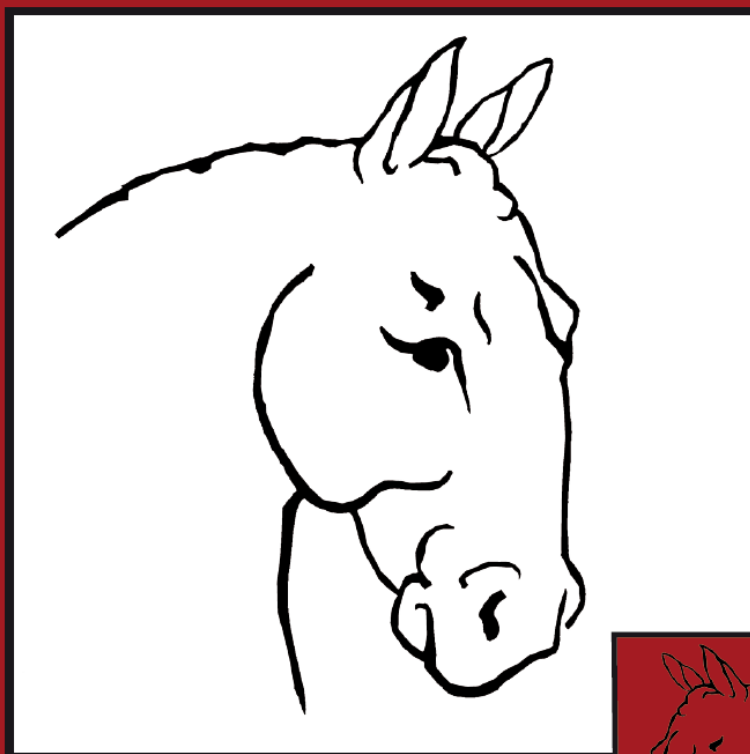


Mineralen-, sporenelementen- en vitaminenbehoeften van paarden



A.M. van den Top, M.C. Blok en H. Everts

CVB-Documentatierapport nr. 54
September 2012

Mineralen-, sporenelementen- en vitaminenbehoeften van paarden

A.M. van den Top¹⁾, M.C. Blok²⁾ en H. Everts³⁾

¹⁾ Adviesbureau VOER-RAAD, Groenekan

²⁾ CVB activiteit, Productschap Diervoeder, Wageningen

³⁾ Afd. Voeding, Fac. Diergeneeskunde, Univ. Utrecht, Utrecht

CVB Documentatierapport nr. 54
September 2012

CVB
Productschap Diervoeder
Louis Braillelaan 80 (bezoekadres)
2719 EK Zoetermeer
Postbus 908
2700 AX Zoetermeer
E-mail cvb@pdv.nl
Internet www.pdv.nl

© Productschap Diervoeder 2012

Alle auteursrechten en databankrechten op deze uitgave worden uitdrukkelijk voorbehouden. Niets van deze uitgave mag gereproduceerd, verveelvoudigd, opgevraagd, openbaar gemaakt of hergebruikt worden of op andere wijze aan derden ter beschikking worden gesteld door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, tenzij het Productschap Diervoeder daarvoor toestemming heeft gegeven.

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.

Voorwoord

In 2004 heeft het CVB een vernieuwd energiewaarderingssysteem voor paarden geïntroduceerd, het EWpa systeem. Doordat in het EWpa systeem wezenlijk andere uitgangspunten worden gehanteerd dan in het voorgaande VEP systeem, waren er ook (zij het beperktere) consequenties voor het eiwitstelsel voor paarden (het VREp systeem). Dit systeem is daarom toen ook geactualiseerd. Voor beide wordt verwezen naar CVB Documentatierapport nr. 31.

Al snel na de introductie van het EWpa systeem werd aan CVB de vraag gesteld of er ook gewerkt zou kunnen worden aan aanbevelingen voor mineralen en sporenelementen voor paarden. Na intern beraad is besloten aan dit verzoek gehoor te geven. Door allerlei ontwikkelingen is er een grote vertraging geweest bij de uitvoering van het project waarin voede- of behoeftenormen voor paarden en pony's voor mineralen, sporenelementen en (vetoplosbare) vitaminen dienden te worden opgesteld. Op het moment dat de voedernormen in concept min of meer gereed waren, verscheen een nieuwe editie (2007) van de uitgave 'Nutrient Requirements of Horses' van de NRC (USA). Dit heeft tot een verdere vertraging geleid, omdat een zorgvuldige vergelijking van de uit 1989 daterende editie en deze nieuwe editie (2007) noodzakelijk geacht werd.

De in deze publicatie beschreven mineralen-, sporenelementen en vitaminenbehoeften zijn vooral gebaseerd op een evaluatie van de bovengenoemde NRC publicaties en de DLG publicatie 'Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 2. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde' (1994). Daar waar nodig werd gericht gezocht naar de achterliggende literatuur en eventuele nieuwe publicaties. Dit heeft soms (bijv. voor magnesium en jodium en de mineralenaanzet bij foeten) tot verrassende resultaten geleid.

Daar waar mogelijk, is voor het vaststellen van de behoefte de zgn. factoriële benadering toegepast. Deze leidt in eerste instantie tot een netto behoefte. Deze wordt, rekening houdend met de werkelijke absorptiecoëfficiënt van het betreffende mineraal, omgerekend naar een bruto behoefte. Vervolgens wordt deze, door het verdisconteren van een voor de praktijk wenselijke veiligheidsfactor, omgezet in een voedernorm.

De voeder- of behoeftenormen voor mineralen-, sporenelementen- en vitaminen zijn gepresenteerd tijdens een themabijeenkomst op 26 september 2012. Als datum waarop deze officieel van kracht worden is gekozen voor 1 januari 2013.

September 2012

Dr. M.C. Blok

Manager CVB activiteit van het PDV

In dit documentatierapport wordt de afleiding en uitwerking van de voedernormen voor mineralen-, sporenelementen en vitaminen voor paarden beschreven. Voor praktisch gebruik zijn deze 'vertaald' in een aantal meer handzame tabellen, die ook in deze publicatie staan. Het voornemen is deze op korte termijn ook beschikbaar te stellen in een vernieuwde en uitgebreidere versie van de meer voor praktisch gebruik bedoelde publicatie CVB-reeks nr. 47 (CVB Tabellenboek Voeding Paarden en Pony's). Een aantal tabellen wordt ook opgenomen in de editie 2013 van het CVB Tabellenboek Veevoeding. Verder heeft CVB op basis van CVB Documentatierapport nr. 31 en dit rapport een Rantsoencalculator gebouwd, waarmee de behoeften voor iedere gewenste situatie kunnen worden berekend en een bijpassend rantsoen kan worden geformuleerd. Voor het verkrijgen van deze producten wordt verwezen naar de webshop op de PDV site (www.pdv.nl) onder de pagina Voederwaardering.

Leden van de projectgroep

| | |
|------------------|--|
| M.C. Blok | Productschap Diervoeder, CVB, Wageningen |
| H. Branje | Victoria Mengvoerders, Veghel |
| G. Counotte | De Gezondheidsdienst voor Dieren, Deventer |
| H. Everts | Faculteit Diergeneeskunde, Afd. Voeding, UU, Utrecht |
| J. Goelema | De Heus Voeders BV, Ede |
| J.M. Hallebeek | Voedingsadvies paard, Bergen op Zoom |
| R. Krabbenborg | Stimulan, Boxmeer |
| A.M. van den Top | Adviesbureau VOER-RAAD, Groenekan |

Leden van de CVB Werkgroep Voeding en Voederwaarde- ring Herkauwers en Paarden (VVHP)

| | |
|----------------------------|--|
| G. van Duinkerken (voorz.) | WUR-Livestock Research, Lelystad |
| M.C. Blok (secr.) | Productschap Diervoeder, CVB, Wageningen |
| B. Boswenger | Nevedi |
| M. Bruinenberg | BLGGAgroXpertus |
| J. Dijkstra | WU, Leerstoelgroep Diervoeding |
| J. Goelema | Nevedi |
| M. Hoogenboom | Hisfa |
| J. de Kleijne | LTO Nederland |
| J. Kruisdijk | Productschap Diervoeder, CVB, Wageningen |
| J.J Odinga | Nevedi |
| J. Th. Schonewille | Faculteit Diergeneeskunde, Afd. Voeding, UU, Utrecht |
| H. Tiekstra | OPNV |

Inhoudsopgave

| | <u>Pag.</u> |
|---|-------------|
| Voorwoord..... | 1 |
| Leden van de projectgroep..... | 2 |
| Leden van de CVB Werkgroep Voeding en Voederwaardering Herkauwers en Paarden (VVHP)..... | 2 |
| Lijst van afkortingen | 5 |
| Dankwoord..... | 5 |
| Inleiding 7 | |
| 1 Verschillen tussen NRC Horses 1989 en 2007..... | 9 |
| 1.1 Mineralen | 9 |
| 1.2 Sporenelementen..... | 9 |
| 1.3 Vitaminen | 9 |
| 2 Mineralenbehoefte..... | 11 |
| 2.1 Lichaamsgewicht, groei en DS-opname | 11 |
| 2.1.1 Geboortegewicht, lichaamsgewicht en groei | 11 |
| 2.1.2 DS-opname..... | 11 |
| 2.2 Netto behoefte aan macromineralen voor onderhoud..... | 11 |
| 2.3 Netto behoefte voor groei..... | 12 |
| 2.4 Netto behoefte voor arbeid..... | 13 |
| 2.4.1 Arbeidscategorieën | 13 |
| 2.4.2 Behoefte aan mineralen voor arbeid..... | 14 |
| 2.4.2.1 Zweetsamenstelling in relatie tot de behoefte aan mineralen bij arbeid ... | 14 |
| 2.4.2.2 Zweetproductie in relatie tot de behoefte aan mineralen voor arbeid..... | 15 |
| 2.5 Netto behoefte voor dracht..... | 16 |
| 2.6 Netto behoefte voor lactatie..... | 17 |
| 2.7 Totale netto behoefte | 18 |
| 2.8 Bruto behoefte..... | 19 |
| 2.8.1 Werkelijke absorptie van macromineralen | 19 |
| 2.8.3 Bruto behoefte voor onderhoud..... | 20 |
| 2.8.4 Bruto behoefte voor groei..... | 20 |
| 2.8.5 Bruto behoefte voor arbeid..... | 20 |
| 2.8.6 Bruto behoefte voor dracht..... | 21 |
| 2.8.7 Bruto behoefte voor lactatie..... | 25 |
| 3 Sporenelementen..... | 27 |
| 3.1 Algemeen..... | 27 |
| 3.2 IJzer | 28 |
| 3.3 Koper | 28 |
| 3.4 Zink..... | 29 |
| 3.5 Mangaan | 29 |
| 3.6 Kobalt..... | 29 |
| 3.7 Selenium..... | 29 |
| 3.8 Jodium | 29 |
| 3.9 De behoefte aan sporenelementen bij arbeid (mede in relatie tot de zweet- productie) | 29 |
| 3.10 Conclusie | 30 |
| 3.11 Maximum toegestane gehalten van sporenelementen in diervoeders volgens communautaire wetgeving van de EU..... | 30 |
| 4 Vitaminen A, D en E | 33 |
| 4.1 Bronnen van β -caroteen, vitamine A, D en E | 33 |
| 4.1.2 Vitamine A en β -caroteen..... | 33 |
| 4.1.3 Vitamine D | 33 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1.4 | Vitamine E..... | 33 |
| 4.2 | Behoeftte aan vitamine A, D en E..... | 33 |
| 4.2.1 | Algemeen..... | 33 |
| 4.2.2 | Vitamine A..... | 34 |
| 4.2.3 | Vitamine D | 34 |
| 4.2.4 | Vitamine E..... | 34 |
| 4.3 | Conclusie | 35 |
| 5 | Normen uitgedrukt op energiebasis | 37 |
| 6 | Tekorten en overmaten aan mineralen, sporenelementen en vitaminen..... | 41 |
| 7 | Voorbeeldrantsoenen | 43 |
| | Literatuurlijst..... | 53 |
| | Bijlage 1. Vergelijking per mineraal, sporenelement en vitamine van de normen in NRC 1989 en NRC 2007..... | 55 |
| | Bijlage 1. Vergelijking per mineraal, sporenelement en vitamine van de normen in NRC 1989 en NRC 2007..... | 55 |
| | Bijlage 2. Literatuurgegevens over de samenstelling van paardenmelk..... | 59 |
| | Bijlage 3 Mineralen aanzet tijdens de dracht..... | 63 |
| | Bijlage 4 Magnesium | 67 |

Lijst van afkortingen

| Afkorting | Eenheid | Verklaring |
|-------------------|---------|--|
| AC | % | (Werkelijke) absorptiecoëfficiënt van een mineraal |
| BB | | Bruto Behoefte |
| BN | | Behoeftenorm of voedernorm |
| CVB | | Centraal Veevoeder Bureau |
| DE | g | Digestible Energy = verteerbare energie |
| DLG | | Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft |
| DS | g | Droge stof |
| EU | | Europese Unie |
| EW _{pa} | | Energiewaarde paard |
| GG | g/kg | Gehalte mineraal in de groei |
| GM | g/kg | Gehalte mineraal in de melk |
| GR | g/dag | Groeisnelheid |
| GZ | g/L | Gehalte mineraal in het zweet |
| IE | | Internationale eenheden |
| LG | kg | Lichaamsgewicht |
| LG _{t=0} | kg | Geboortegewicht |
| LG _t | kg | Lichaamsgewicht op tijdstip t |
| MP | kg/d | Melkproductie |
| NB | | Netto Behoefte |
| NRC | | National Research Council |
| Pp | | <i>post partum</i> = na de geboorte |
| SUI | g | Suiker |
| TAV | % | Toeslag adnexa en vruchtwater |
| VO | % | Vruchtontwikkeling |
| VS | g/kg | Veulensamenstelling |
| VRE _p | g | Verteerbaar ruw eiwit paard |
| ZET | g | Zetmeel |
| ZP | | Zweetproductie |

Dankwoord

Dr. Ing. D.A. van Doorn (Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) wordt dank gezegd voor het aanleveren van informatie over Mg voor dit document.

Mevr. Dr. Ir. Carolien Makkink wordt dank gezegd voor het redigeren van het rapport.

Inleiding

Het CVB heeft (al langere tijd) het voornemen om, in aanvulling op het energie- (EWpa) en eiwitsysteem (VREp) voor paarden, ook normen voor mineralen, sporenelementen en de vitaminen A, D en E te publiceren. Omdat de energie- en eiwitnormen grotendeels zijn afgeleid van de DLG-normen uit 1994 (8) was het aanvankelijk de bedoeling om ook de normen voor mineralen, sporenelementen en vitaminen te baseren op DLG 1994. In 2007 is echter een herziene versie van de Amerikaanse NRC-normen uitgekomen (35).

In dit documentatierapport wordt daarom eerst besproken in welk opzicht de NRC-normen uit 2007 voor mineralen, sporenelementen en vitaminen afwijken van die uit 1989 (33) (Hoofdstuk 1). De verschillen tussen NRC 1989 en NRC 2007 bleken gering te zijn.

In Hoofdstuk 2 worden de mineralennormen van DLG 1994 vergeleken met die van NRC 2007. In Hoofdstuk 3 en 4 is hetzelfde gedaan voor respectievelijk sporenelementen en vitaminen.

Aan de hand van de vergelijkingen is bepaald in hoeverre de NRC-normen uit 2007 de voorkeur verdienen boven de DLG-normen uit 1994. De uitgangspunten voor de door CVB te publiceren normen zijn geformuleerd op basis van deze vergelijking. Bij de keuze heeft ook meegewogen dat DLG 1994 nauwelijks verwijst naar originele literatuur ter onderbouwing van haar normen.

Vervolgens zijn op basis van de gekozen uitgangspunten (gebaseerd op DLG 1994 en/of NRC 2007) de door CVB te publiceren normen voor macromineralen, sporenelementen en de vitaminen A, D en E uitgewerkt. Deze normen staan vermeld in de conclusie bij de hoofdstukken 2, 3 en 4 (respectievelijk paragraaf 2.9 (mineralen), paragraaf 3.10 (sporenelementen) en paragraaf 4.3 (vitaminen)).

Zowel NRC als DLG berekenen de mineralennormen waar mogelijk (m.a.w. als er voldoende gegevens beschikbaar zijn) volgens de factoriële methode. DLG verwijst echter maar globaal naar oorspronkelijke artikelen, en geeft vaak hogere normen dan NRC. Dit zou kunnen betekenen dat NRC minimumnormen geeft, terwijl DLG een veiligheidsmarge hanteert. DLG vermeldt overigens nergens expliciet een veiligheidsmarge, terwijl NRC de factorieel berekende normen soms weer zodanig naar boven afrondt dat er impliciet eigenlijk toch weer een veiligheidsmarge in de NRC-norm opgenomen is. Daartegenover worden voor het CVB-systeem de minimumnormen gebruikt, met eigen veiligheidsmarges. Ook baseren NRC en DLG zich op verschillende literatuurreferenties. Voor vooral sporenelementen zijn onvoldoende gegevens beschikbaar voor een factoriële benadering van de behoefte, en wordt gerekend met een 'behoefte', gebaseerd op een bepaald gehalte per kg DS van het rantsoen en een bepaalde DS-opname (in % van het LG). Voor de vitaminen A, D en E zijn de gegevens zo schaars dat een echte berekening van de normen niet mogelijk is. De 'normen' zijn eigenlijk niet meer dan gehalten in het voer waarbij in de loop der tijd geen problemen op bleken te treden.

Noch NRC noch DLG noemt voor sporenelementen en vitaminen het probleem dat paarden meerdere activiteiten tegelijk kunnen verrichten, bijvoorbeeld lacteren en werken. In beginsel kunnen voor elk van die processen extra sporenelementen en vitaminen nodig zijn. Doordat de behoefte in dit geval echter niet factorieel berekend wordt, komt dit niet in de norm tot uitdrukking. Wel wordt de verhoogde behoefte aan sporenelementen en vitaminen ten opzichte van onderhoud ten dele gecompenseerd door de verhoogde voeropname die met deze processen samengaat. Voor elk van de betrokken processen (bijv. onderhoud, lacteren, werken) geldt een afzonderlijke norm voor sporenelementen en vitaminen. Het CVB heeft gekozen voor het aanhouden van de hoogste waarde uit deze rij als norm voor het betreffende paard. Is een werkende merrie ook in lactatie en is bijv. de norm voor een bepaald sporenelement voor werk het hoogst, dan geldt deze "werk"-norm voor het werkende, lacterende paard.

1 Verschillen tussen NRC Horses 1989 en 2007

De verschillen tussen NRC 1989 (33) en 2007 (35) zijn zeer gering. Daarom wordt vanaf Hoofdstuk 2 volstaan met een vergelijking van de DLG 1994 (8) en NRC 2007 (35) normen. Hieronder zijn de belangrijkste conclusies van de uitgevoerde vergelijking weergegeven. Voor een breder uitgewerkte bespreking van de (kleine) verschillen per mineraal, sporenelement en vitamine wordt verwezen naar Bijlage 1.

1.1 Mineralen

Voor Ca, P en Mg zijn door NRC (35) zonder veel onderbouwing extra normen voor de maanden 7 en 8 van de dracht toegevoegd. Dit zijn gemiddelden van de normen voor onderhoud en die voor 9-11 maanden dracht.

Voor Ca en P zijn de NRC-normen (35) voor groei verhoogd. Arbeid verhoogt de Ca-behoefte, voornamelijk bij jonge, groeiende paarden (botaanzet). Door NRC (2007) wordt echter aangenomen dat deze hogere behoefte gedekt wordt door de inmiddels verhoogde Ca-normen voor groei.

Voor Ca is daarnaast de norm voor lactatie verhoogd, terwijl de norm voor Mg is aangepast aan de zwaarte van de arbeid. Voor Na is het opnemen van de zweetproductie als parameter de belangrijkste wijziging. Aangezien zweet aanzienlijke hoeveelheden zout bevat, verliezen (hard) werkende paarden veel Na, Cl en K (zie ook paragrafen 2.4.2.1 en 2.4.2.2).

1.2 Sporenelementen

De meeste normen voor sporenelementen van de NRC 1989 zijn door de NRC 2007 ongewijzigd overgenomen. Alleen de norm voor jodium (I) is verhoogd, terwijl de norm voor kobalt (Co) is verlaagd.

1.3 Vitaminen

Voor de vitamines zijn door NRC in 2007 geen wijzigingen t.o.v. 1989 doorgevoerd.

2 Mineralenbehoefte

2.1 Lichaamsgewicht, groei en DS-opname

2.1.1 Geboortegewicht, lichaamsgewicht en groei

Voor geboortegewicht, lichaamsgewicht en groei worden de formules uit CVB-documentatierapport 31 "Het EW-pa en VREp systeem" (4) overgenomen (Formule F3.03, F.304, F3.05, F3.07).

$$[F01] \quad LG_{t=0} = 5,21 + 0,0962 * A - 0,0000228 * A^2$$

$$[F02] \quad b = 0,11397 - 0,9161 * 10^{-4} A + 0,384 * 10^{-7} * A^2$$

$$[F03] \quad LG_t = A - (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

$$[F04] \quad GR_{LG} = 32,79 * b * (A - LG_{t=0})e^{-bt}$$

waarin:

- LG_{t=0} = het geboortegewicht (kg)
- A = het volwassen gewicht (in kg)
- b = de exponentiële parameter voor de gefitte curve
- LG_t = het gewicht op tijdstip t (kg)
- t = leeftijd (maanden)
- GR_{LG} = groeisnelheid (g/dag)

2.1.2 DS-opname

DLG (8), waarop de CVB behoeften voor energie en eiwit zijn gebaseerd, gaat uit van een DS-opname van 2% per kg LG voor alle categorieën.

NRC 2007 (35) onderscheidt verschillende DS-opnames afhankelijk van het fysiologisch stadium (zie Tabel 1).

Tabel 1. DS-opname uit NRC-systeem 2007 waarop de behoeftenormen van sporenelementen zijn gebaseerd.

| 2,5 % van LG | 2,25% van LG | 2 % van LG |
|---------------------|-------------------|----------------|
| Heavy exercise | Moderate exercise | Adult, no work |
| Very heavy exercise | | Light exercise |
| Lactating | | Stallions |
| Growing | | Pregnant |

2.2 Netto behoefte aan macromineralen voor onderhoud

De netto behoefte aan mineralen voor onderhoud is vergeleken tussen DLG (Tabel 25 uit DLG, 1994) en NRC (35). Voor de meeste mineralen komt de netto behoefte voor onderhoud overeen met de endogene verliezen. Een uitzondering is Cl. Voor dit mineraal wordt een hogere netto behoefte aangehouden om verstoringen in de zuur/base-huishouding en een toename van de pH van het bloed te voorkomen (DLG, 1994: pagina 42). De waarden zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Netto behoefte aan mineralen voor onderhoud in mg per kg LG per dag.

| | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|--------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| DLG (8) | | | | | | |
| Endogene verliezen | 30 | 12 | 7 | 18 | 40 | 5 |
| Extra behoefte | | | | | | 75 |
| Netto behoefte | 30 | 12 | 7 | 18 | 40 | 80 |
| NRC 2007 (35) | | | | | | |
| Endogene verliezen | 20 | 10 | 6 | 18 | 40 | 20 |
| Extra behoefte | | | | | | 60 |
| Netto behoefte | 20 | 10 | 6 | 18 | 40 | 80 |

Vanwege het feit dat de NRC de waarden voor de endogene verliezen beter onderbouwt, worden voor de endogene verliezen en de netto behoefte aan mineralen voor onderhoud de waarden van NRC aangehouden. Om bij deze relatief lage waarden de spreiding in individuele behoeften te compenseren wordt in de uiteindelijke voedernorm een veiligheidsfactor opgenomen (zie § 3.8.2).

2.3 Netto behoefte voor groei

De netto toeslag aan een mineraal voor groei is afhankelijk van de groei in kg/dag en de groeisamenstelling in g/kg groei.

$$[F05] \quad NB_{\text{groei}}(\text{mineraal}) = GR_{\text{LG}}/1000 * GG(\text{mineraal})$$

waarin:

- $NB_{\text{groei}}(\text{mineraal})$ = netto behoefte voor groei aan een bepaald mineraal (g/dag)
 GR_{LG} = groei per dag (g/dag), uitgaande van een bepaald verwacht volwassen gewicht (LG, in kg)
 $GG(\text{mineraal})$ = het gehalte van het mineraal in de groei (g/kg), zoals weergegeven in de kolommen "DLG" (zie Tabel 3)

De groeisamenstelling in Tabel 3 is overgenomen uit Tabel 10 van DLG (8). Ter vergelijking zijn de waarden waar NRC mee rekt ook weergegeven.

Tabel 3. Groeisamenstelling in g/kg LG volgens DLG (8) en NRC (35).

| Leeftijd veulen | Ca | | P | | Mg | | Na | | K | | Cl | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|------|-----|-----|-----|--------|
| | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC |
| < 6 maanden | 18 | 16 | 9 | 8 | 0,5 | 0,85-1,25 | 1,5 | 0,85 | 2 | 1,5 | 1,2 | 0,093 |
| 7-12 maanden | 17 | 16 | 8 | 8 | 0,4 | 0,85-1,25 | 1,6 | 0,85 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 0,085 |
| > 12 maanden | 15 | 16 | 8 | 8 | 0,4 | 0,85-1,25 | 1,7 | 0,85 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 0,0825 |

Voor Ca en P bestaan geen grote verschillen tussen DLG en NRC. Voor Ca, P, Mg en K gebruiken DLG en NRC beide de gegevens van vergelijkende slachtproeven met veulens op verschillende tijdstippen tijdens de groei zoals beschreven door Schryver e.a (40). Zowel de berekeningen van DLG als die van NRC zijn moeilijk te reproduceren, maar die van DLG lijken het meest aannemelijk. Voor Na gebruikt NRC zonder opgaaf van redenen gegevens van Grace e.a. (13). In deze proef zijn veulens allemaal op 150 dagen geslacht. Er zijn dus geen metingen op verschillende tijdstippen tijdens de groei. Voor Cl zijn de referenties die DLG en NRC noemen niet meer te achterhalen. De getallen voor Cl van NRC zijn echter onwaarschijnlijk laag (ook in vergelijking met die voor Na). Al met al lijkt het gerechtvaardigd om voor alle mineralen de DLG-waarden te gebruiken.

2.4 Netto behoefte voor arbeid

2.4.1 Arbeidscategorieën

Zowel NRC als CVB onderscheiden vier categorieën arbeid, zoals weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. De categorieën voor arbeid zoals onderscheiden in het CVB (2004) en NRC systeem (2007).

| Klas- se | CVB omschrij- ving | NRC, 2007 | | | | NRC omschrijving |
|-------------|------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------|--------------------------|--|
| | | Om- schrij- ving | Tijdsduur (uur) | | Hartslag (slagen/min) | |
| | | | Per week | Per dag* | | |
| I | Recreatief tot licht | Light | 1-3 | 0,1-0,4 | 80 | Recreational riding, be- ginning of training pro- grams Show horses (occasional) |
| I | Alle sport middel tot zwaar | Mode- rate | 3-5 | 0,4-0,7 | 90 | School horses, recrea- tional riding, beginning of training/breaking, show horse (frequent), polo, ranch work |
| III | Alle sport zwaar tot zeer zwaar | Heavy | 4-5 | 0,6-0,7 | 110 | Ranch work, polo, show horses (frequent, strenu- ous events), low-medium level eventing, race train- ing (middle stages) |
| IV | Eventing draf/remsport | Very heavy | 6-12 | 0,9-1,7 | 110-150 | Racing (Quarter horse, Thoroughbred, Standard bred, Endurance) elite 3- day event |

*: Berekend als 1/7 van de tijdsduur per week

Het is moeilijk de vier categorieën die in beide systemen worden onderscheiden rechtstreeks met elkaar te vergelijken. Ten eerste omdat - in tegenstelling tot het CVB-systeem - de intensiteit van de arbeid door NRC niet expliciet wordt gekwantificeerd. Een tweede punt is dat, terwijl in het CVB-systeem het aantal uren arbeid (opgesplitst in minuten voor resp. stap, draf, galop en springen) per dag wordt uitgedrukt, dit in het NRC-systeem per week gebeurt. Bovendien combineert NRC in haar classificatie intensiteit en duur met elkaar. Een derde complicatie voor het vergelijken van zowel de arbeidsklassen als de behoeften in beide systemen is het feit dat in de formules voor berekeningen van de behoefte voor het NRC-systeem het gewicht van de ruiter niet wordt meegenomen, terwijl dat in het CVB systeem wel gebeurt. Het NRC-systeem hanteert verder voor iedere arbeidscategorie andere factoren waarmee het lichaamsgewicht van het paard wordt vermenigvuldigd. De gewichten van de ruiters zitten bij NRC wellicht (vanwege hun hogere arbeidstoelage t.o.v. CVB) versleuteld in de categorie.

Het CVB-tabellenboek 2010 (5) geeft in Tabel 4.3 voor werkende paarden voor energie en eiwit geen totale behoefte, maar een toeslag (*plus een toeslag voor verhoogd stofwisselingsniveau voor werkende paarden, ongeacht de zwaarte van de arbeid*) die gevoerd moet worden bovenop de onderhoudsbehoefte. Voor zover bekend heeft het verhoogde stofwisselingsniveau op zichzelf geen effect op de mineralenbehoefte; hiervoor wordt dan ook geen toeslag opgenomen. Voor de volledigheid is in Tabel 16 voor het CVB-systeem het gewicht van de ruiter aangegeven waarmee is gerekend.

2.4.2 Behoeftte aan mineralen voor arbeid

De netto toeslag aan mineralen voor arbeid (boven onderhoud) wordt als volgt gedefinieerd:

$$[F07] \quad NB_{\text{arbeid}}(\text{mineraal}) = ZP * GZ(\text{mineraal})$$

waarin:

| | |
|---------------------------------------|---|
| $NB_{\text{arbeid}}(\text{mineraal})$ | = netto behoefte voor arbeid aan een bepaald mineraal (g/dag) |
| $GZ(\text{mineraal})$ | = gehalte van een bepaald mineraal in het zweet (g/L); uit Tabel 5, onder "DLG" |
| ZP | = zweetproductie uit Tabel 6 (CVB; L/dag) |

2.4.2.1 Zweetsamenstelling in relatie tot de behoefte aan mineralen bij arbeid

Qua hoeveelheden mineralen in zweet zijn eigenlijk alleen Na, K en Cl van belang. Sinds het verschijnen van de DLG-normen in 1994 zijn verschillende studies naar de samenstelling van paardenzweet uitgevoerd. De uitkomsten zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5. Zweetsamenstelling zoals gebruikt door DLG, 1994 (8), NRC, 2007 (35) en zoals sinds 1994 in de literatuur beschreven

| Gehalte in gram per liter zweet | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| DLG (8) | 0,12 | 0,01 | 0,05 | 3,1 | 1,6 | 5,5 |
| NRC (35) | - | - | - | 3,1 | 1,4 | 5,3 |
| (21) | | | | 2,1 | 1,3 | |
| (24) | | | | 3,3 | 1,5 | |
| (28) ^a | 0,10-0,17 | | | 2,8-3,1 | 1,2-1,5 | 5,0-5,8 |
| (31) | 0,09-0,13 | | | 1,5-3,5 | 1,0-1,4 | 3,5-5,5 |
| (27) ^b | 0,19 | | 0,08 | 3,7 | 1,5 | 6,9 |
| (18) ^c | 0,11-0,12 | 0,02-0,05 | 0,01-0,02 | 3,1-3,3 | | 3,3-3,7 |
| (25) | 0,16-0,28 | | 0,08-0,12 | 3,2-4,3 | 1,3-1,6 | 6,2-8,5 |

^a: De resultaten zijn alleen in een grafiek weergegeven; alleen de waarden gemeten onder koele, droge omstandigheden (20 °C, 45-55 % RV) zijn in de Tabel weergegeven

^b: Alleen de waarden gemeten tijdens arbeid, en niet die na adrenaline-infuus, zijn in de Tabel weergegeven. In deze publicatie worden geen klimatologische gegevens vermeld.

^c: De resultaten zijn alleen in een grafiek weergegeven; voor K is de weergave in de grafiek waarschijnlijk een factor 10 te laag (daarom zijn deze waarden hier weggelaten).

Voor K is de spreiding in gerapporteerde waarden in de nieuwe studies gering. MacCutcheon en Geor (28) vonden dat de gehalten vooral voor Na en Ca tijdens arbeid onder hete, droge omstandigheden (33-35 °C, 45-55% RV) gedurende langere tijd veel hoger liggen dan onder koele, droge omstandigheden (20 °C, 45-55 % RV). Deze hoge temperaturen zijn echter onder Nederlandse omstandigheden ongebruikelijk. Daarom lijkt het niet nodig met hogere mineralengehalten te rekenen dan in Tabel 5 weergegeven. Voor P zijn volgens Harris et al. (18) de gehalten juist onder koele, droge omstandigheden hoger dan onder warme omstandigheden. Verder blijkt dat NRC geen zweetverliezen inrekenen voor Ca, P en Mg. In de studie van MacCutcheon en Geor (28) valt verder op dat de K-, Na- en Cl-gehalten tijdens arbeid hoger zijn dan tijdens het warmlopen. Voor de herstelfase na arbeid zijn de gegevens niet eensluidend. Het K-gehalte daalt dan doorgaans weer, terwijl voor Na en Cl in de ene publicatie (28) een daling en in andere publicaties (26;27;31) een verdere stijging na afloop van het werk wordt gemeld. De bron waaruit DLG de mineralengehalten, zoals weergegeven in Tabel 5, put is niet te achterhalen. Gezien de gegevens in Tabel 5 lijken de gehalten zoals door DLG worden aangehouden echter redelijk bruikbare gemiddelden.

NRC houdt voor werkende paarden ook nog een toeslag aan voor Ca, P en Mg in verband met botaanzet bij deze dieren. Dit kan niet anders dan een tijdelijke behoefte zijn. In het CVB-systeem is deze toeslag niet opgenomen.

2.4.2.2 Zweetproductie in relatie tot de behoefte aan mineralen voor arbeid

De netto mineralenbehoefte voor arbeid is afhankelijk van de zweetproductie en zweetsamenstelling. Het zwakke punt in de berekening van de behoefte voor de arbeid is de zweethoeveelheid. In het EWpa-systeem is de zwaarte van de arbeid gedefinieerd in aantal minuten stap, draf, galop en springen per dag, met de bijbehorende snelheid. Ook DLG kent vier arbeidsklassen (resp. lichte, gemiddelde, zware en zeer zware arbeid), maar het is onbekend hoe deze termen zijn gedefinieerd.

De door CVB gehanteerde zweetproductie en -samenstelling zijn weergegeven in de tabellen 5 en 6, en zijn overgenomen uit Tabel 2 van DLG, 1994 (8).

Tabel 6. Zweetproductie in kilogram per 100 kg lichaamsgewicht per dag.

| Arbeidsklasse DLG, 1994 | Arbeidscategorie CVB ¹⁾ | Zweetproductie (kg/100 kg LG) | | |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------|
| | | DLG, 1994 | | NRC, 2007 |
| | | Range | Rekenwaarde | |
| lichte arbeid | I | 0,5-1,0 | 0,75 | 0,25 |
| gemiddelde arbeid | II | 1-2 | 1,50 | 0,50 |
| zware arbeid | III | 2-5 | 3,50 | 1,00 |
| zeer zware arbeid | IV | > 5 | 5,00 | 2,00 |

¹⁾ De arbeidsklassen zijn overgenomen uit het EWpa-systeem (CVB, 2004) :

I: Alle sporten recreatief tot licht niveau, Recreatief stap / draf en galop, bijv. bosritten, manege-arbeid,

II: Alle sporten middel tot zwaar (M – Z)

III: Alle sporten zwaar tot zeer zwaar (Z – ZZ), nationaal/internationaal

IV: Eventing / draf- en rensport nationaal / internationaal

De zweetproductie (ZP) wordt in het CVB-systeem 2004 als volgt berekend:

[F06] ZP (L/dag) = rekenwaarde zweetproductie in Tabel 6 * LG/100

Sinds 1994 zijn twee publicaties verschenen over directe meting van de zweetproductie tijdens arbeid bij paarden. In de ene publicatie worden zweetproducties van 1,16 tot 1,25 kg/100 kg LG/uur gemeld (23) bij een matige inspanning¹ van 20 minuten bij twee verschillende temperaturen en luchtvochtigheden (32,7 °C, 63,3% resp. 14,0 °C, 73,5%)². In de andere publicatie (30) duurde de arbeid ook 20 minuten, maar was sprake van zware arbeid en onder hete omstandigheden bij een hoge luchtvochtigheid. Dit leverde een zweetproductie van 2,4 kg/100 kg LG op gedurende de inspannings- en herstelfase. Indirecte metingen³ van de zweetproductie leveren onder koele, droge omstandigheden (20-22 °C, 45-55% RV) zweetproducties van 1% (training) resp. 2,6% (endurance) van het LG per dag op (29). Uit deze rapportages blijkt dus dat zowel de zwaarte en duur van de arbeids- en herstelfase (een belangrijk deel van de zweetproductie treedt op na afloop van de arbeid) als de buitentemperatuur en de luchtvochtigheid invloed hebben op de zweetproductie van paarden. Deze variabelen zijn onvoldoende gedefinieerd door zowel DLG als NRC. Hierdoor is een juiste beoordeling van de door DLG en NRC gegeven waarden voor de zweetproductie niet mogelijk. Om de kans op te lage mineralennormen en daardoor wellicht mineralentekorten bij werkende paarden zo klein mogelijk te maken worden de relatief hoge, op DLG 1994 gebaseer-

¹ 10 minuten stap, 5 minuten galop op een 3% helling en 5 minuten draf.

² De tekst spreekt zichzelf tegen t.a.v. welke temperatuur bij welke luchtvochtigheid hoort.

³ Op basis van veranderingen in het lichaamsgewicht. Bij de beschreven procedure is rekening gehouden met de vochtverliezen via mest en urine, maar niet met die via de uitademingslucht, waardoor de zweetproductie niet correct kan zijn ingeschat.

de waarden uit het CVB-systeem (zie Tabel 6) voor de berekening van de zweetproductie aangehouden.

2.5 Netto behoefte voor dracht

In het DLG-systeem wordt voor drachtige merries bij de berekening van de behoefte aan mineralen en sporenelementen een toeslag gegeven voor de gewichtstoename van de foetus, vruchtvliezen, uier en vruchtwater.

In het NRC-systeem wordt de gewichtstoename van de drachtige merrie zelf (uier) niet meegerekend voor de mineralenbehoefte, maar wordt alleen een toeslag gegeven voor de groei van foetus en vruchtvliezen. Anderzijds is de keuze van DLG (ongeveer 10% resp. 50%; zie Tabel 10) arbitrair.

Omdat de keuze van DLG evenwel het meest logisch lijkt, wordt deze voor het CVB-systeem voor drachtige merries gevolgd.

De mineralenbehoefte van drachtige merries neemt in het NRC-systeem pas vanaf de 7^e maand toe. De mineralenbehoefte voor een merrie die 7 maanden drachtig is wordt in het NRC-systeem gelijk gesteld aan die van een merrie die 8 maanden drachtig is. Dit wordt ook voor het CVB-systeem aangehouden.

De netto behoefte voor dracht is afhankelijk van:

- Het geboortegewicht van het veulen ($LG_{t=0}$)
- De lichaamssamenstelling van een pasgeboren veulen (Tabel 7) (overgenomen uit Tabel 5 van DLG 1994 (8))
- De “vruchtontwikkeling” in procent per maand (Tabel 9)⁴
- Een toeslag voor “adnexa” (vruchtvliezen en uier) en vruchtwater (Tabel 10) (zie onderschrift bij Tabel 27 van DLG 1994 (8))⁵

Tabel 7. Samenstelling van een pasgeboren veulen volgens DLG 1994.

| | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|---------------------------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Gehalte in gram per kg LG | 18,2 | 9,7 | 0,38 | 1,9 | 1,9 | 1,2 |

Tabel 8. Vruchtontwikkeling in % per maand (% van pasgeboren veulen) volgens DLG 1994.

| Maand van de dracht | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|
| 7 ^e maand | 13 | 13 | 16 | 19 | 15 | 19 |
| 8 ^e maand | 13 | 13 | 16 | 19 | 15 | 19 |
| 9 ^e maand | 22 | 22 | 21 | 19 | 21 | 19 |
| 10 ^e maand | 36 | 36 | 22 | 28 | 22 | 28 |
| 11 ^e maand | 18 | 18 | 27 | 16 | 27 | 16 |

Bij nadere bestudering van de literatuur die aan Tabel 3 van DLG 1994 (vruchtontwikkeling) ten grondslag ligt (32), blijkt echter dat de procentuele ontwikkeling en de aanzet van mineralen tijdens de dracht moet worden herzien. Dit wordt nader beschreven in Bijlage 3. De aanzet van alle mineralen tijdens de dracht wordt gebaseerd op de in Tabel 9 weergegeven vruchtontwikkeling.

⁴ In de DLG publicatie wordt in Tabel 3 een indeling gemaakt van tot 7 maanden en 8, 9, 10 en 11 maanden, terwijl in de verdere behoefteberekening wordt gerekend met maand 7 en 8 bij elkaar en de rest van de maanden apart. Er wordt vanuit gegaan dat de aanzet in maand 7 en 8 gelijk is.

⁵ In de DLG publicatie (Tabel 27) staat een toeslag voor Na, K en Cl van 50% terwijl er wordt gerekend met een toeslag van 100%. In het CVB-systeem wordt bij deze mineralen uitgegaan van een toeslag van 50%.

Tabel 9. Vruchtontwikkeling in % per maand (% van pasgeboren veulens) zoals gebruikt voor het CVB-systeem (zie ook Bijlage 3)

| Maand dracht | groei in % van het geboortegewicht |
|--------------|------------------------------------|
| 7 | 8 |
| 8 | 10 |
| 9 | 18 |
| 10 | 23 |
| 11 | 30 |

Tabel 10. Toeslagen voor adnexa en vruchtwater (als percentage van de netto behoefte voor dracht) volgens DLG 1994⁶.

| | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Toeslag adnexa en vruchtwater | 10% | 10% | 10% | 50% | 50% | 50% |

De netto toeslag voor dracht (NB_{dracht}) wordt als volgt berekend:

$$[F08] \quad NB_{dracht} (\text{mineraal}) = LG_{t=0} * VS (\text{mineraal}) * VO (\text{mineraal, maand}) / (100 * 30.5) * (1 + (TAV/100) (\text{mineraal}))$$

Waarbij:

| | |
|---------------------|--|
| $LG_{t=0}$ | = het geboortegewicht |
| VS(mineraal) | = veulensamenstelling (g/kg, zie Tabel 7) |
| VO(mineraal, maand) | = vruchtontwikkeling (% , zie Tabel 9) |
| TAV(mineraal) | = toeslag adnexa en vruchtwater (% , zie Tabel 10) |

Zowel NRC 2007 als DLG 1994 rekenen uiteindelijk met één behoefte aan macromineralen voor 9 tot en met 11 maanden dracht. NRC geeft als reden de kleine aantallen dieren in de experimenten waarop de vruchtontwikkeling is gebaseerd, DLG geeft geen reden op. Op basis van de in Tabel 9 ingeschatte vruchtontwikkelingspercentages tijdens de dracht is het echter wel mogelijk om redelijk betrouwbare mineralennormen per afzonderlijke maand van de dracht te berekenen. In het CVB-systeem wordt dit dan ook uitgewerkt (zie Tabel 18).

2.6 Netto behoefte voor lactatie

De netto behoefte voor lactatie is afhankelijk van:

- De melksamenstelling (in g mineraal/liter)
- De melkproductie (in liters per dag)

De melksamenstelling wordt overgenomen uit Tabel 7 van DLG 1994 (8). Hierbij zijn week 1-4, week 5-8 en week 9-21 vervangen door resp. maand 1, maand 2 en maand 3-5. Dit is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11. Melksamenstelling in gram per liter (op basis van DLG 1994)

| Lactatiemaand | Ca | P | Mg | Na | K | Cl |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1,20 | 0,73 | 0,09 | 0,23 | 0,70 | 0,35 |
| 2 | 1,00 | 0,60 | 0,06 | 0,19 | 0,50 | 0,30 |
| 3-5 | 0,80 | 0,50 | 0,05 | 0,15 | 0,40 | 0,30 |

⁶ In de DLG publicatie (Tabel 27) staat een toeslag voor Na, K en Cl van 50% terwijl er wordt gerekend met een toeslag van 100%. In het CVB-systeem wordt bij deze mineralen uitgegaan van een toeslag van 50%.

De laatste jaren zijn vier publicaties verschenen over de samenstelling van paardenmelk. De gegevens zijn weergegeven in Tabel A in Bijlage 2. Ter vergelijking zijn ook de gehalten zoals aangehouden door DLG 1994 en NRC 2007 vermeld.

Ten opzichte van de waarden van DLG 1994 geven de recente studies lagere waarden voor Ca, P, K en Cl en hogere voor Cu. Voor Na, Mg en Zn liggen de nieuwe waarden rond die van DLG. Uiteraard wordt de vergelijking bemoeilijkt door de verschillende melktijdstoppen na het veulenen. Ten opzichte van de NRC-waarden zijn de nieuwe gegevens steeds duidelijk lager, behalve voor Na. De nieuwe gegevens wijken overigens niet sterk af van die van de DLG. De gehalten zoals gebruikt door de DLG kunnen dan ook worden aangehouden. Er is geen reden om hogere gehalten aan te houden.

Voor de mineralenbehoefte wordt dezelfde melkproductie aangehouden als waarmee in het CVB energie- en eiwitstelsel wordt gerekend (Tabel 12; identiek aan Tabel 16 van CVB, 2004). De laatste jaren zijn geen nieuwe publicaties verschenen over de melkproductie van merries.

Tabel 12. Melkproductie lacterende merries.

| kg melk per 100 kg LG per dag in de 1e – 5e maand van de lactatie | | |
|---|-------------|-------------|
| Maand | LG < 200 kg | LG > 200 kg |
| 1 | 3,0 | 2,5 |
| 2-3 | 3,5 | 3,0 |
| 4-5 | 3,0 | 2,5 |

Het is niet nodig om de gegevens over zowel de melkproductie als de melksamenstelling uit het DLG-systeem aan te passen. In het CVB-systeem kan daarom het DLG-systeem aangehouden worden voor de berekening van de “behoefte” aan mineralen en sporenelementen van lacterende merries (zoals in dit rapport weergegeven in de Tabellen 11 en 12).

De netto behoefte voor lactatie ($NB_{lactatie}$) wordt als volgt berekend:

$$[F09] \quad NB_{lactatie} (\text{mineraal, maand}) (\text{g/dag}) = MP(\text{maand}) * LG/100 * GM(\text{mineraal, maand})$$

Waarbij:

- LG = het lichaamsgewicht (kg)
- MP(maand) = melkproductie (kg per 100 kg LG per dag volgens Tabel 12)
- GM(mineraal, maand) = gehalte van een mineraal (g/kg melk volgens Tabel 11)

2.7 Totale netto behoefte

De totale netto behoefte wordt berekend door alle “deelbehoeften” bij elkaar op te tellen. In Tabel 13 is dit voor een aantal situaties weergegeven.

Tabel 13. Opbouw totale netto behoefte voor paarden.

| | onderhoud | groei | arbeid | dracht | lactatie |
|-------------------|-----------|-------|--------|----------------|----------|
| veulen/jong paard | X | X | (X) | | |
| sport/hobby paard | X | | (X) | | |
| Renpaard | X | | X | | |
| drachtige merrie | X | | (X) | X ¹ | |
| lacterende merrie | X | | (X) | | X |

¹: Pas vanaf de 7^e maand wordt er met een toeslag voor dracht gewerkt

Voor het berekenen van de totale netto behoefte wordt altijd de onderhoudsbehoefte berekend. Of hier een toeslag voor groei, arbeid, dracht of lactatie bij opgeteld moet worden is afhankelijk van de situatie.

2.8 Bruto behoefte

2.8.1 Werkelijke absorptie van macromineralen

Er is verschil tussen netto en bruto behoefte: Bij de bruto behoefte wordt rekening gehouden met het feit dat slechts een deel van de mineralen in het voer wordt geabsorbeerd en benut. De bruto behoefte wordt als volgt berekend:

$$[F09] \quad BB(\text{mineraal}) = NB(\text{mineraal}) * 100/AC(\text{mineraal})$$

Waarbij

| | | |
|--------------|---|---|
| BB(mineraal) | = | totale bruto behoefte aan een mineraal |
| NB(mineraal) | = | totale netto behoefte aan een mineraal |
| AC(mineraal) | = | de (werkelijke) absorptiecoëfficiënt van een mineraal volgens Tabel 14 (en begeleidende tekst) (in %) |

In Tabel 14 zijn de absorptiecoëfficiënten van DLG 1994 (8), NRC 2007 (35) alsook die zoals gevonden door Van Doorn e.a. (9-11) weergegeven. In de laatste kolom van Tabel 14 is de voor het CVB-systeem gekozen waarde aangegeven. Door Van Doorn e.a. worden voor de absorptiecoëfficiënten van P en Mg waarden gerapporteerd die het dichtst bij die van NRC liggen, terwijl die voor Ca redelijk overeenkomen met zowel NRC als DLG (zie Tabel 14). De door Van Doorn e.a. gerapporteerde waarden voor de werkelijke absorptie zijn teruggerekend uit de door hen gemeten schijnbare absorptie, met gebruikmaking van endogene verliezen zoals gerapporteerd door DLG resp. NRC.

Tabel 14. Werkelijke absorptiecoëfficiënten van mineralen volgens DLG (8) en NRC (35).

| Mineraal | Werkelijke absorptiecoëfficiënt (%) | | | | CVB |
|----------|-------------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|------------|
| | DLG | NRC | Van Doorn e.a. ³ | | |
| | | | Volgens DLG ⁴ | Volgens NRC ⁵ | |
| Ca | 60 | 50 | 63 (47-75) | 55 (40-66) | 50 |
| P | 40 | 35 (onderhoud, dracht 45 (lactatie, groei) - (werkende paarden) ¹ | 31 (25-40) | 28 (22-36) | 35 |
| Mg | 35 | 40 ² | 63 (48-83) | 60 (45-79) | 40 |
| Na | 90 | 90 | | | 90 |
| K | 80 | 80 (onderhoud, dracht, lactatie) 50 (groei, arbeid) | | | 80 |
| Cl | 100 | 100 | | | 100 |

¹: wordt niet expliciet vermeld; wellicht net als voor onderhoud, dus 35%.

²: bij de paragraaf over de Mg-behoefte voor groei wordt dit percentage niet expliciet vermeld.

³: gemiddelde van drie publicaties (9-11); tussen haakjes de spreiding.

⁴: met gebruikmaking van de endogene verliezen volgens DLG 1994.

⁵: met gebruikmaking van de endogene verliezen volgens NRC 2007.

In een drietal studies van Van Doorn e.a. zijn de werkelijke absorptiecoëfficiënten van Ca, Mg en P bij paarden op onderhoud berekend (9-11). De gemiddelden en de spreiding zijn weergegeven in Tabel 14.

Voor Ca vonden Van Doorn e.a. waarden die redelijk overeen kwamen met die van DLG resp. NRC. In het CVB-systeem wordt een waarde van 50% wordt aangehouden. Bij extreem hoge Ca-giften (6-10x de behoefte) neemt de absorptiecoëfficiënt af.

Voor P rapporteerden Van Doorn e.a. lagere waarden dan DLG en NRC, maar de P-voorziening lag in de studies van Van Doorn e.a. duidelijk boven de norm. De in Tabel 14 van DLG overgenomen waarden worden gemeten bij lage P-opnames. Voorzichtigheidshalve wordt voorgesteld de absorptiecoëfficiënt voor P niet hoger in te schatten dan 35%. Deze waarde is gekozen om te voorkomen dat het paard een P-tekort ontwikkelt. Gezien het gebrek aan gegevens over de P-huishouding van het paard kan de P-behoefte in verband met de P-uitstoot naar het milieu niet scherper berekend worden. Aan de andere kant ontbreken ook vaak gegevens over de belangrijkste P-bron, het ruwvoer. Om hieraan te kunnen rekenen is een ruwvoeranalyse vereist.

De waarden voor Mg zoals gerapporteerd door Van Doorn e.a. lagen duidelijk hoger dan die van DLG. De waarde van NRC (40%) lag tussen de waarden van DLG en Van Doorn e.a. in. Deze wordt voor het CVB-systeem aangehouden.

Al met al stemmen de werkelijke absorptiecoëfficiënten zoals gemeten in de proeven van Van Doorn e.a. goed overeen met die voor Ca, P en Mg zoals berekend door NRC (uitgaande van de endogene verliezen zoals weergegeven in Tabel 2).

Opmerkelijk is het verschil in de absorptiecoëfficiënt voor K bij NRC in relatie tot het fysiologisch stadium (resp. 80 en 50%). NRC geeft overigens bij 'groei' aan dat een coëfficiënt van 50% wellicht aan de lage kant is, maar in ieder geval ervoor zorgt dat K niet limiterend wordt. De 50% absorptie voor werkende paarden komt min of meer uit de lucht vallen in een paragraaf waarin wordt aangegeven dat de extra behoefte aan Na, K en Cl vooral veroorzaakt wordt door de verliezen via zweet. Deze waarde wordt dan ook niet gebruikt. Voor alle categorieën paarden wordt een waarde van 80% aangehouden. Onder Nederlandse omstandigheden zal K overigens vrijwel nooit limiterend worden.

Voor Na en Cl worden door DLG en NRC dezelfde waarden aangehouden (90% resp. 100%). Deze worden ook in het CVB-systeem gebruikt. Al met al gebruikt CVB dus voor alle mineralen de NRC-waarden (zie Tabel 14)]

2.8.2 Veiligheidsfactoren

Zoals beschreven in de Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten (3) zijn bij veel biologische processen variatiecoëfficiënten van 30% niet ongebruikelijk. Om te compenseren voor de spreiding in de behoeften tussen individuele dieren, wordt voor de berekening van de normen voor mineralen en sporenelementen een uniforme veiligheidsfactor van 1,3 aangehouden. Deze veiligheidsfactor heeft nadrukkelijk alleen te maken met de onzekerheden t.a.v. de behoefte van de dieren, niet met de onzekerheden over de voorziening uit het rantsoen. Overigens wil dit dus ook zeggen dat paarden die berekend iets onder de voedernorm zitten, niet direct in de problemen hoeven te komen. Bij een berekende voorziening tussen 100% en 70% van de norm moet de klinische conditie van het paard vakkundig ingeschat worden om na te gaan in hoeverre de mineralenvoorziening toereikend is.

2.8.3 Bruto behoefte voor onderhoud

De netto- en bruto behoeften en voedernormen voor onderhoud zijn weergegeven in Tabel 15.

2.8.4 Bruto behoefte voor groei

In Tabel 16 worden de netto en bruto behoeften en de voedernormen voor groeiende paarden gegeven.

2.8.5 Bruto behoefte voor arbeid

In Tabel 17 zijn de netto en bruto behoeften en voedernormen voor arbeid weergegeven. In kolom 1 is de netto onderhoudsbehoefte weergegeven (alle behoeften en normen in g/dag). In de kolommen 2-5 is per arbeidscategorie de **netto** toeslag boven onderhoud gegeven. In

de kolommen 6-9 is per arbeidscategorie de totale netto behoefte voor arbeid gegeven. In de kolommen 10-13 is de totale bruto behoefte voor arbeid gegeven, terwijl in de kolommen 14-17 de totale voedernorm (onderhoud + toeslag, inclusief veiligheidsmarge) is weergegeven. Voor werkende paarden zijn de voedernormen voor mineralen - door het rekenen met hoge zweetproducties en daarboven nog een veiligheidsfactor van 1,3 - hoog. Dit voorkomt tekorten. Zeker bij (hard) werkende paarden zijn de mineralenverliezen via zweet namelijk aanzienlijk. Hierbij gelden echter wel de opmerkingen t.a.v. de betekenis van de veiligheidsfactor, zie § 2.8.2. De meeste paarden verrichten bovendien helemaal geen "(zeer) zwaar" werk en zweten dus ook niet zodanig dat ze daardoor veel mineralen verliezen. Hierbij moeten ook de klimatologische omstandigheden waaronder het paard moet werken in ogenschouw genomen worden. Daarnaast is het essentieel dat werkende paarden altijd beschikken over een zoutliksteen en schoon, fris drinkwater om individuele verschillen in de NaCl-behoefte te compenseren. Aan het voer voor werkende paarden behoeven dus geen grote hoeveelheden Na en Cl te worden toegevoegd. In Bijlage 4 wordt apart aandacht aan de voorziening met Mg geschonken.

Tabel 15. Netto- en bruto behoefte en voedernormen voor mineralen voor onderhoud (g/dag).

| LG (kg) | | g/dag | | Veiligheidsfactor | g/dag Voedernorm |
|---------|----|----------------|---------------|-------------------|---------------------|
| | | Netto behoefte | Bruto Behoeft | | |
| 200 | Ca | 4,0 | 8,0 | 1,3 | 10,4 |
| | P | 2,0 | 5,7 | 1,3 | 7,4 |
| | Mg | 1,2 | 3,0 | 1,3 | 3,9 |
| | Na | 3,6 | 4,0 | 1,3 | 5,2 |
| | K | 8,0 | 10,0 | 1,3 | 13,0 |
| | Cl | 16,0 | 16,0 | 1,3 | 20,8 |
| 400 | Ca | 8 | 16,0 | 1,3 | 20,8 |
| | P | 4,0 | 11,4 | 1,3 | 14,9 |
| | Mg | 2,4 | 6,0 | 1,3 | 7,8 |
| | Na | 7,2 | 8,0 | 1,3 | 10,4 |
| | K | 16,0 | 20,0 | 1,3 | 26,0 |
| | Cl | 32,0 | 32,0 | 1,3 | 41,6 |
| 600 | Ca | 12,0 | 24,0 | 1,3 | 31,2 |
| | P | 6,0 | 17,1 | 1,3 | 22,3 |
| | Mg | 3,6 | 9,0 | 1,3 | 11,7 |
| | Na | 10,8 | 12,0 | 1,3 | 15,6 |
| | K | 24,0 | 30,0 | 1,3 | 39,0 |
| | Cl | 48,0 | 48,0 | 1,3 | 62,4 |

2.8.6 Bruto behoefte voor dracht

In Tabel 18 worden de netto- en bruto behoeften en voedernormen voor mineralen voor drachtige merries gegeven. In kolom 1 is de netto onderhoudsbehoefte gegeven (alle behoeften in g/dag). In de kolommen 2-6 zijn de netto toeslagen per drachtmaand gegeven, inclusief de toeslag voor adnexa en vruchtwater. In de kolommen 7-11 is de totale netto behoefte per drachtmaand gegeven, dus onderhoud + toeslag voor de betreffende maand. In de kolommen 12-16 is de bruto behoefte per drachtmaand gegeven, terwijl in de kolommen 17-21 de voedernorm (inclusief een veiligheidsfactor van 1,3) per drachtmaand is weergegeven.

Tabel 16. Netto en bruto behoeften en bruto normen voor mineralen voor groei (in g/dag).

| Verwacht volwassen gewicht (kg) | maand | netto behoefte (g/dag) | | | | | | | | bruto behoefte (g/dag) | | | | | | | | behoefthenorm (g/dag) | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|------------------------|------|------|------|--------------------|------|-----|-----|------------------------|------|------|------|--------------------|------|------|-----|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | onderhoud | | | | toeslag voor groei | | | | onderhoud | | | | toeslag voor groei | | | | totaal onderhoud + groei | | | | | | | |
| | | 3 | 6 | 12 | 24 | 3 | 6 | 12 | 24 | 3 | 6 | 12 | 24 | 3 | 6 | 12 | 24 | 3 | 6 | 12 | 24 | | | | |
| 200 | Gewicht (kg) | 68 | 102 | 145 | 183 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | groei (g/dag) | | | | | 420 | 315 | 175 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ca | 1,4 | 2,0 | 2,9 | 3,7 | 7,6 | 5,7 | 3,0 | 0,8 | 2,7 | 4,1 | 5,8 | 7,3 | 15,1 | 11,3 | 6,0 | 1,7 | 17,8 | 15,4 | 11,8 | 9,0 | 23,2 | 20,0 | 15,3 | 11,7 |
| | P | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 1,8 | 3,8 | 2,8 | 1,4 | 0,4 | 1,9 | 2,9 | 4,1 | 5,2 | 10,8 | 8,1 | 4,0 | 1,3 | 12,7 | 11,0 | 8,1 | 6,5 | 16,6 | 14,3 | 10,6 | 8,4 |
| | Mg | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 2,2 | 2,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 1,5 | 1,9 | 2,4 | 2,8 | 2,0 | 2,5 | 3,1 | 3,6 |
| | Na | 1,2 | 1,8 | 2,6 | 3,3 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 1,4 | 2,0 | 2,9 | 3,7 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 2,1 | 2,6 | 3,2 | 3,8 | 2,7 | 3,3 | 4,2 | 4,9 |
| | K | 2,7 | 4,1 | 5,8 | 7,3 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 3,4 | 5,1 | 7,3 | 9,2 | 1,1 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 4,5 | 5,9 | 7,6 | 9,3 | 5,8 | 7,7 | 9,9 | 12,1 |
| | Cl | 5,4 | 8,2 | 11,6 | 14,6 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 5,4 | 8,2 | 11,6 | 14,6 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 5,9 | 8,5 | 11,8 | 14,7 | 7,7 | 11,1 | 15,4 | 19,1 |
| 400 | Gewicht (kg) | 120 | 182 | 268 | 351 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | groei (g/dag) | | | | | 765 | 595 | 360 | 135 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ca | 2,4 | 3,6 | 5,4 | 7,0 | 13,8 | 10,7 | 6,1 | 2,0 | 4,8 | 7,3 | 10,7 | 14,0 | 27,5 | 21,4 | 12,2 | 4,1 | 32,3 | 28,7 | 23,0 | 18,1 | 42,0 | 37,3 | 29,8 | 23,5 |
| | P | 1,2 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 6,9 | 5,4 | 2,9 | 1,1 | 3,4 | 5,2 | 7,7 | 10,0 | 19,7 | 15,3 | 8,2 | 3,1 | 23,1 | 20,5 | 15,9 | 13,1 | 30,0 | 26,7 | 20,7 | 17,0 |
| | Mg | 0,7 | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 1,8 | 2,7 | 4,0 | 5,3 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,1 | 2,8 | 3,5 | 4,4 | 5,4 | 3,6 | 4,5 | 5,7 | 7,0 |
| | Na | 2,2 | 3,3 | 4,8 | 6,3 | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,2 | 2,4 | 3,6 | 5,4 | 7,0 | 1,3 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 3,7 | 4,6 | 6,0 | 7,3 | 4,8 | 6,0 | 7,8 | 9,5 |
| | K | 4,8 | 7,3 | 10,7 | 14,0 | 1,5 | 1,2 | 0,6 | 0,2 | 6,0 | 9,1 | 13,4 | 17,6 | 1,9 | 1,5 | 0,8 | 0,3 | 7,9 | 10,6 | 14,2 | 17,9 | 10,3 | 13,8 | 18,5 | 23,2 |
| | Cl | 9,6 | 14,6 | 21,4 | 28,1 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 9,6 | 14,6 | 21,4 | 28,1 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 10,5 | 15,3 | 21,9 | 28,2 | 13,7 | 19,9 | 28,4 | 36,7 |
| 600 | Gewicht (kg) | 162 | 248 | 372 | 505 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | groei (g/dag) | | | | | 1045 | 840 | 545 | 225 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ca | 3,2 | 5,0 | 7,4 | 10,1 | 18,8 | 15,1 | 9,3 | 3,4 | 6,5 | 9,9 | 14,9 | 20,2 | 37,6 | 30,2 | 18,5 | 6,8 | 44,1 | 40,2 | 33,4 | 27,0 | 57,3 | 52,2 | 43,4 | 35,0 |
| | P | 1,6 | 2,5 | 3,7 | 5,1 | 9,4 | 7,6 | 4,4 | 1,8 | 4,6 | 7,1 | 10,6 | 14,4 | 26,9 | 21,6 | 12,5 | 5,1 | 31,5 | 28,7 | 23,1 | 19,6 | 41,0 | 37,3 | 30,0 | 25,4 |
| | Mg | 1,0 | 1,5 | 2,2 | 3,0 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 2,4 | 3,7 | 5,6 | 7,6 | 1,3 | 1,1 | 0,5 | 0,2 | 3,7 | 4,8 | 6,1 | 7,8 | 4,9 | 6,2 | 8,0 | 10,1 |
| | Na | 2,9 | 4,5 | 6,7 | 9,1 | 1,6 | 1,3 | 0,9 | 0,4 | 3,2 | 5,0 | 7,4 | 10,1 | 1,7 | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 5,0 | 6,4 | 8,4 | 10,5 | 6,5 | 8,3 | 10,9 | 13,7 |
| | K | 6,5 | 9,9 | 14,9 | 20,2 | 2,1 | 1,7 | 1,0 | 0,4 | 8,1 | 12,4 | 18,6 | 25,3 | 2,6 | 2,1 | 1,2 | 0,5 | 10,7 | 14,5 | 19,8 | 25,8 | 13,9 | 18,9 | 25,8 | 33,5 |
| | Cl | 13,0 | 19,8 | 29,8 | 40,4 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 13,0 | 19,8 | 29,8 | 40,4 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 14,2 | 20,8 | 30,4 | 40,7 | 18,5 | 27,1 | 39,5 | 52,9 |

In de voeder- of behoeftenorm is een veiligheidsfactor van 1,3 opgenomen.

Tabel 17. Netto en bruto behoeften en voedernormen* voor mineralen voor arbeid (g/dag).

| kolom | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------------------|----|------------------------|-------|--------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|---------|
| Gewicht (kg) | | netto behoefte (g/dag) | | | | | | | | bruto behoefte (g/dag) | | | | behoefthenorm (g/dag) | | | | |
| | | toeslag voor arbeid | | | | totaal onderhoud + toeslag | | | | totaal onderhoud + toeslag | | | | totaal onderhoud + toeslag | | | | |
| | | onderhoud | licht | middel | zwaar | z zwaar | licht | middel | zwaar | z zwaar | licht | middel | zwaar | z zwaar | licht | middel | zwaar | z zwaar |
| 200 ruiter 50 kg | Ca | 4,0 | 0,18 | 0,36 | 0,84 | 1,2 | 4,2 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 8,4 | 8,7 | 9,7 | 10,4 | 10,9 | 11,3 | 12,6 | 13,5 |
| | P | 2,0 | 0,015 | 0,03 | 0,07 | 0,1 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 5,8 | 5,8 | 5,9 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 7,7 | 7,8 |
| | Mg | 1,2 | 0,075 | 0,15 | 0,35 | 0,5 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 3,2 | 3,4 | 3,9 | 4,3 | 4,1 | 4,4 | 5,0 | 5,5 |
| | Na | 3,6 | 4,65 | 9,3 | 21,7 | 31 | 8,3 | 12,9 | 25,3 | 34,6 | 9,2 | 14,3 | 28,1 | 38,4 | 11,9 | 18,6 | 36,5 | 50,0 |
| | K | 8,0 | 2,4 | 4,8 | 11,2 | 16 | 10,4 | 12,8 | 19,2 | 24,0 | 13,0 | 16,0 | 24,0 | 30,0 | 16,9 | 20,8 | 31,2 | 39,0 |
| | Cl | 16,0 | 8,25 | 16,5 | 38,5 | 55 | 24,3 | 32,5 | 54,5 | 71,0 | 24,3 | 32,5 | 54,5 | 71,0 | 31,5 | 42,3 | 70,9 | 92,3 |
| 400 ruiter 60 kg | Ca | 8,0 | 0,36 | 0,72 | 1,68 | 2,4 | 8,4 | 8,7 | 9,7 | 10,4 | 16,7 | 17,4 | 19,4 | 20,8 | 21,7 | 22,7 | 25,2 | 27,0 |
| | P | 4,0 | 0,03 | 0,06 | 0,14 | 0,2 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 11,5 | 11,6 | 11,8 | 12,0 | 15,0 | 15,1 | 15,4 | 15,6 |
| | Mg | 2,4 | 0,15 | 0,3 | 0,7 | 1 | 2,6 | 2,7 | 3,1 | 3,4 | 6,4 | 6,8 | 7,8 | 8,5 | 8,3 | 8,8 | 10,1 | 11,1 |
| | Na | 7,2 | 9,3 | 18,6 | 43,4 | 62 | 16,5 | 25,8 | 50,6 | 69,2 | 18,3 | 28,7 | 56,2 | 76,9 | 23,8 | 37,3 | 73,1 | 100,0 |
| | K | 16,0 | 4,8 | 9,6 | 22,4 | 32 | 20,8 | 25,6 | 38,4 | 48,0 | 26,0 | 32,0 | 48,0 | 60,0 | 33,8 | 41,6 | 62,4 | 78,0 |
| | Cl | 32,0 | 16,5 | 33 | 77 | 110 | 48,5 | 65,0 | 109,0 | 142,0 | 48,5 | 65,0 | 109,0 | 142,0 | 63,1 | 84,5 | 141,7 | 184,6 |
| 600 ruiter 80 kg | Ca | 12,0 | 0,54 | 1,08 | 2,52 | 3,6 | 12,5 | 13,1 | 14,5 | 15,6 | 25,1 | 26,2 | 29,0 | 31,2 | 32,6 | 34,0 | 37,8 | 40,6 |
| | P | 6,0 | 0,045 | 0,09 | 0,21 | 0,3 | 6,0 | 6,1 | 6,2 | 6,3 | 17,3 | 17,4 | 17,7 | 18,0 | 22,5 | 22,6 | 23,1 | 23,4 |
| | Mg | 3,6 | 0,225 | 0,45 | 1,05 | 1,5 | 3,8 | 4,1 | 4,7 | 5,1 | 9,6 | 10,1 | 11,6 | 12,8 | 12,4 | 13,2 | 15,1 | 16,6 |
| | Na | 10,8 | 13,95 | 27,9 | 65,1 | 93 | 24,8 | 38,7 | 75,9 | 103,8 | 27,5 | 43,0 | 84,3 | 115,3 | 35,8 | 55,9 | 109,6 | 149,9 |
| | K | 24,0 | 7,2 | 14,4 | 33,6 | 48 | 31,2 | 38,4 | 57,6 | 72,0 | 39,0 | 48,0 | 72,0 | 90,0 | 50,7 | 62,4 | 93,6 | 117,0 |
| | Cl | 48,0 | 24,75 | 49,5 | 115,5 | 165 | 72,8 | 97,5 | 163,5 | 213,0 | 72,8 | 97,5 | 163,5 | 213,0 | 94,6 | 126,8 | 212,6 | 276,9 |

*: In de voeder- of behoeftenorm een veiligheidsfactor van 1,3 opgenomen.

Tabel 18. Netto en bruto behoeften en voedernormen* voor mineralen voor dracht (g/dag).

| kolom | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---------|----|------------------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|------------------------|--------|-------|-------|--------|-----------------------|--------|-------|-------|--------|--------|
| LG (kg) | | netto behoefte (g/dag) | | | | | | | | | | bruto behoefte (g/dag) | | | | | behoefte norm (g/dag) | | | | | |
| | | onderhoud | toeslag | | | | | totaal | | | | | totaal | | | | | totaal | | | | |
| | | | 7 mnd | 8 mnd | 9 mnd | 10 mnd | 11 mnd | 7 mnd | 8 mnd | 9 mnd | 10 mnd | 11 mnd | 7 mnd | 8 mnd | 9 mnd | 10 mnd | 11 mnd | 7 mnd | 8 mnd | 9 mnd | 10 mnd | 11 mnd |
| 200 | Ca | 4 | 1,2 | 1,5 | 2,8 | 3,6 | 4,6 | 5,2 | 5,5 | 6,8 | 7,6 | 8,6 | 10,5 | 11,1 | 13,6 | 15,1 | 17,3 | 13,6 | 14,4 | 17,6 | 19,6 | 22,5 |
| | P | 2 | 0,7 | 0,8 | 1,5 | 1,9 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,5 | 3,9 | 4,5 | 7,6 | 8,1 | 9,9 | 11,1 | 12,8 | 9,9 | 10,5 | 12,9 | 14,5 | 16,6 |
| | Mg | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 |
| | Na | 3,6 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 3,8 | 3,8 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,2 | 4,2 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 5,5 | 5,5 | 5,8 | 5,9 | 6,2 |
| | K | 8 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 8,2 | 8,2 | 8,4 | 8,5 | 8,7 | 10,2 | 10,3 | 10,5 | 10,6 | 10,8 | 13,3 | 13,4 | 13,6 | 13,8 | 14,1 |
| | Cl | 16 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 16,1 | 16,1 | 16,3 | 16,3 | 16,4 | 16,1 | 16,1 | 16,3 | 16,3 | 16,4 | 20,9 | 21,0 | 21,1 | 21,2 | 21,3 |
| 400 | Ca | 8 | 2,1 | 2,6 | 4,7 | 6,0 | 7,9 | 10,1 | 10,6 | 12,7 | 14,0 | 15,9 | 20,2 | 21,3 | 25,5 | 28,1 | 31,8 | 26,3 | 27,6 | 33,1 | 36,5 | 41,3 |
| | P | 4 | 1,1 | 1,4 | 2,5 | 3,2 | 4,2 | 5,1 | 5,4 | 6,5 | 7,2 | 8,2 | 14,6 | 15,4 | 18,6 | 20,6 | 23,4 | 19,0 | 20,1 | 24,2 | 26,8 | 30,5 |
| | Mg | 2,4 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 6,1 | 6,1 | 6,2 | 6,3 | 6,4 | 7,9 | 8,0 | 8,1 | 8,2 | 8,3 |
| | Na | 7,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 7,5 | 7,6 | 7,9 | 8,1 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,7 | 9,0 | 9,2 | 10,8 | 10,9 | 11,4 | 11,6 | 12,0 |
| | K | 16 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 16,3 | 16,4 | 16,7 | 16,9 | 17,1 | 20,4 | 20,5 | 20,8 | 21,1 | 21,4 | 26,5 | 26,6 | 27,1 | 27,4 | 27,8 |
| | Cl | 32 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 32,2 | 32,2 | 32,4 | 32,5 | 32,7 | 32,2 | 32,2 | 32,4 | 32,5 | 32,7 | 41,8 | 41,9 | 42,2 | 42,3 | 42,5 |
| 600 | Ca | 12 | 2,9 | 3,6 | 6,5 | 8,3 | 10,8 | 14,9 | 15,6 | 18,5 | 20,3 | 22,8 | 29,7 | 31,2 | 36,9 | 40,5 | 45,6 | 38,7 | 40,5 | 48,0 | 52,7 | 59,2 |
| | P | 6 | 1,5 | 1,9 | 3,4 | 4,4 | 5,7 | 7,5 | 7,9 | 9,4 | 10,4 | 11,7 | 21,5 | 22,6 | 27,0 | 29,7 | 33,6 | 28,0 | 29,4 | 35,1 | 38,6 | 43,6 |
| | Mg | 3,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 9,1 | 9,2 | 9,3 | 9,4 | 9,6 | 11,9 | 11,9 | 12,1 | 12,3 | 12,4 |
| | Na | 10,8 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 11,2 | 11,3 | 11,7 | 12,0 | 12,3 | 12,5 | 12,6 | 13,0 | 13,3 | 13,7 | 16,2 | 16,3 | 16,9 | 17,3 | 17,8 |
| | K | 24 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 24,4 | 24,5 | 24,9 | 25,2 | 25,5 | 30,5 | 30,6 | 31,2 | 31,5 | 31,9 | 39,7 | 39,8 | 40,5 | 40,9 | 41,5 |
| | Cl | 48 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 48,3 | 48,3 | 48,6 | 48,7 | 49,0 | 48,3 | 48,3 | 48,6 | 48,7 | 49,0 | 62,7 | 62,8 | 63,2 | 63,4 | 63,7 |

*: In de voeder- of behoefte een veiligheidsfactor van 1,3 opgenomen

2.8.7 Bruto behoefte voor lactatie

In Tabel 19 is per lactatiedeel de netto behoefte, de bruto behoefte en de voedernorm voor mineralen weergegeven (in g/dag). Voor de melksamenstelling en -productie zijn de gegevens uit Tabel 11 en 12 gebruikt. Voor de melksamenstelling is, in afwijking van Tabel 11, voor de gecombineerde lactatiemaanden 2 en 3 de samenstelling van maand 2 gebruikt.

Tabel 19. Netto en bruto behoeften en voedernormen* voor mineralen voor lactatie (g/dag)

| LG (kg) | | netto behoefte (g/dag) | | | | bruto behoefte (g/dag) | | | behoefte-norm (g/dag) | | |
|---------|-------------|------------------------|------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
| | | onderhoud | toeslag lactatie | | | maand 1 | maand 2+3 | maand 4+5 | maand 1 | maand 2+3 | maand 4+5 |
| | | | maand 1 | maand 2+3 | maand 4+5 | | | | | | |
| 200 | kg melk/dag | | 6 | 7 | 6 | | | | | | |
| | Ca | 4,0 | 7,2 | 7,0 | 4,8 | 22,4 | 22,0 | 17,6 | 29,1 | 28,6 | 22,9 |
| | P | 2,0 | 4,4 | 4,2 | 3,0 | 18,2 | 17,7 | 14,3 | 23,7 | 23,0 | 18,6 |
| | Mg | 1,2 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 4,4 | 4,1 | 3,8 | 5,7 | 5,3 | 4,9 |
| | Na | 3,6 | 1,4 | 1,3 | 0,9 | 5,5 | 5,5 | 5,0 | 7,2 | 7,1 | 6,5 |
| | K | 8,0 | 4,2 | 3,5 | 2,4 | 15,3 | 14,4 | 13,0 | 19,8 | 18,7 | 16,9 |
| | Cl | 16,0 | 2,1 | 2,1 | 1,8 | 18,1 | 18,1 | 17,8 | 23,5 | 23,5 | 23,1 |
| 400 | kg melk/dag | | 10 | 12 | 10 | | | | | | |
| | Ca | 8,0 | 12,0 | 12,0 | 8,0 | 40,0 | 40,0 | 32,0 | 52,0 | 52,0 | 41,6 |
| | P | 4,0 | 7,3 | 7,2 | 5,0 | 32,3 | 32,0 | 25,7 | 42,0 | 41,6 | 33,4 |
| | Mg | 2,4 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 8,3 | 7,8 | 7,3 | 10,7 | 10,1 | 9,4 |
| | Na | 7,2 | 2,3 | 2,3 | 1,5 | 10,6 | 10,5 | 9,7 | 13,7 | 13,7 | 12,6 |
| | K | 16,0 | 7,0 | 6,0 | 4,0 | 28,8 | 27,5 | 25,0 | 37,4 | 35,8 | 32,5 |
| | Cl | 32,0 | 3,5 | 3,6 | 3,0 | 35,5 | 35,6 | 35,0 | 46,2 | 46,3 | 45,5 |
| 600 | kg melk/dag | | 15 | 18 | 15 | | | | | | |
| | Ca | 12,0 | 18,0 | 18,0 | 12,0 | 60,0 | 60,0 | 48,0 | 78,0 | 78,0 | 62,4 |
| | P | 6,0 | 11,0 | 10,8 | 7,5 | 48,4 | 48,0 | 38,6 | 63,0 | 62,4 | 50,1 |
| | Mg | 3,6 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 12,4 | 11,7 | 10,9 | 16,1 | 15,2 | 14,1 |
| | Na | 10,8 | 3,5 | 3,4 | 2,3 | 15,8 | 15,8 | 14,5 | 20,6 | 20,5 | 18,9 |
| | K | 24,0 | 10,5 | 9,0 | 6,0 | 43,1 | 41,3 | 37,5 | 56,1 | 53,6 | 48,8 |
| | Cl | 48,0 | 5,3 | 5,4 | 4,5 | 53,3 | 53,4 | 52,5 | 69,2 | 69,4 | 68,3 |

*: In de voeder- of behoeftenorm is een veiligheidsfactor van 1,3 opgenomen.

2.9 Samenvatting

De gemaakte keuzes voor de verschillende kengetallen staan vermeld in onderstaand overzicht.

| Kengetal | Gebaseerd op | Argumentatie | Opmerking |
|--|--------------|--|---|
| Endogene mineralenverliezen | NRC2007 | Beter onderbouwd dan DLG1994 | |
| Netto mineralenbehoefte voor onderhoud | NRC2007 | Beter onderbouwd dan DLG1994 | |
| Netto mineralenbehoefte voor groei | DLG1994 | Berekening onduidelijk; keuzes NRC 2007 zijn onlogisch | |
| Zweetproductie en –samenstelling | DLG1994 | Voor Na, K en Cl weinig verschillen tussen NRC en DLG; de DLG-waarden voor Ca, P en Mg komen redelijk overeen met die in recente publicaties | |
| Netto mineralenbehoefte voor dracht | DLG1994 | NRC neemt alleen een toeslag mee voor gewichtstoename | Behoefte in drachtmaand 7 wordt gelijk gesteld aan drachtmaand 8. CVB |

| Kengetal | Gebaseerd op | Argumentatie | Opmerking |
|---------------------------------------|--|---|--|
| | | foetus en vruchtvliesen; DLG verdisconteert ook gewichtstoename uier en vruchtwater | splijst de behoefte voor drachtmaanden 9, 10 en 11 uit per maand, op basis van aanpassing gegevens van DLG1994 m.b.t. vruchtontwikkeling (zie Bijlage 3) |
| Netto mineralenbehoefte voor lactatie | DLG1994 | De melksamenstelling van DLG1994 komt het beste overeen met recente literatuur (zie Bijlage 2) NRC geeft hogere gehalten aan mineralen in melk. | De netto behoefte voor lactatie wordt gebaseerd op melkproductie en – samenstelling (gegevens van DLG1994) |
| Totale netto mineralenbehoefte | Optelling van de deelbehoefte | | |
| Bruto mineralenbehoefte | Berekend op basis van de absorptiecoëfficiënten van NRC 2007 | | |

Voor Ca, P, Mg, Na, K en Cl zijn de netto en bruto behoeften en de bijbehorende voedernormen weergegeven in Tabel 15 (onderhoud), 16 (groei), 17 (arbeid), 18 (dracht) en 19 (lactatie).

3 Sporenelementen

3.1 Algemeen

Voor het formuleren van de behoefte aan sporenelementen is het niet mogelijk de factoriële benadering te volgen. Voor de 'normen' voor sporenelementen wordt uitgegaan van de normen zoals weergegeven in Tabel 29 van DLG 1994 (8) en de NRC-normen uit 2007 (35).

Bij de berekeningen van de 'behoefte' gaat de NRC uit van de sporenelementengehalten in een rantsoen zoals vermeld in Tabel 20. Hierbij worden de DS-opnames verondersteld die in Tabel 1 zijn weergegeven.

Tabel 20. Gehalten aan sporenelementen (mg/kg DS) in het rantsoen volgens NRC.

| Sporenelement | Gehalte in het rantsoen volgens NRC (mg/kg DS) |
|---------------|--|
| Fe | 40* |
| Cu | 10** |
| Zn | 40 |
| Mn | 40 |
| Co | 0,05 |
| Se | 0,10 |
| I | 0,35** |

*: Voor groeiende dieren, drachtige dieren vanaf 9 maanden dracht en lacterende merries rekent NRC voor Fe met een gehalte in het rantsoen van 50 mg/kg DS

** : Voor drachtige dieren vanaf 9 maanden dracht rekent NRC met 12,5 mg Cu/kg DS en 0,4 mg I/kg DS.

DLG (8) gaat uit van de gehalten per kg DS zoals vermeld in Tabel 21, en rekent verder met een DS-opname van 2% per kg LG.

Tabel 21. 'Behoefte' aan sporenelementen volgens DLG (1994) (mg/kg DS).

| Type paard | Fe | Cu | Zn | Mn | Co | Se | I |
|--------------------|--------|-------|----|----|----------|----------|---------|
| Veulens | 80-100 | 10-12 | 50 | 40 | 0,05-0,1 | 0,15-0,2 | 0,1-0,2 |
| Fokmerries | 80 | 8-10 | 50 | 40 | 0,05-0,1 | 0,15-0,2 | 0,1-0,2 |
| Rij- en renpaarden | 60-80 | 7-10 | 50 | 40 | 0,05-0,1 | 0,15 | 0,1-0,2 |

Aangezien DLG en NRC niet alleen met verschillende gehalten in de DS van het rantsoen rekenen, maar ook met verschillende DS-opnames voor de verschillende diercategorieën, kunnen de waarden zoals weergegeven in de Tabellen 20 en 21 niet zonder meer met elkaar vergeleken worden. Om een goede vergelijking mogelijk te maken zijn in Tabel 22 de veronderstelde dagelijkse behoeften aan sporenelementen van DLG en NRC uitgedrukt per 100 kg LG vermeld.

Hieronder volgt een korte bespreking per sporenelement, alsook een keuze voor de meest aannemelijke gehalten. De uiteindelijke CVB-voedernorm per 100 kg LG/dag wordt in Tabel 23 weergegeven. Over interacties tussen mineralen en sporenelementen of tussen sporenelementen onderling is bij paarden eigenlijk geen informatie beschikbaar. Wel geeft het ruw as (RAS)-gehalte van het ruwvoer informatie over de hoeveelheid zand in het ruwvoer. Komt het RAS-gehalte boven 100 g/kg DS, dan zit er te veel zand in het ruwvoer. Dit benadeelt de smakelijkheid; zeker bij natte ruwvoerders, aangezien het zand dan aan het ruwvoer blijft plakken en mee opgenomen wordt. Over de biologische beschikbaarheid van het in het zand aanwezige Fe voor paarden is geen informatie beschikbaar.

Tabel 22. Behoeftte aan sporenelementen voor diverse categorieën paarden volgens DLG 1994 en NRC 2007 (in mg/100 kg LG/dag).

| | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG | NRC | DLG |
|----|-------------------------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|---------------------|---------|----------|---------|-------|---------|
| | onderhoud, dekhengst | | dracht 9-11 mnd | | gemiddelde arbeid | | (zeer) zware arbeid | | lactatie | | groei | |
| | dracht < 9 mnd, lichte arbeid | | | | | | | | | | | |
| Fe | 80 | 120-160 | 100 | 160 | 90 | 120-160 | 100 | 120-160 | 125 | 160 | 125 | 160-200 |
| Cu | 20 | 14-20 | 20 | 16-20 | 23 | 14-20 | 25 | 14-20 | 25 | 16-20 | 25 | 20-24 |
| Zn | 80 | 100 | 80 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Mn | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 80 | 100 | 80 | 100 | 80 | 100 | 80 |
| Co | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 |
| Se | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3-0,4 |
| I | 0,7 | 0,2-0,4 | 0,8 | 0,2-0,4 | 0,8 | 0,2-0,4 | 0,9 | 0,2-0,4 | 0,9 | 0,2-0,4 | 0,9 | 0,2-0,4 |

De normen voor paarden op onderhoud en dekhengsten van DLG zijn – bij gebrek aan expliciete opgave – overgenomen van die voor arbeid.

3.2 IJzer

Voor Fe houdt DLG wezenlijk hogere normen aan dan NRC. DLG geeft geen aannemelijke verklaring voor haar hogere normen. Anderzijds bevatten gangbare paardenrantsoenen beduidend meer Fe dan volgens de DLG-normen nodig is (8). Anderzijds zijn er ook geen aanwijzingen dat Nederlandse paardenrantsoenen te weinig Fe bevatten. Er zijn niet voldoende gegevens voor een factoriële berekening van de Fe-behoeftte. Het lijkt evenwel niet noodzakelijk om hogere normen dan die van NRC aan te houden.

3.3 Koper

DLG geeft niet duidelijk aan waar haar norm voor Cu vandaan komt. NRC geeft aan dat voor drachtige merries van de 9^e tot en met de 11^e maand van de dracht misschien een gehalte van 12,5 mg Cu/kg DS nodig zou kunnen zijn voor het op peil brengen van de foetale Cu-reserves, maar dat hiervoor meer onderzoek nodig is. Daar tegenover staat het advies van het Praktijonderzoek Veehouderij (“Merries – voeren – veulens”) (36) waarin wordt aangegeven dat gedurende de laatste 4 maanden van de dracht 40 mg Cu/100 kg LG nodig zou zijn ter preventie van osteochondrose. Bij een DS-opname van 2% van het LG (Tabel 1) betekent dit een gehalte van 20 mg Cu/kg DS. Zowel NRC als “Merries – voeren – veulens” noemen een artikel van Cymbaluk en Smart (6). Bij geen van beide bronnen wordt echter duidelijk aangegeven hoe de gegevens van Cymbaluk en Smart hebben bijgedragen aan het advies. NRC noemt dit artikel zelfs alleen maar in de literatuurlijst, en bespreekt het niet in de tekst. In de Nederlandse publicatie wordt dit artikel van Cymbaluk en Smart alleen in een voetnoot bij enkele tabellen met mineralenbehoefte genoemd, terwijl daarnaast een artikel van Ellis genoemd wordt (12). Dat artikel is echter alleen als PR-publicatie verschenen, en – voor zover bekend – niet naderhand in een wetenschappelijk tijdschrift gepubliceerd. In “Merries - voeren – veulens” wordt al aangegeven dat de proefomstandigheden moeilijk vergelijkbaar zijn, waardoor een optimale dosis Cu moeilijk vast te stellen is. Bij een Cu-gehalte in ruwvoer van 4-8 mg/kg DS (zie Tabel 28) is bovendien een aanzienlijke Cu-suppletie nodig om 20 mg/kg DS te bereiken. De onderbouwing van de norm van 20 mg/kg DS lijkt niet erg sterk. Uit het oogpunt van milieubelasting moet onnodige toediening van Cu vermeden worden. In het CVB-systeem wordt derhalve een middenweg gekozen en wordt voor drachtige merries vanaf de 9^e maand van de dracht conform de mogelijkheid die NRC oppert 12,5 mg Cu/kg DS aangehouden. De verdere studies die NRC noemt komen allemaal afgerond op 9 mg Cu/kg DS uit. Op basis daarvan rekent NRC met een norm van 10 mg/kg DS. De minimumnorm voor volwassen dieren lijkt dus eerder 9 dan 10 mg Cu/kg DS te zijn. Hoewel NRC en DLG beide de mogelijkheid van een verhoogde behoefte rond de geboorte noemen (zowel van de hoogdrachtige merrie als van het jonge, groeiende veulen, ter preventie van osteochondrose) wordt geen hard bewijs aangedragen voor de hoogte van de norm. Als minimumbehoeftte voor Cu wordt 9 mg/kg DS aangehouden. Een overmaat Zn, bijvoorbeeld door onoordeelkundig gebruik van Zn-houdende supplementen, kan een negatieve invloed hebben op de Cu-beschikbaarheid.

3.4 Zink

DLG noemt geen enkele referentie ter onderbouwing van haar norm van 50 mg Zn/kg DS. Uit de referenties die NRC noemt komt naar voren dat 40 mg Zn/kg DS voldoende is. Wellicht zou dit nog iets lager kunnen zijn, maar daarvoor ontbreekt momenteel afdoende bewijs. Een gehalte van 40 mg/kg DS kan dan ook als minimumbehoefte worden aangehouden. Hierbij geldt wel de aantekening dat verhoogde gehalten aan fytaat, Ca en Cu de behoefte kunnen verhogen (8). Voor Cu is dit overigens onder praktijkomstandigheden zeer onwaarschijnlijk, gezien de lage gehalten in gebruikelijke rantsoenen.

3.5 Mangaan

Over Mn bestaat geen verschil van mening tussen DLG en NRC. Voor Mn wordt een behoefte van 40 mg/kg DS aangehouden.

3.6 Kobalt

Voor Co ontbreekt vrijwel alle informatie. Bij een gehalte van 0,05 mg Co/kg DS komen geen gebrekverschijnselen voor, terwijl dit gehalte in normale rantsoenen eigenlijk altijd al aanwezig is. In de DLG 1994-uitgave komen Tabel 29 (0,05-0,1 mg Co/kg DS) en de begeleidende tekst (0,05-0,2 mg Co/kg DS) niet overeen. DLG geeft ook niet aan waarom een bereik nodig zou zijn in plaats van een enkelvoudige norm. De behoefte wordt dan ook, NRC volgend, op 0,05 mg Co/kg DS gehouden.

3.7 Selenium

Voor Se houdt NRC een lagere waarde aan dan DLG. NRC geeft bij haar norm van 0,10 mg/kg DS aan dat dit voldoende moet zijn voor het voorkómen van klassieke gebrekverschijnselen, maar dat voor een optimale immuunfunctie wellicht meer nodig is. DLG geeft voor haar 50-100% hogere norm aan dat er een veiligheidsmarge in opgenomen is, zonder deze te kwantificeren. Enerzijds zijn klinische gebrekverschijnselen van Se (en het daarmee samenwerkende vitamine E) niet echt zeldzaam; anderzijds is Se relatief snel toxisch (8). Daarom lijkt het verstandig om de minimumnorm op 0,10 mg Se/kg DS te houden. Inclusief de veiligheidsfactor komt de voedernorm dan uit op 0,13 mg Se/kg DS. Hiermee zijn zowel tekorten als vergiftigingen niet erg waarschijnlijk.

3.8 Jodium

De hogere waarde voor I die NRC hanteert wordt veroorzaakt door de waarneming (zie Bijlage 1) van veulens met deficiëntieverschijnselen op een rantsoen met <0,2 mg I/kg DS. De door NRC gekozen oplossing, om dan maar gelijk het gemiddelde te nemen van een vrij groot bereik (0,1-0,6), lijkt niet juist, ook al verdwenen de problemen weer na het voeren van een rantsoen met een gehalte van 0,33 mg I/kg DS. Een gehalte van 0,2 mg I/kg DS lijkt eerder aannemelijk als minimumbehoefte. De verhoogde norm voor het laatste trimester van de dracht is afgeleid van een humane studie. Voor drachtige paarden ontbreken vergelijkbare gegevens. Er lijkt vooralsnog geen reden om NRC hierin te volgen. Al met al kan de minimumbehoefte voor I voor alle categorieën paarden op 0,2 mg/kg DS gehouden worden.

3.9 De behoefte aan sporenelementen bij arbeid (mede in relatie tot de zweetproductie)

In het NRC-systeem is de 'behoefte' aan sporenelementen (m.u.v. Cu) direct gerelateerd aan de DS-opname, die voor de klassen I, II, III en IV resp. 2,0, 2,25, 2,5 en 2,5% van het LG is. Voor Cu wordt de behoefte voor onderhoud berekend als 0,2 x LG. Dit leidt bij een gehalte van 10 mg Cu/kg rantsoen tot dezelfde procentuele verhogingen voor arbeid als voor de andere sporenelementen.

Opmerkelijk is wel dat NRC geen enkele reden opgeeft waarom de behoefte aan sporenelementen bij werkende paarden verhoogd zou zijn. Logischerwijze mag verondersteld worden dat deze toeslag bedoeld is om de verliezen via zweet te compenseren, of eventueel te ma-

ken heeft met een grotere bloedaanmaak bij werkende paarden. Omdat paarden die harder werken niet alleen meer zweten maar ook meer eten, zou de toeslag daarom gekoppeld kunnen zijn aan de voeropname.

NRC 2007 geeft ook geen gehalten aan sporenelementen in zweet. DLG 1994 (8) doet dit wel, en noemt waarden (mg/L) van 11 (Zn), 5 (Fe) en 0,3 (Cu) (zie Tabel 2 van DLG 1994 (8)). Matsui (22) geeft andere waarden, namelijk (mg/L) 2,1 Zn, 5,1 Fe en 1,3 Cu. Op zich is het verlies aan Zn en Fe bij bijvoorbeeld 10-15 L zweet/dag relevant. Via deze weg zou dan 30-150 mg Zn resp. 50-75 mg Fe verloren kunnen gaan. De behoefte aan sporenelementen kan echter niet factorieel berekend worden. De NRC-normen voor Zn en Fe geven in de praktijk geen problemen. Bovendien wordt in het CVB-systeem, waarin de NRC-normen grotendeels worden gevolgd, voor Fe en Cu ook nog een veiligheidsfactor van 1,3 gebruikt (Tabel 23).

3.10 Conclusie

Voor het CVB-systeem wordt voor sporenelementen gerekend met de voedernormen per 100 kg LG (afgeleid van % DS-opname per kg LG zoals door NRC gebruikt) zoals weergegeven in Tabel 23. In deze voedernorm is, evenals voor de mineralen, een uniforme veiligheidsfactor van 1,3 opgenomen. Op dit moment is er onvoldoende informatie om te beoordelen of deze veiligheidsfactor voor Se wellicht lager zou moeten zijn, aangezien Se relatief snel toxisch is (zie Tabel 27). In het bijzonder voor Se geldt echter wel dat de voedernorm (dus inclusief de veiligheidsfactor van 1,3) met verstand gebruikt moet worden. Een voorziening tot 70% van de voedernorm zal in het algemeen geen problemen geven. Is de voorziening krappert dan 70% van de voedernorm, dan moet het eventueel inzetten van een Se-supplement zorgvuldig worden overwogen.

Tabel 23. CVB voedernormen voor sporenelementen in mg per 100 kg LG per dag.

| onderhoud, dekhengst dracht < 9 mnd, lichte arbeid (I) | dracht 9-11 mnd | | gemiddelde arbeid (II) | | (zeer) zware arbeid (III en IV) | | lactatie | | groei | | | |
|---|-----------------|------------|---------------------------|------------|------------------------------------|------------|----------|------------|-------|------------|-----|------------|
| | BB | BN | BB | BN | BB | BN | BB | BN | BB | BN | | |
| Fe | 80 | 104 | 100 | 130 | 90 | 117 | 100 | 130 | 125 | 163 | 125 | 163 |
| Cu | 18 | 23 | 25 | 33 | 20 | 26 | 23 | 29 | 23 | 29 | 23 | 29 |
| Zn | 80 | 104 | 80 | 104 | 90 | 117 | 100 | 130 | 100 | 130 | 100 | 130 |
| Mn | 80 | 104 | 80 | 104 | 90 | 117 | 100 | 130 | 100 | 130 | 100 | 130 |
| Co | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Se | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| I | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,7 |

BB = bruto behoefte; BN = voedernorm, waarin opgenomen een veiligheidsfactor van 1,3

3.11 Maximum toegestane gehalten van sporenelementen in diervoeders volgens communautaire wetgeving van de EU.

In Tabel 24 zijn de maximum toegelaten gehalten van sporenelementen in diervoeders volgens EU-wetgeving weergegeven.

De waarden voor de volgende sporenelementen zijn ontleend aan:

- Voor de elementen Jodium (I), Molybdeen (Mo) en Selenium (Se): Uittreksel uit de lijst van toegestane toevoegingsmiddelen vallend onder de Richtlijn van de Raad betreffende toevoegingsmiddelen in de veevoeding (Ri. 70/524/EEG), zoals gepubliceerd in PB C 329 van 31 december 2002 en gewijzigd bij Verordening 871/2003/EG betreffende toevoegingsmiddelen voor diervoeders.
- Voor de elementen IJzer (Fe), Kobalt (Co), Koper (Cu), Mangaan (Cu) en Zink (Zn): Uittreksel uit Verordening 1334/2003/EG (zie PB L 187 van 26 juli 2003) tot wijziging van de toelatingsvoorwaarden voor een aantal toevoegingsmiddelen van de groep sporenelementen in diervoeders.

Tabel 24. Maximum toegelaten totale gehalten van sporenelementen in diervoeders volgens EU-wetgeving.

| EG-nummer | Element | Maximumgehalte van het element in mg/kg volledig diervoeder (DS-gehalte voeders 880 g/kg) |
|------------------|----------------|--|
| E 1 | IJzer (Fe) | 750 (totaal) |
| E 2 | Jodium (I) | 4 (totaal) |
| E 3 | Kobalt (Co) | 2 (totaal) |
| E 4 | Koper (Cu) | 25 (totaal) |
| E 5 | Mangaan (Mn) | 150 (totaal) |
| E 6 | Zink (Zn) | 150 (totaal) |
| E 7 | Molybdeen (Mo) | 2,5 (totaal) |
| E 8 | Selenium (Se) | 0,5 (totaal) |

4 Vitaminen A, D en E

4.1 Bronnen van β -caroteen, vitamine A, D en E

4.1.1 Inleiding

Voor de meeste vitamines is erg weinig informatie beschikbaar over de behoefte van paarden. Alleen naar de behoefte aan vitamines A, D en E is enig onderzoek gedaan. Voor vitamine E komen ook geregeld klinische tekortverschijnselen voor. Bij vitamines in voeders moet ook rekening gehouden worden met verliezen gedurende de opslag. Dit is met name van belang bij ruwvoerders. Voor mengvoerders zijn de toegevoegde gehalten binnen de houdbaarheidsstermijn gegarandeerd.

4.1.2 Vitamine A en β -caroteen

In plantaardige voedermiddelen komt geen vitamine A voor. Wel bevatten verse en (kunstmatig) gedroogde of ingekuilde groenvoeders (voordroogkuil, "haylage", hooi) en wortelen β -caroteen, in wisselende hoeveelheden. In het algemeen daalt het β -caroteengehalte gedurende de veldperiode en tijdens de opslag van hooi en voordroogkuil. Er is geen aanwijzing dat paarden een afzonderlijke β -caroteenbehoefte hebben, afgezien van de behoefte aan β -caroteen als precursor voor vitamine A. Onder gewone omstandigheden kan worden aangenomen dat paarden uit 1 mg β -caroteen 400 IE vitamine A kunnen maken (8). Vitamine A als zodanig komt in de paardenvoeding vooral uit mengvoer (brok) en vitaminesupplementen.

4.1.3 Vitamine D

Onder invloed van het UV-deel van zonlicht wordt zowel in planten (D_2) als in de huid van paarden (D_3) vitamine D aangemaakt. Gedurende de opslag van ruwvoerders neemt het gehalte af. Bij buiten lopende paarden wordt, behalve in december en januari, voldoende vitamine D_3 aangemaakt (8).

4.1.4 Vitamine E

Binnen de tocoferolen bezit α -tocoferol de hoogste vitamine E-activiteit. Dit vitamine komt vooral voor in jonge (onrijpe) groenvoeders en in tarwe- en maaskiemolie. In veel geconserveerde groenvoeders daalt het gehalte aan vitamine E aanzienlijk tijdens conservering en opslag (8;35).

4.2 Behoefte aan vitamine A, D en E

4.2.1 Algemeen

Voor de behoefte aan vitamines is uitgegaan van de normen zoals weergegeven in Tabel 30 van DLG (8); in een aantal gevallen is echter de norm van NRC gevolgd (zie Tabel 25). Hierop hebben de volgende bewerkingen plaatsgevonden:

- DLG komt met een "behoefterange" in plaats van een enkelvoudige "behoefte-norm". De CVB-normen zijn in principe gelijk aan de maximum waarde van de "behoefterange". Een uitzondering vormt vitamine E waarbij door DLG voor "*Erhaltung und Arbeit*" 1 tot 2 mg per kg LG (met uitloop tot 4 mg /kg LG voor "*Hochleistungspferde*") wordt aangehouden. Hierbij wordt voor onderhoud 1 mg /kg LG aangehouden en is de rest in de toeslag voor arbeid verwerkt.
- De normen voor dracht en lactatie zijn omgerekend naar een toeslag voor dracht en lactatie.
- Van "*Hochtragende Stuten*" is "dracht vanaf de 7^e maand" gemaakt.

- In de DLG publicatie wordt vermeld dat de behoefte aan vitamine E bij paarden die zware arbeid verrichten kan worden verhoogd tot 4 mg/kg LG. In het CVB-systeem wordt gerekend met een toeslag voor arbeid met een glijdende schaal. De behoefte voor de categorie “zeer zware arbeid” komt overeen met de maximale DLG norm voor “Hochleistungspferde”.

4.2.2 Vitamine A

DLG geeft voor vitamine A duidelijk hogere normen dan NRC. DLG geeft hierbij aan dat er al een noodzakelijke veiligheidsfactor in de norm opgenomen is, maar kwantificeert die niet. NRC leidt uit oud onderzoek af dat paarden geen nachtblindheid krijgen als ze 22,9 IE vitamine/kg LG in het voer krijgen. Dit wordt vermeerderd met twee maal de standaarddeviatie (in dit geval 5,1), waardoor een getal van ongeveer 33 IE/kg LG ontstaat. Omdat dit ongeveer gelijk is aan de NRC-norm uit 1989 (30 IE/kg LG) wordt deze laatste aangehouden.

Voor groeiende paarden zijn er rapporten waarin gunstige resultaten van een verhoging tot 200 IE/kg LG gemeld worden (overeenkomstig de bovengrens van DLG), maar deze worden door NRC als onvoldoende onderbouwd aangemerkt om de norm te verhogen. Zelfs de norm van 45 IE/kg LG is in 1989 zonder afdoende argumentatie ontstaan; deze was voorheen 40 IE/kg LG. In de norm van 45 IE/kg LG lijkt dus al iets van een veiligheidsfactor verrekend te zijn. Ook voor de norm voor drachtige en lacterende merries geldt dat er berichten zijn dat de behoefte misschien hoger is, maar daar is onvoldoende bewijs voor.

De toeslag voor arbeid lijkt gerechtvaardigd gezien het belang van vitamine A voor een goede structuur van de buigpezen (35).

Voor het CVB-systeem worden voor vitamine A de NRC-normen aangehouden.

4.2.3 Vitamine D

In feite is de minimumbehoefte aan vitamine D van paarden die buiten lopen onbekend. Klinische gebreksverschijnselen zijn zeldzaam. DLG duidt haar normen dan ook aan als een soort “veiligheidsmaatregel”. De norm van 6,6 IE/kg LG van NRC heeft decennialang geen problemen gegeven. Voor het CVB-systeem wordt deze waarde aangehouden. De variabele normen voor groei van NRC komen voort uit een doorrekening van een aantal voerproeven. In de NRC publicatie stemmen de tekst (blz. 114) en de rekenregels (blz. 291-292) niet geheel overeen.

Gezien het beperkte klinische belang van een zeer scherpe norm en de kleine verschillen met de DLG-norm lijkt het voor de eenvoud van het systeem gerechtvaardigd voor groeiende paarden de DLG-norm van 20 IE/kg LG aan te houden.

4.2.4 Vitamine E

Over de onderhoudsbehoefte aan vitamine E bestaat tussen DLG en NRC geen verschil van mening. Voor groeiende paarden en merries geeft DLG 1-2 mg/kg aan, en NRC 2 mg/kg LG (alleen voor lactatie, met als beoordeling “meer dan adequaat”). Gezien het relatief frequent vóórkomen van klinische gebreksverschijnselen wordt 2 mg/kg LG aangehouden. Beide systemen onderschrijven de noodzaak van een toeslag voor werkende paarden. Beide noemen ook de publicatie van Ronéus uit 1986 (39), waarin voor zeer zwaar werk rond de 4 mg vitamine E/kg LG aanbevolen wordt. Toch komt NRC via (arbitraire) aannames voor de DS-opname op lagere waarden uit. Vooral voor werkende paarden is de vitamine E-voorziening echter kritisch. Voor het CVB-systeem worden dan ook de DLG-waarden aangehouden. Bij vetrijke rantsoenen wordt aanbevolen in totaal 2 mg vitamine E/kg LG te voeren. De term “vetrijk” wordt in dit verband eigenlijk nooit onderbouwd gespecificeerd. In het algemeen kunnen bijvoorbeeld rantsoenen waar plantaardige olie (bv. > 100 mL/dag) aan toegevoegd is wel als “vetrijk” worden gezien. Hiervoor wordt als wel vuistregel aangegeven dat bij elke 100 mL toegevoegde plantaardige olie 100 mg vitamine E aan het rantsoen toegevoegd moet worden (17).

4.3 Conclusie

Er is eigenlijk onvoldoende informatie om tot onderbouwde vitamine-normen voor paarden te komen. Of en in hoeverre in de bovenstaande normen van DLG en NRC al veiligheidsfactoren zijn opgenomen blijft ongewis. Het lijkt echter wel zo te zijn dat de gekozen waarden in de praktijk niet tot problemen zullen leiden. Daarom zijn voor het CVB-systeem geen extra veiligheidsfactoren opgenomen.

Een vergelijking tussen de "normen" van DLG (8) en NRC (35) is weergegeven in Tabel 25. In deze tabel staan ook de normen voor het CVB-systeem.

Tabel 25. Voedernormen vitaminen voor paarden (totaal in het rantsoen) in IE of mg per dag volgens DLG (8), NRC (35) en CVB (dit document).

| | Vit A | | | Vit D | | | Vit E | | |
|---|----------|-----|-----|----------|---|-----|----------|----------------|-----|
| | IE/kg LG | | | IE/kg LG | | | mg/kg LG | | |
| | DLG | NRC | CVB | DLG | NRC | CVB | DLG | NRC | CVB |
| Groeiende paarden | 150-200 | 45 | 45 | 15-20 | 22,2 ^a 17,4 ^b 20 ^c | 20 | 1 | 2 | 2 |
| Volwassen paarden | 75 | 30 | 30 | 5-10 | 6,6 | 6,6 | 1-2 | 1 | 1 |
| Toeslag dracht ^d en lactatie | 25-75 | 30 | 30 | 5-10 | | | | 1 ^e | 1 |
| Toeslag voor arbeid | | | | | | | | | |
| arbeidsklasse I | | 15 | 15 | | | | 1 | 0,6 | 1 |
| arbeidsklasse II | | 15 | 15 | | | | 1 | 0,8 | 1 |
| arbeidsklasse III | | 15 | 15 | | | | 2 | 1 | 2 |
| arbeidsklasse IV | | 15 | 15 | | | | 3 | 1 | 3 |

^a: Tot 6,5 maand;

^b: Van 6,5 tot 11,5 maand;

^c: Vanaf 12 maanden, als er zeer zwaar werk verricht wordt (in Nederland voor jonge dieren niet reeel);

^d: Geldt vanaf de 7^e maand;

^e: Alleen voor lactatie

5 Normen uitgedrukt op energiebasis

Bij het voeren van dieren is in het algemeen de energievoorziening leidend, d.w.z. de dieren worden op conditie gevoerd. Dit is bij paarden zeker het geval. Het uitdrukken van mineralen- en vitaminenormen op basis van het energiegehalte in het rantsoen heeft dan als voordeel dat indien de dieren op conditie gehouden worden en het rantsoen volgens de normen voor mineralen en vitaminen (uitgedrukt op energiebasis) samengesteld is, de voorziening met mineralen en vitaminen ook toereikend is. Bij varkens leidt het uitdrukken van de mineralennormen op energiebasis (in (m)g/EW) tot min of meer uniforme getallen. Dit vergemakkelijkt de rantsoenberekening op het gebied van mineralen en vitaminen, de samenstelling van (meng)voer en het voeren van een goed rantsoen. Bij het voeren van de dieren hoeft immers in beginsel alleen maar op de conditie gelet te worden. Om na te gaan in hoeverre dit ook voor paarden geldt, zijn in Tabel 26 twee voorbeelden gegeven van normen voor mineralen, sporenelementen en vitaminen voor paarden uitgedrukt op energiebasis.

Uit Tabel 26 blijkt dat de normen uitgedrukt per EWpa voor de verschillende lichaamsgewichten binnen één fysiologisch stadium wel min of meer in dezelfde orde van grootte liggen, hoewel er een stijging zichtbaar is bij toenemend lichaamsgewicht. Tussen verschillende fysiologische stadia kunnen de normen uitgedrukt per EWpa voor mineralen en vitaminen sterk verschillen. Dit geldt uiteraard in mindere mate voor de sporenelementen, aangezien hiervoor dezelfde normen voor een aantal categorieën paarden worden aangehouden.

Alleen het verschil tussen koud- en warmbloed, met een verschillende EWpa-behoefte, zorgt ervoor dat de normen voor sporenelementen voor dezelfde lichaamsgewichten in Tabel 26a en 26b niet helemaal gelijk zijn.

Zoals blijkt uit Tabel 26 levert het uitdrukken van voedernormen voor mineralen en sporenelementen per EWpa geen uniforme getallen op, zoals dat bijvoorbeeld bij varkens wel het geval is. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grote verschillen in lichaamsgewicht bij paarden. Aangezien de EWpa geen lineair verband houdt met het lichaamsgewicht (in tegenstelling tot de DE-behoefte zoals berekend door NRC), varieert het quotiënt van deze twee parameters bij sterk uiteenlopende lichaamsgewichten. Ook het uitdrukken van normen per kg lichaamsgewicht of per kg DS levert weer problemen op, aangezien dan de mineralennormen niet meer stroken met de EWpa-behoeften. In de tabellen 15 tot en met 19 zijn de voedernormen dan ook uitgedrukt als absolute getallen voor 200, 400 en 600 kg LG.

Tabel 26a Voorbeelden van normen uitgedrukt op energiebasis (koudbloedmerrie, volwassen, onderhoud)

| | Ca | | | P | | | Mg | | | Na | | | K | | | Cl | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | | | |
| Brutobehoeftte (g/dag) | 8 | 16 | 24 | 6 | 11 | 17 | 3 | 6 | 9 | 4 | 8 | 12 | 10 | 20 | 30 | 16 | 32 | 48 | | | |
| Veiligheidsfactor | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | |
| Behoeftenorm (g/dag) | 10,4 | 20,8 | 31,2 | 7,4 | 14,8 | 22,2 | 3,9 | 7,8 | 11,7 | 5,2 | 10,4 | 15,6 | 13 | 26 | 39 | 20,8 | 41,6 | 62,4 | | | |
| Behoeftenorm (g/Ewpa) | 5,0 | 6,0 | 6,6 | 3,6 | 4,2 | 4,7 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,3 | 6,3 | 7,4 | 8,2 | 10,0 | 11,9 | 13,2 | | | |
| | Fe | | | Cu | | | Zn | | | Mn | | | Co | | | Se | | | I | | |
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 |
| Brutobehoeftte (mg/dag) | 160 | 320 | 480 | 36 | 72 | 108 | 160 | 320 | 480 | 160 | 320 | 480 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 0,8 | 1,6 | 2,4 |
| Veiligheidsfactor | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Behoeftenorm (mg/dag) | 208 | 416 | 624 | 47 | 94 | 140 | 208 | 416 | 624 | 208 | 416 | 624 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 2,3 | 1,0 | 2,1 | 3,1 |
| Behoeftenorm (mg/Ewpa) | 100 | 119 | 132 | 23 | 27 | 30 | 100 | 119 | 132 | 100 | 119 | 132 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| | Vit. A | | | Vit. D | | | Vit. E | | | | | | | | | | | | | | |
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | | | | | | | | | | | | |
| Brutobehoeftte | 6000 | 12000 | 18000 | 1320 | 2640 | 3960 | 200 | 400 | 600 | | | | | | | | | | | | |
| | IE/dag | | | | | | mg/dag | | | | | | | | | | | | | | |
| Behoeftenorm | 2899 | 3438 | 3805 | 638 | 756 | 837 | 97 | 115 | 127 | | | | | | | | | | | | |
| | IE/Ewpa | | | | | | mg/Ewpa | | | | | | | | | | | | | | |

Tabel 26b Voorbeelden van normen uitgedrukt op energiebasis (warmbloedmerrie, volwassen, 9 maanden dracht)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--|
| | Ca | | | P | | | Mg | | | Na | | | K | | | Cl | | | | | | |
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| Brutobehoeftte (g/dag) | 15,3 | 28,4 | 41 | 11,3 | 20,9 | 30,1 | 3,2 | 6,3 | 9,4 | 4,6 | 9 | 13,3 | 10,7 | 21,1 | 31,5 | 16,3 | 32,6 | 48,8 | | | | |
| Veiligheidsfactor | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | | |
| Behoeftenorm (g/dag) | 19,9 | 36,9 | 53,3 | 14,7 | 27,2 | 39,1 | 4,2 | 8,2 | 12,2 | 6,0 | 11,7 | 17,3 | 13,9 | 27,4 | 41,0 | 21,2 | 42,4 | 63,4 | | | | |
| Behoeftenorm (g/Ewpa) | 8,1 | 9,0 | 9,5 | 6,0 | 6,6 | 7,0 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,8 | 3,1 | 5,7 | 6,7 | 7,3 | 8,6 | 10,3 | 11,3 | | | | |
| | Fe | | | Cu | | | Zn | | | Mn | | | Co | | | Se | | | I | | | |
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | |
| Brutobehoeftte (mg/dag) | 200 | 400 | 600 | 36 | 72 | 108 | 160 | 320 | 480 | 160 | 320 | 480 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 0,8 | 1,6 | 2,4 | |
| Veiligheidsfactor | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | |
| Behoeftenorm (mg/dag) | 260 | 520 | 780 | 47 | 94 | 140 | 208 | 416 | 624 | 208 | 416 | 624 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 2,3 | 1,0 | 2,1 | 3,1 | |
| Behoeftenorm (mg/Ewpa) | 106 | 126 | 140 | 19 | 23 | 25 | 85 | 101 | 112 | 85 | 101 | 112 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | |
| | Vit. A | | | Vit. D | | | Vit. E | | | | | | | | | | | | | | | |
| LG (kg) | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | 200 | 400 | 600 | | | | | | | | | | | | | |
| Brutobehoeftte | 12000 | 24000 | 36000 | 1320 | 2640 | 3960 | 400 | 800 | 1200 | | | | | | | | | | | | | |
| | IE/dag | | | | | | mg/dag | | | | | | | | | | | | | | | |
| Behoeftenorm | 4898 | 5825 | 6440 | 539 | 641 | 708 | 163 | 194 | 215 | | | | | | | | | | | | | |
| | IE/Ewpa | | | | | | mg/Ewpa | | | | | | | | | | | | | | | |

6 Tekorten en overmaten aan mineralen, sporenelementen en vitaminen

Er is weinig informatie beschikbaar over gehalten in het voer waarbij tekorten optreden. In het algemeen geldt dat wanneer gedurende langere tijd (weken tot maanden) onder de norm gevoerd wordt, er tekorten kunnen ontstaan. Daarbij is het belangrijk om mogelijke interacties met andere voercomponenten in de gaten te houden.

Naast de absolute opname is bij Ca en P de onderlinge verhouding belangrijk. Deze mag niet lager dan 1:1 worden om afwijkingen in botstofwisseling en skelet te voorkomen (nutritionele secundaire hyperparathyreoïdie). Anderzijds wordt een verhouding van 6:1 door groeiende veulens nog wel verdragen. Overigens is het advies om de Ca:P verhouding niet hoger dan 2:1 te laten worden. Verder kan een hoog gehalte aan fytaat in het rantsoen de P-absorptie verslechteren. In de paardenvoeding zijn rantsoenen met veel zemelen en/of granen vaak de oorzaak van een slechte (te lage) Ca:P verhouding. Anderzijds hebben luzerne en (gewelde) bietenpulp juist weer een ruime Ca:P verhouding.

Magnesiumtekorten door een tekort in het rantsoen zijn in Nederland bij paarden niet gangbaar (zie ook § 2.8.8). Ook de wel genoemde nadelige invloed van Ca op de absorptie van Mg (7) valt erg mee. In een proef van Van Doorn (11) was de schijnbare Mg-absorptie van pony's bij rantsoenen met 4, 8 en 13x de Ca-behoefte niet significant verschillend. Ook de werkelijke Mg-absorptie daalde maar weinig bij stijgende Ca-gehalten in het rantsoen.

Gebruikelijke Nederlandse rantsoenen voor paarden zullen nooit te weinig K bevatten. Bij onbeperkt wateraanbod kunnen paarden K uitstekend uitscheiden. Bij beperkt wateraanbod zullen zij extreem K-rijk voer gaan weigeren. Extra aandacht vereisen paarden met HYPP⁷. Deze zijn gevoelig voor een hoog K-rantsoen. Hier moet bij de samenstelling van het rantsoen extra zorg aan besteed worden.

Bij Cu kan vooral een onoordeelkundige toepassing van Zn-supplementen de absorptie verslechteren. Dit effect is uiteraard vooral van belang als de Cu-voorziening krap is.

De I-opname kan slechter worden als er veel kruisbloemigen (kool e.d.) in het rantsoen zitten. Dit kan worden tegengegaan door de kool vooraf te koken. Anderzijds is een I-overmaat zeker niet denkbeeldig, zoals bijvoorbeeld door het voeren van bepaalde soorten zeewier of behandelingen met I-houdende preparaten.

IJzertekorten zijn bij paarden die buiten lopen niet erg waarschijnlijk, vanwege de opname van grond waarin Fe zit. De biologische beschikbaarheid van dit Fe is evenwel onduidelijk. Anderzijds zijn met name jonge veulens erg gevoelig voor Fe-overmaat.

Voor Mn geldt dat noch vergiftigingen noch tekorten met zekerheid bij paarden vastgesteld zijn.

Bij Se zijn zowel tekorten als overmaten mogelijk. De behoefte en de grens voor toxiciteit liggen niet ver uiteen.

Zinktekorten zijn mogelijk, maar zeldzaam bij paarden. Fytaaatrijke voedermiddelen kunnen de Zn-absorptie verminderen. Een paard is vrij tolerant ten opzichte van Zn.

Voor vitamine A geldt dat pas bij gehalten van 2-4 IE/kg LG gedurende meer dan acht maanden nachtblindheid optrad. Ook een vergiftiging met vitamine A kan optreden, met mogelijk effecten op de ontwikkeling van het skelet van (ongeboren) veulens.

Een tekort aan vitamine D is eigenlijk alleen mogelijk als paarden gedurende lange tijd op stal gehouden worden. Anderzijds is het paard gevoelig voor een vitamine D-overmaat.

Vitamine E-tekorten komen bij paarden regelmatig en in verschillende vormen voor, vooral als er alleen ouder hooi of voordroogkuil gevoerd wordt zonder aanvulling met mengvoer of vitaminesupplementen (35).

In Tabel 27 wordt een overzicht gegeven van toxiciteitslimieten. Hierbij moet bedacht worden dat veel van deze gegevens meer inschattingen dan hard onderbouwde getallen zijn.

⁷ Hyperkalemic periodic paralysis

Tabel 27. Gehalten in het rantsoen en per kg LG waarbij toxiciteit van mineralen, sporenelementen en vitamines kan vóórkomen

| Mineraal / Sporenelement | DLG (8) | NRC (34) | DLG (8) ^a | NRC (34) ^b |
|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| | g/kg DS rantsoen | | g/100 kg LG | |
| Ca | | 20 | | 40-50 |
| P | | 10 | | 20-25 |
| Mg | | 8 | | 16-20 |
| Na | | 12 | | 24-30 |
| K | | 10 ^c | | 20-25 |
| | mg/kg DS rantsoen | | mg/100 kg LG | |
| Fe | 1000 | 500 | 2000 | 1000-1250 |
| Cu | 800 (50) | 800 | 1600 10000- | 1600-2000 |
| Zn | 500-700 | 500 | 14000 | 1000-1250 |
| Mn | | 400 | | 800 |
| Co | | 10 | | 20-25 |
| Se | 2 | 2-5 ^d | 4 | 4-5 |
| I | 5 | 5 | 10 | 10-12,5 |
| | IE/kg DS rantsoen | | IE/100 kg LG | |
| Vitamine A | 50000 | | 100000 | |
| Vitamine D | 4000 | | 8000 | 4400 |
| Vitamine E | 1000 | 1000 | 2000 | |

^a: Uitgaande van een DS-opname van 2% van het LG; ^bUitgaande van een DS-opname van 2-2,5% van het LG; ^cVoor Nederland is dit een irreëel laag gehalte; ^dNRC 2007 geeft aan dat de limiet van NRC 1989 (2 mg/kg DS) eigenlijk beter is.

Samengevat zijn een te krappe Ca:P verhouding (op rantsoenen met veel granen of zemen), een tekort en een overmaat aan Se en een tekort aan vitamine E zaken die nog wel eens aandacht vragen.

7 Voorbeeldrantsoenen

In dit hoofdstuk wordt de mineralen-, sporenelementen- en vitaminebehoefte dekking van enkele voorbeeldrantsoenen doorgerekend met behulp van gehalten aan mineralen zoals die de afgelopen jaren bepaald zijn in ruwvoerders voor paarden. Deze gehalten zijn weergegeven in Tabel 28. Alle rantsoenen voldoen aan de norm van 1 kg DS uit ruwvoer per 100 kg LG.

Hoewel het slechts voorbeeldrantsoenen betreft, komen wel enkele zaken uit de berekening naar voren die – niet verrassend – ook in de praktijk geregeld aandacht vereisen. De voorziening met Cu, Zn, Se en vitamine E is in verschillende rantsoenen krap. De voorziening met vitamine E uit hooi kan erg wisselend zijn, afhankelijk van de omstandigheden tijdens veldperiode en bewaring. Bij werkende paarden is de Na- en Cl-voorziening kritisch, terwijl bij drachtige en lacterende dieren de Ca- en/of P-voorziening tekort kan schieten. Het berekende tekort aan vitamine D bij groeiende paarden zal bij veel paarden niet relevant zijn, namelijk als zij uitloop hebben. De voorziening met K, Fe en vitamine A is doorgaans erg royaal. Dit is bekend, maar leidt eigenlijk nooit tot problemen. Bij vitamine A is ervan uitgegaan dat alle caroteen wordt omgezet (1 mg β -caroteen wordt omgezet in 400 IE vitamine A). Aangezien vers gras en luzerne rijk zijn aan caroteen, kan de voorziening met vitamine A door de omzetting van caroteen in theorie erg hoog worden. Zoals in voorbeeld 4 is berekend, kan de voorziening op vers gras berekend zelfs boven de toxiciteitsgrens uitkomen. Toch ontstaan hierdoor klinisch geen problemen. Kennelijk zijn de toxiciteitsnormen voor vitamine A toch niet juist of de vitamine A-huishouding van het paard beschikt mogelijk over compensatiemechanismen in de omzetting van caroteen in vitamine A om dergelijke overmaten te hanteren. De Mg-voorziening is in al deze voorbeelden toereikend.

Tabel 28a Overzicht van gehalten aan mineralen en sporenelementen in ruwvoerders voor paarden (bron: BLGG, Oosterbeek)

| | g/kg prod | | | | | | | | | | | | | | | | | in grammen per kg DS of per kg product | | | | | in mg per kg DS of per kg product | | | | | in ug per kg DS of per kg prod | | p kg DS of p kg prod | | in g per kg DS of per kg prod | |
|---|-----------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-----|----|--|-----|-----|-----|------|-----------------------------------|--|--|--|--|--------------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------|--|
| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP | | | | | | | | | | |
| 1. Vers gras | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in DS | 228 | 96 | 161 | 31 | 241 | 471 | | 135 | 5,1 | 3,9 | 2,0 | 29,0 | 1,4 | 8,5 | 163 | 108 | 35 | 7 | 0,4 | 85 | 49 | 0,81 | 132 | | | | | | | | | | |
| Min in DS | 128 | 58 | 69 | 22 | 185 | | | 32 | 3,2 | 2,8 | 1,2 | 14,3 | 0,2 | 7,9 | 51 | 23 | 16 | 4 | 0,1 | 40 | 10 | 0,68 | 77 | | | | | | | | | | |
| Max in DS | 335 | 130 | 277 | 40 | 289 | | | 240 | 7,3 | 5,3 | 3,0 | 41,0 | 3,4 | 9,0 | 685 | 288 | 51 | 12 | 0,7 | 287 | 91 | 0,96 | 199 | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in product | 228 | 22 | 37 | 7 | 55 | 107 | | 31 | 1,2 | 0,9 | 0,5 | 6,6 | 0,3 | 1,9 | 37 | 25 | 8 | 2 | 0,1 | 19 | 11 | 0,19 | 30 | | | | | | | | | | |
| 2. Graskuil voor paarden | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Graskuil, Fijn, RC<260 g/kg DS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in DS | 565 | 106 | 170 | 31 | 244 | 448 | | 109 | 5,2 | 3,9 | 2,2 | 31,2 | 2,2 | 10,8 | 448 | 95 | 39 | 8 | 0,4 | 139 | 53 | 0,77 | 107 | | | | | | | | | | |
| Min in DS | 298 | 56 | 99 | 19 | 220 | | | 11 | 2,7 | 2,7 | 1,4 | 16,0 | 0,2 | 3,8 | 73 | 22 | 21 | 5 | 0,1 | 40 | 14 | 0,61 | 52 | | | | | | | | | | |
| Max in DS | 851 | 173 | 232 | 42 | 259 | | | 202 | 7,7 | 5,0 | 3,1 | 44,0 | 4,8 | 19,3 | 1277 | 212 | 64 | 12 | 1,1 | 507 | 128 | 0,88 | 160 | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in product | 565 | 60 | 96 | 18 | 138 | 254 | | 61 | 2,9 | 2,2 | 1,2 | 17,7 | 1,2 | 6,1 | 253 | 54 | 22 | 5 | 0,2 | 78 | 30 | 0,43 | 60 | | | | | | | | | | |
| 2.2 Graskuil, Middel, RC 260 - 310 g/kg DS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in DS | 667 | 89 | 128 | 27 | 284 | | | 101 | 4,7 | 3,3 | 2,0 | 25,2 | 1,9 | 9,7 | 325 | 116 | 37 | 7 | 0,4 | 127 | 55 | 0,67 | 75 | | | | | | | | | | |
| Min in DS | 407 | 47 | 61 | 14 | 260 | | | 27 | 2,2 | 1,9 | 1,1 | 9,0 | 0,1 | 2,4 | 55 | 12 | 18 | 4 | 0,1 | 27 | 13 | 0,52 | 20 | | | | | | | | | | |
| Max in DS | 907 | 136 | 195 | 40 | 310 | | | 178 | 7,4 | 4,8 | 2,9 | 41,0 | 4,8 | 18,1 | 1191 | 287 | 60 | 11 | 1,3 | 395 | 148 | 0,80 | 130 | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in product | 667 | 60 | 85 | 18 | 190 | | | 67 | 3,1 | 2,2 | 1,3 | 16,8 | 1,3 | 6,5 | 217 | 77 | 25 | 5 | 0,3 | 85 | 36 | 0,45 | 50 | | | | | | | | | | |
| 2.3 Graskuil, Grof, RC>310 g/kg DS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in DS | 717 | 75 | 100 | 24 | 329 | 471 | | 77 | 4,0 | 2,8 | 1,7 | 21,5 | 1,4 | 8,5 | 259 | 97 | 35 | 6 | 0,4 | 120 | 60 | 0,56 | 49 | | | | | | | | | | |
| Min in DS | 484 | 42 | 52 | 14 | 311 | | | 17 | 1,7 | 1,7 | 0,9 | 9,0 | 0,1 | 2,7 | 44 | 13 | 15 | 3 | 0,1 | 40 | 18 | 0,42 | 7 | | | | | | | | | | |
| Max in DS | 899 | 114 | 146 | 35 | 362 | | | 140 | 6,4 | 4,1 | 2,4 | 33,0 | 3,9 | 15,0 | 827 | 239 | 60 | 10 | 1,3 | 342 | 165 | 0,68 | 91 | | | | | | | | | | |
| Gemiddelde in product | 717 | 54 | 72 | 17 | 236 | 338 | | 55 | 2,9 | 2,0 | 1,2 | 15,4 | 1,0 | 6,1 | 186 | 69 | 25 | 4 | 0,3 | 86 | 43 | 0,40 | 35 | | | | | | | | | | |

Tabel 28b Overzicht van gehalten aan mineralen en sporenelementen in ruwvoerders voor paarden (bron: BLGG, Oosterbeek)

| g/kg prod | in grammen per kg DS of per kg product | | | | | | | | | | | | | | in mg per kg DS of per kg product | | | | in ug per kg DS of per kg prod | p kg DS of p kg prod | in g per kg DS of per kg prod |
|------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
|------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|

3. Grashooi voor paarden

3.1 Grashooi, Fijn, RC<280 g/kg DS

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|------|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 834 | 86 | 116 | 24 | 265 | 625 | | 124 | 4,8 | 3,1 | 2,2 | 20,6 | 1,8 | | 310 | 150 | 34 | 6 | 0,4 | 177 | 47 | 0,70 | 81 |
| Min in DS | 731 | 55 | 56 | 16 | 235 | | | 57 | 2,0 | 1,5 | 1,3 | 7,7 | 0,1 | | 44 | 31 | 14 | 4 | 0,1 | 40 | 16 | 0,53 | 40 |
| Max in DS | 904 | 115 | 190 | 33 | 279 | | | 197 | 7,3 | 4,9 | 3,4 | 36,0 | 4,6 | | 1006 | 297 | 56 | 9 | 0,9 | 534 | 101 | 0,87 | 134 |
| Gemiddelde in product | 834 | 72 | 97 | 20 | 221 | 521 | | 104 | 4,0 | 2,6 | 1,8 | 17,2 | 1,5 | | 259 | 125 | 28 | 5 | 0,3 | 148 | 39 | 0,59 | 68 |

3.2 Grashooi, Middel RC 280 - 320 g/kg DS

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|------|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 850 | 75 | 88 | 20 | 307 | 597 | | 103 | 4,1 | 2,5 | 1,7 | 18,5 | 1,1 | | 287 | 118 | 30 | 5 | 0,3 | 127 | 43 | 0,63 | 60 |
| Min in DS | 754 | 40 | 49 | 14 | 280 | | | 48 | 1,5 | 1,4 | 0,8 | 8,0 | 0,1 | | 55 | 9 | 14 | 3 | 0,1 | 40 | 8 | 0,47 | 31 |
| Max in DS | 924 | 112 | 134 | 26 | 339 | | | 160 | 7,1 | 3,6 | 2,7 | 29,0 | 3,2 | | 1097 | 312 | 49 | 8 | 0,8 | 472 | 111 | 0,75 | 92 |
| Gemiddelde in product | 723 | 64 | 75 | 17 | 261 | -342 | | 88 | 3,5 | 2,1 | 1,4 | 15,8 | 0,9 | | 244 | 100 | 26 | 4 | 0,3 | 108 | 36 | 0,53 | 51 |

3.3 Grashooi, Grof, RC>320 g/kg DS

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 867 | 67 | 76 | 18 | 357 | 558 | | 56 | 3,8 | 2,1 | 1,4 | 18,1 | 0,6 | | 239 | 71 | 28 | 4 | 0,3 | 83 | 72 | 0,55 | 50 |
| Min in DS | 800 | 38 | 38 | 12 | 340 | | | 11 | 1,7 | 1,0 | 0,7 | 10,0 | 0,1 | | 53 | 10 | 8 | 2 | 0,1 | 40 | 13 | 0,32 | 28 |
| Max in DS | 920 | 104 | 113 | 23 | 387 | | | 95 | 5,9 | 3,2 | 2,0 | 27,0 | 1,7 | | 718 | 208 | 51 | 8 | 0,7 | 198 | 238 | 0,70 | 76 |
| Gemiddelde in product | 867 | 58 | 66 | 16 | 310 | 483 | | 48 | 3,3 | 1,8 | 1,2 | 15,7 | 0,5 | | 207 | 62 | 24 | 4 | 0,3 | 72 | 62 | 0,48 | 43 |

4. Graszaadstro

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 868 | 66 | 61 | 21 | 358 | 555 | | 64 | 3,7 | 1,7 | 1,1 | 18,3 | 0,8 | | 168 | 32 | 18 | 4 | 0,3 | 70 | 52 | 0,45 | 22 |
| Min in DS | 824 | 32 | 30 | 17 | 268 | | | 26 | 2,8 | 0,8 | 0,5 | 8,0 | 0,1 | | 74 | 11 | 10 | 2 | 0,1 | 40 | 23 | 0,43 | 11 |
| Max in DS | 907 | 91 | 111 | 27 | 449 | | | 116 | 4,5 | 2,6 | 2,4 | 32,0 | 3,1 | | 512 | 110 | 32 | 6 | 0,6 | 146 | 176 | 0,48 | 40 |
| Gemiddelde in product | 868 | 57 | 53 | 18 | 311 | 482 | | 55 | 3,2 | 1,5 | 1,0 | 15,9 | 0,7 | | 146 | 28 | 15 | 3 | 0,3 | 60 | 45 | 0,39 | 19 |

Tabel 28c Overzicht van gehalten aan mineralen en sporenelementen in ruwvoerders voor paarden (bron: BLGG, Oosterbeek)

| g/kg prod | in grammen per kg DS of per kg product | | | | | | | | | | | | | | in mg per kg DS of per kg product | | | in ug per kg DS of per kg prod | p kg DS of p kg prod | in g per kg DS of per kg prod |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|

5. Luzernehooi

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|----|-----|----|----|----|---|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 861 | 93 | 166 | 20 | 356 | 531 | | 54 | 17,0 | 2,7 | 1,8 | 25,0 | 0,5 | | 234 | 26 | 20 | 7 | | 161 | 214 | 0,60 | 116 |
| Min in DS | 816 | 76 | 141 | | 280 | | | 43 | 14,0 | 2,2 | 1,5 | 11,0 | 0,2 | | 59 | 13 | 16 | 6 | | 40 | 74 | 0,58 | 99 |
| Max in DS | 913 | 115 | 215 | | 461 | | | 65 | 21,9 | 3,3 | 2,2 | 35,0 | 0,9 | | 720 | 44 | 23 | 8 | | 302 | 376 | 0,63 | 151 |
| Gemiddelde in product | 861 | 80 | 143 | 17 | 306 | 458 | | 47 | 14,6 | 2,3 | 1,6 | 21,5 | 0,4 | | 201 | 23 | 17 | 6 | | 138 | 184 | 0,52 | 100 |

6. Luzerne KG, balen en brok gecombineerd

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 900 | 112 | 162 | 23 | 290 | 575 | | 63 | 9,6 | 3,0 | 1,8 | 24,7 | 0,7 | | 628 | 58 | 23 | 6 | 0,7 | 226 | 146 | 0,57 | 113 |
| Min in DS | 862 | 60 | 100 | | 172 | | | 23 | 7,2 | 2,4 | 1,3 | 18,0 | 0,1 | | 406 | 24 | 19 | 5 | 0,4 | 157 | 90 | 0,47 | 70 |
| Max in DS | 941 | 153 | 216 | | 396 | | | 103 | 14,1 | 3,5 | 2,5 | 30,0 | 1,2 | | 781 | 111 | 26 | 8 | 1,0 | 293 | 252 | 0,68 | 151 |
| Gemiddelde in product | 900 | 101 | 146 | 21 | 261 | 518 | | 57 | 8,6 | 2,7 | 1,6 | 22,2 | 0,7 | | 565 | 52 | 21 | 5 | 0,7 | 203 | 132 | 0,52 | 102 |

7. Snijmais, ingekuuld

| | DS | RAS | RE | RVET | RC | OK | ZET | SUI | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Fe | Mn | Zn | Cu | I | Co | Se | EWpa | VREP |
|-----------------------|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|------|------|
| Gemiddelde in DS | 342 | 41 | 73 | 33 | 195 | 655 | 347 | 12 | 1,8 | 2,0 | 1,2 | 10,9 | 0,1 | 1,7 | 109 | 26 | 31 | 4 | 0,2 | 46 | 22 | 1,00 | 50 |
| Min in DS | 270 | 31 | 59 | 27 | 158 | | 276 | 12 | 1,2 | 1,5 | 0,8 | 8,0 | 0,1 | 1,0 | 55 | 3 | 14 | 3 | 0,1 | 40 | 17 | 0,91 | 41 |
| Max in DS | 405 | 51 | 86 | 39 | 239 | | 417 | 15 | 2,6 | 2,6 | 1,7 | 15,0 | 0,6 | 2,5 | 197 | 58 | 55 | 5 | 0,6 | 58 | 27 | 1,10 | 58 |
| Gemiddelde in product | 342 | 14 | 25 | 11 | 67 | 224 | 119 | 4 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 3,7 | 0,1 | 0,6 | 37 | 9 | 11 | 1 | 0,1 | 16 | 8 | 0,34 | 17 |

Opmerkingen:

- RE: in geval van kuilvoerders is dit incl. NH3-N.
- De RVET gehalten in luzerne zijn tabelwaarden

Voorbeeld 1; een relatief sober gehouden, guste Shetlander merrie op rust.

| | | Shetlander merrie, onderhoud | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|------------------------------|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|--------|-----|------|-----|-----|-----|-------|--------|-------|--------|
| | | Koudbloed | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 200 kg LG | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 jaar (volwassen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| berekening behoefte | | g/dag | | | | | | | | | mg/dag | | | | | | | IE/dag | | mg/dag |
| | | Ewpa | VREp | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Cu | Fe | Zn | Mn | Co | Se | I | vit A | vit D | vit E | |
| | Onderhoud | 2,07 | 160 | 8 | 5,7 | 3 | 10 | 4 | 16 | 36 | 160 | 160 | 160 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 6000 | 1320 | 200 | |
| | Veiligheidsfactor | | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | | |
| | Totale behoefte | 2,07 | 160 | 10,4 | 7,4 | 3,9 | 13 | 5,2 | 20,8 | 47 | 208 | 208 | 208 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 6000 | 1320 | 200 | |
| berekening voorziening | | kg/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Grashooi middel, onbeperkt | 4 | 2,12 | 204 | 16 | 10,4 | 7,2 | 68,8 | 6 | 41,6 | 20 | 1036 | 112 | 500 | 0,6 | 0,1 | 1,2 | 8000 | 3000 |
| | dekkingsgraad | % | 102 | 128 | 154 | 140 | 185 | 529 | 115 | 200 | 43 | 498 | 54 | 240 | 228 | 29 | 115 | 133 | 227 | 40 |

Voorbeeld 2; een KWPN ruiter met 1 uur gemiddelde arbeid per dag; onder dergelijke omstandigheden wordt nogal eens haver verstrekt om het paard “moed” te geven.

| KWPN ruiter, gemiddelde arbeid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|-----|-----|-------|--------|-------|--------|--|
| 600 kg LG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ruiter + zadel 80 kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 jaar (volwassen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klasse II 1 uur/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| berekening behoefte | g/dag | | | | | | | | | | mg/dag | | | | | | IE/dag | | mg/dag | |
| | Ewpa | VREp | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Cu | Fe | Zn | Mn | Co | Se | I | vit A | vit D | vit E | | |
| Onderhoud | 4,98 | 365 | 24 | 17,1 | 9 | 30 | 12 | 48 | 120 | 540 | 540 | 540 | 0,6 | 1,2 | 3 | 18000 | 3960 | 600 | | |
| Arbeidstoelage | 1,9 | 140 | 2,2 | 0,3 | 1,1 | 18 | 31 | 49,5 | | | | | | | | 9000 | | 600 | | |
| Toeslag onderh. ivm arb. | 0,25 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veiligheidsfactor | | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | | | |
| Totale behoefte | 7,13 | 525 | 34,1 | 22,6 | 13,1 | 62 | 56 | 127 | 156 | 702 | 702 | 702 | 0,8 | 1,6 | 3,9 | 27000 | 3960 | 1200 | | |
| berekening voorziening | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| kg/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grashooi fijn | 9 | 5,31 | 612 | 36 | 23,4 | 16,2 | 155 | 13,5 | 93,6 | 45 | 2331 | 252 | 1125 | 1,3 | 0,4 | 2,7 | 36000 | 6750 | 180 | |
| Haver | 1 | 0,89 | 83 | 0,7 | 3,3 | 1,1 | 4,7 | 0,1 | 0,8 | 4 | 92 | 25 | 43 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0 | 18 | |
| Basisbrok | 1 | 0,85 | 85 | 10 | 4,7 | 3,2 | 12,2 | 4,5 | 7,5 | 16 | 145 | 110 | 80 | 1,4 | 0,3 | 0,8 | 12500 | 2250 | 115 | |
| Totaal in rantsoen | 7,05 | 780 | 46,7 | 31,4 | 20,5 | 172 | 18,1 | 102 | 65 | 2568 | 387 | 1248 | 2,9 | 0,7 | 3,7 | 48500 | 9000 | 313 | | |
| dekkingsgraad | % | 99 | 149 | 137 | 139 | 156 | 275 | 32 | 80 | 42 | 366 | 55 | 178 | 367 | 43 | 94 | 180 | 227 | 26 | |

Voorbeeld 3; een drachtige KWPN merrie die ook nog wat lichte arbeid verricht; de wortelen worden “voor de vitaminen” verstrekt.

| KWPN merrie, drachtig, lichte arbeid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|-------|--------|--|--|
| 600 kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ruiter + zadel 80 kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 jaar (volwassen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 maanden drachtig | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klasse I 1 uur/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| berekening behoefte | g/dag | | | | | | | | | | mg/dag | | | | | | IE/dag | | mg/dag | | |
| | Ewpa | VREp | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Cu | Fe | Zn | Mn | Co | Se | I | vit A | vit D | vit E | | | |
| Onderhoud | 4,98 | 365 | 24 | 17,1 | 9 | 30 | 12 | 48 | 108 | 600 | 480 | 480 | 0,6 | 1,2 | 2,4 | 18000 | 3960 | 600 | | | |
| Drachttoeslag | 0,61 | 95 | 13,0 | 9,7 | 0,3 | 1,1 | 1,0 | 0,6 | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeidstoeslag | 1,18 | 85 | 1,1 | 0,1 | 0,6 | 9 | 15,5 | 24,8 | | | | | | | | | | | | | |
| Toeslag onderh. ivm arb. | 0,25 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veiligheidsfactor | | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | | | | |
| Totale behoefte | 7,02 | 565 | 49,5 | 35 | 12,8 | 52,1 | 37,1 | 73 | 140 | 780 | 624 | 624 | 0,8 | 1,6 | 3,1 | 18000 | 3960 | 600 | | | |
| berekening voorziening | | kg/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Graskuil middel | 10 | 4,50 | 500 | 31 | 22 | 13 | 168 | 13 | 65 | 50 | 2170 | 250 | 770 | 0,9 | 0,4 | 3,0 | 140000 | 700 | 100 | | |
| Wortelen | 1 | 1,40 | 70 | 5 | 4 | 8 | 31 | 3 | 1,3 | 10 | 90 | 50 | 35 | 0,2 | 0,5 | 0,0 | 200000 | 0 | 20 | | |
| Merriebrok | 1,5 | 1,38 | 173 | 16,7 | 8,6 | 5,7 | 18,8 | 47,0 | 11,3 | 45 | 255 | 293 | 165 | 2,1 | 0,6 | 1,7 | 31500 | 4500 | 338 | | |
| Totaal in rantsoen | 7 | 743 | 53 | 35 | 27 | 218 | 63 | 78 | 105 | 2515 | 593 | 970 | 3,2 | 1,5 | 4,7 | 371500 | 5200 | 458 | | | |
| dekkingsgraad | % | 104 | 131 | 106 | 99 | 209 | 418 | 170 | 106 | 75 | 322 | 95 | 155 | 404 | 91 | 150 | 2064 | 131 | 76 | | |

Voorbeeld 4; een zogende merrie op de wei, met merriebrok ter aanvulling op het gras.

| | | KWPN merrie, lactierend | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|-----|------|---------|---------|-------|--------|
| | | 600 kg LG | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 8 jaar (volwassen) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2e maand van de lactatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| berekening behoefte | | g/dag | | | | | | | | | mg/dag | | | | | | | IE/dag | | mg/dag |
| | | Ewpa | VREp | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Cu | Fe | Zn | Mn | Co | Se | I | vit A | vit D | vit E | |
| | Onderhoud | 4,98 | 365 | 24 | 16,8 | 9 | 30 | 12 | 48 | 138 | 750 | 600 | 600 | 0,6 | 1,8 | 3,0 | 18000 | 3960 | 600 | |
| | Melkproductie | 5,27 | 790 | 36 | 30,9 | 2,8 | 11,3 | 3,8 | 5,4 | | | | | | | | 18000 | | 600 | |
| | Veiligheidsfactor | | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | | | |
| | Totale behoefte | 10,25 | 1155 | 78 | 62 | 15 | 54 | 21 | 69 | 179 | 975 | 780 | 780 | 0,8 | 2,3 | 3,9 | 36000 | 3960 | 1200 | |
| berekening voorziening | | kg/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Gras, standwei | 80 | 15,2 | 2400 | 96 | 72 | 40 | 528 | 24 | 152 | 160 | 2960 | 640 | 2000 | 1,5 | 0,9 | 8,0 | 1920000 | 3200 | 4000 |
| | Merriebrok | 3 | 2,8 | 345 | 33,3 | 17,1 | 11,4 | 37,5 | 14,1 | 22,5 | 90 | 510 | 585 | 330 | 4,2 | 1,2 | 3,3 | 63000 | 9000 | 675 |
| | Totaal in rantsoen | 18,0 | 2745 | 129 | 89,1 | 51,4 | 566 | 38,1 | 175 | 250 | 3470 | 1225 | 2330 | 5,7 | 2,1 | 11,3 | 1983000 | 12200 | 4675 | |
| | dekkingsgraad | % | 175 | 238 | 166 | 144 | 336 | 1055 | 185 | 251 | 139 | 356 | 157 | 299 | 733 | 90 | 290 | 5508 | 308 | 390 |

Voorbeeld 5; een groeiend KWPN-hengstveulen met veulenbrok ter aanvulling van de kuil.

| KWPN Hengst, groeiend | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|-------|--------|--|
| 600 kg verwacht volwassen LG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 maanden oud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 372 kg LG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 545 g/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| berekening behoefte | g/dag | | | | | | | | | | mg/dag | | | | | | IE/dag | | mg/dag | |
| | Ewpa | VREp | Ca | P | Mg | K | Na | Cl | Cu | Fe | Zn | Mn | Co | Se | I | vit A | vit D | vit E | | |
| | 4,79 | 470 | 33,4 | 23,1 | 6,1 | 19,8 | 8,4 | 30,3 | 86 | 465 | 372 | 372 | 0,4 | 1,1 | 1,9 | 16740 | 7440 | 372 | | |
| Veiligheidsfactor | | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | | 372 | | |
| Totale behoefte | 4,8 | 470 | 43,4 | 30,0 | 7,9 | 25,7 | 10,9 | 39,4 | 111 | 605 | 484 | 484 | 0,5 | 1,5 | 2,4 | 16740 | 7440 | 744,0 | | |
| berekening voorziening | | kg/dag | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Graskuil grof | 10 | 4 | 350 | 29 | 20 | 12 | 154 | 10 | 61 | 40 | 1860 | 250 | 690 | 0,9 | 0,4 | 3,0 | 140000 | 700 | 100 | |
| Veulenbrok | 1 | 0,94 | 130 | 11,7 | 6,7 | 3,8 | 10,5 | 4,7 | 7,5 | 33 | 175 | 210 | 125 | 1,2 | 0,4 | 1,1 | 22500 | 3400 | 260 | |
| Totaal in rantsoen | 4,94 | 480 | 40,7 | 26,7 | 15,8 | 165 | 14,7 | 68,5 | 73 | 2035 | 460 | 815 | 2,1 | 0,9 | 4,1 | 162500 | 4100 | 360 | | |
| dekkingsgraad | % | 103 | 102 | 94 | 89 | 199 | 639 | 135 | 174 | 66 | 337 | 95 | 169 | 426 | 57 | 170 | 971 | 55 | 48 | |

Literatuurlijst

Literatuurlijst

- (1) G. Counotte, GD, persoonlijke mededeling. 2011.
- (2) Ciesla A, Palacz R, Janiszewska J, Skórka D. Total protein, selected protein fractions and chemical elements in the colostrum and milk of mares. *Archiv Tierzucht* 2011; 1:1-6.
- (3) COMV. Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten. 2005.
- (4) CVB. Het EW-pa en VREp systeem, CVB documentatierapport nr. 31. 2004.
- (5) CVB. Tabellenboek Veevoeding 2010. 2010.
- (6) Cymbaluk NF, Smart ME. A review of possible metabolic relationships of copper to equine bone disease. *Equine Veterinary Journal* 1993; Supplement 16:19-26.
- (7) De Haan K. Alarmfase magnesium ingeluid! *De Hippische Ondernemer* 2008; HO1:18-20.
- (8) DLG. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere nr. 2. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. DLG Verlag; 1994.
- (9) Doorn DAV, Everts H, Wouterse H, Beynen AC. The apparent digestibility of phytate phosphorus and the influence of supplemental phytase in horses. *Journal of Animal Science* 2004; 82(6):1756-1763.
- (10) Doorn DAV, Everts H, Wouterse H, Homan S, Beynen AC. Influence of high phosphorus intake on salivary and plasma concentrations, and urinary phosphorus excretion in mature ponies. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2011; 95:154-160.
- (11) Doorn DAV, Spek MEvd, Everts H, Wouterse H, Beynen AC. The influence of calcium intake on phosphorus digestibility in mature ponies. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2004; 88(11-12):412-418.
- (12) Ellis AD. Osteochondrosis in relation to feeding. Lelystad: Praktijkonderzoek Veehouderij; 2001.
- (13) Grace ND, Pearce SG, Firth EC, Fennessy PF. Content and distribution of macro- and micro-elements in the body of pasture-fed young horses. *Australian Veterinary Journal* 1999; 77:172-176.
- (14) Hallebeek JM. Magnesiumonderzoek. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 2009; 134(24):1036.
- (15) Harrington DD. Pathologic features of magnesium deficiency in young horses fed purified rations. *American Journal of Veterinary Research* 1974; 35(4):503-513.
- (16) Harrington DD. Influence of magnesium deficiency on horse foal tissue concentrations of Mg, calcium and phosphorus. *British Journal of Nutrition* 1975; 34:45-57.
- (17) Harris PA, Mair TS, Slater JD, Green RE, editors. Feeding and management advice for 'tying up'/azoturia/Monday morning disease/equine rhabdomyolysis syndrome. Harrogate: Equine Veterinary Journal Ltd; 2005.
- (18) Harris PA, Marlin DJ, Scott CM, Harris RC, Mills PC, Michell AR et al. Electrolyte and total protein changes in nonheat acclimated horses performing treadmill exercise in cool (20 °C/40% RH), hot, dry (30 °C/40% RH) or hot, humid (30 °C/80% RH) conditions. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 20:85-96.
- (19) Kavazis AN, Kivipelto J, Ott EA. Supplementation of broodmares with copper, zinc, iron, manganese, cobalt, iodine, and selenium. *Journal of Equine Veterinary Science* 2011; 22:460-464.
- (20) Martuzzi F, Summer A, Formaggioni P, Mariani P. Milk of Italian Saddle and Haflinger nursing mares: physico-chemical characteristics, nitrogen composition and mineral elements at the end of lactation. *Italian Journal of Animal Science* 2004; 3:293-299.
- (21) Matsui A, Osawa T, Fujikawa H, Asai Y, Matsui T, Yano H. Estimation of total sweating rate and mineral loss through sweat during exercise in 2-years old horses at coll ambient temperature. *Journal of Equine Science* 2002; 13(4):109-112.
- (22) Matsui A, Osawa T, Fujikawa H, Asai Y, Matsui T, Yano H. Estimation of total sweating rate and mineral loss through sweat during exercise in 2-years old horses at coll ambient temperature. *Journal of Equine Science* 2002; 13(4):109-112.
- (23) Matsui A, Osawa T, Fujikawa H, Asai Y, Matsui T, Yano H. Relationship between the total sweating rate and the unit area sweating rate at the neck during exercise in horses. *Journal of Equine Science* 2003; 14(1):1-3.
- (24) Mcconaghy FF, Hodgson DR, Evans DL, Rose AI. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 18:285-288.

- (25) McConaghy FF, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ. Effect of two types of training on sweat composition. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 18:285-288.
- (26) McConaghy FF, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ. Effect of two types of training on sweat composition. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 18:285-288.
- (27) McConaghy FF, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ. Equine sweat composition: effects of adrenaline infusion, exercise and training. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 20:158-164.
- (28) McCutcheon LJ, Geor RJ. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs. hot ambient conditions: implications for ion supplementation. *Equine Veterinary Journal* 1996; S 22:54-62.
- (29) McCutcheon LJ, Geor RJ. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs. hot ambient conditions: implications for ion supplementation. *Equine Veterinary Journal* 1996; S 22:54-62.
- (30) McCutcheon LJ, Geor RJ, Ecker GL, Lindinger MI. Equine sweating responses to submaximal exercise during 21 days of heat acclimation. *Journal of Applied Physiology* 1999; 87:1843-1851.
- (31) McCutcheon LJ, Geor RJ, Hare MJ, Ecker GL, Lindinger MI. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Veterinary Journal* 1995; S 20:153-157.
- (32) Meyer H, Ahlswede L. Über das intrauterine Wachstum und die Körperzusammensetzung von Fohlen sowie den Nährstoffbedarf tragender Stuten. *Übersichten zur Tierernährung* 1976; 4:263-292.
- (33) NRC. *Nutrient Requirements of Horses*. 1989.
- (34) NRC. *Mineral tolerance of domestic animals*. Washington D.C., VS: National Academy Press; 2005.
- (35) NRC. *Nutrient Requirements of Horses*. National Academic Press; 2007.
- (36) *Praktijkonderzoek Veehouderij. Merries - voeren - veulens*. 1 ed. Lelystad: Praktijkonderzoek Veehouderij; 2001.
- (37) Puls R. *Mineral Levels in Animal Health*. Sherpa Int., B.C., Canada: 1989.
- (38) Puls R. *Mineral Levels in Animal Health*. Sherpa Int., B.C., Canada: 1989.
- (39) Ronéus BO, Hakkarainen RVJ, Lindholm CA, Työppönen JT. Vitamine E requirements of adult Standardbred horses evaluated by tissue depletion and repletion. *Equine Veterinary Journal* 1986; 18:50-58.
- (40) Schryver HF, Hintz HF, Lowe JE, Hintz RL, Harper RB, Reid JT. Mineral composition of the whole body, liver and bone of young horses. *Journal of Nutrition* 1974; 104:126-132.
- (41) Summer A, Sabbioni A, Formaggioni P, Mariani P. Trend in ash and mineral element content of milk from Haflinger nursing mares throughout six lactation months. *Livestock Production Science* 2004; 88:55-62.

Bijlage 1. Vergelijking per mineraal, sporenelement en vitamine van de normen in NRC 1989 en NRC 2007.

Verschillen tussen NRC Horses 1989 (33) en 2007 (35)

1. Macromineralen

1.1 Algemeen

De melkproductie werd in de NRC 1989 berekend als een factor x het lichaamsgewicht van de merrie, verdeeld over twee stadia (geboorte – 3 maanden lactatie en >3 maanden lactatie) en binnen elk van deze stadia verdeeld over twee gewichtsklassen (200 resp. 400-900 kg LG). In de NRC 2007 wordt de melkproductie nog steeds berekend als een factor x het lichaamsgewicht, maar deze factor neemt per lactatiemaand af (van 0,0326 (direct na de geboorte) tot 0,0218 (6 maanden lactatie)).

De zweetproductie is afhankelijk van de zwaarte van de arbeid. De NRC 2007 berekent dit met de formule: zweetproductie = a x LG. De factor a is 0,0025 (licht), 0,005 (gemiddeld), 0,01 (zwaar) of 0,02 (zeer zwaar).

1.2 Calcium

Hoewel er nieuwe gegevens zijn over de endogene verliezen en de werkelijke verteerbaarheid van Ca, leidt dit in NRC 2007 nauwelijks tot een stijging van berekende onderhoudsbehoefte ten opzichte van NRC 1989. De onderhoudsnorm blijft dan ook ongewijzigd op 0,04 g x kg LG. Op basis van twee studies (hoger endogeen fecaal Ca-verlies, 36 mg/kg LG i.p.v. 20 mg/kg LG; meer groei en Ca-retentie bij het voeren van een rantsoen met 0,48 i.p.v. 0,32% Ca) is in 2007 besloten de Ca-norm van groeiende veulens te verhogen. Deze norm wordt nu berekend met de formule $0,072 \text{ g} \times \text{kg LG} + 32 \times \text{gemiddelde groei per dag (kg)}$ ⁸. De norm voor drachtige merries is in beginsel niet aangepast, alleen is er een extra norm voor maand 7 en 8 van de dracht toegevoegd. De norm wordt nu uitgedrukt per kg LG en berekend met de formules $0,056 \text{ g} \times \text{kg LG}$ (maand 7 en 8) respectievelijk $0,072 \text{ g} \times \text{kg LG}$ (maand 9 t/m 11 van de dracht). De norm voor lacterende merries is grotendeels ongewijzigd gelaten. De schatting van het Ca-gehalte in de melk is iets hoger geworden. De formules zijn nu: geboorte – 3 maanden lactatie ($0,04 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,032 \times \text{kg LG} \times 2,4\text{g}$); 4-5 maanden lactatie: ($0,04 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,026 \times \text{kg LG} \times 1,6\text{g}$); > 5 maanden lactatie: ($0,04 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,020 \times \text{kg LG} \times 1,6\text{g}$). Voornamelijk bij jonge, groeiende paarden verhoogt arbeid de Ca-behoefte. Door de NRC werd in 2007 echter aangenomen dat deze hogere behoefte gedekt wordt door de inmiddels verhoogde Ca-normen voor groei (zie boven). De normen voor volwassen, werkende paarden zijn uitgesplitst naar licht werk ($0,06 \text{ g/kg LG}$) en gemiddeld werk ($0,07 \text{ g/kg LG}$).

1.3 Fosfor

De onderhoudsnorm voor P is in 2007 ongewijzigd gelaten. Voor groeiende paarden zijn de endogene verliezen hoger ingeschat dan in 1989. De norm wordt nu berekend met de formule: ($0,04 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($17,8 \times \text{groei per dag (kg)}$). Ook voor P wordt nu een aparte norm voor 7 en 8 maanden dracht aangehouden: $0,04 \text{ g} \times \text{kg LG}$. Voor 9 t/m 11 maanden dracht is de norm $0,0525 \text{ g} \times \text{kg LG}$. De P-normen voor lactatie zijn in beginsel ongewijzigd gelaten. In formule: geboorte – 3 maanden lactatie: ($0,022 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,032 \times \text{kg LG} \times 1,67 \text{ g}$); 4-5 maanden lactatie: ($0,022 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,026 \times \text{kg LG} \times 1,11 \text{ g}$); > 5 maanden lactatie: ($0,022 \text{ g} \times \text{kg LG}$) + ($0,020 \times \text{kg LG} \times 1,11 \text{ g}$). Voor de P-behoefte van jonge, werkende paarden geldt - net als voor Ca - dat deze wordt gedekt door de verhoogde norm voor groei. Voor volwassen, werkende paarden zag men in 2007 geen reden om de norm aan te passen t.o.v. die van 1989.

⁸ De factor 0,072 was in 1989 0,04.

1.4 Magnesium

De Mg-norm voor onderhoud is in 2007 ongewijzigd gelaten (0,015 g x kg LG). Ook voor een groeiend, niet-werkend paard zijn de normen onveranderd: 0,015 g x kg LG + 1,25 x groei per dag (kg). Hoewel er weinig (geen?) informatie beschikbaar is over de Mg-behoefte van merries die 7-8 maanden drachtig zijn, is in 2007 een licht verhoogde behoefte aangenomen (0,0152 g x kg LG). Voor 9-11 maanden dracht is die behoefte nog weer iets hoger ingeschat, nl. 0,0153 g x kg LG. De aangenomen Mg-gehalten in de melk en de werkelijke Mg-absorptie zijn in beginsel gelijk gebleven (0,09 resp. 0,045 g Mg/L melk tot en met lactatiemaand 5, 40% absorptie). Voor werkende paarden is de Mg-norm aangepast aan de zwaarte van het werk en wordt nu uitgedrukt op basis van het lichaamsgewicht i.p.v. de verteerbare energieopname. In formule: 0,019 x LG en 0,023 x LG voor resp. licht en gemiddeld werk en 0,03 x LG voor zwaar en zeer zwaar werk.

1.5 Kalium

De K-norm voor onderhoud is ongewijzigd gebleven (0,05 x LG). Terwijl in 1989 de K-behoefte afhankelijk werd gesteld van verteerbare energieopname, is in 2007 gekozen voor een formule op basis van lichaamsgewicht en zweetproductie. In formule: (0,05 x LG) + (1,4/0,5 x zweetproductie). Bij drachtige merries wordt de K-behoefte eveneens niet meer op basis van de verteerbare energie uitgedrukt, maar op basis van het lichaamsgewicht. Alleen voor de 9^e tot en met de 11^e maand van de dracht wordt een verhoogde behoefte aangenomen (0,0517 x kg LG). De K-norm voor lactatie is niet wezenlijk veranderd. Tot en met 3 maanden lactatie wordt de behoefte berekend met (0,05 x kg LG) + (kg melk x 0,7/0,5), voor de rest van de lactatie met (0,05 x LG) + (kg melk x 0,4/0,5).

1.6 Natrium

Waar de NRC 1989 een Na-gehalte in het voer van 0,10% (onderhoud, dracht, lactatie, groei) resp. 0,30% (arbeid) adviseerde, heeft de NRC 2007 gekozen voor een berekening op basis van lichaamsgewicht en (bij arbeid) zweetproductie. Voor onderhoud wordt de Na-behoefte berekend met de formule: 0,02 x LG. Voor werkende paarden is de Na-norm afhankelijk van de zwaarte van de arbeid. In formule: 0,02 x LG + 3,1 x zweetproductie. Voor groeiende paarden wordt (0,02 x LG) + (1,0 x kg groei/dag) aangehouden. Bij drachtige merries wordt alleen in de laatste drie maanden van de dracht een licht verhoogde norm t.o.v. onderhoud aangehouden (0,022 x LG). De norm voor lacterende merries is 0,02 x LG + melkproductie x 0,17 (eerste drie maanden van de lactatie) resp. 0,02 x LG + melkproductie x 0,14 (rest van de lactatie).

1.7 Chloor

Aangezien de NRC 1989 geen norm voor Cl geeft, kan er geen wijziging van NRC 2007 t.o.v. NRC 1989 besproken worden.

2. Sporenelementen

2.1 IJzer

Aangezien er nog steeds geen gegevens beschikbaar zijn over de endogene Fe-verliezen, is een factoriële schatting van de Fe-behoefte onmogelijk. De normen uit 1989 zijn ongewijzigd overgenomen.

2.2 Jodium

Uit I-deficiëntieverschijnselen bij veulens die rantsoenen met < 0,2 mg I/kg DS kregen, en die te behandelen waren met extra I, zijn twijfels gerezen of de ondergrens van de het normbereik van 0,1 mg I/kg DS (1989) wel toereikend is. Daarom is in 2007 besloten om het gemiddelde van het in 1989 opgegeven normbereik (0,1-0,6 mg I/kg DS) aan te houden. Derhalve

is de minimumnorm op 0,35 mg l/kg DS gesteld. Alleen voor drachtige merries in het laatste trimester van de dracht wordt een nog iets hoger gehalte (0,4 mg l/kg DS) aangehouden.

2.3 Kobalt

In 1989 werd de grens voor Co op 0,1 mg/kg DS gesteld. Aangezien herkauwers pas deficiëntieverschijnselen gaan vertonen bij gehalten tussen 0,04 en 0,07 mg/kg DS, en omdat paarden minder gevoelig zijn voor een Co-deficiëntie, heeft de NRC in 2007 besloten de grens min of meer willekeurig op 0,05 mg/kg DS te stellen.

2.4 Koper

De Cu-norm uit 1989 (10 mg Cu/kg DS) wordt ongewijzigd gelaten. Er zijn geen aanwijzingen dat hogere gehalten in het rantsoen positieve effecten hebben. Alleen in de laatste drie maanden van de dracht wordt 12,5 mg/kg DS aangehouden.

2.5 Mangaan

Aangezien er geen nieuwe gegevens zijn die er op wijzen dat de norm van 40 mg Mn/kg DS (1989) onvoldoende is, is deze norm in 2007 ongewijzigd gebleven.

2.6 Selenium

Voor Se geeft de NRC 1989 een minimumnorm van 0,1 mg/kg DS. Er zijn zowel gegevens die erop wijzen dat paarden met iets meer dan de helft van deze norm toe kunnen zonder Se-deficiëntie te ontwikkelen, als gegevens die aangeven dat veulens meer antilichamen tegen influenza aanmaken als aan de merries 3 mg Se/dag in plaats van 1 mg Se/dag gegeven wordt. De norm uit 1989 werd daarom in 2007 ongewijzigd gelaten.

2.7 Zink

Er zijn geen experimentele gegevens die aangeven dat er gedurende langere tijd minder dan 40 mg Zn/kg DS aan paarden verstrekt kan worden. Deze norm uit 1989 werd dan ook in 2007 aangehouden.

3. Vitaminen

3.1 Vitamine A

De onderhoudsnorm voor vitamine A wordt al zeventig jaar ongewijzigd aangehouden op 30 IE/kg LG. De norm voor groei is ongewijzigd gelaten op 45 IE/kg LG, hoewel de NRC 2007 zelf aangeeft dat de norm voor groei decennialang op 40 IE/kg LG heeft gestaan en in 1989 plotseling, om onduidelijke redenen, verhoogd is van 40 naar 45 IE/kg LG. Ook voor drachtige en lacterende merries (60 IE/kg LG) en werkende paarden (45 IE/kg LG) zijn de normen niet gewijzigd. Wel zijn er enkele studies die een hogere behoefte suggereren, maar die kennen nogal wat methodologische bezwaren.

3.2 Vitamine D

Voor vitamine D zijn er nauwelijks experimentele resultaten. In feite wordt ervan uitgegaan dat paarden die geregeld in de zon lopen geen vitamine D via het voer nodig hebben. De norm voor alle categorieën, behalve groeiende paarden, wordt dan ook al decennialang op 6,6 IE/kg LG gehouden. Voor groeiende paarden die niet in de zon komen worden als grove richtlijnen (IE/kg LG) 22,2 (0-6 maanden), 17,4 (7-12 maanden), 15,9 (13-18 maanden) en 13,7 (19-24 maanden) opgegeven⁹.

⁹ Deze opgaven in de tekst van de NRC 2007 (blz. 114) stemmen niet geheel overeen met die in de rekenregels op blz. 291 en 292 van dezelfde uitgave.

3.3 Vitamine E

De normen voor onderhoud (1,0 IE/kg LG), groei (2,0 IE/kg; “meer dan voldoende”) en dracht (1,0 IE/kg LG) zijn ongewijzigd aangehouden. Hoewel er gerapporteerd is dat IgG-titers van veulens van zogende merries die 160 i.p.v. 80 IE/kg DS kregen (± 4 i.p.v. 2 IE/kg LG) was dit niet voldoende om de norm van 2,0 IE/kg LG voor zogende merries aan te passen. Ook de normen voor werkende paarden (1,6 IE/kg LG (licht werk); 1,8 IE/kg LG (gemiddeld werk); 2,0 IE/kg LG (zwaar en zeer zwaar werk)) zijn ongewijzigd gelaten, hoewel literatuurgegevens er op lijken te wijzen dat hogere doses soms positieve effecten kunnen hebben.

Bijlage 2. Literatuurgegevens over de samenstelling van paardenmelk

Tabel A De samenstelling van paardenmelk (in mg/L)

| Summer et al. 2004 (41) | | | | Ciésla et al. 2009 (2) | | Martuzzi et al. 2004 (20) | |
|--------------------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------|
| Ca | | DLG (8) | NRC 2007 (35) | Ca | | Ca | |
| 4 d pp | 1240 | | | Biest | 1089 Geboorte | | |
| 30 d pp | 984 1 maand | | | 30 d pp | 869 1 maand | 19 d pp | 1129 |
| | | 1e mnd | 1200 | | | | |
| 60 d pp | 787 2 mnd | | | 60 d pp | 710 2 maanden | | |
| | | 2e mnd | 1000 | | | | |
| 90-150 d pp | 622 3-5 mnd | 3e-5e mnd | 800 | 90-150 d pp | 584 | 3e-5e mnd | |
| | | | 1200 < 4 mnd | | | | 185 d pp 544 6 mnd |
| | | | 800 v.a. 4 mnd | | | | |
| P | | | | | | P | |
| 4 d pp | 704 | | | | | 19 d pp | 613 |
| 30 d pp | 520 1 maand | 1e mnd | 730 | | | | |
| | | | | | | | |
| 60 d pp | 429 2 mnd | 2e mnd | 600 | | | | |
| | | 3e-5e mnd | 500 | | | | |
| 90-150 d pp | 431 3-5 mnd | | 750 < 4 mnd | | | | 185 d pp 325 6 mnd |
| | | | 500 v.a. 4 mnd | | | | |
| Mg | | | | Mg | | Mg | |
| 4 d pp | 104 | | | Biest | 181 Geboorte | | |
| 30 d pp | 80 1 maand | | | 30 d pp | 57 1 maand | 19 d pp | 84 |
| | | 1e mnd | 90 | | | | |
| | | | | | | | |
| 60 d pp | 65 2 mnd | 2e mnd | 60 | 60 d pp | 54 2 maanden | | |
| | | 3e-5e mnd | 50 | | | | |
| 90-150 d pp | 55 3-5 mnd | | 90 < 6 mnd | 90-150 d pp | 46 | 3e-5e mnd | |
| | | | 45 v.a. 6 mnd | | | | 185 d pp 44 6 mnd |

Tabel A Literatuurgegevens over de samenstelling van paardenmelk (in mg/L) (vervolg)

| Summer et al. 2004 (41) | | | | Martuzzi et al. 2004 (20) | | | |
|--------------------------------|-----|----------------|-------------|----------------------------------|----------------|-----------|-----------|
| Na | | DLG (8) | | NRC 2007 (35) | | Na | |
| 4 d pp | 297 | | | | | 19 d pp | 204 |
| 30 d pp | 224 | 1 maand | | | | | |
| | | | 1e maand | 230 | | | |
| 60 d pp | 199 | 2 maanden | | | | | |
| | | | 2e maand | 190 | | | |
| 90-150 d pp | 170 | 3-5 mnd | 3e-5e maand | 150 | 170 < 4 mnd | | |
| | | | | | 140 v.a. 4 mnd | 185 d pp | 245 6 mnd |
| K | | | | K | | | |
| 4 d pp | 773 | | | | | | |
| 30 d pp | 570 | 1 maand | | | | 19 d pp | 608 |
| | | | 1e maand | 700 | | | |
| 60 d pp | 467 | 2 maanden | | | | | |
| | | | 2e maand | 500 | | | |
| 90-150 d pp | 411 | 3-5 mnd | 3e-5e maand | 400 | 700 < 4 mnd | | |
| | | | | | 400 v.a. 4 mnd | 185 d pp | 413 6 mnd |
| Cl | | | | | | | |
| 4 d pp | 279 | | | | | | |
| 30 d pp | 182 | 1 maand | | | | | |
| | | | 1e maand | 350 | | | |
| 60 d pp | 186 | 2 maanden | | | | | |
| | | | 2e maand | 300 | | | |
| 90-150 d pp | 173 | 3-5 mnd | 3e-5e maand | 300 | | | |

Tabel A Literatuurgegevens over de samenstelling van paardenmelk (in mg/L) (vervolg)

| Ciésla et al. 2009 (2) | | DLG (8) | Kavazis et al. 2002 (19) | |
|------------------------|---------------|-------------|--------------------------|----------------|
| Zn | | | | Zn |
| Biest | 5,1 Geboorte | | 1 d pp | 2,8 Geboorte |
| 30 d pp | 1,6 1 maand | | 28 d pp | 1,7 1 maand |
| | | 1e maand | | |
| | | 2,5 | | |
| 60 d pp | 1,7 2 maanden | | 56 d pp | 1,9 2 maanden |
| | | 2e maand | | |
| | | 2,0 | | |
| 90-150 d pp | 2,0 | 3e-5e maand | 84-112 d | 1,8 |
| | | | | |
| | | | Cu | |
| | | | | Geboorte |
| | | | 1 d pp | 1,09 |
| | | | 28 d pp | 0,38 1 maand |
| | | 0,45 | | |
| | | | 56 d pp | 0,33 2 maanden |
| | | 0,26 | | |
| | | 0,20 | 84-112 d pp | 0,29 |

Bijlage 3 Mineralen aanzet tijdens de dracht

Het verloop van de Ca-aanzet bij foeten van drachtige paarden, waarmee zowel DLG als NRC rekenen, is gebaseerd op de gegevens uit een artikel van Meyer en Ahlswede uit 1976 (32).

De NRC (2007) merkt op dat de hoge Ca-aanzet in maand 10 van de dracht “verdacht” is. Als verklaring voor de lagere aanzet in de laatste maand van dracht wordt verwezen naar een mogelijke analogie met het rund. Echter, de Handleiding mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten (3) laat duidelijk zien dat de Ca-aanzet oploopt naarmate de dracht vordert. Nadere bestudering van het artikel van Meyer en Ahlswede (32) brengt aan het licht dat hier iets bijzonders aan de hand is. De gegevens in het artikel van Meyer en Ahlswede zijn afkomstig van geaborteerde veulens. Bij de indeling in leeftijdsklassen blijkt dat de veulens op de verschillende tijdstippen niet altijd normaal gegroeid zijn.

Tabel B. Vergelijking van de gewichten van de geaborteerde veulens vlg. Meyer en Ahlswede (32) met het groeiverloop van veulens tijdens de dracht, zoals opgegeven door Meyer en Ahlswede (31) en de NRC (34).

| Groep | n | Gemiddelde leeftijd dagen | Einde van maand | Gewicht van de geaborteerde veulens (kg) | Gewicht formule M&A ^a (kg) | Gewicht formule NRC ^b (kg) |
|-------|---|---------------------------|-----------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 5 | 205 +/- 10 | 7 | 7.9 +/- 2.9 | 7.5 | 9.3 |
| 2 | 4 | 236 +/- 9 | 8 | 12.9 +/- 5.2 | 16.6 | 15.5 |
| 3 | 4 | 274 +/- 10 | 9 | 29.0 +/- 4.8 | 26.9 | 26.3 |
| 4 | 7 | 301 +/- 5 | 10 | 31,5 +/- 7.9 | 40.0 | 36.7 |
| 5 | 5 | 333 +/- 12 | 11 | 52.6 +/- 7.7 | 53.6 | 52.6 |

^a: Volgens Meyer en Ahlswede, 1976.

^b: Gewicht op dag 333 gesteld op 52,6 kg en procentueel terug gerekend.

De geaborteerde veulens zijn aan het einde van maand 8 en maand 10 gemiddeld lichter dan bij een normale ontwikkeling en waarschijnlijk achtergebleven in groei (Tabel B). Bovendien zijn in groep 4 zowel het eiwit %, de verhouding water:eiwit en het Ca- en P-gehalte afwijkend van die aan het einde van maand 9 en 11 (Tabel C).

Tabel C. Gehalten aan droge stof (DS), ruw eiwit (RE), calcium en fosfor, evenals de verhouding water:eiwit en Ca:P in veulens aan het eind van de diverse maanden van de dracht volgens de publicatie van Meyer en Ahlswede (32).

| Groep | Einde van maand | DS % | RE % in DS | Verhouding water:eiwit | Ca (g/kg DS) | P (g/kg DS) | Ca:P verh. |
|----------|-----------------|-------------|-------------|------------------------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 7 | 17,5 | 59,3 | 8,52 | 59,9 | 34,5 | 1,74 |
| 2 | 8 | 19,9 | 60,4 | 4,80 | 65,0 | 32,2 | 2,02 |
| 3 | 9 | 23,8 | 61,9 | 5,03 | 64,8 | 35,7 | 1,82 |
| 4 | 10 | 26,2 | 58,6 | 3,42 | 75,6 | 39,2 | 1,93 |
| 5 | 11 | 27,3 | 62,6 | 4,14 | 66,5 | 35,5 | 1,87 |

Op basis het geschatte lichaamsgewicht volgens de formule van Meyer en Ahlswede (of de door NRC gehanteerde formule) en de gehalten in Tabel C wordt berekend wat de aanzet aan Ca en P is. Wat betreft Ca zorgt de combinatie van een hoog Ca-gehalte aan het einde van maand 10 met een “normaal” lichaamsgewicht (volgens de formule) voor een extreem hoge Ca/aanzet in maand 10 (38% van de totale hoeveelheid Ca bij de geboorte zou in die maand worden aangezet). Verder is van belang op te merken dat de *oorspronkelijke* gegevens van Meyer en Ahlswede (32) wat betreft gehalten en gewichten juist aangeven dat in de laatste maand van de dracht ca. 34 % wordt aangezet i.p.v. de aangegeven 18%!

Daarnaast is het interessant op te merken dat er in de publicatie ook een tabel staat met de gewichtsonwikkeling van de metacarpus bij het veulen. Hieruit is te berekenen dat dit bot veel gelijkmatiger groeit: 8^{ste} maand 22%, 9^{de} maand 21%, 10^{de} maand 26 % en 11^{de} maand 26%. Dit zegt overigens niets over de mate van mineralisatie.

Conclusie

De Ca-aanzet tijdens de dracht is gebaseerd op gegevens bepaald bij geaborteerde veulens. De (gewicht-) ontwikkeling van een aantal van deze veulens lijkt af te wijken van het normale verloop. De combinatie van de gevonden gehalten in geaborteerde veulens en een model-groecurve leiden tot uitkomsten die niet erg fysiologisch lijken en die we niet kennen bij andere diersoorten.

Dezelfde problematiek geldt ook voor P, Mg, Na, en K.

Oplossing

Bij gebrek aan verdere informatie wordt de volgende pragmatische afleiding voor de Ca-aanzet in het veulen tijdens de dracht voorgesteld:

- Het Ca-gehalte in de DS vertoont maar een geringe variatie en bedraagt ongeveer 66 g/kg DS.
- Het DS-gehalte vertoont meer variatie, maar voor de zekerheid wordt de hoogste waarde aangehouden (27%).
- Daarom wordt het Ca-gehalte in het veulen $66 \times 0,27 = 18$ g Ca /kg. Deze waarde is misschien voor de maanden 7 en 8 wat aan de hoge kant.
- De combinatie van het gewichtsverloop van het veulen volgens de CVB-formule en dit Ca-gehalte geeft dan de Ca- aanzet in de veulens tijdens de dracht.

In Tabel D wordt het resultaat van deze berekingswijze vergeleken met de normen van de NRC (2007), uitgedrukt in een Ca aanzet in het veulen in mg per kg lichaamsgewicht van de merrie. Het verloop van de Ca aanzet tijdens de dracht bij de NRC wisselt wel erg abrupt bij de overgang van maand acht naar maand negen van de dracht. Mede naar analogie van de kennis bij andere diersoorten, wordt een meer geleidelijke toename van de Ca-aanzet (zoals nu berekend volgens CVB 2012) als een beter bij de fysiologie aansluitende benadering gezien.

Tabel D. Vergelijking van de Ca aanzet volgens CVB 2012 en NRC 2007.

| Maand | % gewichtstoename ^a | Ca aanzet in het veulen in mg /kg LG merrie ^b | |
|-------|--------------------------------|--|----------|
| | | CVB 2012 | NRC 2007 |
| 7 | ? | ? | 8 |
| 8 | 10 | 5.5 | 8 |
| 9 | 18 | 9.8 | 16 |
| 10 | 23 | 12.5 | 16 |
| 11 | 30 | 16.3 | 16 |

^a: Als % van geboortegewicht (CVB rapport 31, Tabel 14 (4)).

^b: Uitgaande van een merrie 600 kg en een geboortegewicht van 54,6 kg en 18 g Ca / kg veulen.

De aanzet van de andere relevante mineralen wordt op dezelfde wijze berekend als die voor Ca. De uitkomsten van deze berekening zijn weergegeven in Tabel E.

Tabel E. Gehalten in de foeten in g per kg lichaamsgewicht.

| Mineraal | Berekend ^a | In veulen pre partum ^b | In pas geboren veulens (DLG 1994) |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ca | 17,82 | 18,0 | 18,2 |
| P | 9,3 | 9,6 | 9,7 |
| Mg | 0,38 | 0,38 | 0,38 |
| Na | 2,4 | 1,9 | 1,9 |
| K | 2,2 | 1,9 | 1,9 |

^a: Berekend als gemiddelde gehalte in de DS (27% DS).

^b: Tabel 7 van Meyer en Ahlswede, 1976.

De getallen in de tweede en derde kolom zijn heel goed vergelijkbaar met de waarden in de vierde kolom. De mineralen aanzet tijdens de dracht wordt nu als volgt berekend:

$$[F08] \quad NB_{\text{dracht}} (\text{mineraal}) (\text{g/d}) = LG_{t=0} * VS (\text{mineraal}) * VO (\text{mineraal, maand}) / (100 * 30.5) * (1 + (TAV/100) (\text{mineraal}))$$

Waarbij:

$NB_{\text{dracht}} (\text{mineraal})$ = de netto behoefte

$LG_{t=0}$ = het geboortegewicht

$VS(\text{mineraal})$ = veulensamenstelling (g/kg, zie Tabel 7)

$VO(\text{mineraal, maand})$ = vruchtontwikkeling (% , zie Tabel 9)

$TAV(\text{mineraal})$ = toeslag adnexa en vruchtwater (% , zie Tabel 10).

Bijlage 4 Magnesium

De laatste jaren is er in Nederland een discussie geweest over de Mg-voorziening van paarden. Met name voor sportpaarden zou de Mg-voorziening in de praktijk te wensen overlaten. Helaas is hierover nog geen publicatie in een wetenschappelijk tijdschrift verschenen, zodat de onderzoeksgegevens niet op waarde geschat kunnen worden. Wel zijn er in vaktijdschriften artikelen over deze materie gepubliceerd, die nogal alarmerend getoonzet waren (7). Deze artikelen zijn gebaseerd op onderzoek dat zich toespitste op Mg-gehalten in het bloed. Deze waren bij zieke paarden laag in vergelijking met de referentiewaarden. Het probleem bij bepalingen van Mg-gehalten in het bloed is echter dat het Mg-gehalte in het bloed direct daalt als een paard minder gaat eten. Het Mg-gehalte in het bloed zal dus waarschijnlijk in de meeste gevallen niet zijn gedaald doordat het voer te weinig Mg bevatte, maar doordat zieke paarden gewoonweg slecht aten. Deze interactie maakt het Mg-gehalte in het bloed erg variabel, en niet of nauwelijks geschikt als status-indicator voor Mg. Eventuele overmaten worden in de urine uitgescheiden. Hier is volgens GD in Deventer de variatie echter nog extremer, en een individueel urinemonster is dan ook onbruikbaar als indicator voor de Mg-voorziening van paarden (1).

Als norm voor het Mg-gehalte in het voer werd gerefereerd aan de publicatie van Puls (14;37) Hierin wordt een gehalte van 0,39 % Mg in het rantsoen vermeld als adequaat, terwijl een gehalte van 0,0007 % Mg in het rantsoen als deficiënt wordt aangeduid. Bij de tussenliggende aanduiding "marginaal" wordt geen waarde vermeld¹⁰. Deze indeling blijkt te berusten op twee voerproeven van Harrington met veulens op synthetische rantsoenen, al dan niet aangevuld met Mg¹¹ (15;16). Bij nadere beschouwing van de oorspronkelijke publicaties van Harrington valt iets opmerkelijks op. Puls spreekt over 0,39 resp. 0,0007% Mg, ofwel 3900 resp. 7 mg Mg/kg. In de publicaties van Harrington is echter geen sprake van gehalten van 3900 en 7 mg/kg, maar van gehalten van 390 en 7 mg Mg/kg. De conclusie kan dan ook niet anders luiden dan dat Puls een cruciale fout heeft gemaakt bij het weergeven van zijn "adequate" Mg-gehalte. Dit gehalte moet een factor tien lager zijn om een correcte weergave van de publicaties van Harrington te zijn.

Tabel D. Vergelijking van de Mg-"norm" zoals opgegeven door Puls (38), DLG (8), NRC (35) en CVB (dit document)

| | kg LG | | |
|-------------|--------------------------|------|-------|
| | 200 | 400 | 600 |
| Bron | onderhoud (g/dag) | | |
| Puls | 18 | 37 | 55 |
| DLG | 4,0 | 8,0 | 12,0 |
| NRC | 3 | 6 | 9 |
| CVB * | 3,9 | 7,8 | 11,7 |
| | arbeid (g/dag) | | |
| Puls | 18 | 37 | 55 |
| DLG | 4-5 | 8-11 | 13-15 |
| NRC | 4-6 | 8-12 | 11-18 |
| CVB* | 4-6 | 8-11 | 12-17 |

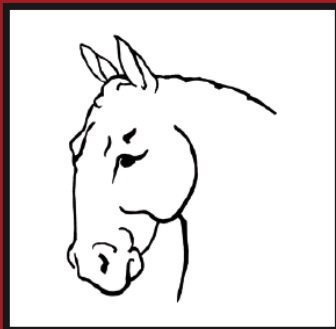
*Inclusief veiligheidsfactor van 1,3.

¹⁰ Deze indeling is te grofmazig om praktisch bruikbaar te zijn.

¹¹ Het is de vraag in hoeverre gegevens van groeiende veulens op synthetische rantsoenen te gebruiken zijn voor paarden in ander fysiologische stadia en op normale rantsoenen. Eventuele hieruit voortvloeiende verschillen zullen echter waarschijnlijk in het niet vallen bij de hier geconstateerde fout.

Zoals al opgemerkt (14) ligt de waarde van 0,39% (ofwel 3,9 g/kg) uitzonderlijk hoog ten opzichte van wat internationaal gangbaar is. In Tabel D is een vergelijking van de diverse “normen” weergegeven. Hierbij is aangenomen dat de paarden 2% van hun lichaamsgewicht aan DS opnemen, en dat er sprake is van een hooi/krachtvoerrantsoen met een DS-gehalte van 85%.

De door Puls opgegeven norm is 2-4x zo hoog als de normen van de andere systemen. Puls geeft hiervoor geen verklaring. Als een dergelijk hoog gehalte noodzakelijk zou zijn, dan zou inderdaad een groot aantal paardenrantsoenen veel te weinig Mg bevatten. Klinisch is er echter geen bewijs dat paarden op grote schaal Mg-gebrek hebben. Wordt echter de waarde van Harrington correct gebruikt (0,39 g/kg), dan ontstaat een geheel ander beeld. De norm voor een paard van 600 kg LG wordt dan geen 55, maar 5,5 g Mg/dag. Dit is nog beduidend lager dan de “norm” zoals aangehouden door DLG, NRC en CVB. In dit licht is het dan ook niet verwonderlijk dat Harrington opmerkt dat het lijkt alsof zelfs dit niveau van 0,39 g Mg/kg nog maar marginaal is voor het groeiende veulen. De “norm” van Puls wordt dan ook niet gevolgd.



PRODUCTSCHAP DIERVOEDER

CVB is een activiteit van het Productschap
Diervoeder. Zie ook www.pdv.nl