y_{E,1}$ was predicted from the sheep digestibility data, using the methods described in my Copenhagen paper. The predicted $Y_{E,1}$ was 0-4% above the actual $Y_{E,1}$. Also these calculations are being repeated using the relationship between M_E and digestible nutrients of section 1 of this discussion paper. Marked changes of the results, however, are not expected. The computation of the DIF-values in the first part of this section 3 for the 5 data sets of balance trials was performed, as stated, using the K_E measured in each trial.

The test of the proposed system using the prediction of the M_E according to section 1 for 78 Danish (Frederiksen et al.) and 60 Dutch (Dijkstra et al.) feeding trials with groups of dairy cows gave the following result:

trial	live weight change g/day	predicted R_E (kcal/day)	
		with maintenance estimates of 70 $W^{3/4}$ kcal NE_1 or 77 $W^{3/4}$ kcal NE_1	
all 138	31 \pm 186 ¹⁾	375 \pm 1166 ¹⁾	-337 \pm 1177 ¹⁾
78 (Denmark)	68 \pm 125	680 \pm 1125	- 5 \pm 1129
60 (Holland)	-16 \pm 236	-22 \pm 1106	-769 \pm 1104

1) standard deviation of the result of the single trial

In this computation two estimates of the maintenance requirements of the cows were used: one equal to that derived from the balance trials (70 $W^{3/4}$ kcal NE_1) and a second which was 10% higher. The results show that the daily live weight change agrees best with the predicted R_E when the low maintenance estimate is used.

In my opinion it is not very probable that the maintenance requirements of cows in balance trials differ from those of fastened cows in practice as is often supposed. Cows in balance trials usually are slightly stressed because they are more restricted with regard to movements than bound animals in a practical cowhouse and they often wear harnesses for separate collection of urine and faeces. In the above-mentioned feeding trials the cows were fastened.

The test of the proposed system using the results of some 100 balance trials with 20 rations of hay and concentrates and of some 40 balance trials with 13 rations of silage and concentrates, all with dairy cows at Wageningen, had the following result. The NE_1 quantities of the rations predicted from contents of digestible nutrients for sheep were 2 and 3% respectively below the NE_1 found actually. This small discrepancy was due to a low prediction of the M_E of the rations for lactating cows which also was 2 and 3% respectively below the M_E actually found in the trials.

3. The possibility of using only one or a few systems of feed evaluation for growing and mature ruminants

Table 1. Percentage differences between true feeding value and feeding value computed according to systems for slow growth(ve), rapid growth(vi) and lactation(l) for feeds used for growing cattle.

growth kg/d	200 kg						350 kg					
	q=40			q=70			q=40			q=70		
	ve	vi	l	ve	vi	l	ve	vi	l	ve	vi	l
0	37	55	20	12	18	20	37	55	20	12	18	20
0.25	19	35	4	7	13	14	21	38	6	8	14	15
0.50	7	21	-6	3	8	10	10	25	-4	4	9	11
0.75	-2	11	-14	-1	5	6	1	15	-11	0	6	7
1.00	-9	4	-20	-4	2	3	-6	7	-18	-2	3	4
1.25	-14	-2	-25	-6	-1	0	-11	1	-22	-5	0	1
1.50	-18	-7	-28	-8	-3	-2	-16	-5	-26	-7	-2	-1
1.75	-22	-11	-32	-10	-5	-4	-20	-9	-30	-9	-4	-3

growth kg/d	500 kg					
	q=40			q=70		
	ve	vi	l	ve	vi	l
0	37	55	20	12	18	20
0.25	22	39	7	8	14	15
0.50	11	26	-3	4	10	11
0.75	2	16	-10	1	6	8
1.00	-4	8	-16	-2	3	5
1.25	-10	2	-21	-4	1	2
1.50	-15	-3	-26	-7	-2	-1
1.75	-19	-8	-29	-9	-4	-3

For growing cattle Harkins et al. (Anim. Prod. 18, 1974) have given a method to compute k_{mp} , the efficiency of utilization of M_E for maintenance and production, starting from M_E intake, daily gain and q. Here the same approach has been followed, but use is made of new information on the influence of q on k_m and k_f :

a. NE_m (a 10% activity correction included): $78.87W^{3/4}$.

Derived as follows:

$M_{E,m}$ for q=57 is $(100+10)W^{3/4}$, in which 10 is a 10% correction for activity under farm conditions.

$k_m = 0.554 + 0.00287 q$, this equation gives for q=57 $k_m = 0.717$, for q=67 $k_m = 0.7457$, i.e. 0.4% per unit of q more, just as the equation for k_l ($0.6 + 0.0024(q-57) = 0.4632 + 0.0024q$).

$NE_m = M_{E,m} \times k_m = (100 + 10)W^{3/4} \times 0.717 = 78.87W^{3/4}$

- b. $R_E = (1500 + 4.5W) \times \Delta W / (1 - 0.3 \Delta W)$ kcal/d. This equation was derived from the equation on energy content of liveweight gain given by Alderman and Barber at the EAAP meeting at Copenhagen (1974) which reads: $R_E / \Delta W = 6.28 + 0.30R_E + 0.0188W$ MJ/kg. Converted into kcal it becomes: $R_E / \Delta W = 1500 + 0.30R_E + 4.5W$ kcal/kg. As $\Delta W = R_E / (R_E / \Delta W)$, $\Delta W = R_E / (1500 + 0.30R_E + 4.5W)$ and $R_E = (1500 + 4.5W) \Delta W / (1 - 0.3 \Delta W)$.

Blaxter's newest equation for k_f was used for k_p , the efficiency of the utilization of M_E for energy deposition (Proc. Conf. Feed Manuf., 1974): $k_p = 0.0078q + 0.006$.

The M_E needed for production, thus, becomes:

$$M_{E,p} = R_E / k_p = [(1500 + 4.5W) \Delta W / (1 - 0.3 \Delta W)] / (0.0078q + 0.006).$$

- c. Total NE = $NE_{mp} = NE_m + R_E = 78.87W^{3/4} + (1500 + 4.5W) \times \Delta W / (1 - 0.3 \Delta W)$
Thus, animal production level APL is: $NE_{mp} / 78.87W^{3/4}$
 R_E is also equal to $78.87W^{3/4} (APL - 1)$.

$$d. k_{mp} = (NE_m + R_E) / (M_{E,m} + M_{E,p}) = 78.87W^{3/4} APL / (78.87W^{3/4} / k_m + 78.87W^{3/4} (APL - 1) / k_p) = \frac{0.0078q + 0.006}{-0.548 + 0.00493q + 1} \cdot \frac{1}{(0.554 + 0.00287q) APL}$$

- e. The M_E required by an animal of weight W and daily live weight gain ΔW is NE_{mp} / k_{mp} and can be computed, using c and d, from W , ΔW and q .

Using e) for growing cattle of 200, 350 and 500 kg and having growth-rates of 0 - 1.75 kg/d it was computed how much M_E was required if q was 40 or 70.

Instead of the "true" k_{mp} of e) also other k_{mp} -values were used to compute M_E :

- 1) in all cases the k_{mp} found for APL equal to 1.5 (slow growth, 0.75 kg/d) or to 2.0 (rapid growth, 1.25 kg/d);

- 2) in all cases a k_{mp} equal to $k_1 = 0.4632 + 0.0024q$.

Table 1 gives the differences in M_E quantities between the "true" value and the other values (ve, vi and l respectively) expressed as a percentage of the true value. It will be clear that these differences for ve at 0.75 kg/d growth and for vi at 1.25 kg/d growth should be near zero as indeed is the case. For zero growth the value for l in the table shows a 20% too high supply of M_E . This is to be expected because in the net energy milk system both for maintenance and milk M_E is supposed to be utilized 60% efficiently whereas in the growth systems a 72% efficiency is used for maintenance.

The consequences of using the other k_{mp} -values instead of the

true ones of e) on the M_E -supply to the animal are the following. Table one shows that the deviations are hardly influenced by body weight, so we restrict the discussion to the case with $W = 350$ kg. The use of the milk system gives for rations suited for rapid growth (with q near 65) for a growth rate of 1-1.5 kg/d a slight (less than 5%) undernutrition. The value of the M_E of feedstuffs with low digestibility in such rations is overestimated quite a bit by this system. For growth rates under 1 kg/d there exists an increasing overnutrition (up to 20%) with decreasing growth rate.

For rations for slow growth (q near 40) gives the milk system undernutrition from 4 increasing to 30% at daily gains from 0.5 increasing to 1.75 kg. At the growth rate of 0.5 to 0.75 kg/d, normal for such rations, the undernutrition is 4 to 11%. Young dairy cows will receive such rations in the year before their first calving and have such growth rates. It is possible to express the requirements for net energy of these growing dairy cattle with the milk system provided that a 10% surplus is given to compensate for the 4 to 11% undernutrition.

Both for rations suited for slow and for rapid growth the milk system gives too high over- or underestimation of the value of the M_E for feedstuffs in the rations having considerably higher or lower digestibilities than the rations themselves.

We may conclude that for growing cattle the milk net energy system is not very well suited to evaluate the feeding value of rations and even less the feeding value of the separate feedstuffs of these rations. It may, however, be used for young cows before the first parturition provided that the feeding standards of these animals are corrected slightly.

The vi-system gives neither for rations nor for their separate feedstuffs with q above 45 between growth rates of 1.0 and 1.5 kg/d deviations from the true feeding value of the M_E greater than 5%. It underestimates the true value below a growth rate of 1.25 kg/d and overestimates it above this rate. This could be corrected for by a gradual decrease of the requirements up to 15% at a growth rate of 0.5 kg/d and a similar increase up to 6% at a rate of 1.75 kg/d. This system gives a rather great overnutrition (10 to 50%) below growth rates of 0.6 kg/d, the more so the lower the digestibilities of the rations and their feedstuffs used. This makes this system not suited for low rates of growth.

The ve-system gives an increasing undernutrition for rations

with q's near 40 at rates above 0.75 kg/d, i.e. of 6% at a rate of 1.0 kg/d and 11% at a rate of 1.25 kg/d. The undernutrition is less severe for rations with higher q. Below rates of growth of 0.75 kg/d there is an increasing overnutrition up to 10% at 0.5 kg/d and 21% at 0.25 kg/d, for rations with a q near 40. At higher q values the undernutrition is smaller, 4 and 8% respectively. A correction might be applied by decreasing the requirements below 0.75 kg/d gradually up to 8% and by increasing them in the same way above 0.75 kg/d.

The following table gives the deviations from the true values for the various systems without and with the suggested corrections of the requirements.

q=40						
kg/d	ve	corr. ve	vi	corr. vi	l	corr. l
0	37	13	55	30	20	
0.25	21	5	38	18	6	
0.5	10	2	25	10	-4	6 ^x
0.75	1	1	15	5	-11	-2 ^x
1.0	-6	2	7	2	-18	
1.25	-11	5	1	1	-22	
1.5	-16	8	-5	-2	-26	
1.75	-20	12	-9	-3	-30	

q=70						
kg/d	ve	corr. ve	vi	corr. vi	l	corr. l
0	12	-12	18	-7	20	
0.25	8	-8	14	-6	15	
0.5	4	-4	9	-5	11	21 ^x
0.75	0	0	6	-4	7	17 ^x
1.0	-2	6	3	-2	4	
1.25	-5	11	0	0	1	
1.5	-7	17	-2	1	-1	
1.75	-9	23	-4	2	3	

x = young cattle before 1st parturition

preferred growth rate and system

preferred growth rate but incorrect system

4. The value of grass for lactating cows

4.1 Introduction

In 1973 and 1974 at Wageningen energy balance trials were performed, during which in May, June, August and September/October fresh grass was fed ad lib., as such or frozen, to lactating cows kept continuously for 3 weeks in respiration chambers. In addition to the grass each cow received 1 kg of a low-protein concentrate-mixture per day. Each of the 8 trials consisted of two collection periods of one week, one for fresh, one for frozen grass. Per trial 4 animals were used.

The information, not yet described in detail, is used here in an attempt to estimate the nutritive value of grass. During these trials the cows were fed 8 times a day, with a 10-20% surplus; moreover, their environmental temperature in the chambers was 15 °C in May and Sept./Oct. and 15 °C during the night (7 p.m. - 7 a.m.) and 20 °C during the day in June till August. This was done to obtain a high intake of the grass.

Due to the very great amount of work required by the trials with the cows it was not possible to perform digestibility trials with sheep fed the grass slightly above the maintenance feeding level. The grass, however, was analysed for crude fibre and its in vitro digestibility was determined. The in vivo digestibility for sheep at maintenance is usually predicted from such data and it was hoped that such information might be sufficient.

4.2 Intake and utilization of organic and digested organic matter

In the following intake of all organic and digested organic matter is studied regardless of the fact that 1 kg concentrates was fed in addition to the grass. Thus, predictions of intake deal with the total consumption of grass and concentrates.

To compare data from animals with different live weights first intakes were expressed per metabolic weight (I_O^* and D_O^*). Daily production (milk energy + retained energy in tissue or milk energy - 0.8 times tissue energy loss) was also expressed in this way ($L_E^* + R_E^*$ and $L_E^* + 0.8 R_E^*$). Only in two trials R_E^* was lower than -10 kcal/kg^{3/4} (-35 and -72 respectively); in the other trials R_E^* varied mainly between 0 and 120. The L_E^* varied from 60 to 200 kcal/kg^{3/4}. Production ($L_E^* + R_E^*$) was plotted against I_O^* or D_O^* (in g/kg^{3/4}) and did not show significant differences between years.

Moreover, the relationships were rectilinear. The regression

equations were:

$$L_E^* + R_E^* - 163.6 = (2.44 \pm 0.15) (I_O^* - 122.3) \quad \text{RSD 17.6} \quad 1)$$

$$L_E^* + R_E^* - 163.6 = (3.20 \pm 0.15) (D_O^* - 96.7) \quad \text{RSD 13.8} \quad 2)$$

It should be remarked that D_O^* refers to the organic matter digested by the animals in the trials, i.e. at their -high- feeding level.

In the Netherlands it is often assumed that the daily intake of lactating cows of 550 kg, calved in late winter or early spring, during their 180 days at pasture, is on average 13 kg dry matter from grass and 1 kg of concentrates. In total this is $13 \times 0.9 + 0.8 = 12.5$ kg organic matter. Thus I_O^* is $12500/550^{3/4} \approx 12500/114 \approx 110$ g/kg^{3/4}. According to equation 1) this would result in a production of 133 kcal $L_E^* + R_E^*$ or, if we assume that the cows eat up to their requirement for maintenance + milk production, in a production of $133 \times 550^{3/4}/730 = 20.7$ kg milk with 4% fat. Each additional kg of dry matter intake, equal to an increase of I_O^* by 8 g/kg^{3/4}, according to 1) would result on average in an increase of 3.0 kg milk, provided that the cow genetically and as to hormonal status is able to do so and if this is not used for the production of body fat. This appears to be a rather high figure. It, however, is in agreement with other efficiency data calculated for these trials. For instance, regressing $L_E^* + R_E^*$ on M_E^* gave a k_1 of 0.75, a figure which is about $0.75 - 0.615 = 0.14$ higher than expected for a ration of hay and concentrates with a q around 63 (On average it was found that in the 63 grass trials 1 kg dry matter of the ration contained 91 g ash, 723 g D_O and 2.87 Mcal M_E ; 1 g D_O thus contained 3.97 kcal M_E ; the average value of q equal to $100 M_E/I_E$ was 63). Furthermore, equation 2) suggests an increase of 31 g D_O resulting in an additional production of 100 kcal; 31 g D_O is equivalent to about $31 \times 3.97 = 123$ kcal M_E whereas for a production of 100 kcal $100/0.615 = 163$ kcal M_E would be expected to be required.

In view of this it appears to be unwise to accept the relationships computed by regression without any doubts. Also in other energy balance work often high values for k_f or k_1 were found; in all cases they were accompanied by high maintenance figures (van Es, Handbuch der Tierernährung II, p. 1-50). The usual explanation of the phenomenon is as follows. In material of limited size the unavoidable systematic and non systematic errors, especially those of R_E in which figure all errors accumulate, and

the not very wide range of the dependent variable, often with a lowest value which is considerably above zero, lead to incorrect estimates of slope and intercept. However, a too high value of one of these is automatically corrected for by a too high value of the other.

In such cases it is assumed that the averages of the y- and x-data are correct and that either a more probable value for the intercept or for the slope is to be assumed for further calculations. In this way we (Livest. Prod. Sci. 2(1975)95-107) derived the equation $L_E^* + R_E^* = 0.60 M_E^* - 70$ for the results of 1150 balance trials with lactating cows, performed in various institutes. In this grass material with a q averaging 63 0.615 is a more probable value for k_1 than the above calculated value of 0.75. $M_{E,m}^*$, the maintenance requirement of M_E per metabolic weight, in the grass trials thus could be calculated as follows:

1) $y - 164 = 0.615(x - 384)$ (see discussion paper p. 10)

2) put $y = 0$, thus

$$- 164 = 0.615(x_m - 384); x_m = M_{E,m}^* = 117.$$

This value is equal to the one given by the general equation $y = 0.60 x - 70$, i.e. $70/0.60 = 117$.

Obviously the average y and average x of the grass trials fit very well with this general equation. Using a k_1 of 0.615 for our grass trials means that on average $730/0.615 = 1187$ kcal M_E equivalent to 299 g D_O and 414 g I_T would be necessary for one additional kg 4% fat-corrected milk. An increase of I_T or D_O by one kg thus would result, theoretically, in an additional yield of 2.42 and 3.34 kg 4% FCM, respectively.

Maintenance requirements of a cow of 550 kg ($550^{3/4} = 114$) kept in a respiration chamber and fed fresh grass ad lib. would be $117 \times 114 = 13340$ kcal M_E , equivalent to 4.63 kg I_T and 3.35 kg D_O . These values are much more probable than those obtained by regression.

Intake of 13 kg dry matter from grass and 1 kg of concentrates, in total 13.85 kg dry matter, would according to these last calculations be sufficient for the production of $(13.85 - 4.63) \times 2.42 = 22.3$ kg 4% FCM, provided that the grass had the same composition as fed in these trials and that the cows were kept in respiration chambers. Out at pasture the higher activity of the cows would increase their maintenance costs by 20-30% enabling only a yield of 20-19 kg 4% FCM (van Es, Livest. Prod. Sci. 1(1974)21-32).

The actual milk yield at pasture may differ considerably from these figures. First, due to genetical milk potential and stage of lactation part of the energy available for production may be converted into body fat rather than milk. Secondly, dry matter intakes of grass at pasture may be higher or lower than 13 kg, e.g. due to high milk production levels and highly palatable grass or due to grass shortage during dry periods and to lower palatability of the grass having a high water content, or being contaminated with excreta.

4.3 Prediction of the nutritive value of the grass from chemical composition and in vitro digestibility

Feed evaluation systems usually are based on the content of digestible nutrients determined using sheep fed at the maintenance level. As mentioned in 4.1 it was not possible to do in vivo digestibility trials with sheep on the grass fed to the cows. Thus in this section first we shall try to predict the digestibility of the organic matter of the grass if fed to sheep at maintenance from its crude fibre content and in vitro digestibility. Next, it will be studied if these predicted sheep values agree with the d_0 -values of the cows in the trials. Finally, the prediction of the M_E content of the grass using the equation of the new net-energy-milk system will be compared with the actual M_E values found in the cow trials.

The average crude fibre content of the grass of 1973 and 1974 was 21.0 and 20.0% in the dry matter respectively. For the content of D_0/T (in a sheep digestibility trial at maintenance) for Dutch fresh grass the following prediction equation was derived: $D_0/T = 675 - 1.1(XF/T - 249)$ in which D_0/T and XF/T were in g/kg.

It gives a predicted sheep-maintenance D_0/T value of 718 and 729 g/kg; the ration with the same grass in the cow trials contained 720 and 726 g/kg at their average feeding level of 3.44 and 3.54, respectively. At this high feeding level, of course, lower values had been expected for the cows than for sheep at maintenance.

The in vitro digestibility of the organic matter of the grass determined at Hoorn in both years averaged 75.1%; for this in vitro method (v.d. Koelen and Dijkstra, Landbouwk. Tijdschr. 83(1971)494-499) the following relation was found between the in vitro result (x) and the in vivo digestibility of organic

matter in sheep at maintenance (y):

$$y = 0.85x + 11.93$$

Thus for $x = 75.1$ y becomes 75.8. One kg T of the grass contained 909 g organic matter which leads to a predicted sheep-maintenance value for D_0/T of 689 g compared to an average of 723 g for the cows in all trials.

At Wageningen another version of the in vitro digestibility performed by Meys on the 1974 grass gave d_0 -values of 79% leading to a predicted sheep-maintenance value for D_0/T of 718 g (D_0/T of the cows in 1974 averaged 726 g/kg).

Together the data suggest that despite of the high feeding level of the cows their d_0 is equal or even somewhat higher than the predicted d_0 of sheep fed the same grass at the maintenance level. This may have been due to the facts that the grass was eaten in several small portions during the day and that only a very small quantity of concentrates was fed.

At Rostock, Beltsville and Wageningen it is the experience that in lactating cows d_0 -depressions become more marked with increasing concentrate-roughage ratios. An other explanation could be a too low prediction of the sheep values; this is not very probable as both in case of the crude fibre production and of the in vitro prediction the values were well within the range of the values used to derive the prediction equation.

The ratio of M_E to D_0 in the cow trials averaged 3.97, the average values per trial were between 3.86 and 4.03.

The average value of M_E/T was $723 \times 3.97 = 2870$ kcal/kg. We shall compare this value with the one which would be predicted for a roughage, used in a mixed ration, with a D_0/T for sheep at maintenance of 720 g/kg, a value probably applying to the grass used in our trials, with the equation of the new net-energy-milk system

$$M_E/T = 3.4 D_0/T + 1.4 D_{XP}/T \quad 3)$$

In the grass trials D_{XP}/T averaged 172 g/kg; we assume that in sheep trials with this material at maintenance D_{XP}/T would have been $1.07 \times 172 = 184$ g/kg. Thus M_E/T becomes 2706 kcal/kg at the maintenance feeding level and only $2706 \times 0.964 = 2608$ at feeding level 3. This is 10% less than the value actually found for the cows. It will be clear that for rations mainly consisting of highly digestible fresh and frozen grass eaten at a low

speed by lactating cows equation 3) underestimates the M_E supply to the cows considerably. More experimental evidence seems urgently needed for this situation. It would be useful also to obtain more information on the decrease of the M_E content of mixed rations of hay or silage and concentrates with feeding level when these rations or their concentrates are fed in many times instead of in two times per day.

Summary

1. A study was made of the relationship between the M_E content of feedstuffs used in rations for dairy and beef cattle and their contents of D_O or digestible nutrients when fed to sheep. The effect of feeding level on this content and on the M_E/D_E ratio was studied also.
2. A proposed milk net energy feed evaluation system was tested by comparing the R_E actually found in balance trials with lactating cows with the R_E predicted when evaluating the ration according to the system. The same was done for feeding trials with lactating cows in which case live weight change was used as estimate of R_E .
3. A proposal for a beef cattle net energy feed evaluation system was described mainly based on the principles of Harkins et al. It was studied how great the deviations of M_E supply of the animals would be if not this system for feed evaluation was used but the milk net energy system or a beef system derived using one high or one moderate rate of growth.

List of symbols used

- T, O, XP, XL, XF, XX: dry matter; organic matter; crude protein; crude fat; crude fibre; N-free extract
- I, D, M: intake; digested matter; metabolizable matter;
- d, q: digestibility; metabolizable energy as % of gross energy
- k_m, k_f, k_l, k_p : efficiency of the utilization of M_E for maintenance, fattening, lactation, production
- W, ΔW : live weight; daily live weight gain
- M_E^* : M_E divided by $N^{3/4}$
- R_E : retained energy
- L_E : milk energy
- U_N : urinary nitrogen
- NE, Y: net energy
- L: long forage dry matter as a percentage of total ration dry matter

Regression computations of results of balance trials performed at Rostock, Beltsville and Wageningen; a preliminary report.

A.J.H. van Es, Y. van der Honing and R.M. Koes

Introduction

Due to the large amount of work needed for each trial the number of results of balance trials with animals is small, especially the number of those obtained for one institute. In such cases results of different institutes may be compared and, if this is allowed, treated as one collection of data. Some preliminary results of such computations are given here. The material consists of results of balance trials with pigs, sheep and cattle reported by Schiemann, Nehring, Hoffmann, Jentsch and Chudy in "Energetische Futterbewertung und Energienormen" in 1971 and results of balance trials performed at Beltsville up to 1971, kindly provided for the study by dr. P.W. Moe, and at Wageningen up to 1972.

Models used

Energy balance (EB, kcal/day) or the sum (LEB) of EB and energy in milk (LE, kcal/day) can be seen as the result of the utilisation of the metabolisable energy left for production after subtracting metabolisable energy required for maintenance from total metabolisable energy (ME, kcal/day):

$$EB \text{ or } EB + LE = a(ME - bW^{3/4}) \tag{1}$$

In equation 1) it has been assumed that the maintenance requirement for ME is related to the metabolic body weight $W^{3/4}$ and that ME is used for maintenance as well as for production with efficiencies which are equal for all ME regardless of its origin. To account for differences in utilisation of ME due to the origin of ME equation 2) may be used:

$$EB \text{ or } LE + EB = (a + bQ) \left\{ ME - (c + dQ) W^{3/4} \right\} \tag{2}$$

Q can be the content of ME in the gross energy (% ME), or contents of digestible nutrients or linear or curvilinear combinations of such data. In some computations with results of lactating cows both % ME and the percentage of long forage dry matter as a percentage of the total dry matter of the ration was used.

Scaling by dividing by $W^{3/4}$ (*-sign) simplifies the equations somewhat:

$$EB^* \text{ or } EB^* + LE^* = a(ME^* - b) \quad 3)$$

$$EB^* \text{ or } EB^* + LE^* = (a + bQ) \{ME^* - (c + dQ)\} \quad 4)$$

It can be argued that additional energy is needed to synthesise and excrete N as urea or uric acid by means of the urine so that the ME* available for production is not ME* - b or ME* - (c + dQ) but ME* - b - cN_u* or ME* - (c + dQ) - eN_u* :

$$EB^* \text{ or } EB^* + LE^* = a(ME^* - b - cN_u^*) \quad 5)$$

$$EB^* \text{ or } EB^* + LE^* = (a + bQ) \{ME^* - (c + dQ) - eN_u^*\} \quad 6)$$

Some calculations

1. The pig data of Rostock 1971

Model 4) had to be used - with Q equal to % ME - because N-urine data were not available.

Whole material, n = 67

W ^{3/4}	39 ± 5 ¹⁾	dcp	253 ± 75 g
ME*	177 ± 39	dcfat	39 ± 17 g
EB*	57 ± 27	dcfibre	50 ± 31 g
% ME	75 ± 4	dNfe	1244 ± 267 g
		EB	2191 ± 946 kcal

1) average and standard deviation

* = per W^{3/4}

Model:

EB*	=	aME*	+	b % ME	+	cME*.%ME	+	d	RSD (%)
		0.68 ± 0.02						-62.1	5.6(9.8)
		0.68 ± 0.02		0.14 ± 0.17NS					5.6(9.8)
		0.08 ± 0.50NS		-1.24 ± 1.15NS		0.08 ± 0.06NS			5.6(9.8)

Model:

EB	=	a dcp	+	b dcfat	+	c dcfib	+	d dNfe	-	e W ^{3/4}	+	f
		2.6 ± 0.3		8.6 ± 1.6		2.1 ± 0.8		3.0 ± 0.1		-66.7 ± 2.9		-8.8(8.5)

Part of the material (without rations with silage, beets etc.), n=43

$W^{\frac{3}{4}}$	=	39 ± 5	dcp	=	260 ± 90
ME*	=	171 ± 41	dcfat	=	41 ± 18
EB*	=	54 ± 30	dcfibre	=	40 ± 28
% ME	=	76 ± 2	dNfe	=	1175 ± 281
			EB	=	2023 ± 1070

Model:

EB*	=	a ME*	+	b % ME	+	c ME* . % ME	+	d	RSD (%)
		0.71 ± 0.02						-67.0	5.2 (9.6)
		0.70 ± 0.02		NS					5.2 (9.7)
		NS		NS		NS			5.2 (9.8)

Model:

$$EB = a \text{ dcp} + b \text{ dcfat} + c \text{ dcfib} + d \text{ dNfe} - e W^{\frac{3}{4}} + f$$

2.5±0.3	9.6±1.6	2.4±1.1	3.1±0.1	-69.7±3.0	-5.8	(8.7)
---------	---------	---------	---------	-----------	------	-------

Despite of a considerable variation of the digestible nutrients the variation of % ME was small.

Of model 4) only the regression coefficient of ME* was significant. The same was the case in part of the material after removal of rations including forages or beets.

The RSD was 9.8% and 9.6% of the variation of EB* which amounted to 47% of the average EB* without regression. Using the digested nutrients and $W^{\frac{3}{4}}$ as independent variables the RSD was slightly lower, 8.7 and 8.5%. Probably the addition of Nurine as independent variable to model 4 would have lowered the RSD to a similar level. The ME was utilised with an efficiency of about 70%; the maintenance requirement of net and metabolisable energy were about 65 $W^{\frac{3}{4}}$ and 91 $W^{\frac{3}{4}}$ respectively.

2. The cattle and sheep data of Rostock 1971

Model 4) again had to be used because data on Nurine were not available.

Steers, 92 results, Rostock 1971

$W^{\frac{3}{4}}$	= 143 ± 13	dcp	= 868 ± 317
ME*	= 138 ± 28	dcfat	= 108 ± 59
EB*	= 18 ± 16	dcfibre	= 1261 ± 372
% ME	= 57 ± 6	dNfe	= 3143 ± 859
* = per $W^{\frac{3}{4}}$		EB	= 2578 ± 2232

Model:

$$EB = (a + b \%ME) \left\{ ME - (c + d \%ME) W^{\frac{3}{4}} \right\}$$

$$= a ME - ac W^{\frac{3}{4}} - ad \%ME W^{\frac{3}{4}} + b \%ME, ME - bc \%ME \cdot W^{\frac{3}{4}} - bd (\%ME)^2 \cdot W^{\frac{3}{4}}$$

thus (* = / $W^{\frac{3}{4}}$)

EB*	= a ME*	+ b %ME	+ c (%ME) ²	+ d %ME, ME*	+ e	RSD (%)
	0.57±0.02				-59.8	4.3 (23.4)
	0.53±0.02	0.27±0.09			-70.8 ¹⁾	4.1 (22.5)
			(NS)	(NS)		

1) for average %ME e = -55.2

Model:

$$EB = a dcp + b dcfat + c dcfib + d dNfe - e W^{\frac{3}{4}} + f$$

2.2±0.2	6.9±1.0	1.4±0.2	2.1±0.1	-49.7±4.9	-1487	519 (20.1)
---------	---------	---------	---------	-----------	-------	------------

Sheep, 81 results, Rostock 1971

$W^{\frac{3}{4}}$	= 24 ± 2	dcp	= 131 ± 47
ME*	= 111 ± 21	dcfat	= 16 ± 10
EB*	= 19 ± 12	dcfibre	= 157 ± 40
% ME	= 58 ± 6	dNfe	= 393 ± 106
		EB	= 456 ± 272

Model:

EB*	= a ME*	+ b %ME	+ c (%ME) ²	- d %ME, ME*	+ e	RSD (%)
	0.54±0.02				-39.9	3.7 (19.0)
	0.52±0.02	0.13±0.08			-45.4 ¹⁾	3.7 (18.8)
	0.52±0.02	2.45±0.96	-0.02±0.01		-108.7 ²⁾	3.5 (18.2)
				(NS)		3.6 (18.3)

Model:

$$EB = a dcp + b dcfat + c dcfib + d dNfe - e W^{\frac{3}{4}} + f$$

2.0±0.2	8.7±0.9	1.3±0.2	2.0±0.1	-33.7±6.0	-131	79 (17.4)
---------	---------	---------	---------	-----------	------	-----------

1) for average %ME e = -38.2

2) for average %ME and average (%ME)² e = -37.9

In both sets of data despite considerable variation of digested nutrients the variation of %ME was small.

In the steer material, of the independent variables, only ME* and %ME were significant. The RSD as a percentage of average EB was slightly higher than when the digested nutrients were used as independent variables.

The ME was utilised with a 53% efficiency and the maintenance requirement for ME at average %ME (57%) was $104W^{\frac{3}{4}}$.

In the sheep material 3 independent variables were significant but the improvement of the RSD by the three compared to only one independent variable was small (19.0 → 18.2%). Again using the digested nutrients and $W^{\frac{3}{4}}$ gave a slightly lower RSD (17.4%).

The ME was utilised with a 54% efficiency and the maintenance requirement for ME at average %ME (58%) was $72W^{\frac{3}{4}}$.

In both sets of data the production was low compared to the maintenance requirement:

steers $\overline{EB}^* = 18$, $NE_m^* = 60$
 sheep $\overline{EB}^* = 19$, $NE_m^* = 40$

Together with the small variation of %ME it explains why a different utilisation of the ME of various composition for maintenance compared to for fattening could not be proved.

In the pig data production was higher but %ME varied even less so that also in this case such a possibly different utilisation could not be proved.

3. The results of balance trials with lactating cows at Beltsville and Wageningen

Model 6) was used with Q equal to %ME and L, the % of long forage dry matter in the dry matter of the ration. Some of the L-values in the Beltsville-material had to be estimated.

The following table gives a survey of both sets of data (average and standard deviation):

<u>Beltsville</u>	n	LEB* ¹⁾	ME*	%ME	L	Nurine*
all trials	342	111+45	292+68	58+6	51+24	1.4+0.8
trials with $ EB^* \leq 85$	317	111+42	292+64	58+6	51+24	1.5+0.8
" " $ EB^* \leq 50$	261	110+43	292+66	58+6	51+24	1.5+0.8
<u>Wageningen</u>						
all trials $ EB^* \leq 85$	308	124+27	320+43	56+4	41+17	1.2+0.4
trials with $ EB^* \leq 50$	297	124+27	320+43	56+4	42+17	1.2+0.4

1) $LEB^* = LE^* + EB^*$

Correlation coefficients:

	LEB*		ME*		%ME		L		N _{ur} *	
	B ¹⁾	W	B	W	B	W	B	W	B	W
LEB*	1.00	1.00	0.95	0.95	0.04	0.42	0.11	-0.13	0.10	0.39
ME*			1.00	1.00	-0.03	0.33	0.21	-0.09	0.26	0.49
%ME					1.00	1.00	-0.44	0.40	-0.10	0.08
L							1.00	1.00	0.49	-0.15
N _{ur} *									1.00	1.00

1) B and W: within Beltsville data with $|EB^*| < 50$ and within Wageningen data with $|EB^*| < 50$ respectively.

The variation in the Beltsville material is greater for all variables. The variation of L in the Wageningen material is due to variation in forage to concentrates ratios as well as to the use of ground forages. The variation of L in the Beltsville material is due to variation in forage to concentrates ratios only. Both materials did not show marked skewness or kurtosis of the variables mentioned.

In preliminary computations it was found that it was allowed to use as dependent variable LEB^* , equal to the sum of LE^* , EB^* positive and $0.8 \times EB^*$ negative. The use in this sum of e.g. $1.1 \times EB^*$ pos., $0.9 \times EB^*$ pos., etc. or $0.9 \times EB^*$ neg., etc. increased the RSD of model 6 expressed as a percentage of the average LEB^* , thus diminished the fit of the data to the regression equation.

The regression coefficients hardly changed when instead of all the data only data with $|EB^*| < 85$ or $|EB^*| < 50$ were used. The coefficients given below are from the data with $|EB^*| < 50$ which are closer to the situation in practical animal husbandry.

Most products of two or more of the single independent variables ME^* , $\%ME$, L and N_{ur}^* did not lower the RSD of the regression any further, only $(\%ME)^2$ did so slightly. The regression coefficients for the variables which proved to give a significant influence were:

Model:	LSB*	=	a ME*	+	b %ME	+	c I	+	d N _{ur} *	+	e (%ME) ²	+	F	RSD (%)
Beltsville			0.62±0.01										- 70	13.4(12.2)
n = 261			0.62±0.01		0.5±0.1								- 99	13.1(11.9)
			0.63±0.01		0.2±0.1		-0.15±0.04						- 79	12.7(11.6)
			0.64±0.01		0.4±0.1		-0.01±0.03		-8.2±1.0				- 87	11.4(10.4)
			0.65±0.01		6.9±1.4		-0.02±0.04		-8.6±1.0		-0.06±0.01		-273	11.0(10.0)
1)			0.65±0.01		0.4±0.1		-0.02±0.04		-8.6±1.0		-0.06±0.01		- 86	11.0(10.0)
Wageningen														
n = 297			0.59±0.01										- 65	8.7(7.0)
			0.56±0.01		0.8±0.1								-100	8.1(6.5)
			0.55±0.01		1.1±0.1		-0.19±0.03						-107	7.6(6.1)
			0.58±0.01		1.1±0.1		-0.20±0.03		-7.8±1.3				-105	7.2(5.8)
			0.58±0.01		-4.4±2.1		-0.19±0.03		-7.3±1.3		+0.05±0.02		+ 47	7.1(5.7)
1)			0.58±0.01		1.2±0.1		-0.19±0.03		-7.3±1.3		-0.05±0.02		-110	7.1(5.7)

1) with $e(\%ME - \frac{ME}{ME})^2$ instead of $e(\%ME)^2$ in model 6)

Considering the regression with only the independent variable ME^* the two materials show a fairly good agreement. The values of a differ slightly but this is made good by different values of the intercepts. The computed maintenance requirements for ME are $(70/0.62)W^{3/4} = 113 W^{3/4}$ and $(65/0.59)W^{3/4} = 110 W^{3/4}$ respectively. The RSD of the Beltsville material is higher than the RSD found at Wageningen.

The addition of more independent variables does not increase the RSD very much in both sets of data. It hardly changes the regression coefficients with the exception of the addition of the variable L in the Beltsville data and when the variable $(\%ME)^2$ is added it also changes the value of f but this is mainly due to the fact that each addition of a variable involves also subtraction of the average value of this variable from f :

$$LEB^* - \overline{LEB^*} = a(ME^* - \overline{ME^*}) + b(\%ME - \overline{\%ME}), \text{ thus}$$

$$LEB^* = a ME^* + b \%ME + \overline{LEB^*} - a \overline{ME^*} - b \overline{\%ME} \text{ and}$$

$$f = \overline{LEB^*} - a \overline{ME^*} - b \overline{\%ME}.$$

Addition of the average values of $\%ME$, L , N_{ur}^* and $(\%ME)^2$ to f and dividing the result by a permits to compute the maintenance requirement for ME, i.e. the amount of ME needed per metabolic weight, ME_m , at average $\%ME$, L , N_{ur}^* and $(\%ME)^2$. In this case LEB^* is equal to zero and ME^* becomes $ME_m/W^{3/4}$, so that:

$$0 = a ME_m/W^{3/4} + b \overline{\%ME} + c \overline{L} + d \overline{N_{ur}^*} + e \overline{(\%ME)^2} + f \text{ and}$$

$$ME_m/W^{3/4} = -f/a - b \overline{\%ME}/a - \text{etc.,}$$

$$\text{e.g. Beltsville: } ME_m/W^{3/4} = 99/0.62 - 0.5 \times 58/0.62 = 113$$

$$\text{Wageningen: } ME_m/W^{3/4} = 100/0.56 - 0.8 \times 56/0.56 = 98.$$

Although there is a fairly good agreement between the two sets of data with regard to the values of a , d , e and f (if correlated for average $\%ME$, L etc.), this is not the case with b and c . It has already been mentioned that the two materials differ in regard to their number of rations with ground forages. The value of L becomes lower by replacing long forage of a ration by concentrates as well as by ground forage. In the former case usually the $\%ME$ of the ration increases by this replacement, in the latter it decreases. The Beltsville data, indeed, show a negative correlation between $\%ME$ and L , the Wageningen data a positive.

Without the results obtained with rations containing ground forage the remaining 199 Wageningen trials also show a negative correlation

(-0.37) between %ME and L. The variation of %ME, however, is small (58 ± 3) so that not too much value can be paid to the obtained high regression coefficient for this variable:

a	b	c	d	f	RSD(%)
0.60±0.01				- 68	8.5(6.9)
0.56±0.01	1.6±0.2			-147	7.2(5.8)
0.56±0.01	1.3±0.2	-0.23±0.04		-119	6.8(5.5)
0.58±0.01	1.3±0.2	-0.21±0.04	-6.8±1.8	-121	6.6(5.3)

Furthermore attention should be drawn to the fact that in the Beltsville material there is no significant correlation between the feeding level (ME*) and %ME but there is in the Wageningen material with (r = 0.33) and without (r = 0.42) ground forage.

For the time being there could be worked with an average value for b of 0.65 for the two complete materials using only ME* and %ME as independent variables, thus neglecting the effect of L. This would mean that an increase of %ME with one unit would increase LEB* with 0.65 units, an increase which could also be obtained by feeding 1.1 units ME* more since $\frac{0.62 + 0.56}{2} \times 1.1 = 0.65$. Because the average value of ME* in both materials is 306 it means that an increase of one unit of %ME gives the same increase of energy production in milk and tissue as a decrease of the ME-intake by $1.1 / 306 = 0.4\%$. An influence of similar size was found at Ayr and Wageningen for the maintenance requirement of ME for non-producing ruminants.

Additionally for ground forages there could be worked with the ME-content of the forage before grinding, because work at Wageningen has shown that the decrease in ME-content in ruminants due to grinding forage is for a considerable part compensated for by a better utilisation of the ME of the ground forage compared to the ME of the original forage.

The value of about -8 for d means that excretion of N with the urine requires additional energy. LEB* would remain equal if an increase of N_{ur}* by one unit was compensated for by an increase of ME* by $8/0.6 = 13$ units. Thus also an increase of 1 g N_{urine} will be compensated for by an increase of ME by 13 kcal. Urinary N results from oxydation of protein, obviously oxydation of 6.25 g dcp requires 13 kcal ME or oxydation of 1 g dcp about 2 kcal ME. Theoretically digested protein has a calorific value of 5.7 kcal. The ME-content corrected towards zero N-balance in lactating cows

obviously is about $5.7 - 2.0 = 3.7$ kcal per g absorbed protein.

Summary

A preliminary survey is given of some regression computations on results of balance trials with pigs, steers and sheep at Rostock and with lactating cows at Beltsville and Wageningen. The utilisation of the ME for maintenance and production was not influenced by the content of ME in the gross energy (%ME) in the pig trials, probably because %ME varied little. It was influenced, slightly, by the %ME in the other animals, and in the cows also by the amount of protein of the ration.