

NUWE ONTWIKKELING OP DIE TERREIN VAN ENERGIEMETABOLISME BY HERKOUERS, MET KLEM OP VOEREVALUASIESISTEME*

H.S. Hofmeyr

Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, Irene

Dit is nie moontlik om die hele terrein van die energiemetabolisme by herkouers in die bestek van 'n halfuur bevredigend te dek nie. Die bespreking word gevolglik beperk tot een aspek daarvan, naamlik voerevaluasie, wat waarskynlik die meeste veekundiges se aandag verdien.

As in ag geneem word dat die eerste voerevaluasiesistiem vir plaasvee waarskynlik reeds in 1809 deur die navorser von Thaer daargestel is (Nehring, 1973), is dit verbasend dat daar tans nog gesoek word na 'n geskikte sistiem vir die noukeurige beskrywing van die voedingswaarde van voere vir herkouers. Vir diegene wat egter vertrou is met die omslagtigheid van energiebalansproewe, dan nou by wyse van die volledige opmaai van 40 of meer diere liggame of 48-uurlikse eksperimente in ingewikkelde gaswisselingsapparaat, is die huidige stand van kennis, of gebrek aan kennis op dié terrein, miskien meer voor die hand liggend. Daar is tans nie meer as tussen 50 en 60 laboratoria in die wêreld wat toegerus is vir volledige energiebalansproewe nie. Die grootste van die laboratoria, dié by Rostock in Oos-Duitsland, beskik oor vier eenhede vir beeste, twee vir skape en vier vir varke. Die grootste laboratorium vir melkbeeste is dié te Beltsville, V.S.A., met ses eenhede. Die meeste laboratoria se getal eenhede wissel tussen twee en vier. As dan in ag geneem word dat slegs een en hoogstens twee diere per keer in 'n eenheid geplaas kan word, en dat elke waarnemingsperiode, wat in die middel van 'n normale balansproef voorkom, 48 tot 72 uur duur, dan is die woorde van Wainman & Blaxter (1958) nogal ter sake: " 'n marathon teen 'n slakkegang".

'n Vlugtige blik oor energie-navorsing by herkouers toon dat na die tweede wêreldoorlog daar 'n oplewing op die terrein was. Blaxter van Brittanje, Brouwer van Nederland, Breirem in Noorweë, Thorbek van Denemarke, Le Roy van Frankryk, Flatt, Colovos en Kleiber van die V.S.A. en Nehring en medewerkers van Oos Duitsland het onder die navorsers getel wat hulle opnuut in die veld begeef het (Nehring & Haenlein, 1973). By die eerste energiesimposium van die Europese Vereniging van diereproduksie, gehou te Kopenhagen in 1958 het die klem geval op apparaat en tegnieke vir energiemetabolisme-studies (sien E.A.A.P., 1958). Tegnologiese ontwikkelings op die gebied van gasanalise, lugversorging, hittemeting en outomatiese dataregistrering, storing en verwerking het dit intussen moontlik gemaak om uiters betroubare energiebalanse by herkouers te kan uitvoer. Hierdeur kon die klem verder val op ondersoeke na die faktore wat die dier-voer kompleks beïnvloed om voerenergie meer of minder doeltreffend vir produksie aan te wend. Sedert 1958 het hierdie na-

vorsingspogings gelei tot die daarstelling van verskeie voerbekrywingsisteme, gebaseer op die bepaalde of beraamde netto-energiewaarde van voere en die verwagte diereproduksie wat daardeur teweeggebring kan word.

Die bekendste sisteme is waarskynlik die volgende:

- (a) Die netto-energiesistiem vir vleisbeeste soos ontwikkel deur Lofgreen & Garrett (1968).
- (b) Die Oos-Duitse sistiem van Nehring, Schiemann, Hoffman & Cludy (Nehring & Haenlein, 1973).
- (c) Die A.R.C.-sistiem soos ontwikkel deur Blaxter (A.R.C., 1965).
- (d) Die NE-sistiem vir melkbeeste soos ontwikkel deur Flatt, Moe, Tyrrell en andere (Moe & Tyrrell, 1973).

By die vierde Energiesimposium van die Europese vereniging vir Diereproduksie te Warschau in 1967, was al die sisteme reeds ontwikkel gewees, almal gebaseer op navorsing gedoen deur die onderskeie laboratoria waaruit die sisteme ontwikkel is. Op daardie stadium was dit egter moeilik om die sisteme op die oog af met mekaar te rym en was dit selfs nodig dat Blaxter en Nehring 'n gesamentlike verklaring moes uitreik dat hulle in werklikheid dieselfde verskynsels by die energiemetabolisme van plaasdiere waargeneem het, hulle uiteenlopende voerbekrywingsisteme ten spyte (E.A.A.P., 1969).

By die onlangs gehoue energiesimposium te Stuttgart was daar dan, om verstaanbare redes, heelwat tyd aan bestee om te soek na 'n algemeen geldige en aanvaarbare voerbekrywingsistiem vir herkouers. 'n Tipering van die jonste ontwikkeling op die terrein van die energiemetabolisme van herkouers sal dus nou saamhang met ondersoeke na die mate waartoe die verskillende sisteme geslaagd is al dan nie, die redes daarvoor en die moontlike konsolidering daarvan.

Een belangrike uitvloeisel van die jonste navorsing op die terrein van die energiemetabolisme is die identifisering van faktore wat almal 'n rol speel by die uiteindelijke produksiewaarde of dan netto-energiewaarde van voere. Aan die hand van hierdie faktore is dit moontlik om meer objektief te oordeel oor die voor- en nadele van verskillende voerbekrywingsisteme. Anders as by enkelmaagdiere is die voedingswaarde van 'n bepaalde voercomponent by die herkouer nie finaal bepaal deur sy eie intrinsieke eienskappe nie, maar hang dit saam met ten minste die volgende faktore:

- (i) Voedingspeil
- (ii) Chemiese samestelling van die voermengsel
- (iii) Interaksie tussen voercomponente
- (iv) Fisiese vorm van die rantsoen
- (v) Eindbestemming van die voer (onderhoud, groei, melkproduksie of vetaansetting) (Kromann, 1973).

*Oorsigreferaat gelewer tydens die jaarlikse kongres van die S.A.V.D.P., 1974.

Een bepaalde voer of voercomponent kan dus verskillende waardes hê na gelang van die besondere produksieomstandighede.

Van die vier reeds genoemde energiebeskrywingsisteme is die NE-energiesisteam van Garret, Meyer en Lofgreen waarskynlik die mins wetenskaplik gefundeerde. Hoewel dit in die praktyk onder bepaalde omstandighede goed werk en reeds redelik algemeen gebruik word in die geval van afronding van beeste in voerkrale in die V.S.A., is die akkuraatheid daarvan heelwat laer by groeiende beeste (Knox & Handley, 1973). Dit is ook te betwyfel of die sisteem toepassing sal vind by rantsoene wat grootliks verskil van dié soos oorspronklik gebruik deur die betrokke navorsers. Die swakheid van die sisteem hang daarmee saam dat dit geen voorsiening maak vir die invloed van voedingspeil, chemiese samestelling, fisiese vorm en interaksie tussen voercomponente op die ME-waarde van voere nie. Voorts is daar kritiek uit te spreek teen die wyse waarop bepalinge van ME-waarde, vastende hitteproduksie en liggaamsamestelling gedoen is (Knox & Handley, 1973).

Die A.R.C.-sisteem van Blaxter geniet wye erkenning as besonder logies gefundeer (Breirem, 1969; Nehring & Haenlein, 1973). Dit maak voorsiening vir voedingspeil en ME-konsentrasie (ME/kg DM) van die rantsoen as geheel (ME-waardes van die individuele voercomponente word dus nie as additief beskou nie) en neem ook die verhouding en aard van die eindbestemming van die energie in aanmerking (onderhoud, vetaansetting of melkproduksie).

Die gebruik van die sisteem verg egter heelwat moeilike berekeninge en goeie insig in die onderliggende beginsels (Nehring & Haenlein, 1973). Daarby is dit moeilik aanpasbaar by liniêre programmering wat tans by uitstek as hulpmiddel in kommersiële rantsoensamestelling gebruik word (Alderman & Barber, 1973).

Die Oos-Duitse sisteem daarenteen, gebaseer op die SE-sisteem van Kellner, is basies ingestel op die algemene aanvaarbaarheid daarvan in die praktyk. Om aan dié vereiste te voldoen berus dit op die bekende Weendeanalise van voere (ru-proteïen, ru-vet, ru-vesel en NFE), en heg dit afsonderlike netto-energiewaardes aan ru-proteïen, ru-vet, ru-vesel en NFE. Dit is ook gebaseer op rantsoene in geheel (neem dus interaksie van voercomponente in ag) en bring 'n korreksie vir verteerbaarheid van die rantsoen aan. Voedingspeil en aard van produksie word egter buite rekening gelaat (Nehring & Haenlein, 1973).

Aldermann, Morgan & Lessels (1970) het 'n studie uitgevoer om onder praktiese omstandighede die werklike massa-toename van vleisbeeste te vergelyk met beraamde toename volgens onderskeidelik die A.R.C. sisteem en ook 'n SE-sisteem, wat basies ooreenkom met die Oos-Duitse sisteem. Die proefdata het 'n groot aantal diere en 'n wye gebied van kragvoer-ruvoer-verhoudings en liggaamsmassas gedek. Altwee sisteme het die werklike massatoename soms onderskat en soms oorskak met van 15 tot meer as 100%. Hoewel die A.R.C.-sisteem effe beter gevaar het as die S.E.-sisteem, het die volgende tog uit die resultate geblyk:

- (i) Tot op die huidige stadium kan nie gepraat word van een sisteem as dié aangewese een nie; eerder moet aanvaar word dat voerevaluasie wel op verskillende wyses uitgevoer kan word.
- (ii) Ru-voere se voedingswaarde word nie met die sisteme akkuraat beraam nie. Terloops kan hier ook net daarop gewys word dat Blaxter self vasgestel het dat die konstantes in die verwantskappe wat in die A.R.C.-sisteem gebruik word o.a. daardeur beïnvloed word of die bepaalde voer 'n peulgewas is of nie, en of dit 'n eerste, tweede of latere snysel is (Blaxter, ongepubliseerd).
- (iii) Met toenemende ouderdom en massa oorskak beide sisteme die werklike massatoename in toenemende mate terwyl by jonger diere op ruvoerrantsoene die werklike toenames onderskat word.

Hierdie afwykinge, wat duidelik die praktiese toepasbaarheid van die voerbeskrywingsisteme ernstig beperk, kan ten minste aan die volgende oorsake toegeskrywe word:

(i) Foutiewe beraming van diere se onderhoudsbehoefte. Reeds in 1967 het Kotarbinska en Kielanowski (Kotarbinska & Kielanowski, 1969) uit die resultate van slagproewe met varke tot die gevolgtrekking gekom dat onderhoudsbehoefte toeneem met toename in produksie. Dit is deur Moe, Tyrrell & Flatt (1970) bevestig vir melkkoeie. Volgens hulle resultate verander die onderhoudsbehoefte van koeie vanaf 127,8 kcal ME/kg^{0,75} vir hoogproduserende koeie tot slegs 102,2 vir droë koeie in negatiewe energiebalans. In 'n kalorimetriesse eksperiment met groeiende ossies het Webster, Brockway & Smith (1974) onlangs getoon dat die bepaalde "basaalmetabolisme"-komponent tydens produksie verskil van vastende metabolisme. Dit volg naamlik nie die dalende patroon tydens groei wat vastende metabolisme toon nie (A.R.C., 1965) maar bly relatief konstant op 450 kJ/kg^{0,75}. Dit bring mee dat vastende metabolisme as maatstaf vir die onderhoudskomponent in produserende osse onder 200 kg massa 'n oorskakting is, by 200 kg omtrent net reg is en by meer as 200 kg 'n onderskakting is. Webster *et al.* (1974) het voorts getoon dat as die waarde van 450 kJ/kg^{0,75} in die ARC-sisteem gebruik word in plaas van die gepubliseerde vasmetabolisme waardes, die verskil tussen die beraamde en werklike massatoename-waardes van Aldermann *et al.* (1970) se beeste baie kleiner word.

(ii) Die "fermentasie-hitte" komponent. Volgens definisie sluit die metaboliseerbare energiefraksie ook die hitteproduksie tydens fermentasie in die rumen in. Vanselfsprekend is hierdie komponent nie benutbaar vir die dier nie, behalwe in gevalle waar lae omgewings-temperature heers. Dit is nie onwaarskynlik nie dat die swak beraming van verskillende soorte ruvoere se NE-waarde saamhang met verskille in hierdie fermentasie-hittekomponent. Tot onlangs was dit egter bykans onmoontlik om fermentasie-hitteproduksie *in vivo* by die herkouer te meet. Navorsers van die Rowett het egter nou 'n tegniek gerapporteer waardeur anaerobiese hitte-

produksie (fermentasie hitte) geskei kan word van aerobiese hitteproduksie. Die metode behels die inplanting van temperatuursensors in die hoof bloedvate, onder andere vanaf die spysverteringstelsel. Tesame hiermee word bloedvloei deur middel van 'n hitteverduunnings-tegniek gemeet. Hierdie moet as 'n besonder belangrike tegniese ontwikkeling gesien word. Vanselfsprekend sal dit dan meebring dat die fermentasie-hittekomponent *in vivo* in verband gebring sal kan word met tipe rantsoen, en meer nog met tipe fermentasie. Dit sal 'n nog belangriker skakeling tussen die mikrobioloog en voedingskundige teweeg kan bring.

In hierdie onderafdeling kan ook melding gemaak word van die polemieke oor die doeltreffendheid van asynsuurbenutting deur die herkouer. Blaxter en sy medewerkers (sien Blaxter, 1962) het 'n negatiewe korrelasie gevind tussen die doeltreffendheid van verbruik van mengsels van kort ketting vetsure en die proporsie van asynsuur in die mengsels. Daar is wel onlangs eksperimentele steun gevind dat asynsuur swak benut word vir onderhoud (Holter, Heald & Colovos, 1970), maar dit kon tot dusver nie bevestig word in die geval van weefselsintese uit asynsuur nie (sien Thomas & Rook, 1973). Daar bestaan egter min twyfel dat die verhouding van vlugtige vetsuurproduksie wel in sommige gevalle die doeltreffende benutting van die vetsure deur die herkouer beïnvloed. Thomas & Rook (1973) verklaar dit soos volg: Hulle navorsing toon dat daar 'n negatiewe verband bestaan tussen molare persentasie asynsuur in die rumen en mikrobiesintese in die rumen. Die mikrobies word grootliks in die laer SVS verteer waar benutting van geabsorbeerde energie baie doeltreffender is as die van die vlugtige vetsure (Blaxter, 1962). Hoe minder asynsuur, hoe 'n groter gedeelte van die totale energie word in die laer SVS verteer. Dit verklaar dus gedeeltelik waarom 'n hoër molare persentasie asynsuur geassosieer is met lae doeltreffendheid van ME-benutting. Dit is ook interessant om in dié verband daarop te let dat rantsoene wat bestaan uit mengsels van kragvoer en ruvoere groot ruimte bied vir 'n groot verskeidenheid van mikrobiële bevolkings en rumenfermentasiepatrone. Gevolglik kan verskillende diere op dieselfde rantsoen, of dieselfde dier op dieselfde rantsoen op verskillende tye verskillende samestellings van mikrobepopulasies hê (Jackson, Rook & Towers, 1971). Dit weer sal lei tot verskille in doeltreffendheid waarmee die bepaalde rantsoen benut word. Daar moet verder ook rekening gehou word met die feit dat wisselende hoeveelhede van sekere rantsoene onder sekere omstandighede rumenfermentasie ontduik om dan ook in die laer SVS verteer te word tot groter produksievoordeel (Ørskov & McDonald, 1972). Die invloed wat sodanige variasie op die akkuraatheid van 'n voerevaluasiesistiem het is vanselfsprekend.

'n Verdere ontwikkeling op die terrein van rumenfermentasie is die pogings van navorsers om verhoogde doeltreffendheid van energieverbruik te bewerkstellig deur onderdrukking van metaanproduksie in die rumen. Verskeie middels soos chloroform en ander poli-halogenoanaloeë van metaan onderdruk metaanproduksie geheel of gedeeltelik. Metaan in die rumen ontstaan wanneer

CO₂ deur die metaanbakterie gereduseer word tot CH₄. Onderdrukking van metaanproduksie moet dan lei tot oormaat H₂ tensy daar ander H₂ akseptore in die rumen is. Daar bestaan wel verskeie sulke moontlike paaie soos deur Czerkawski (1974) aangetoon nl.

		Waterstof gebruik (H ⁺ + e)
glukose	2 propionaat	+4
O ₂	2 water	+4
CO ₂	CH ₄	+8
CO ₂	formaat	+2
8 asetaat	palmitaat	+28
NAD ⁺	NADH + H ⁺	+2

Nie alle metodes van metaanonderdrukking is vir die dier energiegewys voordelig nie. Na verneem word, word 'n metode wat deur die navorsingsgroep te Hannah in Skotland ontwikkel is nou gepatenteer deur staatsowerhede aldaar. Dit mag vir die veebedryf moontlik voordeel inhou.

(iii) 'n Derde voor die handliggende faktor wat die akkuraatheid van bestaande voerevaluasiesisteme beïnvloed is gekoppel aan onjuiste aannames in verband met die energiewaardes van massatoename op verskillende stadia by beeste en skape. Voerevaluasiesisteme wat tans bestaan maak nie voldoende voorsiening vir verskille in liggaamsamestelling tussen diere nie hoewel dit bekend is dat liggaamsamestelling beïnvloed kan word deur ras, geslag, ouderdom en groeitempo. Die jongste navorsing toon dat by herkouters ras- en geslagseffekte waarskynlik die belangrikste is. Plaaslike werk (Hofmeyr, 1972) met drie skaaprasse illustreer hierdie waarskynlik die beste. Pedi-, Duitse Merino en Merinolammers is by ooreenstemmende ouderdom en behandeling met mekaar vergelyk ten opsigte van liggaamsamestelling en ME-behoefte vir groei. Uit Fig. 1 blyk die verskille in verhouding proteïen : vet in groeitoename tussen die drie rasse duidelik. Voorts blyk dit hoe grootliks die lammers se energiebehoefte vir ooreenstemmende massa- of energie-toename verskil het. Die redes vir verskille in energie-behoefte vir ooreenstemmende hoeveelhede energie-retensie moet gesoek word in verskille in die koste van proteïen en vetsintese. Waar navorsers vroeër gemeen het dat proteïen

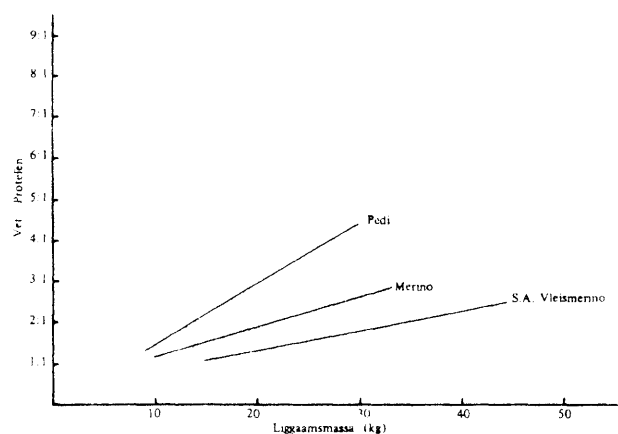


Fig. 1. Verandering in die verhouding van vet tot proteïen in die liggaam tydens massatoename van skaaplammers.

se sintesedoeltreffendheid in die orde van 90% moes lê (Blaxter, 1962; Schieman, 1963; Kielanowski, 1965) is die getuigenis tans baie sterk dat die sintesedoeltreffendheid van proteïen aansienlik laer is as dié van vet (Kielanowski & Kotarbinska, 1970; Ørskov & McDonald, 1970; Hofmeyr, 1972; Pullar & Webster, 1974). Hierdie skynbare anomalie tussen die werklikheid en wat verwag kan word by oorweging van die biochemiese prosesse is onlangs opgehelder deur navorsing wat Arnal met rotte uitgevoer het (Arnal, Fauconneau & Peach, 1971). Hy kon naamlik toon dat daar 'n besonder vinige "vernuwingstyd" in liggaamsproteïene is en dat dit verskil van plek tot plek in die liggaam. In rotte het hy gevind dat die vernuwingstyd vir dermkanaal, vel, spier en bloed onderskeidelik 1,06; 2,6; 7,5 en 9,1 dae was. Vanselfsprekend is elke vernuwingsronde opnuut geassosieer met ekstra energiekostes. Vandaar die hoë koste ge-assosieer met proteïendeponering. Hierdie aspek verdien beslis verdere navorsing en laat die vraag of daar 'n vaste nettosintese-koste aan proteïen geheg kan word.

Alles in ag geneem ontstaan die vraag nou of dit nie in belang van alle betrokkenes by dierevoeding deur die wêreld is dat daar ter vervanging van die talle voerbeskrywingstelsels wat tans bestaan, een sentrale stelsel daargestel kan word nie. So 'n stelsel sal vanselfsprekend nie noodwendig beter wees as die bestaande stelsels nie, maar sal die voordeel hê dat daar vryelike uitruiling van kennis tussen navorsers en lande sal kan wees. Die vereistes wat die praktyk aan so 'n stelsel stel is gewenste akkuraatheid, hanteerbaarheid en met duidelike aanduidings oor die omstandighede waaronder die sisteem van toepassing is, wat dit wel en wel nie beraam, onder watter omstandighede dit nie werk nie, ens. (van Es, 1973). Verder moet die sisteem sodanig wees dat dit van tyd tot tyd gewysig kan word om nuwe kennis en groter akkuraatheid te akkommodeer sonder totale ontwrigting van die reeds bestaande stelsel. Tydens die 6de Energiesimposium van die E.A.A.P. te Stuttgart is 'n werkgroep in die lewe geroep met die opdrag "Feed evaluation for practical application". Voor die komitee dien tans twee voorstelle vir herkouers, een vir melkkoeie, opgestel deur van Es (van Es, 1973) en een vir vleisbeeste (Aldermann & Barber, 1973). Dit lyk bra onmoontlik dat die twee sisteme saamgegooi kan word, om redes wat later volg. Die moontlikheid bestaan egter dat die Vleisbeestesisteem aangepas kan word vir skape. In die lig van wat reeds gesê is, kan natuurlik met reg gevra word of so 'n stelsel werklik sal kan werk. Die antwoord is waarskynlik dat 'n stelsel wel kan werk onder sekere duidelik gedefinieerde voedingsomstandighede. Terwyl dit ook moontlik is om herkouers wyd-uiteenlopende rantsoene te voer is daar tog 'n neiging om rantsoene so te balanseer dat die uiteindelijke variasie tog nie so groot is nie. Ongelukkig geld dit nie vir alle natuurlike weidingsomstandighede in Suid-Afrika nie.

Energiesisteem vir melkbeeste:

Hierdie voorgestelde sisteem berus op deeglike analise van die gaswisselingseksperimente met melk-

beeste van Wageningen, Beltsville en Rostock. Die basiese aannames vir die sisteem is die volgende:

- (i) Melkbeeste benut ME omtrent ewe doeltreffend vir onderhoud, melkproduksie en melkproduksie + vetaansetting. Vir normale rantsoene is die benuttingsyfer omtrent 60% van ME.
- (ii) Daar is 'n geringe kwaliteitseffek op die doeltreffendheid waarmee ME deur melkkoeie benut word. 'n Eenvoudige formule is bereken om dit reg te stel.
- (iii) Die NE-inhoud van 1 kg melk met 'n 4% bottervetinhoud is 3.054 MJ.
- (iv) Die onderhoudsbehoefte van 'n melkkoei wat 15–20 kg melk produseer is omtrent 0,481 MJ/kg^{3/4}.
- (v) Verhoogde voerinname lei tot onderdrukking van rantsoenverteerbaarheid. Hierdie onderdrukking moet nie aan die voerbeskrywing gekoppel word nie, maar moet voorsien word in berekening van die koei se voerbehoefte.

Om die sisteem te gebruik moet die NE_L^* van die rantsoen eers bereken word:

As uitgangspunt word verteerbare organiese materiaal of verteerbare energie geneem. By ruvoer moet dit die syfer vir ongemaalde ruvoer wees, omdat die verteringsonderdrukking veroorsaak deur opmaal grootliks oorkom word deur beter benutting van die verteerbare energie daarvan. Hierdie syfer word dan omgerekend na ME, waarvoor verskeie betroubare formules bestaan. Die volgende stap is dan om die waarde om te reken na NE_L . 'n Gemiddelde syfer van 0,60 kan gebruik word. Van Es (1973) het aangedui dat hy eersdaags syfers bereken sal hê wat dit moontlik sal maak om korreksies aan te bring vir beter en swakker kwaliteit voere. Om die koei se behoeftes aan NE_L te bereken word soos volg te werk gegaan:

- (i) (kg melk geproduseer) x 3,054 MJ NE_L
- (ii) + 0,6 [0,439 + (0,002 x kg melk/dag)] MJ NE_L /kg^{3/4}.

Voorts word hierdie waarde verhoog met 0,2% per kg/dag melk geproduseer om voorsiening te maak vir verlaging in die voedingswaarde van voere met verhoogde voedingspeil.

Hierdie sisteem is geldig vir alle rantsoene, mits daar nie meer as 10% mono- of dissakkariedes of vet in voorkom nie, met minstens 25% lang ruvoer en voldoende proteïen, minerale en vitamien daarin.

Voorgestelde sisteem vir vleisbeeste:

Dit is baie moeiliker om die NE-waardes van voere te bereken vir groei en vetmesting as vir onderhoud en laktasie, om die volgende redes:

- (i) Die doeltreffendheid van ME-gebruik vir vetaansetting en groei verskil grootliks van dié vir onderhoud.

* NE_L = netto-energie vir laktasie

- (ii) Die energie-inhoud van liggaamsmassatoename is afhanklik van ouderdom, voedingspeil en tipe dier.
- (iii) Die verhouding vetaansetting of groei tot onderhoud wissel gedurig na gelang van die voedingspeil. As 'n dier dus net effe bo onderhoud gevoer word sal die NE-waarde van die voer aansienlik verskil van die ME-waarde daarvan by 'n hoër voedingspeil.
- (iv) Die invloed van persentasie ME op NE-waarde is baie groter by NE vir groei en vetaansetting as vir onderhoud (van Es, 1973).

Alderman & Barber (1973) het die probleem soos volg te bowe gekom, gebaseer op die A.R.C. sisteem, soos gelineariseer deur McHardy (1966, aangehaal deur Alderman & Barber, 1973).

In die eerste plek is 'n tabel opgestel om die produksievlak van beeste in terme van veelvoude van onderhoud vas te stel soos weergegee in Tabel 1. Die tweede stap is om die gemiddelde doeltreffendheid k_{mp} in verband te bring met ME-konsentrasie van die rantsoen vir verskillende produksievlakke soos in Tabel 2 weergegee. Vandaar word die NE-waarde in MJ/kg voer dan aangedui vir 'n bepaalde produksievlak en ME konsentrasie soos aangedui in Tabel 3. Die laaste stap is dan om die NE-behoeftes aan te dui vir verskillende massas, soos aangedui in Tabel 4.

Tabel 1

*Produksievlak by beeste (veelvoude van onderhoud)
(volgens Alderman & Barber, 1973)*

Liggaamsmassa (kg)	Liggaamsmassatoename, kg/dag					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
100	1,19	1,40	1,66	1,98	—	—
150	1,16	1,36	1,59	1,87	—	—
200	1,15	1,33	1,54	1,79	2,11	—
250	1,14	1,30	1,50	1,74	2,03	—
300	1,13	1,29	1,47	1,70	1,97	2,33
350	1,13	1,27	1,45	1,67	1,93	2,27
400	1,12	1,26	1,43	1,64	1,90	2,22
450	1,12	1,26	1,42	1,62	1,87	2,18
500	1,11	1,25	1,41	1,60	1,84	2,15
550	1,11	1,24	1,40	1,59	1,83	2,13
600	1,11	1,24	1,39	1,58	1,81	2,18

Tabel 2

Totale doeltreffendheid van ME-benutting, k_{mp} (volgens Alderman & Barber, 1973)

Produksievlak*	Rantsoenenergiekonsentrasie (ME/kgDM) MJ/kg						
	8	9	10	11	12	13	14
1,00	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
1,25	0,593	0,616	0,636	0,654	0,669	0,682	0,694
1,50	0,531	0,562	0,591	0,616	0,639	0,659	0,678
1,75	0,493	0,529	0,562	0,592	0,619	0,644	0,667
2,00	0,499	0,507	0,542	0,575	0,605	0,633	0,659
2,25	0,451	0,491	0,528	0,562	0,594	0,625	0,653

*in veelvoude van onderhoudsbehoeftes.

Tabel 3

Nettoenergiewaardes vir onderhoud en produksie, NE_{mp} (MJ/kg)
(volgens Alderman & Barber, 1973)

Produksie- vlak	Rantsoenenergiekonsentrasie (ME/kgDM) MJ/kg						
	8	9	10	11	12	13	14
1,00	5,8	6,5	7,2	7,9	8,6	9,4	10,1
1,10	5,2	6,0	6,8	7,6	8,3	9,1	9,9
1,15	5,1	5,8	6,6	7,4	8,2	9,0	9,8
1,20	4,9	5,7	6,5	7,3	8,1	8,9	9,8
1,25	4,7	5,5	6,4	7,2	8,0	8,9	9,7
1,30	4,6	5,4	6,3	7,1	7,9	8,8	9,7
1,35	4,5	5,3	6,2	7,0	7,8	8,7	9,6
1,40	4,4	5,2	6,1	6,9	7,8	8,7	9,6
1,45	4,3	5,1	6,0	6,8	7,7	8,6	9,5
1,50	4,2	5,1	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5
1,55	4,2	5,0	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5
1,65	4,1	4,9	5,7	6,6	7,5	8,4	9,4
1,75	3,9	4,8	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3
2,00	3,8	4,6	5,4	6,3	7,3	8,2	9,2
2,25	3,6	4,4	5,3	6,2	7,1	8,1	9,1

*in veelvoude van onderhoudsbehoefte

Tabel 4

MJ netto-energie toegelaat vir onderhoud en massatoename by groei en vetmesting
(Alderman & Barber, 1973)

Massatoename kg/dag	Lewende massa (kg)										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
0,0	12,4	15,6	18,8	22,0	25,2	28,4	31,6	34,8	38,0	41,2	44,4
0,1	13,3	16,6	19,9	23,2	26,5	29,8	33,1	36,4	39,7	43,0	46,3
0,2	14,2	17,6	21,0	24,5	27,9	31,3	34,7	38,1	41,5	44,9	48,3
0,3	15,2	18,8	22,3	25,8	29,3	32,9	36,4	39,9	43,4	47,0	50,5
0,4	16,3	19,9	23,6	27,2	30,9	34,5	38,2	41,8	45,5	49,1	52,8
0,5	17,4	21,2	25,0	28,8	32,6	36,3	40,1	43,9	47,7	51,5	55,2
0,6	18,7	22,6	26,5	30,4	34,4	38,3	42,2	46,1	50,2	54,0	57,9
0,7	20,0	24,2	28,1	32,2	36,3	40,4	44,4	48,5	52,6	56,7	60,7
0,8	21,4	25,7	29,9	34,1	38,4	42,6	46,9	51,1	55,3	59,6	63,8
0,9	23,0	27,4	31,8	36,2	40,6	45,0	49,5	53,9	58,3	62,7	67,1
1,0	24,6	29,3	33,9	38,5	43,1	47,7	52,3	56,9	61,5	66,1	70,7
1,1	—	31,3	36,1	40,9	45,7	50,6	55,4	60,2	65,0	69,9	74,7
1,2	—	—	38,6	43,6	48,7	53,7	58,8	63,8	68,9	73,9	79,0
1,3	—	—	—	46,6	51,9	57,2	62,5	67,8	73,1	78,4	83,7
1,4	—	—	—	—	55,4	61,0	66,6	72,2	77,7	83,3	88,9
1,5	—	—	—	—	—	65,2	71,1	77,0	82,9	88,8	94,7

In die jongste jare het daar 'n oplewing gekom op die terrein van energiemetabolisme-navorsing in Suid-Afrika. Die belangrikste ontwikkelinge kan soos volg saamgevat word:

- (i) Met behulp van chemiese analise van diere-liggame kon aangetoon word dat verskillende liggame in liggaamsamestelling die belangrikste rede is waarom herkouters tussen ras verskil in die doeltreffendheid van voeromsetting. Daar is ook reeds ver gevorder met die beskrywing van liggaamsmassa-liggaamsamestellings-verwantskappe vir verskillende skaaptipes. Hierdie verwantskappe is 'n absolute vereiste by geslaagde voervaluasiesisteme. Daar moet nog sulke verwantskappe vir ons verskillende beestipes opgestel word (Hofmeyr, 1972).
- (ii) Onlangs het Roux (1974) kon aantoon dat by normaal groeiende herkouters kumulatiewe

Tabel 5

Beramingsfout deur liggaamsmassa van Karakoellammers by verskillende ouderdomme met behulp van 'n Gompertz-vergelyking te beraam (Meissner, Ongepubliseerd)

Ouderdom (weke)	Waargenome massa	Beraamde massa	Persentasie fout
2	5,97	5,92	0,84%
3	7,13	7,10	0,40%
4	8,37	8,37	0%
5	9,70	9,70	0%
6	10,80	11,09	-2,72%
7	12,18	12,50	-2,70%
8	13,70	13,93	-1,73%
9	16,44	15,36	6,53%
10	16,82	16,78	0,23%
11	18,79	18,16	3,33%
12	17,98	19,50	-8,49%
13	21,52	20,80	3,35%

voerinnname, net soos liggaamsmassa, baie akkuraat deur 'n Gompertz-vergelyking beskrywe kan word, sodat kumulatiewe voerinnname en liggaamsmassa dus baie sterk allometries verwant is. In Tabel 5 is hierdie verwantskap gebruik om die liggaamsmassa van karakoellammers by verskillende ouderdomme te beraam (Meissner, ongepubliseerd). Die akkuraatheid van dié metode is verstommend. Roux (1974) het getoon dat die oorspronklike data van Brody vir Friese en Jerseys net so goed beskrywe kan word, met korrelasiewaardes van 0,999. Die praktiese waarde van hierdie ontdekking is dat diere tussen en binne rasse nou vergelyk kan word sonder inagneming van massa-verskille. Tot dusver was alle ander aanpassings vir massaverskille deurgaans onbevredigend. Die voordeel van hierdie ontdekking vir prestasietoetsing en evaluasie van diere, rasse en voere is voor die hand liggend.

- (iii) Ten slotte is dit tans vir die eerste keer in Suid-Afrika moontlik om die werklike ME- en NE-waardes van voere te bepaal. Die N.I.V.S. beskik tans naamlik oor twee opebaan, indirekte kalorimeters vir herkouters. Dit is dus nou vir die eerste keer moontlik om in Suid-Afrika ten volle deel te hê aan die wêreldwye poging tot die daarstelling van wetenskaplik gefundeerde voerbeskrywingsisteme vir herkouters. Ons ryke verskeidenheid aan diere en plante plaas ons in 'n benydenswaardige posisie. Ons eie vermoëns word nou ons hoofbeperking.

Verwysings

ALDERMAN, G. & BARBER, W.P., 1973. A variable net energy system for beef animals. Ongepubliseerde verslag gelewer tydens 6th Symp. Energy Metabolism, Stuttgart.

ALDERMAN, G., MORGAN, D.E. & LESSELS, W.J., 1970. A comparison of liveweight gains of beef cattle with values predicted from energy intakes measured as starch equivalent or metabolisable energy. In: *Proc. 5th Symp. Energy Metab.*, Vitznau, Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod. 13, 81.

A.R.C., 1965. *The nutrient requirements of farm livestock: ruminants*. A.R.C.

ARNAL, M., FAUCONNEAU, G. & PECH, RENE, 1971. Étude de la synthèse protéique *in vivo*: mesure de l'activité anabolisante de divers tissus du rat en croissance à l'aide de la L-lysine ¹⁴C (U). *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 11, 245.

BLAXTER, K.L., 1962. *The energy metabolism of ruminants*. London: Hutchinson.

BREIREM, K., 1969. *Energy metabolism of farm animals*. Eds. K.L. Blaxter, G. Thorbek & J. Kielanowski. p. 83. New Castle Upon Tyne: Oriol.

CZERKAWSKI, J.W., 1974. Metabolic hydrogen as an index in the integrated approach to the studies of rumen fermentation. In: *Proc. 6th Symp. Energy Metab.*, Stuttgart, 1973. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod. 19, 95.

E.A.A.P., 1958. In: *Proc. 1st Symp. Energy Metab.* Copenhagen 1958. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod. 8.

E.A.A.P., 1969. In: *Proc. 4th Symp. Energy Metab.*, Warsaw, 1967. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod. 12, 1.

HOFMEYR, H.S., 1972. *Kwantifisering van faktore wat die brutodoeltreffendheid van energie-omsetting van voer by skape beïnvloed*. D.Sc. (Agric.)-proefskrif, Univ. van Pretoria.

HOLTER, J.B., HEALD, C.W. & COLOVOS, N.F., 1970. Heat increments of steam-volatile fatty acids infused separately and in a mixture into fasting cows. *J. Dairy Sci.* 53, 1241.

JACKSON, P., ROOK, J.A.F. & TOWERS, K.G., 1971. Influence of the physical form of a barley grain and barley straw diet on nitrogen metabolism in sheep. *J. Dairy Res.* 38, 33.

- KIELANOWSKI, J., 1965. Estimates of the energy cost of protein deposition in growing animals. In: *Energy Metabolism*. Ed. Blaxter, K.L. New York: Academic Press.
- KIELANOWSKI, J. & KOTARBINSKA, MARIA, 1970. Further studies on energy metabolism in the pig. In: *Proc. 5th Symp. Energy Metab., Vitznau. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.* 13, 145.
- KNOX, K.L. & HANDLEY, T.M., 1973. *The California net energy system : theory and application*. *J. Anim. Sci.* 37, 190.
- KOTARBINSKA, MARIA & KIELANOWSKI, J., 1969. Energy balance studies with growing pigs by comparative slaughter technique. In: *Proc. 4th Symp. Energy Metab., Warsaw, 1967. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.* 12, 299.
- KROMANN, E.P., 1973. Evaluation of net energy systems. *J. Anim. Sci.* 37, 200.
- LOFGREEN, G.P. & GARRETT, 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27, 793.
- MOE, P.W. & TYRRELL, H.F., 1973. The rationale of various energy systems for ruminants. *J. Anim. Sci.* 37, 183.
- MOE, P.W., TYRRELL, H.F. & FLATT, W.P., 1970. Partial efficiency of energy use for maintenance, lactation, body gain and gestation in the dairy cow. In: *Proc. 5th Symp. Energy Metab., Vitznau, Publ. Assoc. Anim. Prod.* 13, 65.
- NEHRING, K. & HAENLEIN, G.F.W., 1973. Feed evaluation and ration calculation based on net energy. *J. Anim. Sci.* 36, 949.
- ØRSKOV, E.R. & McDONALD, I., 1970. The utilization of dietary energy for maintenance and for fat and protein deposition in young growing sheep. In: *Proc. 5th Symp. Energy Metab., Vitznau. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.* 13, 121.
- PULLAR, J.D. & WEBSTER, A.J.F., 1974. Energy cost of fat and protein synthesis in lean and obese rats. In: *Proc. 6th Symp. Energy Metab., Stuttgart, 1973. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.*, 14, 289.
- ROUX, C.Z., 1974. The relationship between growth and feed intake. *Agroanimalia* 6, 49.
- SCHIEMANN, R., 1963. Die energetische verwertung des proteins. *Deutsche Akademie der Landw., Sitzungsberichte* 12, 39.
- THOMAS, P.C. & ROOK, J.A.F., 1973. The Partition of dietary energy in the rumen. In: *Proc. 6th Symp. Energy Metab., Stuttgart, 1973. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.* 83.
- VAN ES, H.J., 1973. Ongepubliceerde verslag gelewer tydens 6th Symp. *Energy Metabolism*, Stuttgart.
- WAINMAN, F.W. & BLAXTER, K.L., 1958. In: *Proc. 1st Symp. on Energy Metab., Copenhagen, Denmark*, E.A.A.P. Pub. 8, 80.
- WEBSTER, A.J.F., BROCKWAY, J.M. & SMITH, J.S., 1974. Energy exchanges during growth in cattle. In: *Proc. 6th Symp. Energy Metab., Stuttgart, 1973. Publ. Eur. Assoc. Anim. Prod.* 14, 135.