

Het EW-pa en VREp systeem

CVB documentatierapport nr. 31
Augustus 2004



Centraal Veevoederbureau

© **Productschap Diervoeder 2004**

Niets van deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, tenzij dan na schriftelijke toestemming van het Productschap Diervoeder.

Deze uitgave is met zorg samengesteld; het Productschap Diervoeder kan echter op geen enkele wijze aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van het gebruik van de gegevens uit deze publicatie.



PRODUCTSCHAP DIERVOEDER

CVB is een activiteit van het
Productschap Diervoeder.

Het EWpa en VREp systeem

CVB documentatierapport nr. 31
Augustus 2004

Centraal Veevoederbureau
Postbus 2176
8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 – 29 32 11
Telefax 0320 – 29 35 38
E-mail cvb@pdv.nl
Internet www.cvb.pdv.nl

Het EWpa en VREp systeem

CVB documentatierapport nr. 31
Augustus 2004

Centraal Veevoederbureau
Postbus 2176
8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 – 29 32 11
Telefax 0320 – 29 35 38
E-mail cvb@pdv.nl
Internet www.cvb.pdv.nl

© **Productschap Diervoeder 2004**

Niets van deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, tenzij dan na schriftelijke toestemming van het Productschap Diervoeder.

Deze uitgave is met zorg samengesteld; het Productschap Diervoeder kan echter op geen enkele wijze aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van het gebruik van de gegevens uit deze publicatie.



PRODUCTSCHAP DIERVOEDER

CVB is een activiteit van het
Productschap Diervoeder.

INHOUDSOPGAVE

Pagina

INHOUDSOPGAVE	1
LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN EN SYMBOLEN	5
VOORWOORD	7
SAMENSTELLING KLANKBORDGROEP ENERGIESYSTEEM PAARDEN	9
1. VERTERINGSFYSIOLOGIE VAN HET PAARD	11
1.1 Inleiding	11
1.2 Maag	11
1.3 Dunne darm	11
1.4 Blinde en dikke darm	11
1.5 Vertering van koolhydraten	12
1.5.1 Zetmeel	12
1.5.2 Celwandbestanddelen	12
1.6 Eiwitvertering	13
1.7 Vetvertering	13
1.8 Dierverschillen en voedingsinvloeden	14
2. VOEDERWAARDERING VOOR PAARDEN	15
2.1 Netto energie systeem voor waardering van voedermiddelen voor paarden	15
2.1.1 Inleiding	15
2.1.2 Het Franse netto energie systeem (UFC)	16
2.1.3 Afleiding van de Energiewaarde paard (EWpa)	17
2.1.3.1 Bruto energie (GE)	17
2.1.3.2 Verteerbare energie (DE)	19
2.1.3.3 Metaboliseerbare energie (ME)	20
2.1.3.4 Benutting van de metaboliseerbare energie voor onderhoud (k_m)	21
2.1.3.5 Netto Energie onderhoud (Nem)	24
2.2 Eiwitwaardering van voedermiddelen voor paarden	25
2.2.1 Inleiding	25
2.2.2 Het Franse eiwitwaarderingssysteem	26
2.2.3 Vergelijking van VRE voor herkauwers en paarden	27
2.2.4 Afweging te gebruiken eiwitwaardering	29

2.3 Afleiding van de verteringscoëfficiënten (VCOS en VCRE) voor paarden	29
2.3.1 Inleiding	29
2.3.2 Beoordeling van de dataset van verteringsproeven met paarden.....	30
2.3.3 Algemene aanpak bij de totstandkoming van de tabelwaarden.....	30
3. VOEDERBEHOEFTE	33
3.1 Energiebehoefte van paarden in EWpa	33
3.1.1 Energiebehoefte voor onderhoud	33
3.1.2 Energiebehoefte voor groei.....	34
3.1.2.1 Keuze uitgangspunten energiebehoefte voor groei	34
3.1.2.2 Stappen om te komen tot het berekenen van de energiebehoefte voor groei..	35
3.1.2.3 Ontwikkeling van groeicurves, afleiding van de groeisnelheden	35
3.1.2.4 Berekening EWpa behoefte	39
3.1.3 Energiebehoefte voor dracht.....	41
3.1.4 Energiebehoefte voor lactatie	42
3.1.5 Energiebehoefte van hengsten tijdens het dekseizoen.....	44
3.1.6 Energiebehoefte voor arbeid.....	44
3.2 Eiwitbehoeften paarden	47
3.2.1 Inleiding	47
3.2.2 Onderhoud	47
3.2.2.1 Volwassen paarden	47
3.2.2.2 Jonge paarden.....	47
3.2.3 Groei.....	48
3.2.3.1 VREp behoefte	48
3.2.3.2 Lysinebehoefte	48
3.2.4 Dracht	50
3.2.5 Lactatie	51
3.2.6 Hengsten tijdens de dekperiode	52
3.2.7 Arbeid	52
3.2.8 Afleiding van de eiwitbehoefte en -normen.....	52
4. OVERZICHT VAN DE GEBRUIKTE FORMULES.....	55
4.1 Berekening van de voederwaarde van voedermiddelen	55
4.1.1 Berekening van de energiewaarde in EWpa	55
4.1.2 Berekening van de eiwitwaarde in VREp.....	56
4.2 Berekening van de energie- en eiwitbehoefte in EWpa en VREp.....	56
4.2.1 Behoefte voor onderhoud	56
4.2.1.1 Energie:.....	56
4.2.1.2 Eiwit:.....	57
4.2.2 Behoefte voor groei	57
4.2.2.1 Energie:.....	57
4.2.2.2 Eiwit:.....	58
4.2.3 Behoefte voor dracht	58
4.2.3.1 Energie:.....	58
4.2.3.2 Eiwit:.....	58
4.2.4 Behoefte voor lactatie	59
4.2.4.1 Energie:.....	59
4.2.4.2 Eiwit:.....	59
4.2.5 Behoefte voor arbeid	59

4.2.5.1	Energie:.....	59
4.2.5.2	Eiwit:.....	59
5.	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	61
Bijlage 1.	Afleiding van de formules voor de groei van jonge paarden.....	67
Bijlage 2.	Voederbehoefte MERRIES in EWpa en g VREp per dag (exclusief arbeid) 71	
Bijlage 3.	Voederbehoefte RUINEN en HENGSTEN in EWpa en g VREp per dag (exclusief arbeid*)	72
Bijlage 4.	Toeslagen voor werkende paarden voor onderhoud (per dag) en arbeid (per uur) in EWpa en g VREp.....	73
Bijlage 5.	Voederbehoefte jonge groeiende paarden in EWpa en g VREp per dag ..	74
Bijlage 6:	Voorbeeldrantsoenen voor Ewpa en VREp	75

Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen

Afkorting	Eenheid	Omschrijving
CC	g	koolhydraten in het cytoplasma
DE	kJ	verteerbare energie
DLG		Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft (D)
DS	g	droge stof
EA	g	eiwitaanzet
EW _{pa}		Energiewaarde paard
GE	kJ	bruto energie
INRA		Institut National de la Recherche Agronomique (Fr.)
kcal		kilocalorie
k _{ea}		ME-benutting voor eiwitaanzet
k _f		ME-benutting voor energie-aanzet
kJ		kilojoule
k _m		ME-benutting voor onderhoud
k _{va}		ME-benutting voor vetaanzet
LDS	g	luchtdroge stof
LG	kg	lichaamsgewicht
LG ^{0,75}	kg	metabolisch lichaamsgewicht
MADC	g	Matières Azotées Digestibles Cheval (franse eiwitwaarde)
ME	kJ	beschikbare of omzetbare energie (ME = OE)
MFE	g	metabolisch faecaal eiwit
MJ		megajoule
n		aantal waarnemingen
NE	kJ	netto energie
NE _m	kJ	netto energie voor onderhoud
NPN	g	niet-eiwit stikstof
NRC		National Research Council (U.S.A.)
OAS	g	onoplosbare RAS
OK	g	overige koolhydraten
OS	g	organische stof
pg		groei in % van het geboortegewicht
pH		zuurgraad
q	%	%ME in GE
r ²		betrouwbaarheid van een regressielijn (min. 0 en max. 1)
RAS	g	ruw as
RC	g	ruwe celstof

Afkorting	Eenheid	Omschrijving
RE	g	ruw eiwit inclusief NH ₃ (N □ 6,25)
RE _{ex}	g	ruw eiwit exclusief NH ₃ -N
rsd		residual standard deviation, rest-standaardafwijking
RVET	g	ruw vet
SUI	g	suiker
UFC		Unité Fouragère Cheval (franse energiewaarde)
VA	g	vetaanzet
VC	%	verteringscoëfficiënt
VCGE	%	verteringscoëfficiënt van de bruto energie
VCOK	%	verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten
VCOS	%	verteringscoëfficiënt van de organische stof
VCOSh	%	verteringscoëfficiënt van de organische stof voor hamels
VCOSp	%	verteringscoëfficiënt van de organische stof voor paarden
VCOS _t	%	in vitro verteringscoëfficiënt van de organische stof volgens Tilley en Terry
VCOS _v	%	verteringscoëfficiënt van de organische stof voor varkens
VCRC	%	verteringscoëfficiënt van de ruwe celstof
VCRE	%	verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit
VCRVET	%	verteringscoëfficiënt van het ruw vet
VE		voedereenheid
VEM		voedereenheid melkvee
VOK	g	verteerbare overige koolhydraten
VOS	g	verteerbare organische stof
VRC	g	verteerbare ruwe celstof
VRE	g	verteerbaar (voedernorm) ruw eiwit
VREh	g	verteerbaar ruw eiwit hamels
VREp	g	verteerbaar ruw eiwit paarden
vRP	g	verdauliches Roh Protein (Duitse eiwitwaarde)
VRVET	g	verteerbaar ruw vet
ZET	g	zetmeel
ZETam	g	zetmeel bepaald met Amyloglucosidase

Voorwoord

In 1996 heeft het CVB als voederwaarderingsystemen voor paarden het VEP (voor energie) en VREp systeem (voor eiwit) ingevoerd.

Mede op verzoek van de producenten van paardenvoeders, is in de achterliggende periode door het CVB gewerkt aan een actualisatie van met name het energiesysteem.

In dat kader is, mede omdat er rond het hanteren van VEP in de praktijk geen eenduidigheid was, onder andere besloten de term VEP te vervangen door de term 'EWpa' (energiewaarde paard).

In het EWpa systeem worden voor de groei van paarden en pony's wezenlijk andere uitgangspunten gehanteerd dan in het VEP systeem. Daardoor zijn de behoeftenormen voor groei, maar ook de toeslagen voor dracht, wezenlijk anders dan in het VEP systeem. Bovendien hebben de andere uitgangspunten voor groei gevolgen voor de eiwitbehoefte van groeiende jonge paarden en voor drachtige merries.

In het onderhavige rapport worden de grondslagen van het EWpa en VREp systeem beschreven en gedocumenteerd.

Voor de waardering van afzonderlijke voedermiddelen voor paarden binnen het EWpa en VREp systeem wordt verwezen naar de –eveneens per september 2004 uitgebrachte publicatie CVB Reeks nr. 28, "Voederwaarden (EWpa en VREp) van voedermiddelen voor paarden", of naar de edities 2005 van de Veevoedertabel en de Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoeders. Om een breder publiek te informeren over de gewijzigde waardering van voedermiddelen voor paarden en de nieuwe behoeftenormen, is in september 2004 tevens CVB Reeks nr. 29, "Energie- en eiwitvoeding van paarden en pony's; Voederbehoefte en waardering van voedermiddelen", verschenen. De gegevens in deze publicatie komen grotendeels overeen met de informatie die eerder over het VEP en VREp systeem gepubliceerd werden in het CVB Tabellenboek Veevoeding. Nieuw is de toevoeging van een aantal voorbeeld-berekeningen.

Het geactualiseerde systeem is tijdens een voorlichtingsbijeenkomst in september 2004 door CVB gepresenteerd. Als datum waarop het officieel van kracht zal zijn is in overleg met de voederproducenten gekozen voor 1 januari 2005.

September 2004

Dr. M.C. Blok
Hoofd Centraal Veevoederbureau

Noot:

In dit documentatierapport wordt de afleiding en uitwerking van het EWpa en VREp systeem voor paarden beschreven. Voor de actuele voederwaarden van voedermiddelen wordt verwezen naar de gelijktijdig met dit Documentatierapport uitgebrachte publicatie in de CVB reeks (CVB Reeks nr. 28) en vervolgens naar de meest recente edities van de Veevoedertabel, de Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoeders en het Tabellenboek Veevoeding, alle uitgegeven door het Centraal Veevoederbureau in Lelystad.

Samenstelling Klankbordgroep Energiesysteem Paarden

dr. M.C. Blok (voorz.)	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
ir. G. G. Brandsma (secr.)	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
ir. B. H. G. Boswerger	Nevedi
ir. G. van Duinkerken	Praktijkonderzoek, Animal Sciences Group, Lelystad
ing. V. Hinnen	Nevedi
dr. H. Everts	Universiteit Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde, Afdeling Voeding, Utrecht
prof.dr.ir. S. Tamminga	Wageningen Universiteit, leerstoelgroep Diervoeding, Wageningen
mevr. Ing. G. M. van Tilburg MSc	Hogeschool Larenstein. Deventer
mevr. Ing. A. G. Greup	Bggg, Oosterbeek

1. VERTERINGSFYSIOLOGIE VAN HET PAARD

1.1 Inleiding

Paarden zijn eenmagige planteneters. Wat voedselkeuze en vertering betreft, vertonen paarden opvallende overeenkomsten met herkauwers. Beide diersoorten kunnen leven op uitsluitend ruwvezelrijke voedermiddelen, omdat in een deel van hun maagdarmkanaal fermentatie van dergelijke voedermiddelen plaats heeft. Bij herkauwers vindt die fermentatie in het eerste deel van het maagdarmkanaal (de voormagen) plaats, waarna een enzymatische vertering in de dunne darm volgt. Paarden verteren net als het varken het opgenomen voedsel in eerste instantie in maag en dunne darm. Wat resteert vloeit naar de blinde en dikke darm en ondergaat daar een fermentatie die sterk overeenkomt met de fermentatie in de pens van herkauwers. Wat de vertering van het voedsel betreft neemt het paard een positie in tussen herkauwer en varken.

1.2 Maag

Anders dan bij de herkauwer, maar net als bij het varken, komt bij paarden het voedsel na kauwen, vermengen met speeksel en slikken rechtstreeks in de maag terecht. Gedurende de verblijftijd (<1 - 5 uur) van het gekauwde en met speeksel gemengde voedsel in de relatief kleine maag (10 - 20 l), heeft menging plaats met zoutzuur en met het eiwitsplitsende enzym pepsine. Zoutzuur en nog niet actief pepsine (pepsinogeen) worden in het middelste gedeelte van de maag en in het overgangsgedeelte naar de dunne darm (pylorusgedeelte) door maagwandkliercellen afgescheiden naar het maaglumen. De verlaging van de pH van de maaginhoud (tot pH = 2 à 3) door het zoutzuur leidt tot activering van het enzym pepsine, waarmee de eiwitvertering op gang komt. Andere gevolgen zijn de inactivering van bacteriën en het in oplossing gaan van fosfaten, carbonaten en andere in zuur oplosbare minerale bestanddelen. Overigens meet men bij paarden alleen in het pylorusgedeelte echt lage pH's ($\pm 2,5$).

In het deel van de paardenmaag dat grenst aan de slokdarm, blijft de invloed van de zoutzuursecretie beperkt en kunnen bacteriën nog enige activiteit ontplooiën. Het gevolg daarvan is omzetting van een (klein) deel van de gemakkelijk fermenteerbare koolhydraten (suiker en zetmeel) en eiwit, waarbij vluchtige vetzuren, melkzuur en een (geringe) hoeveelheid gas (CO_2 , CH_4 , H_2) ontstaan.

Verder synthetiseren de bacteriën daar nog B-vitaminen (o.a. B_{12}) en vitamine K (Meyer, 1992).

1.3 Dunne darm

Kort na het eten van het voer stroomt bij het paard het eerst opgenomen voer uit de maag naar de dunne darm. Door gecoördineerde darmwandcontracties wordt de spijsbrij gemengd met gal en sap van de alveesklier (of pancreas) en voortbewogen richting blinde en dikke darm. Darmsap en pancreassap neutraliseren de zure spijsbrij door een hoog bicarbonaatgehalte. In het pancreassap zitten ook de enzymen die zetmeel, eiwitten en vetten kunnen splitsen. Wanneer de spijsbrij na 3/4 - 3 uur de blinde darm bereikt, zal een belangrijk deel van het zetmeel, het eiwit en het vet, dat met het voer werd opgenomen, verteerd zijn. Welk deel van de voederbestanddelen dan verteerd zal zijn, is onder meer afhankelijk van de voersamenstelling. De celwandfractie en het niet verteerde deel van o.a. het eiwit, de niet-celwandkoolhydraten en de vetten vloeien door naar de blinde en dikke darm.

1.4 Blinde en dikke darm

De blinde en dikke darm zijn bij het paard sterk uitgegroeid en vormen een apart gedeelte van

het maagdarmkanaal. Daarin zijn de omstandigheden gunstig voor een anaërobe microbiële fermentatie van de nog niet verteerde voederbestanddelen. De fermentatie in dit darmgedeelte komt sterk overeen met de fermentatie in de pens van herkauwers. Nagenoeg dezelfde bacteriën en protozoën komen in ongeveer gelijke aantallen per gram voor in de pens van de herkauwer en in de blinde en dikke darm van het paard (Julliand, 1992).

De voortbeweging van de spijsbrij in dit darmgedeelte is betrekkelijk langzaam, maar hangt af van de voeropname, de aard van het voer, het al of niet verkleind zijn van de voeders, de verteerbaarheid en de verontreiniging van het voer met zand. De verblijfsduur in de blinde en dikke darm tezamen is ongeveer 30 - 48 uur. Met name de verblijfsduur van moeilijk fermenteerbare voerbestanddelen is in de blinde en dikke darm van paarden korter dan die in de voermagen van herkauwers. Mede daarom verteren paarden diverse voedermiddelen met een hoog ruwe celstofgehalte (> 15%) minder goed dan herkauwers (Udén en Van Soest, 1982).

1.5 Vertering van koolhydraten

1.5.1 Zetmeel

In het voedsel van in het wild levende paarden zal het zetmeelgehalte laag zijn. Toch kunnen paarden zetmeel goed verteren. In het pancreassap is het enzym α -amylase aanwezig dat zetmeel hydrolyseert in oligo- en disacchariden (maltose, maltotriose en isomaltose). De activiteit van dat enzym is in de dunne darm laag op een hooirantsoen, maar neemt toe wanneer granen in het rantsoen zijn opgenomen (Radicke et al., 1992). De mate van vertering van zetmeel in de dunne darm (40 - 85%) is afhankelijk van de hoeveelheid zetmeel in het voer en van het soort zetmeel (haverzetmeel beter dan maiszetmeel) (Kienzle et al., 1992). Ook een bewerking van het voer vooraf die tot ontsluiting van zetmeel leidt, verbetert de zetmeelvertering in de dunne darm.

Zetmeel dat onverteerd naar de dikke darm stroomt, wordt daar gefermenteerd. Dat deel van het zetmeel in het voer loopt uiteen van ongeveer 15% bij een dagelijkse opname van ca. 130 g zetmeel per 100 kg lichaamsgewicht tot zo'n 45% bij een dagelijkse opname van 270 g zetmeel per 100 kg lichaamsgewicht (Potter et al., 1992). Bij een zetmeelopname boven 700 - 800 g per 100 kg lichaamsgewicht, verdeeld over twee maaltijden, zou al het daar boven opgenomen zetmeel onverteerd de blinde en dikke darm bereiken.

1.5.2 Celwandbestanddelen

De celwandfractie van het voer wordt onveranderd door de dunne darm getransporteerd. Daar eiwit, niet-structurele koolhydraten en vet in de dunne darm alleen goed verteerd kunnen worden als de enzymen de voedingsstoffen gemakkelijk kunnen bereiken, zal het intact blijven van de celwanden de vertering in de dunne darm negatief beïnvloeden.

In de blinde en dikke darm van het paard breken bacteriën de celwandbestanddelen af. Pectine, cellulose en hemicellulose worden voornamelijk anaëroob gefermenteerd, waarbij vluchtige vetzuren (azijnzuur, propionzuur, boterzuur) ontstaan, die na absorptie een belangrijke bron van energie voor het paard vormen.

De concentratie van en de onderlinge verhouding waarin de vluchtige vetzuren in blinde darm en begin dikke darm voorkomen, is afhankelijk van de rantsoensamenstelling en de tijd sinds het voeren. Wanneer grote hoeveelheden gemakkelijk fermenteerbare bestanddelen de blinde en dikke darm instromen, dan zijn vooral in de blinde darm hoge concentraties van vluchtige vetzuren te meten met een groter aandeel propionzuur dan op ruwvoerrijke rantsoenen wordt gevonden. De invloed van de voersamenstelling op de gevormde fermentatie-producten in de blinde en dikke darm van het paard is echter aanzienlijk geringer dan op de fermentatieproducten in de pens bij herkauwers het geval is. Een aanzienlijk deel van de gemakkelijk fermenteerbare organische verbindingen wordt namelijk al in de dunne darm van het paard verteerd.

1.6 Eiwitvertering

Terwijl bij herkauwers alleen het bestendige deel van het voereiwit de dunne darm bereikt, komt bij paarden al het voereiwit in dit darmgedeelte terecht. Eiwitsplitsende enzymen uit de pancreas (trypsine, chymotrypsine en carboxypeptidasen) hydrolyseren een deel van het voereiwit. De daarbij vrijkomende peptiden worden door membraangebonden enzymen (peptidasen) in de borstelzooam van darmwandcellen nog verder gesplitst in aminozuren, waarna absorptie van die aminozuren plaats heeft. Kleine peptiden (dipeptiden) kunnen ook rechtstreeks geabsorbeerd worden.

De mate van vertering in de dunne darm van eiwitten uit verschillende voedermiddelen loopt sterk uiteen. In proeven met pony's die voorzien waren van fistels in het eind van de dunne darm en die uitsluitend ruwvoer (bermuda gras) kregen, bleek slechts 35% van het schijnbaar verteerbaar eiwit (VRE) in het voer in de dunne darm te zijn verteerd (Gibbs et al., 1988); paarden en pony's waaraan gelijke delen ruwvoer en krachtvoer verstrekt werden (2/3 van het eiwit kwam uit krachtvoer), verteerden in de dunne darm 50 - 70% van het VRE in het rantsoen (Potter et al., 1992).

Het niet in de dunne darm verteerde voereiwit vormt (vermeerderd met endogeen eiwit) een belangrijke N-bron voor de microben in de dikke darm. De afbraak van voereiwit en de synthese van microbiëel eiwit in de dikke darm verschillen niet wezenlijk van deze processen in de voormagen van herkauwers. Maar terwijl het door microben in de pens gesynthetiseerde eiwit de grootste bijdrage levert aan het darmverteerbaar eiwit, kunnen paarden het in de dikke darm gevormde eiwit nagenoeg niet meer benutten. Uit de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken naar de bijdrage van de dikke darm aan de eiwitvoorziening van paarden, blijkt dat absorptie van aminozuren uit de dikke darm te verwaarlozen is (Slade et al., 1971; Glade, 1983; Reitnour en Salsbury, 1976; Schubert, 1992).

Absorptie uit de dikke darm van N-verbindingen, anders dan aminozuren, kan - afhankelijk van de eiwitbron in het voer - oplopen tot meer dan de helft van het VRE in het voer (Potter et al., 1992). Daarom geven verteringscoëfficiënten, gemeten met paarden in een klassieke verteringsproef, geen betrouwbare informatie over de mate waarin een voereiwit bijdraagt tot de eiwitvoorziening van het paard.

1.7 Vetvertering

Hoewel vet in de gebruikelijke paardevoeders maar in enkele procenten van de droge stof voorkomt, zijn paarden in staat toegevoegde vetten tot ongeveer 20% van de droge stof goed te verteren (Bowman, 1977). Die vertering vindt plaats in de dunne darm waar het pancreasenzym lipase triacylglyceriden splitst in vrije vetzuren en mono-acylglyceriden. Emulsievorming onder invloed van de gal, die rechtstreeks uit de lever in het begin van de dunne darm vloeit (paarden hebben geen galblaas), begunstigt de vetvertering.

De mate van (schijnbare) vertering van het vet is afhankelijk van het vetgehalte van het voer en in mindere mate van het soort vet (Potter et al. 1992). Bij lage vetgehalten meet men lage verteringscoëfficiënten (negatieve waarden zijn mogelijk) omdat door bacteriën in de blinde en dikke darm gesynthetiseerde lipiden in de mest geanalyseerd worden als niet verteerd vet. Bij 15% vet in het voer zijn (schijnbare) verteringscoëfficiënten gemeten tot 85% (McCann et al., 1987).

Toevoeging van vetten aan het voer van paarden tot 15% van de DS, had in verreweg de meeste proeven geen nadelig effect op de vertering van eiwit en ruwvezel, noch op de absorptie van calcium; de vertering van de bruto energie bleek in enkele proeven door vettoevoeging toe te nemen (Potter et al., 1992).

1.8 Dierverschillen en voedingsinvloeden

In proeven waarin de vertering van voeders bij pony's en paarden werd vergeleken, bleken de verschillen in verteringscoëfficiënten tussen paarden en pony's doorgaans klein te zijn (Slade en Hintz, 1969; Pearson et al., 1992). Echter de variatie tussen dieren in vertering kan aanzienlijk zijn. De oorzaak daarvan kan onder meer gelegen zijn in verschillen in kauwen (al of niet ten gevolge van een afwijkend gebit) of door verschillen in verblijftijd van het voedsel in het maagdarmkanaal. Volgens Tisserand (1972) bedraagt het verschil in verteringsniveau tussen individuen 10 à 15%. Veulens verteren ruwvoerders slechter dan volwassen paarden, wat toegeschreven zou kunnen worden aan het nog onvolledig ontwikkeld zijn van de kiezen en het dikke-darmstelsel.

De hoeveelheid voer die per dag opgenomen wordt, het voerniveau, lijkt, binnen de voor de praktijk relevante grenzen, niet tot significante verschillen in verterings-coëfficiënten te leiden (Martin-Rosset en Dulphy, 1987). Volgens Meyer (1992) beïnvloedt de voeropname alleen dan de verteerbaarheid wanneer zeer grote hoeveelheden voer per maaltijd worden opgenomen. Gelijktijdig verstrekken van ruwvoer en krachtvoer heeft geen negatief effect op de verteerbaarheid van in krachtvoer aanwezige geconcentreerde voercomponenten. Evenmin veranderen hoge zetmeelgehalten in krachtvoerders de verteerbaarheid van de ruwe celstof. De verteerbaarheid van rantsoenen bestaande uit ruwvoer en krachtvoer is niet afhankelijk van de volgorde van voeren (Meyer, 1992).

Van de voereigenschappen die de verteringscoëfficiënten beïnvloeden, is het celwandgehalte de belangrijkste. Evenals voor andere diersoorten geldt ook voor paarden dat de verteerbaarheid van het voer afneemt met toename van het celwandgehalte. Sommige celwanden zijn echter beter verteerbaar dan anderen (b.v. pulp ten opzichte van grashooi).

Verkleind ruwvoer wordt sneller, maar niet beter verteerd. Door verpulvering neemt de verteerbaarheid zelfs af en wel als gevolg van een snellere passage door de dikke darm.

Pelleteren verandert de verteerbaarheid van (ruw)voerders niet wezenlijk, behalve dat de celwandverteerbaarheid lager wordt, wat met de hiervoor vermelde snellere passage van fijn gemalen ruwvoerders samenhangt.

Door kneuzen, pletten of malen van kleine graankorrels (sorghum, tarwe) zou de verteerbaarheid toenemen (Meyer, 1992). De verteerbaarheid van hele of gemalen, resp. geplette (gekneusde) haver is bij paarden met een intact gebit niet verschillend. Wel lijkt de verteerbaarheid van gekneusde haver tot aan het einde van de dunne darm wat hoger te zijn dan van hele haver. Voor maïs is een sterke verkleining nodig om een te geringe vertering in de dunne darm te vermijden. Maiszetmeel verteert minder snel dan zetmeel in haver.

Door warm aanmaken van voeders ("mash" bereiding) is de totale schijnbare vertering bij gezonde paarden niet te verbeteren, hoogstens de verteerbaarheid tot en met de dunne darm. Ontsluiten door middel van extruderen zou de verteerbaarheid van granen verbeteren. Met het ontsluiten beoogt men veranderingen in de zetmeelkorrels (granula) teweeg te brengen, zodanig dat enzymen in de darm beter op het zetmeel kunnen inwerken (Meyer, 1992).

2. VOEDERWAARDERING VOOR PAARDEN

2.1 Netto energie systeem voor waardering van voedermiddelen voor paarden

2.1.1 Inleiding

De energiewaarde van voedermiddelen en de behoeftenormen voor energie van paarden werden in Nederland en België tot 1995 in VEM, de voederwaarde-eenheid voor melkvee. Het verteringsapparaat van paarden wijkt echter op onderdelen aanzienlijk af van dat bij herkauwers. De meeste verteringsproeven voor herkauwers zijn uitgevoerd met hamels (gecastreerde schapen). Uit vergelijkende verteringsproeven met paarden en hamels (Cymbaluck, 1990; Martin-Rosset et al., 1987; Smolders et al., 1991) is gebleken dat vooral bij ruwe-celstofrijke producten een geringere vertering van de organische stof bij paarden plaatsvindt dan bij hamels. Bovendien bleek uit respiratieproeven met paarden dat ook de verliezen die optreden met urine, methaan en extra warmte als gevolg van voeropname en -verwerking, afwijken van die bij melkvee. Eén en ander heeft tot gevolg dat ruwe-celstofrijke voedermiddelen bij paarden met het VEM-systeem worden overgewaardeerd en ruwe-celstofarme producten, bijvoorbeeld granen, ondergewaardeerd. Een ander bezwaar van het gebruiken van het VEM-systeem voor paarden is dat bij uitwisseling van gegevens over paardenvoeders steeds een omrekening nodig is naar internationaal herkenbare waarden.

De eisen die aan een energiewaarderingssysteem voor paarden gesteld worden, zijn:

- een betrouwbare schatting verkrijgen van de hoeveelheid energie in een voedermiddel die door een paard benut kan worden,
- de mogelijkheid voedermiddelen op basis van energie-inhoud te vergelijken.

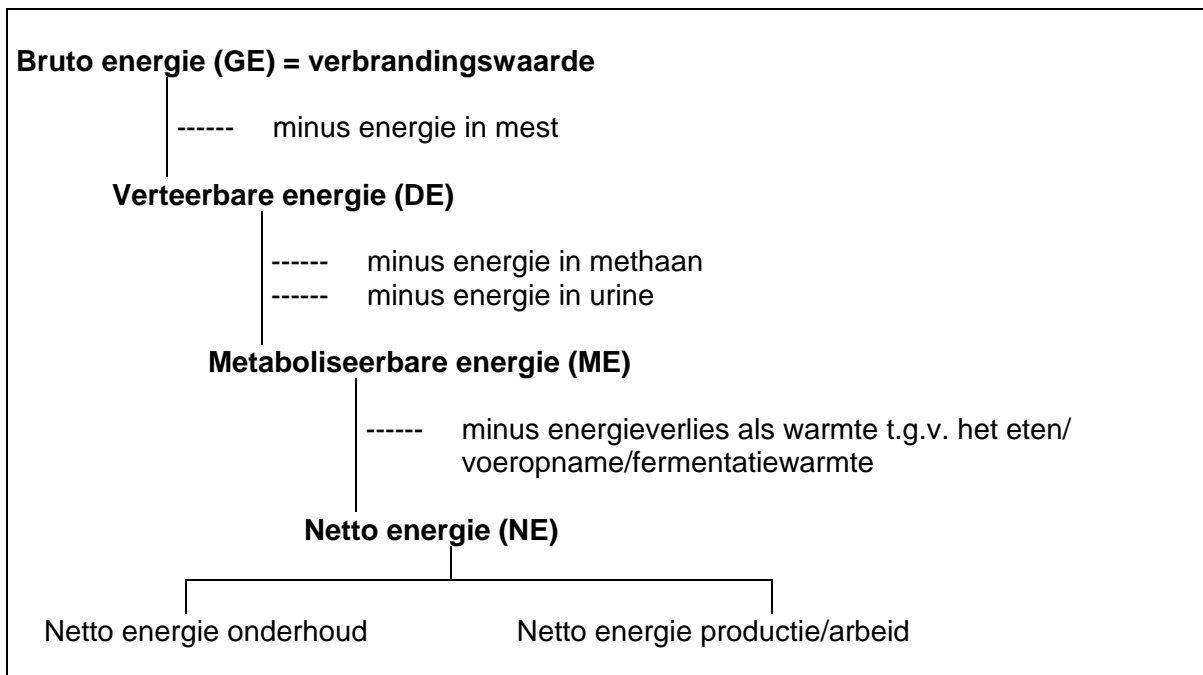
Bij de keuze van een waarderingssysteem in de negentiger jaren van de vorige eeuw speelden de internationale ontwikkelingen eveneens een grote rol. Het voedingsonderzoek bij paarden had en heeft in Nederland geen hoge prioriteit. Daarom is het ontwikkelen en onderhouden van een op het paard afgestemd waarderingssysteem met alleen Nederlandse gegevens niet haalbaar. Een mogelijkheid om tot een goede voederwaardering voor paarden te komen, was aansluiting te zoeken bij in het buitenland ontwikkelde systemen die voldoen aan de eerder genoemde eisen.

Op grond van deze overwegingen kwamen toentertijd twee in het buitenland gebruikte systemen in aanmerking:

1. het DE-systeem (NRC, 1989), gebruikt in Amerika, Engeland en Duitsland (DLG, 1984); dit is een systeem op basis van verteerbare energie (DE),
2. het UFC-systeem (Vermorel et al., 1984, 1993), gebruikt in Frankrijk, Spanje, Portugal en Italië. Het Unité Fouragère Cheval (UFC)-systeem is een netto energiesysteem.

Door de grote verschillen in benutting van de verteerbare energie (DE) en metaboliseerbare energie (ME) van voedermiddelen, vooral van ruwvoeders (Hintz, 1990), geeft een waardering op basis van netto energie (NE) een betere schatting van de waarde van die voedermiddelen voor paarden dan een waardering op basis van DE. In de discussie over het invoeren van een nieuw energie-waarderingssysteem is daarom gekozen voor aansluiten bij het netto energie systeem dat in Frankrijk gehanteerd wordt.

Reeds in 1984 waren afspraken gemaakt met onderzoekers van het INRA over samenwerking bij het uitvoeren van onderzoek. In het kader van een samenwerkingsproject is door het (voormalige) Praktijkonderzoek Rundveehouderij en het (voormalige) IVVO een aantal verteringsproeven bij paarden en hamels uitgevoerd met vooral kwalitatief goede ruwvoeders en met krachtvoergrondstoffen om de schatting van verteerbaarheid van organische stof voor paarden vanuit de verteerbaarheid bij hamels te verbeteren (Smolders et al., 1991).



Figuur 1. Basisbegrippen voor de energiehuishouding.

In dit hoofdstuk worden de hoofdlijnen van het Franse energiewaarderingssysteem voor paarden (UFC) weergegeven.

Op grond hiervan werd in 1995 de Voedereenheid Paarden (VEP) afgeleid en in Nederland geïntroduceerd. In 1996 werd het VEP-systeem definitief ingevoerd. In CVB Documentatie-rapport nr. 15 (oktober 1996) werd gedocumenteerd op welke onderdelen de afleiding van de VEP afwijkt van de UFC en waarom die keuze is gemaakt.

In het onderhavige rapport wordt het netto energiesysteem voor paarden geactualiseerd, en wordt als nieuwe energiemaatstaf de Energiewaarde paard (EWpa) geïntroduceerd.

De basisbegrippen voor de energiehuishouding zijn in Figuur 1 aangegeven. De diverse onderdelen worden in dit hoofdstuk voor het EWpa systeem verder uitgewerkt.

2.1.2 Het Franse netto energie systeem (UFC)

In Frankrijk is in 1984 de Unité Fouragère Cheval (UFC), een netto energiewaarde voor paarden, geïntroduceerd (Vermorel et al., 1984). Tot die tijd werd, net als in Nederland het geval was, voor paarden de waardering voor herkauwers gebruikt. In verteringsproeven (INRA, Wolter et al., 1980-1982; Martin-Rosset et al., 1984) werd de verteerbaarheid van een aantal voedermiddelen vastgesteld. Van een aantal ontbrekende voedermiddelen werd de verteerbaarheid gebruikt zoals vermeld in literatuurgegevens (van o.a. Wolff et al., 1877-1895; Fingerling, 1931-1939; Olsson et al., 1943-1949; Fannesbeck et al., 1967 en Slade en Hintz, 1969). Zoals in de inleiding reeds is aangegeven bleek uit deze proeven en uit onderzoek in respiratiekamers dat niet alleen de vertering bij paarden anders verloopt dan bij rundvee, maar ook dat de energieverliezen bij paarden niet gelijk zijn aan die bij rundvee. Het UFC-systeem is in de afgelopen jaren door onderzoek beter onderbouwd (Vermorel en Martin-Rosset, 1988; Chenost en Martin-Rosset, 1985; Martin-Rosset en Dulphy, 1988; Martin-Rosset et al, 1990; Vermorel en Mormede, 1991; Vermorel en Vernet, 1991). Deze aanpassingen zijn in de meest recente versie van het UFC-systeem verwerkt (Vermorel en Martin-Rosset, 1993; Martin-Rosset et al., 1993).

Het UFC systeem is gebaseerd op:

1. de bruto energie (GE) van voedermiddelen,
2. de verteerbare energie (DE) in voedermiddelen gemeten in verteringsproeven met paarden,
3. de verhouding tussen omzetbare (ME) en verteerbare energie (ME/DE) afgeleid in energiebalansproeven met paarden,
4. de efficiëntie van de benutting van ME (k_m) van de belangrijkste nutriënten voor onderhoud.

De netto energie in voedermiddelen wordt in het UFC systeem uitgedrukt in een verhoudingsgetal ten opzichte van de netto energie in gerst. In Figuur 2 is schematisch weergegeven hoe de UFC van voedermiddelen wordt afgeleid.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het Franse netto energie systeem (UFC), wordt verwezen naar het boek "Le Cheval" (Martin-Rosset et al., 1984).

2.1.3 Afleiding van de Energiewaarde paard (EWpa)

In de Nederlandse situatie wordt in principe aangesloten bij de formules die in Frankrijk gebruikt worden. Op onderdelen zijn wijzigingen aangebracht omdat de uitkomsten dan beter passen bij de situatie hier of omdat in Nederland voor andere diersoorten, waarvoor veel meer proefuitkomsten beschikbaar zijn, andere formules gehanteerd worden.

2.1.3.1 Bruto energie (GE)

In het UFC-systeem worden voor vers gras en hooi, graskuil, snijmaïskuil en krachtvoerders verschillende formules gebruikt voor het schatten van de bruto energie. In Nederland wordt voor het schatten van de bruto energie van alle voedermiddelen de formule uit het VEM-systeem gebruikt (CVB, 1994):

$$[F2.01a] \quad GE = 24,1 RE + 36,6 RVET + 20,9 RC + 17,0 OK - 0,63 SUI^a \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin: RE, RVET, RC, OK en SUI in g/kg DS

- a) De aftrek voor suiker vindt alleen plaats in voedermiddelen met meer dan 80 g suiker/kg DS.

Voor snijmaïs geldt een aparte berekening van de GE:

$$[F2.01b] \quad GE = 19456 - 19,456 RAS \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin: RAS in g/kg DS.

	Formule	Referentie
GE Ruwvoer Krachtvoer(grondstoffen)	$GE = f(RE)$ $GE = f(RE + RVET + RC + OK) + \Delta$	INRA 1978-1988 Hoffmann et al., 1971
DE $DE = GE \cdot dE$ Alle voedermiddelen	$DE = f(dOp)$	INRA - PR
ME ME/DE Alle voedermiddelen Eiwitrijke voeders Bietenpulp	$ME/DE = f(RC, RE, CC)$ $ME/DE = f(RC, RE)$ $ME/DE = 89$	INRA INRA INRA
---- k_m voor Ruwvoerders; Granen, zaden van vlinderbloemigen; Graanbijkproducten; Bijkprod. oliebereiding	$k_m = f(RC, RE, CC, \pm VOS^a)$ $k_m = f(RC, RE, CC, \pm VOS^a)$ $k_m = f(RC, RE)$ $k_m = f(RC, RE)$	INRA INRA INRA INRA
NEm $NEm = ME \cdot k_m$		
UFC $UFC = NEm \text{ van voer} / NEm \text{ van gerst}$		
a): De meest betrouwbare variabelen uit de schattingsformules		
CC = koolhydraten in het cytoplasma Δ = constante per voedermiddel DE = verteerbare energie DE = verteerbaarheid van de bruto energie DOP = verteerbaarheid van de organische stof, gemeten bij paarden f(...) = functie van GE = bruto energie k_m = k-waarde in het cytoplasma ME = metaboliseerbare energie NEm = netto energie voor onderhoud OK = overige koolhydraten RC = ruwe celstof RE = ruw eiwit RVET = ruw vet UFC = l' Unité Fouragère Cheval VOS = verteerbare organische stof		

Figuur 2. Afleiding van de energiewaarde in UFC van voedermiddelen in het UFC-systeem van het INRA (Vermorel en Martin-Rosset, 1993).

De verschillen in uitkomsten van de berekeningen volgens de Franse en Nederlandse rekenregels zijn relatief klein. Van in verteringsproeven gebruikte voedermiddelen (Smolders et al., 1991) was de met formule 2.01 geschatte GE gemiddeld 1,3% lager dan de bepaalde GE en

de met de UFC-formules geschatte GE was gemiddeld 1,0% hoger dan de bepaalde.

Om in Nederland zoveel mogelijk uniformiteit in de voederwaarderingssystemen voor de verschillende diersoorten te houden, is voor de schatting van de GE gekozen voor de formule die in het VEM-systeem reeds gebruikt wordt.

2.1.3.2 Verteerbare energie (DE)

De verteerbare energie wordt berekend met de formule: $DE \text{ (kJ/kg)} = VCGE/100 * GE$, waarin VCGE de verteringscoëfficiënt van de energie is en GE het gehalte aan bruto energie in kJ.

De verteerbaarheid van de energie wordt geschat uit de verteerbaarheid van de organische stof. De basisformule is gebaseerd op onderzoek in Frankrijk en Nederland waarbij in verteringsproeven met paarden de verteerbaarheid van energie (VCGE) en de verteerbaarheid van organische stof (VCOSp) gemeten werden. In totaal zijn van 75 voedermiddelen vergelijkende resultaten bekend, waarvan 43 ruwvoerders en 32 krachtvoerders en krachtvoergrondstoffen. De groep ruwvoerders bestaat uit 11 partijen vers gras, 5 graskuilen, 20 partijen hooi, 5 kunstmatig gedroogde ruwvoerders en 2 partijen stro, de groep krachtvoerders uit 23 krachtvoergrondstoffen en 9 krachtvoerders.

De formules voor de berekening van de verteerbare energie (in %), gebaseerd op gecombineerde Frans/Nederlandse gegevens zijn als volgt:

Ruwvoerders

$$[F2.02] \quad VCGE = 0,034 - 1,1 + 0,9477 VCOSp \quad (\text{in } \%)$$

Krachtvoerders

$$[F2.03] \quad VCGE = 0,034 + 1,1 + 0,9477 VCOSp \quad (\text{in } \%)$$

(beide formules: $rsd = 1,16$; $r^2 = 0,99$)

waarin: $VCGE$ = verteerbaarheid van bruto energie door paarden in %
 $VCOSp$ = verteerbaarheid van organische stof door paarden in %

Van voedermiddelen waarvan uit verteringsproeven met paarden de verteerbaarheid van de organische stof bekend is, wordt de VCOSp gebruikt voor het berekenen van de verteerbaarheid van de bruto energie. De verteerbaarheden van de organische stof, zoals voor mengvoedergrondstoffen en vochtrijke diervoeders vermeld in de Veevoedertabel, zijn grotendeels gebaseerd op verteringsonderzoek bij paarden. Indien voor een bepaald voedermiddel geen *in vivo* data beschikbaar waren, werd de VCOSp geschat op basis van vergelijking met verwante voedermiddelen, of werd de VCOSp berekend uit verteringsonderzoek bij hamels (VCOSh; zie hieronder, alsook paragraaf 2.3).

Voor ruwvoerders, waar sprake is van een veel grotere variabiliteit in samenstelling en verteerbaarheid, is het (afgezien van de vraag of *in vivo* gegevens van verteringsonderzoek bij paarden beschikbaar zijn) meestal niet wenselijk per voedermiddel gebruik te maken van een vaste verteringscoëfficiënt voor de organische stof.

Voor het schatten van de VCOSp uit gegevens van hamels is op grond van combinatie van gegevens van verteringsproeven met hamels en paarden in Nederland en Frankrijk voor *vers gras en hooi* een formule ontwikkeld. Uitgaande van de voor het Nederlandse VEM-systeem bepaalde verteerbaarheid bij hamels (t.w. met hamels gevoerd op onderhoudsniveau) luidt deze formule:

[F2.04] $VCOSp = -16,71 + 1,1436 VCOSh$ (in %)
(rsd = 1,8; $r^2 = 0,9782$; n = 27)

waarin: VCOSh = verteerbaarheid van organische stof door hamels in %

Bovenstaande formule geeft aan hoe de VCOSp kan worden geschat uit de VCOSh. Aangezien de formule is afgeleid op verteringsonderzoek aan vers gras en hooi, zal het gebruik van deze formule voor andere voedermiddelen slechts in een indicatieve waarde voor de VCOSp resulteren.

Voor monsters waarvan geen *in vivo* verteerbaarheid bekend is (en dat zijn alle praktijkmonsters) bestaan er twee manieren voor het schatten van de VCOSh:

- Bepaling van de *in vitro* verteerbaarheid van de organische stof (VCOS_t) volgens Tilley & Terry (1963) en omrekening van de VCOS_t naar een geschatte VCOS_h met behulp van een regressieformule afgeleid voor een serie geschikte standaardmonsters waarvan de *in vivo* VCOS_h bekend is en waarvan de VCOS_t wordt bepaald in dezelfde incubatieserie als het monster waarvan met de geschatte VCOS_h wil berekenen.
- Schatting van de VCOS_h met de NIRS techniek. Aangezien het NIRS apparaat is gekalibreerd met een grote serie ijkmonsters met bekende VCOS_t en via regressieformules ingeschatte VCOS_h, wordt met deze methodiek op basis van het NIRS-spectrum de VCOS_h ingeschat.

In beide gevallen dient de 'geschatte VCOS_h' met formule F2.04 te worden omgerekend naar een VCOS_p^a.

2.1.3.3 Metaboliseerbare energie (ME)

De metaboliseerbare energie wordt berekend met de formule: ME (kJ/kg) = DE * ME/DE, waarin DE de verteerbare energie is en ME/DE de verhouding tussen de verteerbare en de metaboliseerbare energie.

Metaboliseerbare energie is verteerbare energie minus de energieverliezen in de vorm van fermentatiegassen (methaan en waterstof) en via de urine. De omvang van deze verliezen wordt beïnvloed door de rantsoensamenstelling, het ruwe celstofgehalte van het voer en het eiwitgehalte. Het voerniveau zou bij paarden geen invloed op deze verliezen hebben. Door Vermorel et al. (1984) is een relatie tussen ME en DE afgeleid met gegevens van Fingerling (1931-1939), Hoffmann et al. (1967) en Kane et al. (1979). Dit leidde voor alle voedermiddelen tot de formule:

[F2.05] $ME/DE = (93,96 - 0,02356 RC - 0,0217 RE)/100$
(rsd = 2,02; $r^2 = 0,5184$; n = 75)

waarin: RE en RC in g/kg DS

Bij een wijziging in het UFC-systeem in de negentiger jaren wordt bij de berekening van de ME/DE onderscheid gemaakt in voeders met minder en meer dan 300 g RE per kg DS. Daarnaast wordt voor bietenpulp een vaste ME/DE-verhouding aangehouden. Deze formules zijn afgeleid uit resultaten van onderzoek uit de periode 1985 - 1989 met 79 rijpaarden (Vermorel en Martin-Rosset, 1993).

Bij nadere analyse is niet duidelijk geworden dat dit een nauwkeuriger schatting geeft van de ME/DE-ratio dan de bovenstaande formule.

a In CVB-Documentatierapport nr. 15 werd ook een formule gegeven voor het rechtstreeks berekenen van de VCOS_p uit de VCOS_t. Zowel ter voorkoming van verwarring door het kunnen toepassen van verschillende werkwijzen, alsook om reden dat deze laatste werkwijze minder nauwkeurig wordt geacht, is deze berekeningswijze met ingang van dit rapport vervallen.

In het EWpa systeem wordt daarom voor alle voedermiddelen formule 2.05 gebruikt.

2.1.3.4 Benutting van de metaboliseerbare energie voor onderhoud (k_m)

Van de metaboliseerbare energie gaat nog een deel verloren. De benodigde energie voor voeropname en de warmteproductie ten gevolge van het eten en de voedselverwerking komen niet ten goede aan het onderhoud of de productie van het dier. De waarde van k_m (dat deel van ME dat benut wordt voor onderhoud) is afhankelijk van de eindproducten van de vertering. Bij de berekening van de benutting van voedermiddelen is in het UFC-systeem een schatting gemaakt van de hoeveelheid energie geleverd door de verschillende eindproducten van de vertering (zie Tabel 1) en de hoeveelheid geabsorbeerde energie uit de afzonderlijke eindproducten (zie Tabel 2 en Tabel 3). Voor 92 voedermiddelen, die eerder in verteringsproeven beproefd waren, is een schatting gemaakt van de hoeveelheden geabsorbeerde nutriënten. Deze schatting is gebaseerd op de samenstelling (suiker, zetmeel, eiwit, vet, cellulose en hemicellulose) en op de plaats waar de vertering plaatsvindt (dunne darm, dikke darm) en de energiedragende nutriënten geabsorbeerd kunnen worden. De hoeveelheid in de dunne darm geabsorbeerde nutriënten is geschat door vermenigvuldiging van het niveau van hun voorlopers (eiwitten, triglyceriden, suiker, zetmeel x 1,1 (de factor 1,1 is in Tabel 2 gebruikt voor de omrekening van zetmeel naar glucose-eenheden)) met de ware verteerbaarheid.

De hoeveelheid vluchtige vetzuren, geabsorbeerd in de dikke darm, is geschat door de schijnbaar verteerde energie te corrigeren voor de in de dunne darm geabsorbeerde energie en de energie die verloren is gegaan tijdens de fermentatie (10 of 12 % methaan, 6 of 8 % fermentatiewarmte voor resp. krachtvoer of ruwvoer). Van de niet in de dunne darm verteerde eiwitten wordt door het INRA verondersteld dat 90% in de dikke darm verteert, waarvan 15 % als aminozuren wordt geabsorbeerd^b. Op grond van deze waarden zijn de gebruikte formules voor k_m geschat. Van een aantal voedermiddelen is in Tabel 2 en Tabel 3 het resultaat weergegeven. Deze gegevens zijn gecorrigeerd voor energieverliezen als gevolg van vertering en fermentatiewarmte maar niet voor extra verliezen als gevolg van verschillen in kauwactiviteit voor uiteenlopende voedermiddelen. Per eenheid droge stof zijn deze verliezen bij paarden en pony's 2 tot 3 keer zo hoog als bij schapen en koeien. De verliezen varieerden van 25% van de ME bij tarwestro tot 0,6 % van de ME bij gepelletiseerd maïsmeel (Vermorel en Mormede, 1991; Martin-Rosset en Vermorel, 2002).

Tabel 1. Bruto energie-inhoud van nutriënten en aangenomen benutting in k_m (Vermorel et al., 1984).

Nutriënt	kJ/gram	k_m
Azijnzuur	14,6	0,63
Glucose, sacharose, zetmeel	15,7	0,85
Melkzuur	15,2	0,85
Propionzuur	20,8	0,68
Aminozuren	23,9	0,70
Langketenige vetzuren	39,8	0,80

In Tabel 2 is van een aantal voedermiddelen de hoeveelheid van de verschillende eindproducten en de bijdrage daarvan in de totale energievoorziening in % per voedermiddel vermeld. Tevens is de berekende k_m vermeld, gecorrigeerd voor energieverlies als gevolg van extra kauwarbeid. Deze correctie wordt alleen voor ruwvoer uitgevoerd en is reeds in de formules voor de

b Deze 15% is op grond van recent onderzoek niet reëel. Als er echter geen aminozuren worden geabsorbeerd, maar de daaruit gevormde vluchtige vetzuren en ammoniak, zal het effect op de uiteindelijke energiewaardering klein zijn. Deze aanname wordt daarom toch overgenomen.

berekening van de k_m verwerkt (Vermorel en Martin-Rosset, 1993).

Ondanks het feit dat er verschillen bestaan in de benutting van de ME voor onderhoud en andere vormen van productie (vooral arbeid) is het systeem gebaseerd op NE_m (= netto energie voor maintenance (onderhoud)). In de eerste plaats is de variatie in het energieniveau van rantsoenen klein. Meer dan 50% van de paarden wordt op het onderhoudsniveau gevoerd. Bepaalde categorieën paarden (merries in de laatste maanden van de dracht, lacterende merries, snelgroeiende jonge paarden en paarden in intensieve training) kunnen tot 2 - 2,25 keer onderhoud gevoerd worden. In de tweede plaats is de efficiëntie van de benutting van ME zowel voor onderhoud als voor arbeid afhankelijk van de vrije energie (ATP) productie. Hoewel er grote verschillen bestaan in absolute waarden tussen nutriënten is de relatieve ATP-productie van de verschillende nutriënten voor arbeid en onderhoud gelijk. Een correctie voor het voerniveau zoals die in 1984 in het UFC-systeem gehanteerd werd, is in de herziene versie vervallen omdat er in latere proeven geen effect van voerniveau noch van ruwvoer-krachtvoerverhoudingen op de vertering gevonden is (Martin-Rosset en Dulphy, 1987; Martin-Rosset et al., 1990).

Tabel 2 Voorbeeld afleiding k_m op basis van schatting van de hoeveelheid eindproducten van de vertering in g/kg DS en het percentage van de geabsorbeerde energie van ME (Vermorel en Martin-Rosset, 1993).

Product		Maïs	Gerst	Haver	Grashooi goed	Grashooi slecht	Luzerne-hooi
Glucose + melkzuur	g	628	527	390	141	48	80
	%	63	58	48	20	10	13
Aminozuren	g	53	60	63	63	26	85
	%	8	10	11	13	8	21
Vetzuren	g	32	17	47	19	5	11
	%	8	5	15	7	3	5
Vluchtige vetzuren	g	174	213	188	389	366	346
	%	21	27	26	60	80	62
k_m		0,800	0,785	0,778	0,654	0,610	0,660

De berekening van de k_m -waarde varieert in het Franse systeem per groep van producten. Voor producten die niet in een bepaalde groep onder te brengen zijn en van groepen waarin slechts weinig voedermiddelen voorkomen wordt een k_m -waarde geschat op basis van die van vergelijkbare producten en/of de k_m -waarde bij andere diersoorten. De op deze manier berekende netto energie is voor voedermiddelen met weinig ruwe celstof relatief gelijk of zelfs iets hoger en voor voedermiddelen met een hoog ruwe celstofgehalte aanzienlijk lager dan in een DE-systeem.

Uit het UFC-systeem zijn de formules gekozen die gebaseerd zijn op de chemische componenten en die de meest betrouwbare schatting geven.

Formule 2.11 en 2.12 zijn niet afkomstig uit het UFC-systeem. Formule 2.11 is toegevoegd om te voorkomen dat de zuivere vetten ondergewaardeerd worden. Formule 2.12 is specifiek voor de waardering van suiker ingevoerd.

Ruwvoerders

[F2.06] $k_m = (65,21 - 0,0178 RC + 0,0181 RE + 0,0452 (ZET + SUI))/100$
(rsd = 53, $r^2 = 0,963$)

Granen en zaden

$$[F2.07] \quad k_m = (72,34 + 0,0119 \text{ RC} - 0,0081 \text{ RE} + 0,0112 (\text{ZET} + \text{SUI}))/100$$

(rsd = 35, $r^2 = 0,990$)

Graanbijproducten

$$[F2.08] \quad k_m = (94,41 - 0,0237 \text{ OS} - 0,0022 \text{ RE} + 0,0121 (\text{ZET} + \text{SUI}))/100$$

(rsd = 45, $r^2 = 0,961$)

Bijproducten oliebereiding (1): grondnootproducten, katoenzaadproducten, kokosproducten, palmpitproducten, zonnebloemzaadproducten^c

$$[F2.09] \quad k_m = (67,03 - 0,004261 \text{ RE} + 0,01566 (\text{ZET} + \text{SUI}))/100$$

(rsd = 29, $r^2 = 0,900$)

Bijproducten oliebereiding (2): lijnzaadproducten, raapzaadproducten, sojaproducten

$$[F2.10] \quad k_m = (68,04 - 0,004261 \text{ RE} + 0,01566 \text{ SUI})/100$$

Dierlijk en plantaardig vet

$$[F2.11] \quad k_m = 0,80$$

Glucose, sacharose, zetmeel

$$[F2.12] \quad k_m = 0,85$$

waarbij alle gehalten in gram per kg DS.

Indien in de k_m formule de parameter ZET is opgenomen, dient het ZETam (= het met amyloglucosidase bepaalde zetmeelgehalte) te worden ingevuld.

Bij de berekening van de voederwaarde van producten met veel suiker of zetmeel is gebleken dat de berekende k_m soms erg hoog uitkwam. Besloten is om voor de k_m daarom een maximale waarde van 0,85 aan te houden. Dit komt overeen met de k_m van glucose en melkzuur (zie Tabel 1).

Bij validatie van de k_m -waarden met 12 rantsoenen gevoerd aan rijaarden was het verschil tussen geschatte en gemeten k_m -waarde (in %) gemiddeld $0,6 \pm 1,2$ (zie Tabel 3) (Vermorel en Martin-Rosset, 1993a).

^c Vanaf heden dient in de k_m formules het ZETam gehalte te worden ingevuld. De oorspronkelijke formules zijn echter afgeleid op basis van het ZETew gehalte (= het met de methode Ewers bepaalde zetmeelgehalte). Bij een aantal bijproducten uit de oliebereiding (lijnzaadproducten, raapzaadproducten, sojaproducten) is het ZETew gehalte echter een artefact, en moest de k_m formule pragmatisch worden aangepast, uitgaande van een voor deze producten gemiddeld ZETew gehalte. Voor deze producten is F2.10 van toepassing.

Tabel 3. Geschatte en gemeten k_m bij rijpaarden gevoerd op onderhoudsniveau (Vermorel en Martin-Rosset, 1993a).

Rantsoen	dE	k_m bepaald	k_m geschat
Slecht hooi	41,0	61,0 ^a	-
60% hooi + 40% gerst	57,0	71,3	71,7
Slecht hooi	43,4	62,7 ^a	-
60% hooi + 40% gerst	57,4	69,1	72,3
Gemiddeld hooi	49,0	64,2	-
70% hooi + 30% maïs	61,2	70,5	71,4
52% hooi + 48% bietenpulp	59,1	66,4	67,6
50% tarwestro + 50% krachtvoer	53,7	63,6	65,2
100% goed gras	52,4	65,2 ^a	-
70% gras + 30% maïs	64,1	72,9	71,8
100% luzernehooi	51,9	64,0	64,2
70% luzernehooi + 30 % maïs	64,4	71,2	71,2

^a: referentiewaarde

2.1.3.5 Netto Energie onderhoud (Nem)

Door vermenigvuldiging van de berekende ME met de berekende k_m wordt de netto energiewaarde voor onderhoud (NE_m) van het voerdmiddel afgeleid^d: $NE_m = ME \times k_m$.

Bij het opstellen van het VEP-systeem was vastgesteld dat vetrijke voeders in het UFC-systeem te laag gewaardeerd werden. Door de ME van het RVET in te rekenen met een k_m van 0,80, in plaats van de k_m die voor het gehele voeder is berekend, kan het RVET beter gewaardeerd worden. Deze wijziging t.o.v. het UFC systeem wordt in het EWpa systeem gehandhaafd. De ME-inhoud van het RVET is als volgt berekend:

$$ME_{rvet} = GE_{rvet} \times dE_{rvet} \times ME/DE_{rvet} = 36,6 \times 0,9 \times 0,95 = 31,3 \text{ kJ/g vet}$$

De formule voor de berekening van de NE_m ziet er derhalve als volgt uit:

$$[F2.13] \quad NE_m = (k_m \times (ME - 31,3 \text{ RVET}) + 0,80 \times 31,3 \text{ RVET})/1000 \quad (\text{in MJ/kg DS})$$

waarin: k_m = de voor het gehele voerdmiddel berekende k_m (volgens F2.06, F2.07, F2.08, F2.09, of F2.10)
 ME = het berekende ME-gehalte van het voerdmiddel in kJ/kg DS
 RVET = het RVET-gehalte van het voerdmiddel in g/kg DS

Formule 2.13 wordt voor alle voeders toegepast met uitzondering van plantaardig en dierlijk vet, bij deze voeders wordt van een vaste k_m (van 0,80) uitgegaan.

Overeenkomstig de benadering in het VEM-systeem wordt deze netto energiewaarde voor toepassing in de praktijk omgerekend tot een (dimensieloze) energiewaarde paard (EWpa), waarbij de energiewaarde van haver (in MJ/kg DS) de referentiewaarde is.

Volgens de hierboven beschreven rekenregels wordt de NE_m waarde van een voerdmiddel berekend in MJ/kg DS. In het VEP systeem werd, voor het verkrijgen van de VEP waarde,

d De k_m geeft aan met welke efficiëntie de ME wordt omgezet in NE_m . Wanneer de ME wordt gebruikt voor andere doeleinden dan onderhoud (bijv. groei, dracht, lactatie) gebeurt dit met een andere efficiëntie. In de behoeftenormen wordt hiervoor via correctiefactoren gecorrigeerd.

gedeeld door de NE_m waarde van gerst op productbasis: 9,414 MJ/kg.

Het is echter voor omrekening naar een dimensieloze voederwaarde-eenheid beter ook daarvoor een NE_m waarde in de DS te kiezen. Voor haver van gemiddelde kwaliteit (DS 889 g/kg; RAS 26/9/kg; VCOS 71%; zie Veevoedertabel 2004) kan een NE_m in de drogestof van 8,93 MJ/kg worden aangehouden. De EWpa waarde van 1 kg DS haver wordt gelijkgesteld aan 1,00.

De EWpa waarde van ieder willekeurig voedermiddel wordt dan als volgt afgeleid:

$$[F2.14] \quad EWpa = (NE_m / 8,93)$$

waarin NE_m = Netto Energie in het voedermiddel (in MJ/kg DS)
8,93 = Netto Energie in 1 kg haver van gemiddelde kwaliteit (in MJ/kg DS)
Deze waarde is berekend m.b.v. de NE_m waarde voor haver in de Veevoedertabel 2004 (7,94 MJ/kg) en het bijbehorende DS-gehalte (889 g/kg).

Voor de EWpa waarde per kg product dient te worden vermenigvuldigd met het DS gehalte (g/kg) / 1000.

2.2 Eiwitwaardering van voedermiddelen voor paarden

2.2.1 Inleiding

De eiwitwaarde van voedermiddelen voor paarden en de eiwitbehoefte van paarden werd tot 1995 in Nederland opgegeven in voedernorm ruw eiwit (VRE), het systeem dat voor de invoering van het DVE systeem ook voor herkauwers werd gebruikt. Sinds 1991 wordt deze eiwitwaardering, die gebaseerd is op de schijnbare fecale verteerbaarheid bij hamels, voor herkauwers niet meer toegepast. In plaats daarvan is er een systeem in gebruik op basis van darmverteerbaar eiwit, het DVE-systeem. In dit systeem vormt een schatting van de hoeveelheid eiwit die werkelijk verteerd in de dunne darm de basis voor de eiwitwaardering.

Ook voor paarden zou een eiwitwaardering gebaseerd op in de dunne darm verteerbaar eiwit een betere waardering geven dan het VRE systeem. Er zijn echter maar weinig kwantitatieve gegevens beschikbaar over de vertering van eiwit in de dunne darm van paarden.

Ook in landen als Duitsland en de Verenigde Staten, waar meer onderzoek is gedaan naar de eiwitvertering en -behoefte van paarden dan in Nederland, is de eiwitwaardering nog steeds gebaseerd op schijnbaar fecaal verteerbaar eiwit (Meyer, 1992 en NRC, 1989). Wel wordt in die landen uitgegaan van schijnbaar verteerbaar eiwit bepaald bij paarden of pony's. Als er echter voor een voedermiddel geen verteringscoëfficiënt uit verteringsonderzoek bij paarden bekend is, wordt de schijnbare verteerbaarheid afgeleid van die bij herkauwers (voor ruw- en groenvoeders) of van die bij varkens (voor krachtvoerders).

De schijnbare fecale verteerbaarheid van het eiwit die bepaald is in verteringsonderzoek met paarden, is echter geen goede maatstaf voor de vertering van eiwit in de dunne darm (zie paragraaf 6.1). Potter et al. (1992) vonden dat in gemengde rantsoenen (50 % hooi, 50 % krachtvoerders) gemiddeld 70 % van het fecaal verteerbaar ruw eiwit vóór de blinde darm verteert. Gibbs et al. (1988) stelden vast dat in een rantsoen met Bermuda-hooi 35 % van het fecaal verteerbaar ruw eiwit in de dunne darm schijnbaar verteert. In de blinde en dikke darm wordt namelijk nog een aanzienlijke (en wisselende) hoeveelheid stikstofverbindingen geabsorbeerd. Volgens de huidige inzichten leveren deze verbindingen echter geen bijdrage aan de aminozurevoorziening van het paard.

In Frankrijk is door het INRA een eiwitwaarderingssysteem voor paarden ontwikkeld. Daarin wordt rekening gehouden met het gegeven dat paarden voor de eiwitvoorziening hoofdzakelijk afhankelijk zijn van de hoeveelheid aminozuren en peptiden die in de dunne darm worden geabsorbeerd.

2.2.2 Het Franse eiwitwaarderingsysteem

Het INRA heeft in 1984 een nieuw eiwitwaarderingsysteem voor paarden geïntroduceerd: matières azotées digestibles cheval (MADC). Dit is in 1990 herzien (Martin Rosset, 1990). De volgende beschrijving van het systeem is grotendeels ontleend aan Martin-Rosset et al. (1993).

Voor de berekening van de eiwitwaarde (MADC) van voedermiddelen voor paarden houdt men rekening met:

- het totale gehalte aan ruw eiwit (matières azotées totales (MAT)),
- de schijnbare fecale verteerbaarheid van het ruw eiwit bij paarden (digestibilité des matières azotées (dMAT)),
- de werkelijke verteerbaarheid van het eiwit in de dunne darm en de absorptie van aminozuren in de dikke darm. De schijnbaar fecale verteerbare hoeveelheid eiwit (matières azotées digestibles (MAD)) wordt gecorrigeerd om de hoeveelheid eiwit die in de dunne en dikke darm wordt geabsorbeerd te benaderen.

In formule wordt het bovenstaande:

$$[F2.15] \quad \text{MADC} = \text{MAT} \times \text{dMAT} \times \text{correctiefactor}$$

Bij enkele slachtpaarden en gefistuleerde paarden is met de indicatorstechniek nagegaan hoe hoog de schijnbare eiwitverteerbaarheid in de dunne darm is. Het aantal waarnemingen uit dit onderzoek is niet bekend. De schijnbare eiwitverteerbaarheid bleek toe te nemen met de ruweiwitopname en met het ruweiwitgehalte van het voer, wat verklaard kan worden door een relatieve afname van de endogene eiwuitscheiding. De schijnbare verteerbaarheid in de dunne darm varieerde van 10 tot 20 % bij een hooirantsoen en van 35 tot 55 % bij rantsoenen met 50 tot 100 % krachtvoer in het rantsoen (Jarrige en Tisserand, 1984).

De ware verteerbaarheid van het voereiwit in de dunne darm is echter hoger omdat naar schatting 5 g (basaal) endogeen stikstof per kg droge stof vanuit de dunne darm in de dikke darm komt (Martin-Rosset et al., 1993). Met dit gegeven kan een schatting gemaakt worden van de ware verteerbaarheid van het ruw eiwit in de dunne darm, zoals Jarrige en Tisserand (1984) ook gedaan hebben. Zij berekenden een ware eiwitverteerbaarheid in de dunne darm van 20 tot 40 % in rantsoenen met 100 % hooi (met 120 tot 180 g RE per kg DS) en een verteerbaarheid van 60 tot 70 % in gemengde rantsoenen (met minimaal 120 g RE per kg DS) (Jarrige en Tisserand, 1984). De werkelijke verteerbaarheid van het eiwit in de dunne darm van krachtvoerders zou ongeveer 80 % zijn bij een normale passagesnelheid van het voer.

De ware ileale verteerbaarheid van het eiwit werd door Jarrige en Tisserand (1984) geschat op:

- 80 % voor krachtvoerders,
- 60 tot 70 % voor gras,
- 60 % voor gedroogde luzerne,
- 30 tot 45 % voor hooi (vlinderbloemigen en gras), afhankelijk van het vegetatieve stadium bij oogsten.

Het niet in de dunne darm verteerde voereiwit en het endogene eiwit uit de dunne darm komt in de dikke darm en wordt daar afgebroken door de microben en vervolgens gebruikt voor de opbouw van microbieel eiwit. Hoewel absorptie van aminozuren in de dikke darm niet waarschijnlijk is, wordt verondersteld dat 10 tot 30 % van de in de dikke darm opgenomen hoeveelheid stikstof als aminozuren wordt opgenomen (Jarrige en Tisserand, 1984).

Met de beschikbare gegevens en de aannames werd voor enkele rantsoenen de eiwitvoorziening van de paarden doorgerekend (Jarrige en Tisserand, 1984). Daaruit bleek dat

het gemeten schijnbaar verteerd eiwit bij paarden (MAD) de schatting van de aminozurenabsorptie uit ruw- en groenvoeders met 10 tot 30 % overschat. Daarom wordt de MAD-waarde bijgesteld tot een MADC-waarde. De MADC-waarde ligt dan ook ten opzichte van de gemeten MAD-waarde:

- 10 % lager voor verse groenvoeders,
- 15 % lager voor hooi en gedroogde ruwvoeders,
- 20 % lager voor stro en ligninerijke producten,
- 30 % lager voor goede kwaliteit graskuil.

Voor groeiende dieren wordt een eis gesteld aan het lysinegehalte van het rantsoen.

Het INRA probeert in haar eiwitwaarderingssysteem rekening te houden met de werkelijke verteerbaarheid van het voereiwit. De waarden die aangenomen zijn voor de dunne-darmverteerbaarheid, lijken niet overeen te komen met onderzoeksresultaten van Potter et al. (1992). Potter et al. vonden dat in gemengde rantsoenen met tweederde van het eiwit uit krachtvoeders (25 à 50 % hooi aangevuld met krachtvoeders) de werkelijke verteerbaarheid van stikstof in de dunne darm 40 -80 % is, met een gemiddelde van circa 50 %. Dat is minder dan op basis van de uitgangspunten van het MADC-systeem van het INRA verwacht zou mogen worden: 65 -75 %. Het INRA lijkt vooral de ileale verteerbaarheid van het eiwit in ruwvoeders te overschatten.

Het INRA gaat uit van een geringe aminozurenabsorptie in de dikke darm onder verwijzing naar onderzoeksgegevens van Meyer (1983). Meyer veronderstelde destijds dat tweederde van het schijnbaar verdwenen eiwit in de dikke darm geabsorbeerd wordt als aminozuur of peptide. Deze veronderstelling berust niet op metingen maar werd ingegeven door wat bekend was bij andere monogastrische dieren of bij herkauwers. In meer recente literatuur wordt o.a. door Meyer zelf geconcludeerd dat de opname van aminozuren uit de blinde en dikke darm verwaarloosbaar is (Drochner en Meyer, 1991, Schmitz et al., 1991 en Meyer, 1992).

Het lijkt daarom niet juist in de eiwitwaardering voor paarden rekening te houden met aminozurenabsorptie uit de dikke darm. De door het INRA veronderstelde hoeveelheid geabsorbeerde aminozuren uit dit deel van het darmkanaal is overigens gering.

2.2.3 Vergelijking van VRE voor herkauwers en paarden

De verschillen tussen paarden en herkauwers in schijnbaar fecaal verteerbaar eiwit van de voedermiddelen lijken niet groot (zie Tabel 4 en Tabel 5).

In Nederland is van een aantal voedermiddelen de verteerbaarheid van het ruw eiwit bepaald, zowel bij paarden als bij hamels. De schijnbare verteerbaarheid bij paarden blijkt voor ruwvoeders, met name grashooi, iets lager te zijn dan die bij hamels; het verschil is gemiddeld ongeveer 5 % (zie Tabel 4). Voor gedroogd gras is de verteerbaarheid bij paarden circa 10 % lager en voor vers gras is dat ongeveer 15 %, hoewel de spreiding voor deze voedermiddelen in de onderzoeken groot is. Voor mengvoedergrondstoffen en mengvoeders blijkt de schijnbare verteerbaarheid bij paarden gelijk tot iets beter te zijn dan die bij hamels.

In Tabel 5 zijn formules, afgeleid door Martin-Rosset et al., vermeld die relaties tussen faecaal verteerbaar eiwit en ruw eiwit weergeven. Zij zijn afgeleid uit de meting van schijnbare faecale verteerbaarheid van eiwit in verteringsproeven met het schaap en het paard. De verschillen tussen de uitkomsten van de MAD-berekening voor paard en schaap met deze formules en de spreiding zijn zeer gering. Voor de berekening van de hoeveelheid schijnbaar verteerd eiwit in de ruwvoeders maakte het weinig uit of de formule voor de herkauwer of het paard gebruikt werd.

Alleen bij voedermiddelen met veel NPN (niet-eiwit-stikstof) wijkt verteerbaar ruw eiwit af van voedernorm ruw eiwit. Voedernorm ruw eiwit is gelijk aan verteerbaar ruw eiwit gecorrigeerd

voor een deel van het NPN. Voor mengvoedergrondstoffen wordt in de voederwaardering maximaal 12 g stikstof uit NPN meegenomen in de eiwitwaardering (CVB, 1983). Voor ingekuild gras wordt het ruweiwitgehalte gecorrigeerd voor de stikstof uit ammoniak (CVB, 1992).

Voor paarden is een correctie voor NPN gewenst omdat zij de stikstof uit NPN niet kunnen benutten voor de eiwitvoorziening. Het INRA heeft deze correctie verdisconteerd in de MADC-waardering (paragraaf 2.2.2).

Tabel 4. Gehalte aan fecaal verteerbaar ruw eiwit voor paard en hamel (resp. VREp en VREh), verteringscoëfficiënt van ruw eiwit bij paard (VCREp) en verhouding van verteringscoëfficiënten van RE bij paarden en hamels (VCREp/VCREh).

Voedermiddel	RE (g/kg DS)	VREp (g/kg DS)	VREh (g/kg DS)	VCREp (%)	VRCEp/ VCREh
Grasprodukten					
Grashooi, 3500 kg DS/ha	190	142	131	74,9	0,99
3500 kg DS/ha	179	110	112	61,6	0,94
4500 kg DS/ha	176	114	109	64,9	0,96
4500 kg DS/ha	162	97	92	59,8	0,98
6000 kg DS/ha	123	56	65	45,7	0,83
Graszaadhooi	85	38	28	44,6	1,26
Vers gras	138	89	98	64,6	0,91
Idem	141	81	107	57,5	0,80
Gedroogd gras	198	112	129	56,6	0,86
Grasbrok	146	81	87	55,3	0,96
Mengvoedergrondstoffen					
Luzernebrok	170	98	95	57,7	1,05
Gerst	135	117	99	86,4	1,14
Tarwe	129	101	94	78,0	1,09
Tarwevoermeel	131	100	87	76,6	1,18
Tarwezemelgrint	178	153	130	86,0	1,20
Tarwegries	187	153	155	82,0	0,96
Lupinen (bonen)	331	280	308	84,7	0,98
Grondnotenschroot	565	541	508	95,8	1,04
Mengvoerders					
Mengvoeder	180	128	136	71,1	0,94
Idem	167	141	123	84,3	1,15
Idem	94	75	57	80,2	1,27

Tabel 5. Relatie tussen het MAD- en MAT-gehalte (g per kg DS) van verse ruwvoerders en van enkele hooisoorten bij het schaap en het paard (Martin-Rosset et al, 1994).

Soort voeder	N	Vergelijking	RSD	R ²
Verse ruwvoerders				
Schaap	12	MAD = -43,89 + 0,9438 * MAT	4,4	0,995
Paard	12	MAD = -44,32 + 0,9645 * MAT	7,2	0,989
Hooi; vlinderbloemigen en gras				
Schaap	19	MAD = -34,08 + 0,8716 * MAT	8,2	0,982
Paard	19	MAD = -37,94 + 0,9053 * MAT	8,9	0,975

2.2.4 Afweging te gebruiken eiwitwaardering

Hoewel het INRA in het voederwaarderingssysteem voor paarden de verteringsfysiologie van het paard als uitgangspunt heeft genomen, is de hoeveelheid beschikbare basisgegevens voor de uitwerking van het systeem zeer summier. Er zijn vele aannames gedaan. Validatie van het systeem is nog niet afgerond. Er loopt nu een tweejarig onderzoek om het systeem te toetsen (Martin-Rosset, pers. med.). Twijfels zijn er vooral ten aanzien van de ware verteerbaarheid van het voereiwit in de dunne darm en de opname van aminozuren in de dikke darm, omdat daarover onvoldoende gegevens beschikbaar zijn. Gezien de matig onderbouwde uitgangspunten van het huidige MADC-systeem kan beter eerst de evaluatie van het MADC-systeem door het INRA (Martin-Rosset, pers. med.) worden afgewacht. Wellicht leidt die evaluatie tot aanvullend onderzoek en tot een bijstelling van het systeem.

Ook is overwogen de eiwitbehoefte van paarden te baseren op het darmverteerbaar aminozuresysteem voor varkens. Om verschillende redenen is dat echter niet bruikbaar:

- er zijn te weinig cijfers bekend over ruwvoerders,
- het is niet duidelijk of het RC-gehalte van het rantsoen de verteerbaarheid van het eiwit in de dunne darm beïnvloed,
- er zijn weinig/geen gegevens over de behoefte aan darmverteerbare aminozuren bij paarden.

Voor paarden blijft daarom het VREp-systeem voorlopig gebruikt worden voor de eiwitwaardering van voedermiddelen.

$$[F2.16] \quad VRE = RE * VCRE/100$$

met zowel VRE en RE in g/kg of in g/kg DS.

Wanneer er gegevens beschikbaar waren over de verteerbaarheid van het ruw eiwit bij paarden dan zijn deze gebruikt bij de berekening van de VREp waarde. Als deze niet bekend waren is de VCRE-waarde van herkauwers genomen.

2.3 Afleiding van de verteringscoëfficiënten (VCOS en VCRE) voor paarden

2.3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de gekozen tabelwaarden voor VCOS en VCRE weergegeven, waarbij per product de gehanteerde afleiding bij de totstandkoming van voorgestelde waarden wordt vastgelegd.

Bij het vaststellen van de tabelwaarden voor VCOS_{paard} en VCRE_{paard} is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van verteringsonderzoek bij paarden. Daartoe kon gebruik gemaakt worden van een

dataset met verteringsproeven met paarden, aan CVB beschikbaar gesteld door de Documentationsstelle van de Universiteit van Stuttgart.

2.3.2 Beoordeling van de dataset van verteringsproeven met paarden

Om verschillende redenen was het noodzakelijk de set van verteringsproeven met paarden grondig te beoordelen op bruikbaarheid:

- Soms een gering aantal verteringsproeven per product;
- Vaak een grote ouderdom van de gegevens
- Relatief vaak een gering aantal dieren per verteringsproef.

In het algemeen geldt dat voor de beoordeling van de bruikbaarheid van een verteringsproef criteria werden aangelegd waarmee uitbijters werden gedefinieerd en opgespoord. Deze uitbijters zijn daarna niet in verdere berekeningen meegenomen.

Voor beoordeling van de set van verteringsproeven met paarden zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Indien de samenstelling van de onderzochte partij niet voldoet aan de criteria die gelden voor toelating van een monster van het betreffende product tot de CVB-veevoederdatabank, werd de verteringsproef uit de dataset verwijderd. Deze criteria bestaan uit een minimaal vereist en maximaal toegestaan gehalte per component.
- Per product zijn de gewogen gemiddelde gemeten samenstelling en verteerbaarheid berekend. Per proef werd de vierkantswortel uit het aantal gebruikte dieren als wegingsfactor ingebracht.
- Indien de gemeten VCOS van een onderzochte partij meer dan 10 eenheden afweek van de gewogen gemiddelde VCOS zoals die voor het betreffende product was berekend, werd de verteringsproef uit de dataset verwijderd. Voorwaarde hierbij was dat er meer dan 3 proeven met het betreffende product waren uitgevoerd.
- Indien de gemeten VCRE van een onderzochte partij meer dan 15 eenheden afweek van de gewogen gemiddelde VCRE zoals die voor het betreffende product was gemeten, werd uitsluitend de betreffende VCRE uit de dataset verwijderd. Voorwaarde hierbij was dat er meer dan 3 proeven met het betreffende product waren uitgevoerd.
- Er werden geen aanwijzingen verkregen dat oudere verteringsproeven wezenlijk andere uitkomsten te zien gaven dan verteringsproeven van meer recente jaargang. Bij de beoordeling van de proeven werd dan ook geen rekening gehouden met het jaartal.
- Een groot aantal van de verteringsproeven zijn in het buitenland uitgevoerd. In een aantal gevallen werd in dergelijke proeven een voor Nederlandse begrippen afwijkende partij van een bepaald voedermiddel gebruikt. Dit geldt vooral voor ruwvoerders. Zo komen er in de dataset een groot aantal onderzochte partijen grasshooi voor met zeer hoge gehalten aan ruwe celstof. Bij dergelijke producten werden alleen de in Nederland gebruikelijke variëteiten meegenomen in verdere berekeningen.

2.3.3 Algemene aanpak bij de totstandkoming van de tabelwaarden

Bij de totstandkoming van de tabelwaarden worden de volgende methoden van aanpak onderscheiden.

- a. Wanneer van een product(groep) een set met bruikbare verteringsproeven bij paarden beschikbaar is, is via statistische analyse onderzocht of schattingsformules konden worden ontwikkeld, waarbij de variatie in verteerbaarheid wordt gerelateerd aan de variatie in de chemische samenstelling. In het kader van het VEP systeem (CVB, 1996) werden, m.u.v. van een zwakke relatie voor tarwe en tarweproducten, geen relaties gevonden. Bij een nieuwe beoordeling van deze dataset, konden voor de volgende producten schattingsformules worden afgeleid:

Luzerne (vers, kuil, hooi)

[2.18] $VCOSp = 98.5 - 0.123 RC$

Kunstmatig gedroogd gras en luzerne (meel, brok en in balen geperst)

[2.19] $VCOSp = 82.1 - 0.087 RC$

- b. Wanneer van een product deel een set met bruikbare verteringsproeven aanwezig is, en de gewogen gemiddelde gemeten samenstelling niet wezenlijk afwijkt van de samenstelling in de Veevoedertabel, worden in principe de gewogen gemiddelde gemeten waarden voor VCOSp en VCREp voorgesteld.
- c. Binnen groepen van verwante producten is het van belang dat de producten onderling op de juiste wijze worden gerangschikt. Hierboven is reeds aangegeven dat voor mengvoedergrondstoffen slechts voor tarwe en tarwebijproducten een zwak verband kon worden ontwikkeld, dat door CVB alleen voor interne doeleinden wordt gebruikt. Verder is een onderling juiste rangschikking van belang bij producten die zijn opgedeeld in een aantal kwaliteitsklassen. Vaak zijn echter niet uit elke klasse partijen onderzocht. Met behulp van de wel onderzochte klasse(n) of vergelijking met de verteerbaarheid bij herkauwers zijn toch tabelwaarden tot stand gekomen.
- d. Op grond van vergelijkend onderzoek bij hamels en paarden is voor vers gras en grashooi een goed verband afgeleid voor het schatten van de VCOSp op basis van de VCOSh. Deze relatie wordt ook gebruikt voor het schatten van de VCOSp van graskuil.

Vers gras, graskuil en grashooi

[F2.04] $VCOS_{paard} = -16,71 + 1,1436 VCOS_{herkauwer}$ (in %)
(rsd = 1,8; $r^2 = 0,98$; n = 27)

- e. Gebruikmakend van bovenstaande relatie en enkele beschikbare proeven met snijmaïskuil is voor dit product de volgende formule afgeleid:

Snijmaïs (vers en kuil)

[2.20] $VCOSp = -12.27 + 1,1436 x VCOSh$

- f. Indien voor een voedermiddel of grondstof geen gemeten verteerbaarheid bij paarden beschikbaar was en de verteerbaarheid niet kon worden afgeleid van verwante producten, werd de $VCOS_{paard}$ afgeleid van de $VCOS_{herkauwer}$. Voor zover logisch (gelet op de voedermiddelen waarop deze formule is gebaseerd) is hierbij voor de berekening van $VCOS_{paard}$ gebruik gemaakt van formule 2.04 (zie par. 2.1.3.2). Als toepassing van deze formule niet logisch was, is bij het vaststellen van een waarde voor $VCOS_{paard}$ ook de $VCOS_{varken}$ betrokken.

Verder is als regel aangenomen dat $VCRE_{paard}$ en $VCRE_{herkauwer}$ gelijk zijn.

Voor de EWpa en VREp waarden van voedermiddelen voor paarden, en de onderbouwing daarvan, wordt verwezen naar CVB Reeks nr. 28 en (vanaf 2005) naar de meest recente editie van de Veevoedertabel, de Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoerders en het Tabellenboek Veevoeding.

3. VOEDERBEHOEFTE

3.1 Energiebehoefte van paarden in EWpa

Wanneer de energie- of voederwaarde van voedermiddelen voor paarden wordt uitgedrukt in EWpa, zal ook de energiebehoefte van paarden in EWpa moeten worden uitgedrukt. In hoofdstuk 2 zijn de verschillen in berekening van de UFC en de EWpa van voedermiddelen aangegeven. Ondanks dat voor de berekening van de UFC en de EWpa niet altijd precies dezelfde formules worden gebruikt, blijkt het verschil in ranking beperkt. Vanwege deze overeenkomst in voederwaardering ligt het overnemen van de UFC-behoeften in het EWpa systeem voor de hand. Voorzover dat niet gevolgd is, wordt dat toegelicht in de paragrafen waarin de afleiding van de energiebehoeften voor respectievelijk onderhoud, groei, dracht, lactatie en arbeid wordt beschreven.

De door het INRA (1984) opgestelde voedernormen vermelden de hoeveelheden energie die aan paarden verstrekt moeten worden om de dieren in staat te stellen naar verwachting te presteren. Bij de afleiding is men uitgegaan van gezonde paarden die goed verzorgd en gehuisvest zijn bij temperaturen die vallen binnen het voor paarden thermoneutrale gebied. De in de tabellen vermelde behoeften of voedernormen zijn berekend volgens een factoriële methode uitgaande van uit stofwisselingsonderzoek verkregen gegevens en/of zijn ontleend aan voederproeven met paarden in verschillende fysiologische toestanden. De totale behoefte van een paard is de som van de onderhoudsbehoefte en de eventuele behoefte voor diverse vormen van productie. Het zijn gemiddelde behoeften; individuele paarden kunnen soms met minder toe, in sommige gevallen zal meer nodig zijn. Voor paarden in training wordt de energienorm, ondanks soms grote verschillen in trainingsarbeid tussen dagen, afgestemd op de gemiddelde arbeid over een langere periode. Daarbij wordt een beperkt gebruik van lichaamsreserves verondersteld om de energiebehoefte bij een grote variatie in arbeid in een kort tijdsbestek te compenseren.

3.1.1 Energiebehoefte voor onderhoud

In de onderhoudsbehoefte van het paard is behalve de energie voor het in stand houden van basale lichaamsfuncties ook de energie voor voeropname en -verwerking alsmede de energie voor staan en enige beweging begrepen. Een paard op stal zal altijd enige beweging nemen. De hoeveelheid beweging is onder meer afhankelijk van het temperament van het paard.

De onderhoudsbehoefte wordt in het UFC-systeem uitgedrukt per kg metabolisch gewicht ($LG^{0,75}$). Uitgaande van literatuurgegevens (Vermorel et al., 1984) werd de onderhoudsbehoefte van een paard berekend op $0,351 \text{ MJ/LG}^{0,75}$. Omgerekend naar EWpa is dit $0,039 \text{ EWpa/LG}^{0,75}$. De onderhoudsbehoefte is o.a. afhankelijk van het ras, het geslacht en het temperament. Hengsten hebben een 10 - 20% hogere onderhoudsbehoefte dan merries en ruinen (Axelsson, 1949; Nadaljak, 1961; Kossila et al., 1972) en paarden in training hebben een 5 - 15% hogere onderhoudsbehoefte dan paarden in rust.

De in het UFC-systeem vermelde waarden gelden als onderhoudsbehoefte voor merries en ruinen van niet hoog in het bloed staande paarden. In het UFC-systeem wordt de onderhoudsbehoefte voor hengsten (buiten het dekseizoen) verhoogd met 10%, voor hoog in het bloed staande paarden met 5% en bij het verrichten van arbeid voor alle paarden met 5%. De onderhoudsbehoefte van merries is in het UFC-systeem (INRA, 1990) gegeven in twee niveaus. Het hoge niveau geldt voor magere merries, merries die gedurende de winter buiten lopen, merries die op 3 jarige leeftijd gedekt worden en merries waarvan de veulens deelnemen aan keuringen, terwijl de merrie nog niet in de gewenste conditie is. Het lage niveau geldt voor andere merries. In het EWpa systeem wordt voor merries deze onderverdeling niet gemaakt omdat hier uitgegaan wordt van een gemiddelde situatie waarbij afhankelijk van de (gewenste) conditie iets onder of boven de onderhoudsbehoefte gevoerd wordt. In het EWpa systeem wordt de onderhoudsbehoefte berekend op basis van de gegevens in Tabel 6. De verhoogde

onderhoudsbehoefte als gevolg van het verrichten van arbeid wordt in de behoeftenormen voor arbeid meegenomen.

Tabel 6. Berekende onderhoudsbehoefte (afgerond) in EWpa per $LG^{0,75}$ voor volwassen paarden in rust.

Type	Merrie/ruin	Hengst
I. Koudbloedpaarden	0,0390	0,0432
II. Volbloeds en hun kruislingproducten	0,0411	0,0453

De met behulp van de uitgangspunten in Tabel 6 berekende EWpa behoeften voor de diverse categorieën paarden zijn in Tabel 7 weergegeven.

Tabel 7. Onderhoudsbehoefte in EWpa per dag voor paarden in rust¹⁾.

LG (kg)	$LG^{0,75}$ (kg)	Merrie en ruïn		Hengst	
		I	II	I	II
100	31,6	1,23	1,30	1,37	1,43
200	53,2	2,07	2,19	2,30	2,41
300	72,1	2,81	2,96	3,11	3,27
400	89,4	3,49	3,67	3,86	4,05
500	105,7	4,12	4,34	4,57	4,79
600	121,2	4,73	4,98	5,24	5,49
700	136,1	5,31	5,59	5,88	6,17
800	150,4	5,87	6,18	6,50	6,81

¹⁾ Voor werkende paarden wordt er een toeslag op het onderhoud gegeven (zie 3.1.6)

3.1.2 Energiebehoefte voor groei

3.1.2.1 Keuze uitgangspunten energiebehoefte voor groei

Het INRA schat de energiebehoefte van groeiende jonge paarden met de volgende formule (INRA, 1990):

$$[F3.01] \quad UFC = (a + b \times G^{1,4}) \times LG^{0,75} \quad (\text{in UFC per dag})$$

waarin: $LG^{0,75}$ = metabolisch lichaamsgewicht in kg
 G = de gemiddelde groei per dag in kg
 a = coëfficiënt voor onderhoudsbehoefte
 b = coëfficiënt voor groei

Voor veulens is de waarde van a en b respectievelijk 60,2 en 18,3; voor jonge paarden van 24 tot 36 maanden oud bedraagt de waarde van a en b respectievelijk 59,4 en 25,2 (Bigot, 1988).

Deze formule impliceert het volgende:

- Een jonge merrie met een volwassen gewicht van 600 kg, die op 36 maanden een gewicht heeft van 585 kg, heeft bij een groei van 100 kg per dag 7,14 UFC nodig.
- Volgens de coëfficiënt voor de onderhoudsbehoefte in deze formule bedraagt de onderhoudsbehoefte voor dit dier 7,02 UFC/dag.

- Van een volwassen volbloed merrie die op 40 maanden leeftijd het gewicht van 600 kg heeft bereikt, bedraagt de onderhoudsbehoefte volgens de gegevens voor volwassen paarden (3.1.1) uitgaande van een NEm waarde van 1 kg gerst van 9,42 MJ, circa 4,7 UFC.

Dit verschil in onderhoudsbehoefte is onwaarschijnlijk groot.

Bovenstaande verschillen in onderhoudsbehoefte tussen een bijna volwassen paard en een volwassen paard zijn fysiologisch niet te verklaren.

Daarom is voor de berekening van EWpa normen voor jonge groeiende paarden de voorkeur gegeven aan het DLG-systeem. Dat systeem is gebaseerd op (het verloop in) de vet- en de eiwitaanzet van het groeiende paard (DLG, 1994 en Meyer, 1992).

3.1.2.2 *Stappen om te komen tot het berekenen van de energiebehoefte voor groei*

Om de energiebehoefte voor groeiende jonge paarden te bepalen zijn de volgende gegevens nodig:

- a. ontwikkeling van het gewicht van pasgeboren veulen tot volwassen gewicht, ofwel een groeicurve;
- b. (afgeleid van de groeicurve) de groeisnelheid;
- c. samenstelling van de groei wat betreft de eiwit- en vetaanzet;
- d. energiebehoefte voor eiwit- en vetaanzet.

M.b.t. de groeicurve wijkt in het EWpa systeem af van het VEP systeem. In het VEP systeem werd als uitgangspunt gehanteerd het gewichtsverloop van paarden, zoals in de negentiger jaren van de 20^e eeuw op het voormalige Praktijkonderzoek Rundveehouderij (nu Praktijkonderzoek, Animal Sciences Group) gerealiseerd (CVB, 1996).

Uit een recente analyse van de data van Praktijkonderzoek naar de relatie tussen groeisnelheid en de incidentie van Osteochondrose (OC) is gebleken dat de kans op OC bij snel groeiende paarden groter is dan bij paarden die langzamer groeien (Ellis en Van Tilburg, 2003). Vergelijking van de gewichtsontwikkeling van de OC positieve groep met de groeicurve zoals aangehouden in het VEP systeem liet zien dat de groeicurve van het VEP systeem resulteerde in een nog sterkere groei dan die van de OC positieve dieren. Dit was een reden om de groeicurve uit het VEP systeem niet langer te handhaven.

Een tweede reden is dat in het VEP systeem voor alle typen paarden, ongeacht hun volwassen eindgewicht, één en dezelfde (procentuele) groeicurve werd aangehouden. In het DLG systeem (DLG, 1994) wordt, op basis van een evaluatie van in de literatuur gepubliceerde studies hiermee wel rekening gehouden, en bereiken paarden met een laag volwassen gewicht eerder het volgroeide stadium dan paarden met een hoog volwassen gewicht.

Onderstaand wordt stapsgewijs beschreven hoe de energiebehoeften voor groei zijn afgeleid.

3.1.2.3 *Ontwikkeling van groeicurves, afleiding van de groeisnelheden*

a. Ontwikkeling van groeicurves

Het DLG systeem houdt voor jonge groeiende paarden met verschillend eindgewicht de in Tabel 8 gegeven gewichtsontwikkeling aan.

Hoewel bekend is dat er verschil in groeisamenstelling is tussen merrie- en hengstvenuelens, ontbreekt momenteel de kennis om daarmee ten behoeve van het formuleren van normen voor groeiende paarden concreet rekening te kunnen houden (zie ook Martin-Rosset, 2004).

Tabel 8. Procentuele ontwikkeling van het lichaamsgewicht in relatie tot het volwassen gewicht, zoals aangehouden in het DLG systeem (DLG, 1994).

Leeftijd in maanden	Percentage van het volwassen gewicht in relatie tot het volwassen gewicht (kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0 (= geboorte)	14,2	12,0	10,8	10,0	9,5	9,1	8,7	8,5
2	28	27	27	26	25	24	23	22
6	49	48	47	46	45	44	43	42
12	72	70	68	66	63	61	59	57
18	84	82	80	78	76	74	72	69
24	92	90	88	86	85	83	81	79
36	100	98	97	96	95	94	93	92

Deze gegevens zijn vervolgens gebruikt voor het ontwikkelen van groeicurves volgens het volgende model^e:

$$[F3.02] \quad LG_t = A - (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

waarin: LG_t = het gewicht op tijdstip t (in kg)
 A = het volwassen gewicht (in kg)
 $LG_{t=0}$ = het geboortegewicht, zoals afgeleid uit Tabel 8 (zie ook Bijlage 1)
 b = de exponentiële parameter voor de gefitte curve
 t = leeftijd in maanden

Schatting van de b waarde d.m.v. curvefitting is uitgevoerd voor iedere in Tabel 8 gegeven situatie (dus voor 8 groeicurves).

Vervolgens bleek er een goed verband te bestaan tussen het geboortegewicht van de veulens en het volwassen gewicht. Ook bleek er een goede relatie aanwezig tussen de waarden van de factor b, zoals verkregen voor de afzonderlijke groeicurves, en het volwassen gewicht.

Het resultaat is dat van elk paard met elk willekeurig en op elk gewenst tijdstip –uiteraard met de in het DLG systeem aangehouden gewichtsontwikkeling als uitgangspunt- het gewicht kan worden berekend. De hiervoor te gebruiken formules zijn:

$$[F3.03] \quad LG_{t=0} \quad (\text{geboortegewicht}) = 5,21 + 0,0962 * A - 0,0000228 * A^2$$

$$[F3.04] \quad b \text{ (exponentiële parameter groeicurve)} = 0,11397 - 0,9161 * 10^{-4} A + 0,384 * 10^{-7} * A^2$$

$$[F3.05] \quad LG_t \text{ (kg)} = A - (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

b. Ontwikkeling van formules voor de groeisnelheid

Het beschikken over een mathematische relatie voor de groeisnelheid (GR_{LG}), impliceert dat ook voor de groeisnelheid een formule kan worden afgeleid. De formule voor de groeisnelheid is nl. de eerste afgeleide van de formule die de groeisnelheid beschrijft:

$$[F3.06] \quad GR_{LG} \text{ (kg/maand)} = \Delta LG / \Delta t = b * (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

Met F3.06 wordt de groeisnelheid berekend in kg/maand; om de groeisnelheid te kunnen

^e In Bijlage 1 wordt de afleiding van de formules meer in detail beschreven en gedocumenteerd.

weergegeven in g/dag moet een correctie worden toegepast van 1000/30,5 (= aantal g per kg/gemiddeld aantal dagen per maand):

$$[F3.07] \quad GR_{LG} \text{ (g/dag)} = 1000/30,5 * b * (A - LG_{t=0})e^{-bt} = 32,79 * b * (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

c. Eiwit- en vetaanzet in groeiende paarden

Het DLG systeem houdt (in navolging van de NRC, 1978) de volgende relaties aan voor het vet- en eiwitgehalte in groeiende paarden:

- Vetaanzet bij groeiende paarden:

DLG (1994) geeft de volgende formule voor het procentuele vetgehalte:

$$[F3.08] \quad V_p \text{ (% van het levend gewicht)} = 0,1388 p + 1,111$$

waarin: V_p = het vetgehalte in het dier (in %)
 p = percentage van volwassen gewicht op betreffende leeftijd
 (ofwel $LG_t / A * 100$)

Hieruit kan eenvoudig een formule worden ontwikkeld om het vetgehalte (V_g) bij verschillende lichaamsgewichten te berekenen:

$$[F3.09] \quad V_g \text{ (kg vet/ kg lichaamsgewicht voor dier met } LG_t) = 0,1388 LG_t/A + 0,01111$$

waarin: LG_t = het gewicht op tijdstip t (in kg)
 A = het volwassen gewicht (in kg)

Uit formule F3.09 kan een formule worden ontwikkeld waarmee het vetgehalte (VG , in kg) in elk willekeurig dier met een bepaald lichaamsgewicht kan worden berekend:

$$[F3.10] \quad \begin{aligned} VG \text{ (kg vet in het dier met } LG_t) &= LG_t * V_g \\ &= LG_t * \{0,1388 LG_t/A + 0,01111\} \\ &= 0,1388 LG_t^2/A + 0,01111 LG_t \end{aligned}$$

Differentiëren van formule F3.10 naar het gewicht (LG) levert een functie die het vetgehalte van de groei weergeeft.

$$[F3.11] \quad \begin{aligned} V_{g_{groei}} \text{ (kg vet/kg groei)} &= \Delta VG / \Delta LG \\ &= 2 * 0,1388 / A * LG + 0,01111 \end{aligned}$$

Hieruit kan een formule ontwikkeld worden waarmee de vetaanzet (VA) in elk willekeurig dier met elk lichaamsgewicht kan worden berekend, nl. door de vetgehalte van de groei te vermenigvuldigen met de groei:

$$[F3.12] \quad \begin{aligned} VA \text{ (g/dag)} &= V_{g_{groei}} * GR_{LG} \\ &= \{2 * 0,1388 / A * LG_t + 0,01111\} * GR_{LG} \end{aligned}$$

waarbij voor GR_{LG} formule 3.07 dient te worden gebruikt.

- Eiwitaanzet bij groeiende paarden

DLG (1994) geeft de volgende formule voor het procentuele eiwitgehalte:

$$[F3.13] \quad E_p \text{ (\% van het levend gewicht)} = 0,22 (100 - V_p) \quad (\text{in \%})$$

waarin: E_p = het eiwitgehalte in het dier (in %)
 V_p = vetgehalte in het dier (in %)

Ook hieruit kan eenvoudig een formule worden ontwikkeld om het eiwitgehalte (E_g) bij verschillende lichaamsgewichten te berekenen:

$$[F3.14] \quad E_g \text{ (kg eiwit/kg LG)} = 0,22 * (1 - V_g)$$

In formule F3.15 staat dat het vetvrije lichaamsgewicht voor 22% uit eiwit bestaat. Als dit geldt voor het lichaamsgewicht dan geldt voor het eiwitgehalte van de groei ($E_{g_{groei}}$):

$$[F3.15] \quad E_{g_{groei}} \text{ (kg eiwit/kg groei)} = 0,22 * (1 - V_{g_{groei}})$$

Voor de eiwitaanzet (EA) geldt dan:

$$[F3.16] \quad EA \text{ (g/dag)} = E_{g_{groei}} * GR_{LG}$$

$$= 0,22 * (1 - V_{g_{groei}}) * GR_{LG}$$

waarbij ook nu voor GR_{LG} formule 3.07 dient te worden gebruikt.

In de tabellen 9 t/m 11 worden de resultaten van bovenbeschreven modellering van de groei voor een aantal situaties weergegeven.

Tabel 9. Ontwikkeling van het lichaamsgewicht van jonge groeiende paarden in relatie tot het volwassen gewicht, zoals berekend met de formules F3.03 t/m f 3.05.

Leeftijd in maanden	Gewichtsontwikkeling (kg) in relatie tot het volwassen gewicht (kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0 (= geboorte)	14,6	23,5	32,0	40,0	47,6	54,7	61,4	67,6
3	38	68	95	120	142	162	180	198
6	55	102	144	182	216	248	277	305
12	76	145	209	268	322	372	420	465
18	87	169	247	320	388	453	514	574
24	93	183	269	351	430	505	577	647
30	96	190	282	371	456	539	619	697
36	98	195	289	382	472	560	646	730

Wanneer de groei cq. de ontwikkeling van het lichaamsgewicht, zoals voorspeld met de door CVB ontwikkelde formules, wordt vergeleken met de door DLG (1994) aangehouden waarden, dan blijkt dat er in de eerste 12 – 18 maanden wat verschillen zijn. Gedurende die periode groeien paarden met een laag volwassen gewicht sneller dan in het Duitse systeem wordt aangehouden. Voor paarden met een hoog volwassen gewicht is de groei in deze periode juist iets trager dan door DLG wordt aangehouden.

Tabel 10. Groeisnelheid van jonge groeiende paarden bij de in Tabel 9 weergegeven gewichten in relatie tot het volwassen gewicht, zoals berekend met formule F3.07.

Leeftijd in maanden	Groeisnelheid (g/dag) aan het begin van de betreffende maand voor paarden met een verschillend volwassen gewicht (in kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
3	215	420	603	767	913	1046	1170	1288
6	157	314	461	597	723	841	952	1059
12	83	175	269	362	454	543	631	716
18	44	98	157	219	285	351	418	484
24	24	55	91	133	178	227	277	327
30	13	30	53	81	112	146	183	221
36	7	17	31	49	70	95	121	150

Tabel 11. Vetaanzet (VA) en eiwitaanzet (EA) door jonge groeiende paarden (in g/dag) bij de in Tabel 10 weergegeven groeisnelheden en de in Tabel 9 weergegeven gewichten, in relatie tot het volwassen gewicht, zoals berekend met formule F3.13 en F3.18.

Leeftijd in maanden	Aanzet	Vet- en eiwitaanzet (g/dag) aan het begin van de betreffende maand voor paarden met een verschillend volwassen gewicht (in kg)							
		100	200	300	400	500	600	700	800
3	VA	25	44	60	72	82	90	97	103
	EA	42	83	120	153	183	210	236	261
6	VA	25	48	66	82	95	106	115	124
	EA	29	59	87	113	138	162	184	206
12	VA	18	37	55	71	86	100	112	124
	EA	14	30	47	64	81	98	114	130
18	VA	11	24	38	51	65	77	90	102
	EA	7	16	26	37	48	60	72	84
24	VA	6	14	24	34	45	56	66	77
	EA	4	9	15	22	29	38	46	55
30	VA	3	8	14	22	30	38	47	56
	EA	2	5	9	13	18	24	30	36
36	VA	2	5	9	13	19	26	32	40
	EA	1	3	5	8	11	15	20	24

De EWpa behoefte voor jonge groeiende paarden bestaat uit de behoefte voor onderhoud en die voor groei.

3.1.2.4 Berekening EWpa behoefte

De onderhoudsbehoefte is afgeleid uit de onderhoudsbehoefte voor volwassen paarden. Vanwege een wat grotere activiteit hebben veulens 20% meer energie nodig (DLG, 1994). Deze grotere activiteit neemt af naarmate de dieren ouder worden. Voor een- en tweejarige dieren is aangenomen dat de onderhoudsbehoefte dichtbij het niveau van volwassen volbloed hengsten ligt.

De vermelde toeslag van 20% voor veulens is overgenomen voor veulens t/m 6 maanden.

Uitgaande van gemiddeld 0,041 à 0,042 EWpa per kg metabolisch gewicht voor volwassen paarden is de onderhoudsbehoefte voor deze veulens gesteld op 0,050 EWpa per kg metabolisch gewicht. Voor veulens ouder dan 6 maanden (dus tot 12 maanden) is de onderhoudsbehoefte gesteld op 0,046 EWpa per kg metabolisch gewicht. Voor de een- en tweejarige paarden bedraagt deze 0,044 EWpa.

Tabel 12. Uitgangspunten voor de energiebehoefte voor onderhoud van groeiende jonge paarden.

Lft (mnd)	EWpa/LG ^{0,75}
0-6	0,0495
7-12	0,0464
13-36	0,0443

De behoefte voor groei kan worden berekend uit de energie-inhoud van vet en eiwit en de energetische kosten die nodig zijn voor de vet- en eiwitaanzet.

De energie-inhoud van vet en eiwit is gelijkgesteld aan die voor de berekening van de energiebehoefte van vleesstieren (Van Vliet et al., 1994): respectievelijk 39,31 en 22,94 MJ/kg.

De efficiëntie van de omzetting van metaboliseerbare energie (ME) naar netto energie (NE) voor groei (k_g) is niet gelijk aan de efficiëntie van ME naar NE voor onderhoud (k_m). Omdat de EWpa als basis de NE voor onderhoud heeft, is het noodzakelijk een correctiefactor (f) te introduceren. Omdat de efficiëntie van de omzetting van ME naar NE voor groei afhankelijk is van de samenstelling van de groei zijn er twee correctie factoren noodzakelijk, namelijk één voor vetaanzet (f_{va}), en één voor eiwitaanzet (f_{ea}). Voor de afleiding van deze correctiefactoren is gebruik gemaakt van de energetische benuttingsfactoren voor eiwitaanzet (k_{ea}) en vetaanzet (k_{va}) zoals die bekend zijn bij groeiende varkens (Van der Peet-Schwering, 1994) en is er uitgegaan van een gemiddelde k_m waarde van 0,75. Deze laatste waarde wordt ook gebruikt voor drachtige en lacterende merries.

Uitgaande van een k_{va} van 0,75 (Van der Peet-Schwering, 1994) is de correctiefactor voor vetaanzet (f_{va}) gelijk aan $k_m/k_{va} = 0,75/0,75 = 1$. Uitgaande van een k_{ea} van 0,45 (Van der Peet-Schwering, 1994) is de correctiefactor voor eiwitaanzet (f_{ea}) gelijk aan $k_m/k_{ea} = 0,75/0,45 = 1,667$. De formules voor de berekening van de EWpa behoefte per dier per dag luidt dan:

$$[F3.17] \quad EWpa_{\text{groeïende dieren}} = EWpa_{\text{onderhoud}} + EWpa_{\text{groeï}} \quad (\text{in EWpa per dag})$$

waarin

$$[F3.18] \quad EWpa_{\text{groeï}} = (0,03931 VA * f_{va} + 0,02294 EA * f_{ea}) / 8,93 \quad (\text{in EWpa per dag})$$

$EWpa_{\text{onderhoud}}$ = behoefte voor onderhoud per kg LG^{0,75} (zie Tabel 12)

VA = vetaanzet in g per dag (zie Tabel 11)

EA = eiwitaanzet in g per dag (zie Tabel 11)

f_{va} = correctiefactor voor vetaanzet (= 1,00)

f_{ea} = correctiefactor voor eiwitaanzet (= 1,667)

In Tabel 13 staan de afgeronde EWpa behoeften van jonge groeiende paarden voor resp. onderhoud en groei en totaal, afhankelijk van de bij een bepaalde leeftijd gerealiseerde groei (zie Tabel 9) in relatie tot het volwassen gewicht.

Tabel 13. Energiebehoefte in EWpa/dag van jonge groeiende paarden voor onderhoud (Oh) en groei (Gr) en totaal (Tot), afhankelijk van de bij een bepaalde leeftijd gerealiseerde groei (zie Tabel 9) in relatie tot het volwassen gewicht.

Leeftijd in maanden	Aanzet	Energiebehoefte (in EWpa/dag) voor onderhoud (Oh), groei (Gr) en totaal (Tot)							
		100	200	300	400	500	600	700	800
3	Oh	0,75	1,17	1,51	1,79	2,03	2,24	2,43	2,61
	Gr	0,29	0,55	0,78	0,97	1,14	1,30	1,44	1,57
	Tot	1,04	1,72	2,29	2,76	3,18	3,54	3,87	4,18
6	Oh	0,99	1,58	2,05	2,45	2,79	3,09	3,36	3,61
	Gr	0,24	0,46	0,66	0,85	1,01	1,16	1,30	1,43
	Tot	1,23	2,04	2,72	3,30	3,80	4,25	4,66	5,04
12	Oh	1,19	1,94	2,55	3,07	3,53	3,93	4,30	4,65
	Gr	0,14	0,29	0,44	0,59	0,73	0,86	0,98	1,10
	Tot	1,33	2,23	2,99	3,66	4,25	4,79	5,29	5,75
18	Oh	1,26	2,08	2,76	3,35	3,88	4,35	4,78	5,19
	Gr	0,08	0,18	0,28	0,38	0,49	0,60	0,70	0,81
	Tot	1,34	2,25	3,04	3,73	4,37	4,95	5,49	6,00
24	Oh	1,33	2,20	2,94	3,60	4,18	4,72	5,22	5,68
	Gr	0,04	0,10	0,17	0,24	0,32	0,41	0,49	0,58
	Tot	1,37	2,30	3,11	3,84	4,51	5,13	5,71	6,26
30	Oh	1,36	2,27	3,05	3,74	4,37	4,95	5,49	6,01
	Gr	0,02	0,06	0,10	0,15	0,21	0,27	0,34	0,40
	Tot	1,39	2,33	3,15	3,89	4,58	5,22	5,83	6,41
36	Oh	1,38	2,31	3,11	3,83	4,49	5,10	5,68	6,22
	Gr	0,01	0,03	0,06	0,09	0,13	0,18	0,23	0,28
	Tot	1,39	2,34	3,17	3,92	4,62	5,28	5,90	6,50

3.1.3 Energiebehoefte voor dracht

De energiebehoefte van dragende merries bestaat - buiten de behoefte voor onderhoud - uit de behoefte voor de groei van het veulen en behoefte voor de groei van baarmoeder, vruchtvliezen en uier. Aangezien deze behoefte tot en met de zevende maand beperkt is ten opzichte van de onderhoudsbehoefte is in deze periode geen toeslag voor dracht nodig. In de laatste maanden van de dracht is dit wel nodig. Voor de berekening van de toeslag voor dracht wordt uitgegaan van gegevens van Doreau (niet gepubliceerd), die zijn samengevat in Tabel 14.

De efficiëntie van de omzetting van metaboliseerbare energie naar netto energie voor dracht wordt geschat op 25%; dit is 1/3 van de efficiëntie voor onderhoud. Uitgaande van een geboortegewicht van het veulen zoals gegeven in Tabel 9 (d.w.z. berekend met formule F3.03), een gewicht van vliezen, baarmoeder en uier van 2% van het gewicht van een merrie en een k-waarde die een derde is van die voor onderhoud, wordt de energiebehoefte voor dracht geschat. In een formule gezet, ziet dat er als volgt uit:

$$[3.19] \quad EWpa_{dracht} = (Groi_{dracht} \times GE_{dracht} \times f_{dr}) / 8,93 \quad (\text{in EWpa per dag})$$

$$\text{waarin: } Groei_{dracht} = Groei_{vrucht} + Groei_{baarmoeder+uier} \\ = ((LG_{t=0} + 0,02 LG_{merrie}) \times PG / 100) / 30,5 \quad (\text{in kg/dag})$$

PG = groei van de vrucht per maand in % van het geboortegewicht (zie Tabel 14)
 LG_{t=0} = geboortegewicht behorend bij een bepaald volwassen gewicht (zie Tabel 8)
 LG_{merrie} = het volwassen gewicht van de merrie
 GE_{dracht} wordt gelijk gesteld aan de GE_{vrucht} (= energie-inhoud van de vrucht ;

zie Tabel 14)

f_{dr} = correctiefactor i.v.m. lagere benutting van de ME voor dracht t.o.v. die voor onderhoud ($f_{dr} = 3$)

30,5 = aantal dagen per maand

8,93 = netto energie haver in MJ/kg DS

Tabel 14. Groei en energie-inhoud van de vrucht (Doreau, niet gepubliceerd).

Maand dracht	8	9	10	11
Groei in % van geboortegewicht (PG)	10	18	23	30
GE _{vrucht} in MJ/kg	4,184	4,602	4,937	5,355

Afhankelijk van het stadium van de dracht wordt de in Tabel 15 opgenomen afgeronde EWpa toeslag voor dracht boven onderhoud gegeven. Deze toeslag komt in de 8ste maand neer op 5 % bij merries van 200 kg tot 7 % bij merries van 700 kg. In de 11de maand van de dracht is dat resp. 20 en 27 %.

Bij deze berekeningen is uitgegaan van eenzelfde volwassen gewicht van de merrie (t.b.v. de toeslag voor groei van de baarmoeder en de uier) en het volwassen gewicht dat de zich ontwikkelende foetus zal bereiken.

Tabel 15. Toeslag in EWpa per dag voor dracht in de laatste 4 maanden van de dracht.

Gewicht (kg)	Dracht in maanden			
	8	9	10	11
100	0,07	0,15	0,20	0,29
200	0,13	0,25	0,34	0,49
300	0,18	0,35	0,48	0,67
400	0,22	0,44	0,60	0,85
500	0,27	0,53	0,72	1,02
600	0,31	0,61	0,83	1,18
700	0,35	0,69	0,94	1,33
800	0,39	0,76	1,05	1,48

3.1.4 Energiebehoefte voor lactatie

De energiebehoefte in de lactatie- of zoogperiode wordt bepaald door de melkproductie en het vet- en eiwitgehalte in de melk. Het INRA stelt dat de melkproductie (op basis van onderzoek van Doreau en Bolout, 1989) in de eerste maand het hoogst is; in de tweede en volgende maanden van de lactatie loopt de productie geleidelijk terug (zie Tabel 16). Dat geldt ook voor de energie-inhoud per kg melk. Het door het INRA aangehouden verloop van de melkproductie komt echter niet overeen met het onderzoek van Bouwman en Van der Schee (1978), Doreau (1988) en Smolders et al. (1990). Daaruit komt naar voren dat de melkproductie in de tweede en derde maand van de lactatie het hoogst is. Ook het DLG gaat daar aan de hand van Meyer (1992) van uit (zie Tabel 16). Het DLG en de NRC gaan ook uit van een relatief hogere melkproductie bij lichte paarden.

Voor de berekening van de EWpa behoefte voor melkproductie is de schatting van het INRA niet overgenomen. Voor het verloop van de productie wordt bij merries zwaarder dan 200 kg 2,5, 3,0 en 2,5 kg per 100 kg LG aangehouden in respectievelijk de eerste, tweede-derde en vierde-vijfde maand van de lactatie. Bij merries van 200 kg en lichter is dat achtereenvolgens 3,0, 3,5 en 3,0 kg per 100 kg LG.

De schatting van de energie-inhoud van de melk is overgenomen van het INRA (Martin-Rosset, 1994), dat de schatting baseert op onderzoek van Doreau (1988). De waarden zijn: 2,41, 2,09 en 1,99 MJ per kg in respectievelijk de eerste, tweede-derde, vierde-vijfde maand van de lactatie.

Tabel 16. Melkproductieverloop tijdens de lactatie van paarden volgens DLG, INRA en CVB.

Gewicht in kg	Kg melk per 100 kg LG in de 1 ^e – 5 ^e maand van de lactatie								
	DLG			INRA			CVB ^{a)}		
	1	3	5	1	2/3	4	1	2/3	4/5
≤ 200	3,8	4,5	3,2	3,0	2,5	2,0	3,0	3,5	3,0
200 – 400	3,1	3,8	2,7	3,0	2,5	2,0	2,5	3,0	2,5
400 – 600	2,8	3,4	2,4	3,0	2,5	2,0	2,5	3,0	2,5
≥ 600	2,6	3,2	2,3	3,0	2,5	2,0	2,5	3,0	2,5

Bron: Meyer (1992) en Martin-Rosset et al (1993).

^{a)}: Schema aangehouden in het EWpa systeem.

De energiebehoefte voor lactatie wordt berekend met de volgende formule:

$$[F3.20] \quad EWpa_{lactatie} = (LG/100 \times m \times GE_{melk} \times f_{lac}) / 8,93 \quad (\text{in EWpa per dag})$$

waarin: LG = gewicht merrie na afveulenen
 m = kg melk per 100 kg LG per dag (zie Tabel 16; kolommen 'CVB')
 GE_{melk} = energieinhoud melk (in mnd 1, 2-3 en 4-5 resp. 2,41, 2,09 en 1,99 MJ/kg)
 f_{lac} = correctiefactor (= 1,25) i.v.m. lagere k-waarde voor lactatie dan voor onderhoud

Voor de energie-inhoud van melk kan, omdat de factor f_{lac} constant is, ook de EWpa waarde aangehouden worden. Deze is 320, 280 en 260 EWpa/kg melk in respectievelijk de eerste, de tweede-derde en de vierde-vijfde maand van de lactatie.

Tabel 17. EWpa behoeften boven onderhoud van lacterende merries bij producties van 2,5, 3,0 en 2,5 keer 100 kg levend gewicht in de 1^{ste}, 2/3^{de} en 4/5^{de} maand (voor merries tot 200 kg resp. 3,0, 3,5 en 3,0 kg).

LG merrie in kg	Lactatiemaand		
	1	2-3	4-5
100	1,01	1,02	0,84
200	2,02	2,05	1,67
300	2,53	2,63	2,09
400	3,37	3,51	2,79
500	4,21	4,39	3,48
600	5,06	5,27	4,18
700	5,90	6,14	4,87
800	6,75	7,02	5,57

Voor pony's van 200 kg resulteert dat in een toeslag van 97 - 99 % boven onderhoud. Bij de zwaardere paarden varieert de toeslag in de eerste maand van de lactatie van 90% bij paarden van 300 kg tot 111% bij paarden van 700 kg, in de tweede-derde maand is dat resp. 94 - 117% en in de vierde-vijfde maand varieert de toeslag van 74 - 92%.

3.1.5 Energiebehoefte van hengsten tijdens het dekseizoen

Tijdens het dekseizoen is de energiebehoefte van hengsten afhankelijk van de methode en de intensiteit van dekken. In het UFC-systeem wordt er van uitgegaan dat hengsten tijdens het dekseizoen, om een goede conditie te behouden, een uur lichte arbeid verrichten. De energiebehoefte is dan opgebouwd uit de energie voor onderhoud, arbeid en dekken. Aangenomen wordt dat de hengst in een goede conditie aan het dekseizoen begint. Voor het dekken zijn drie combinaties van dekmethode en intensiteit aangehouden:

- licht = één dekking per 2 dagen op een station,
- gemiddeld = één dekking per dag op een station of als padhengst of één dekking per 2 dagen bij dekken in een kudde,
- intensief = twee dekkingen per dag ongeacht de dekmethode.

Tijdens het dekseizoen wordt de onderhoudsbehoefte voor een hengst verhoogd met respectievelijk 15, 25 en 35% voor licht, gemiddeld en intensief gebruik. In het EWpa systeem worden deze toeslagen overgenomen.

3.1.6 Energiebehoefte voor arbeid

Paarden die arbeid verrichten hebben vanwege het verhoogde stofwisselingsniveau ongeveer 5 % meer energie nodig voor onderhoud. Om de berekeningen niet onnodig ingewikkeld te maken, is in het EWpa systeem gekozen voor een vaste toeslag op het onderhoud per kg $LG^{0,75}$, op basis van de onderhoudsbehoefte van volbloeds en hun kruisingsproducten. Paarden die arbeid verrichten krijgen derhalve een toeslag voor onderhoud van 0,0021 EWpa per kg $LG^{0,75}$. In formule:

$$[F3.21] \quad \text{Energietoeslag}_{\text{op onderhoud bij arbeid}} (EWpa / LG^{0,75}) = 0,0021$$

Voor arbeid wordt onderscheid gemaakt tussen licht, matig en (zeer) zwaar werk. De intensiteit van het werk wordt aangegeven in snelheid en eventueel hindernissen en de duur (in minuten) dat een bepaalde activiteit volgehouden wordt. De energiebehoefte is gebaseerd op de berekeningen die Pagan en Hintz in 1986 gepubliceerd hebben. Uit onderzoek, waarbij snelheden tot ruim 360 meter/minuut (21,6 km per uur) werden toegepast, is de volgende exponentiële functie afgeleid:

$$Y = e^{(3,02+0,0065 X)} - 13,92 \quad (\text{in cal/kg/min})^f$$

waarin: Y = netto energie in cal per kg (paard + ruiters) per minuut
X = snelheid in m/min

Omgewerkt naar eenheden EWpa geeft dit de volgende formule:

$$[F3.22] \quad EWpa_{\text{arbeid}} = ((e^{(3,02+0,0065 X)} - 13,92) * 4,184 * 10^{-6}) / 8,93 \quad (\text{in EWpa/kg/min})$$

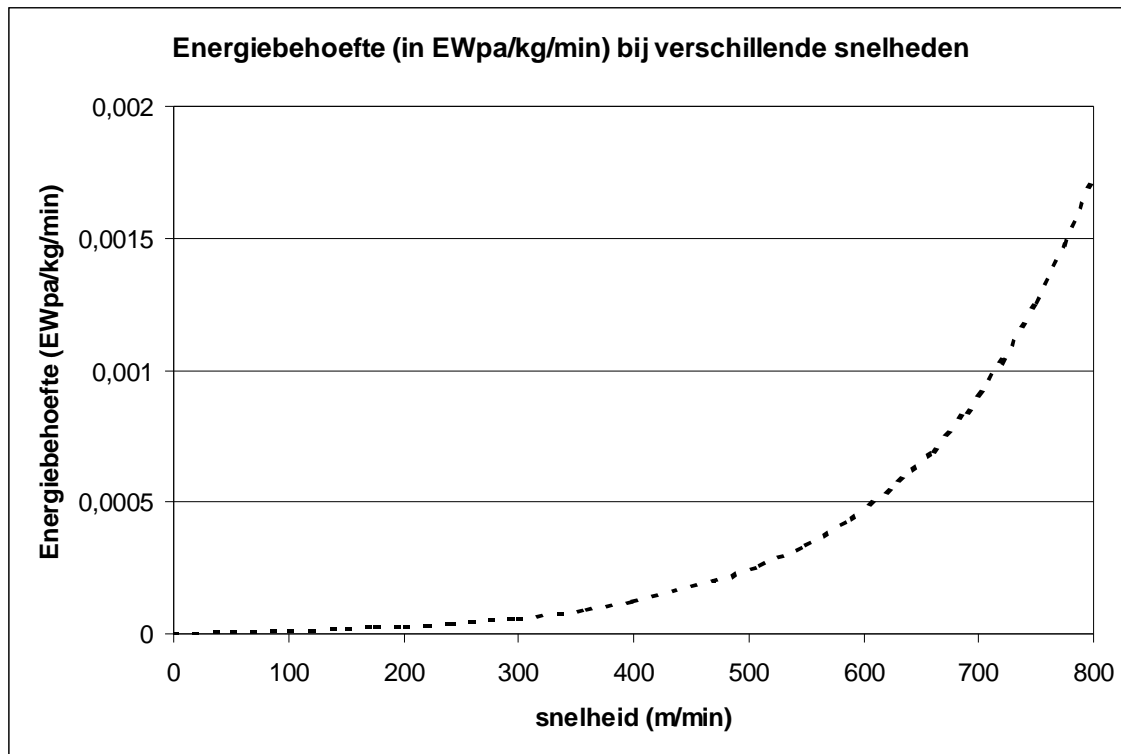
waarin: $EWpa_{\text{arbeid}}$ = netto energie in EWpa per kg gewicht (paard + ruiters) per min
X = snelheid in m/min
 $4,184 * 10^{-6}$ = factor voor de omrekening van calorieën naar Megajoules

In Figuur 3 is de energiebehoefte bij verschillende snelheden weergegeven. Daarbij moet opgemerkt worden dat bij de hogere snelheden geëxtrapoleerd is. De indruk bestaat dat de

^f In Documentatierapport nr. 15 (het definitieve VEP- en VREp systeem) was ten onrechte aangegeven dat deze formule de energiebehoefte geeft in kcal/kg/min. De tabel met de energiebehoefte voor verschillende categorieën arbeid in het betreffende rapport waren wel correct.

energiebehoefte in werkelijkheid hoger is dan in de figuur aangegeven. Dit wordt bevestigd door proeven die bij PR zijn uitgevoerd (Smolders, 1987). Hierover zijn echter nog geen concrete gegevens beschikbaar.

In het EWpa systeem wordt, net als in het VEP systeem, op grond van ervaringen in trainingsonderzoek op het Praktijkonderzoek ASG (Smolders, 1987), de door Pagan en Hintz afgeleide schatting van de energiebehoefte voor arbeid overgenomen.



Figuur 3. Energiebehoefte per kg bij verschillende snelheden.

De energiebehoefte voor arbeid is sterk afhankelijk van de intensiteit en de duur van de arbeid. In Tabel 18 zijn verschillende klassen van arbeid gedefinieerd.

Tabel 18. Karakterisering van de intensiteit van de arbeid door vermelding van het aantal minuten per uur voor de verschillende gangen.

Klasse		Stap	Draf		Galop		Springen	Totaal
		7	14	32	22	43	24	-
		120	240	540	360	720	400	-
I		29	29	-	2	-	-	60
II		14	34	-	7	-	5	60
III		14	23	-	10	-	13	60
IV		12	15	12	9	2	10	60

Praktisch kan men de in Tabel 18 onderscheiden klassen als volgt interpreteren:

I: Alle sporten recreatief tot Licht niveau, Recreatief stap / draf en galop, bijv. bosritten,

- manegearbeid,
 II: Alle sporten Middel tot Zwaar (M – Z)
 III: Alle sport Zwaar tot Zeer zwaar (Z – ZZ), nationaal / internationaal
 IV: Eventing / Draf- en rensport nationaal / internationaal

In Tabel 19 wordt voor de in Tabel 18 genoemde snelheden de energiebehoefte gegeven in EWpa/min, zowel per kg alsook voor de gewichten van paard + ruiter zoals in Tabel 20 worden aangehouden.

Tabel 19. Energieverbruik in EWpa/min per kg en voor verschillende gewichten van (paard + ruiter).

Snelheid		Energieverbruik in EWpa/min * 10 ⁻³			
m/min	km/uur	per kg	Bij paard + ruiter (kg)		
			200+50	400+60	600+80
120	7,2	0,0144	3,61	6,63	9,8
240	14,4	0,0392	9,8	18,0	26,6
360	21,6	0,093	23,3	42,9	63,3
400	24,0	0,123	30,7	56,5	83,5
540	32,4	0,315	78,6	144,7	213,9
720	43,2	1,028	257,0	473,0	699,2

In Tabel 20 wordt het energieverbruik gegeven voor de in Tabel 18 onderscheiden klassen van arbeid, zowel voor de afzonderlijke soorten arbeid per klasse alsook voor één uur arbeid.

Tabel 20. Het energieverbruik per uur arbeid in EWpa¹⁾.

Klasse	Paard + ruiter (kg)	Energieverbruik ¹⁾ voor arbeid in EWpa, behorend bij de in tabel 18 gedefinieerde arbeid							
		Stap	Draf			Galop		Springen	Totaal
		120 m/min	240 m/min	540 m/min	360 m/min	720 m/min	400 m/min	-	
I	200+50	0,10	0,28		0,05			0,44	
	400+60	0,19	0,52		0,09			0,80	
	600+80	0,28	0,77		0,13			1,18	
II	200+50	0,05	0,33		0,16		0,15	0,70	
	400+60	0,09	0,61		0,30		0,28	1,29	
	600+80	0,14	0,91		0,44		0,42	1,90	
III	200+50	0,05	0,23		0,23		0,40	0,91	
	400+60	0,09	0,41		0,43		0,73	1,67	
	600+80	0,14	0,61		0,63		1,09	2,47	
IV	200+50	0,04	0,15	0,94	0,21	0,51	0,31	2,16	
	400+60	0,08	0,27	1,74	0,39	0,95	0,56	3,98	
	600+80	0,12	0,40	2,57	0,57	1,40	0,83	5,89	

¹⁾: Het energieverbruik is excl. extra onderhoudsbehoefte. Voor pony's is met dezelfde intensiteiten gerekend als bij grotere paarden. Zie verder Bijlage 4.

Tenslotte is, voor het verdisconteren van het energieverbruik voor arbeid in de voeding, van belang hoeveel uur per dag de betreffende arbeid wordt verricht. Ook is het de vraag of men, indien een paard slechts enkele dagen per week arbeid verricht, deze toeslag geeft op de dag(en) dat de arbeid wordt verricht of dat men deze gelijkmatig verdeelt over alle dagen van de week. Dit dient men in de praktijk zelf in te vullen.

3.2 Eiwitbehoeften paarden

3.2.1 Inleiding

Evenals de eiwitwaardering van voedermiddelen, wordt de eiwitbehoefte uitgedrukt in verteerbaar ruw eiwit of voedernorm ruw eiwit.

De tot 1996 gebruikte VRE-normen waren afgeleid van de door de DLG (1982) opgestelde behoeftecijfers voor eiwit. Ten tijde van het formuleren van het VEPen VREp systeem zijn deze vergeleken met behoeftecijfers die het INRA (Martin-Rosset et al., 1994) en de NRC (1989) geven (zie verderop in dit hoofdstuk). Daarbij moet worden opgemerkt dat de VRE en de vRP normen uit Nederland, resp. Duitsland niet goed vergelijkbaar zijn met de MADC-normen uit Frankrijk. De VRE en vRP normen zijn gebaseerd op schijnbaar fecaal verteerd eiwit, evenals de DP-normen in de Verenigde Staten. In Frankrijk is het schijnbaar fecaal verteerde eiwit gecorrigeerd naar schijnbaar darmverteerbaar eiwit. Analog daaraan zijn ook de franse normen hierin uitgedrukt.

Ter afsluiting zijn in Tabel 24, Tabel 25 en Tabel 26 de uitgangspunten vermeld voor de berekening van de eiwitbehoefte en de voorgestelde eiwitnormen, overeenkomstig het in 1996 ingevoerde VREp systeem.

3.2.2 Onderhoud

3.2.2.1 Volwassen paarden

Volgens Meyer (1992) is de eiwitbehoefte van paarden voor onderhoud gedekt wanneer zij 3 g (fecaal) verteerbaar ruw eiwit (vRP) per kg $LG^{0,75}$ per dag (DLG, 1982) opnemen. Hij is van mening dat een eiwitdekking tot 20% onder deze waarde nog niet leidt tot een eiwittekort.

Volgens Martin-Rosset et al. (1994) bedraagt de onderhoudsbehoefte van paarden aan (voor paarden gecorrigeerd) verteerbaar ruw eiwit 2,8 g MADC/ $LG^{0,75}$ per dag.

De NRC (1989) geeft, met verwijzingen naar de literatuur voor de onderhoudsbehoefte van paarden, een variatie van 0,49 tot 0,68 g (fecaal) verteerbaar ruw eiwit (DP) per kg LG. Voor de zwaardere rassen of typen zou de onderhoudsbehoefte iets lager zijn dan voor de lichtere rassen. Een gemiddelde van 0,60 g verteerbaar ruw eiwit per kg LG is volgens de NRC voor de meeste paarden toereikend. Een paard van 500 kg heeft dan ongeveer 2,8 g DP/ $LG^{0,75}$ nodig. Voor een paard van 600 kg is dat circa 3 g DP/ $LG^{0,75}$.

Het CVB hanteerde voor 1996 als onderhoudsnorm 3 g VREp/ $LG^{0,75}$ voor volwassen paarden. Bij de invoering van het VREp systeem is geconstateerd dat er geen zwaarwegende redenen waren om af te wijken van deze afgeronde eiwitnorm voor onderhoud van de volwassen dieren.

3.2.2.2 Jonge paarden

De eiwitbehoefte voor onderhoud (exclusief groei) van jonge paarden is volgens het DLG (1994) hoger dan die van volwassen paarden bij gelijk lichaamsgewicht. De onderhoudsbehoefte neemt volgens het DLG (1994) geleidelijk af van 4,4 g verteerbaar eiwit per kg $LG^{0,75}$ op 3 maanden leeftijd tot 3 g op 2,5-jarige leeftijd. Voor veulens wordt deze bij volledige weidegang nog met 20% verhoogd, zoals ook voor de energiebehoefte gebeurt. Deze toeslag zou nodig zijn vanwege de verhoogde activiteit bij uitloop ondanks de reeds hogere eiwitbehoefte per kg metabolisch lichaamsgewicht.

Martin-Rosset et al. (1994) gaan er vanuit dat de onderhoudsbehoefte voor eiwit van jonge paarden gelijk is aan die van volwassen paarden, behalve voor veulens tot een half jaar oud. Voor deze jonge dieren houdt het INRA een 25% hogere onderhoudsbehoefte aan.

De NRC (1989) hanteert geen aparte onderhoudsbehoefte voor de jonge dieren. De eiwitbehoefte voor onderhoud inclusief groei wordt opgegeven in gram verteerbaar eiwit per Mcal (energie).

Voor jonge paarden vanaf de 7e maand wordt dezelfde onderhoudsbehoefte voor (schijnbaar) verteerbaar eiwit aangehouden als voor volwassen dieren: 3 g/LG^{0,75} VREp. Naar analogie van het INRA wordt voor veulens t/m de 6de maand 3,5 g/LG^{0,75} VREp aangehouden.

3.2.3 Groei

3.2.3.1 VREp behoefte

De VREp behoefte voor eiwitaanzet bij jonge paarden wordt berekend uit de berekende eiwitaanzet (zie 3.1.2.1). Uit tabel 10 en 11 kan worden berekend dat de eiwitaanzet terugloopt van ruim 200 g per kg groei na de geboorte tot ongeveer 160 g op een leeftijd van 36 maanden. Dit verloop lijkt meer in overeenstemming met de fysiologie van de groei dan het verloop dat Martin-Rosset et al. (1994) aangeven; in het eerste levensjaar zou volgens hem de eiwitaanzet 202 g/kg zijn en in het tweede en derde levensjaar 122 g/kg.

De NRC (1989) gaat uit van een behoefte van 50 g ruw eiwit per Mcal verteerbare energie per dag voor veulens en 45 g voor jaarlingen (inclusief onderhoud).

Door het DLG (1994) wordt voor de efficiëntie waarmee verteerbaar ruw eiwit wordt omgezet in lichaamseiwit een variabele efficiëntie aangehouden van 50% voor dieren van 3-6 maanden (vnl. gevoerd met melk) tot 35% voor de periode daarna.

Door Martin-Rosset et al. (1992) wordt voor de efficiëntie een waarde van 45% aangehouden. Met name voor de jongere dieren is dat laag.

Bij runderen wordt voor DVE uitgegaan van een efficiëntie van circa 75% na de geboorte tot circa 40% op een leeftijd van 1 à 1,5 jaar en ouder (CVB, 1994b).

Bij de invoering van het VREp systeem (CVB, 1996) is, hoewel deze waarde voor jonge dieren laag lijkt, besloten voor de aanzet van (fecaal) verteerbaar eiwit in lichaamseiwit een efficiëntie van 45% aan te houden. Eveneens werd besloten, i.t.t. het Duitse systeem (DLG, 1994), de onderhoudsbehoefte niet afhankelijk te stellen van de leeftijd.

De VREp behoefte voor eiwitaanzet kan worden berekend met de formule:

$$[F3.23] \quad VREp_{\text{groei}} = EA/0,45 \quad (\text{in g/dag})$$

waarin: EA = eiwitaanzet in g/dag

3.2.3.2 Lysinebehoefte

Jonge paarden stellen hogere eisen aan de eiwitkwaliteit dan volwassen paarden. Het eerst limiterende aminozuur lijkt vaak lysine te zijn.

Martin-Rosset et al. (1994) adviseren om veulens en jaarlingen respectievelijk 7 en 4,5 g per kg droge stof, te verstrekken. Daar de drogestofopname nogal kan variëren, is dit een maatstaf die minder goed bruikbaar is.

Jordan en Meyers (1972) deden onderzoek naar de effecten van eiwitniveaus in de rantsoenen, respectievelijk 11 à 12, 13 à 14 en 15 à 16% ruw eiwit in de droge stof, bij Shetland pony's in de leeftijd van 4 tot 6 en 6 tot 8 maanden. De groei van de veulens in de groep met het laagste niveau was lager dan die in de andere twee groepen, die niet in groei met elkaar verschilden. Op basis van het berekende lysinegehalte in de verschillende rantsoenen, respectievelijk 0,57, 0,74 en 0,86% lysine, veronderstelden zij dat de lagere groei van de groep met het laagste eiwitgehalte mogelijk veroorzaakt werd door een tekort aan lysine. Dat vermoeden werd gebaseerd op een aanbeveling van Breuer, Kasten en Word (1970), die 0,75% lysine adviseren in rantsoenen van veulens. Waar de ondergrens ligt is dan echter nog niet duidelijk.

Het DLG en de NRC gebruiken lysinenormen die in Nederland minder goed over te nemen zijn. Zij zijn gerelateerd aan de hoeveelheid energie die het dier nodig heeft:

- Meyer (1992) beveelt voor veulens en jaarlingen respectievelijk 0,6 en 0,4 g lysine per MJ verteerbare energie aan;
- de NRC (1989) adviseert voor veulens, jaarlingen en tweejarigen respectievelijk 2,1, 1,9 en 1,7 g lysine per Mcal verteerbare energie (volwassen paarden zouden overigens 3,5 g lysine per 100 g ruw eiwit behoeven, dat is ongeveer 1,4 g lysine per Mcal verteerbare energie of 27 g lysine voor een paard van 600 kg).

Vanuit de lysinebehoefte van varkens is met de factoriële methode berekend hoeveel lysine veulens van 3, 6 en 12 maanden nodig hebben. Van der Peet-Schwering et al. (1994) berekenden de netto onderhoudsbehoefte van een varken voor lysine op 36 mg/kg LG^{0,75}.

De netto lysinebehoefte voor eiwitaanzet bedraagt 68 mg/g eiwitaanzet. Nemen wij aan dat de lysine behoefte van veulens vergelijkbaar is met die van het groeiende varken en stellen wij de benutting door veulens van verteerbaar lysine gelijk aan die van verteerbaar ruw eiwit (45%) (zie 3.2.3.1), dan kan de bruto lysinebehoefte voor veulens van 3, 6 en 12 maanden oud, die een volwassen gewicht van circa 500 kg zullen bereiken, berekend worden op respectievelijk 37, 27 en 19 g per dier per dag (zie Tabel 21). Uitgedrukt per 100 g VREp behoefte is dat respectievelijk 5,8; 5,0 en 4,5 g lysine.

Tabel 21. Lysinebehoefte van veulens tot en met de 6^e maand uitgedrukt in g/dier/dag en g/100 g VREp behoefte.

Volwassen LG	Maand 3		Maand 6		Maand 12	
	g/dier/dag	g/100 g VREp beh.	g/dier/dag	g/100 g VREp beh.	g/dier/dag	g/100 g VREp beh.
100	7,8	5,4	5,8	4,6	4,4	4,1
200	15,3	5,6	11,1	4,8	8,3	4,3
300	22,7	5,7	16,3	4,9	11,9	4,4
400	30,0	5,7	21,4	4,9	15,5	4,4
500	37,3	5,8	26,5	5,0	19,1	4,5
600	44,6	5,8	31,5	5,1	22,5	4,6
700	51,9	5,8	36,5	5,1	26,0	4,6
800	59,1	5,8	41,5	5,1	29,4	4,6

Afgerond hebben veulens van 3, 6 en 12 maanden oud respectievelijk 6, 5 en 4,5 g lysine 100 g VREp behoefte nodig. Zeer waarschijnlijk leidt dat in de praktijk tot weinig problemen. Meestal bestaat het ruwvoer in het rantsoen uit gras(producten) dat 4,5 à 5 g lysine per kg droge stof bevat (CVB, 1994). Veulens van 3 maanden oud krijgen ook nog veel lysine binnen via de melk. Voor veulens van 6 maanden is de aanvulling van lysine uit melk minder, maar naast gras

mogelijk voldoende om in de behoefte te voorzien. Paarden ouder dan 6 maanden kunnen voldoende lysine uit gras(producten) halen.

Veulens hebben in de eerste zes levensmaanden 5 à 6 g lysine per 100 g VREp behoefte nodig.

3.2.4 Dracht

Evenals voor de energiebehoefte wordt uitgegaan van de volgende gewichtsontwikkeling van de vrucht: in de eerste 7 maanden, de 8ste, de 9de, de 10de en de 11de maand respectievelijk 19, 10, 18, 23 en 30% van het geboortegewicht (paragraaf 3.1.3). Het geboortegewicht van de vrucht is afhankelijk van het volwassen gewicht (zie Tabel 8). Ook voor de eiwitbehoefte voor dracht wordt gerekend met het via formule F3.03 berekende geboortegewicht (en zoals weergegeven in Tabel 9).

Bij de geboorte bevat het veulen volgens het DLG (1976) 171 g eiwit/kg LG (zie Tabel 22). Het eiwitgewicht van de vrucht in de laatste maanden van de dracht neemt toe van 10% aan het einde van de zevende maand tot 31% aan het einde van de dracht (zie Tabel 22). In combinatie met het gewichtsverloop van de vrucht is te berekenen dat de eiwitaanzet per kg groei van de vrucht varieert van 131 g in de achtste maand tot 231 g in de elfde maand van de dracht. In de tiende maand is de eiwitaanzet per kg groei lager dan in de negende maand, respectievelijk 171 en 198 g. Dat zou mede veroorzaakt worden door een grote mineralenaanzet in de 10de maand van de dracht (Meyer en Ahlswede, 1976).

Meyer en Stadermann (1991) hebben in 1990 het gewichtsverloop van de vrucht aangepast (zie Tabel 22). In combinatie met het eiwitgehalte van de vrucht aan het einde van de verschillende maanden van de drachtperiode kan worden berekend dat het eiwitgehalte per kg groei in de laatste vier maanden van de dracht varieert tussen 148 en 213 g (zie Tabel 22).

Het INRA (Martin-Rosset et al, 1994) heeft als gemiddeld eiwitgehalte in de laatste vier maanden van de dracht het eiwitgehalte van de vrucht dat door Meyer en Ahlswede (1976) wordt gegeven, op het einde van de betreffende maand van de dracht aangehouden, uitgezonderd in de negende maand (zie Tabel 22). De reden daarvoor is niet duidelijk.

Voor het eiwit dat aangezet wordt in de baarmoeder, de vruchtvliezen en de uier en wat extra wordt aangezet door de merrie (reserves), wordt door het DLG en het INRA 20% van de eiwitaanzet in de vrucht gerekend. Dus de eiwitaanzet tijdens de dracht is 1,2 x de gehalten in Tabel 22.

Het DLG houdt voor de eiwitbenutting voor dracht een efficiëntie van 50% aan (DLG, 1982).

Het INRA past een iets hogere efficiëntie toe: 55% (Jarrige en Tisserand, 1984 en Martin-Rosset et al, 1994).

De NRC (1989) houdt een netto behoefte voor dracht (inclusief baarmoeder, vruchtvliezen e.d.) in de negende, tiende en elfde maand aan van resp. 76, 78 en 107 g eiwit per dag voor een merrie van 500 kg. Deze behoeftecijfers zijn, zo wordt vermeld, ook afgeleid van de gegevens van Meyer en Ahlswede (1976). De benutting van het eiwit voor dracht is gesteld op 55%.

Voor de berekening van de eiwitbehoefte voor dracht is het gewichtsverloop zoals opgegeven door Meyer en Stadermann (1991) gebruikt (zie Tabel 14 en Tabel 22). De eiwitaanzet per kg groei van de vrucht is afgeleid van de gegevens van Meyer en Ahlswede (1976). De betreffende waarden staan in Tabel 22; het eiwitgehalte in de negende en de tiende maand is gesteld op het gemiddelde van de waarden die voor de betreffende maanden in Tabel 22 staan: 180 g. Voor de eiwitaanzet in de baarmoeder, de vruchtvliezen, de uier en wat lichaamsreserves wordt 20% van de eiwitaanzet in de vrucht aangehouden. De efficiëntie van eiwitaanzet is overgenomen van DLG: 50%.

De berekende behoefte per maand van de dracht is weergegeven in Tabel 25.

Tabel 22. Gewichtsverloop en eiwitinzet van de vrucht bij drachtige paarden volgens DLG en het INRA.

tijdstip van dracht (maand)	DLG (1976)				Meyer en Stademan (1991)		INRA
	gewichts verloop	gewichts verloop	eiwitgehalte		gewichts verloop	eiwit gehalte	eiwitgehalte
	vrucht (%)	eiwit (%)	(g/kg groei)	(g/kg vrucht) ¹⁾	vrucht (%)	(g/kg groei)	(g/kg vrucht)
t/m 7	17	10	101	101	19	101	
8	18	14	133	117	10	148	115
9	19	22	198	146	18	192	130
10	23	23	171	153	23	168	153
11	23	31	231	171	30	213	171

1) Het eiwitgehalte van de vrucht aan het einde van de betreffende maand.

Bron: Jarrige en Tisserand, 1984; Martin-Rosset et al, 1994; Meyer en Ahlswede, 1976; Meyer en Stadermann, 1991.

3.2.5 Lactatie

Het DLG (Meyer, 1992) en het INRA (Martin-Rosset et al, 1994) houden ongeveer dezelfde eiwitgehalten in de melk aan (zie Tabel 23). Wel verschillen zij in het niveau en het verloop van de melkproductie (zie paragraaf 3.1.4).

Tabel 23. Eiwitbehoefte van paarden voor lactatie in g/kg melk volgens DLG en INRA.

tijdstip van lactatie maand	DLG		INRA	
	eiwitgehalte (g/kg melk)	g vRP nodig per kg melk	eiwitgehalte (g/kg melk)	g MADC nodig per kg melk
1	25	50	24	44
2	-	-	24	44
3	22	22	24	44
4	-	-	21	38
5	20	20	21	38
6	-	-	21	38

Bron: DLG, 1982; Martin-Rosset et al, 1994; Meyer, 1992.

Smolders et al. (1990) en Bouwman en Van der Schee (1978) geven aan dat de melkproductie in de tweede maand hoger ligt dan in de eerste maand. Daarentegen neemt het eiwitgehalte af in de loop van de eerste lactatiemaanden (van ongeveer 3% tot 2%).

De eiwitnorm voor melkproductie is voor een merrie van 600 kg in de eerste en derde maand:

- volgens het DLG respectievelijk 140 g vRP en 150 g vRP;
- volgens het INRA respectievelijk 131 g MADC en 109 g MADC.

Vooraf het grote verschil in de derde maand valt op. Dat heeft te maken met het feit dat het DLG de maximale melkproductie stelt in de tweede/derde maand van de lactatie, terwijl het INRA die in de eerste maand stelt.

De efficiëntie van melkeiwitvorming uit resp. vRP en MADC is zowel door het DLG als het INRA op 50% gesteld. Dat is vrij laag. Deze lage efficiëntie compenseert voor een deel echter de eisen die gesteld zouden moeten worden aan de kwaliteit van het voereiwit.

Om de eiwitbehoefte voor melkproductie af te leiden lijken de basisgegevens van het DLG (1982) voor het verloop van de melkproductie consequenter dan die van het INRA (Martin-Rosset, 1994). Ook komt het verloop van het melkeiwitgehalte zoals door DLG aangegeven, goed overeen met de resultaten van onderzoek van Bouwman en Van der Schee (1978) en van Smolders et al. (1990).

De berekende behoefte per dag in de betreffende maand van de lactatie is weergegeven in Tabel 26.

3.2.6 Hengsten tijdens de dekperiode

Het lijkt niet nodig om in de rantsoenen van dekhengsten in de dekperiode een andere verhouding in EWpa en VREp aan te houden dan de verhouding voor onderhoud en arbeid: VREp : EWpa = 73 : 1 (zie ook 3.2.7).

Dit houdt in dat de eiwitbehoefte tijdens de dekperiode evenredig met de energiebehoefte kan worden verhoogd.

3.2.7 Arbeid

De eiwitbehoefte van paarden die arbeid verrichten neemt ten opzichte van de onderhoudsbehoefte nauwelijks toe. Geringe toeslagen zijn mogelijk gewenst vanwege de verhoogde voeropname en stofwisselingsactiviteit en ter compensatie van de stikstofverliezen met zweet (1-1,5 g N/kg zweet).

Zowel het DLG (1982) als Martin-Rosset et al. (1994) gaan uit van een zelfde verhouding tussen energie en eiwit voor onderhoud als voor arbeid. Ook de NRC (1989) heeft dit uitgangspunt. Daarmee wordt de benodigde hoeveelheid eiwit wel overschat, omdat bij arbeid de energiebehoefte veel sterker toeneemt dan de eiwitbehoefte. Deze verhouding moet dan ook als een ruim advies beschouwd worden.

Uitgaande van een onderhoudsbehoefte van 0,0411 EWpa/LG^{0,75} voor hoog in het bloed staande merries of ruinen en 3 g VREp/kg LG^{0,75} is een verhouding van VREp : EWpa = 3 : 0,0411 = 73 : 1 in de rantsoenen van arbeidende paarden ruim voldoende. Dit houdt in dat de eiwittoeslag voor arbeid berekend kan worden door de EWpa toeslagen voor onderhoud en arbeid te vermenigvuldigen met 73. In formule:

$$[F3.24] \quad \text{VREp toeslag}_{\text{arbeid}} (\text{g/dag}) = (\text{EWpa toeslag}_{\text{op onderhoud bij arbeid}}) * 73$$

3.2.8 Afleiding van de eiwitbehoefte en -normen

Op basis van de hiervoor vermelde uitgangspunten zijn eiwitbehoeften berekend voor onderhoud (zie Tabel 24), voor groei (Tabel 25), voor arbeid en voor hengsten tijdens de dekperiode (Tabel 26), voor dracht (Tabel 27) en voor lactatie (Tabel 28). Ook in hoofdstuk 3.1 staan uitgangspunten die van belang zijn voor de eiwitnormering (groeiverloop, groei vrucht en melkproductieverloop). De efficiënties van eiwitbenutting zijn overgenomen van het DLG. In de bijlagen 2 t/m 5 staan de eiwitnormen (en de energienormen) verder uitgewerkt.

Tabel 24. Uitgangspunten voor de VREp behoefte van paarden voor onderhoud.

Onderhoud	VREp (g/kg LG ^{0,75})
groeierende jonge paarden	
< 6 mnd	3,5
> 6 mnd	3,0
volwassen paarden	3,0

Tabel 25. VREp behoefte voor groei (g/dag) in relatie tot volwassen gewicht en leeftijd van het groeiende paard.^a

Volwassen gewicht (kg)	Leeftijd van het jonge groeiende paard (maanden) ^{b,c}						
	3	6	12	18	24	30	36
100	93	64	32	16	8	4	2
200	184	130	67	36	20	11	6
300	266	193	104	58	33	19	11
400	340	252	142	82	48	29	17
500	406	307	180	108	65	40	25
600	468	359	217	134	84	53	34
700	525	409	254	160	103	67	43
800	580	457	290	187	122	81	54

^a: Berekend op basis van de eiwitaanzet, zoals gegeven in Tabel 11, en een efficiëntiefactor voor eiwitaanzet van 0,45 (formule F.3.23).

^b: Veulens (jonger dan 6 maanden) hebben 5 à 6 g lysine per 100 g VRE behoefte nodig.

^c: Het gewichtsverloop van het veulen is sterk bepalend voor de eiwitnormen. De hier vermelde normen zijn gebaseerd op het gewichtsverloop, zoals beschreven in paragraaf 3.1.

Tabel 26: VREp behoefte (g/dag) voor arbeid en hengsten tijdens de dekperiode

Arbeid	VREp toeslag arbeid = 73 * EWpa toeslag arbeid
Dekperiode hengsten	VREp toeslag dekperiode = 73 * EWpa toeslag dekperiode

Tabel 27. Uitgangspunten voor eiwitnormen en de berekende VREp behoeften van paarden voor dracht.

Dracht	eiwitaanzet (g/kg groei)	efficiëntie (%)	VREp (g/kg groei)
Maand 8	148 (117) ^a	50	296
Maand 9	180 (141)		360
Maand 10	180 (153)		360
Maand 11	213 (171)		426

^a: Tussen haakjes staat het eiwitgehalte (g/kg) van de vrucht aan het einde van de betreffende maand.

Tabel 28. Uitgangspunten voor eiwitnormen en de berekende VREp behoefte van paarden voor lactatie.

	Melkgift ^a		Eiwitgehalte van de melk (g/kg)	efficiëntie %	VREp g/kg melk
	LG <200	LG >200			
Lactatie				50	
Maand 1	3,0	2,5	25		50
Maand 2	3,5	3,0	22		44
Maand 3	3,5	3,0	22		44
Maand 4	3,0	2,5	20		40
Maand 5	3,0	2,5	20		40

^a: De melkgift is uitgedrukt in kg melk per 100 kg LG van de merrie per dag.

4. OVERZICHT VAN DE GEBRUIKTE FORMULES

4.1 Berekening van de voederwaarde van voedermiddelen

4.1.1 Berekening van de energiewaarde in EWpa

- Bruto energie (GE)

$$[F2.01a] \quad GE = 24,1 RE + 36,6 RVET + 20,9 RC + 17,0 OK - 0,63 SUI^a \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin RE, RVET, RC, OK en SUI in g/kg DS

a) De aftrek voor suiker vindt alleen plaats in voedermiddelen met meer dan 80 g suiker per kg DS.

Voor snijmaïs geldt een aparte berekening van de GE

$$[F2.01b] \quad GE = 19456 - 19,456 RAS \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin RAS in g/kg DS

- Verteerbare energie (DE)

Ruwvoeders (afgeleid van F2.02):

$$DE = (0,034 - 1,1 + 0,9477 VCOSp)/100 \times GE \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

Krachtvoeders (afgeleid van F2.03):

$$DE = (0,034 + 1,1 + 0,9477 VCOSp)/100 \times GE \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin VCOSp = verteerbaarheid van organische stof door paarden in %

- Metaboliseerbare energie (ME) (afgeleid van F2.05)

$$ME = (93,96 - 0,02356 RC - 0,0217 RE) / 100 \times DE \quad (\text{in kJ/kg DS})$$

waarin RE en RC in g/kg DS

- Benutting voor onderhoud (k_m)

Ruwvoeders:

$$[F2.06] \quad k_m = (65,21 - 0,0178 RC + 0,0181 RE + 0,0452 (ZET + SUI))/100$$

Granen en zaden:

$$[F2.07] \quad k_m = (72,34 + 0,0119 RC - 0,0081 RE + 0,0112 (ZET + SUI))/100$$

Graanbijprodukten:

$$[F2.08] \quad k_m = (94,41 - 0,0237 OS - 0,0022 RE + 0,0121 (ZET + SUI))/100$$

Bijproducten oliebereiding (1): grondnootproducten, katoenzaadproducten, kokos-producten, palmpitproducten, zonnebloemzaadproducten

$$[F2.09] \quad k_m = (67,03 - 0,004261 RE + 0,01566 (ZET + SUI))/100$$

Bijproducten oliebereiding (2): lijnzaadproducten, raapzaadproducten, sojaproducten

$$[F2.10] \quad k_m = (68,04 - 0,004261 RE + 0,01566 SUI)/100$$

Dierlijk en plantaardig vet:

$$[F2.11] \quad k_m = 0,80$$

Glucose, sacharose, zetmeel

$$[F2.12] \quad k_m = 0,85$$

waarin RE, RC, OK, OS, ZET en SUI in g/kg DS. Voor ZET dient het ZETam (zetmeel, bepaald m.b.v. amyloglucosidase) gehalte te worden gehanteerd.

Voor alle voedermiddelen geldt: k_m is maximaal 0,85.

- Netto energie voor onderhoud (NE_m)

$$[F2.13] \quad NE_m = (k_m \times (ME - 31,3 RVET) + 0,80 \times 31,3 RVET)/1000 \quad (\text{in MJ/kg DS})$$

$$[F2.14] \quad EW_{pa} = NE_m / 8,93$$

(EW_{pa} waarde in de DS; voor de EW_{pa} waarde per kg product dient te worden vermenigvuldigd met het DS gehalte (g/kg) / 1000.

4.1.2 Berekening van de eiwitwaarde in VRE_p

Voor alle voedermiddelen geldt:

$$[F2.16] \quad VRE_p = RE \times VCRE_p/100$$

met zowel VRE_p als RE in g/kg of g./kg DS.

4.2 Berekening van de energie- en eiwitbehoefte in EW_{pa} en VRE_p

4.2.1 Behoefte voor onderhoud

4.2.1.1 Energie:

- volwassen koudbloedpaarden

- merrie/ruin

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0390 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

- hengst

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0432 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

- volwassen volbloeds en hun kruisingsproducten

- merri/ruin

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0411 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

- hengst

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0453 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

- jonge groeiende paarden

0 - 6 mnd

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0495 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

7 - 12 mnd

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0464 EW_{pa}/LG^{0,75}$$

13 - 36 mnd

$$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = 0,0443 EW_{paP/LG}^{0,75}$$

4.2.1.2 Eiwit:

- veulens t.m. 6e maand
- volwassen paarden

$$VRE_{p_{\text{onderhoud}}} = 3,5 \text{ g/LG}^{0,75}$$
$$VRE_{p_{\text{onderhoud}}} = 3,0 \text{ g/LG}^{0,75}$$

4.2.2 Behoeftes voor groei

4.2.2.1 Energie:

Voor de berekening van de energiebehoefte van jonge, groeiende paarden zijn de volgende stappen nodig:

1. Gewichtsontwikkeling

Voor de gewichtsontwikkeling wordt in het EWpa systeem uitgegaan van de volgende (in het DLG systeem van 1994 aangehouden) gewichtsontwikkeling:

$$[F3.05] \quad LG_t \text{ (kg)} = A - (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

waarin:

LG_t = het gewicht op tijdstip t (in kg)

A = het volwassen gewicht (in kg)

$LG_{t=0}$ = geboortegewicht, te berekenen met de formule:

$$[F3.04] \quad LG_{t=0} \text{ (geboortegewicht)} = 5,21 + 0,0962 * A - 0,0000228 * A^2$$

b = de exponentiële parameter van de groeicurve, te berekenen met de formule:

$$[F3.04] \quad b = 0,11397 - 0,00009161 * A + 0,0000000 * A^2$$

t = leeftijd in maanden

2. Berekening van de groeisnelheid

$$[F3.07] \quad GR_{LG} \text{ (g/dag)} = 32,79 * b * (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

3. Berekening van het vetgehalte van de groei:

$$[F3.11] \quad Vg_{\text{groei}} \text{ (kg vet/kg groei)} = 2 * 0,1388 / A * LG + 0,01111$$

4. Berekening van het eiwitgehalte van de groei:

$$[F3.15] \quad Eg_{\text{groei}} \text{ (kg eiwit/kg groei)} = 0,22 * (1 - Vg_{\text{groei}})$$

5. Berekening van de vetaanzet (VA) en de eiwitaanzet (EA):

$$F3.12] \quad VA \text{ (g/dag)} = \{2 * 0,1388 / A * LG_t + 0,01111\} * GR_{LG}$$

$$[F3.16] \quad EA \text{ (g/dag)} = 0,22 * (1 - Vg_{\text{groei}}) * GR_{LG}$$

6. Berekening van de energiebehoefte voor groei en onderhoud:

$$[F3.17] \quad EW_{pa_{\text{groeïende dieren}}} \text{ (EWpa/dag)} = EW_{pa_{\text{onderhoud}}} + EW_{pa_{\text{groeï}}}$$

waarin:

$$[F3.18] \quad EW_{pa_{\text{groeï}}} \text{ (EWpa/dag)} = (0,03931 VA * f_{va} + 0,02294 EA * f_{ea}) / 8,93$$

$EW_{pa_{\text{onderhoud}}} = \text{behoefte voor onderhoud per kg } LG^{0,75}$ (zie Tabel 12)

VA = vetaanzet in g per dag (zie Tabel 11)

EA = eiwitaanzet in g per dag (zie Tabel 11)

f_{va} = correctiefactor voor het verschil in de benutting van ME voor onderhoud en vetaanzet ($f_{va} = 1,00$)

f_{ea} = correctiefactor voor het verschil in de benutting van ME voor onderhoud en eiwitaanzet ($f_{ea} = 1,667$)

4.2.2.2 Eiwit:

- (jonge) paarden:

$$[F3.23] \quad VREp_{\text{groei}} \text{ (g/dag)} = EA / 0,45$$

- veulens t/m maand 6 :

extra eis: 5 à 6 g lysine per 100 g VREp behoefte

4.2.3 Behoefte voor dracht

4.2.3.1 Energie:

Tot en met maand 7 van de dracht heeft een merrie geen verhoogde energiebehoefte

$$[F3.05] \quad EW_{pa_{\text{dracht}}} \text{ (EWpa/dag)} = (\text{Groei}_{\text{dracht}} \times GE_{\text{dracht}} \times f_{dr}) / 8,93$$

$$\text{waarin } \text{Groei}_{\text{dracht}} \text{ (kg/dag)} = ((LG_{t=0} + 0,02 LG_{\text{merrie}}) \times PG / 100) / 30,5$$

PG = groei van de vrucht per maand in % van het geboortegewicht (zie Tabel 14)

$LG_{t=0}$ = geboortegewicht dat behoort bij een bepaald volwassen gewicht (zie Tabel 9)

LG_{merrie} = het volwassen gewicht van de merrie

GE_{dracht} (in MJ/kg) = GE_{vrucht} = energie-inhoud van de vrucht (zie Tabel 14)

f_{dr} = correctiefactor i.v.m. lagere efficiëntie van ME voor dracht t.o.v. onderhoud ($f_{dr} = 3,0$)

30,5 = aantal dagen per maand

8,93 = netto energie haver in MJ/kg DS

4.2.3.2 Eiwit:

Tot en met maand 7 van de dracht heeft een merrie geen verhoogde eiwitbehoefte. Daarna gelden de volgende drachttoeslagen:

Maand 8 296 g VREp/kg groei

Maand 9 360 g VREp/kg groei

Maand 10 360 g VREp/kg groei

Maand 11 426 g VREp/kg groei

4.2.4 Behoeftte voor lactatie

4.2.4.1 Energie:

$$[F3.22] \quad EWpa_{lactatie} \text{ (EWpa/dag)} = (LG/100 \times m \times GE_{melk} \times f_{lac}) / 8,93$$

waarin LG = gewicht merrie na afveulenen
m = kg melk per 100 kg LG per dag (zie Tabel 16)
GE_{melk} = energiejinhoud melk (in mnd 1, 2-3 en 4-5 resp. 2,41; 2,09 en 1,99 MJ/kg)
f_{lac} = correctiefactor i.v.m. lagere k-waarde voor lactatie dan voor onderhoud (f_{lac} = 1,25)

4.2.4.2 Eiwit:

Voor lacterende merries gelden de volgende toeslagen:

Maand 1	50 g VREp/kg melk
Maand 2-3	44 g VREp/kg melk
Maand 4-5	40 g VREp/kg melk

4.2.5 Behoeftte voor arbeid

4.2.5.1 Energie:

Algemene toeslag op onderhoud voor paarden die arbeid verrichten vanwege verhoogd stofwisselingsniveau:

$$[F3.23] \quad \text{Energietoeslag}_{op \text{ onderhoud bij arbeid}} \text{ (EWpa/kg LG}^{0,75}\text{/dag): } 0,0021 \text{ EWpa}$$

De toeslag voor arbeid wordt voor de verschillende intensiteiten van arbeid berekend met als uitgangspunt de formule:

$$[F3.24] \quad EWpa_{arbeid} = (e^{(3,02+0,0065X)} - 13,92) \times 4,184 \times 10^{-6} / 8,93$$

(in EWpa per kg gewicht (paard + ruiter) per min)

waarin X = snelheid in m/min

4.2.5.2 Eiwit:

$$[F3.26] \quad VREp \text{ toeslag}_{arbeid} \text{ (g/dag)} = (EWpa \text{ toeslag}_{op \text{ onderhoud bij arbeid}}) * 73$$

5. GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Axelsson, J. (1949)

Standard for nutritional requirements of domestic animals in the Scandinavian countries. In: V Congress International Zootechnie, Paris, 123-144.

Berg, R. van der en A. van't Klooster (1983)

Paardevoeding, Vakgroep Zoötechniek, afd. Diervoeding, Utrecht.

Bigot, G. (1988)

Niet gepubliceerd.

Bouwman, H. and W. van der Schee (1978)

Composition and production of milk from Dutch warmblooded saddle horse mares. Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde, 40, 1, 39-53.

Bowman, V.A., J.P. Fontenot, K.E. Webb en J.T.N. Meachan (1977)

Digestion of fat by egmine. 5th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium, 40.

Breuer, L.H., L.H. Kasten en J.D. Word (1970)

Protein and amino acid utilization in the young horse. 2nd Equine Nutr. Symposium; Cornell University, Ithaca, New York.

Chenost, M. en W. Martin-Rosset (1985)

Comparison between species (sheep, cattle and horses) of digestibility and intake of green forages. - In: Ann. Zootechn. 34, 291-312.

CVB (1992)

Handleiding voederwaardeberekening ruwvoerders, Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB (1993)

Verkorte Tabel 1993, CVB-reeks nr. 13, Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB (1994)

Veevoedertabel 1994, Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB (1996)

Het definitieve VEP- en VREp systeem, CVB-documentatierapport nr. 15, Centraal Veevoederbureau, Lelystad

CVB (2000)

Voederwaarden (EWpa en VREp) van voedermiddelen voor paarden, CVB Reeks nr. 28, Centraal Veevoederbureau, lelystad

Cymbaluk, N.F. (1990)

Comparison of forage digestion by cattle and horses. Canadian Journal of Animal Science, 70, 601-610.

Demarquilly, C., J. Andrieu, B. Michalet-Doreau en D. Sauvant (1988)

Measurement of nutritive value of feeds. In: Jarrige, R., Ruminant nutrition, recommended allowances and feed tables, 193-212.

- DLG (1982)
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. Nr. 2 in serie Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- DLG (1984)
Futterwerttabellen für Pferde, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- DLG (1994)
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. Nr. 2 in serie Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- Doreau, M., W. Martin-Rosset en S. Boulot (1988)
Energy requirements and the feeding of mares during lactation: a review. *Livestock Production Science*, 20, 53-68.
- Doreau, M. en S. Boulot (1989)
Milk yield and composition in mares either fat or thin at foaling. *Proc. 10th Equine nutrition and physiology symp.*, Colorado State University, 1p.
- Doreau, M. (1991)
Le lait de jument. *INRA productions animales*, 4, 297-302.
- Drochner, W. en H. Meyer (1991)
Verdauung organischer Substanzen in Dickdarm verschiedener Haustierarten. *Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung*, suppl. 22, blz. 18-40, Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Gibbs, P.G., G.D. Potter, G.T. Schelling, J.L. Kreider en C.L. Boyd (1988)
Digestion of hay protein in different segments of the equine digestive tract. *J. An. Sci.*, 66, 400.
- Glade, M.J. (1983)
Nitrogen partitioning along the equine digestive tract., *J. Anim. Sci.*, 57, 943-953.
- Hintz, H.F. (1990)
Digestible energy and crude protein for feed evaluation used by National Research Council (USA). Paper EAAP, 1990.
- Honing, Y. van der, en A. Steg (1989)
Comparison of energy evaluation systems of feeds for ruminants. In: *Feedstuff Evaluation* (Eds. J. Wiseman en D.J.A. Cole), Butterworths, London.
- INRA, 1984,
Le cheval; reproduction, selection, alimentation et exploitation. Paris.
- INRA, 1990.
L' alimentation des cheval. Paris.
- Jordan, R.M. en V. Meyers (1972)
Effect of protein levels on the growth of weanling and yearling ponies. In: *J. Anim. Sci.*, 34, 578-581.

- Julliand, V. 1992
Microbiology of the equine hindgut (Sonderausgabe 1). Europäische Konferenz über die Ernährung, Tierärztliche Hochschule, Hannover), 42-47.
- Jarrige, R en J.L. Tisserand (1984)
Metabolisme, besoins et alimentation azotée du cheval. In: Le Cheval, blz. 277-302, INRA Publications, Versailles.
- Kossila, V., R. Virtanen, J. Maukonen (1972)
A diet of hay and oats as a source of energy, digestible crude protein, minerals and trace elements for saddle horses. J. Sc. Agric. Soc. Finland, 44, 217-227.
- Kienzle, Ellen, Simone Radicke, S. Wilke, Elizabeth Landes en H. Meyer (1992)
 (Zie; Radicke et al. 1992)), 103-107.
- Martin-Rosset, W. en M. Doreau (1984)
Besoin et alimentation de la jument. In: Le Cheval, 355-370, INRA Publications, Versailles.
- Martin-Rosset, W., J. Andrieu, M. Vermorel en J.P. Dulphy (1984)
Valeur nutritive des aliments pour le cheval. In: Le Cheval, reproduction, sélection, alimentation, exploitation, INRA, Paris, 209-238.
- Martin-Rosset, W., J. Andrieu, M. Vermorel, J.P. Dulphy, J.L. Tisserand en R. Jarrige, (1984)
Table de valeur nutritive des aliments pour le cheval. In: Le Cheval, reproduction, sélection, alimentation, exploitation, INRA, Paris, 661-670.
- Martin-Rosset, W. en J.P. Dulphy (1987)
Digestibility interactions between forages and concentrates in horses: Influence of feeding level-comparison with sheep. Livestock Production Science 17, 263-276.
- Martin-Rosset, W., M. Vermorel en J.L. Tisserand (1990)
The new French net energy (UFC) and horse digestible crude protein (MADC) system. Paper EAAP, 1990.
- Martin-Rosset, W. et al, (1990)
L' alimentation des chevaux, INRA Paris.
- Martin-Rosset, W., M. Vermorel, M. Doreau, J.L. Tisserand en J. Andrieu (1993)
New feeding standards for energy and protein in horses. Paper International symposium Reykjavik, 1993.
- Martin-Rosset, W., M. Vermorel, M. Doreau, J.L. Tisserand en J. Andrieu (1994)
The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy en protein, Livest. Prod. Sci. 40, 37-56.
- Martin-Rosset, W. en J. Vermorel (2002)
Evaluation and expression of energy allowances and energy value of feeds in the UFC system for the performance horse. Paper 1st European Workshop on Equine Nutrition, Dijon, 2002.
- Martin-Rosset, W. (2004)
Growth and development in the equine. Paper 2nd European Workshop on Equine Nutrition, Dijon, 2004.
- McDonald, P. en R.A. Edwards (1976)

The influence of conservation methods on digestion of forages by ruminants. Proc. Nutr. Soc. 35, 210-211.

McCann, J.S., T.N. Meacham en J.P. Fontenot (1987)
Energy utilization and blood traits of ponies fed fat-supplemented diets. J. Anim. Sci., 65, 2019.

Meyer, H. en L. Ahlswede (1976)
Über das intrauterine Wachstum und die Körperzusammensetzung von Fohlen sowie den Nährstoffbedarf tragender Stuten. In: Übers. Tierernährg. 4, 263-292.

Meyer, H. en Stadermann (1991)
Energie- und Nährstoffbedarf hochtragender Stuten. Energy and nutrient requirement of mares during late pregnancy." in Pferdeheilkunde, 7, 1, 11-20.

Meyer, H. (1992)
Pferde Fütterung. 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Nadaljak, E.A. (1961)
Gaseous exchange and energy expenditure in rest and during different tasks bij breeding stallions of heavy draught breeds. Nutr. Abstr. Reviews, 32, 463-464.

NRC (National Research Council) (1989)
Nutrient Requirements of horses, 5e herziene druk, National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Pagan, J.D. en F. Hintz (1986)
Equine energetics II. Energy expenditure in horses during submaximal exercise. Journal of Animal Science, 63, 822-830.

Pearson, R. Anne, D. Cuddeford, R.F. Archibald en Rhona M. Muirhead (1992)
Digestibility of diets containing different proportions of alfalfa en oat straw in thorough bred, shetland ponies, highland ponies and donkeys. (Zie: Radicke et al. 1992) p. 153-157.

Peet-Schwering, C.M.C. van der, et al. (1994)
Technisch Model Varkensvoeding. Informatiemodel, Proefverslag P 1.117, PV, Rosmalen.

Potter, G.D., P.B. Gibbs, R.G. Haley en C. Klendshoj (1992)
Digestion of protein in the small and large intestines of equines fed mixed diets. Pferdeheilkunde, Sonderausgabe, 140-143.

Potter, G.D., F.F. Arnold, D.D. Householder, D.H. Hansen en K.M. Brown (1992)
(Zie Radicke et al. 1992)), 107-112.

Potter, G.D., S.L. Hughes, T.R. Julen en D.L. Swinney (1992)
A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. (Zie: Radicke et al. (1992)), 119-124.

Radicke, Simone, Elisabeth Landes, Ellen Kienzle en H. Meyer (1992)
Aktivität der Amylase im darmkanal des Pferdes in Abhängigkeit von der Futterart. Pferdeheilkunde (Sonderausgabe 1. Europäische Konferenz über die Ernährung, Tierärztliche Hochschule, Hannover), 99-103.

Reitnour, C.M. en R.L. Salsbury (1976)
Utilization of proteins by the equine species. Am. J. Vet. Res., 37, 1065-1067.

- Slade, L.H., en H.F. Hintz (1969)
Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. J. An. Sci. 28, 842-843.
- Slade, L.M., R. Bishop, J.G. Morris en D.M. Robinson (1971)
Digestion and absorption of ¹⁵N-labelled microbial protein in the large intestine of the horse. Br. Vet. J., 127, XII-XII.
- Schmitz, M., F.Ahrens, Jutta Schön en H. Hagemeister (1991)
Beitrag der Absorption von Aminosäuren in Dickdarm zur Proteinversorgung von Rind, Schwein und Pferd. Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung, suppl. 22, blz. 65-71, Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Schubert, R. (1992)
Verwertung von ¹⁵N-Harnstoff für die intestinale Synthese von Bakterienprotein und für die Milchbildung. (Zie Radicke et. al. 1992), 137-140.
- Smolders, E.A.A. (1987)
Energy requirements during maximal exercise. Paper EAAP-meeting, Lissabon.
- Smolders, E.A.A., A. Steg en V.A. Hindle (1990)
Organic matter digestibility in horses and its predictions. Neth. J. of Agric. Sci., 38, 399-406.
- Smolders, E.A.A., N.G. van der Veen en A. van Polanen (1990)
Composition of horse milk during the suckling period. Livestock Production Science, 25, 163-171.
- Tilley, J.M.A en R.A. Terry (1963)
A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18, 104-111.
- Tisserand, J.L. (1972)
L'alimentation du cheval. Cereopa, Paris.
- Van Tilburg, G.M. en A.D. Ellis (2002)
Growth rates in Dutch Warmblood horses in relation to Osteochondrosis. Paper EAAP-meeting, Caïro.
- Vermorel, M., R. Jarrige en W. Martin-Rosset (1984)
Metabolisme et besoin energetique du cheval. Le systeme des UFC. In: Le Cheval, reproduction, selection, alimentation, exploitation, INRA, Paris, 239-276.
- Vermorel, M., W. Martin-Rosset en J. Vernet (1987)
Energy utilisation of two diets for maintenance by saddle horses; agreement with the new French net energy system. Proc. 10th Equine nutrition and Physiology symposium, Colorado, 11 June, p121-125.
- Vermorel, M., J. Vernet en W. Martin-Rosset (1988)
Energy utilisation and diurnal variation of energy expenditure in saddle horses fed near maintenance. Proc. 11th International symposium on energy, Lunteren, 18-24 Sep.

- Vermorel, M. en P. Mormede (1991)
Energy cost of eating in ponies. In C.Wenk and M. Boessiger (Eds.). Energy Metabolism of farm Animals. Institut für Nutztierwissenschaften. EAAP Publ. No. 58. ETH Zürich, 437 –440.
- Vermorel, M. en W. Martin-Rosset (1991)
The new French net energy system (UFC). Annual Scientific Advisory Board Conference Ralston Purina International, Paris (France).
- Vermorel, M. en J. Vernet (1991)
Energy utilisation of digestion end products for maintenance in ponies (niet gepubliceerd).
- Vermorel, M. (1992)
Persoonlijke mededeling.
- Vermorel, M. en W. Martin-Rosset (1993a)
The French horse net energy system (UFC). Thirteenth Equine nutrition and physiology Symposium proceedings, University of Florida, 16-17.
- Vermorel, M. en W. Martin-Rosset (1993b)
The French horse net energy system (UFC): Concepts, scientific bases and structure. Paper EAAP-meeting Aarhus.
- Vliet, J. van, J.J. Heeres-van der Tol en M.C. Blok (1994)
Herziening van de energie- en eiwitnormen voor vleesstieren, Centraal Veevoederbureau, Lelystad

Bijlage 1. Afleiding van de formules voor de groei van jonge paarden

(afgeleid van de door DLG gegeven gewichtsontwikkeling)

Onderstaand wordt beschreven hoe, uitgaande van de door DLG (1994) gegeven procentuele gewichtsontwikkeling de formules zijn afgeleid, waarmee voor ieder willekeurig paard de groei kan worden beschreven.

Tabel A. Procentuele ontwikkeling van het lichaamsgewicht in relatie tot het volwassen gewicht, zoals aangehouden in het DLG systeem (DLG, 1994).*

Leeftijd in maanden	Percentage van het volwassen gewicht in relatie tot het volwassen gewicht (kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0 (= geboorte)	14,2	12,0	10,8	10,0	9,5	9,1	8,7	8,5
2	28	27	27	26	25	24	23	22
6	49	48	47	46	45	44	43	42
12	72	70	68	66	63	61	59	57
18	84	82	80	78	76	74	72	69
24	92	90	88	86	85	83	81	79
36	98,5**	98	97	96	95	94	93	92

*: Deze tabel is (behalve op het navolgende punt) identiek aan Tabel 8 in paragraaf 3.2.1.2.

** DLG (1994) geeft hier een waarde van 100%; voor een goede curvefitting was het echter nodig deze waarde te verlagen (wat betekent dat een paard van 100 kg op 36 maanden leeftijd nog niet geheel het volwassen gewicht heeft bereikt).

Uitgaande van de gegevens in Tabel A is de absolute gewichtsontwikkeling (in kg) berekend (zie Tabel B).

Tabel B: Ontwikkeling van het lichaamsgewicht van jonge groeiende paarden op basis van het in Tabel A gegeven groeiverloop volgens DLG (1994).

Leeftijd in maanden	Gewichtsontwikkeling (kg) in relatie tot het volwassen gewicht (kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0 (= geboorte)	14,2	23,9	32,4	40	47,5	54,6	60,9	68
3	28	54	81	104	125	144	161	176
6	49	96	141	184	225	264	301	336
12	72	140	204	264	315	366	413	456
18	84	164	240	312	380	444	504	552
24	92	180	264	344	425	498	567	632
36	98,5	196	291	384	475	564	651	736

Voor het fitten van een curve door de door DLG gegeven gewichtsontwikkeling van groeiende paarden was het noodzakelijk de gegevens van Tabel B te transformeren van de gewichtsontwikkeling vanaf de geboorte in het nog af te leggen groeitraject tot het bereiken van het volwassen gewicht (Tabel C).

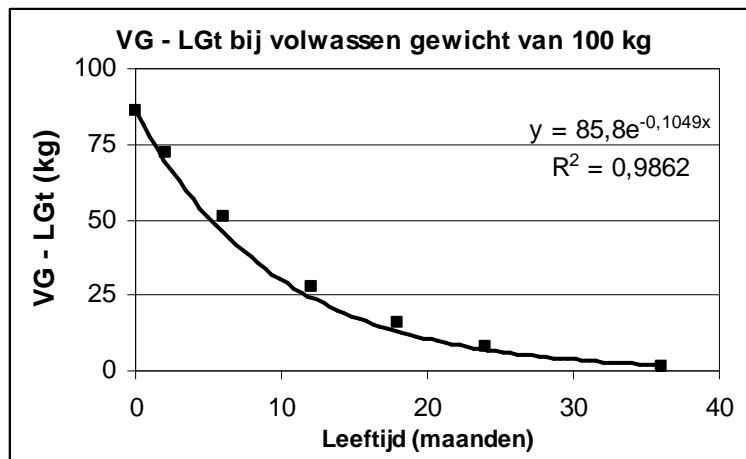
Tabel C: Groeitraject (in kg) dat nog moet worden afgelegd tot volwassen gewicht is bereikt (= volwassen gewicht – gewicht op een bepaalde leeftijd vlg. Tabel B).

Leeftijd in maanden	Volwassen gewicht – gewicht op het op een bepaalde leeftijd bereikte gewicht (kg)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
0 (= geboorte)	85,8	176,1	267,6	360	452,5	545,4	639,1	732
3	72	146	219	296	375	456	539	624
6	51	104	159	216	275	336	399	464
12	28	60	96	136	185	234	287	344
18	16	36	60	88	120	156	196	248
24	8	20	36	56	75	102	133	168
36	1,5	4	9	16	25	36	49	64

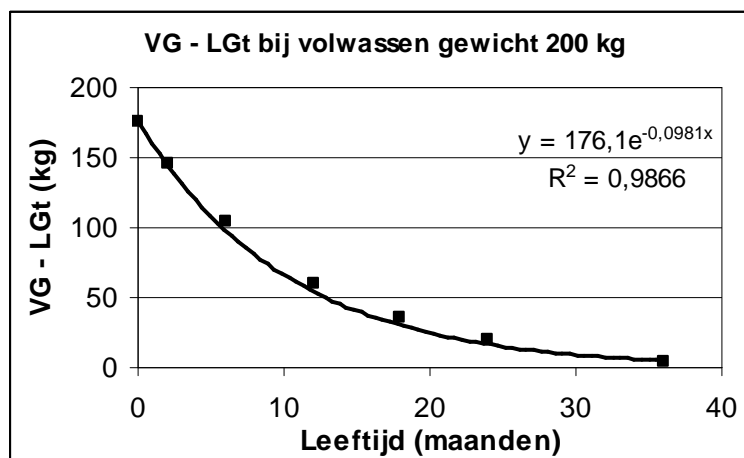
In onderstaande figuren 1 t/m 5 is het resultaat van de curvfitting weergegeven voor paarden met resp. een volwassen gewicht van 100, 200, 400, 600 en 800 kg. In alle figuren betekent VG: volwassen gewicht en LGt het gewicht dat is bereikt bij een bepaald aantal maanden.

Bij de geringe volwassen gewichten ligt de gefitte lijn de eerste maanden iets onder de door DLG aangegeven ontwikkeling, terwijl bij hoge volwassen gewichten de lijn de eerste maanden de neiging heeft iets boven de door DLG aangegeven ontwikkeling ligt.

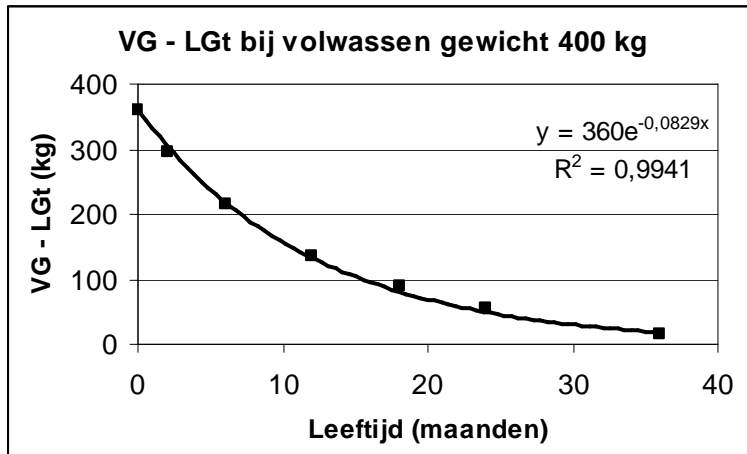
Figuur 1:



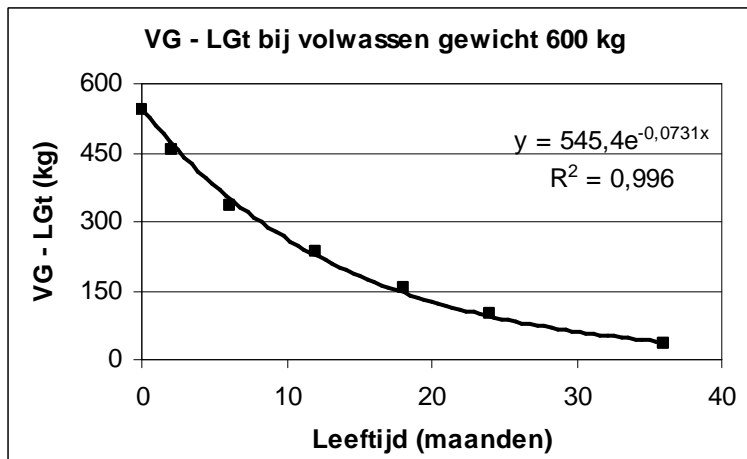
Figuur 2:



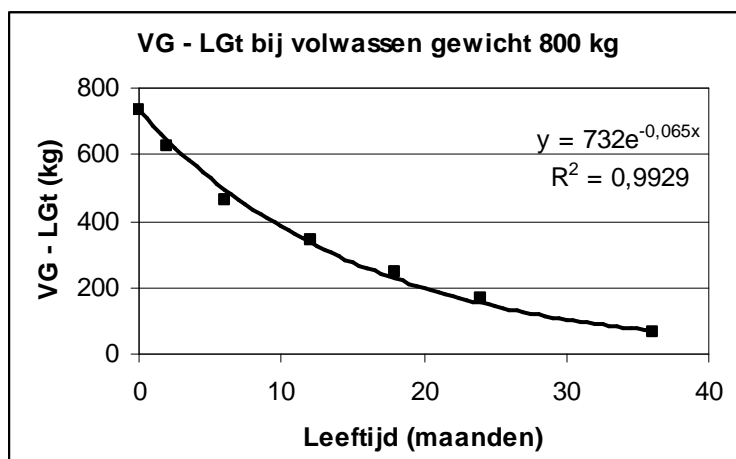
Figuur 3:



Figuur 4:



Figuur 5:

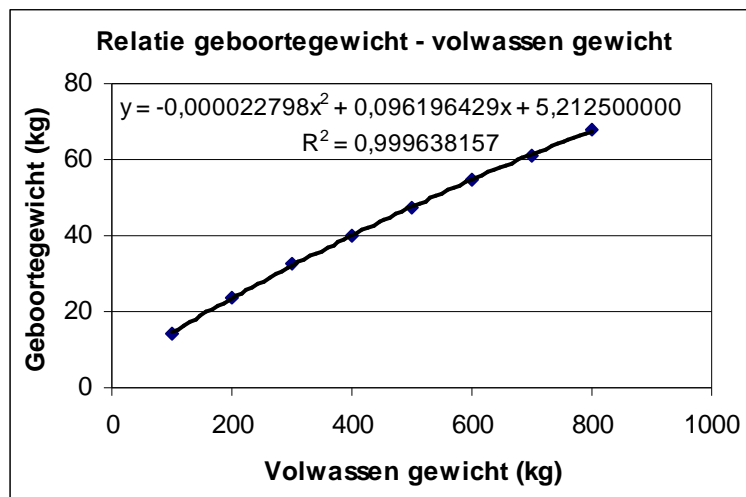


In Tabel D wordt voor de verschillende volwassen gewichten het bijbehorende geboortegewicht (volgens DLG, 1994) en de b-waarde uit de gefitte curven gegeven.

Tabel D

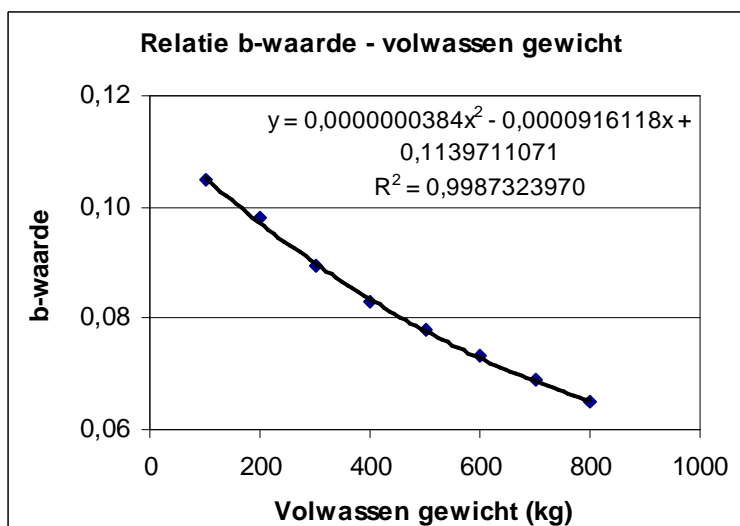
Volwassen gewicht (kg)	100	200	300	400	500	600	700	800
Geboortegewicht (kg)	14,2	23,9	32,4	40	47,5	54,6	60,9	68
b-waarde	0,10489	0,09810	0,08950	0,08287	0,07789	0,07312	0,06898	0,06498

In Figuur 6 is de relatie geboortegewicht – volwassen gewicht grafisch weergegeven. Ook de door de punten gefitte curve is vermeld.



Figuur 6. Relatie geboortegewicht – volwassen gewicht.

In figuur 7 is de relatie tussen de b-waarde van de verkregen exponentiële groeicurves uitgezet tegen het volwassen gewicht. Ook nu is de gefitte curve weergegeven.



Figuur 7. Relatie b-waarde – volwassen gewicht.

Bijlage 2. Voederbehoefte MERRIES in EWpa en g VREp per dag (exclusief arbeid)

Opmerkingen:

- Bij arbeid dienen toeslagen te worden gegeven (zie Bijlage 4)
- In onderstaande tabel is de VREp behoefte op vijftallen afgerond.

LG (kg)	Onderhoud				Toeslag voor dracht								Toeslag voor lactatie					
	Type I*		Type II*		Maand 8**		Maand 9		Maand 10		Maand 11		Maand 1		Maand 2-3		Maand 4-5	
	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp
100	1,23	95	1,30	95	0,07	15	0,15	25	0,20	40	0,29	60	1,01	150	1,02	155	0,84	120
200	2,07	160	2,19	160	0,13	25	0,26	40	0,35	65	0,50	100	2,02	300	2,05	310	1,67	240
300	2,81	215	2,96	215	0,19	30	0,38	55	0,52	85	0,73	135	2,53	375	2,63	395	2,09	300
400	3,49	270	3,68	270	0,22	40	0,44	70	0,60	110	0,85	170	3,37	500	3,51	530	2,79	400
500	4,12	315	4,35	315	0,26	45	0,52	85	0,72	130	1,02	200	4,22	625	4,39	660	3,48	500
600	4,73	365	4,98	365	0,31	55	0,61	95	0,83	150	1,18	230	5,06	750	5,27	790	4,18	600
700	5,31	410	5,60	410	0,35	60	0,68	105	0,94	165	1,33	255	5,90	875	6,14	925	4,87	700
800	5,87	450	6,19	450	0,39	65	0,77	120	1,05	185	1,49	285	6,75	1000	7,02	1055	5,64	800

* Type I: Koedbloed; Type II: Volbloed en kruislingproducten. De toeslag voor dracht en lactatie is voor beide typen gelijk.

** Tot de achtste maand van de dracht hoeft er geen extra EWpa en VREp verstrekt te worden.

Bijlage 3. Voederbehoefte RUIZEN en HENGSTEN in EWpa en g VREp per dag (exclusief arbeid*)

Koudbloedrassen

LG (kg)	Ruinen		Hengsten							
	Onderhoud		Onderhoud		Dekperiode licht		Dekperiode gemiddeld		Dekperiode intensief	
	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp
100	1,23	95	1,37	95	1,58	110	1,71	120	1,85	130
200	2,07	160	2,30	160	2,65	185	2,88	200	3,11	215
300	2,81	215	3,12	215	3,59	250	3,90	270	4,21	290
400	3,49	270	3,87	270	4,45	310	4,84	335	5,22	360
500	4,12	315	4,57	315	5,26	365	5,71	395	6,17	430
600	4,73	365	5,24	365	6,03	420	6,55	455	7,07	490
700	5,31	410	5,88	410	6,76	470	7,35	510	7,94	550
800	5,87	450	6,50	450	7,48	520	8,13	565	8,78	610

Volbloeds paarden en kruisingsproducten

LG (kg)	Ruinen		Hengsten							
	Onderhoud		Onderhoud		Dekperiode licht		Dekperiode gemiddeld		Dekperiode intensief	
	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp
100	1,30	95	1,43	95	1,64	110	1,79	120	1,93	130
200	2,19	160	2,41	160	2,77	185	3,01	200	3,25	215
300	2,96	215	3,27	215	3,76	250	4,09	270	4,41	290
400	3,68	270	4,05	270	4,66	310	5,06	335	5,47	360
500	4,35	315	4,79	315	5,51	365	5,99	395	6,47	430
600	4,98	365	5,50	365	6,33	420	6,88	455	7,43	490
700	5,60	410	6,17	410	7,10	470	7,71	510	8,33	550
800	6,19	450	6,82	450	7,84	520	8,53	565	9,21	610

* Bij arbeid dienen toeslagen te worden gegeven(zie Bijlage 4).

Bijlage 4. Toeslagen voor werkende paarden voor onderhoud (per dag) en arbeid (per uur) in EWpa en g VREp

LG paard	Gewicht ruiter	Toeslag onderhoud* per dag		Arbeid Klasse I per uur		Arbeid Klasse II per uur		Arbeid Klasse III per uur		Arbeid Klasse IV per uur	
		EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp
100	45	0,07	5	0,25	20	0,41	30	0,53	40	1,26	90
200	50	0,11	10	0,44	30	0,70	50	0,91	65	2,16	160
300	55	0,15	10	0,62	45	0,99	70	1,29	95	3,07	225
400	60	0,19	15	0,80	60	1,29	95	1,67	120	3,98	290
500	65	0,22	15	0,99	70	1,60	115	2,07	150	4,94	360
600	80	0,25	20	1,18	85	1,90	140	2,47	180	5,89	430
700	90	0,29	20	1,37	100	2,21	160	2,87	210	6,84	500
800	90	0,32	20	1,55	115	2,49	180	3,23	235	7,71	565

*: Deze toeslag wordt op het normale onderhoud gegeven.

Bijlage 5. Voederbehoefte jonge groeiende paarden in EWpa en g VREp per dag

Volwassen gewicht (LGvolw) (kg)	Lichaamsgewicht (absoluut en procentueel t.o.v. het volwassen gewicht) bij de aangegeven leeftijd													
	3		6		12		18		24		30		36	
	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw	LG _t	% LGvolw
100	37,7	37,7	54,6	54,6	75,8	75,8	87,1	87,1	93,2	93,2	96,4	96,4	98,1	98,1
200	68,2	34,1	101,5	50,8	145,0	72,5	169,3	84,7	182,9	91,4	190,4	95,2	194,7	97,3
300	95,4	31,8	143,8	47,9	208,9	69,6	246,9	82,3	269,1	89,7	282,0	94,0	289,5	96,5
400	119,8	29,9	181,9	45,5	267,8	66,9	319,9	80,0	351,4	87,9	370,6	92,6	382,2	95,5
500	141,7	28,3	216,3	43,3	322,1	64,4	388,4	77,7	430,0	86,0	456,1	91,2	472,5	94,5
600	161,7	27,0	247,8	41,3	372,5	62,1	453,0	75,5	505,0	84,2	538,7	89,8	560,4	93,4
700	180,3	25,8	277,0	39,6	419,8	60,0	514,4	73,5	577,1	82,4	618,6	88,4	646,1	92,3
800	197,8	24,7	304,9	38,1	465,3	58,2	573,7	71,7	647,0	80,9	696,6	87,1	730,1	91,3

Volwassen gewicht (kg)	Energie en eiwitbehoefte (resp. EWpa en g VREp) op de aangegeven leeftijd voor groei én onderhoud													
	3		6		12		18		24		30		36	
	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp	EWpa	VREp
100	1,04	146	1,23	134	1,33	109	1,34	102	1,37	98	1,39	97	1,40	96
200	1,72	267	2,04	242	2,23	193	2,25	177	2,30	169	2,34	165	2,35	162
300	2,29	373	2,72	338	2,99	269	3,04	245	3,11	232	3,17	225	3,19	221
400	2,76	466	3,30	425	3,66	341	3,73	309	3,84	292	3,92	282	3,95	277
500	3,18	550	3,80	505	4,25	408	4,37	370	4,51	349	4,62	336	4,67	329
600	3,54	626	4,25	578	4,79	471	4,95	428	5,13	403	5,28	388	5,34	379
700	3,87	697	4,66	647	5,29	532	5,49	484	5,71	456	5,90	439	5,98	428
800	4,18	764	5,04	713	5,75	590	6,00	539	6,26	507	6,50	488	6,59	475

Bijlage 6: Voorbeeldrantsoenen voor EWpa en VREp

De vermelde voederwaarden zijn overgenomen uit CVB-Reeks nr. 29 (Energie- en eiwitvoeding van paarden en pony's; Voederbehoeften en waardering van voedermiddelen), september 2004.

Voorbeeldrantsoen 1: Volwassen paard/pony, in rust						
Soort dier:	Pony					
Sekse:	Merrie					
Type:	Koudbloed					
Gewicht:	200 kg					
Leeftijd:	5 jaar (volwassen)					
Groei (g/dag) (indien \leq 48 maanden)	-					
Aantal maanden drachtig (indien \geq 8 maanden)	-					
Lacterend (maand 1 – 5)	-					
Intensiteit van arbeid	-					
					EWpa	VREp
Behoefte	Onderhoud	(Bijlage 2)			2,07	160
<i>Totale behoefte</i>					<u>2,07</u>	<u>160</u>
				<u>per kg voedermiddel</u>		
Rantsoen	Grashooi (matige kwaliteit)	kg	EWpa	VREp		
		4,0	0,53	46	2,12	184
<i>Totaal in rantsoen</i>					<u>2,12</u>	<u>184</u>
Procentuele dekking behoefte					102 %	115 %

Voorbeeldrantsoen 2: Volwassen paard, 1 uur arbeid per dag in arbeidsklasse II

Soort dier:	Paard
Sekse:	Ruin
Type:	Warmbloed
Gewicht:	600 kg
Gewicht ruiter:	80 kg
Leeftijd:	8 jaar (volwassen)
Groei (g/dag) (indien \leq 48 maanden)	-
Aantal maanden drachtig (indien \geq 8 maanden)	-
Lacterend (maand 1 – 5)	-
Intensiteit van arbeid	Arbeidsklasse II 1 uur per dag

				EWpa	VREp	
Behoefte	Onderhoud	(Bijlage 3)		4,98	365	
	Arbeidstoelage	(Bijlage 4)		1,90	140	
	Toelage op onderhoud t.g.v. arbeid	(Bijlage 4)		0,25	20	
	<i>Totale behoefte</i>			<u>7,13</u>	<u>525</u>	
Rantsoen			<u>per kg voedermiddel</u>			
		kg	EWpa	VREp		
	Grashooi (matige kwaliteit)	4,0	0,53	62	2,12	184
	Krachtvoer A	6,3	0,80	90	5,04	567
<i>Totaal in rantsoen</i>				<u>7,16</u>	<u>751</u>	
Procentuele dekking behoefte				100 %	143 %	

Voorbeeldrantsoen 3: 9 maanden drachtige merrie met 1 uur arbeid per dag in arbeidsklasse I

Soort dier:	Paard
Sekse:	Merrie
Type:	Warmbloed
Gewicht:	600 kg
Gewicht ruiter:	80 kg
Leeftijd:	8 jaar (volwassen)
Groei (g/dag) (indien \leq 48 maanden)	-
Aantal maanden drachtig (indien \geq 8 maanden)	9 maanden
Lacterend (maand 1 – 5)	-
Intensiteit van arbeid	Arbeidsklasse I 1 uur per dag

		EWpa	VREp			
Behoefte						
	Onderhoud (Bijlage 2)	4,98	365			
	Drachttoeslag (Bijlage 2)	0,61	95			
	Arbeidstoeslag (Bijlage 4)	1,18	85			
	Toeslag op onderhoud t.g.v. arbeid (Bijlage 4)	0,25	20			
<i>Totale behoefte</i>		<u>7,02</u>	<u>565</u>			
Rantsoen		<u>per kg voedermiddel</u>				
		kg	EWpa	VREp		
	Grashooi (gemiddelde kwaliteit)	5,0	0,57	66	2,85	330
	Krachtvoer A	5,3	0,80	90	4,24	477
<i>Totaal in rantsoen</i>					<u>7,09</u>	<u>807</u>
Procentuele dekking behoefte					101 %	143 %

Voorbeeldrantsoen 4: Lacterende merrie

Soort dier: Paard
 Sekse: Merrie
 Type: Warmbloed
 Gewicht: 600 kg
 Leeftijd: 8 jaar
 (volwassen)
 Groei (g/dag) -
 (indien \leq 48 maanden)
 Aantal maanden drachtig -
 (indien \geq 8 maanden)
 Lacterend (maand 1 – 5) 2^e maand
 Intensiteit van arbeid -

			EWpa	VREp
Behoefte	Onderhoud	(Bijlage 2)	4,98	365
	Melkproductie	(Bijlage 2)	5,27	790
<i>Totale behoefte</i>			<u>10,25</u>	<u>1155</u>
			<u>per kg voedermiddel</u>	
Rantsoen		kg	EWpa	VREp
	Grashooi	4,0	0,53	46
	(matige kwaliteit)			
248	Snijmaiskuil (DS	10,0	0,28	15
	280 – 320 g/kg)			
	Krachtvoer B	5,7	0,95	144
<i>Totaal in rantsoen</i>			<u>10,34</u>	<u>1155</u>
Procentuele dekking behoefte			101 %	100 %

Voorbeeldrantsoen 5: Groeiend jong paard

Soort dier:	Paard
Sekse:	Hengst
Type:	Warmbloed
Verwacht volwassen gewicht:	600 kg
Leeftijd:	12 maanden
Gewicht op 12 maanden	372 kg
Groei (g/dag) (indien \leq 48 maanden)	545 g/dag
Aantal maanden drachtig (indien \geq 8 maanden)	-
Melkgevend (maand 1 – 5)	-
Intensiteit van arbeid	-

		EWpa	VREp			
Behoefte	Onderhoud (Tabel 13; par. 3.2.2.2)	3,93	254			
	Groei (Tabel 13; Tabel 11 + F3.25)	0,86	218			
<i>Totale behoefte</i>		<u>4,79</u>	<u>472</u>			
Rantsoen		<u>per kg voedermiddel</u>				
		kg				
		EWpa	VREp			
	Graskuil (sept/okt)*	8,5	0,35	57	2,98	485
	Krachtvoer A	2,3	0,80	90	1,84	207
<i>Totaal in rantsoen</i>					<u>4,82</u>	<u>692</u>
Procentuele dekking behoefte					101 %	147 %

*: Aangenomen dat het droge stofgehalte van de graskuil 400 g/kg is.