

Voeren met Boerenverstand

De basiskennis van het voeren van koeien terug bij de melkveehouder!



**mijn
rantsoen
wijzer.nl**

Versie

september 2014

Van

Boerenverstand
Postbus 114
3500 AC Utrecht



LET OP! Dit document (of delen daarvan) mogen niet zonder toestemming of nadrukkelijke bronvermelding gekopieerd worden. © Boerenverstand, 2014

Samenvatting

De hoeveelheid kengetallen, die beschikbaar zijn om een rantsoen uit te rekenen voor de voeding van melkvee, is overweldigend. Een melkveehouder ziet vaak door de bomen het bos niet meer en is de basis over het voeren van koeien geleidelijk aan het verliezen. Voeren met Boerenverstand wil deze kennis weer terug bij de melkveehouders brengen, zodat het voeren van melkvee weer inzichtelijker wordt, gezonder maar vooral goedkoper!

Het inzichtelijk maken van de voeding van melkvee kent vier basisonderdelen. Deze onderdelen zijn het beredeneren, berekenen, beoordelen en aanpassen van een rantsoen. Door de enorme kennis aan voeding voor melkvee zijn er tal van voederwaardekengetallen ontstaan om een rantsoen nauwkeurig te kunnen berekenen tot op de gram nauwkeurig, maar aan het voer is niets veranderd. Een voedermiddel bestaat simpelweg uit drie hoofdelementen: water, anorganische stof en organische stof. De organische stof bestaat dan weer uit ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en suikers/zetmeel. Het organische deel bepaalt dus de energie- en eiwitwaarde van het product. Een rantsoen wordt samengesteld op basis van ruw eiwit, VEM, DVE, FOS en OEB. Aan de hand van deze voederwaardekengetallen kan een rantsoen simpel maar doeltreffend berekend worden. De structuurwaarde van een rantsoen dient altijd visueel beoordeeld te worden.

Om de kennis over het berekenen van een rantsoen terug te krijgen bij de melkveehouders is de rantsoenwijzer ontwikkeld. Het is een simpele maar doeltreffende rekentool, waarmee het rantsoen berekend kan worden naar de behoefte van het melkvee. In het programma kan het rantsoen worden berekend voor melkkoeien. Omdat een rantsoenberekening op papier kan afwijken door tal van factoren in de praktijk, moet het rantsoen in de praktijk beoordeeld worden voor ruwvoer, koe en mest. Hiervoor zijn checklisten ontworpen, zodat melkveehouders zelf op basis van wat zij kunnen zien, voelen en ruiken hun rantsoen kritisch kunnen beoordelen. De checklisten bestaan uit een instructiekaart en een scorekaart. Door de instructiekaart te volgen en de scorekaart vervolgens in te vullen, komen afwijkende zaken aan het licht. Deze dienen in de rantsoenwijzer aangepast te worden. Het beoordelen van een rantsoen op basis van ruwvoer, koe en mest geeft de melkveehouder dermate meer inzicht in het voeren van melkvee dat hij kritisch kan zijn tegenover een veevoerleverancier.

Nadat het rantsoen beoordeeld is, dient het rantsoen geoptimaliseerd te worden in de rantsoenwijzer. Na het beoordelen van ruwvoer, koe en mest komen afwijkingen aan het licht, waarop het rantsoen aangepast dient te worden. Om de melkveehouder te laten begrijpen wat hij moet aanpassen, is er een instructiekaart rantsoen aanpassen ontwikkeld. Het 'Voeren met Boerenverstand' is het beoordelen van voeding op basis van constatering op het boeren erf. De vertering van voer staat centraal en niet de VEM- en DVE-behoefte. Als de vertering niet goed verloopt, heb je niks aan de energie- en eiwitwaarde van het voer. Het gaat om de juiste samenstelling van het rantsoen. Als deze klopt, wordt afhankelijk van de voeropname een bepaalde productie gerealiseerd.

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Literatuur en achtergronden	5
3. Rantsoen berekenen	17

Voor de totstandkoming van deze documentatie, checklisten en rekenprogramma gaat een dankwoord uit naar Niek Konijn en Bart Kistemaker. Ter afronding van hun studie melkveehouderij aan Hogeschool Van Hall Larenstein te Leeuwarden hebben zij dit als stageopdracht bij Boerenverstand uitgevoerd. Naast diverse (praktijk)experts die een bijdrage hebben geleverd, gaat ook veel dank uit naar Aart Malestein. Zijn jarenlange inzichten en ervaringen hebben we gepoogt te documenteren en willen we beschikbaar maken aan alle melkveehouders.

*Namens Frank Verhoeven, Erik Smale & partners
Boerenverstand*

1. Inleiding

FOSp+, FKH, VEVI en methionine zijn allemaal kengetallen die melkveehouders tegenkomen op hun kuil- of rantsoenanalyse. Wanneer de melkveehouder wordt gevraagd wat deze kengetallen inhouden, dan weten sommigen deze vraag nog enigszins twijfelend te beantwoorden. Wanneer melkveehouders wordt gevraagd hoe ze deze kengetallen kunnen gebruiken bij het samenstellen en sturen van hun rantsoen, dan weet niemand het antwoord. De kennis over het voeren van de koeien en de hoofdlijnen voor het samenstellen van een rantsoen verdwijnen bij de melkveehouders door de alsmaar groter wordende brei van informatie die beschikbaar is over veevoeding. Hierdoor is de melkveehouder in steeds grotere mate afhankelijk van wat zijn veevoeradviseur/verkoper hem vertelt. Dit komt de weerbaarheid van de melkveehouder niet ten goede. De rantsoenwijzer poogt de melkveehouder handvatten te geven, zodat deze weer in staat is zelf een rantsoen samen te stellen.

Zodra de kuilanalyse binnen is, wordt de veevoeradviseur gebeld. Deze komt langs, voert de gegevens in zijn laptop in om te kunnen adviseren welke van zijn broksoorten het beste kan worden gevoerd naast het ruwvoer. Gang van zaken, zoals hierboven beschreven, is gangbaar in de praktijk. Rantsoenen worden met steeds ingewikkeldere kengetallen en formules berekend. Melkveehouders kunnen door de vele kengetallen vaak niet meer met hun eigen boerenverstand beredeneren waarom bepaalde producten worden gevoerd. Daarnaast zit in een gemiddeld rantsoen tegenwoordig een apotheek aan voedermiddelen. Dit is nadelig voor de onafhankelijkheid van de veehouders, omdat zij in steeds grotere mate afhankelijk zijn van wat de voeradviseur hun vertelt.

Wanneer de basiskennis over een rantsoen weer wordt teruggebracht bij de veehouders, zijn zij beter in staat om op basis van hun (visuele) kuilanalyse te bepalen wat er moet worden bijgevoerd. Dit zou veehouders minder afhankelijk moeten maken van adviseurs en hun relatief dure brok. In plaats hiervan zouden ze zelf beter een rantsoen kunnen samenstellen met enkelvoudige krachtvoerders en bijproducten. Hiervan profiteert de veehouder.

Probleembeschrijving

Een melkveehouder moet op de achterkant van een sigarendoos zijn rantsoen kunnen (blijven) uitrekenen. Door toename van het aantal kengetallen, en daarachter schuilende formules, zijn zij niet meer in staat dit te doen. Voordat er met ingewikkelde termen gesmeten wordt als '*darmverteerbaar lysine*' is het belangrijker dat de hoofdlijnen van het rantsoen kloppen. De hoofdlijnen van het optimaliseren van rantsoenen zijn naar de achtergrond verdwenen. 'Er ontbreken bruikbare handvatten in de vorm van een tool voor melkveehouders om zelf een rantsoen uit te rekenen op een sigarendoosje.'

In praktijk zijn er individuen (vooroplopende melkveehouders en andersdenkende adviseurs) die veel kennis hebben over het visueel beoordelen van een graskuil of rantsoen. Door deze kennis te vertalen tot programma's/producten, waar iedere melkveehouder mee uit de voeten kan, moet deze kennis beter overgebracht worden, zodat de melkveehouder ook zelf met het rantsoen kan sturen zonder dat de voeradviseur langs hoeft te komen. Op die manier kan het rantsoen niet alleen beter worden benut, maar ook vele malen goedkoper worden. Met deze tool moet de melkveehouder in staat zijn om met zijn eigen



boerenverstand een rantsoen samen te stellen zonder ingewikkelde rekenmodellen, voor een gezonde koe en gezond saldo.

2. Literatuur en achtergronden

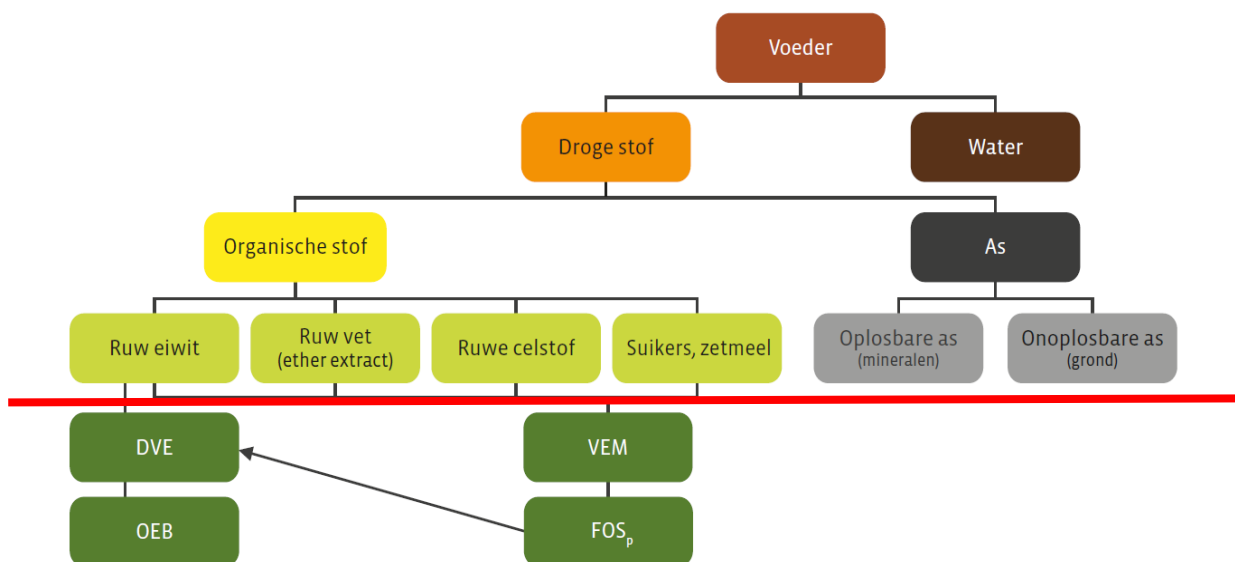
De literatuur en achtergronden zijn opgedeeld in een deel literatuuronderzoek over voederwaardebegrippen rantsoen, beredeneren rantsoen, berekenen rantsoen, beoordelen rantsoen en aanpassen rantsoen. Deze indeling is gemaakt om een logische opbouw te creëren van het bronnenonderzoek, die ook gehanteerd zal worden bij het ontwikkelen van de tool in het praktijkonderzoek.

2.1 Literatuur voederwaardebegrippen rantsoen

Het samenstellen van een rantsoen wordt steeds nauwkeuriger berekend, alleen berust deze nog steeds op dezelfde harde kengetallen. Om een rantsoen zo betrouwbaar mogelijk te maken moet worden teruggegaan naar de basis. Dat geeft de melkveehouder betere handvatten, want aan al die ingewikkelde berekende kengetallen heeft de veehouders niets als een goede basis in het rantsoen ontbreekt.

Voedersamenstelling

Voor het samenstellen van een rantsoen is een aantal chemische kengetallen, die de grote lijnen aangeven in het rantsoen. Figuur 1 is een weergave van de samenstelling van een voeder. Kort gezegd bestaat een voeder uit: organische stof, anorganische stof en water. De organische stof bevat de voederwaarde en de anorganische stof bevat de mineralen en grond (CVB, 2013).



Figuur 1 Schematische weergave van een voeder (Bron: Landbouw en visserij, Vlaamse overheid 2005)

In het organische deel van het rantsoen bevindt zich de energie, eiwit en structuur die een melkkoe nodig heeft voor haar melkproductie, groei en lichaamsonderhoud. Deze 'harde' kengetallen kunnen onderverdeeld worden in:

- Ruw eiwit
- Ruw vet
- Ruwe celstof
- Suikers, zetmeel
- NDF, ADF en ADL

Op basis van deze 'harde' kengetallen wordt de VEM, DVE, OEB en FOS berekend, zoals is weergegeven onder de rode streep in figuur 1. Deze berekende kengetallen zijn er om het rantsoen naar de behoefte van een melkkoe te kunnen uitrekenen.

Meetmethode voederwaarde

De 'harde' kengetallen worden bepaald aan de hand van de NIRS-methode. Dit gebeurt door de, door het voer teruggekaatste, golflengte te meten met behulp van infraroodtechnologie. Hoe kleiner de golflengte, des te hoger de energie-inhoud van de straling. De frequentie van de geabsorbeerde straling komt overeen met die van de natuurlijke vibratietoestanden van de molecuulbinding. Doordat de natuurlijke vibratietoestanden voor de verschillende molecuulbindingen verschillend zijn, kan aan de hand van de golflengte en de hoeveelheid van het geabsorbeerde licht van die golflengte bepaald worden hoeveel van een bepaalde molecuulverbinding in een stof aanwezig is. Dit maakt kwantitatief meten mogelijk. Hoeveelheden ruw eiwit, houtstof, ruwe celstof, suiker, zetmeel et cetera kunnen gekarakteriseerd worden aan de hand van het voorkomen van meetbare molecuulverbindingen in een bepaalde combinatie.

Omdat de stoffen enerzijds gezamenlijk in een product voorkomen en anderzijds hun eigen verhoudingskarakteristiek in molecuulverbindingen hebben, moet er vooraf een kalibratie opgesteld worden die karakteristieke molecuulverbindingen relateert aan de concentratie van specifieke inhoudsstoffen. Dit betekent dat een matrix van golflengten met bijbehorende energieabsorpties gekoppeld moet worden aan een matrix van inhoudsstoffen met bijbehorende concentraties (M.J.J Stienezen, 2005).

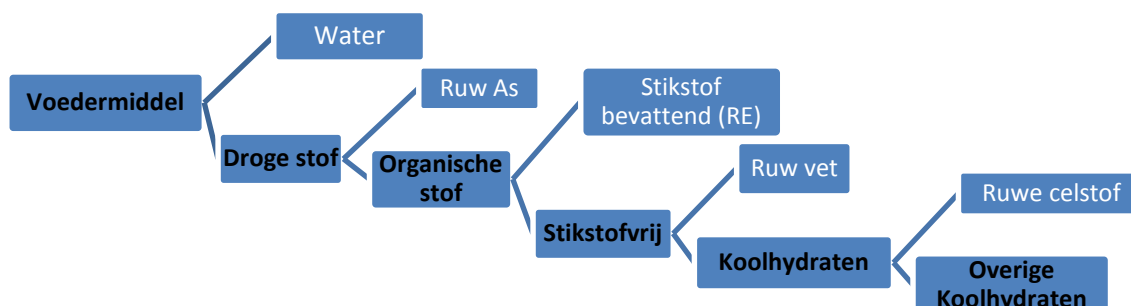
Samengevat

Een voeder is opgebouwd uit een organisch deel en anorganisch deel. Het organische deel bevat ruw eiwit, ruw vet en koolhydraten (suikers, zetmeel, pectine, hemi cellulose, cellulose en lignine). Het anorganische deel omvat mineralen en grond(vervuiling). Deze kengetallen worden tegenwoordig met behulp van de NIRS-methode gemeten. Aan de hand van deze gemeten kengetallen kunnen voederwaardes berekend worden, zoals VEM, DVE, OEB, VOS en FOS. Door deze voederwaardes te meten kan een rantsoen samengesteld worden aan de hand van de behoefte van een melkkoe.

2.1.1 Gemeten kengetallen

De 'harde' kengetallen vormen de basiskengetallen voor het berekenen van een rantsoen. Om een rantsoen aan de hand van deze kengetallen te kunnen berekenen, worden ze hieronder toegelicht. Hoe de kengetallen worden berekend en wat voor voederwaarde ze leveren (energie, eiwit et cetera) wordt in deze paragraaf uitgelegd.

Een voeder wordt volgens de volgende wijze geanalyseerd:



Figuur 2 Analysemethode voeder

Ruwe As

Het RAS is het ruw asgehalte of anorganische stofgehalte. Het is het restant dat overblijft na verhitting bij circa 450°C (asrest of gloeirest). Naast de minerale bestanddelen bevat het eventueel ook een grondfractie als verontreiniging. Gras(kuil) bevat meestal niet meer dan 100g Ras en Mais(kuil) niet meer dan 45g Ras per kg ds. Hogere gehalten duiden dus op verontreiniging. Verontreiniging leidt tot lagere voederwaardes en geeft hogere kans op boterzuur bij een natte kuil (\leftarrow 30% DS).

Ruw Eiwit

Het Ruw Eiwit betreft het N-houdende gedeelte. Gemiddeld bevat eiwit circa 16% N (stikstof). Het RE-gehalte wordt berekend aan de hand van het gemeten N-gehalte ($RE = N \cdot 6,25$). Eiwitten kunnen aanzienlijk verschillen in de snelheid waarmee het in de pens wordt afgebroken. Snel afbreekbaar is synoniem voor onbestendig eiwit, terwijl traag afbreekbaar synoniem is voor bestendig eiwit. Eiwitten uit gras hebben een hoge mate van oplosbaarheid (snel afbreekbaar), vooral naarmate het gras jonger (bladrijk) is en een hoger RE-gehalte heeft. Na vochtig inkuisen neemt de oplosbaarheid toe (minder bestendig), terwijl bij verwarming (kunstmatig drogen) de oplosbaarheid minder wordt, ofwel bestendig.

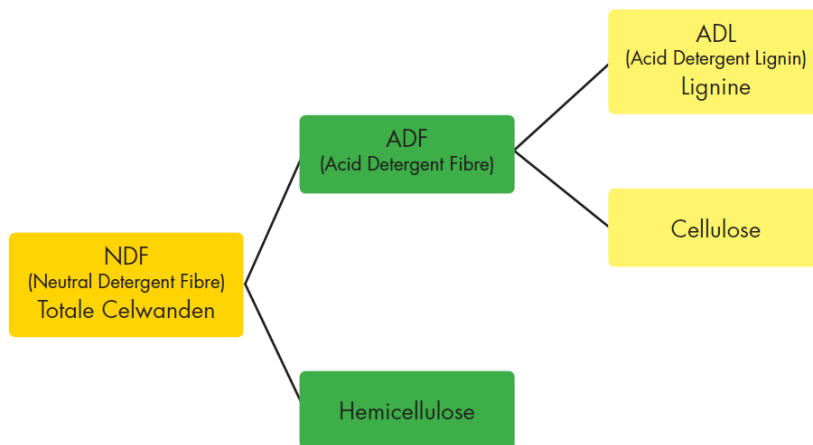
Ruw vet

Ruw vet is de gemeten hoeveelheid vetachtige stoffen in kuil. Onder andere de verzadigde en onverzadigde vetzuren zitten in deze fractie. Sturen op ruw vet is vrij moeilijk. Doorgaans heeft nieuw grasland hogere vetgehalten. Jong maaien kan dus in sommige gevallen een positieve invloed hebben. Ruw vet wordt in de voederwaardering meegenomen als een energicomponent. De type vetten kunnen ook invloed hebben op de vetsamenstelling van het melkvet (de onverzadigde vetzuren). Tevens gaat de vacht van de koe ervan glanzen.

Koolhydraten

Op basis van hun herkomst kunnen we de koolhydraten in twee groepen verdelen: reservekoolhydraten en celwandkoolhydraten. Tot de reservekoolhydraten rekenen we zetmeel en suikers. De celwandkoolhydraten zijn te onderscheiden in pectine, hemicellulose, cellulose en lignine. Bij de bepaling volgens de Weende-analyse lost lignine gedeeltelijk op en komt bij de overige koolhydraten terecht. Lignine is onverteerbaar en zou daarom beter tot de ruwe-celstoffractie gerekend kunnen worden (A. Malestein, 1991).

In Figuur 3 zijn de celwanden onderverdeeld. NDF bestaat uit hemicellulose, cellulose, lignine en nog enkele onverteerbare bestanddelen zoals silicium. De ADF bestaat hoofdzakelijk uit cellulose en lignine en bevat de zeer moeilijk verteerbare fractie. De verteerbaarheid is slechter naarmate het lignine-gehalte hoger is. De hoeveelheid onverteerbare celwanden wordt weergegeven in ADL.



Figuur 3 Celwanden voedermiddel van slecht tot niet verteerbaar voor koe

Ruwe celstof

De ruwe celstof is een moeilijk definieerbaar onderdeel van de (celwand)koolhydraten. Afhankelijk van de mate waarin de plant verhout is kan de RC meer of minder verteerbaar zijn. Bij een laag ADL-gehalte is de RC in principe beter verteerbaar dan bij een hoog ADL-gehalte. Als de RC beter verteerbaar is, is het minder structuurgevend. Bij een gelijk RC-gehalte kan de structuurgevendheid daarom toch sterk verschillen (A. Malestein, 2005).

Suikers/zetmeel

De suikers en zetmeel zijn de reservekoolhydraten (celinhoud) en zijn makkelijk verteerbare koolhydraten. Suikers worden in de pens volledig en snel gefermenteerd. Hierdoor vormen zij een energiebron voor de pensmicroben. Zetmeel is ook goed verteerbaar (90-95%). De snelheid van de verteerbaarheid van het zetmeel varieert. De snelheid is afhankelijk van de zetmeelbron. Onbestendig zetmeel (wordt verteerd in de pens) is ook een vorm van energie voor de pensmicroben. Het bestendige zetmeel wordt verteerd in de dunne darm (tot 30 gr/kg ds) en vormt een bron van energie voor de koe doordat het wordt gesplitst tot glucose.

Samengevat

De gemeten kengetallen in een voederwaarde geven in grote lijnen aan wat de eigenschappen van een voeder zijn. Deze kengetallen vormen de basis voor een rantsoen van een melkkoe. Vanuit deze kengetallen worden voederwaardes berekend zoals VEM, DVE, OEB, VOS, FOS, SW en VW. Hieronder zijn de eigenschappen van de voeders kort weergegeven voor graskuil in.

Kengetal	Eigenschap	Invloed
Ruwe As	Mineralen en grond	Laag bij weinig verontreiniging in kuil
Ruw Eiwit	Eiwit op pens- en darmniveau	Afhankelijk van maaistadium en bemesting
Ruw Vet	Energie in vorm van onverzadigd en verzadigd vet	Slecht beïnvloedbaar, hoger bij nieuw ingezaaid land en jong gemaaid gras
Koolhydraten	Reserve- en celwandkoolhydraten	Verschil van samenstellen hangt van het maaistadium af, bemesting, zonuren et cetera
Ruwe celstof	Moeilijk verteerbare celwanden	Laag bij jong (bladrijk) gemaaid gras / hoog bij ouder gemaaid gras
Suikers	Snel fermenteerbare energie	Afhankelijk van het aantal zonuren
Zetmeel (bij maïskuil)	Energie op pens- en darmniveau	Afhankelijk van bemesting en mate van afrijping

Tabel 1 Kengetallen en eigenschappen uit de voederwaardebepaling van gras-en maïskuilen

2.1.2 Berekende kengetallen

De berekende kengetallen komen voort uit de gemeten kengetallen. De berekende kengetallen zijn ontwikkeld om een rantsoen specifiek uit te kunnen rekenen naar voederbehoefte van het melkvee. De kengetallen die doorgaans veel gebruikt worden, zijn in deze paragraaf nader toegelicht.

- VCOS % Verteringscoëfficiënt organische stof
- VEM Voederwaarde eenheid melk
- VOS Vertering organische stof
- FOS Fermenteerbaar organische stof
- DVE Darm verteerbaar eiwit
- OEB Onbestendige eiwit balans
- Sw Structuurwaarde
- Vz Verzadigingswaarde
- OZET Onbestendig zetmeel
- BZET Bestendig zetmeel



2.1.2.1 Vertering organische stof (VOS/VCOS)

De VCOS staat voor het percentage van het organische deel dat een melkkoe kan verteren. Wanneer de verteerbaarheid anders is dan is berekend aan de hand van de NIRS-methode, heeft dit invloed op de VEM, FOS, DVE en OEB-waarde van een voeder. De VOS (Verteerbare Organische Stof) per kilogram drogestof kan afgeleid worden uit de volgende formule:

$$- \quad VOS = (1000 - RAS) * VCOS$$

De VOS betreft dus de theoretische verteerbaarheid. Bij een niet goed functionerende pens zal de hoeveelheid organische stof die daadwerkelijk verteerd wordt veel lager zijn dan gemiddeld. Gras wordt minder verteerbaar (dus de VCOS daalt) naarmate het groeistadium ouder wordt, vooral aan het einde van de groeifase van de grasplant. Dit is het gevolg van de verhouting van de celwanden (Malestein 2005). Bij het Laboratorium wordt in vitro (in een reageerbuis met penssap) de VCOS bepaald. De uitkomsten hiervan worden geïjkt op basis van in vivo verteringsproeven (verteringsproeven in het volledige verteringstelsel van een dier). Naast de in-vitro-analyses worden er ook nat chemische analyses uitgevoerd. Deze analyses worden uitgevoerd bij 1 op een X-aantal praktijkmonsters (is door Blgg vastgelegd). Aan de hand van de uitkomsten van deze twee verschillende analyses wordt het NIRS-apparaat geïjkt, waarna deze vervolgens de chemische samenstelling van andere praktijkmonsters bepaald (De Jong 2007).

$$VOS = VRE + VRVET + VRC + VOK$$

Via verteringscoëfficiënten:

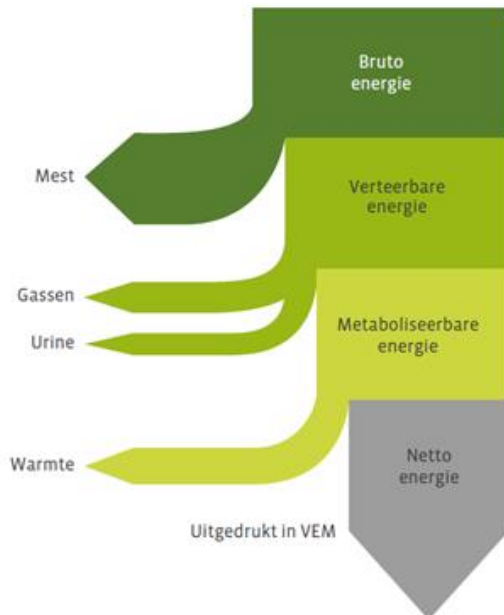
- $VRE = VCRE/100 \times RE$
- $VRVET = VCRV/100 \times RVET$
- $VRC = VCRC/100 \times RC$
- $VOK = VCOK/100 \times OK$

Om de VOS te berekenen wordt voor elk apart gemeten grondstof (RE, RVET, RC, OK) het verteringsaandeel bepaald.



2.1.2.2 Voederwaarde eenheid melk (VEM)

De energie die een koe gebruikt voor de productie van vlees en melk is de netto energie. In figuur 4 is de benutting van de voederenergie weergegeven bij melkvee.



Figuur 4 Benutting energie voeder (Bron: Landbouw en visserij, Vlaanderen 2007)

De verschillende energieverliezen in de koe leiden tot de begrippen bruto, verteerbare, metaboliseerbare en netto energie.

De warmte die vrijkomt wanneer een voedermiddel verbrand is de bruto energie.

- Van de BE wordt een gedeelte uitgescheiden in de vorm van mest (feces) dit leidt tot verteerbare energie (VE).
- Wat na aftrek van de energieverliezen met de gassen en urine overblijft is de metaboliseerbare energie (ME).
- De overgebleven energie die na warmte voor het dier nog overblijft is de netto energie (NE), de netto energie wordt uitgedrukt in VEM (de VoederEenheid Melk).

De VEM-waarde van een voedermiddel wordt niet bepaald, maar berekend vanuit het gehalte aan verteerbare organische stof (VOS), ruw vet, ruw eiwit, zetmeel en het ruw as gehalte. De voederwaarde (energiewaarde) van 1 kilogram gerst vormt de basis voor de energiewaardering. Gerst levert per kilogram product 1650kcal netto energie. Deze is gelijkgesteld aan 1000 VEM bij melkvee en jongvee (Malestein 2005).

Hieronder is de VEM-berekening weergegeven volgens het CVB (Productschap diervoeders 2007).

- $VEM = (0,0003392 * q + 0,0654656) * ME$
 - o $q = ME/GE/100$
 - o $ME \text{ (Kj/kg DS)} = 15,90 \times VRE + 37,66 \times VRVET + 13,81 \times VRC + 14,64 \times VOK - 0,63 \times SUI^*$
 - o $GE \text{ (kJ/kg DS)} = 24,14 \times RE + 36,57 \times RVET + 20,92 \times RC + 16,99 \times OK - 0,63 \times SUI^*$

Bij de omzetting van Bruto Energie (BE) naar Netto Energie (NE) is de verteerbaarheid veruit de meest variërende parameter. De verteerbaarheid wordt bepaald aan de hand van in-vitrotechnieken (in het laboratorium uitgevoerd). Op deze schattingen zit uiteraard een fout die afhankelijk is van de gebruikte schattingstechniek. Wanneer de VEM-waarde wordt geschat aan de hand van een geschatte verteerbaarheid met een enzymatische (cellulose)methode in combinatie met chemische parameters, bedraagt de schattingsfout op de VEM-waarde circa 3% (iets kleiner bij snijmais en krachtvoerders, bij graskuil circa 4%).

Wanneer men over goede ijklijnen beschikt, bedraagt de meetfout op een VEM-waarde, die met de NIRS-methode is geschat, minstens 4%. Praktisch betekent dit dat men voor een graskuil met een geschatte VEM-waarde van 850, tweederde kans heeft dat de juiste VEM-waarde ligt tussen 816 (850 - 4%) en 884 (850 + 4%). Men heeft nog éénderde kans dat de juiste VEM-waarde buiten deze vork is gelegen. Het begrip "meetfout" is dus gebonden aan een waarschijnlijkheid (tweederde). Dit is belangrijk om te weten wanneer een veehouder de ontleding van zijn ruwvoerders interpreteert. Naarmate een dier meer voeder opneemt, daalt de verteerbaarheid als gevolg van de hogere passagesnelheid. Dit betekent dat ook de VEM-waarde lager wordt. (Landbouw en visserij Vlaanderen et al 2007).'

De VEM-waarde van een product wordt in belangrijke mate door de VCOS beïnvloed. Daarnaast zijn het ruw vet, ruw eiwit, zetmeel en ruw asgehalte nog van invloed op de VEM. Bij grasproducten is de VEM-waarde ongeveer gelijk aan 1.3* VOS (1.25 bij 140 gRE, 1,32 bij 195 gRE). Bij maiskuil is dat ongeveer 1.33 * VOS (A. Malestein 2005).

De VEM-waarde van een voedermiddel kan ook eenvoudiger ingeschat worden met onderstaande formule (Malestein 2013). In deze formule is goed te zien dat de verteerbaarheid (VCOS%) van het gras erg bepalend is voor de VEM-waarde (zie tabel 2).

$$VEM = VOS * 1,32$$

- $VOS = \text{Organische deel} * VCOS$
 - o Organische deel = 1000 gram – anorganische deel (RAS)
 - o *1 kg drogestof = 1000 gram

VCOS %	VEM (bij Ruw As 110)
70%	822
75%	880
80 %	940



Tabel 2 VEM-waardes bij verteerbaarheid kuilgras

2.1.2.3 Fermenteerbare organische stof (FOS)

Fermenteerbare Organische Stof is de hoeveelheid organische stof die in de pens beschikbaar is voor de pensmicroben, zeg maar de pensenergie. Niet beschikbaar is de organische stof uit het bestendig verteerbaar eiwit, bestendig zetmeel en uit vetten/vetachtige stoffen. Voor de FOS-berekening geldt de volgende formule (F. de Jong, 2007):

$$\text{FOS} = \text{VOS} - \text{RVET} - (\text{RE} \times \% \text{BRE}/100) - (\text{ZET} \times \% \text{BZET}/100) - 0,50 \times \text{FP}$$

FP = Fermentatie producten

Graskuil

Bij een graskuil is de hoeveelheid FOS circa 80-85% van de hoeveelheid VOS. De FOS van gras bevat een behoorlijk aandeel afkomstig van het eiwit, vanwege de geringe eiwitbestendigheid van het eiwit in gras (Malestein 2005).

Maiskuil

De bestendigheid van het zetmeel van mais(kuil) is afhankelijk van de hardheid en grofheid van de korreldelen. Zachte en fijne korreldelen zijn aanzienlijk minder bestendig dan harde of grove delen. De bestendigheid van zetmeel is ook afhankelijk van het oppervlak van het zetmeel. Fijngemalen zetmeel is minder bestendig en wordt dus meer in de pens afgebroken dan grovere delen. Naarmate een maiskuil langer in opslag ligt, zal de hardheid van de korrels afnemen. Dezelfde maiskuil zal dan in de regel in april een hogere FOS hebben dan wanneer deze net gehakseld is in oktober.

De hoeveelheid FOS wordt uit de VOS berekend (Malestein 2005).

Voorbeeld: Een maiskuil waarvan 80% van de hoeveelheid VOS fermenteerbaar is, bevat 595 gr FOS. Als de mais nog relatief vers is, is de bestendigheid van het zetmeel nog "hoog", dus is het percentage fermenteerbaar zetmeel lager, bijvoorbeeld 75%, dit geeft de mais 557 gr FOS. Bij goed verkleinde korrels en na een langere bewaarduur neemt de bestendigheid nagenoeg geheel af, dus het percentage fermenteerbaarheid neemt toe, bijvoorbeeld naar 90% (van de VOS). De maiskuil uit dit voorbeeld heeft dan 669 gr FOS.

2.1.2.4 Darm verteerbaar eiwit (DVE)

Darmverteerbaar eiwit (DVE) is eiwit dat in de dunne darm terechtkomt en daar verteerbaar is. Het darmverteerbaar eiwit is afkomstig van drie bronnen (F. de Jong, 2007):

1. van bestendig voereiwit (DVBE = Darmverteerbaar Bestendig Eiwit); eiwit wat niet in de pens wordt afgebroken;
2. van microbiel eiwit (DVME = Darmverteerbaar Microbieel Eiwit); eiwit wat in de pens wordt gevormd;
3. van endogeen eiwit (DVMFE = Darmverteerbaar Metabool Fecaal Eiwit); lichaamseiwit wat afkomstig is van afstervende cellen, slijmvlies etc.

Bij eiwitarme producten heeft het FOS-gehalte een grote invloed op de hoeveelheid DVME en daarmee op de hoeveelheid DVE. Bij een onvoldoende pensfermentatie



wordt de hoeveelheid DVE gemakkelijk overschat. Bij eiwitrijke producten heeft de bestendigheid van het eiwit een grote invloed op de hoeveelheid DVBE en daarna op de hoeveelheid DVE (A. Malestein 2005).

De DVE-berekening, zoals die is opgesteld door het CVB:

$$DVE = DVBE + DVME - DVMFE$$

1. $DVBE = RE_{in} \times 1,11 (\%BRE/100) \times (\%DVBE/100)$
2. $DVME = FOS \times 0,150 \times 0,75 \times 0,85$
3. $DVMFE = 0,75 \times ODS$
 $ODS = 1000 - VOS - VRAS$ (in droge stof)

De hoeveelheid darm verteerbaar eiwit (DVE) is een voederwaardeberekening, die voornamelijk wordt afgeleid van de hoeveelheid pensenergie die beschikbaar is. Wanneer er meer pensenergie beschikbaar is, kan er, indien er voldoende ruw eiwit beschikbaar is, meer darm verteerbaar eiwit gevormd worden in de vorm van microbieel eiwit. Wanneer er onvoldoende eiwit beschikbaar is, kan er nog zoveel pensenergie worden gevoerd, maar wordt dit niet omgezet naar darm verteerbaar eiwit.

Maïskuil

Bij de maïskuil is de hoeveelheid DVE voor een groot deel afhankelijk van de hoeveelheid FOS die beschikbaar is. Omdat het deel onbestendige zetmeel (OZET) in maïs vanaf het moment van oogsten toeneemt, zal de FOS ook stijgen en hiermee de DVE. Volgens de CVB richtlijnen is elke 1000 FOS goed voor 150 DVE. Aart Malestein rekent bij maïs met 10 DVE bij elke 100 FOS. Bij een vers geconserveerde maïskuil of een droge maïskuil is de bestendigheid van de zetmeel hoger en de FOS dus lager. Hier rekent Malestein met een 55g DVE per kg ds, later in het seizoen verandert dit richting 60 DVE. Wanneer de maïs al langere tijd (zo rond april) is ingekuuld, dan is het DVE toegenomen naar een waarde van rond de 65 (Malestein 2013).

2.1.2.5 Onbestendig eiwit balans (OEB)

De hoeveelheid OEB zegt niks over het niveau, het is een balans. Als de hoeveelheid eiwit, die beschikbaar komt, gelijk is aan de hoeveelheid die de microben nodig hebben voor hun groei, dan is de OEB 0. Bij een positieve OEB betekent dat dat er een overmaat aan eiwit in de pens beschikbaar is. Om de OEB te verlagen zal er dus meer pensenergie bijgevoerd moeten worden om de OEB te kunnen verlagen en/of ervoor te zorgen dat er een goed pensmatras gevormd wordt in de pens, zodat de microben in de pens langer de tijd hebben om te groeien en het eiwit te benutten.

De hoeveelheid OEB wordt door het CVB op de volgende manier berekend:

$$OEB = MREN - MREE$$

$$MREN = RE * (1 - 1.11 * (\%BRE/100))$$

$$MREE = FOS * 0,150$$

Een melkveehouder kan zelf aan de hand van de volgende formule de OEB inschatten:



OEB = beschikbare RE – DVE
 beschikbare RE = verteerbaar RE – Ammoniakfractie
 Veteerbaar RE = RE * VCOS (80%)

De hoeveelheid ruw eiwit, die verteerd kan worden, wordt geschat op 80% (Malestein 2013). De hoeveelheid ammoniak (staat vermeld op de kuilanalyse) wordt van de hoeveelheid verteerbaar ruw eiwit afgetrokken. Vervolgens blijft de hoeveelheid beschikbaar ruw eiwit over. Om de hoeveelheid OEB uit te rekenen, wordt van de hoeveelheid beschikbaar ruw eiwit de hoeveelheid DVE afgetrokken.

2.1.2.6 Structuurwaarde (SW)

Om een maatstaf te hebben voor de bijdrage van het voer aan de stabiliteit (structuurlaag) in de pens is de StructuurWaarde (SW) ontwikkeld. De SW is gekoppeld aan het ruwe celstofgehalte. De berekende SW bedraagt bij graskuil circa 1,15% van het ruwe celstofgehalte. Bij hooi is dat circa 1,25%.

In principe draagt goed verteerbare ruwe celstof (voorjaarsgras) minder bij aan de stabiliteit in de pens dan een matig verteerbare ruwe celstof (zomergras). De SW van voorjaarsgras wordt daardoor, vooral als dat gras slap is, overschat ten opzichte van zomergras. Globaal kan worden gesteld dat de SW wordt overschat als de VCOS relatief hoog is ten opzichte van het ruwe celstofgehalte (Malestein 2005).

2.1.2.7 Verzadigingswaarde (VW)

Aan elk voeremiddel wordt rekenkundig een verzadigingswaarde toegekend. Dit getal kan in het Koemodel worden gebruikt om de ds-opname bij rantsoenberekeningen te schatten (Malestein 2005).

Samengevat

Berekende kengetallen kunnen helpen om een rantsoen specifiek te maken, maar alleen wanneer de eigenschappen van de gemeten kengetallen begrepen worden. De berekende kengetallen kunnen afwijken door meetfouten, verandering in samenstelling van het voer door broei en conservering of mechanische bewerkingen. In Tabel 3 zijn de berekende kengetallen, waar wij ons in deze studie tot beperken, met bijschrift weergegeven.

Berekend kengetal	Betekenis	Eigenschap
VOS/VCOS%	Hoeveelheid verteerbare organische stof	Het aandeel van een voeder dat een koe kan verteren
VEM	Voederwaardebegrip van netto energie	Formule vanuit ruw eiwit, ruw vet ruwe celstof en suiker/zetmeel
FOS	Hoeveelheid energie die op pensniveau beschikbaar komt	Berekende energie op pensniveau
DVE	Microbieel eiwit en bestendig eiwit	Hoeveel eiwit kan er gevormd worden?

OEB	Balans hoeveelheid eiwit beschikbaar voor microbieel eiwit	Te kort of te veel fermenteerbaar organische stof/te veel penseiwit of te kort penseiwit
SW	Structuurwaarde berekend aan de hand van ruwe celstof	Geeft indicatie over structuur in voeder, bepalend voor voldoende herkauwactiviteit
VW	Verzadigingswaarde	Wordt gebruikt om voeropname te berekenen

Tabel 3 Berekende kengetallen weergegeven

2.2 Van voeder naar melk

Een koe eet zijn voer, dat wordt in de pens en darm afgebroken en opgenomen in het bloed, daarna wordt er in het uier melk van gemaakt. In tabel 4 staat weergegeven wat er nodig is voor de productie van melk qua voeding. Een koe breekt eiwit in het rantsoen af tot aminozuren en maakt daar melkeiwit van, maar kan er ook lactose en vet van maken. In deze tabel staan aminozuren voor de productie van melkvet en lactose in het rood weergegeven. Ook de glucose ten behoeve van de productie van melkvet staat in het rood. Dit is omdat deze route niet wenselijk is.

MELK	BLOED	RANTSOEN
Eiwit	Aminozuren	Eiwit
Lactose	Propionzuur Glucose Aminozuren	Zetmeel/pectine Bestendig zetmeel
Vet	Azijnzuur Boterzuur Vetzuren Glucose Aminozuren	Celwanden Suikers Vet (←3%)

Tabel 4 Van voeder naar melk

Melkeiwit is voor het belangrijkste deel afkomstig van microbieel eiwit uit de pens en voor een deel uit bestendig eiwit (samen het DVE).

Lactose is afkomstig uit propionzuur en glucose, maar kan ook gevormd worden uit aminozuren (eiwit). We streven er echter naar dat zo min mogelijk eiwit oneigenlijk gebruikt wordt voor de productie van melklactose. Dit resulteert namelijk in een onnodig hoge ureumexcretie in de urine. Door het aanspreken van lichaamsreserves blijft er meer glucose beschikbaar voor lactosevorming en neemt de melkproductie toe.

Melkvet kan naast uit vetzuren, zowel uit eiwit als uit koolhydraten gevormd worden. Celwanden en suikers uit het rantsoen worden met name tot vet omgevormd. Bronnen voor melkvet zijn ook vet en vetzuren in het rantsoen en vet uit lichaamsreserves.

Een gunstige "gezonde" fermentatie in de dikke darm treedt op wanneer het eiwitgehalte van de spijsbrij laag is en het aandeel celwanden relatief hoog (Schuring 2013).

3. Rantsoen beredeneren

Dit hoofdstuk over de samenstelling van het rantsoen is geschreven aan de hand van de interpretatie van de bronnen. Deze visie is voortgekomen uit de gebruikte literatuur en de interviews. De Boerenverstand-richtlijnen zijn hierin leidend. De basis van een rantsoen is eiwit, energie en structuur. Als je het over structuur hebt, gaat het niet om de prik die in het gewas zit, maar om het pensmatras dat gecreëerd wordt in de pens (Schuring 2013).

Een koe moet zoveel mogelijk melk geven uit energie en niet uit eiwit. Als ze dat doet, dan stijgt het ureum: een indicator die aangeeft hoe groot de stikstofverliezen in de koe zijn. De kunst is om de bacteriën in de koeienpens zoveel mogelijk (microbieel) eiwit te laten produceren. Dat kan door een goede penswerking te stimuleren door voldoende structuur te voeren. Als er dan ook nog voldoende suiker (pensenergie) in het rantsoen zit, kan structuurrijk materiaal omgezet worden in energie: 'suiker is als het ware de spiritus op de barbecue' (Verhoeven 2009).

De richtlijnen voor een rantsoen kunnen variëren. Op basis van de richtlijnen die voor dit voor onze studie worden aangehouden moet de koe in staat zijn prima te produceren met zo min mogelijk verliezen naar het milieu en zo hoog mogelijk rendement. De richtlijnen, die in tabel 5 zijn weergegeven, zijn daarom voor een uitdagend en efficiënt rantsoen.

Voederwaarde	Streefwaarde	Doel
VEM	940 gram/ kg ds Laag productief 980 gram/ kg ds Hoog productief	Passende samenstelling rantsoen bij lactatiestadium
FOS	580 gram per kg/ds	Energie op pensniveau
Ruw eiwit	150 gram per kg/ds	Eiwit volledig benutten
OEB	0	Afstemming microbieel eiwit op pensenergie (FOS)
DVE	85 gram/ kg ds laag productief 95 gram/kg ds hoog productief	Passende samenstelling rantsoen bij lactatiestadium

Tabel 5 Streefwaarde rantsoen (Bron: Malestein 2013)

Met dit rantsoen moet de koe zoveel mogelijk melk produceren uit energie en niet uit eiwit. Wanneer melk wordt geproduceerd uit eiwit en niet uit energie dan stijgt het ureum, een indicator voor stikstofbenutting. Dit past niet bij de huidige maatschappelijke trend van verduurzaming. Daarnaast is de prijs voor eiwit stijgende (Verhoeven 2013) waardoor een hogere benutting, ook in financieel opzicht, gunstig is. Om meer melk uit energie te produceren moet er voldoende structuur (NDF) in het rantsoen aanwezig zijn. Daarnaast moet de energievoorziening op pensniveau (suiker en onbestendig zetmeel) en darmniveau (het bestendige zetmeel) in balans zijn. Ook niet smakelijkheid en daarmee de opname moet optimaal zijn. Wanneer aan deze richtlijnen (structuur en energie) zal worden voldaan, moet met een RE van 150 prima gemolken kunnen worden (een ureum \leftarrow 15 en toch hoge eiwitgehalten in de melk).

De basis van het samenstellen van een rantsoen is het aanwezige ruwvoer van het bedrijf. Aan de hand van de kwaliteit van het aanwezige ruwvoer wordt bepaald



welke bijvoeding geschikt is om tot de juiste rantsoensamenstelling te komen.

De melkproductie wordt in dit rantsoen bepaald door de voeropname. Daarom is het belangrijk dat rantsoensamenstelling is aangepast op het lactatiestadium van de koe.

Het rantsoen voor een hoog productieve melkkoe bevat meer bestendig eiwit en energie, omdat de verteringssnelheid hoger is. De hogere verteringssnelheid komt door de hogere voeropname van deze melkkoeien. Er vindt bij deze koeien meer vertering plaats op darmniveau. Laag productieve melkkoeien worden meer op pensniveau gevoerd omdat de verteringssnelheid lager is. Dit komt door de lagere voeropname.

VEM

Een melkkoe heeft een bepaalde energiebehoefte die nodig is voor onderhoud en de productie van melk (en vlees). Voor de laag productieve melkkoeien wordt in het rantsoen een VEM van 940 aangehouden, voor koeien die binnen de productietop vallen wordt een VEM van 980 aangehouden. Deze normen worden aangehouden op basis van de praktijkkennis van Aart Malestein. Om een beeld te schetsen van de ds-opname is tabel 6 opgesteld.

VEM per kg/ds	940			980		
Ds-opname per koe per dag	20	22.5	25	20	22.5	25
Potentiële productie in kg meetmelk (3,3% eiwit, 4% vet) op basis van VEM-dekking	30	35.5	41	32	37.5	43
4,4% vet en 3,5% eiwit	28.5	33.5	38.5	30.5	35.5	40.5

Tabel 6 Potentiële productie op basis van VEM-dekking rantsoen (Bron: CVB 2010)

Fermenteerbare organische stof (FOS)

De hoeveelheid energie die specifiek beschikbaar is voor de pensflora is de FOS. Suikers en onbestendig zetmeel zijn niet-structurele koolhydraten, hierdoor zijn ze goed afbreekbaar in de pens en vormen hierdoor een uitstekende energiebron voor de pensflora. Een FOS van 580 moet voldoende pensenergie geven, zodat er uit de 150 RE voldoende microbieel eiwit gevormd kan worden. Hierdoor stimuleert de FOS de melkproductie en vorming van melkeiwit. Het voeren van teveel suiker en onbestendig zetmeel versnelt het rantsoen en kan leiden tot pensverzuring, een tekort leidt echter tot een verminderde productie.

Eiwitbehoefte (RE)

Een Ruw Eiwit (RE) van 150 (15%) is voldoende voor de koe om van te produceren, mits de energievoorziening op peil is, de penswerking (structuur) goed is en de opname goed (smakelijk voer). Het voeren van meer eiwit in het rantsoen geeft de veehouder een bepaalde 'buffer'. Er kan een deel van het eiwit worden gebruikt voor de energievoorziening wanneer deze niet toereikend is (Malestein 1991).

Het is echter aantrekkelijker, zowel in financieel opzicht als vanuit het milieu gezien, om de energievoorziening te laten plaatsvinden vanuit suikers, zetmeel en koolhydraten. Een restproduct bij het omzetten van eiwit voor de energievoorziening is ureum. Een hoog ureum in de melk (→20) duidt op een lagere eiwitbenutting. Het eiwit dat aan de koe wordt gevoerd, wordt in dit rantsoen gebruikt voor de productie van melkeiwit.





Onbestendig eiwit balans (OEB)

De onbestendig eiwit balans staat in de rantsoensrichtlijnen op 0. Zoals in hoofdstuk 2 is uitgelegd, staat de OEB voor de balans tussen de hoeveelheid eiwit die beschikbaar is voor de vorming van microbieel eiwit en de hoeveelheid microbieel eiwit die daadwerkelijk kan worden gevormd op basis van de hoeveelheid beschikbare FOS. Er wordt naar gestreefd om het eiwit zoveel mogelijk te benutten. Dit kan door alle eiwit die beschikbaar is voor de vorming van microbieel eiwit daadwerkelijk om te vormen naar microbieel eiwit. Wanneer dit het geval is, zal de balans 0 zijn.

Darm verteerbaar eiwit (DVE)

Het Darm Veteerbaar Eiwit wordt geleverd door het bestendig eiwit en het microbieel eiwit. Dit is het eiwit dat de koe daadwerkelijk kan gebruiken voor melkproductie en lichaamsonderhoud. Bij volwassen melkvee is de DVE-behoefte voornamelijk afhankelijk van de melkproductie. Het CVB heeft normen opgesteld voor de DVE-behoefte van koeien. Aart Malestein houdt bij het samenstellen van rantsoenen een richtlijn aan van 85-95 DVE per kg droge stof.

In tabel 7 is de potentiële melkproductie weergegeven bij verschillende DVE-opname.

DVE per kg/ds	85			95		
Ds-opname per koe per dag	20	22.5	25	20	22.5	25
Potentiële productie in kg meetmelk (3,3% eiwit, 4% vet) op basis van DVE-dekking	30	33.5	37	33.5	37.5	41
4.4% vet. 3.5% eiwit	28.5	32	35	31.5	35	39

Tabel 7 Potentiële productie op basis van DVE-dekking rantsoen (Bron: CVB 2010)

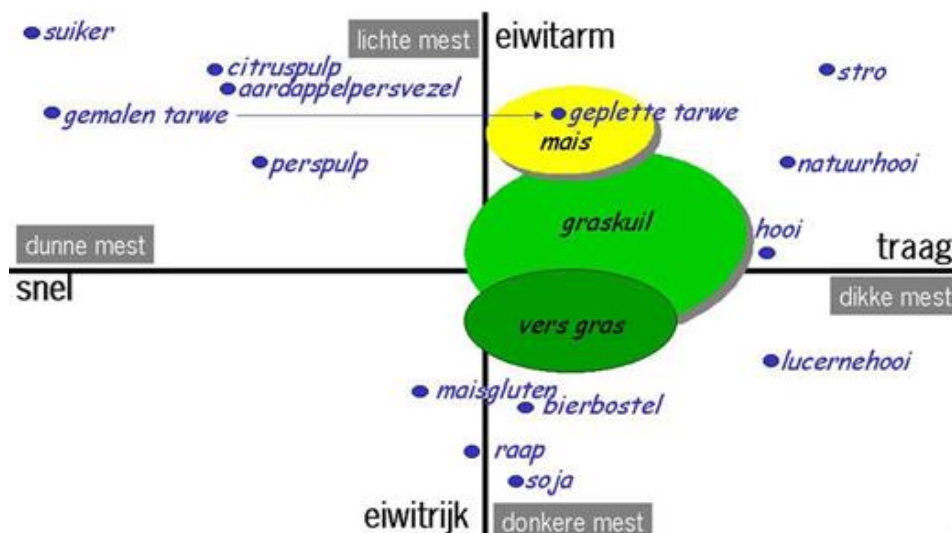
Bijlage 1 Betekenissen van afkortingen

Afkorting	Betekenis
DVE	Darm verteerbaar eiwit
FOS	Fermenteerbaar organische stof
OEB	Onbestendig eiwit balans
RAS	Ruw as
RC	Ruwe celstof
RE	Ruw eiwit
VCOS%	Vertering organische stof percentage
VEM	Voederwaarde eenheid melk
VOS	Vertering organische stof
VRE	Vertering ruw eiwit
VRVET	Vertering ruw vet
VRC	Vertering ruwe celstof
VOK	Vertering overige koolhydraten
FP	Fermentatie producten
OK	Overige koolhydraten
ODS	Onverteerbare droge stof
VRAS	Verteerbare Ruw As
DVME	Darm verteerbaar microbieel eiwit
DVMFE	Darm verteerbaar microbieel eiwit

Tabel 8 Betekenissen afkortingen

Bijlage 2 Hulpmiddelen voor rantsoensamenstelling

Schematische weergave voedermiddelen voor eiwitniveau en fermentatiesnelheid



Figuur 5 Energie/eiwit in verband met snel/traag fermenteerbaar (Bron: Verhoeven 2009)

Berekening voor schatting voederwaarde ruwvoer

Instraling	Temp.	Vocht	VEM	DVE	OEB	Pensenergie	Penseiwit	DS opname
Zonnig	Koud	Droog	1010	100	30	++++	-	100
		Nat	1050	100	50	+++	+	110
	Warm	Droog	900	90	10	++	--	85
		Nat	950	90	40	0	0	90
Bewolkt	Koud	Droog	1000	100	70	+	+	100
		Nat	1040	100	90	0	+++	110
	Warm	Droog	930	90	60	--	0	85
		Nat	950	90	80	---	++	90

Tabel 9 Schatting voederwaarde ruwvoer bij weertype (Bron: Malestein 2005)

Aanvulling bij bepaald ruwvoer

Gewenste aanvulling voor synchronisatie energie en eiwit in het rantsoen	
Situatie ruwvoer:	Aanvulling:
Graskuil vochtig, hoog RE, laag suiker	Eiwit traag, FOS snel
Graskuil droog, hoog RE normaal suiker	Eiwit sneller, FOS trager
Graskuil vochtig, laag RE, laag suiker	Eiwit trager, FOS snel
Graskuil droog, laag RE, hoog suiker	Eiwit snel, FOS traag
Maiskuil vochtig, normaal zetmeel	Eiwit trager, FOS trager
Maiskuil droog, zetmeel hoog	Eiwit sneller, FOS sneller

Tabel 10 Aanvulling voor synchronisatie rantsoen (Bron: Malestein 2005)