

## VOEDINGSTANDAARDE VIR OORLEWING VAN BEESTE

P.J.S. Pieterse

Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, Irene

Die Suid-Afrikaanse Vereniging vir Diereproduksie het in 1966 op sy jaarkongres besluit om 'n studiegroep in die lewe te roep om ondersoek in te stel na die moontlikheid van 'n eie Suid-Afrikaanse stelsel van voedingstandaarde. Talle verslae van individuele lede oor spesifieke onderwerpe het reeds die lig gesien. Die doel van hierdie bydrae is eerstens om 'n metode te vind waarvolgens die voedingsvereistes vir oorlewing bereken kan word en dan aanbevelings van die voedingsbehoefte te maak. Tweedens sal gepoog word om Suid-Afrikaanse voere te evalueer en metodes voor te stel om aan die neergelegde vereistes te voldoen.

### Ontwikkeling van 'n metode vir die berekening van oorlewingsbehoefte

Wanneer dit by oorlewing kom, is die eerste vraag wat gestel word, hoeveel gewig kan die dier verloor sonder dat dit permanent gestrem word. Daar word dan ook dikwels in die literatuur hierteen gewaarsku, maar nêrens kon 'n duidelike grens in kwantitatiewe terme gevind word nie. Inteendeel, talle studies maak melding van die verbasende herstelvermoë van gestremde diere tot so 'n mate dat dit soms wil voorkom asof daar net twee weë is: reg of vrek. Maar selfs in so 'n uiterste geval sal dit nog nodig wees om die basislyn kwantitatief te definieer op so 'n wyse dat dit sal verseker dat diere wat op daardie peil gevoer is ten minste nie sal vrek nie, maar wel sal oorleef. Omdat karkasamestelling so intiem gemoeid is met die voedingstatus van die dier is besluit om dit as basis te gebruik.

In die eerste plek is 'n normale groeikurve getrek (Fig. 1) wat hoofsaaklik gebaseer is op die data van Haecker (1920). Hierdie data is ingewin van jong groeiende diere wat op 45,4 kg intervale geslag is vanaf 45,4 kg tot 545,4 kg. Dit voorsien nie alleen inligting van lewendige gewigte nie, maar ook die liggaamsamestelling van die beeste op die verskillende gewigte. Hierna is met behulp van die volgende bekende faktore wat liggaamsamestelling betref, 'n formule ontwikkel om die oorlewingsgewig vir elke normale gewig aan te dui:

1. Dit blyk uit die studies van O'Donovan (1968) en Graham (1970) asook die van Hofmeyr en medewerkers wat tans te Irene uitgevoer word dat liggaamsproteïen en -vet in 'n verhouding van 1:1 tot 1:7 neergelê of afgebreek word hoe ouer die dier word. Hoe nouer die verhouding, hoe meer proteïenweefsel relatief tot vet word afgebreek. 'n Sekere mate van proteïenafbreek kan wel toegelaat word, maar te veel mag nadelige gevolge hê onder andere deur die weerstandsvermoë van die dier te verlaag. Gevolglik is besluit om nie 'n nouer verhouding as 1:3 te

gebruik nie.

2. Die liggaamsamestelling op 'n vetvrye-natbasis is baie konstant en is in die studie geneem as 20,8% proteïen, 74,4% vog en 4,8% as. Hieruit kan afgelei word dat die gewig in kg van die ander komponente tot 1 kg vet in byvoorbeeld 'n 1:3 en 1:7 proteïen-vetverhouding soos volg sal wees:

	Proteïen	Vog	As
By 'n 1:3 verhouding:	0,33	1,18	0,08
By 'n 1:7 verhouding:	0,14	0,5	0,03

3. Dit is blykbaar nie moontlik dat 'n dier al die vet in sy liggaam kan verloor nie omdat daar enigiets van 0,5-2,0% essensiële lipiede in die sisteem is. Volgens die werk van Panaretto (1964) en die van Morris (1968b) sal die persentasie vet sonder enige komplikasies tot 4% kan daal en in hierdie berekenings is vir ouer diere veiligheidshalwe 'n minimum van 6% vet gebruik.

Met behulp van bovermelde inligting is die volgende formule ontwikkel om 'n voorspelling van die vermaerde dier se gewig te maak. By wyse van illustrasie word net die formules met 'n 1:3 en 1:7 proteïen-vetverhouding onderskeidelik gegee:

$$Y_2 = \frac{X_1 - \frac{1}{2,59} Y_1}{k - \frac{1}{2,59}} \quad \text{en} \quad Y_2 = \frac{X_1 - \frac{1}{1,67} Y_1}{k - \frac{1}{1,67}}$$

waar  $Y_1$  = begingewig van die bees

$Y_2$  = die vermaerde beesgewig

$X_1$  = begin vetgewig

$k$  = eind vetinhoud wat konstant op 4% vir jonger diere en 6% by ouer diere gehou is.

Die berekende inligting is in Tabel 1 saamgevat en daarmee is ook die oorlewingslyn in Fig. 1 getrek.

Die samestelling van die afgebreekte weefsel kan ook uit die verhouding van die verskillende komponente bereken word, byvoorbeeld by die 1:3 en 1:7 proteïen tot vetverhoudings sal dit die volgende persentasiesamestelling hê:

	Vet	Proteïen	Vog	As
By 'n 1:3 proteïen-vetverhouding:	38,6	12,7	45,6	3,1
By 'n 1:7 proteïen-vetverhouding:	59,9	8,4	29,9	1,8

Hierdie inligting word ook in Tabel 1 saamgevat.

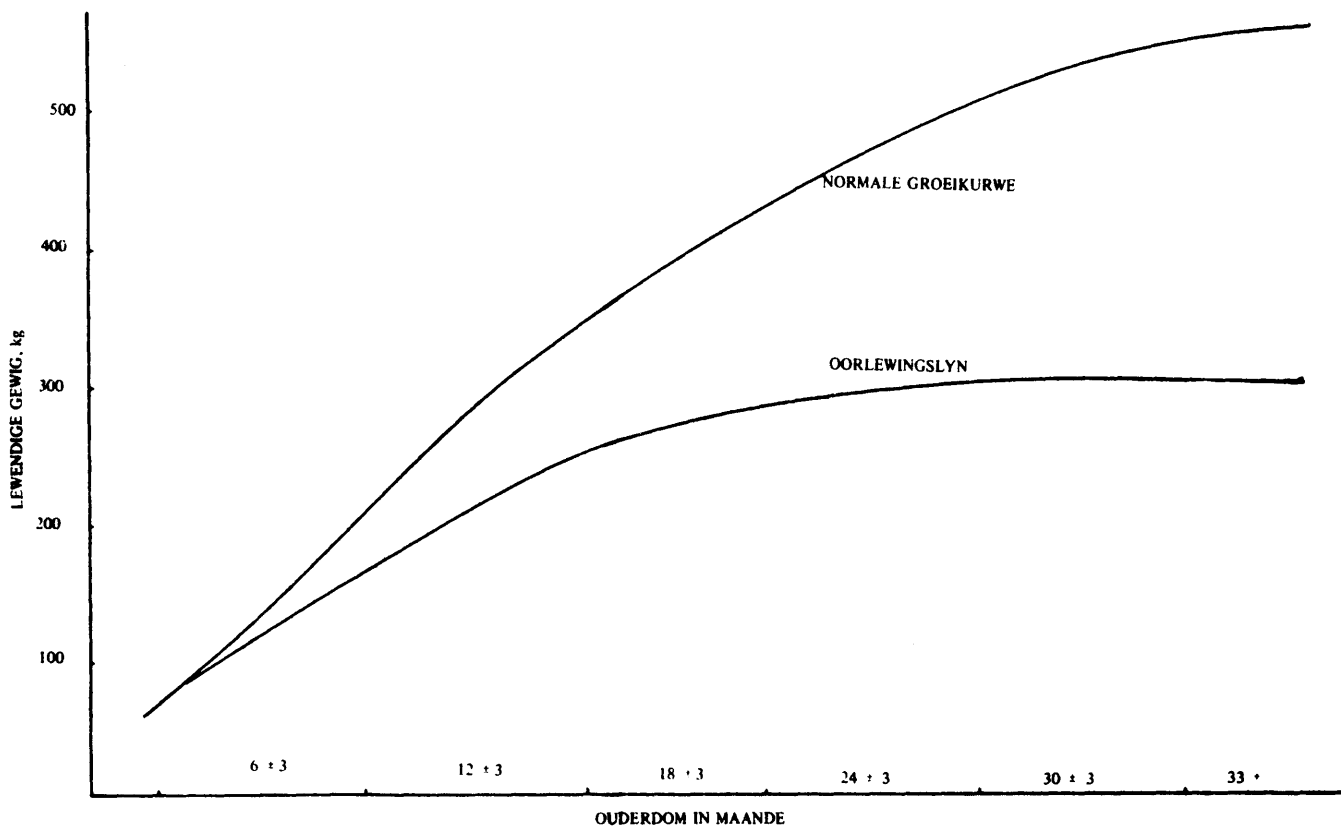


Fig. 1. – Gewig vir ouderdom van normale en vermaerde beeste

Tabel 1

Normale en vermaerde beesgewigte en samestelling van gewigsverlies in kg

Begingewig ( $Y_1$ )	Vetinhoud ( $X_1$ )	Vermaerde gewig ( $Y_2$ )	Gewigs- verlies	Samestelling van gewigsverlies				Energie in gewigsverlies, kJ
				Vet	Proteïen	Vog	As	
45,5	1,8	45,5	—	—	—	—	—	—
90,9	5,7	84,9	6,0	2,3	0,8	2,7	0,2	106,7
136,4	13,4	113,4	23,0	8,9	2,9	10,5	0,7	408,4
182,0	19,2	147,5	34,5	13,3	4,4	15,7	1,1	611,3
227,3	31,2	163,4	63,9	24,7	8,1	29,1	2,0	1134,3
272,7	38,1	194,1	78,6	30,3	10,0	35,8	2,4	1392,4
318,2	50,6	208,7	109,5	42,3	13,9	49,9	3,4	1942,6
363,6	70,0	274,0	89,6	53,7	7,5	26,8	1,6	2262,7
409,0	98,5	272,0	137,0	82,1	11,5	41,0	2,4	3459,7
454,5	116,0	290,0	164,5	98,5	13,8	49,2	3,0	4150,9
500,0	159,5	296,5	203,5	121,9	17,1	60,8	3,7	5137,5

Die verwerkte data wat in Tabel 1 opgesom is, is streng wetenskaplik gesproke nie van toepassing op alle rasse nie. Omdat daar so baie variasie in die praktyk selfs in die gewig vir ouderdom voorkom, is geen aanpassing vir rasverskille of vir pensinhoud by die berekening van die lewendige gewigte gemaak nie.

Die voorgestelde metode om oorlewingsvereistes te bereken, berus daarop dat met die gewig en ouderdom

bekend die oorlewingsgewig vanaf Fig. 1 gelees word en dat die bees dan op die onderhoudspeil teen daardie gewig en nie sy normale gewig nie, gevoer word. Om uitvoering aan die voorgestelde metode te kan gee, sal dit nodig wees om die voedingsbehoefte vir onderhoud by verskillende gewigte te weet. Die volgende stap was dus om met beskikbare inligting uit die literatuur so 'n standaard neer te lê.

## Vasstelling van onderhoudsbehoefte vir energie

Vir nagenoeg 'n eeu word daar nou reeds deur navorsers op die probleem van voedingstandaarde gewerk met 'n massa inligting wat ingewin is onder verskillende toestande met diere van alle ouderdomme. 'n Stadium is sekerlik nou bereik om hierdie inligting te konsolideer en daaruit 'n werkende model te bou.

Die mees opvallende verskynsel wanneer die literatuur nagegaan word om die voedingsvereistes van vee te ondersoek, is die wyd uiteenlopende standaarde wat gebruik is. Vir die rede is besluit om in hierdie referaat al die verwysings duidelikshalwe na dieselfde eenheid te herlei. Vir praktiese redes en in die lig van die massa bestaande inligting sou dit die gerieflikste wees om die TVV- en verwante stelsels te behou, maar soos Armsby (1917) dit reeds gestel het, word met die sisteme net gesê wat voere bevat, maar nie watter nuttige funksies dit kan verrig nie. Dit is juis om die rede dat die man in die praktyk die advies van die "wetenskaplike" met soveel suspisie bejeën. Hierdie leemtes is baie jare gelede al blootgelê deur daardie baanbrekers soos Kellner, Lusk, Armsby, Forbes, Ritzman en Benedict en dis amper onbegryplik hoe daar nog vir so baie jare weggekram is van 'n netto-energie sisteem. Na 'n besonder logiese berekening deur Ritzman en Benedict (1938) en in die jongste tyd deur Blaxter (1962) vir die gebruik van die netto-energie stelsel met metaboliseerbare energie (ME) as eenheid, is dit ook in hierdie oorsig as eenheid aanvaar. Ter verfrissing van u geheue, metaboliseerbare energie verteenwoordig daardie fraksie van die bruto-energie in die voer nadat verliese in die produksie van metaangas, mis en urine daarvan afgetrek is. Dit verteenwoordig dus daardie gedeelte van die bruto-energie wat uiteindelik in die liggaam vir metaboliese prosesse soos onderhoud, groei en laktasie beskikbaar is. Dit is ook bekend dat metaboliseerbare energie met 'n sekere graad van doeltreffendheid aangewend word vir elk van die metaboliese prosesse hierbo genoem. Die volgende faktore het 'n invloed op die benutting van metaboliseerbare energie en moet in aanmerking geneem word by die standardisering van energiebehoefte in terme van ME:

- (i) Dat die energiebehoefte eweredig is aan die metaboliese gewig ( $W_{kg}^{0,75}$ ) van die dier;
- (ii) Dat die behoeftes per eenheid metaboliese gewig afneem met toenemende ouderdom;
- (iii) Dat die doeltreffendheid waarmee ME aangewend word nie dieselfde is vir onderhoud, groei en laktasie nie;
- (iv) Dat die energiekonsentrasie van die rantsoen of voer 'n invloed op die benutting van ME het.

Hierdie faktore, waar dit van toepassing is, is in aanmerking geneem in die berekenings wat hier volg.

Die Babelse verwarring wat 'n mens tref met 'n oorsig van die literatuur is natuurlik toe te skryf aan die verskillende eenhede waarin die behoeftes uitgedruk is, die verskillende tipes diere op verskillende ouderdomme, verskillende rantsoene en verskillende metodes waarvolgens onderhoud bepaal is. Deur gebruik te maak van erkende omrekeningsfaktore en met inagneming van inligting voorsien, is die data herlei na 'n standaard gewig (225 kg) by groeiende diere en uitgedruk as  $\text{kJ ME/kg } W^{0,75}$ . 'n Ander rede vir die variasie selfs wanneer dit na dieselfde eenheid herlei word, is dat sommige minimum standaarde verteenwoordig en ander eerder praktiese aanbevelings.

'n Oorsig van die literatuur word in Tabel 2 gegee met die doel om daaruit 'n aanvaarbare waarde vir onderhoud te vind.

**Tabel 2**  
Samevatting van onderhoudsbehoefte herlei tot  $\text{kJ ME/kg } W^{0,75}$

A.R.C. (1965), (a) 7,5 MJ/kg	644	Kellner (1915)	357
	(b) 12,6 MJ/kg	Luitingh (1961)	463
Armsby (1917)	454	Moe <i>et al</i> (1970)	420
Blaxter (1962)	547	Möllgaard (1929)	412
Brody (1945)	431	Morris (1968a)	395
Canadian Council Nutr. (1948)	389	Morrison (1959)	474
Crampton (1956)	480	N.R.C. (1970)	535
Cuthbertson (1959)	394	Ritzman & Benedict (1938) (a) Fries	468
		(b) Jersey	565
Elliott <i>et al.</i> (1964)			
(a) Afrikaners	462		
(b) Mashonas	402	Trowbridge <i>et al</i> (1915)	550
Flatt & Coppock (1965)	437	Van Es (1961)	456
Forbes, <i>et al.</i> (1928)	361	Verbeek (1958)	415
Garrett (1970)	510	Vercocoe (1970a)	452
Garrett <i>et al.</i> (1959)	469	Winchester & Hendricks (1953)	413
Hashizume <i>et al.</i> (1964)	485	Wood & Woodman (1948)	400
Hills (1922)	452		

Die gemiddeld van al die data in Tabel 2 is  $460 \text{ kJ/kg } W^{0,75}$ . Dit is in baie goeie ooreenstemming met die waardes van navorsers in Suidelike Afrika en sal as basis dien vir die verdere berekening van die onderhoudsbehoefte aan energie. Omdat die meeste data herlei was na 'n gewig van 225 kg en dit bekend is dat binne perke die energiebehoefte afneem met ouderdom, is 'n aanpassing daarvoor gemaak. Die berekende energiebehoefte vir onderhoud van beeste by verskillende gewigte word in Tabel 3 opgesom.

**Tabel 3**

*Berekende energiebehoefte van beeste vir onderhoud by verskillende gewigte*

Lewendige gewig	Metaboliese gewig ( $W^{0,75}$ )	$\text{kJ/kg } W^{0,75}$	MJ ME / dag
100	31,6	500	15,80
125	37,4	495	18,51
150	42,9	485	20,81
175	48,1	475	22,85
200	53,2	470	25,00
210	55,2	465	25,67
220	57,2	465	26,60
225	58,1	460	26,73
230	59,1	460	27,19
240	61,0	455	27,75
250	62,8	450	28,26
260	64,7	445	28,79
270	66,6	440	29,30
275	67,5	440	29,70
280	68,4	440	30,10
290	70,3	440	30,93
300	72,1	435	31,36
310	73,9	430	31,78
325	76,5	425	32,51
340	79,2	425	33,66
350	80,9	425	34,38
360	82,6	425	35,11
375	85,2	425	36,21
390	87,7	425	37,27
400	89,4	425	38,00
410	91,1	425	38,72
425	93,6	425	39,78
430	94,4	425	40,12
450	97,7	420	41,03
460	99,3	420	41,71
475	101,7	420	42,71
480	102,6	420	43,09
500	105,7	420	44,40

**Berekening van energievereistes vir oorlewing van jong groeiende en nie-dragtige beeste**

Soos reeds gemeld berus die beginsel waarop die energievereistes vir oorlewing bereken word daarop dat vanaf Fig. 1 op die oorlewingslyn 'n veilige gewig afgelei word van die normale gewig vir ouderdom van die bees. Vanaf Tabel 3 kan dan die onderhoudsbehoefte vir daardie oorlewingsgewig gevind word. Byvoorbeeld, as die gemiddelde ouderdom van 'n groep beeste ongeveer 18 maande is met 'n lewende gewig van 350 kg is die ooreenstemmende gewig op die oorlewingslyn 250 kg. Volgens Tabel 3 is die onderhoudsvereistes vir daardie gewig nagenoeg 28,26 MJ ME per dag.

*Bronne van energievoorsiening*

(a) Voer: 'n Uiteensetting van die aanwending van

voere vir die voorsiening van energie sal bespreek word na die gedeelte waar 'n evaluasie van die voere gemaak is.

(b) Weefselafbraak: Die doel met vetneerlegging by die dier is sekerlik om benewens isolasie teen koue 'n bron van energie beskikbaar te hê in tye van skaarste. Die omvang hiervan sal ook later uiteengesit word, gebaseer daarop dat vetweefsel 39,3 kJ en proteïen 20,1 kJ energie voorsien (Kleiber, 1961) van elke gram weefsel afgebreek.

*Energiebesparende effek van gewigsverlies*

Dit is 'n algemene ondervinding dat diere hulle sogenaamd aanpas by 'n subonderhoudsrantsoen deur al minder met tyd gewig te verloor. Afname in rumenvulling word gewoonlik as verklaring aangebied. 'n Ander belangrike bydraende faktor is die feit dat die totale voedingsbehoefte veral deur die gewig van die dier bepaal word. Gevolglik neem die totale behoefte ook af soos die dier gewig verloor. Hoe ligter die dier is, hoe laer is sy onderhoudsbehoefte en dit vorm die basis van die stelsel hierbo voorgestel. Die beginsel waarop die voedingspeil gewoonlik gebaseer word, is in meeste gevalle op die aanvangsgewig van die dier. Wanneer die dier nou op 'n subonderhoudsrantsoen geplaas word, verloor dit net gewig totdat dit daardie gewig bereik het wat 'n onderhoudsbehoefte het gelyk aan die subonderhoudsrantsoen waarmee begin is. Verder is dit ook 'n algemene verskynsel dat beeste op oorlewingsrantsoene minder aktief raak wat 'n verdere besparing kan bewerkstellig. Beide die faktore bring dus mee dat die aanvanklike energievoorsiening nou sodanig is dat dit tot minder weefselafbraak lei en word weerspieël in 'n afname in die tempo van gewigsverlies.

*Toets van voorgestelde standaard aan die hand van gepubliseerde gegewens*

Morris (1968b) verklaar dat dit wil voorkom of die "essensiële lipiede"-fraksie in die liggaam van beeste waarskynlik minder as 1% van die liggaamsgewig kan wees. Beeste wat weens ondervoeding gevrek het, het so min as 0,14% eterekstrak bevat. Dit is ook interessant dat die persentasie water in die karkas van die beeste wat gevrek het, gevarieer het tussen 72,0 en 74,9%.

Die gemiddelde gewigsverlies van die beeste wat weens ondervoeding gevrek het was slegs 29,4%. Dit is egter baie moeilik om enige waarde aan die gewigsverliese te heg omrede die ouderdom van die proefdiere aangegee is as 15 maande by die aanvang van die proef met 'n gewig van slegs 175 kg. Hierdie diere moes dus reeds in 'n swak kondisie gewees het en sou volgens die voorgestelde standaard hier beskryf, net op onderhoud gevoer gewees het, maar het nogtans 29% aan gewig verloor. Dit verklaar dan ook die vrektes onder die diere. Al afleiding wat wel gemaak kan word, is dat die oorlewingslyn hiervolgens 'n baie veilige grens bied. Dieselfde situasie kom in 'n vorige publikasie van Morris (1958) voor met proefdiere van

15-maande-ouderdom wat slegs 174 kg geweg het, maar nogtans 32 kg aan gewig kon verloor. Teoreties kon die diere op 15-maande 240 kg geweg het wat beteken dat hulle dan 41% aan gewig sou verloor het.

In die droogtevoedingstudies van Southcott & McClymont (1960) is jaaroud proefdiere met 'n aanvangsgewig van 266 kg gebruik en op oorlewingsrantsoene geplaas. Die groep wat netgraan ontvang het, het na 20 weke 194 kg geweg. Hierdie verlies val heeltemal binne die perke wat in Fig. 1 gestel word. Die proefdiere waarna verwys is, was volgens die skrywers maer teen die einde van die proef, maar het nogtans gesond voorgekom. Soortgelyke resultate is in 'n vorige studie (Southcott, 1959) gerapporteer. Jaaroud osse van 266 kg is op droogterantsoene geplaas en het oor 'n periode van 20 weke tot 72 kg in gewig verloor wat ook in goeie ooreenstemming is met die skema in Fig. 1. Die diere is toe vir 'n verdere periode van 16 weke gevoer om hul gewig te handhaaf. Hierna is hulle op goeie somerveld geplaas en het uitstekende gewigstoenames getoon om na 20 weke reeds 375 kg te weeg. Hieruit kan dus die afleiding gemaak word dat diere wat op oorlewing volgens die voorgestelde stelsel gevoer word, nie hul herstelvermoë sal verloor nie.

'n Unieke geleentheid vir droogtevoedingnavorsing het voorgekom gedurende die ernstige droogte van 1966 toe 578 teeldiere op die Mara Navorsingstasie in krale gevoer moes word. Die geleentheid is benut en al die diere is aan verskillende voedingsbehandelings onderwerp (Eloff, Lüdemann en Louw, 1971, Ongepub. Verslag – Mara Navorsingstasie). Besonder waardevolle inligting is ingewin soos blyk uit 'n voorlopige verslag deur een van die skrywers (C.J.F. Lüdemann, persoonlike mededeling). Die grootste leemte van die ondersoek is dat dit nie langer op die beplande weg uitgevoer kon word nie omdat die diere eintlik deel uitgemaak het van 'n kruistelingsprogram wat voorkeur bo die droogtevoedingstudie gekry het. Die voedingsaanbeveling van 4,7 lb. TVV (31,46 MJ ME) van 'n 430 kg bees kom goed ooreen met die bruto aanbeveling van die voorgestelde stelsel hier beskryf.

### Oorlewingsvereistes aan energie vir voortplanting

#### (a) Vroulike dier

Wanneer dit by dragtigheid kom, is die probleem betreffende voedingstandaarde nog ietwat meer ingewikkeld. Dit is egter uit talle verslae (Asdell, 1949; Joubert 1954; Phillips, Friedman & Turner, 1939; Reid, 1949) duidelik dat ondervoeding estrus onderdruk, heelwaarskynlik as gevolg van 'n verlaagde gonadotropiese produksie deur die hipofese. Aan die anderkant wil dit voorkom asof dit baie sleg moet gaan voordat ondervoeding die dragtige koei nadelig beïnvloed. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die koei op 'n lae voedingspeil op haar liggaamsweefsel reserwes kan teer omdat daar 'n besliste hoër aanvraag na energie by die dragtige dier is. Hierteenoor was daar by die nie-dragtige dier geen stimulus deur 'n hoër energiebehoefte om weefselenergie beskikbaar te stel vir normale hormoonproduksie nie. Huidige

voedingstatus is dus skynbaar van primêre belang by hormoonproduksie.

Die oorlewingsvereistes vir dragtigheid kan in die eerste plek volgens dieselfde beginsel bereken word as wat vir groeiende en nie-produkerende diere beskryf was. Die ontwikkelende fetus asook die "hitte-inkrement van dragtigheid" verg egter addisionele energie waarvoor dan voorsiening gemaak moet word. Jakobsen, Havskov Sorenson & Larsen (1957) het bereken dat die neerlegging van energie in die produkte van konsepsie toeneem volgens die formule:  $7,24e^{0,0174} \times 4,184$  J waar  $e = 2,7183$  en met  $t$  die aantal dae vanaf bevrugting. Moustgaard (1969) voeg hierby die hitte-inkrement van dragtigheid soos bereken deur Brody (1945) om die totale addisionele energie van dragtigheid soos volg aan te gee:

Dae na bevrugting:	<u>100</u>	<u>150</u>	<u>200</u>	<u>250</u>	<u>280</u>
Totale addisionele energie, MJ:	2,57	4,44	7,97	13,37	18,79

Die A.R.C. (1965) beveel bo en behalwe die hitte-inkrement van dragtigheid 'n addisionele energievoorsiening van 5,02 MJ ME gedurende die voorlaaste maand van dragtigheid aan en 10,04 MJ gedurende die laaste maand. Flatt, Moe & Moore (1967) bied kalorimetrie data aan wat ook daarop dui dat die energiebehoefte alleen die laaste twee maande betekenisvol toeneem met ongeveer 19,25 MJ ME vir 'n 500 kg koei.

Vir oorlewingsdoeleindes kan die aanbevelings as te liberaal beskou word en word die volgende standaard gevolglik voorgestel: Dat die dragtige koei teen 'n minimum gewig van 315 kg gevoer moet word en wat volgens Tabel 3 'n onderhoudsbehoefte van omtrent 32,22 MJ ME het. Gedurende die voorlaaste maand van dragtigheid kan dit met 5,44 MJ ME verhoog word en 'n verdere 8,37 MJ gedurende die laaste maand wat die totale energievoorsiening opstoot na 46,02 MJ ME. Vir dieselfde gewig koei vergelyk dit goed met die 49,54 MJ ME volgens die data van Flatt *et al.* (1967), terwyl Morris (1968a) se berekening op 50,20 MJ ME te staan kom.

Ryley (1961) het dragtige verse in droogtevoedingsproewe gebruik en een groep wat slegs sorghumkuilvoer ontvang het, het van 382 kg gewig verloor na 314 kg en het nogtans almal geboorte aan normale kalwers gegee. In 'n opvolgstudie het Ryley & Gartner (1962) verse gedurende dragtigheid en 'n gedeelte van laktasie op oorlewingsrantsoene geplaas en een groep het van 393 kg na 218 kg gewig verloor en intussen 'n kalf geproduseer. Hoewel die diere in 'n baie swak kondisie was, het almal binne ses weke nadat hulle op produksierantsoene geplaas was, brontigheid vertoon. In 'n studie na die invloed van byvoeding op die voortplanting van vleisbeeskoeie kom Ward (1968) tot die interessante gevolgtrekking dat 'n gewig van 295 kg skynbaar krities by die koeie was omdat alleen die koeie met so 'n gewig en hoër na kalwing weer bevrug geraak het terwyl die wat nie brontigheid vertoon het nie,

273 kg of minder geweeg het.

(b) *Die manlike dier*

Wat die manlike dier betref, wil dit voorkom asof daar geen besondere voorsiening hoef te wees nie en kan bulle aan dieselfde behandeling onderwerp word as dié vir groeiende en volwasse nie-produiserende diere. Mann & Walton (1953) het byvoorbeeld gevind dat spermatogenese nog normaal voortgaan nadat 'n bul vir 23 weke aan drastiese ondervoeding onderwerp was.

**Laktasie en oorlewing**

Melkproduksie en droogtevoeding is nie verenigbaar nie want anders sou dit impliseer dat daar 'n goedkoop metode is om melk te produseer. 'n Dier kan alleen melk produseer as daarna gevoer word. Omdat melkproduksie 'n hoë eis aan voedselvoorsiening stel, verklaar dit die verskynsel opgemerk deur Ryley (1961) dat dit veral koeie in-melk is wat eerste vrek tydens droogtes. Daarom beveel Morris (1968a) aan dat kalwers so vroeg moontlik na geboorte of verkoop, geslag of hantsgrootgemaak moet word sodat die koei kan opdroog en dan op onderhoud verder gevoer word. Die stelling is in 'n latere studie (Morris & Gartner, 1970) proefondervindelik bewys. In dieselfde studie is verder die interessante bevinding gemaak dat die koeie met kalwers wat 4 kg sorghumgraan per dag ontvang het meer gewig verloor het as dié wat slegs 3 kg per dag gekry het. Die verklaring wat hiervoor aangegee word, is dat die koeie wat die hoër peil van graanvoeding ontvang het daardeur tot 'n hoër melkproduksie gestimuleer is en dat dit 'n ekstra las op die bees geplaas het met 'n gevolglike hoër tempo van weefselafbraak. Dit blyk dus dat vir oorlewingsdoeleindes die aanbeveling van Morris (1968a) aanvaar moet word en dat kalwers so spoedig moontlik gespeen moet word terwyl die koei verder behandel word soos voorgestel vir groeiende en nie-produiserende diere.

**Vasstelling van proteïenbehoefes vir onderhoud**

As dit 'n probleem was om energie-eenhede te standardiseer dan word dit eenvoudig in vergelyking met proteïene. Benodigdhede in die literatuur is uitgedruk in terme van stikstof ruproteïene, skynbaar verteerbare proteïene, ware verteerbare proteïene, metaboliseerbare proteïene, beskikbare proteïene en dan is daar nog die kopseerfaktore soos metaboliese misstikstof en endogene urine stikstof in die prentjie om vir die herkouer 'n proteïen met 'n biologiese waarde te vind. Alles inaggeneem, is besluit om totdat iets aanvaarbaar gevind is, proteïenbehoefes bloot in terme van stikstof uit te druk. Alle ontledings word op 'n stikstofbasis gedoen en selfs die vermenigvuldiging van N met 6,25 na proteïene kan nie altyd geregverdig word nie. Die volgende twee metodes is gebruik om die stikstofbehoefes vir onderhoud te bereken:

*Metode 1:*

In Tabel 4 word 'n opsomming gegee van 'n aantal verwysings na die proteïenbehoefes van beeste herlei

na gm N/kg<sup>WO,75</sup>. Die standaard van Morrison (1959) is nie hierby ingesluit nie omrede dit algemeen as te liberaal beskou word. 'n Algemene aanvaarbare waarde en in goeie ooreenstemming met die van Suid-Afrikaanse werkers is 0,5 gm/kg<sup>WO,75</sup>.

**Tabel 4**

*Oorsig van stikstofbenodigdhede vir onderhoud herlei tot gm N/kg<sup>WO,75</sup>*

A.R.C. (1965)	0,58	Ritzman & Benedict(1938)	
		(a) Fries	0,39
Brody (1945)	0,70	(b) Jersey	0,44
Elliott & Topps (1963a)	0,39	Smuts (1935)	0,52
Elliott & Topps (1963b)	0,54	Verbeek (1958)	0,57
Mitchell (1929)	0,24	Winchester <i>et al</i> , (1957)	0,43
N.R.C. (1970)	0,78		

*Metode 2:*

(a) Smuts (1935) het 'n baie deeglike studie van die verhouding tussen die minimum energiemetabolisme en die van proteïene gemaak. Hy het dan ook gevind dat daar 'n redelike konstante verhouding by verskillende warmbloedige diere bestaan, naamlik 0,48 mg endogene urinestikstof per kJ basale metabolisme.

(b) Volgens Mitchell (1964) is die basaalmetabolisme van 'n bees 264 kJ/kg<sup>WO,75</sup> en sal die endogene stikstofuitskeiding hiervolgens dan 126 mg N/kg<sup>WO,75</sup> wees.

(c) Brody (1945) verklaar dat die proteïenonderhoudsbehoefes viermaal die endogene stikstofuitskeiding is wat dit dan op 126 x 4 = 0,5 gm N/kg<sup>WO,75</sup> te staan bring.

Beide die metodes lewer dus presies dieselfde waarde en dit is dan as basis gebruik om die stikstofbehoefes te bereken soos dit saamgevat is in Tabel 5. Die maksimum aanbeveling word vir 'n bees van 500 kg aangegee en daar is rede om te glo dat vir oorlewingsdoeleindes hierdie perk selde oorskrei sal word.

Wanneer uitsluitlik van nie-proteïenstikstofbronne tesame met laegraadse ruvoer gebruik gemaak word, mag die aanbevole stikstofpeile ietwat te laag wees omdat die stikstofbenutting onder die omstandighede gewoonlik heelwat minder doeltreffend is as normale proteïenbronne of selfs nie-proteïenstikstofbronne in hoë-energieantsoene.

**Tabel 5**

*Berekende stikstofbenodigdhede vir onderhoud*

Gewig, kg	gm N/dag	Gewig, kg	gm N/dag
125	18,7	325	38,3
150	21,5	350	40,5
175	24,1	375	42,6
200	26,6	400	44,7
225	29,1	425	46,8
250	31,5	450	48,9
275	33,8	475	50,9
300	35,6	500	52,9

Tabel 6

Voedingswaarde van Suid-Afrikaanse Voersoorte  
(Vogvrye basis)

Voersoort	% Proteïen	% N	MJ ME/kg
Mielies	10,0	1,60	13,8
Mieliekopmeel	9,0	1,44	13,0
Mielieblaarkopmeel	8,8	1,41	12,2
Heelmielieplant (a) gestoek	7,3	1,17	10,5
(b) kuilvoer	8,0	1,28	10,5
Mielieplantstronke + blare	6,3	1,01	8,2
Mielieblare	3,4	0,54	8,8
Mieliekopstronke	2,8	0,45	7,1
"Hominy Chop"	11,4	1,82	13,4
Kafferkringgraan	11,2	1,79	13,5
Kafferkringare	10,3	1,65	11,3
Heelkafferkringplant	7,0	1,12	9,2
Koringsemels	16,2	2,59	10,6
Kafferkringkaf	5,1	0,82	7,2
Koringstrooi	3,6	0,58	7,1
Hawersaad	10,4	1,66	11,5
Heelhawerplant (hooi)	9,0	1,44	8,1
Hawerkaf	4,5	0,72	5,5
Hawerstrooi	4,2	0,67	7,9
Garssaad	11,5	1,84	11,6
Heelgarsplant (hooi)	8,0	1,28	9,0
Garsstrooi	4,0	0,64	7,0
Bonehooi	15,5	2,48	7,9
Grondbonekoek meel	50,0	8,00	13,8
Grondbonehooi met peule	14,1	2,26	11,7
Grondbonehooi sonder peule	10,6	1,70	9,9
Kafferbonehooi	14,5	2,32	9,3
Katoensaadkoek meel	50,0	8,00	11,6
Katoensaaddoppe	5,0	0,80	6,2
Lupinehooi	16,0	2,56	9,1
Lupinestrooi	6,0	0,96	6,3
Lusernhooi	17,0	2,72	8,5
Lynsaadkoek meel	36,5	5,84	11,9
Sojabonekoek meel	51,0	8,16	12,1
Sojabonehooi	13,0	2,08	7,9
Sojabonestrooi	5,0	0,80	5,7
Sonneblomkoek meel	42,0	6,72	11,6
Sonneblomkoppe	12,5	2,00	12,1
Babalahooi	7,2	1,15	8,8
Boermannahooi	9,1	1,46	9,0
Columbusgrashooi	9,8	1,57	9,0
Johnsongrashooi	7,7	1,23	9,5
Soedangrashooi	8,7	1,39	8,9
Sorghums, gemiddeld	8,5	1,36	8,8
Eragrostis curvula	6-13	0,9-2,0	9,2
Olifantsgrashooi	9,6	1,54	7,8
Soetgrashooi	6,4	1,02	8,4
Tefgrashooi	10,0	1,60	8,8
Somerveldgrashooi	8,0	1,28	9,6
Winterveldgras	3,0	0,48	6,3
Buffelsgras	7,8	1,25	7,5
"EC-Feed"	10,0	1,60	7,5
Kafferkringbrouersgraan	30,0	4,80	11,3
Melassestroop en -meel	4,0	0,64	11,2
Piesangskille	8,6	1,38	9,4
Rysstrooi	3,6	0,57	7,0
Sitrusmeel	7,0	1,12	11,6
Hoendermis	27,0	4,32	9,8
Kameeldoringboompeule	13,9	2,22	9,2

Berekening van stikstofvereistes vir oorlewing van groeiende en nie-dragtige beeste

Dieselfde metode soos voorgestel vir energie word ook aanbeveel om toegepas te word in die berekening van die vereistes aan stikstof vir oorlewing. Met inagneming van die ouderom en normale gewig van die beeste word in Fig. 1 die ooreenstemmende gewig op die oorlewingslyn vasgestel en van Tabel 5 word die stikstofvoorsiening vir daardie gewig gevind. Dus 'n bees van 18-maande-ouderdom wat ongeveer 320 kg weeg, sal volgens Fig. 1 'n oorlewingsgewig van 225-250 kg hê en die stikstofvoorsiening vir onderhoud van daardie gewig bees is volgens Tabel 5 ongeveer 30 gm N per dag.

Stikstofvoorsiening vir oorlewing van die dragtige koei

Die oorlewingsbehoefte aan proteïen vir dragtigheid word ook soos hierbo beskryf bepaal met die uitsondering dat 315 kg as die minimum gewig vir oorlewing van die dragtige koei geneem moet word. Die addisionele behoefte as gevolg van die groeiende fetus by normale koeie word deur Moustgaard (1969) opgesom. Hierdie data is soos volg aangepas in die lig van die bevindings van Haigh, Moulton & Trowbridge (1920) oor die invloed van voedingspeil op die gewig en samestelling van die kalf:

Tyd van dragtigheid	gm N
6 maande	7
7 "	15
8 "	24
9 "	44
laaste 2 weke	56

Bogenoemde hoeveelhede stikstof word addisioneel voorsien tot die basiese benodigdhede vir oorlewing soos hierbo reeds uiteengesit. 'n Koei met 'n gewig van 450 kg sal dus die oorlewingsvoorsiening van 'n 315 kg koei ontvang wat ongeveer 37 gm N per dag is en indien sy 8 maande dragtig is, sal 'n addisionele 24 gm N voorsien moet word wat haar totale stikstofvoorsiening dan opstoot na 61 gm N.

Voerevaluasie

Na raadpleging van verskillende bronne is die ME-konsentrasie (kJ/kg) van die voer vasgestel (Grey, 1970; Morrison, 1959; N.R.C., 1970; Oosthuizen & Coetzee, 1970; Schneider, 1947; van Wyk, Oosthuizen & Meyer, 1955; Vipond, 1914). Dit tesame met die stikstofinhoud van verskillende voersoorte word in Tabel 6 saamgevat en uitgedruk op 'n vogvrye basis.

Samevatting en implimentering van voorgestelde voedingstandaarde vir oorlewing

Energie en Proteïen

Wanneer beeste op oorlewingsrantsoene geplaas gaan word, is dit in die eerste plek nodig om hulle op grond van ouderdom en gewig te groepeer. Veronderstel die diere is omtrent 18-maande oud en weeg nagenoeg 375 kg. Volgens Fig. 1 kan beeste van daardie ouderdom en gewig sonder komplikasies gewig verloor na 260 kg. Volgens Tabel 2 is die energiebehoefte vir onderhoud van 'n 260 kg bees 28,79 MJ ME. 'n Gedeelte van die energiebehoefte kan voorsien word deur die afbraak van liggaamsweefsel. Omdat die samestelling van die afgebreekte weefsel bekend is, kan bereken word dat 115 kg weefsel uit 68,8 kg vet, 9,7 kg proteïen, 34,3 kg vog en 2,1 kg as bestaan. Die energievoorsiening deur die afbraak van 68,8 kg vet en 9,7 kg proteïen is  $(68,8 \times 39,3) + (9,7 \times 20,1) = 2898$  MJ NE (3941 MJ ME). Indien vermoed word dat die droogtevoeding 400 dae kan duur,

beteken dit dat daar daagliks die ekwivalent van 9,85 MJ ME deur die afbraak van weefsels voorsien word. Op die wyse word dus 34% van die berekende energie-behoefte voorsien vanaf die afbreek van weefsels en bly slegs 18,94 MJ ME oor wat deur voeding aangevul hoef te word. Uit Tabel 6 kan dan bereken word uit beskikbare voere hoeveel daarvan gevoer moet word om die 18,94 MJ ME vir oorlewing te voorsien. Veronderstel mieliemeel en kafferbonehooi is beskikbaar en 'n mengsel van gelyke dele word gemaak. Die ME-inhoud van so 'n mengsel vir oorlewing sal  $\frac{13,77 + 9,33}{2} = 11,55$

MJ ME wees. Om dus aan die balans van die energie-behoefte te voorsien moet  $\frac{18,94}{11,55} = 1,64$  kg van die meng-

sel op 'n vogvrye basis per bees per dag gevoer word.

Afgelei uit Tabel 6 sal 'n mengsel van gelyke dele mieliemeel en kafferbonehooi 'n ruproteïëinhoud van 12,2% hê en 1,64 kg daarvan sal dus 200 gm proteïene of 32,0 gm stikstof voorsien wat volgens Tabel 5 omtrent net aan die benodigde 32,4 gm vir onderhoud van 'n 260 kg bees sal voorsien. Hierby kan egter nog gereken word die stikstof wat deur die afbraak van proteïenweefsel gedeeltelik direk weer herbenut kan word en 'n verdere gedeelte deur middel van die ureum-konserveringsmeganisme (Haupt, 1959). Gesamentlik kan op die wyse ten minste 50% van die proteïenweefsel wat afgebreek is, herbenut word. Die stikstofbydrae van proteïenweefsel afgebreek, kan soos volg bereken word: In die voorbeeld hierbo na verwys is 9,7 kg proteïenweefsel afgebreek oor 'n periode van 400 dae wat op 3,9 gm N (24,3 gm proteïene) per dag te staan kom. Gebaseer op 'n 50% herbenutting kan 2,0 gm N dus deur die afbreek van weefsels voorsien word. Die 1,64 kg voer dra 32,0 gm N by plus 2,0 gm N deur die afbreek van weefsels wat die totale N-voorsiening op 34,0 gm te staan bring wat dan meer as die berekende oorlewingsbehoefte van 32,4 gm N is.

#### Minerale

Anders as met organiese stowwe wat deur metabolisme na ander eindprodukte verander word, bly die ione van minerale onveranderd en kan volkome herbenut word. 'n Addisionele behoefte aan minerale ontstaan dus net gedurende die produksieproses. In die geval van oorlewing waar gewigsverlies voorkom, kom ook minerale beskikbaar uit die afbraak van weefsel soos in Tabel 1 aangetoon is. Hierdie minerale tesame met die wat uit die voer voorsien word, is heeltemal voldoende vir oorlewingsdoeleindes en geen spesiale voorsiening vir minerale in die voeding is nodig nie.

#### Water

Mitchell (1962) het die waterbehoefte van beeste vir onderhoud bereken en resultate van studies op die mens bevestig dat die waterbenodigdhede in direkte verband tot die hitteproduksie staan en wel in die verhouding van 1 gm water per 4 kJ hitte geproduseer. Hierdie hoeveelheid verteenwoordig die minimum vereistes, maar word tog vir oorlewing aanbeveel aangesien waterbeperking ook voordele inhou deur onder andere stikstofkonservering te bevorder en skynbaar ook die vertering van ander voedingstowwe te bevorder (Williamson & Payne, 1959). Hierby kan ook die metaboliese water gereken word wat beskikbaar kom by die afbreek van weefsels. In die voorbeeld hierbo na verwys, kom deur die afbreek van 115 kg weefsel, 34,3 kg water beskikbaar wat sekerlik ook 'n bydrae kan lewer om aan die waterbehoefte te voorsien.

#### Verwysings

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1965. The nutrient requirements of farm animals. No. 2. Ruminants. London: H.M. Stationery Office.
- ARMSBY, H.P., 1917. The nutrition of farm animals. New York: MacMillan.
- ASDELL, S.A., 1949. J. Dairy Sci. 32, 60.
- BLAXTER, K.L., 1962. The energy metabolism of ruminants. London: Hutchinson.
- BRODY, S., 1945. Bioenergetics and growth. New York: Hafner.
- CANADIAN COUNCIL OF NUTRITION, 1948. A dietary standard for Canada. Ottawa: Canadian Council.
- CRAMPTON, E.W., 1956. Applied Animal Nutrition. San Francisco: W.H. Freeman.
- CUTHBERTSON, D.P., 1959. Scientific principles of feeding farm livestock. London: Farmer & Stock Breeder.
- ELLIOTT, R.C., REED, W.D. & TOPPS, J.H., 1964. Br. J. Nutr. 18, 519.
- ELLIOTT, R.C. & TOPPS, J.H., 1963a. Nature London 197, 668.
- ELLIOTT, R.C. & TOPPS, J.H., 1963b. Br. J. Nutr. 17, 539.
- FLATT, W.P. & COPPOCK, C.E., 1965. In 2nd int. Symp. Physiol. Digest Ruminant. pp. 240-253. Ed. R.W. Dougherty. Washington: Butterworths.
- FLATT, W.P., MOE, P.W. & MOORE, L.A., 1967. Proc. 4th Symp. Energy Metab., Warsaw. E.A.A.P., Publ. No. 12, 123.
- FORBES, E.B., BRAMAN, W.W. & KRIS, M., 1928. J. agric. Res. 37, 253.
- GARRETT, W.N., 1970. Proc. 5th Symp. Energy Metab. Copenhagen, E.A.A.P. Publ. No. 13, 101.
- GARRETT, W.N., MEYER, J.H. & LOFGREEN, G.P., 1959. J. Anim. Sci. 18, 528.
- GRAHAM, N. McC., 1970. Proc. 5th Symp. Energy Metab. Copenhagen, E.A.A.P. Publ. 13, 105.
- GREY, J.H., 1970. Die Vleisnywerheid 29, 43.
- HAECKER, T.L., 1920. Univ. Minn. agric. exp. Sta. Bull. 193.
- HAIGH, L.D., MOULTON, C.R. & TROWBRIDGE, P.F., 1920. Missouri agric. exp. Sta. Res. Bull. 38.
- HASHIZUME, T., HAMADA, T., MASUBUCHI, T. & YOKOTA, C., 1964. Special report of the National Institute of Animal Industry, Tokyo, No. 2, 1.
- HILLS, J.L., 1922. Vermont, agric. exp. Sta. Bull. 225.
- HOUP, T.R., 1959. Am. J. Physiol. 197, 115.
- JAKOBSEN, P.E., HAVSKOV SØRENSEN, P. & LARSEN, H., 1957. Acta Agric. Scand. 7, 103.
- JOUBERT, D.M., 1954. J. agric. Sci., Camb. 45, 164.
- KELLNER, O., 1915. The scientific feeding of farm animals. London: Duckworth.
- KLEIBER, M., 1961. The fire of life. New York; John Wiley & Sons.
- LUITINGH, H.C., 1961. J. agric. Sci. Camb., 56, 389.
- MANN, T. & WALTON, A., 1953. J. agric. Sci., Camb. 43, 343.
- MITCHELL, H.H., 1929. Nat. Res. Council. Bull. No. 67.
- MITCHELL, H.H., 1962. Comparative nutrition of man and domestic animals. Vol. 1. New York: Academic Press.
- MITCHELL, H.H., 1964. Comparative Nutrition of man and domestic animals. Volume II. New York: Academic Press.



- MOE, P.W., TYRELL, H.F. & FLATT, W.P., 1970. Proc. 5th Symp. Energy Metab., Copenhagen, E.A.A.P. Publ. 13, 65.
- MÖLLGAARD, H., 1929. Fütterungslehre des Milchviehs. Die Quantitative Stoffwechselformung und ihre bisherigen Resultate beim Milchvieh. Hannover, Germany: M. & H. Schaper.
- MORRIS, J.G., 1958. Qd. J. agric. Sci. 15, 181.
- MORRIS, J.G., 1968a. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 7, 20
- MORRIS, J.G., 1968b. Aust. J. exp. agric. Anim. Husb. 8, 668.
- MORRIS, J.G. & GARTNER, R.J.W., 1970. Aust. J. exp. agric. Anim. Husb. 10, 685.
- MORRISON, F.B., 1959. Feeds and Feeding. 22nd Ed. Clinton, Iowa: Morrison Pub. Co.
- MOUSTGAARD, H., 1969. In Reproduction in Domestic Animals. pp. 489–516. Ed. H.H. Cole & P.T. Cupps. New York: Academic Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1970. Nutrient requirements of beef cattle, 4th edn. Washington: National Academy of Sciences.
- O'DONOVAN, W.M., 1968. Proc. Rhod. Symp. Anim. Prod. 1, 17.
- OOSTHUIZEN, S.A. & COETZEE, D.M.B., 1970. Voeding van koeie. Potchefstroom: Wesvalia.
- PANARETTO, B.A., 1964. Aust. J. agric. Res. 15, 771.
- PHILLIPS, R.W., FRIEDMAN, M.H. & TURNER, W.A., 1939. In Food and Life. pp. 476–491. Yearbook of Agriculture. Washington: U.S.D.A.
- REID, J.T., 1949. J. Am. vet. med. Ass. 64, 158.
- RITZMAN, E.J. & BENEDICT, F.G., 1938. Nutritional Physiology of the adult Ruminant. Washington: Carnegie Institute.
- RYLEY, J.W., 1961. Qd. J. agric. Sci. 18, 409.
- RYLEY, J.W. & GARTNER, R.J.W., 1962. Qd. J. agric. Sci. 19, 309.
- SCHNEIDER, B.H., 1947. W. Va. agric. exp. Sta. Bull. 299p.
- SMUTS, D.B., 1935. J. Nutr. 9, 403.
- SOUTHCOTT, W.H., 1959. Aust. vet. J. 35, 126.
- SOUTHCOTT, W.H. & McCLYMONT, G.L., 1960. Aust. J. agric. Res. 11, 439.
- TROWBRIDGE, P.F., MOULTON, C.R. & HAIGH, L.D., 1915. Mo. agric. exp. Sta. Res. Bull. 18.
- VAN ES, A.J.H., 1961. Between-animal variation in the amount of energy required for the maintenance of cows. Thesis. Wageningen, Holland.
- VAN WYK, H.P.D., OOSTHUIZEN, S.A. & MEYER, E.E., 1955. Voedingswaarde van Suid-Afrikaanse voergewasse. III. Hooi- en weidingsgewasse, kuilvoer, graan, knolle en peule. Dept. Landbou Wetensk. Pamfl. No. 354.
- VERBEEK, W.A., 1958. The influence of winter nutritional planes on the performance of young beef steers. D. Sc. Thesis. Univ. Stellenbosch.
- VERCOE, J.E., 1970a. Proc. 5th Symp. Energy Metab. Copenhagen, E.A.A.P. Pub. 13, 85.
- VIPOND, H.J., 1914. The composition of crops and feeding stuffs. Dept. of agric. Pamf. No. 1. Pretoria: Government Printer.
- WARD, H.K., 1968. Rhod. J. agric. Res. 6, 93.
- WILLIAMSON, G. & PAYNE, W.J.A., 1959. Animal Husbandry in the tropics. London: Longmans.
- WINCHESTER, C.F. & HENDRICKS, W.A., 1952. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. No. 1071.
- WINCHESTER, C.F., HINER, R.L. & SCARBOROUGH, V.C., 1957. J. Anim. Sci. 16, 426.
- WOOD, T.B. & WOODMAN, H.E., 1948. Rations for livestock. London: Ministry of Agric. & Fish. Bull. No. 48.