

voederwaardeschatting van voedermiddelen voor herkauwers en varkens

A. STEG en B. SMITS*

het begrip voederwaarde

In de veehouderij wordt veel gesproken over de voederwaarde van voedermiddelen. Dit is niet verwonderlijk, omdat het voer in de rundveehouderij, maar sterker nog in de varkenshouderij, een belangrijke kostenpost is. Een zo nauwkeurig mogelijke benadering van de waarde van een voedermiddel is dan ook van veel belang. Rijpkema en anderen hebben in 1975 al aangegeven, dat de waarde van een produkt voor praktisch gebruik in de veevoeding in hoofdzaak wordt bepaald door:

- de *voederwaarde in engere zin*, waaronder de *energetische voederwaarde*, de voederwaarde als *eiwitbron*, de *opneembaarheid* en meer *specifieke* factoren (gehalten aan vitamines, mineralen, sporenelementen; het voorkomen van toxische stoffen, pathogene organismen enz.) kunnen worden gerangschikt;
- de *vorm* van het produkt, omdat die in belangrijke mate houdbaarheid en kosten van transport, opslag en vervoeding bepaalt;
- de *constantheid* in samenstelling, aangezien een steeds wisselende samenstelling onzekerheid over de voederwaarde in engere zin meebrengt.

Vaak bedoelt men met de term 'voederwaarde' uitsluitend de energetische en eiwitwaarde van een produkt.

In de navolgende beschouwing wordt de aandacht dan ook vooral hierop gericht. De voederwaarde als eiwitbron wordt daarbij alleen in de beschouwing betrokken voor zover het de berekening van vre betreft. In hoeverre vre een bevredigende maatstaf is voor de eiwitwaarde blijft buiten beschouwing.

De *energetische* voederwaarde van een voedermiddel wordt bepaald door de hoeveelheid energie per kg produkt, die het dier kan gebruiken voor onderhoud (het in stand houden van het lichaam) en stoffelijke of mechanische produktie (aanzet in het lichaam, melk, trekkracht).

De stofwisseling kan als volgt worden weergegeven:

- bruto-energie in voedermiddel (GE)
- energie in de mest uitgescheiden
- = verteerbare energie (DE)
- energie via urine en maagdarmgassen uitgescheiden
- = beschikbare energie (ME)
- warmteverliezen optredende bij de omzetting van geresorbeerde verbindingen (intermediaire stofwisseling)
- = netto-energie voor onderhoud + netto-energie voor produktie (NE)

De netto-energie voor onderhoud wordt direkt verbruikt en wordt omgezet in warmte.

De (netto)-energiewaarde van voedermiddelen voor varkens wordt uitgedrukt in kcal (NE_v) of voedereenheden (EW); die voor herkauwers in voedereenheden. Bij de herkauwers is de voederwaarde verder afhankelijk van de diercategorie: voedereenheden melk (VEM) of voedereenheden vleesvee intensief (VEVI).

De *eiwitwaarde*-maatstaf is voor varkens het verteerbaar ruw eiwit en voor herkauwers het voedernorm ruw eiwit (in beide gevallen afgekort als vre). Het begrip 'voedernorm ruw eiwit' is gedefinieerd als het gehalte aan eiwit dat in voedingsfysiologische zin zo goed als gelijkwaardig kan worden beschouwd aan het verteerbaar ruw eiwit van de rantsouen waarop de voedernormen zijn gebaseerd (Frens 1958). Het gehalte aan vre wordt voor de meeste produkten berekend als het gehalte aan N x 6,25 x verteringscoëfficiënt_{re}/100. Aan N aanwezig als ammoniak wordt in het algemeen echter geen eiwitwaarde toegekend.

berekening van de voederwaarde van voedermiddelen

De netto-energiewaarde van voedermiddelen kan worden *bepaald* in energiebalansproeven. Het aantal produkten en ook het aantal soorten produkten dat in dit soort proeven op netto-energiewaarde is onderzocht, blijkt beperkt en een sterke uitbreiding is op korte termijn ook niet realiseerbaar vanwege het kostbare en arbeidsintensieve karakter ervan. Een methode voor de *berekening* van de netto-energiewaarde is het gebruiken van relaties tussen netto-energiewaarde en verteerbare bestanddelen. Daarmee kan men van veel produkten, waarvan wel informatie over verteerbaarheid aanwezig is, de netto-energiewaarde berekenen. Indien de kennis van de verteerbaarheid ontbreekt, kan een verteringsproef, die aanzienlijk minder kostbaar en arbeidsintensief is dan een energiebalansproef, hierover uitsluitsel geven. In Nederland worden voor de berekening van de netto-energiewaarde de volgende formules gebruikt:

Varkens:

$$NE_v = 2,59 \text{ vre} + 8,63 \text{ vrvt} + 1,5 \text{ vrc} + 3,03 \text{ vok} - 0,15 \text{ suiker}^1 \text{ (afgeleid uit Schieman e.a. 1971).}$$

Herkauwers en paarden (uitgaande van verteringscoëfficiënten bepaald bij hamels):

$$GE = 5,77 \text{ re} + 8,74 \text{ rvet} + 5,00 \text{ rc} + 4,06 \text{ ok} - 0,15 \text{ suiker}^e$$

$$ME = 3,8 \text{ vre} + 9,0 \text{ vrvt} + 3,3 \text{ vrc} + 3,5 \text{ vok} - 0,15 \text{ suiker}^1$$

$$q = 100 \text{ ME/GE}$$

$$VEM = \{ 0,6 + 0,0024(q - 57) \} 0,9752 \text{ ME/1,65}$$

* Ir. A. Steg en Ing. B. Smits zijn werkzaam bij het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' te Lelystad.

1 De factor 0,15 dient alleen te worden toegepast wanneer het voedermiddel meer dan 8% suiker op de (lucht) droge stof bevat.

$$VEVI = \left[\frac{(0,0078q + 0,006)ME/1,65}{(0,00493q - 0,548)} + 1 \right] \frac{1}{(0,00287q + 0,554) \times 1,5}$$

Voor *verse en geconserveerde groenvoeders* is de formule voor de berekening van ME vereenvoudigd tot:

ME=3,4 vos+1,4 vre indien vos/vre ≤ 7 en

ME=3,6 vos, indien vos/vre > 7 met uitzondering van snijmaisprodukten, waarvoor geldt: ME = 3,7 vos.

Voor GE wordt een vast getal van 4400 kcal/kg droge stof aangehouden. (Benedictus 1977, Van Es en Van der Honing 1977).

Uit de formules kan men aflezen, dat voor de berekening van de voederwaarde van voedermiddelen informatie nodig is over de *chemische samenstelling* en de *verteerbaarheid*.

de chemische samenstelling

Voor de voederwaardeberekening is kennis nodig van de uitkomsten van de weender-analyse. Het produkt wordt daarbij gesplitst in: vocht, ruw as, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en overige koolhydraten. Bij ruwvoeders is een vetgehalte-bepaling voor de berekening van de voederwaarde veelal niet nodig (zie bovenstaande formules). Voor produkten die aanzienlijke hoeveelheden suikers kunnen bevatten, is aanvullend een suikerbepaling nodig. Het chemische onderzoek van voermonsters van het bedrijfsleven (van veevoederindustrie en -handel, maar ook van veehouderijbedrijven) kan in Nederland (afgezien van particuliere laboratoria) door drie onafhankelijke instanties worden uitgevoerd: het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek (ruwvoeders), het Bedrijfslaboratorium voor de Landbouw te Leeuwarden (ruwvoeders) en het RIKILT te Wageningen (krachtvoer en krachtvoergrondstoffen).

Voor het onderzoeken van proefmateriaal van eigen proeven beschikt het IVVO eveneens over laboratoriumaccommodatie, waar niet alleen voermonsters, maar ook allerlei stofwisselingsprodukten van rund, schaap, geit en varken worden onderzocht.

de bepaling van de verteerbaarheid

dierproeven

De bepaling van de verteerbaarheid van voedermiddelen *in-vivo* heeft al gedurende meer dan 40 jaar een belangrijk deel van de werkzaamheden van het IVVO gevormd. In de loop der jaren werden meer dan 1500 verteringsproeven met hamels, bijna 450 proeven met varkens en ongeveer 100 proeven met rundvee (melkvee, ossen, vleesstieren) uitgevoerd. De proeven met rundvee werden meestal opgezet om de verteerbaarheid van *rantsoenen* te testen, meer dan om enkelvoudige voedermiddelen op verteerbaarheid te onderzoeken.

Voor de bepaling van de verteerbaarheid van voedermiddelen bij *herkauwers* is op ons instituut de *hamel* het meest ge-

bruikte proefdier. Dit dier leent zich goed voor dit soort proeven.

Natuurlijk dient men zich te realiseren, dat de verteerbaarheid van een voedermiddel bij hamels op ongeveer onderhoudsvoederbehoefte bepaald, niet dezelfde zal zijn als bij iedere andere herkauwer op ieder willekeurig voederniveau. Om de gegevens over de verteerbaarheid van voedermiddelen bij hamels voor diverse andere groepen herkauwers te kunnen gebruiken, is kennis nodig van het verband tussen de hamelverteerbaarheid en de verteerbaarheid bij de bewuste diercategorie. Daaruit afgeleide correctiefactoren zijn deels in de huidige voederwaardeberekening, deels in de voedernormen verwerkt.

Voor verschillende rantsoenen is de kennis over genoemde relaties nog te beperkt: daarom worden ook regelmatig vergelijkende hamel-koe-verteringsproeven uitgevoerd.

Voor het bepalen van de verteerbaarheid van voedermiddelen bij *varkens* wordt gewerkt met *borgen*, in het gewichtstraject van 35 tot 115 kg. Het voederniveau in de proeven ligt op 80-90% van het door het CVB geadviseerde schema voor mestvarkens.

verteerbaarheidsbepaling in-vitro

De verteerbaarheid van de organische stof van voedermiddelen bij herkauwers kan ook *in-vitro* worden bepaald (Van der Koelen e.a. 1974).

De bepaling van de verteerbaarheid *in-vitro* kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het onderling waarden van voedermiddelen. Wel moet men nog rekening houden met een aanzienlijke reststandaardafwijking bij het schatten van vc_{os} -vivo uit vc_{os} -vitro, maar deze zal in het algemeen lager zijn dan wanneer vc_{os} -vivo wordt afgeleid uit de chemische samenstelling (zie hierna). De *in-vitro*-bepaling heeft echter een duidelijke beperking, aangezien slechts informatie wordt verkregen over de verteerbaarheid van de organische stof. Vooral voor produkten met een aanzienlijk vetgehalte (> 5%) is kennis van de verteerbaarheid van de organische stof niet voldoende om de (energetische) voederwaarde redelijk nauwkeurig te schatten. Bovendien is van veel produkten met een onevenwichtige samenstelling (waaronder diverse krachtvoergrondstoffen) onbekend in hoeverre vc_{os} -vitro een redelijke voorspelling kan geven van vc_{os} -vivo.

Indien verder bedacht wordt, dat men voor het uitvoeren van de *in-vitro*-bepalingsmethode in de huidige vorm gefistuleerde herkauwers nodig heeft voor de voorziening in de behoefte aan *vers pensvocht* en de bepaling enige *microbiologische* kennis en een grote mate van nauwkeurigheid vereist, dan is verklaarbaar waarom de bepaling van de verteerbaarheid *in-vitro* in Nederland beperkt is gebleven tot onderzoekinstellingen.

verteerbaarheid afhankelijk van samenstelling

Het bepalen van de verteerbaarheid van alle op de markt

komende partijen van een voedermiddel is bijna altijd ondoenlijk.

Nu kan men, om toch tot een bevredigende voederwaardeberekening te komen, voor een bepaald soort voedermiddel gefixeerde verteringscoëfficiënten hanteren. Dit wordt bij krachtvoergrondstoffen veel toegepast (zie o.m. de Veevoedertabel 1977).

Van produkten die vrij constant van samenstelling zijn, blijkt de verteerbaarheid ook vrij constant te zijn (b.v. bij granen, sommige bijprodukten, zoals sojaschroot).

Voor diverse voedermiddelen is het echter onjuist met gefixeerde verteringscoëfficiënten te werken, omdat de chemische samenstelling (zeer) sterk kan variëren, wat de verteerbaarheid en dus ook de voederwaarde sterk kan beïnvloeden. Dit is vooral bij verse en geconserveerde groenvoeders duidelijk (voor b.v. grashooi betekent een verschil van 5% in ruwe celstof ± 6 eenheden verschil in vc_{os} -hamels en $\pm 10\%$ verschil in VEM; dit betekent dat, indien aan melkvee 10 kg hooi wordt verstrekt, het verschil in daarmee verstrekte energiewaarde bijna gelijk is aan de energiewaarde van een kg krachtvoer).

Maar ook bij bepaalde krachtvoergrondstoffen is het effect duidelijk: bij een produkt als tapiocawortelenmeel betekent een verschil van 5% in ruwe-celstofgehalte (hetgeen voorkomt) $\pm 17\%$ verschil in NE_v .

Voor de voederwaardeschatting van dit soort produkten vanuit de chemische samenstelling kan men twee methoden hanteren, respectievelijk de *indirecte* en de *directe* schatting genoemd.

Bij de *indirecte* schatting worden de verteerbare bestanddelen (in principe vre , vr_{vet} , vrc en vok) geschat uit de chemische samenstelling. Met behulp van de (geschatte) verteerbare bestanddelen kunnen dan NE_v of ME , q en vervolgens VEM en/of VEV1 worden berekend.

Nadelen van deze methode zijn, dat de berekening vrij bewerkelijk is (vre , vr_{vet} , vrc en vok moeten afzonderlijk worden berekend), de grootte-orde van de reststandaardafwijking moeilijk te berekenen is en eventuele interacties tussen verklarende variabelen niet in de berekening worden betrokken. Een voordeel is, dat de variatie in verteerbaarheid van een bepaald bestanddeel vaak door één chemisch kenmerk in sterke mate wordt verklaard, waardoor de relaties in die gevallen toch eenvoudig blijven.

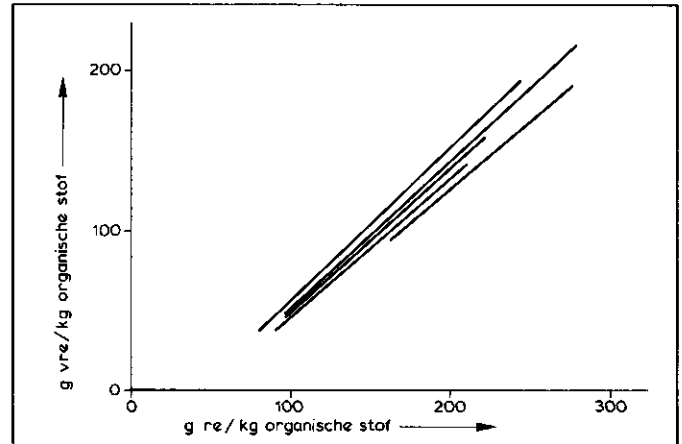
Bij de *directe* schatting worden NE_v , VEM en/of VEV1 direct geschat uit de chemische samenstelling. Het voordeel is vooral, dat door het invullen van de uitkomsten van één of enkele chemische kenmerken in een formule, direct een schatting van de energiewaarde mogelijk is met daarnaast een indruk van de reststandaardafwijking (Smits 1977).

Om het verband tussen samenstelling en verteerbaarheid en/of voederwaarde van een voedermiddel of een reeks van voedermiddelen aan te kunnen geven, is wel een voldoende aantal uitkomsten van verteringsproeven nodig.

enige recente proefuitkomsten.

ruwvoedermiddelen.

Veel van de in de loop van de afgelopen 40 jaar bij het IVVO



1. Relatie tussen re en vre bij graslandprodukten (bij dezelfde constante factor)

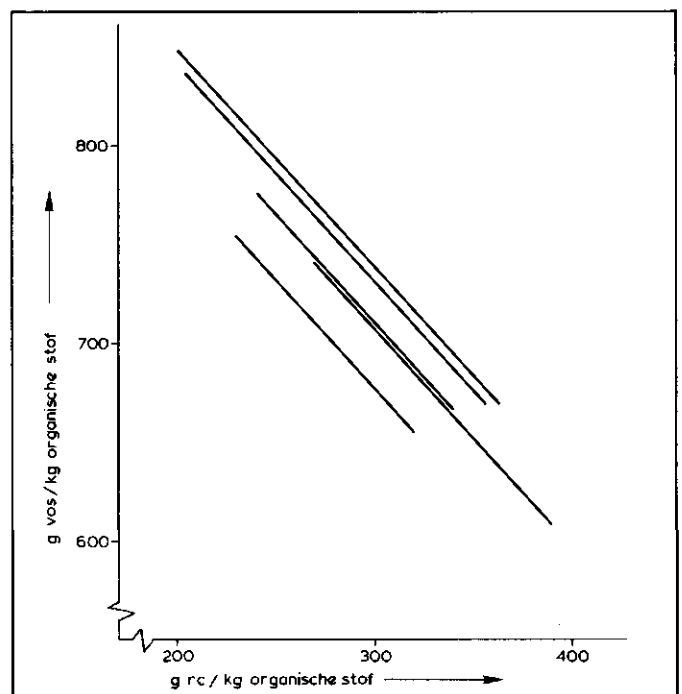
lijnen voor (van boven naar beneden):

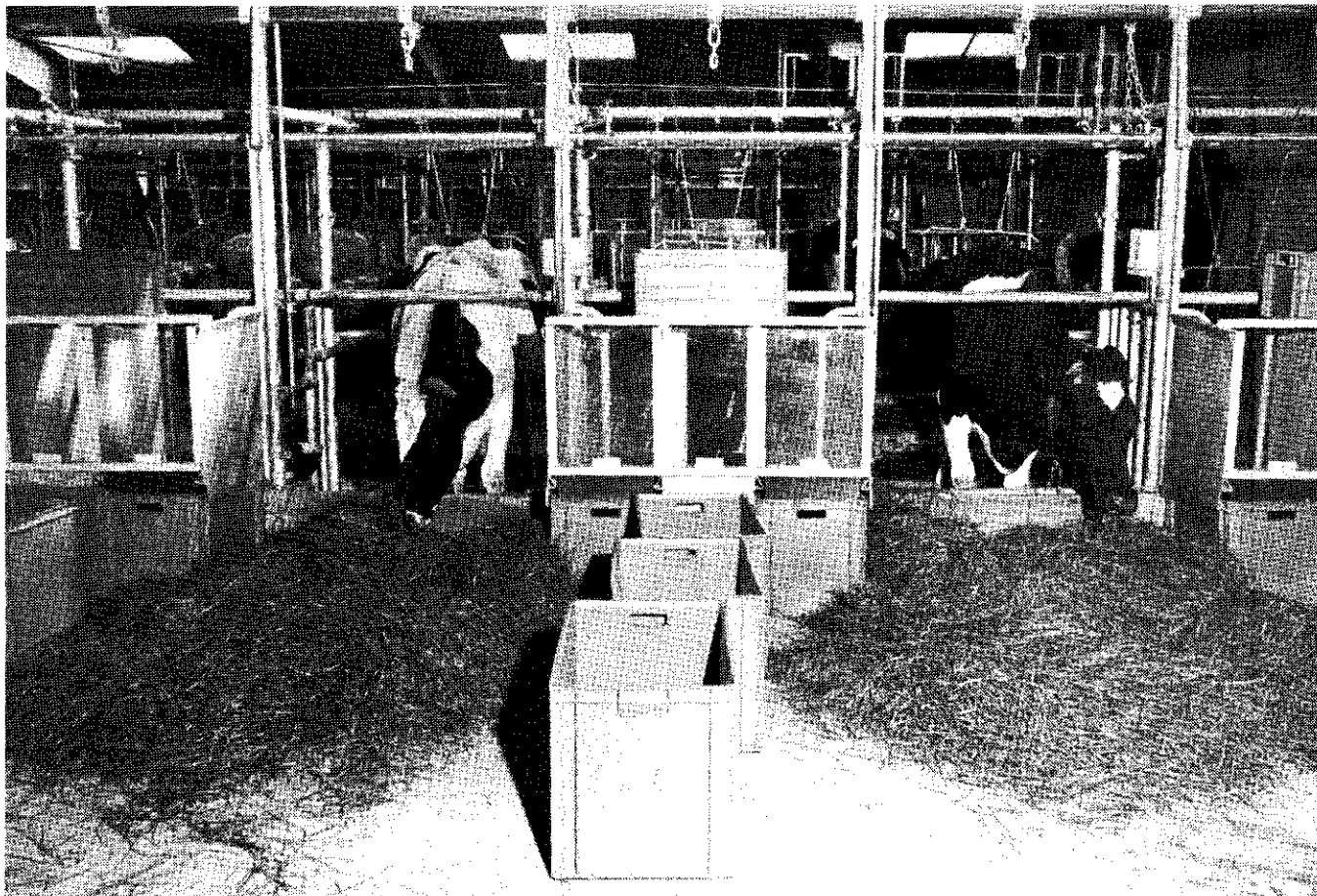
- vers gras
- kunstm. gedr. gras in lange vorm
- grassilage
- grashooi
- kunstm. gedr. gras in gemalen vorm

2. Relatie tussen rc en vos bij graslandprodukten (bij dezelfde regressiecoëfficiënt)

lijnen voor (van boven naar beneden):

- vers gras
- kunstm. gedr. gras in lange vorm
- grassilage (voorgedroogd)
- grashooi
- kunstm. gedr. gras in gemalen vorm





1. Vaststellen van de opname aan vers gras door melkvee op stal. Wat is de voederwaarde van het opgenomen voer?

uitgevoerde verteringsproeven met hamels waarin ruwvoerders werden onderzocht (in totaal al meer dan 1000), werden opgezet om meer te weten te komen over de relatie tussen de samenstelling van een ruwvoedermiddel en de verteerbaarheid en/of voederwaarde ervan. Met name Dijkstra (1954, 1967, overzicht van publicaties 1971) heeft hieraan veel aandacht besteed. Diverse regressieformules werden vastgelegd in de 'Handleiding voor de berekening van de Voederwaarde van Ruwvoedermiddelen' (1958) of de herziene uitgave ervan in 1965.

Aangezien het aantal beschikbare 'Hoornse' gegevens, dat niet in de relaties verwerkt was, steeds groter werd en het energiewaarderingsysteem voor rundvee op korte termijn zou veranderen, is in 1973 besloten tot een algehele herberekening van de relaties tussen samenstelling en voederwaarde van ruwvoedermiddelen. De analyses resulteerden in praktische voorstellen voor de schatting van de voederwaarde, die werden voorgelegd aan de commissie Herziening Handleiding en de werkgroep Ruwvoederwaardering. De uiteindelijk overeengekomen berekeningsvoorschriften zijn vastgelegd in de Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoerders 1977, uitgegeven door het CVB.

Bij verse en geconserveerde groenvoeders is gezocht naar de beste, maar tevens zo eenvoudig mogelijke schatting van voedernorm ruw eiwit (vre) en verteerbare organische stof (vos) uit de chemische samenstelling. Met behulp van deze twee gegevens kunnen (indien gewenst via algemene tabellen) VEM en VEV worden afgeleid. Hierbij is dus de *indirecte*

schatting (zij het in vereenvoudigde vorm) toegepast. Gemeenschappelijke tendensen in de relaties tussen de chemische componenten en vre en vos bij verse groenvoeders en bij de daarvan afgeleide geconserveerde produkten kregen bij de herziening veel aandacht.

Zo werd bij de *graslandprodukten* geconcludeerd, dat het gehalte aan vre van een produkt in het algemeen heel goed kan worden geschat met de formule: $vre = a \times re - 40$, waarbij vre en re zijn uitgedrukt in g/kg organische stof. De regressiecoëfficiënt *a* is afhankelijk van het soort produkt en bedraagt voor vers gras, kunstmatig gedroogd gras in lange vorm, kunstmatig gedroogd gras in gemalen vorm, grashooi en grassilage respectievelijk 0,959; 0,917; 0,836; 0,868 en 0,895 (zie figuur 1). De factor -40 g/kg zou kunnen worden beschouwd als de hoeveelheid metabolisch faecaal eiwit bij graslandprodukten. Naast ruw eiwit zijn voor de schatting van vre nog andere factoren van belang, zoals de maaidatum en soms het asgehalte of de NH_3 -fractie (zie voor meer details: documentatierapport nr. 11 IVVO). Bij graslandprodukten van goede kwaliteit heeft het gehalte aan ruwe celstof een grote invloed op het gehalte aan vos. Uit het totaalbeeld werd geconcludeerd dat globaal gewerkt kan worden met de relatie: $vos = -1,1 rc + c$ (gegevens in g/kg organische stof). De constante *c* is afhankelijk van het soort produkt en de lengte van de veldperiode. Voor gemiddelde partijen vers gras, kunstmatig gedroogd gras in lange vorm, kunstmatig gedroogd gras in gemalen vorm, grashooi en voordroog-grassilage bedraagt *c* respectievelijk 1068, 1061, 1007, 1042 en 1040 (zie figuur 2). Naast het ruwe-celstofgehalte en de veldperiode hebben nog andere factoren invloed op het gehalte aan vos, zoals de maaidatum, het asgehalte of de NH_3 -fractie (doc. rapport nr. 11 IVVO).

N.B. Voor de berekening van ME van grasmael/brok met de eerder gegeven formules, dient de berekende vos nog te worden gecorrigeerd.

Van de 'gestroomlijnde' formules zijn voorstellen afgeleid voor de berekening van vre en vos van graslandprodukten (zie Handleiding 1977).

Op overeenkomstige wijze als hier summier voor graslandprodukten is beschreven, werd gezocht naar samenhangen in de voorspelling van vre en vos van onder andere snijmaisprodukten (doc. rapport nr. 12 IVVO), snijgranen (doc. rapport nr. 13 IVVO), vlinderbloemigen (doc. rapport nr. 14 IVVO) en kruisbloemigen (doc. rapport nr. 17 IVVO). Doordat het aantal gegevens per soort produkt veelal aanzienlijk minder was dan bij graslandprodukten, hebben de afgeleide verbanden tussen samenstelling en voederwaarde bij deze produkten wel minder zeggingskracht.

krachtvoergrondstoffen

Ook bij krachtvoergrondstoffen kan men verwachten, dat de verteerbaarheid afhankelijk is van de samenstelling. Bij produkten, die vrij constant van samenstelling zijn, zal men niet snel een eventueel verband tussen samenstelling en verteerbaarheid kunnen aantonen. Bijprodukten van de produktie van voedingsmiddelen echter kunnen aanzienlijk in samenstelling variëren, bijvoorbeeld afhankelijk van het produktie-procédé en de mate waarin deelstromen van een produktie-procédé afzonderlijk worden aangeboden of vooraf worden gemengd. Dit wordt vaak beïnvloed door handelspolitieke motieven. Duidelijke voorbeelden zijn de graanbijprodukten. Hoewel in het verleden is getracht door het omschrijven van deelstromen en door het stellen van grenzen ten aanzien van de chemische gehalten (Lijst van Veevoerders) de voederwaardeschatting met vaste verteringscoëfficiënten mogelijk te maken, waren er toch gevallen waarin de grenzen aanleiding gaven tot onwezenlijk grote verschillen in voederwaarde. Bovendien veranderen de bereidingstechnieken van voedings- en voedermiddelen in de loop van de tijd vaak, waarbij de aanpassing van de gehaltegrenzen in de tabellen bij gebrek aan gegevens veelal achterblijft. Bij produkten met een variabele samenstelling is het gewenst de verteerbaarheid en/of voederwaarde aan de samenstelling te relateren. In het recente verleden zijn daarom verteringsproeven met hamels en varkens uitgevoerd om het verband te bepalen tussen de samenstelling en de voederwaarde van tarweprodukten (Dijkstra 1969) en van maisprodukten (Boeve e.a. 1973).

Bij de tarweprodukten berustten de afgeleide verbanden tussen samenstelling en voederwaarde echter op de proefuitkomsten van slechts zes partijen. Het aantal 'Hoornse' proefuitkomsten van maisprodukten was aanzienlijk groter (respectievelijk 25 voor hamels en 30 voor varkens). Bij de met hamels onderzochte partijen ontbrak evenwel het kwantitatief belangrijke bijprodukt maisglutenvoer. Op grond van de proefuitkomsten met varkens werden in de Veevoertabel 1973 drie stel formules opgenomen om de voederwaarde van verschillende maisprodukten te berekenen. In de praktijk bleek het gebruiken van drie formules toch bezwaarlijk te zijn.

tabel 1. Formules voor de directe schatting van eiwit- en energiewaarde van tarwe- en maisprodukten voor herkauwen en varkens (gegevens uitgedrukt in de organische stof).

	rsd	vc
varkens		
<i>tarweprodukten</i>		
$vre = 0,992 re - 0,337rc - 5,8$	8,4	6,0
$NE_v = - 8,680 rc + 1,105 re + 2901$	102	4,2
(deze formules gelden niet voor tarwekiemen, tarweglutenvoer en tarweglutenvoer)		
<i>maisprodukten</i>		
$vre = 0,945 re - 0,306 rc - 5,8$	10,5	6,9
$NE_v = - 9,021 rc + 4,997 rvet + 2953$	122	5,2
(deze formules gelden niet voor maiskiemen, maisglutenvoer en maiszetmeel)		
herkauwers		
<i>tarweprodukten</i>		
$vre = 1,010 re - 0,084 rc - 31,1$	8,9	5,1
$VEM = -5,586 rc + 3,037 rvet + 0,008 rc^2 + 1345$	55,6	5,2
$VEVI = - 7,448 rc + 4,109 rvet + 0,012 rc^2 + 1490$	73,2	6,8
<i>maisprodukten</i>		
$vre = 0,941 re - 36,6$	5,7	4,6
$VEM = - 1,425 rc + 1,539 rvet + 0,155 re + 1185$	48,4	4,0
$VEVI = - 2,187 rc + 1,592 rvet + 1374$	65,5	5,4
(deze formules gelden niet voor maiskiemen en maiszetmeel).		

Al deze kanttekeningen en de voorziene invoering van het VEM/VEVI-systeem voor herkauwers per 1 mei 1977 hebben geleid tot aanvulling van gegevens (literatuuronderzoek en eigen proeven) en herberekening van relaties tussen samenstelling en voederwaarde/verteerbaarheid bij herkauwers zowel als bij varkens (doc. rapport nrs. 1, 7, 21 en 22 IVVO). De energiewaarde werd hierbij *direct* geschat uit de chemische samenstelling.

Uit de gegevens van de 35 verteringsproeven met varkens en 23 proeven met hamels betreffende tarweprodukten (doc. rapport nrs. 1 en 21) en uit die van 34 proeven met varkens en 26 proeven met hamels betreffende maisprodukten (doc. rapport nrs. 7 en 22) werden de best passende formules afgeleid als in tabel 1 zijn weergegeven. De bij de keuze uit diverse in aanmerking komende formules gehanteerde criteria zijn beschreven door Smits (1977). De betrouwbaarheid van de schatting (reststandaardafwijking) van vre is zowel bij de varkens als bij de hamels voor tarwe- en maisprodukten van dezelfde orde van grootte (zeker procentueel gezien). De constante factor in de relatie is binnen de diersoorten goed vergelijkbaar bij enig verschil in regressiecoëfficiënt voor re tussen tarwe- en maisprodukten. Het ruw eiwit van maisprodukten blijkt wat minder goed verteerbaar te zijn dan dat van tarweprodukten. Ook hier komt bij herkauwers weer een constante factor in de grootte-orde van 30 à 40 g naar voren: te beschouwen als metabolisch faecaal

eiwit. Er bestaat een duidelijke invloed van het rc-gehalte op zowel eiwit- als energiewaarde, waarbij bij varkens wat dit betreft de vergelijkbaarheid van tarwe- met maisprodukten opvalt. De reststandaardafwijking van de schatting van de energiewaarde is steeds rond de 100 kcal/kg organische stof (VEM en VEVI dienen met 1,65 vermenigvuldigd te worden om tot kcal te komen). Dat is nog tamelijk hoog. Men moet echter bedenken, dat deze reststandaardafwijking gewoonlijk nog hoger is, wanneer de voederwaarde wordt geschat met vaste verteringscoëfficiënten per benoemd produkt of met behulp van relaties tussen de verteerbare bestanddelen en de chemische samenstelling (Steg e.a., ongepubliceerd). Mogelijk kan de restvariatie nog verkleind worden door de introductie van andere verklarende variabelen, bijvoorbeeld het zetmeelgehalte.

Voor het praktisch gebruiken van de formules in tabel 1 werden deze omgerekend op de droge stof, waarna de regressiecoëfficiënten — indien verantwoord — werden afgerond om tot gemakkelijk hanteerbare formules te komen (Veevoedertabel 1977).

Op overeenkomstige wijze als hier is beschreven, werden formules afgeleid voor tapiocaprodukten (herkauwers en varkens, doc. rapport nrs. 6 en 10 IVVO) en diermeel en vetdiermeel (varkens, Boeve e.a. 1973). Momenteel is onderzoek gaande ten aanzien van onder andere rijstprodukten, peulvruchten en oliezaden en hun bijprodukten.

toekomstig onderzoek

Hoewel er in de loop van de jaren bij het IVVO al veel gedaan is aan het schatten van de voederwaarde van voedermiddelen via verteringsonderzoek, zijn naar onze mening veel belangrijke onderdelen in het kader van de voorspelling van de voederwaarde nog onvoldoende duidelijk, zowel ten aanzien van de chemische samenstelling als ten aanzien van de verteerbaarheid en de relaties tussen samenstelling en verteerbaarheid.

de chemische samenstelling

De voederwaardeschatting wordt nog steeds gebaseerd op de onderverdeling van een voedermiddel volgens de weendanalyse. Dat het hierbij gaat om de bepaling van *ruw eiwit*, *ruw vet*, *ruwe celstof* en *ruw as* geeft aan, dat de betrokken bepalingsmethodieken niet al te specifiek zijn. Voor een juiste schatting van de eiwit- en energiewaarde kan dit nogal vertroebelend werken: de bepaling van ruw eiwit als $N \times 6,25$ geeft geen inzicht in de vorm waarin de N aanwezig is; bij de vet-bepaling kunnen wassen en harsen een belangrijk deel van het gehalte vormen, maar er kunnen (afhankelijk van de gevolgde extractietechniek) ook verzepte vetzuren aan de bepaling ontsnappen; de bepaling van ruwe celstof is moeilijk en het niveau veelal van de analist afhankelijk. Bovendien worden verschillende bepalingsmethodieken naast elkaar gehanteerd. Het gehalte aan ruwe celstof is verder slechts een grove maat voor het celwandaandeel van het onderzochte materiaal. De structuur van de celwand blijft onzeker.

Om meer zekerheid over de aard en de samenstelling van voedermiddelen te krijgen, zullen meer specifieke bepalingen nodig zijn. Bijzondere aandacht verdient de ruwe-celstof fractie, aangezien, zoals uit het voorgaande blijkt, het ruwe-celstofgehalte de verteerbaarheid en/of voederwaarde bij zeer veel produkten voor een belangrijk deel kan voorspellen. De betrouwbaarheid van die voorspelling laat echter nogal eens te wensen over; mogelijk kan een variatie in verteerbaarheid beter worden verklaard door verschillen in 'structuur' van de celwand. Nadere evaluatie van bepalingen, die meer inzicht geven in de structuur van de celwand is dan ook zeer relevant. Helaas lijken ook deze bepalingen behept met een aanzienlijke analysefout.

Naast de celwandfractie zal het zetmeelaandeel (vooral bij varkens) de nodige aandacht vragen.

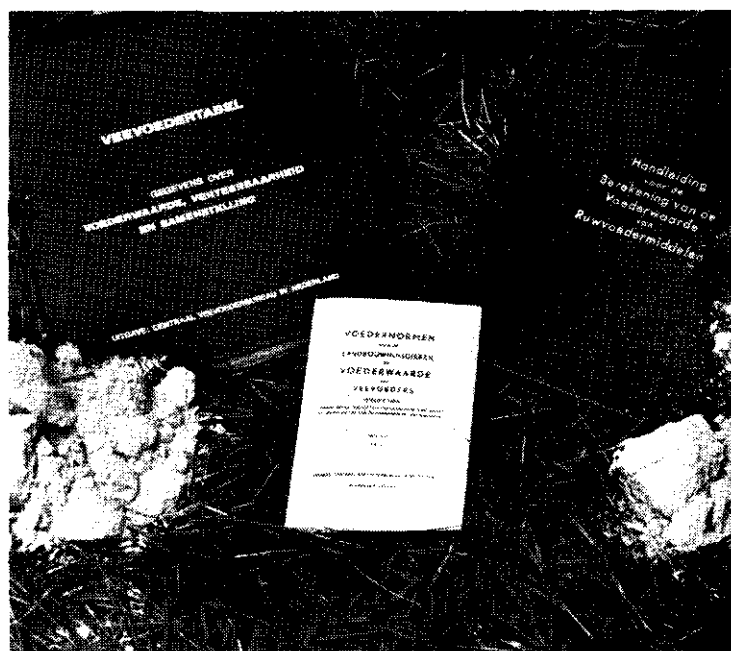
de verteerbaarheid.

— Ruwvoerders.

Hoewel al veel hamel-verteringsproeven met ruwvoedermiddelen zijn uitgevoerd, zijn er toch produkten die nadere aandacht behoeven. Zo is van verschillende *grassen* in *monocultuur* weinig bekend, terwijl de belangstelling ervoor, vooral in verband met zomerstalvoeding, toeneemt.

Het aantal gegevens over goed geconserveerde *voordrooggrassilage* is gering. Gezien het toenemende belang van dit produkt en de moeilijke schatting van de verteerbaarheid uit de chemische samenstelling, is het gewenst, dat hier-

2. De uitkomsten van verteringsproeven worden in voederwaardetabellen vastgelegd.



over meer gegevens worden verzameld. In dit verband is het ook van belang de invloed van de veldperiode op de relatie tussen samenstelling en voederwaarde nader te bekijken.

Bij *snijmaissilage* is het vrij moeilijk een variatie in de verteerbaarheid vanuit de chemische samenstelling te voorspellen. Bij dit produkt zal voortgaand verteringsonderzoek gecombineerd moeten worden met de analyse van alternatieve chemische bestanddelen, maar mogelijk ook met inschatting van de invloed van groeiomstandigheden.

De gegevens over de verteerbaarheid van *stro* zijn zeer summier. Gezien de herwaardering van stro in het nieuwe energiewaarderingsstelsel voor herkauwers en de recente ontwikkeling in ontsluitingstechnieken, lijkt het relevant aan stro in diverse vormen meer aandacht te besteden. Dit soort informatie kan mede van belang zijn voor de veehouderij in ontwikkelingslanden, waar het ruwvoer meestal veel celstof bevat.

Zoals werd opgemerkt, kan in veel gevallen via in-vitro onderzoek al belangrijke informatie worden verkregen; al naar het belang van het betrokken produkt in de veevoeding dient men telkens te bezien of de grotere onderzoekinspanning van de in-vivoproef gerechtvaardigd is.

Enkele van de genoemde produkten (gras- en snijmaissilage) zijn ook voor de varkensvoeding interessant.

— Krachtvoergrondstoffen.

Een blik in de Veevoedertabel 1977 (afdelingen B en C) leert, dat van zeer veel produkten, vooral bij de nevenprodukten, de verteerbaarheid en voederwaarde nog als 'geschatte waarde' worden vermeld. Dit betekent dat van die produkten geen of slechts zeer variabele uitkomsten van verteringsproeven (hetzij uit de literatuur, hetzij uit eigen proeven) bekend zijn. Wij zijn bezig, onder meer door onderzoek in produktseries (een serie proeven met produkten van dezelfde grondstof maar variërend in samenstelling) informatie te verzamelen over de verteerbaarheid, om deze leemten op te vullen. Het uiteindelijke doel ervan is de variatie in verteerbaarheid te verklaren uit de variatie in chemische samenstelling. De prioriteit omtrent de te onderzoeken produkten wordt bepaald in overleg met de werkgroep Veevoedertabel en de Begeleidingscommissie Veevoedertabellen.

— 'Nieuw produkten'.

1e Milieubelastende stoffen.

De laatste tijd komen er steeds meer vragen over de mogelijke voederwaarde van produkten die voorheen als afval werden beschouwd en als zodanig werden gedumpt of geloosd.

Gezien de toenemende kosten verbonden aan het dumpen en lozen van afvalstoffen, wordt meer en meer aandacht besteed aan alternatieve gebruiksmogelijkheden, ook als veevoer. Genoemd kunnen worden onder meer: aardappelvruchtwater, patatafval, vinasse, pensinhoud, maaginhoud van varkens, flotatieslib, koffiedik, primair zuiveringsslib, enz. Ook pluimveemest kan men tot deze groep rekenen.

Bij het onderzoek naar de bruikbaarheid van deze produk-

ten als veevoer wordt meestal begonnen met het vaststellen van de chemische samenstelling, waardoor men een idee krijgt over de potentiële voederwaarde en de variatie daarvan. In veel gevallen wordt vervolgens de verteerbaarheid-in-vitro nagegaan en, indien beide waarnemingen gunstig lijken, volgt daarna meestal een verteringsproef met dieren. Juist bij afval- of nevenprodukten dient men bedacht te zijn op de aanwezigheid van schadelijke stoffen als zware metalen, pesticiden, pathogene organismen enz. Vandaar dat vrijwel direct ook informatie verzameld wordt over de mogelijke aanwezigheid van schadelijke stoffen.

Over pluimveemest als (rundvee)voedermiddel is al vrij veel onderzoek gedaan (De Boer e.a. 1977). Produkten als aardappelvruchtwater, patatafval, riet- en bietvinasse blijken redelijk tot goed verteerbaar te zijn (Rijkema e.a. 1975, doc. rapport nr. 15). Voor andere produkten als pensinhoud (Steg 1976) en koffiedik is het beeld voorschijn negatief. Momenteel zijn produkten als flotatieslib (Steg 1976), zuiveringsslib (van goed te karakteriseren herkomst), varkensmaaginhoud en uienafval in onderzoek.

Het onderzoek van dit soort nieuwe produkten zal zich in de nabije toekomst waarschijnlijk nog uitbreiden.

2e Diversen.

Regelmatig worden nieuwe voedermiddelen geïntroduceerd, voornamelijk afkomstig uit import. Over de verteerbaarheid van dit soort produkten is vaak weinig, soms helemaal niets bekend. Recente voorbeelden zijn onder meer olijvenpulppelets, koffiedoppen, paprika-afval, salseed (Tengkawang-meel), sesbania-bonen, ontsloten stro of mengsels waarin ontsloten stro is verwerkt.

Ook wordt soms (en in de toekomst zou zich dit kunnen uitbreiden), gevraagd naar voederwaarde-aspecten van produkten die in ontwikkelingslanden aanwezig zijn en die men voor de diervoeding ter plaatse zou willen bestemmen. Van recente datum betreft dit *Pueraria thunbergiana*, een bodembedekkend gewas in plantages in Indonesië en verder onder andere bagasse, een bijprodukt van de rietsuikerindustrie.

Soms kan literatuuronderzoek enig houvast bieden over de potentiële voederwaarde van dit soort produkten. In veel gevallen echter worden uiteindelijk dierproeven uitgevoerd.

Een vorm van ontwikkelingssamenwerking, waarbij voedermiddelen uit ontwikkelingslanden bij ons goed geoutilleerde instituut op verteerbaarheid worden onderzocht, mogelijk gekoppeld aan een trainingsstage van ontwikkelingswerkers in het uitvoeren van chemische analyses en eenvoudige verteringsexperimenten, lijkt een goede zaak voor de toekomst.

literatuur

- Anoniem — Lijst van publicaties van dr. N.D. Dijkstra. *Landbouwkundig Tijdschrift* 83 (1971): 309.
- Benedictus, N. — Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers. *Bedr. Ontw.* januari 1977 en april 1977.
- Boer, F. de en Steg, A. — Pluimveemest als mengvoedergrondstof in de rundveevoeding. Geb. versl. Megistadagen 1977, blz. 247.
- Boeve, J., Dijkstra, N.D. en Smits, B. — Verteerbaarheid en voederwaarde van mais en eniger maisprodukten bij schapen en varkens. VLO 803 (1973).
- Boeve, J., Smits, B. en Dammers, J. — Verteerbaarheid bij varkens van enkele produkten van dierlijke oorsprong. VLO 808 (1973).
- Dijkstra, N.D. — What has the state agricultural experiment station at Hoorn contributed to research into the feeding value of roughage? *Neth. J. Agric. Sci.* 2 (1954): 273.
- Dijkstra, N.D. — De bepaling van de verteerbaarheid en de voederwaarde van ruwvoerders. *Veet./Zuivelbedr.* 10 (1967): 5.
- Dijkstra, N.D. — Verteerbaarheid en voederwaarde van de bijprodukten verkregen bij de bereiding van tarwebloem. VLO 730 (1969).
- Dijkstra, N.D. De voederwaarde van vers gras en de daaruit bereide silages. VLO 744 (1970).
- Es, A.J.H. van en Honing, Y. van der — Het nieuwe energetische voederwaarderingsstelsel voor herkauwers: wijze van afleiding en uiteindelijk voorstel. Intern Rapport nr. 92 (1977) IVVO.
- Frens, A.M. — Voedernorm-ruw-eiwit, een nieuwe aanduiding voor de eiwitwaarde van veevoerders. *Landbouwvoorl.* aug. 1958.
- Handleiding voor de berekening van de voederwaarde van ruwvoedermiddelen 1977. Uitg. CVB Lelystad.
- Koelen, C.J. van der, Kemmink, A. en Dijkstra, N.D. — Determination of the nutritive value of roughages by the 'in vitro' digestibility method. Intern Rapport nr. 70 (1974) IVVO.
- Rijkema, Y. S., Smits, B. en Steg, A. — Onderzoekingen aan neven- en afvalprodukten bij herkauwers en varkens. *Bedr. ontw.* 6 (1975) 2: 143.
- Schiemann, R., Nehring K., Hoffmann. L., Jentsch, W. en Chudy, A. — Energetische Futterverwertung und Energienormen. Uitg. VEB-DLV (1971).
- Smits, B., Jongbloed, A.W. en Boer, F. de — Voedingsonderzoek bij varkens in 'Hoorn'. *Bedr. ontw.* 5 (1974) 9: 713.
- Smits, B. — Schatting van het verteerbaar ruw-eiwitgehalte (vre) en de netto-energie (NE_v) uit chemische bepaalde kengetallen.
- I tarweprodukten, doc. rapport nr. 1 (1975) IVVO
- II tapiocaproducten, doc. rapport nr. 6 (1976) IVVO
- III maisprodukten, doc. rapport nr. 7 (1976) IVVO
- Smits, B. Voederwaardeonderzoek bij varkens. Stencil 1977.
- Steg, A., Rijkema, Y.S., en Smits, B. — Research on feed evaluation of food industry by-products in the Netherlands, with special emphasis on grain processing. Bijdrage EAAP-conf. Warschau (1975).
- Steg, A. — Onderzoek naar de voederwaarde van pensinhoud en flotatieslib. *Vleesdistr. en Vleestechnol.* 4 (1976).
- Steg, A. — Verteerbaarheid en voederwaarde van krachtvoergroeststoffen voor herkauwers.
- I tapiocaproducten, doc. rapport nr. 10 (1976) IVVO
- II tarweprodukten, doc. rapport nr. 21 (1976) IVVO
- (en Y.S. Rijkema) III maisprodukten, doc. rapport nr. 22 (1976) IVVO.
- Steg, A. — Schatting van het voedernorm ruw eiwit en de verteerbare organische stof van ruwvoedermiddelen voor herkauwers.
- I graslandprodukten, doc. rapport nr. 11 (1977) IVVO
- II snijmaisprodukten, doc. rapport nr. 12 (1977) IVVO
- III snijgranen, doc. rapport nr. 13 (1977) IVVO
- IV vlinderbloemigen, doc. rapport nr. 14 (1977) IVVO
- V aardappelprodukten, doc. rapport nr. 15 (1977) IVVO
- VI bietenprodukten, doc. rapport nr. 16 (1977) IVVO
- VII kruisbloemigen, doc. rapport nr. 17 (1977) IVVO
- Veevoedertabel 1977 uitg. CVB Lelystad.