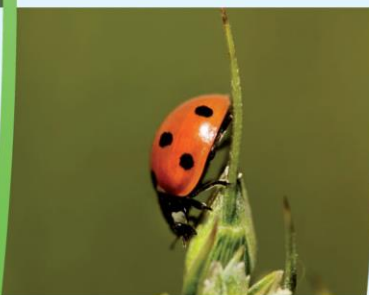


Soil for life

Rapport 1501.N.12

Weerbaarheid: Effecten voeding
en voorziening mineralen en
sporelementen



Auteur(s) : Ir. M.J.G. de Haas (NMI)
Dr. Ir. M.H. Bruinenberg (BLGG Research)
Dr. I. E.M. den Uijl (GD)



BLGG Research



Gefinancierd door Productschap Zuivel



© 2014 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	3
1 Inleiding	7
1.1 Enkele gezondheidsaspecten van spoorelementen	8
2 Materiaal en Methoden	11
2.1 Gegevensverzameling	11
2.2 Achtergronden van de Spoorwijzer; algemeen en rekenmethode	11
2.2.1 Achtergronden van de Spoorwijzer; algemeen	11
2.2.2 Achtergronden van de Spoorwijzer; rekenmethode	12
2.3 Voederwaardering en behoeftenormen	13
2.3.1 Behoeftenorm	14
2.3.2 Voeders	15
2.4 Controleren diergezondheid door middel van bloedanalyse	15
2.5 Statistische analyse	15
3 Resultaten	17
3.1 Voorziening spoorelementen op de bedrijven.	17
3.1.1 Koper, Cu	17
3.1.2 Zink, Zn	19
3.1.3 Selenium, Se	20
3.1.4 Kobalt, Co	23
3.2 Resultaten energie en macromineralen	24
3.2.1 Case bedrijf 1.	24
3.2.2 Samenvatting van de bedrijven voor voederwaardekenmerken en macromineralen	27
3.3 Resultaten correlaties tussen mineralenvoorziening, NAb's en bloedonderzoek.	31
3.3.1 Koper	31
3.3.2 Selenium	34
3.3.3 Zink	34
3.3.4 Kobalt	35
3.3.5 Fosfor	35
3.3.6 Calcium	35
3.3.7 Kalium	35
4 Discussie, conclusies en aanbevelingen	36
4.1 Discussie	36
4.1.1 Dekking van spoorelementen: gebruik spoorwijzer	36
4.1.2 Dekking van energie, eiwit en mineralen	39
4.1.3 Algemene discussie	40
4.2 Conclusies en aanbevelingen	41
5 Literatuur	43
Bijlage 1 Vragenformulier Weerbaar Vee voeding en voorziening mineralen en spoorelementen	45
Bijlage 2 Bedrijfsresultaten van berekende spoorelementvoorziening, mineralenvoorziening, energie en eiwitvoorziening.	46
Bijlage 3 Overzicht berekende kopervoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per	

productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau	47
Bijlage 4 Overzicht berekende zinkvoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau	48
Bijlage 5 Overzicht berekende seleniumvoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau	49
Bijlage 6 Overzicht berekende kobaltvoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau	50

Samenvatting en conclusies

"Weerbaar Vee" is op zoek naar de ideale balans tussen koe en omgeving, door onderzoek te richten op de weerstand van de koe. De kerngedachte van het project is het verbeteren van de weerstand van de melkkoe, zo dat ze zo min mogelijk ziek is, geen klauwproblemen heeft, vlot drachtig wordt en een lang en productief leven heeft. De winst van een koe met een hoge weerstand zit in veel aspecten en is er voor alle belanghebbenden: de koe, de veehouder, de melkveesector en de maatschappij. Omdat voeding een belangrijke rol speelt in het immuunsysteem hebben in opdracht van het Productschap Zuivel NMI en BLGG Research en de Gezondheidsdienst voor Dieren een project uitgevoerd om te onderzoeken of de hoeveelheid mineralen in een rantsoen gerelateerd is aan weerstand zoals gemeten door NAb's (Natuurlijke Antibodies). De kwaliteit van het rantsoen is één van de belangrijkste strategische en operationele managementinstrumenten voor een melkveehouder.

Werkwijze

Door middel van een enquête is bij de 29 deelnemers een inventarisatie uitgevoerd naar de samenstelling van de melkveestapel, de gemiddelde melkproductie, het gevoerde rantsoen per diergroep (ruwvoerders, bijproducten, mineralenmengsels), de samenstelling van de gevoederde producten, de aanwezige grondsoorten en bemestingskenmerken. Per voedermiddel is de VEM, DVE, OEB, SW, K, Ca en P berekend en vergeleken met de behoefte en uitgedrukt als dekingspercentage. De NMI-Spoorwijzer is gebruikt om de spoorelementenvoorziening (koper, zink, selenium en kobalt) te berekenen. De voorzieningen zijn uitgerekend voor een aantal diergroepen: jongvee <1 jaar, jongvee >1 jaar, droogstaande en melkgevendende dieren. Vervolgens is er een statistische analyse uitgevoerd om te kijken naar relaties tussen de voorziening van mineralen en spoorelementen enerzijds en de gehalten NAb's tegen KLH (Keyhole Limpit Haemocyanin) in bloed en melk anderzijds.

Op zes geselecteerde bedrijven is aanvullend bloed getapt om de relatie tussen de hoeveelheid mineralen en de concentratie van vier spoorelementen (kobalt, selenium, koper en zink) in het bloed te onderzoeken. Door middel van een statistische test is gezocht naar verschillen tussen de rantsoenen en diergroepen.

Voorziening van spoorelementen

De kopervoorziening voor melkgevendende dieren is boven behoefte. Bij droogstaande dieren is bij ongeveer een kwart van de bedrijven de voorziening onder behoefte. Afhankelijk van het seizoen heeft van het jongvee <1 jaar een kwart tot de helft van de bedrijven een te lage voorziening. De voorziening van jongvee >1 jaar ligt net op niveau. Op bedrijven met een berekend tekort gedurende de droogstand en jongvee fase kan de opfok een risico lopen.

Voor alle dier- en productiegroepen geldt dat de zinkvoorziening de behoefte voldoende tot ruim dekt. De voorziening is het hoogst bij droogstaande dieren.

Als gevolg van beweiding is de seleniumvoorziening voor melkgevendende dieren in zomer op enkele bedrijven soms lager dan behoefte. In de winter is de voorziening in orde. De droogstaande dieren en het jongvee zijn de risicogroepen voor wat betreft de seleniumvoorziening, met name bij rantsoenen die uit overwegend gras bestaan (zonder bijvoeding).

Er is sprake van een ruime tot zeer hoge kobaltvoorziening voor de melkgevendende en droogstaande dieren. De kobaltvoorziening van het jongvee in lijn met de behoefte.

Een overmaat aan de verschillende spoorelementen blijkt regelmatig voor te komen. Echter, koper en zink zijn naast nuttige spoorelementen ook zware metalen met nadelige milieueffecten. Een

onnodig hoge spoorelementvoorziening hiervan kan beter vermeden worden. Onnodig gebruik van spoorelementen in de vorm van mineralenmengsels of bolussen leidt bovendien tot hogere bedrijfskosten.

Voorziening van energie, eiwit en mineralen

Voor melkvee is de gemiddelde VEM-dekking 115%, in slechts enkele gevallen is er een tekort aan VEM. In de droogstand is de gemiddelde VEM-dekking meer dan 150%. Jongvee krijgt over het algemeen een rantsoen met weinig (<1 jaar) of geen (>1 jaar) krachtvoer. Als gevolg hiervan is de gemiddelde VEM dekking bij jongvee in de winter < 100%.

Bij melkvee en jongvee is er over het algemeen sprake van voldoende DVE-dekking, maar er is een ruim overschot in de droogstand. OEB is meestal ruimschoots aanwezig, vooral in de droogstand.

De structuurwaarde is gemiddeld per productiegroep ruim voldoende hoewel er voor individuele dieren wel een tekort kan optreden.

Kalium is altijd voldoende aanwezig, soms zeer ruim met name in de droogstand. Bij calcium treden af en toe tekorten op. Ook fosfor is in enkele gevallen (3%) niet voldoende aanwezig in het rantsoen.

Relatie spoorelementen en mineralen met NABs

Koper heeft als enige mineraal een negatieve relatie met NABs: dieren met een grote overmaat koper in het voer hadden gemiddeld lagere IgG en IgM gehalten in het bloed en melk. Er was nauwelijks een relatie tussen selenium en NABs in bloed en geen relatie met NABs in melk. Dieren met een zeer grote overmaat zink in het rantsoen hadden gemiddeld hogere IgG en IgM NABs in bloed en melk. Er was geen relatie tussen kobalt in het rantsoen en NABs in bloed maar dieren met een overmaat kobalt in het rantsoen hadden gemiddeld hogere NABs in melk. Dieren met een tekort of overmaat aan fosfor in het rantsoen hadden gemiddeld hogere NAB-gehalten in bloed. In melk hadden dieren met een lichte of sterke overmaat fosfor gemiddeld hogere NABs. De concentratie calcium in het rantsoen was nauwelijks gerelateerd aan de concentratie NABs in bloed. In melk was een lichte overmaat aan calcium gerelateerd aan hogere IgG titers, hoewel een sterke overmaat geen relatie liet zien.

Het aanvullende bloedonderzoek naar spoorelementen laat zien dat de koperconcentratie in het bloed steeg met de hoeveelheid koper in het rantsoen. De hoeveelheid zink in het rantsoen was niet gerelateerd aan de concentratie zink in het bloed. Dieren met een lichte seleniumovermaat zaten het dichtst bij de optimale bloedwaarden. Bij een zeer sterke kobaltovermaat neemt de hoeveelheid kobalt in bloed sterk toe. Ook bij een tekort aan kobalt is dit voor verschillende bedrijven waargenomen.

De gevonden relaties tussen spoorelementen en mineralen enerzijds en de weerbaarheidsparameter NAB anderzijds, zijn enkelvoudig: interacties tussen spoorelementen en mineralen en weerbaarheid zijn niet onderzocht. Sommige mineralen en spoorelementen vertonen wel degelijk interacties. Voor een beter begrip van de invloed van de rantsoensamenstelling op weerbaarheid zou dit aspect in een vervolgstudie meegenomen kunnen worden.

Aanbevelingen

Uit de studie zijn verschillende discussiepunten naar voren gekomen. Ten eerste zijn er grote verschillen waargenomen in de spoorelementenvoorzieningen tussen de verschillende productiegroepen. Van sommige elementen is bekend dat er opslag in de lever plaats vindt, waardoor een tekort niet direct een effect heeft. De consequenties hiervan qua

benuttingspercentages en verliezen naar het milieu zijn niet eenvoudig inzichtelijk te maken. Verwacht wordt dat een gelijkmatige voorziening van spoorelementen en mineralen bijdraagt aan gezondere dieren en een betere benutting, maar dit kan niet met deze studie aangetoond worden.

Ten tweede zijn er regionale verschillen in koperadsorptie (Jongbloed et al., 2005). In deze studie is daar geen rekening mee gehouden, omdat de verschillen nog niet dusdanig gekwantificeerd zijn dat ze ook gebruikt kunnen worden. In een vervolgstudie zou – als aanname - met de verschillen gerekend kunnen worden en kunnen de consequenties van een hogere of lagere absorptie doorgerekend worden. Bovendien kan dan ook een relatie gelegd worden tussen regio, bodemtype en weerbaarheid.

Ten derde zijn er in deze studie 24 bedrijven doorgerekend, waarbij regelmatig een defaultwaarde is ingevuld. Het gebruik van een groter aantal bedrijven, zou een beter beeld geven van wat er in de praktijk speelt, terwijl het gebruik van werkelijk gemeten waarden in plaats van defaultwaarden meer nauwkeurigheid zou geven. Ook dit zou in een vervolgstudie opgepakt kunnen worden.

Conclusie

Een tekort of teveel aan sommige mineralen in het rantsoen lijkt te leiden tot hogere NAb-concentraties. Dat geldt voor zink, kobalt en fosfor; koper heeft een negatieve relatie met NAb's. Hogere NAb-concentraties zijn in fase 2 van Weerbaar Vee gerelateerd aan negatieve effecten (meer opstartziekten en kortere levensduur).

De bevindingen in deze verkennende studie zouden in een vervolgonderzoek gestaafd kunnen worden, waarbij het onderzoek onder andere gericht kan worden op:

- a. het gebruik van meer bedrijven, met meer gemeten waarden in voer, bloed en melk;
- b. meer aandacht voor regionale verschillen in mineralenbeschikbaarheid van de ruwvoeders;
- c. meer aandacht voor gelijkmatige voorziening gedurende de hele levensduur versus afwisselend tekorten en overmaat afhankelijk van de productiegroep; en
- d. de interacties tussen de verschillende mineralen en spoorelementen.

1 Inleiding

Diergezondheid is voor de melkveehouderij een belangrijk thema, zowel vanuit bedrijfseconomisch als vanuit maatschappelijk perspectief. Door het verbeteren van de natuurlijke weerstand, kan ook de gezondheid van koeien verbeteren. Dit resulteert in een vermindering van bedrijfsgebonden ziekten zoals mastitis en infectueus gebonden klauwaandoeningen en in een betere vruchtbaarheid. Uit dit oogpunt is in eerste instantie het project "Weerbaar Vee" opgezet, in eerste instantie vanuit Courage (initiatief van LTO en NZO) (Benedictus et al., 2006). Binnen dit project werd gezocht naar praktisch toepasbare parameters van de natuurlijke weerstand.

De kerngedachte van het project Weerbaar Vee is het verbeteren van de weerstand van de melkkoe: zo min mogelijk ziekte-incidentie en klauwproblemen heeft, een goede vruchtbaarheid en een lang en productief leven heeft. De winst van dit type koe zit in veel aspecten en is er voor alle belanghebbenden: de koe, de veehouder, de melkveesector en de maatschappij.

"Weerbaar Vee" is op zoek naar de ideale balans tussen koe en omgeving, door onderzoek te richten op de weerstand van de koe. Het immuunsysteem zorgt voor een adequate bescherming van een individu tegen externe bedreigingen van infectieuze pathogenen. Daarnaast wordt steeds duidelijker dat onderdelen van het immuunsysteem ook betrokken zijn bij de handhaving van fysiologische homeostase en ook op deze wijze ziekte voorkomen. In de afgelopen decennia is voornamelijk aandacht besteed aan onderzoek van het specifieke deel van de immuniteit. Een zeer belangrijke component van het immuunsysteem is echter ook de aangeboren (innate) component van het immuunsysteem. Natuurlijke antilichamen (NABs; Natural Antibodies) vormen één van de belangrijke pijlers van de aangeboren immuniteit naast het complementsysteem, antimicrobiële peptiden en diverse ontstekingscellen. NABs zijn in grote hoeveelheden aanwezig in bloed, en meestal gericht tegen non-zelf antigenen (Lutz et al. 2009) of ontstaan na (immuun) stress van de gastheer en meestal gericht tegen zelf antigenen (Cheng and Chamley, 2008). NABs (met name IgM; immunoglobuline M) functioneren naar huidig inzicht als barrière tegen infectie en als adjuvans voor een daaropvolgende specifieke immuun reactie.

Bovendien spelen NABs een meer homeostatische rol bij het opruimen van celfal, dood of metabolisch materiaal, lipopoly-sacchariden en tumorcellen (Balsari and Caruso, 1997). Deregulatie van NABs (dat wil zeggen een hoger niveau of een klasse-switch (isotype van IgM- > IgG/IgA; immunoglobuline G en immunoglobuline A) zou ten grondslag liggen aan (auto-)immuun ziekten en (chronische) ontsteking bij de mens (Ehrenstein and Notley, 2010). NABs zijn van groot belang in de preventie van infectie en het herstel van homeostase na infectie en stress, dieet verandering etc. In gezonde mensen zijn poly-reactieve, laag affine IgM NABs in grote hoeveelheden aanwezig, maar mono-reactieve IgG NAB met hoge affiniteit worden gevonden in patiënten met auto-immuun ziekten (Casali and Notkins, 1989).

Bij pluimvee werd een verband gevonden tussen de hoeveelheid NABs in het bloed, die keyhole limpet hemocyanin (KLH) binden, en de overleving van legkippen van een legperiode (Star, 2007). De erfelijkheidsgraad voor NAB in kippen bleek 0,23 (Sun et al., 2011) en is dus interessant voor (genetische) selectie. Het werk van Tosca Ploegaert (2010) laat zien dat NABs potentiële voorspellers zijn van ziekte voor individuele melkkoeien.

In Weerbaar Vee is bij 29 bedrijven van alle lacterende dieren bloed en melk verzameld. Van alle

dieren is ook een gedetailleerde dierziekteregistratie bijgehouden. De bedrijven zijn op verschillende onderdelen beoordeeld door een dierenarts. In het bloed en de melk zijn antilichamen tegen KLH gemeten. KLH is een eiwit uit een diepzeeslakje. Dieren hebben dit eiwit nog nooit gezien en de hypothese is dat we aspecifieke weerstand meten; een soort eerste reactie tegen ziekten.

In fase 1 van Weerbaar Vee werd een relatie tussen NAbs met jongveeopfok en voeding gevonden. In fase 2 van Weerbaar Vee werd een correlatie gevonden tussen opstartziekten (negatieve energiebalans, (slepende) melkziekte, aan de nageboorte blijven staan en baarmoederontstekingen) en hogere NAbs in serum en een verhoging van NAbs tussen twee MPR (Melk Productie Registratie) monsters vlak voor de droogstand. De kans voor het verkrijgen van opstartziekten in de hele populatie was 1 op 32. In de groep met een hoger IgM tegen KLH bleek de kans op opstartziekten significant verhoogd, gemiddeld 1 op 6. Uit analyses van de Milk Genomics data verzameld in 2005 als onderdeel van het proefschrift van Tosca Ploegaert (Ploegaert, 2010) kwam dat dieren met hogere NAbs gemiddeld een kortere productieduur hebben, waarbij dieren met een 1 punt hogere titer KLH hadden gemiddeld 100 dagen kortere productieduur hadden en dieren met 1 punt hogere titer tegen PGN zelfs 200 dagen korter leefden, vergelijkbaar met dieren die een hoog celgetal hebben. Bovendien bleek dit effect onafhankelijk van celgetal te zijn.

Voeding speelt een belangrijke rol in het immuunsysteem. In opdracht van het Productschap Zuivel hebben NMI, BLGG Research en de Gezondheidsdienst voor Dieren een project uitgevoerd om te onderzoeken of de hoeveelheid mineralen in een rantsoen gerelateerd is aan weerstand zoals gemeten door NAbs. De kwaliteit van het rantsoen is één van de belangrijkste strategische en operationele managementinstrumenten voor een melkveehouder.

Door Goselink en Jongbloed werd in 2012 geconcludeerd dat verder onderzoek nodig is met nauwkeurige mineralenanalyses en objectieve gezondheids- en vruchtbaarheidskenmerken om vast te stellen of concentraties van koper en zink in het rantsoen boven de huidige fysiologische behoeftenormen gerechtvaardigd is. Dit project heeft als doel om de voeding en de voorziening van mineralen en spoorelementen in beeld te brengen als mogelijke verklarende factoren voor verschillen in weerstand tussen dieren (diergroepen) en bedrijven. Het project 'Weerbaar Vee' biedt door de brede beschikbaarheid van gegevens en de goede landelijke spreiding van de bedrijven de unieke mogelijkheid om voor Nederland een verband te leggen tussen de weerbaarheid en rantsoenkwaliteit.

1.1 Enkele gezondheidsaspecten van spoorelementen

Voor jongvee, hoog productief en droogstaand melkvee is een juiste voorziening met spoorelementen (Cu, Zn, Se en Co) van groot belang. De opname van spoorelementen door melk- en jongvee hangt af van de hoeveelheid ruw- en krachtvoer en mineralenmengsels in het rantsoen en de spoorelementgehalten in deze rantsoencomponenten. In de praktijk komen zowel situaties voor met een te krappe als met een veel te ruime voorziening van het vee met spoorelementen. Een te lage voorziening met spoorelementen leidt tot een verminderde dierprestatie en een kortere levensduur van de veestapel. Een te hoog gebruik van spoorelementen houdt ook risico's in voor de diergezondheid, zowel direct door een te hoge opname van een bepaald spoorelement als indirect door mogelijke interacties van dit spoorelement met andere spoorelementen. Door

interacties van spoorelementen onderling binnen het dier kan, door een te hoge opname van een bepaald spoorelement, de beschikbaarheid van een ander essentieel spoorelement te laag worden. Daarnaast kost een te hoog gebruik van spoorelementen onnodig geld en kan bovendien nadelig zijn voor het imago van de sector onder andere omdat hierbij ophoping in de bodem kan plaatsvinden.

Koper is essentieel voor het dier en vormt van een groot aantal enzymen het werkzame bestanddeel. Koper is betrokken bij zeer uiteenlopende stofwisselingsprocessen. Zo is koper nauw betrokken bij de bloed- en botvorming, bij de elasticiteit van de bloedvaten en structuur en uiterlijk van haren en wol. Koper is ook betrokken bij de weefselademhaling en geeft de bescherming tegen vrije radicalen (COMV, 2005). Koeien hebben de mogelijkheid om in de lever een grote voorraad koper aan te leggen, een kopertekort treedt daarom niet snel op. Koper kan efficiënt door de placenta naar het kalf worden getransporteerd. Koeien met geen of een kleine Cu-reserve krijgen vaak kalveren met ook een laag Cu-gehalte in de lever met als gevolg een grotere kans op een Cu-tekort en daardoor een matige of slechte groei van het kalf. De opname van koper vindt vooral plaats in de dunne darm. Uitscheiding van Cu gaat vooral via de mest. Tekorten ontwikkelen zich meestal geleidelijk gedurende het weideseizoen en beïnvloedt vooral jonge, groeiende dieren. Bij geringe tekorten in het bloed zijn de verschijnselen weinig specifiek of treden niet zichtbaar op. Een langdurig tekort is vooral zichtbaar aan het haarkleed: een doffe haarkleur, eventueel met een totale haarverkleuring, in combinatie met een open en ruige stand van de haren. Andere verschijnselen zijn een te geringe ontwikkeling, een slechte vruchtbaarheid en een slechte conditie.

Vooraf kalveren zonder een volledige ontwikkelde pens zijn gevoelig voor een koperovermaat. Het is mogelijk dat over een langere tijd een grote kopervoorraad wordt opgebouwd waarbij de dieren geen signalen van een overschot laten zien. Op een bepaald moment treedt echter leverschade op en komt een groot deel van kopervoorraad vrij. Dat veroorzaakt schade aan de rode bloedcellen die daarna worden afgebroken. De verschijnselen van een overmaat zijn plotseling verminderde eetlust, geelzucht, bloedwateren, snelle verzwakking en de dood.

Zink is betrokken bij de werking van een zeer groot aantal enzymen en heeft een duidelijke invloed op de eetlust en groei. Daarnaast is zink betrokken bij de synthese van RNA-synthese en zodoende bij de expressie van genen en (daardoor) bij het functioneren van verschillende weefsels. Daarbij kan gedacht worden aan voortplantingsorganen, afweersysteem, botten, huid, haar en hoeven (COMV, 2005). Zink heeft ook een effect bij de vruchtbaarheid omdat zink nodig is bij snel-delende cellen (spermaproductie en de ontwikkeling van het embryo). Zink heeft een rol bij de weerbaarheid van vee omdat het is ingebouwd in een enzym dat bij het specifieke afweermechanisme is betrokken. Koeien hebben een kleine lichaamsreserve benutbaar-Zn die zich vooral bevindt in de spieren en botten. Door de kleine lichaamsreserve zal een zinktekort snel zichtbaar worden. De zinkbehoefte van jonge groeiende dieren is het grootst, die van volwassen droogstaande dieren het kleinst (COMV, 2005). Door de hogere zinkbehoefte van het kalf zit er veel zink in de melk; er verlaat dan ook veel zink via de melk het lichaam van de koe. Tekortsituaties komen in Nederland zelden voor. Een zinkovermaat komt ook zelden voor mede omdat Zn betrekkelijk weinig giftig is voor dieren en er daardoor een ruime marge bestaat tussen de behoefte en een schadelijke overmaat. Een hoge zink-voorziening kan aanleiding zijn voor een verminderde eetlust. Een hoge Zn-voorziening heeft een negatief effect op de Cu-benutting.

Selenium maakt deel uit van het enzym glutathionperoxidase (GSH-Px) en komt voor in de rode bloedlichaampjes, organen en weefsels. Het enzym is betrokken bij het onschadelijk maken van peroxiden die een negatieve invloed hebben op celmembranen. Bij een tekort aan selenium ontstaat een schade aan weefsels. Selenium en vitamine E kunnen elkaar in het voorkomen van schade door peroxiden en vrije radicalen gedeeltelijk vervangen. Selenium wordt in de dunne darm opgenomen terwijl de uitscheiding voornamelijk via de mest verloopt hoewel er ook via de urine grote hoeveelheden uit het lichaam kunnen verdwijnen. Bij een seleniumtekort vertonen dieren slapte, stijfheid, spiertrillingen en een snelle oppervlakkige ademhaling. Er is sprake van een te snelle en onregelmatige hartslag. Bij een seleniumtekort is er sprake van een verhoogd risico op het blijven staan aan de nageboorte. De seleniumvoorziening tijdens de droogstand beïnvloedt de seleniumstatus van het kalf bij geboorte. Hogere seleniumgehalten zijn giftig en kunnen onder andere leiden tot moeilijkheden met de ademhaling, hartfalen en speekselen. Een chronische seleniumovermaat leidt tot sloomheid, vermagering, kreupelheid, kaalheid en stijfheid.

Kobalt is een essentieel nutriënt voor de pensbacteriën: het is nodig voor de groei en vermenigvuldiging. De pensbacteriën maken verschillende cobalamines waarvan het vitamine B12 (niacine) voor herkauwers essentieel is. Een tekort aan Co leidt voor de herkauwers tot een verminderde pensfermentatie en een tekort aan het vitamine B12. Vitamine B12 draagt bij aan de energiehuishouding in de cel van het rund en de stofwisseling van vetzuren, koolhydraten en aminozuren. Vitamine B12 is onder andere een co-enzym voor de omzetting van propionzuur naar uiteindelijk glucose. Het vitamine B12 is ook nodig voor de bloedvorming en het functioneren van het zenuwstelsel. Het vitamine B12 wordt in de dunne darm opgenomen. Een tekort aan vitamine B12 kan leiden tot een verminderde stofwisseling van vet met als gevolg een ophoping van ketonlichamen en daardoor het gevaar van slepende melkziekte. Herkauwers hebben een kleine lichaamsreserve kobalt in de lever. Omdat Co niet erg giftig is, is een kobaltovermaat zeldzaam.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Gegevensverzameling

Dit project is een verdiepend onderzoek op de 29 bedrijven van Weerbaar Vee. Op deze bedrijven is, in het kader van Weerbaar Vee fase 2, informatie verzameld over de gezondheidsstatus en er is een mogelijke indicator voor weerbaarheid voorgesteld. Daartoe is in het voorjaar van 2012 bloed getapt van alle dieren ouders dan 20 maanden en er zijn melkmonsters genomen in het voorjaar en aan het eind van de zomer 2012. In de bloed- en in de melkmonsters zijn antilichamen (IgG en IgM) tegen KLH gemeten.

Door middel van een enquête is in deze studie een inventarisatie uitgevoerd naar de samenstelling van de melkveestapel, de gemiddelde melkproductie, het gevoerde rantsoen per diergroep (ruwvoerders, bijproducten, mineralenmengsels), de samenstelling van de gevoederde producten, de aanwezige grondsoorten en bemestingskenmerken (zie Bijlage 1). Naast de gegevens uit de enquête zijn er aanvullende gegevens gebruikt afkomstig uit literatuur of van leveranciers van voermiddelen.

2.2 Achtergronden van de Spoorwijzer; algemeen en rekenmethode

2.2.1 Achtergronden van de Spoorwijzer; algemeen

Vaak is onduidelijk uit welke bronnen de spoorelementen afkomstig zijn. Hierdoor vindt de afweging in het gebruik van spoorelementen vanuit ruwvoer, krachtvoer of mineralenmengsel niet voldoende plaats.

De Spoorwijzer is een rekenmodel, ontwikkeld op basis van de gehalten van Cu, Zn, Se en Co in verschillende rantsoencomponenten en het gewenste gehalte in het rantsoen. Hierbij is onder andere rekening gehouden met het toegepaste bedrijfssysteem, het melkproductieniveau en de grondsoort. In het rekenmodel is gebruik gemaakt van rantsoenanalyses van BLGG AgroXpertus van de deelnemer rantsoenberekeningen, literatuurgegevens en gegevens uit oude projecten, zoals Koeien & Kansen.

De benodigde gegevens voor de berekening van de spoorelementvoorziening worden aan de hand van het volgende stappenplan aan de veehouder gevraagd:

1. Grondsoort waarop gras verbouwd wordt;
2. Bemesting van grasland met Cu, Se en/of Co;
3. Gemiddeld melkproductieniveau (kg/koe/jaar);
4. Spoorelement gehalten in kuilgras verkregen via een voederanalyse; en
5. Rantsoensamenstellingen

In gras kunnen spoorelementgehalten sterk variëren, voor andere ruwvoerders, zoals maïs, zijn deze gehalten minder variërend. Daarom wordt alleen voor gras meer specifieke informatie gevraagd van de veehouder.

Het spoorelementgehalte in het rantsoen is een gewogen gemiddelde van de

sporelementgehalten van de verschillende rantsoencomponenten. Voor de bepaling van dit gewogen gemiddelde is de drogestofopname van de verschillende producten in het rantsoen en de sporelementgehalten in deze producten vereist. Daarna wordt gewogen gemiddelde bepaald op basis van de drogestofbijdrage van de rantsoencomponenten aan het totale rantsoen. Het rantsoen bestaat uit het opgegeven basirantsoen (met de verschillende componenten zoals ruwvoerders, bijproducten en krachtvoerders), de berekende aanvullende individuele krachtvoergift en eventuele mineralenmengsels, bolussen en likstenen.

De Spoorwijzer is gebruikt om de sporelementenvoorziening te berekenen van een bepaald rantsoen dat gedurende de zomer- of winterperiode wordt gevoerd. De voorziening wordt uitgerekend per diergroep: jongvee <1 jaar; jongvee >1 jaar, droogstaande koeien en melkgevende koeien die respectievelijk 14, 100, 200 en 300 dagen in productie zijn. De berekeningen voor droogstaande en melkgevende dieren wordt afzonderlijk uitgevoerd voor vaarzen en meerkalfskoeien. Als in de zomerperiode het jongvee gedurende een aantal dagen de gehele of een deel of van de dag wordt geweid, dan berekent de Spoorwijzer de sporelementvoorziening voor dit rantsoen.

Details van de gevolgde rekenmethodiek zijn ontleend aan het NMI-rapport 910.02 'Spoorwijzer voor de melk- en jongveestapel' (Van Dongen en Den Boer, 2006).

2.2.2 Achtergronden van de Spoorwijzer; rekenmethode

De drogestofopname van de verschillende producten wordt geschat op basis van het melkproductieniveau, de door de veehouder opgegeven rantsoenopbouw en de grondsoort. Hierbij wordt de normvoeding voor VEM en DVE in combinatie met het koemodel toegepast.

Voor de sporelementgehalten van weide- en kuilgras worden, indien door de veehouder opgegeven, de waarden van de voederanalyse gebruikt. In het geval er geen voederanalyse is uitgevoerd, wordt gerekend met geschatte sporelementgehalten afhankelijk van een eventuele bemesting met Cu, Se en/of Co en anders afhankelijk van de grondsoort waarop het gras verbouwd wordt. De toegepaste geschatte waarden zijn opgenomen in NMI-rapport 910.02.

Voor de sporelementgehalten van overige ruwvoerders en krachtvoerders worden waarden gebruikt uit overige databronnen (bijvoorbeeld BLGG AgroXpertus, CVB), overige literatuurbronnen en navraag bij diverse leveranciers/producenten van krachtvoerders en ruwvoerders. De sporelementgehalten van die zijn verkregen van leveranciers/producenten zijn op vertrouwelijke basis ter beschikking gesteld. Mineraalmengsels kunnen een forse bijdrage leveren aan het sporelementgehalte van het rantsoen, maar de gehalten van de mineralenmengsels lopen onderling sterk uiteen. Daarom worden er geen standaard sporelementgehalten gebruikt, maar wordt de veehouder gevraagd om gehalten op te geven.

De berekende gehalten sporelementen in het gevoerde rantsoen worden getoetst aan streefwaarden voor deze sporelementen in het rantsoen. In de volgende alinea's wordt per sporelement (Cu, Zn, Se en Co) globaal aangegeven welke factoren bijdragen aan de schatting van de streefwaarden. Voor nadere invulling van de factoren wordt verwezen naar NMI-rapport 910.02 (Van Dongen en De Boer, 2006).

Het streefgehalte voor koper (Cu) in het rantsoen wordt berekend aan de hand van het lichaamsgewicht, drogestofopname, productieniveau en gehalte in melk, gemiddelde lichaamsgroei, gemiddelde Cu-adsorptie in het en de benodigde Cu tijdens de dracht. De Cu-adsorptie is afhankelijk van zwavel- en molybdeengehalten in de rantsoencomponenten en drogestofopname van deze componenten.

Voor zink (Zn) wordt het streefgehalte berekend aan de hand van het lichaamsgewicht, productieniveau en gehalte in melk, gemiddelde lichaamsgroei en de benodigde Zn tijdens de dracht. Voor Zn wordt met één adsorptiegehalte gerekend.

Het streefgehalte van seleen (Se) wordt berekend aan de hand van het lichaamsgewicht, de dagelijkse drogestofopname, productieniveau en gehalte in melk, gemiddelde lichaamsgroei en de Se benodigd tijdens de dracht.

Voor kobalt (Co) wordt geen streefgehalte berekend maar wordt uitgegaan van een streefwaarde van 0,1 mg Co /kg ds.

Bij de bepaling van het productieniveau van het melkvee wordt rekening gehouden met het opgegeven 305-dagen productieniveau, het productiestadium van het vee en of er sprake is van een vaars of meerkalfskoe.

In de Spoorwijzer wordt bij de berekening van de voorziening geen onderscheid gemaakt tussen organische of anorganische vormen van de verschillende spoorelementen en een eventueel effect op de efficiëntie van opname.

Voor Cu, Zn en Se is rekening gehouden met een veiligheidsmarge van 50% ten opzichte van de geschatte streefwaarden, zoals dat ook wordt geadviseerd door Commissie Onderzoek Minerale Voeding (CMOV, 2005). Voor Co is geen veiligheidsmarge gehanteerd (COMV, 2005).

2.3 Voederwaardering en behoeftenormen

Om inzicht te krijgen in de geschiktheid van het rantsoen, is onderscheid gemaakt in verschillende kenmerken: VEM, DVE, OEB, structuurwaarde, kalium, calcium en fosfor.

Voor de energiewaardering is gebruik gemaakt van de VEM, Voeder Eenheid Melkvee. De VEM heeft geen eenheid: feitelijk is het de Netto Energie in MJ of kcal, maar dan uitgedrukt ten opzichte van de energie in een kg gerst.

De DVE staat voor Darm Verteerbaar Eiwit en geeft de eiwitbehoefte aan. In 2007 is het CVB met een nieuw, voorlopig eiwitwaarderingssysteem gekomen. Dit is ook de eiwitwaardering die gebruikt is. DVE wordt aangegeven in grammen per kg DS.

De Onbestendige Eiwit Balans (OEB) is ook onderdeel van het eiwitwaarderingssysteem. Ook hier zijn de rekenregels van 2007 toegepast. De OEB geeft het overmaat of tekort van eiwit in de pens aan: bij een hoge OEB is er een overschot aan eiwit in de pens. Deze zal als ammoniak uitgestoten worden naar het milieu. Bij een tekort aan OEB, zoals bij snijmaïs over het algemeen het geval is, hebben de pensmicroben te weinig eiwit om de aanwezige energie zo efficiënt

mogelijk om te zetten in microbieel eiwit en zal er dus energie verloren gaan. Idealiter is de OEB net boven de 0.

De structuurwaarde wordt afgeleid van de hoeveelheid celwanden in de voeders. Structuurwaarde is van belang om acidose te voorkomen: bij te weinig structuur, zal het dier niet genoeg herkauwen en komt er niet genoeg speeksel in de pens. De pensinhoud wordt dan niet voldoende gebufferd en als gevolg daalt de pH. Dit kan ziekte tot gevolg hebben.

Tenslotte worden ook de mineralen kalium (K), calcium (Ca) en fosfor (P) nog meegenomen in de voederwaardering. Mineralen hebben specifieke functies in het lichaam. Met name Ca en P zijn van belang voor botvorming. Fosfor is ook belangrijk voor de penswerking, opbouw van eiwitten, werking van enzymen en van de energiehuishouding. Calcium is van belang in celmembranen, functioneren van de spieren (spiercontracties), bloedstolling en het regelen van de pH in het bloed. Calcium en fosfor zijn meestal in overmaat aanwezig, maar zeker met het huidige bemestingsbeleid, wordt de kans op fosfor tekorten in het rantsoen steeds groter. Bij Ca komt sporadisch een tekort voor.

Kalium is over het algemeen in overmaat aanwezig. Kalium overmaat remt de opname van calcium en magnesium, waardoor dieren gevoeliger zijn voor kopziekte en kalfziekte. Ook kan een overmaat aan kalium uieroedeem veroorzaken. Een tekort aan kalium zal onder andere de voeropname en melkproductie verminderen.

2.3.1 Behoeftenorm

Voor alle bedrijven zijn de antwoorden op de vragenlijst uitgesplitst naar 4 bladen: een blad melkvee, een blad droogstaand vee, een blad jongvee < 1 jaar en een blad jongvee > 1 jaar. Van al deze productgroepen is een gemiddelde energie-, eiwit-, en mineralen (Ca, P, K) behoefte berekend. De behoeftenormen staan vermeld in de verkorte tabel van CVB. Voor wat betreft melkvee is de melkproductie variabel. Dit kengetal was meegenomen in de enquête als '305-dagen-productie'. Om de behoefte makkelijk te kunnen berekenen, is dit omgerekend naar een gemiddelde dagproductie. Dieren hebben ook eiwit en energie nodig voor onderhoud (onderhoudsbehoefte). In geval van lacterende koeien is hierbij uitgegaan van een gewicht van 650 kg. De behoefte voor onderhoud is 5458 VEM en 119g DVE. Hier komt per kg melk nog 442 VEM bij. Voor DVE is dit anders: hier moet gerekend worden per g melkeiwit: $DVE_{\text{behoefte}} = 1.396 \cdot E + 0.000195 \cdot E^2$, waarin E = melkeiwitproductie in grammen per dag.

Bij droogstaand vee is aan de onderhoudsbehoefte nog een toeslag voor groei van de foetus aan toegevoegd. Droogstaand vee heeft daardoor een behoeftenorm van 7558 VEM en 349g DVE per dag. Bij jongvee is uitgegaan van een gemiddeld gewicht en een gemiddelde groei per dag: het gemiddelde van 4-12 maanden bij jongvee < 1 jaar, waaruit een gemiddeld gewicht van 230 kg met een behoeftenorm van 4380 VEM en 289g DVE per dag komt. Bij jongvee >1 jaar, is uitgegaan van het gemiddelde van 14-22 maanden. Hieruit komt een gemiddeld gewicht van 438 kg met een behoeftenorm van 6690 VEM en 379g DVE per dag.

Voor alle dieren geldt dat de OEB positief moet zijn.

Wat betreft de Ca, P en K behoefte: ook hiervoor zijn de normen in dit onderzoek gebaseerd op de

normen die CVB hanteert, zie Tabel 2.1 De normen voor melkvee zijn weer variabel en voor droogstaand vee en jongvee worden voor alle bedrijven dezelfde normen gehanteerd.

Tabel 2.1 Behoeftenormen voor K, P en Ca voor lacterend melkvee, droogstaande koeien, jongvee<1jaar en jongvee>1 jaar.

Diergroep	K	P	Ca
melkvee*	114	70	55
droogstand	55	29	21
jongvee<1jr	25	21	13
jongvee>1jr	45	24	17

*behoefte-norm variabel, dit is een voorbeeld.

Veehouders hebben vervolgens het rantsoen weergegeven, op basis van kg ruwvoer in vers product en kg bijproducten en mengvoeders.

2.3.2 Voeders

Middels de enquête is informatie verzameld omtrent beweiding, kuilgras en snijmaisopname. Ook de opname in bijproducten, grondstoffen en mengvoeders is aangegeven in de enquête. De vers grasopname in de zomer is berekend door middel van het koemodel en de verzadigingswaarde (Productschap Diervoeder, 2007). Hierbij is van alle voedermiddelen de verzadigingswaarde bepaald, en op basis van de voeropnamecapaciteit die met het koemodel berekend is, is vervolgens de vers grasopname berekend.

Van de ruwvoeders zijn alle ruwvoeruitslagen met de chemische samenstelling verzameld, zowel van het voer dat in de winter als van het voer dat in de zomer gevoerd is. Dit betreft vooral de gras- en de maiskuil. De chemische samenstelling van het verse gras is geschat door middel van het CVB tabellenboek (Verkorte Tabel) (Productschap Diervoeder, 2007). Ook de chemische samenstelling van de meeste andere producten is bepaald aan de hand van het CVB tabellenboek. In geval van mengvoeders is ook gebruik gemaakt van de chemische samenstelling zoals die opgegeven is door de mengvoederindustrie.

2.4 Controleren diergezondheid door middel van bloedanalyse

Naar aanleiding van de resultaten uit de enquête, van met name de berekende voorziening van spoorelementen, is op zes bedrijven extra bloed getapt om de relatie tussen de hoeveelheid mineralen en de concentratie van vier mineralen (Cu, Zn, Se en Co) in het bloed te onderzoeken. Bij de selectie van de bedrijven zijn twee bedrijven geselecteerd met een hoge spoorelementenvoorziening, twee bedrijven met een 'gemiddelde' voorziening en twee bedrijven met een lage spoorelementenvoorziening. Op alle bedrijven is bij twee pinken 18-20 maanden, twee pinken >20 maanden, twee verse koeien, twee mid lactatie, twee eindlactatie en twee droge koeien 3 buisjes bloed afgenomen (twee heparine buizen en één1 zinkvrije buis).

2.5 Statistische analyse

Door de GD zijn in het kader van het project Weerbaar Vee de NABs gehalten in het bloed en melk reeds bepaald. De hoeveelheid mineralen is opgedeeld in 4 categorieën - tekort (<100%), norm (100-150%), lichte overmaat (150-250%) en sterke overmaat (>250%) – omdat de relatie met de

continue hoeveelheid niet lineair was. De norm is als referentiecategorie gebruikt. De associatie tussen de antilichamen tegen KLH (NAbs) enerzijds en mineralen en spoorelementen in het rantsoen anderzijds, is berekend met behulp van multilevel lineaire regressie. Hierbij is gecorrigeerd voor meerdere (koe)waarnemingen per bedrijf. Vanwege de multiple mineralen die getest worden, wordt een relatie significant benoemd bij $p < 0,01$.

Voor het vergelijken van de bloedwaarden van de verschillende productiegroepen/ dierrantsoenen op de verschillende bedrijven, is een Kruskal-Wallis test gebruikt.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekende voorzieningen gepresenteerd. In paragraaf 3.1 komen de resultaten van de voorzieningen met spoorelementen aan bod. De resultaten van de voorzieningen met energie, eiwit, structuur en macromineralen zijn in paragraaf 3.2 opgenomen. Voor beide paragrafen geldt dat de geanonimiseerde bedrijfsresultaten zijn opgenomen in de bijlagen. De resultaten van de bloed- en melkonderzoek naar de NAb-concentraties en het aanvullende bloedonderzoek naar de gehalten van vier spoorelementen staan in paragraaf 3.3.

Van de 29 deelnemende melkveebedrijven zijn er 24 melkveehouders met voldoende gegevens om een bedrijfsoverzicht te maken van de voeding en voorziening met mineralen en spoorelementen. Gemiddeld waren gegevens van 104 dieren per bedrijf beschikbaar, variërend van 71 tot 193 dieren per bedrijf.

Per bedrijf zijn de resultaten gebundeld en met de deelnemende melkveehouder besproken. De resultaten zijn voorzien van puntsgewijs commentaar. De deelnemers hebben met grote interesse kennis genomen van de resultaten. Voor een aantal deelnemers waren de resultaten eyeopeners. Een voorbeeld hiervan was de onverwacht hoge kobaltvoorziening.

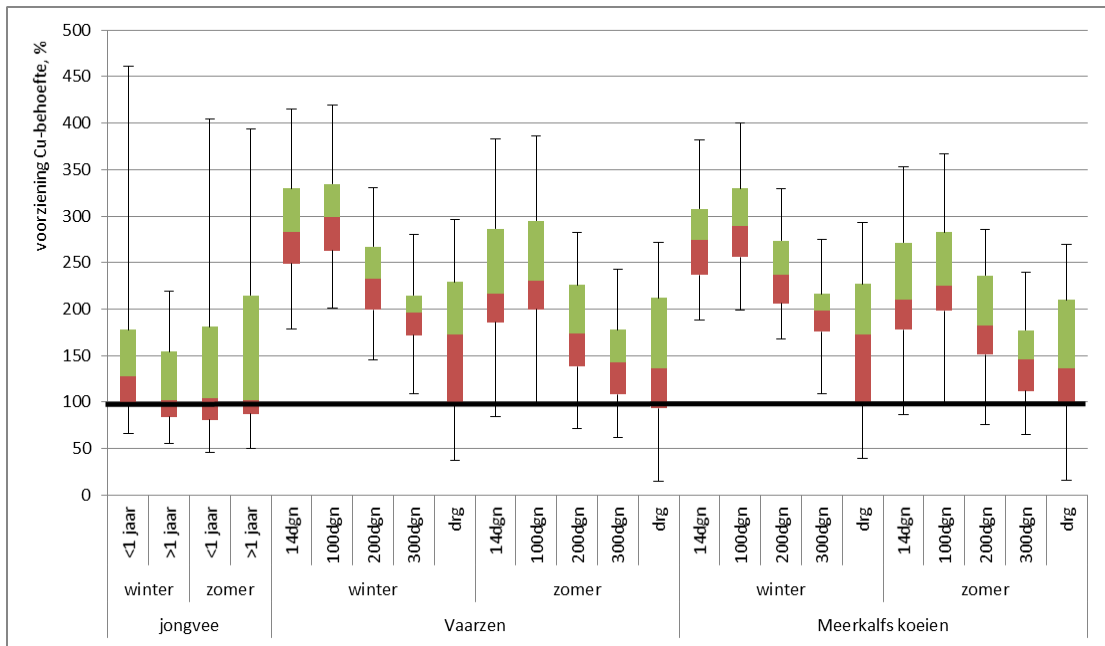
3.1 Voorziening spoorelementen op de bedrijven.

In Bijlage 2 zijn de berekende resultaten van de spoorelementenvoorziening resultaten per bedrijf weergegeven. Op basis van het opgegeven basisrantsoen (ruwvoer, bijproducten en krachtvoer), de berekende aanvullende krachtvoergift en de gevoerde mineralenmengsels, likstenen en bolussen is de voorziening ten opzichte van de behoefte berekend.

De berekende voorziening per diergroep, per productiegroep, per seizoen op bedrijfsniveau per bedrijf is in bijlagen 3 t/m 6 weergegeven. In onderstaande paragrafen wordt voornamelijk ingegaan op resultaten van alle deelnemende bedrijven gezamenlijk.

3.1.1 Koper, Cu

In Figuur 3.1 is de berekende voorziening voor alle diergroepen weergegeven.



Figuur 3.1 Boxplot van de berekende kopervoorziening ten opzichte van de behoefte per diergroep en productiegroep, per seizoen, voor alle deelnemende bedrijven, %. Weergegeven is het tweede (rood) en derde (groen) kwartiel, het minimum en maximum.

De berekende voorziening is voor de nieuwmelkte dieren (vaarzen en meerkalfskoeien tot 100 dagen productie) hoger dan voor de oudmelkte dieren (vaarzen en meerkalfskoeien 200-300 dagen productie). De oorzaak daarvan is de afnemende krachtvoergift voor dieren die verder in de lactatieperiode zijn. Op 200 dagen in lactatie wordt bij de vaarzen voor 40% van de bedrijven een krachtvoergift berekend terwijl dat voor de meerkalfskoeien zo'n 60% bedraagt. Er is bij de melkgevende dieren ook een verschil tussen zomer en winter waarbij in de winter de Cu-voorziening hoger is dan in de zomer. Deze verschillen worden veroorzaakt door een hogere aanvoer in de winter via het basisrantsoen en mineralenmengsels. Bij melkgevende dieren komt in de zomer beginlactatie zo'n 35-50% van de kopervoorziening uit het basisrantsoen (spreiding 16-92%) en eindlactatie bedraagt dat 55-62% (spreiding 27-100%). Uit de enquête blijkt dat er slechts twee bedrijven (14 en 17) een koperbemesting toepassen. Deze twee bedrijven hebben doorgaans een goede kopervoorziening. Mineralenmengsels dragen gedurende de lactatie zo'n één-derde bij aan de kopervoorziening. Vijf van de geënquêteerde bedrijven passen de hoeveelheid mineralenmengsel aan tussen zomer en winter waarbij er in de zomer minder wordt gegeven dan in de winter. Bij de droogstaande dieren past één bedrijf de hoeveelheid mineralenmengsel aan en verhoogt de hoeveelheid.

De kopervoorziening van droogstaande dieren is in zomer en winter voor twee-derde afkomstig uit mineralenmengsels en één-derde uit het basisrantsoen. Ook hier is sprake van een grote spreiding: er zijn bedrijven waar de droogstaande dieren geen mineralenmengsel krijgen (en het basisrantsoen voor de volledige kopervoorziening zorgt) en bedrijven waarbij het mineralenmengsel ruim 80% van de aanvoer uitmaakt. De kopervoorziening is voor de meeste bedrijven boven de geschatte behoefte maar bij ongeveer een kwart van de bedrijven is de kopervoorziening voor de droogstaande dieren lager dan de behoefte.

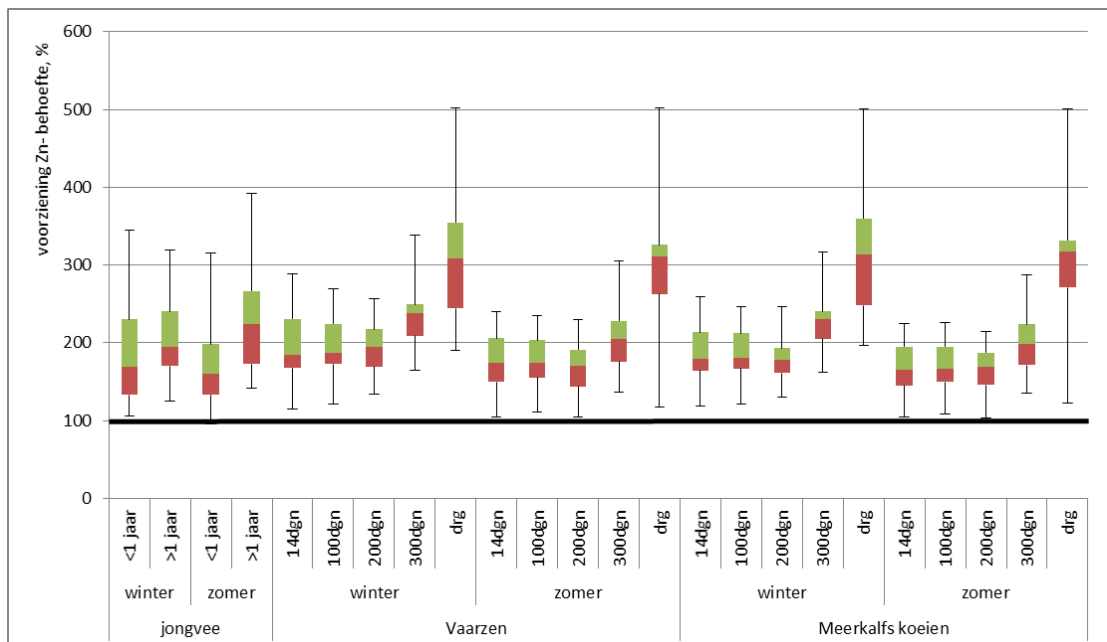
De kopervoorziening van het jongvee vertoont een grote spreiding. Bij het jongvee <1 jaar is in de

winter de mediaan van de kopervoorziening 126% de geschatte behoefte met spreiding tussen 66% en 461%. Voor de zomerperiode bedraagt de mediaan 104% (spreiding 46-404%). In de winter heeft een kwart en in de zomer bijna de helft van de bedrijven een te lage kopervoorziening. Voor het jongvee >1 jaar geldt dat de mediaan van de kopervoorziening 103% en 102% van de geschatte behoefte bedraagt voor respectievelijk zomer en winter. De spreiding is ook bij deze diergroep fors, vooral in de zomer (54-394%). Voor het jongvee >1 jaar heeft bijna de helft van de deelnemende bedrijven een kopervoorziening onder of net op de geschatte behoefte.

De kopervoorziening bij de droogstaande dieren en het jongvee moet in orde zijn. Droogstaande dieren hebben koper nodig voor de groei van het ongeboren kalf. Het jongvee heeft koper nodig voor de groei. In Bijlage 3 is de kopervoorziening per diergroep per seizoen voor individuele bedrijven weergegeven. Bij het jongvee <1 jaar zijn er 11 bedrijven die in de zomer een lage geschatte Cu-voorziening hebben. Van deze elf bedrijven zijn er vier bedrijven die ook in de winter een geschatte lage kopervoorziening van het jongvee <1 jaar hebben, dit zijn de bedrijven 10, 12, 18 en 25. Bedrijven 10 en 18 hebben ook bij het jongvee >1 jaar een lage geschatte koperaanvoer in zomer en winter. Bedrijf 11 kan hier ook toe worden gerekend omdat het met uitzondering van jongvee <1 jaar in de zomer ook een geschatte kopervoorziening heeft die onder de 100% ligt. In de droogstandsfase zijn er ook een aantal bedrijven waarbij de kopervoorziening beneden het behoefteniveau ligt. Het zijn met name de bedrijven 10 en 11 die voor zowel de vaarzen als de meerkalfskoeien een lage kopervoorziening hebben. Bij deze bedrijven loopt de jongveeopfok door de langdurige lage kopervoorziening mogelijk een risico.

3.1.2 Zink, Zn

Voor alle diergroepen is van alle bedrijven in onderstaande Figuur 3.2 de zinkvoorziening ten opzichte van de behoefte weergegeven.



Figuur 3.2 Boxplot van de berekende zinkvoorziening ten opzichte van de behoefte per diergroep en productiegroep, per seizoen, voor alle deelnemende bedrijven, %. Weergegeven is het tweede (rood) en derde (groen) kwartiel, het minimum en maximum.

Voor alle dier- en productiegroepen geldt dat de zinkvoorziening de zinkbehoefte voldoende tot ruim dekt. De berekende minimale voorzieningen zijn hoger dan de 100%-behoefte. Bij de melkgevende dieren neemt de zinkvoorziening toe naarmate men verder in het lactatiestadium komt. Dat komt onder andere door een hoger berekend zinkinname uit het basisrantsoen, bij een zinkaanbod uit het mineralenmengsel dat gelijk blijft of iets afneemt in combinatie met een dalende geschatte melkproductie. Bij de melkgevende dieren komt in de zomer begin lactatie 50-63% van zinkvoorziening uit het basisrantsoen en 15-20% uit de mineralenmengsels. In de winterperiode komt er van de totale zinkvoorziening iets meer uit de mineralenmengsels 17-24% en 48-62% uit het basisrantsoen. Eind lactatie komt er 74-83% uit het basisrantsoen en dit is voor de zomer en winter ongeveer gelijk. Het aandeel van de mineralenmengsel bedraagt eind-lactatie 15-21% voor de zomer- en winterperiode.

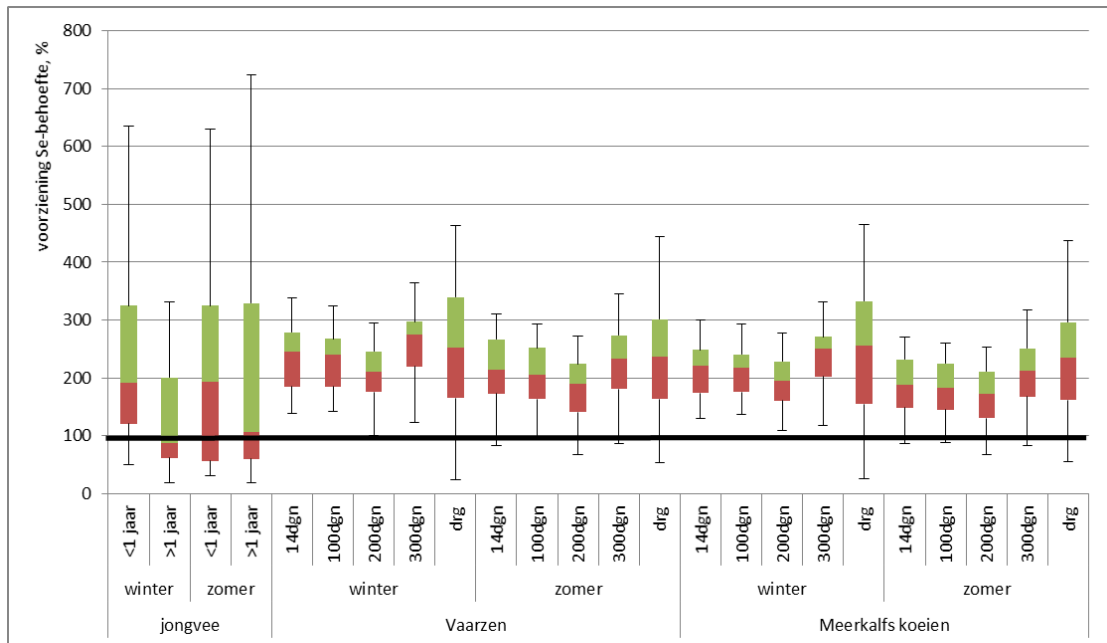
De zinkvoorziening van de droogstaande dieren ligt ruim boven de berekende behoefte. De mediaan van de berekende voorziening is ruim drie maal de behoefte. Bij de droogstaande dieren is 58-63% van de zinkaanvoer afkomstig uit basisrantsoen en de rest uit het gevoerde mineralenmengsel. Het basisrantsoen bevat voor alle bedrijven al genoeg zink om in de behoefte te voldoen. In de zomerperiode voeren 21 van de 24 bedrijven een mineralenmengsel, in de winter voeren 22 van de 24 bedrijven een mineralenmengsel. De bedrijven die geen mineralenmengsel aan de droogstaande dieren voeren (10, 11 in zomer en winter, bedrijf 7 in de zomer) hebben ook in de droogstandsfasen een voldoende voorziening waarbij de zinkvoorziening van de droogstaande dieren op bedrijf 11 iets boven de 100% uitkomt (zie Bijlage 4). Bedrijf 5 is een voorbeeld van een bedrijf dat ten opzichte van de andere bedrijven aan de droogstaande koeien veel mineralenmengsel met een hoog zinkgehalte voert. Het berekende zinkgehalte in het basisrantsoen is op dit bedrijf niet afwijkend van de andere bedrijven.

De berekende kopervoorziening van de droogstaande dieren ligt op bedrijf 5 iets boven de 100% (zie Bijlage 3). Omdat een hoge zinkvoorziening een negatief effect heeft op de koperbenutting kan de kopervoorziening op dit bedrijf lager uitkomen. Bedrijven 3 en 6 hebben ook een hoge berekende zinkvoorziening voor de droogstaande koeien. Beide bedrijven hebben echter een veel ruimere kopervoorziening.

De zinkvoorziening van het jongvee is voor beide groepen (<1 jaar en >1 jaar) in zowel zomer als winter voldoende. Opvallend is dat de berekende zinkvoorziening van de kalveren lager is dan voor pinken. Vooral jonge, groeiende dieren (kalveren) hebben een grote zinkbehoefte. De mediaan van de berekende zinkvoorziening bedraagt voor de kalveren 170% en 159% van de behoefte voor respectievelijk zomer en winter. Voor pinken ligt de mediaan op respectievelijk 195% en 224%. De minimale voorziening komt voor bij kalveren in de zomerperiode met een voorziening van 96% van de behoefte. De zinkvoorziening van bedrijf 23 is een voorbeeld van het effect van een mineralenbolus in de zomerperiode voor weidende pinken. Het bedrijf geeft in de zomerperiode de pinken een mineralenbolus. De resultaten lijken uit te wijzen dat er een betere afstemming van de samenstelling van de bolus nodig is ten opzichte van de behoefte. Op dit bedrijf draagt de bolus voor iets meer dan de helft bij aan de zinkvoorziening, de rest komt uit het ruwvoer. Er lijkt ruimte te zijn voor aanpassing van de samenstelling.

3.1.3 Selenium, Se

In Figuur 3.3 is de berekende seleniumvoorziening voor alle diergroepen weergegeven.



Figuur 3.3 Boxplot van de berekende seleniumvoorziening ten opzichte van de behoefte per diergroep en productiegroep, per seizoen, voor alle deelnemende bedrijven, %. Weergegeven is het tweede (rood) en derde (groen) kwartiel, het minimum en maximum.

De seleniumvoorziening voor de nieuwmelkte dieren is voor de vaarzen en meerkalkskoeien in de winter in orde. In de zomer is op een enkel bedrijf na de voorziening ruim in orde. Het zijn vooral de bedrijven die (veel) beweiden die wat lager uitkomen in de seleniumvoorziening. Een goed getimede en een voldoende seleniumbemesting kan de seleniumvoorziening voor deze bedrijven op orde brengen. Uit de enquête blijkt dat 20 van de 24 bedrijven geen seleniumbemesting uitvoeren, drie bedrijven voeren jaarlijks een seleniumbemesting uit en één bedrijf past twee keer per jaar een seleniumbemesting toe.

De daling in seleniumvoorziening bij de 200 dagen productie wordt veroorzaakt door een afnemende berekende aanvullende krachtvoergift in combinatie met licht dalende melkproductie waarbij de melkproductie langzamer daalt dan de afbouw van de krachtvoergift. Na 300 dagen productie is de berekende aanvullende krachtvoergift helemaal afgebouwd en daardoor ook de seleniumvoorziening via krachtvoer. De geschatte melkgift is verder gedaald. Omdat de geschatte ruwvoeropname op een bijna gelijk niveau blijft, neemt de netto voorziening weer licht toe.

Bij de melkgevende dieren gebeurt de seleniumvoorziening vooral via het (aanvullende) krachtvoer en de mineralenmengsels. Nieuwmelkte dieren (14 en 100 dagen productie) krijgen ongeveer 40% van de selenium via het mineralenmengsel en ongeveer een kwart via het aanvullende krachtvoer. Bij oudmelkte dieren is de seleniumvoorziening ongeveer 50% ruwvoer en 50% mineralenmengsel. Bij de droogstaande dieren is ongeveer driekwart van de seleniumvoorziening afkomstig van mineralenmengsels en bolussen en de rest van basirantsoen. Er zijn twee bedrijven die in de enquête hebben aangegeven een bolus aan de droogstaande dieren te geven.

De mineralenvoorziening bij het jongvee is divers. Bij het jongvee <1 jaar zijn er twee bedrijven waar het mineralenmengsel bijna de gehele voorziening uitmaakt. Er zijn vijf bedrijven die in de enquête hebben aangegeven dat ze het jongvee <1 jaar een mineralenmengsel voeren.

Ook bij het jongvee >1 jaar is de mineralenvoorziening divers. Bij het jongvee >1 jaar zijn er acht bedrijven die in de winter mineralen voeren. Van deze acht bedrijven zijn er drie die ook in de zomer een mineralenmengsel geven en twee die in de zomer én een mineralenmengsel én een bolus geven. Eén van de acht bedrijven geeft in de zomer alleen een bolus. De overige twee bedrijven geven alleen in de winter een mineralenmengsel. Daarnaast zijn er vier bedrijven die alleen in de zomer een bolus geven. Bij het jongvee >1 jaar verzorgen de mineralenmengsels in de zomer ongeveer één-derde (mediaan) van de aanvoer, de rest komt uit het basisrantsoen.

In Figuur 3.3 is duidelijk te zien dat met name de droogstaande dieren en het jongvee de risicogroepen zijn voor wat betreft de seleniumvoorziening. De mediaan van de voorziening bij jongvee >1 jaar ligt rondom het behoefteniveau. Bij het jongvee <1 jaar ligt de mediaan van de voorziening boven de behoefte maar de spreiding laat zien dat er ook een aantal bedrijven onder behoefteniveau uitkomen. In Bijlage 5 is te zien dat bij de droogstaande dieren het met name bedrijven 10 en 11 zijn die een lage berekende seleniumvoorziening hebben. Beide bedrijven hebben in de enquête aangegeven geen seleniumbemesting uit te voeren en geven de droogstaande koeien geen mineralenmengsel, bolus of likstenen. Bedrijf 10 is een voorbeeld van een bedrijf waarvan de droogstaande koeien alleen graskuil krijgen en het seleniumgehalte van het gras te laag is om in de behoefte te voorzien. Op basis van gemiddelde Se-gehalten in gras uit het databestand van BLGG AgroXpertus (periode 2002-2005) en rantsoenvoorbeelden komen Bussink et al. (2007) tot de conclusie dat voor vee met alleen gras in het rantsoen er een risico bestaat van een te lage seleniumvoorziening. Bedrijf 11 heeft een structureel rantsoen (veel stro) met lage seleniumgehalten. Omdat droogstaande dieren een grote lichaamsreserve hebben (in bloed, organen en weefsels) hoeft een seleniumtekort in het rantsoen niet direct tot problemen te leiden. Langduriger tekort kan leiden tot problemen rond afkalven en kan er voor zorgen dat de seleniumstatus van het kalf te laag is.

In Bijlage 5 is te zien dat op een groot aantal bedrijven het jongvee, zowel <1 jaar als >1 jaar, een berekend seleniumtekort in het rantsoen heeft en dat het in zowel de zomer als de winterperiode voorkomt. In de zomer hebben acht van de 23 bedrijven (1 bedrijf geen data) bij jongvee <1 jaar een berekend tekort. Bij het jongvee >1 jaar hebben 9 bedrijven een seleniumtekort. In de winterperiode hebben vier bedrijven en 12 bedrijven voor respectievelijk jongvee <1 jaar en > 1 jaar een berekend seleniumtekort.

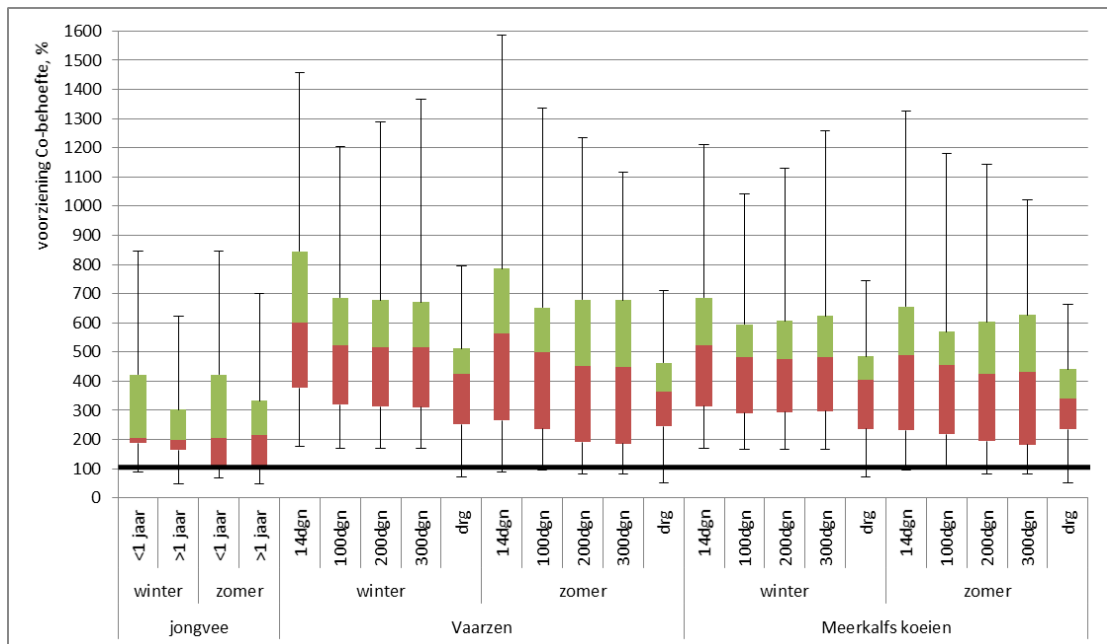
Opvallend is dat bedrijf 10 zowel bij het droogstaand vee als bij het jongvee een berekend seleniumtekort heeft. Een nuancering hierbij is dat de berekeningen uitgaan van een volledige weidegang in de zomer. Daarvan is gedurende een deel van de zomer sprake, jongvee <1 jaar heeft 90 dagen volledige weidegang en jongvee >1 jaar 100 dagen volledige weidegang. Buiten deze periode is er in de zomer sprake van stalvoeding plaats met vers gras aangevuld met krachtvoer. Door de krachtvoer zal de seleniumvoorziening iets hoger zijn, maar zeer waarschijnlijk nog onder de norm. Door de langdurige periode van een berekend seleniumtekort op bedrijf 10 (droogstand en de aansluitende jongveeperiode) is het onduidelijk hoe de ontwikkeling van de jongvee verloopt.

In Bijlage 5 is ook te zien dat bedrijven die een mineralenmengsel voeren aan het jongvee of een bolus toedienen een goede tot hoge seleniumvoorziening hebben. Voorbeelden daarvan zijn

bedrijven 8, 16 en 23 voor jongvee <1 jaar en > 1 jaar en bedrijven 6 en 24 voor jongvee < 1 jaar en bedrijf 2 voor jongvee >1 jaar. Uit de enquête blijkt dat bij jongvee <1 jaar er drie bedrijven zijn die in de zomer een bolus geven. Bij jongvee >1 jaar zijn er 7 bedrijven die een bolus geven. Bedrijf 25 is een voorbeeld van een bedrijf waarbij in de zomer door de bolus de seleniumvoorziening voor jongvee >1 jaar op orde is maar in de winter er een berekend tekort is omdat er dan geen mineralenmengsel wordt verstrekt.

3.1.4 Kobalt, Co

Figuur 3.4 geeft de resultaten van de berekende kobaltvoorziening weer.



Figuur 3.4 Boxplot van de berekende kobaltvoorziening ten opzichte van de behoefte per diergroep en productiegroep, per seizoen, voor alle deelnemende bedrijven, %. Weergegeven is het tweede (rood) en derde (groen) kwartiel, het minimum en maximum.

Er is duidelijk sprake van een ruime tot zeer hoge kobaltvoorziening voor de melkgevende en droogstaande dieren. Dat is onnodig. Ook is duidelijk dat er sprake is van een grote spreiding in de resultaten. De daling in de kobaltvoorziening van de 300 dagen-dieren naar de droge koeien is het gevolg van een afnemende voorziening via het basisrantsoen en afnemende voorziening via het mineralenmengsel. Wel is in Figuur 3.4 te zien dat er bij de 300dagen-dieren sprake is van een grotere spreiding in mineralenvoorziening en dus een veel grotere diversiteit tussen de bedrijven.

De kobaltvoorziening van melkgevende en droogstaande dieren wordt op de deelnemende bedrijven vooral verzorgd via de mineralenmengsels. 50% tot 70% van de kobaltvoorziening is afkomstig van mineralenmengsel, 24% tot 41% is afkomstig uit het basisrantsoen. De kobaltvoorziening via het aanvullende krachtvoer is beperkt en bedraagt 14-16% voor de nieuwmelkte dieren. Bij het jongvee loopt de kobaltvoorziening via het basisrantsoen.

In Bijlage 6 zijn de resultaten van de individuele bedrijven opgenomen. Tijdens de droogstand is de kobaltvoorziening van bedrijf 11 onder de behoefte. Zoals eerder opgemerkt voert dit bedrijf een strorijk rantsoen aan de droogstaande koeien zonder mineralenmengsel. Tijdens de melkgevende

periode is de kobaltvoorziening op dit bedrijf zeer ruim. Omdat dieren een kleine lichaamsreserve hebben is het kan er een tekortsituatie tijdens de droogstand ontstaan met mogelijk een verstoorde penswerking en stofwisseling tot gevolg. Voor de zomerperiode is bij oudmelkte dieren op bedrijf 18 een tekort berekend. Dit is een bedrijf dat in de zomer een rantsoen voert bestaande uit veel weidegras zonder een dat er een mineralenmengsel wordt gevoerd of het gras een kobaltbemesting krijgt. Ook bedrijf 8 voert volgens opgave in de zomer geen mineralenmengsel aan de melkgevende dieren. Bij de nieuwmelkte dieren (14-100 dagen productie) ontstaat daardoor een beperkt kobalttekort.

De kobaltvoorziening van het jongvee is duidelijk lager en ligt veel meer in lijn met de behoefte. Ook hier zijn een aantal bedrijven die een te lage kobaltvoorziening hebben. Uit Bijlage 6 blijkt dat bedrijf 19 voor zowel de zomer- als winterperiode voor zowel jongvee <1 jaar als jongvee >1 jaar een berekend kobalttekort heeft. Voor bedrijf 20 geldt met uitzondering van de zomerperiode voor jongvee <1 jaar ook een tekortsituatie in de andere perioden/jongveecombinatie. In de zomerperiode komen de meeste bedrijven met een kobalttekort voor, dat is gerelateerd aan weidegang zonder een uitgevoerde kobaltbemesting. Naast de eerder genoemde bedrijven hebben de bedrijven 11, 18 en 21 in de zomer een kobalttekort in beide jongveegroepen. Bedrijven 12 en 15 hebben voor respectievelijk jongvee >1 jaar en jongvee <1 jaar een berekend tekort.

Naast de bedrijven met een lage kobaltvoorziening zijn er ook bedrijven met een uitzonderlijk hoge kobaltvoorziening. Op bedrijf 20 is sprake van een hoge kobaltvoorziening. Opvallend daarbij is dat op dit bedrijf het jongvee een lage kobaltvoorziening heeft. In een eerdere inventarisatie van de spoorelementvoorziening bij een aantal melkveehouders in Drenthe zijn door Den Boer en Van der Draai (2007) en Den Boer et al. (2011) ook hoge kobaltvoorzieningen berekend, met kobaltvoorzieningen tot 24 keer de norm. Dat is vergelijkbaar met de resultaten in dit project.

3.2 Resultaten energie en macromineralen

Per bedrijf is berekend wat de dagelijkse productie was en hoeveel eiwit, energie en mineralen de dieren nodig hadden. De resultaten van alle bedrijven zijn weergegeven in de bijlagen. In de volgende subparagraaf is als voorbeeld een willekeurig bedrijf doorgerekend. De samenvatting van de resultaten van de deelnemende bedrijven zijn weergegeven in Bijlage 2.

3.2.1 Case voorbeeldbedrijf.

Ter illustratie is in dit hoofdstuk een willekeurig melkveebedrijf geformuleerd en doorgerekend. In dit voorbeeld hebben de melkkoeien een 305-dagenproductie van 8800 kg. Dit komt neer op een gemiddelde van 28.9 kg/dag. De dierbehoefte van melkkoeien is op basis van deze productie is weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Dierbehoefte van melkkoeien op basis van een 305-dagenproductie van 8800 kg.

VEM	DVE g/dag	SW	K mg/dag	Ca mg/dag	P mg/dag
18211	1590	1,1	120	80	63

Het rantsoen in winter en zomer is weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Opgegeven zomer- en winterrantsoen van het voorbeeldbedrijf..

Voedermiddel	winter kg vers/dag	winter kg ds/dag	zomer kg vers/dag	zomer kg ds/dag
graskuil	29,3	11,5	4	1,6
vers gras			61,3	10
snijmaiskuil			10	3,4
aardappelpersvezels	3,5	0,6		
bierbostel	7	1,5	7	1,5
standaardkrachtvoer	2,9	2,6	2,8	2,5
lactatiestart	1,5	1,4	1,5	1,4
soja-tarwemix	0,5	0,4		
totaal		17,9		20,3

Per voedermiddel is de VEM, DVE, OEB, SW, K, Ca en P berekend. Dit is vervolgens vergeleken met de behoefte: door de opname te delen door de behoefte, wordt het dekkingspercentage berekend. Een uitzondering hierop is de OEB. Hier kan geen dekkingspercentage berekend worden, omdat deze rond de 0 hoort te zijn. Maar een gemiddelde OEB van 10, betekent weliswaar dat er gemiddeld een positieve OEB is, maar dat er op momenten ook een tekort in de pens op kan treden. Om inzicht te geven in de kans op OEB tekorten gedurende de dag, is van de OEB opname 100 afgetrokken. Wanneer dit getal vervolgens onder de 0 komt, kan gezegd worden dat er gedurende de dag kans is op een OEB tekort.

In Tabel 3.3 staat de opname van het winterrantsoen voor melkvee van de verschillende nutriënten weergegeven. Er is een vergelijking gemaakt met de behoefte en ook het dekkingspercentage is weergegeven. Uit de resultaten van de enquête blijkt dat de berekende behoefte niet altijd overeen komt met de opname. Als voorbeeld wordt aangenomen dat de opname van ds 17,9 kg per dier per dag is.

Echter, uit berekeningen blijkt dat met dit rantsoen een dier 19,9 kg ds op zou nemen. Het gevolg van een mogelijk lagere opname is dat ook de VEM en DVE-opname lager zijn dan de behoeftenormen met deze melkproductie. Uiteindelijk kan dit ten koste gaan van de productie.

Tabel 3.3 De dagelijkse opname van ds, energie, eiwit en mineralen per melkkoe van het winterrantsoen op het voorbeeldbedrijf.

	Behoefte	Opname	Dekkingspercentage
opname (kg DS/dag)	19,9	17,9	84,9
VEM	18211	16458	90
DVE (g/dag)	1590	1464	90
OEB (g/dag)	0	272	172
Structuurwaarde	1,1	2,23	202
kalium (mg/dag)	120	455	379
calcium (mg/dag)	80	108	134
fosfor (mg/dag)	63	77	123

In de zomer zijn er meer factoren waar bij de samenstelling en berekening van het rantsoen rekening mee gehouden moet worden, namelijk de opname van vers gras. Dit wordt normaliter niet gewogen. Om toch vast te stellen wat de opname in de zomer is, is gebruik gemaakt van de voeropnamecapaciteit van melkkoeien in combinatie met de verzadigingswaarde. In Tabel 3.4 is de opname per melkkoe per dag in de zomerperiode weergegeven.

Tabel 3.4 De dagelijkse opname van ds, energie, eiwit en mineralen per melkkoe van het zomerrantsoen op het voorbeeldbedrijf.

	Behoefte	Opname	Dekkingspercentage
opname (kg ds /dag)	20,3	21,6	96,3
VEM	18211	19799	109
DVE (g/dag)	1590	1853	117
OEB (g/dag)	0	720	620
Structuurwaarde	1,1	1,6	141
kalium (mg/dag)	120	512	426
calcium (mg/dag)	80	120	150
fosfor (mg/dag)	63	83	132

3.2.1.1 Droogstand

Voor droogstaande koeien is er een apart rantsoen opgesteld en doorgerekend. Het rantsoen is zomer en winter gelijk en bestaat uit graskuil en stro. Niet bij alle geëncquêteerde bedrijven zijn de winter- en zomerrantsoenen voor droogstaande dieren gelijk. Wanneer het niet gelijk is, zijn de winter- en zomerrantsoenen apart doorgerekend. In Tabel 3.5. is de opname van het voorbeeldbedrijf weergegeven.

Tabel 3.5 De dagelijkse opname van ds, energie, eiwit en mineralen per droogstaande koe voor het winter- en zomerrantsoen op het voorbeeldbedrijf.

	Behoefte	Opname	Dekkingspercentage
opname (kg ds /dag)	13,6	8,7	64
VEM	7558	7623	101
DVE (g/dag)	349	552	158
OEB (g/dag)	0	133	33
structuurwaarde	1,1	3,4	307
kalium (mg/dag)	55	289	526
calcium (mg/dag)	29	43	147
fosfor (mg/dag)	21	35	167

In Tabel 3.5 is VEM behoefte gelijk gesteld aan de opname. Echter, over het algemeen kunnen de droogstaande dieren ad libitum vreten en zullen ze daardoor een te hoge energieopname bereiken waardoor ze vervetten. Hierdoor kunnen na het afkalven allerlei gezondheidsproblemen ontstaan.

3.2.1.2 Jongvee < 1 jaar

Op het voorbeeldbedrijf is aangenomen dat het rantsoen voor jongvee < 1 jaar in de winter gelijk aan dat in de zomer. Het rantsoen bestaat uit hooi en krachtvoer. Niet bij alle bedrijven zijn de

winter- en zomerrantsoenen voor jongvee < 1 jaar gelijk. Wanneer het niet gelijk is, zijn de winter- en zomerrantsoenen apart doorgerekend. In Tabel 3.6 is de opname voor jongvee < 1 jaar weergegeven.

Tabel 3.6 De dagelijkse opname van ds, energie, eiwit en mineralen per jongvee <1jaar voor het winter- en zomerrantsoen op het voorbeeldbedrijf.

	Behoefte	Opname	Dekkingspercentage
opname (kg ds /dag)	5,2	5,3	102
VEM	4380	4323	99
DVE (g/dag)	289	345	119
OEB (g/dag)	0	44	-56
structuurwaarde	1,1	2,0	181
kalium (mg/dag)	25	169	676
calcium (mg/dag)	21	26	125
fosfor (mg/dag)	13	20	153

Bij jongvee < 1 jaar valt het op dat de OEB opname aan de lage kant is. De VEM opname is iets onder de behoefte. Hierbij moet echter wel bedacht worden dat de samenstelling van het hooi in de berekening volgens een aangenomen waarde (CVB verkorte tabel) is. Bij een gemiddelde kwaliteit hooi, zal een tijdelijk tekort in eiwit en energie op kunnen treden. De kaliumvoorziening is erg ruim.

3.2.1.3 Jongvee > 1 jaar

Voor pinken is aangenomen dat het rantsoen volledig bestaat uit graskuil, zowel zomer als winter. Niet bij alle bedrijven zijn de winter- en zomerrantsoenen voor jongvee > 1 jaar gelijk. Wanneer het niet gelijk is, zijn de winter- en zomerrantsoenen apart doorgerekend. In Tabel 3.7 wordt de opname voor jongvee > 1 jaar weergegeven.

Tabel 3.7 De dagelijkse opname van ds, energie, eiwit en mineralen per pink voor winter- en zomerrantsoen op het voorbeeldbedrijf.

	Behoefte	Opname	Dekkingspercentage
opname (kg ds /dag)	7,7	7,7	100
VEM	6690	6830	102
DVE (g/dag)	379	500	132
OEB (g/dag)	0	123	23
structuurwaarde	1,1	3,0	270
kalium (mg/dag)	45	259	575
calcium (mg/dag)	24	38	157
fosfor (mg/dag)	17	32	186

3.2.2 Samenvatting van de bedrijven voor voederwaardekenmerken en macromineralen

De berekeningen in paragraaf 3.2.1 zijn voor alle bedrijven uitgevoerd. In deze paragraaf worden de resultaten samengevat.

3.2.2.1 VEM

Voor melkvee is de gemiddelde dekking 115%, zie Tabel 3.8. In enkele gevallen is er een tekort aan VEM. Dit zou ten koste kunnen gaan van de melkproductie. In de droogstand is de gemiddelde dekking meer dan 150%, zowel voor zomer als voor winter. Dit kan problemen opleveren aan het begin van de lactatie. Jongvee krijgt over het algemeen een rantsoen met weinig (<1 jaar) of geen (>1 jaar) krachtvoer. Als gevolg hiervan is de gemiddelde VEM dekking bij jongvee in de winter < 100%. Het is belangrijk daarbij te realiseren dat jongvee voldoende energie nodig heeft om te groeien, en dat pinken voldoende energie nodig hebben in verband met dracht.

Tabel 3.8 De dekkingsgraad van VEM: gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	115	15,8	84	145
droogstand	winter	152	31,8	88	195
jongvee<1jr	winter	105	6,0	94	119
jongvee>1jr	winter	98	6,7	80	109
melkvee	zomer	122	17,4	96	180
droogstand	zomer	157	38,4	76	222
jongvee<1jr	zomer	108	8,5	94	132
jongvee>1jr	zomer	105	9,1	87	116

3.2.2.2 DVE

Bij melkvee is er over het algemeen sprake van voldoende dekking, maar in enkele gevallen ook van een tekort (Tabel 3.9). Evenals voor VEM, geldt voor DVE dat er over het algemeen sprake is van een ruim overschot in de droogstand. Bij jongvee is er meestal sprake van voldoende dekking.

Tabel 3.9 De dekkingsgraad van DVE: gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	117	24,8	71	161
droogstand	winter	217	56,1	74	302
jongvee<1jr	winter	127	17,3	95	172
jongvee>1jr	winter	122	14,4	98	150
melkvee	zomer	129	26,9	93	197
droogstand	zomer	232	83,4	50	459
jongvee<1jr	zomer	132	26,4	95	215
jongvee>1jr	zomer	138	59,7	-93	195

3.2.2.3 OEB

OEB is meestal ruimschoots aanwezig, vooral bij droogstand, zie Tabel 3.10. Bij enkele bedrijven wordt krap aan eiwit gevoerd, dus wordt er ook een tekort aan OEB waargenomen. Dit komt vaker in de winter voor dan in de zomer, omdat in de zomer in vers gras ruim eiwit aanwezig is.

Tabel 3.10 De OEB van de rantsoenen voor de verschillende diergroepen: gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	58	226	-288	563
droogstand	winter	-31	241	-392	571
jongvee<1jr	winter	-47	63	-147	60
jongvee>1jr	winter	19	171	-223	408
melkvee	zomer	480	264	-105	1100
droogstand	zomer	48	355	-589	1102
jongvee<1jr	zomer	-21	93	-174	222
jongvee>1jr	zomer	208	210	-185	454

3.2.2.4 Structuurwaarde

In Tabel 3.11 is de structuurwaarde voor de verschillende diergroepen te zien. De structuurwaarde is meestal ruim voldoende. Per productgroep zijn er dan ook geen directe aanwijzingen voor pensacidose. Voor individuele koeien kan dit wel anders liggen, omdat er in deze berekening geen onderscheid gemaakt is tussen nieuwmelkte en oudmelkte koeien. Nieuwmelkte koeien hebben een grotere krachtvoeropname, dus een lagere structuurwaarde in het rantsoen. In extreme gevallen kan de dekking dan wél onder de 100% uitkomen.

Tabel 3.11 De structuurwaarde van de rantsoenen voor de verschillende diergroepen: gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	165	34	100	257
droogstand	winter	277	57	156	473
jongvee<1jr	winter	259	107	147	711
jongvee>1jr	winter	352	379	215	2125
melkvee	zomer	147	36	1	202
droogstand	zomer	270	68	131	473
jongvee<1jr	zomer	220	50	126	335
jongvee>1jr	zomer	313	399	159	2125

3.2.2.5 Kalium

Kalium is altijd voldoende aanwezig, soms zeer ruim, zie Tabel 3.12. Met name bij de droogstand is de voorziening ruim, maar ook bij de andere diergroepen. Het gemiddelde overschot is het laagst bij melkvee, omdat melkvee een hogere kaliumbehoefte heeft dan de andere diergroepen.

Tabel 3.12 De kaliumvoorziening van de rantsoenen voor de verschillende diergroepen:
gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	385	59	261	519
droogstand	winter	670	163	357	937
jongvee<1jr	winter	588	110	391	761
jongvee>1jr	winter	538	123	342	952
melkvee	zomer	454	46	365	551
droogstand	zomer	690	199	309	1111
jongvee<1jr	zomer	593	109	392	761
jongvee>1jr	zomer	568	105	395	952

3.2.2.6 Calcium

Bij Calcium treden af en toe tekorten op, zie Tabel 3.13. Bij melkvee is in een enkel geval de dekking slechts 57%. De vraag is of hier niet een incorrecte opgave is gedaan. Bij sommige bedrijven is ook sprake van een ruim overschot. Op calcium zou mogelijk nauwkeuriger gestuurd kunnen worden, zeker omdat dit een belangrijk element is voor botvorming, resorptie en melkgift.

Tabel 3.13 De calciumvoorziening van de rantsoenen voor de verschillende diergroepen:
gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	150	46	57	275
droogstand	winter	207	52	73	344
jongvee<1jr	winter	126	28	77	206
jongvee>1jr	winter	146	25	81	202
melkvee	zomer	162	27	94	220
droogstand	zomer	209	60	73	344
jongvee<1jr	zomer	128	29	85	200
jongvee>1jr	zomer	158	24	112	202

3.2.2.7 Fosfor

Bij fosfor komt in enkele gevallen - in 3% van de berekende diergroepen - ook een tekort voor, zie Tabel 3.14. Fosfor is een belangrijk element in de derogatie en zal het fosforgehalte de komende jaren alleen maar minder worden in de ruwvoerders. Bovendien is ook in krachtvoerders een convenant van kracht om de gehalten in het voer te verlagen. Een tekort op rantsoenbasis betekent dat er in individuele gevallen sterkere tekorten zijn die ten koste kunnen gaan van diergezondheid.

Echter, zowel bij calcium als bij fosfor geldt dat de elementen eenvoudig geresorbeerd kunnen worden (zeker bij jongere dieren). Op langere termijn is een tekort niet houdbaar en zal ten koste gaan van diergezondheid en productie.

Tabel 3.14 De fosforvoorziening van de rantsoenen voor de verschillende diergroepen: gemiddelde dekking, standaard deviatie, minimum en maximum.

Diergroep	seizoen	gemiddelde	stdev	min	max
melkvee	winter	129	23	91	176
droogstand	winter	214	59	89	332
jongvee<1jr	winter	149	20	112	174
jongvee>1jr	winter	167	29	113	228
melkvee	zomer	140	16	114	178
droogstand	zomer	214	65	61	342
jongvee<1jr	zomer	152	18	114	174
jongvee>1jr	zomer	175	23	129	228

3.3 Resultaten correlaties tussen mineralenvoorziening, NAbs en bloedonderzoek.

Alle resultaten van de relatie tussen NAbs in bloed en mineralen staan weergegeven in Tabel 3.15. De resultaten van de relatie tussen NAbs in melk en mineralen staan weergegeven in Tabel 3.16. Er is gebruik gemaakt van het winterrantsoen aangezien het bloed in het voorjaar is getapt, terwijl de koeien nog (grotendeels) binnen stonden.

In Tabel 3.15 en Tabel 3.16 betekent een negatieve coëfficiënt dat de relatie negatief is: de gemiddelde hoeveelheid antilichamen was in die groep dan lager dan in de referentiecategorie (waarbij de referentiecategorie de op norm voeding is). Een positieve coëfficiënt betekent dat het mineraal een positieve relatie heeft met de antilichamen tegen KLH.

De resultaten van de extra bloedafname op zes bedrijven zijn gepresenteerd in Tabel 3.17. De concentratie van het betreffende mineraal is hierbij weergegeven per rantsoengroep.

3.3.1 Koper

Koper heeft als enige mineraal een negatieve relatie met NAbs (natuurlijke antilichamen tegen KLH).

Vooraf dieren met een grote overmaat koper in het voer hadden gemiddeld lagere IgG en IgM titers tegen KLH. Ook dieren met een tekort aan koper hadden lagere titers tegen KLH in bloed dan dieren die op norm gevoerd werden. In melk hebben dieren met een grote overmaat gemiddeld ook lagere IgG en IgM titers tegen KLH.

De norm voor koper in het bloed is $7.5-18 \mu\text{MolL}^{-1}$, met een optimum tussen de $9-13 \mu\text{MolL}^{-1}$. Bijna alle dieren die op de norm of hoger gevoerd werden, voldeden aan deze optimale norm. Er waren geen dieren die een te hoge concentratie koper in hun bloed hadden. Enkele dieren die te weinig koper in het rantsoen hadden, zaten onder de norm van $7.5 \mu\text{MolL}^{-1}$. Er is te zien dat hoe meer koper in het rantsoen zit, hoe hoger de concentratie koper in het bloed is (Tabel 3.17).

Tabel 3.15 Coëfficiënten voor de relatie tussen NABs in serum en hoeveelheid mineralen in het voer (n=2379 dieren van 29 bedrijven).

Mineralen	dieren n (%)	IgG coëfficiënt (95% CI)	p- waarde	IgM coëfficiënt (95% CI)	p-waarde
Koper					
norm (100-150%)	249 (10%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	261 (11%)	-0,15 (-0,27;-0,04)	0,01	-0,05 (-0,19;0,09)	0,50
teveel (150-250%)	1157 (48%)	-0,09 (-0,18;-0,006)	0,04	-0,06 (-0,17;0,05)	0,31
veel te veel (>250%)	712 (30%)	-0,13 (-0,23;-0,32)	0,01	-0,26 (-0,38;-0,13)	<0,001
Selenium					
norm (100-150%)	199 (8,4%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	150 (6,3%)	0,09 (-0,046;0,23)	0,19	0,17 (0,003;0,35)	0,05
teveel (150-250%)	114 (47%)	0,14 (0,03;0,25)	0,01	0,03 (-0,11;0,16)	0,72
veel te veel (>250%)	916 (39%)	0,14 (0,02;0,26)	0,02	0,10 (-0,04;0,25)	0,16
Zink					
norm (100-150%)	103 (4,3%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	0	-	-	-	-
teveel (150-250%)	1658 (70%)	0,09 (-0,05;0,22)	0,22	0,01 (-0,16;0,18)	0,91
veel te veel (>250%)	618 (26%)	0,17 (0,03;0,31)	0,02	0,20 (0,03;0,38)	0,02
Kobalt					
norm (100-150%)	2 (1%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	63 (2,7%)	0,32 (-0,51;1,15)	0,76	-0,02 (-1,06;1,02)	0,97
teveel (150-250%)	414 (17%)	0,42 (-0,40;1,24)	1	-0,13 (-1,16;0,89)	0,79
veel te veel (>250%)	1900 (80%)	0,41 (-0,41;1,23)	0,99	-0,22 (-1,24;0,80)	0,67
Fosfor					
norm (100-150%)	1261 (52%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	102 (4,2%)	0,33 (0,17;0,50)	<0,001	0,19 (-0,02;0,40)	0,07
teveel (150-250%)	941 (38%)	0,09 (0,03;0,16)	0,005	0,13 (0,05;0,21)	0,002
veel te veel (>250%)	146 (6,0%)	-0,03 (-0,15;0,09)	0,63	0,23 (0,08;0,38)	0,002
Calcium					
norm (100-150%)	846 (35%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	120 (4,9%)	0,17 (0,3;0,32)	0,02	-0,13 (-0,31;0,06)	0,18
teveel (150-250%)	1182 (48%)	0,08 (0,14;0,15)	0,02	0,05 (-0,04;0,14)	0,25
veel te veel (>250%)	302 (12%)	-0,03 (-0,13;0,08)	0,59	-0,05 (-0,19;0,09)	0,48
Kalium					
norm (100-150%)	0	-	-	-	-
tekort (<100%)	0	-	-	-	-
teveel (150-250%)	0	-	-	-	-
	2450				
veel te veel (>250%)	(100%)	-	-	-	-

Tabel 3.16 Coëfficiënten voor de relatie tussen NABs in melk en hoeveelheid mineralen in het voer (n=869 dieren van 29 bedrijven).

Mineralen	n (%)	IgG coëfficiënt (95% CI)	p- waarde	IgM coëfficiënt (95% CI)	n (%)
Koper					
norm (100-150%)	83 (9,6%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	37 (4,3%)	1,02 (0,43;1,6)	0,001	0,53 (0,06;0,99)	0,03
teveel (150-250%)	402 (46%)	0,072 (-0,31;0,46)	0,71	-0,10 (-0,40;0,21)	0,53
veel te veel (>250%)	347 (40%)	-0,44 (-0,84;-0,04)	0,03	-0,55 (-0,86;-0,24)	0,001
Selenium					
norm (100-150%)	58 (6,7%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	16 (1,8%)	0,77 (0,07;1,6)	0,07	0,46 (-0,20;1,12)	0,17
teveel (150-250%)	443 (51%)	-0,04 (-0,60;0,51)	0,88	-0,03 (-0,45;0,40)	0,90
veel te veel (>250%)	352 (41%)	0,24 (-0,34;0,82)	0,41	0,20 (-0,25;0,65)	0,38
Zink					
norm (100-150%)	56 (6,4%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	0	-	-	-	-
teveel (150-250%)	652 (75%)	0,50 (0,005;0,99)	0,05	0,39 (-0,003;0,78)	0,05
veel te veel (>250%)	161 (19%)	1,5 (0,94;2,0)	<0,001	0,95 (0,51;1,4)	<0,001
Kobalt					
norm (100-150%)	0	-	-	-	-
tekort (<100%)	4 (0,5%)	0,67 (-0,75;2,10)	0,35	0,67 (-0,46;1,81)	0,24
teveel (150-250%)	130 (15%)	0,75 (0,30;1,2)	0,001	0,24 (-0,09;0,58)	0,16
veel te veel (>250%)	735 (85%)	ref	-	-	-
Fosfor					
norm (100-150%)	534 (60%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	43 (4,9%)	0,89 (-0,01;1,8)	0,05	0,36 (-0,29;1,0)	0,28
teveel (150-250%)	286 (32%)	1,07 (0,75;1,4)	<0,001	0,57 (0,32;0,82)	<0,001
veel te veel (>250%)	24 (2,7%)	1,43 (0,83;2,0)	<0,001	1,0 (0,50;1,5)	<0,001
Calcium					
norm (100-150%)	325 (37%)	ref	-	-	-
tekort (<100%)	40 (4,5%)	0,74 (-0,6;1,84)	0,19	-0,31 (-1,1;0,47)	0,44
teveel (150-250%)	442 (50%)	0,63 (0,27;1,0)	0,001	0,33 (0,06;0,60)	0,02
veel te veel (>250%)	80 (9%)	0,51 (-0,05;1,1)	0,08	0,008 (-0,42;0,43)	0,97
Kalium					
norm (100-150%)	0	-	-	-	-
tekort (<100%)	0	-	-	-	-
teveel (150-250%)	0	-	-	-	-
veel te veel (>250%)	887 (100%)	-	-	-	-

Tabel 3.17 Gemiddelde (min-max) en mediaan (IQR) concentratie van mineralen in het bloed verdeeld over de hoeveelheden mineralen die gevoerd worden (n=72 koeien van 6 bedrijven).

Mineralen	n	gem (min-max)	mediaan (IQR)	p-waarde
Kobalt (μMolL⁻¹)				
te weinig	10	19,81 (2,06-72,38)	6,26 (4,40-19,09)	0,004
norm	4	3,12 (2,71-3,49)	3,13 (2,81-3,42)	
overmaat	25	5,47 (1,52-18,64)	3,92 (2,69-5,58)	
veel te veel	34	7,65 (3,01-12,79)	6,76 (6,11-9,40)	
Selenium (erys) (μMolL⁻¹)				
te weinig	21	1,58 (0,24-5,07)	0,88 (0,78-2,63)	0,001
norm	6	1,89 (1,34-2,38)	1,96 (1,47-2,25)	
overmaat	21	4,19 (2,45-6,53)	4,02 (3,36-4,70)	
veel te veel	25	4,75 (1,78-6,68)	4,58 (4,35-5,35)	
Selenium (GSHpx) (U gHb⁻¹) (referentienorm 120-600; U gHb⁻¹)				
te weinig	21	190 (10-622)	91 (83-348)	0,001
norm	6	218 (150-275)	225 (170-261)	
overmaat	21	425 (271-657)	425 (375-463)	
veel te veel	25	492 (224-658)	495 (442-531)	
Zink (μMolL⁻¹) (referentienorm 12-23; μMolL⁻¹)				
te weinig	0	-	-	0,41
norm	8	14,47 (11,35-19,62)	13,87 (12,45-16,07)	
overmaat	55	13,05 (7,74-17,49)	12,98 (11,48-14,27)	
veel te veel	10	13,07 (9,32-15,59)	14,28 (10,58-14,47)	
Koper (μMolL⁻¹) (referentienorm 7,5-18; μMolL⁻¹)				
te weinig	31	9,79 (6,66-14,79)	9,38 (8,84-11,01)	0,02
norm	6	9,89 (6,78-11,83)	10,02 (9,29-11,40)	
overmaat	19	10,18 (7,86-12,28)	10,25 (9,17-11,13)	
veel te veel	17	11,43 (8,67-14,34)	11,78 (9,64-12,26)	

3.3.2 Selenium

Er was nauwelijks een relatie tussen selenium in het rantsoen en NAbs in bloed. Er is geen relatie gevonden tussen selenium in het rantsoen en NAbs in melk.

De norm voor selenium is 120-600 U/gHB (GSHpx), met een optimum van 350-450 U/gHB. Er was een klein aantal dieren dat boven de norm uitkwamen in de groepen die teveel selenium in het rantsoen hadden. Ruim een kwart van de dieren die een tekort aan selenium in het rantsoen had, had ook minder selenium in het bloed dan de norm. De dieren met een lichte overmaat zaten het dichtst bij de optimale waarden. Ook hier loopt de concentratie selenium in het bloed op met een hogere concentratie in het rantsoen

3.3.3 Zink

Er waren geen dieren met een tekort aan zink in het rantsoen. Dieren met een zeer grote overmaat zink in het rantsoen hadden gemiddeld hogere IgG en IgM titers in bloed en melk. De hoeveelheid zink in het rantsoen was niet gerelateerd aan de concentratie zink in het bloed (Tabel 3.17).

3.3.4 Kobalt

Er was geen relatie tussen kobalt in het rantsoen en NAb's in bloed. Dieren met een overmaat kobalt in het rantsoen hadden gemiddeld hogere NAb's in melk.

Bij een zeer sterke overmaat neemt de hoeveelheid kobalt in bloed sterk toe. Ook een tekort aan kobalt lijkt te leiden tot een zeer verhoogde concentratie kobalt in bloed (Tabel 3.17).

De dieren kwamen met een tekort aan kobalt in het rantsoen en een verhoogd kobalt in het bloed kwamen van drie verschillende bedrijven, op twee bedrijven betrof het jongvee en bij één bedrijf betrof het droogstand.

Er zijn nog overigens geen normen vastgesteld voor kobalt in bloed, dus het aangeven van hoge en lage kobaltgehalten in het bloed, is voornamelijk gevoelsmatig.

3.3.5 Fosfor

Dieren met een tekort of overmaat aan fosfor in het rantsoen hadden gemiddeld hogere NAb-titers in bloed. In melk hadden dieren met een lichte of sterke overmaat gemiddeld hogere NAb's (effecten waren aanzienlijk).

3.3.6 Calcium

De concentratie calcium in het rantsoen was nauwelijks gerelateerd aan de concentratie NAb's in bloed. In melk was een lichte overmaat aan calcium gerelateerd aan hogere IgG titers, hoewel een sterke overmaat geen relatie liet zien.

3.3.7 Kalium

Er waren slechts dieren met een zeer sterke overmaat aan kalium. Relaties tussen hoeveelheid kalium in het rantsoen en NAb-titers waren daarom niet uit te rekenen

4 Discussie, conclusies en aanbevelingen

4.1 Discussie

In fase 2 van het project Weerbaar Vee bleek een hogere concentratie aan natuurlijke antilichamen (NABs) gerelateerd te zijn aan negatieve effecten met betrekking tot diergezondheid, namelijk het vaker voorkomen van opstartziekten en een korte levensduur van de dieren. Binnen het project Weerbaar Vee was echter tot dusver niet gekeken naar de voedingsstatus van de dieren, terwijl het van spoorelementen bekend is dat deze een invloed op verschillende aspecten van de diergezondheid kunnen hebben. De belangrijkste vraagstelling van dit project is dan ook of de hoeveelheid mineralen in een rantsoen gerelateerd is aan weerstand, zoals ingeschat wordt door NABs. Daarvoor was het in eerste instantie noodzakelijk een nauwkeurig inzicht in de voedingsstatus en de mineralendekking van de productiedieren op verschillende bedrijven te verkrijgen.

4.1.1 Dekking van spoorelementen: gebruik spoorwijzer

De status van de spoorelementen op de verschillende bedrijven is ingeschat door gebruik te maken van de spoorwijzer. Daarnaast is op zes bedrijven is bloed getapt om de relatie tussen de berekende hoeveelheid spoorelementen koper, zink, selenium en kobalt in het rantsoen te relateren aan de concentratie van deze vier spoorelementen in het bloed. De dieren waarvan bloed is getapt, zijn voorbeelden van hele productiegroepen. Voor het overgrote deel zaten de meeste dieren binnen de normen van de verschillende mineralen. Vooral bij koper en selenium werd in een enkele productiegroep een tekort gezien. Zo'n tekort is eenvoudig met behulp van het rantsoen aan te passen.

Koper

Gedurende de lactatie neemt het krachtvoer geleidelijk af vanwege een afnemende melkgift. Daarmee neemt ook de voorziening in de koperbehoefte geleidelijk af. Echter, bij melkgevende dieren ligt de kopervoorziening bij de meeste deelnemers boven de behoeftenorm. De kopervoorziening van de droogstaande dieren en het jongvee is niet altijd voldoende. Bij de droogstaande dieren heeft een kwart van de bedrijven een berekend tekort en bij het jongvee >1 jaar heeft bijna de helft van de bedrijven een berekend tekort in de kopervoorziening. Het tekort in de kopervoorziening komt in zowel de zomer- als winterperiode voor. Een tekort aan koper is voor deze diergroepen niet onverwacht: het is bekend dat de koperbehoefte soms hoger dan alleen door ruwvoeropname (gras en maïs) realiseerbaar is (Bussink et al., 2007). Bij rantsoenen met veel snijmaïs, bij rantsoenen met overwegend gras en bij beweiding zonder krachtvoerverstrekking is een aanvulling via een mineralenmengsel of een bolus in de meeste gevallen nodig. Van de geënquêteerde bedrijven zijn er twee bedrijven die hebben aangegeven een koperbemesting uit te voeren. Door de kopertoestand van de graslandbodem op orde te brengen is het kopergehalte in het gras met ongeveer 3 mg /kg ds te verhogen. Daarmee kan de aanvulling via mineralenmengsels worden beperkt.

Op bedrijven met weidegang nemen de hoogproductieve dieren door de hogere krachtvoergift meer koper op dan nodig is. Oudmelkte of laag productieve dieren krijgen minder krachtvoer. In combinatie met weidegang is de kopervoorziening dan soms te krap. Door de grote lichaamsvoorraad levert dat niet direct problemen op; echter, langdurige tekorten kunnen wel tot problemen leiden. Een periode met een kopertekort moet daarom altijd worden gevolgd door een

periode waarin de lichaamsreserve weer kan worden aangevuld (Jongbloed et al., 2005). De statistische analyse in het huidige onderzoek liet zien dat een lage kopervoorziening samen ging met een hoge NAbs. Dit suggereert een relatie van een lage kopervoorziening met de weerbaarheid / verkorte productie- en levensduur. Verder onderzoek moet aantonen of deze relatie structureel is.

Het effect van de kopervoorziening op het celgetal en uiergezondheid (klinische mastitis) is wisselend. Claims van de gunstige effecten van koper op deze twee aspecten kunnen niet worden onderbouwd (Goselink en Jongbloed, 2012). Het lijkt dan ook niet nodig extra koper aan het rantsoen toe te voegen om de kans op klinische mastitis te verkleinen.

Op een aantal bedrijven was een kopertekort berekend voor de diergroepen zonder krachtvoer (droogstaande dieren en jongvee > 1 jaar). Een aanvulling via een mineralenmengsel is dan noodzakelijk om problemen met het groeiende kalf als gevolg van kopertekort te voorkomen.

Gezien de gesignaleerde verschillen in de kopervoorziening (overmaat bij melkvee, tekort bij droogstand / jongvee) is het wenselijk dat bij het opstellen van de rantsoenen meer rekening wordt gehouden met de hoeveelheid koper uit de verschillende componenten (basisrantsoen, krachtvoer, mineralenmengsels) in relatie tot de productiefase. Om verliezen naar het milieu te voorkomen, heeft een gelijkmatige voorziening de voorkeur boven afwisselend overmaat en tekorten. Overigens zijn er in de koperadviezen ruime veiligheidsmarges ingebouwd, waardoor (kleine) tekorten niet daadwerkelijk tot problemen hoeven te leiden.

Op veen, jonge zeeklei en zavelgronden in Groningen, Friesland, kop van Noord-Holland, Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en het veengebied in het Groene Hart is er sprake van een verhoogd risico op lagere koperadsorptie van graskuil en vers gras (Jongbloed et al., 2005). In deze gebieden is dan ook extra aandacht voor de kopervoorziening gewenst. Dit was binnen de beschikbare tijd in deze studie echter niet mogelijk. In een aanvullende studie zou hier dieper op ingegaan kunnen worden, bv door middel van het doorrekenen van voorbeelden.

Zink

Zoals in paragraaf 1.1 is aangegeven is zink nodig voor de celdeling voor de groei van weefsels, embryo's en sperma, voor de expressie van genen en weerbaarheid. Mineralenmengsels zijn een belangrijke aanvoerpost van zink op de geëquiperde bedrijven. Het aandeel zink in mineralenmengsels is namelijk hoog. De resultaten van de Spoorwijzer-berekeningen laten zien dat het basisrantsoen in de meeste gevallen voldoende zink bevat. Deze inventarisatie bevestigt ervaringen uit eerdere projecten (onder andere Den Boer et al., 2011; Den Boer en Van der Draai, 2008; Den Boer en Van der Draai, 2007), waarin de voorziening van zink ook hoog was: tot 5,5 keer de behoeftenorm.

Zestien van de 24 deelnemende bedrijven voeren een mineralenmengsel of bolus tijdens de droogstand. Bovendien bevat het droogstandsmengsel bij 7 van deze bedrijven een hoger zinkgehalte dan het mengsel dat de melkgevende dieren krijgen. Het basisrantsoen bevat echter in de meeste gevallen al voldoende zink om aan de behoeftenorm te voldoen.

Het is niet vast te stellen of een extra gift boven de huidige normen een effect heeft op de gezondheid (Goselink en Jongbloed, 2012). In deze inventarisatie is een relatie gevonden tussen een verhoogde zinkvoorziening en verhoogde NAbs in bloed en melk.

Omdat het basisrantsoen in de meeste gevallen voldoende zink bevat is het zeer wenselijk dat bij het opstellen van rantsoen beter rekening wordt gehouden met de hoeveelheid zink uit de verschillende componenten (basisrantsoen, krachtvoerders, mineralenmengsels). Het verminderen of zelfs verwijderen van zink in/uit mengvoerders en mineralenmengsels is dan mogelijk gewenst (Den Boer et al., 2011). Dit is beter voor de diergezondheid, vermindert de milieubelasting met zware metalen en vertraagt de uitputting van de (beperkte) zinkvoorraden in de aardkorst.

Selenium

De seleniumvoorziening van melkgevendende dieren blijkt met name in de zomer op bedrijven die beweiden een aandachtspunt. Dan is de opname lager dan de behoeftenorm en moet het dier de lichaamsreserves aanspreken. De seleniumvoorziening van de melkgevendende dieren blijkt bij de geënkquêteerde bedrijven voor een kwart tot de helft (nieuw- respectievelijk oudmelkte dieren) afhankelijk van mineralenmengsels. Bij droogstaande dieren is ongeveer 75% afkomstig van mineralenmengsels.

Met een goed getimede bemesting is het seleniumniveau in het gras te verhogen tot een voldoende niveau. Door een verdeling van de seleniumbemesting over twee of zelfs drie giften is een betere verdeling van het gehalte in het gras over het seizoen te bereiken (Bussink et al., 2007; Den Boer et al., 2011). Het uitvoeren van een seleniumbemesting voor de eerste en voor de derde of vierde snede maakt een goede seleniumvoorziening gedurende het gehele seizoen mogelijk. In rantsoenen met een hoog aandeel maïs is een aanvulling via een mineralenmengsel noodzakelijk. Bij grasrantsoenen is aanvulling van selenium via mineralenmengsel, bolussen of likstenen noodzakelijk wanneer er geen seleniumbemesting is uitgevoerd.

De mediaan van de seleniumvoorziening van het jongvee (<1 jaar en >1 jaar) is zowel in de winter als in de zomer ongeveer op de behoeftenorm. In bloedonderzoek dat in het kader van deze inventarisatie is uitgevoerd werd gevonden dat een kwart van de dieren met een seleniumtekort in het rantsoen ook een lager seleniumgehalte in het bloed had. In bloedonderzoek van kalveren dat door Den Boer et al. (2011) is uitgevoerd werden lagere GSH-Px-bloedwaarden gevonden bij een berekende seleniumvoorziening die voldoende was. Dit riep de vraag op of de behoeftenorm van jongvee hoog genoeg is. Echter, in het huidige onderzoek is gevonden dat 75% van de dieren met een seleniumtekort in het rantsoen nog een normaal seleniumgehalte in het bloed had. Dit staat de twijfel aan de behoeftenorm dus niet.

Kobalt

Omdat kobalt als niet erg giftig wordt beschouwd en geen aandachtspunt is voor het milieu wordt kobalt vaak in ruime mate toegediend. In dit project zijn kobaltvoorzieningen van vier-vijf tot zelfs zestien keer de behoeftenorm berekend. Vergelijkbaar hoge kobaltvoorzieningen zijn ook in andere inventarisaties gevonden waarbij als maximale kobaltvoorziening 24 keer de behoeftenorm is berekend (Den Boer et.al., 2011; Den Boer en Van der Draai, 2008 en 2007). Een hoge kobaltvoorziening kon in dit project worden gerelateerd aan hoge NAbs in melk, wat een negatief effect op levens- en productieduur suggereert. Ander onderzoek suggereert een positief effect van een hoge kobaltvoorziening op de vruchtbaarheid (kortere periode tot eerste inseminatie) onderzoek (Goselink en Jongbloed, 2012), wat enigszins tegengesteld is aan het de verhoogde NAbs in dit onderzoek. Een positief effect van een verhoogde kobaltaanvoer op de vruchtbaarheid is echter niet met zekerheid aangetoond (Goselink en Jongbloed, 2012). Omdat kobalt net als zink een schaars spoorelement is, zou onnodig gebruik van kobalt beter voorkomen kunnen worden.

Niet bij alle bedrijven en bij alle diergroepen is er sprake van een ruime kobaltvoorziening. Er zijn bedrijven met een lage kobaltvoorziening bij de melkgevende dieren, met name de oudmelkte en droogstaande dieren. Voor het jongvee <1 jaar en >1 jaar ligt de mediaan van kobaltvoorziening twee keer boven de behoeftenorm. Vooral voor het zomerrantsoen wordt op een enkel bedrijf een kobalttekort voor het jongvee <1 jaar en jongvee >1 jaar berekend.

Het is afhankelijk van de bedrijfssituatie of er wel of niet kan worden geadviseerd extra kobalt aan het rantsoen toe te voegen middels mengvoer of mineralenmengsel. Hierbij is met name het aandeel snijmaïs of het al dan niet bemesten met kobalt van belang. Door percelen met een lage of vrij lage kobalttoestand eens in de 5-10 jaar te bemesten wordt het kobaltgehalte van gras afdoende verhoogd (tot boven de behoeftenorm van 0,1 mg kobalt / kg ds) en is de kobaltvoorziening bij beweiding en grasrantsoenen in orde (Den Boer en Van der Draai, 2008). Bij snijmaïsrijke rantsoenen en op bedrijven waar geen kobaltbemesting wordt uitgevoerd en het kobaltgehalte van het gras te laag is (<0,1 mg kobalt /kg ds) , is een aanvulling via een mineralenmengsel of bolus wel nodig (Bussink et al., 2007).

4.1.2 Dekking van energie, eiwit en mineralen

VEM

De gemiddelde energievoorziening voor de droogstaande koeien is op de deelnemende bedrijven zeer ruim, maar kent ook een ruime spreiding. Een energietekort kan met name bij de start van de lactatie gezondheidsproblemen opleveren zoals bijvoorbeeld baarmoederontstekingen en een hogere kans op mastitis later in de lactatie. Aan het begin van de lactatie zal een energietekort niet direct een lagere melkproductie tot gevolg hebben, maar het dier zal wel veel conditie verliezen, wat op langere termijn gevolgen heeft, zoals een verminderde weerstand en daardoor meer kans op mastitis later in de lactatie.

Te veel energie tijdens de droogstand (8 tot 3 weken voor afkalven) geeft vervetting en een te sterke groei van koe en kalf. Drie weken voor afkalven mag de energievoorziening wel hoger zijn om te voorkomen dat de koe na afkalven te weinig ruwvoer opneemt.

Voor de winterperiode is er bij jongvee > 1 jaar in enkele gevallen een energietekort berekend. Dit energietekort kan problemen rondom de dracht opleveren: dieren zullen dan moeilijker drachtiger worden, omdat ze zelf nog veel energie nodig hebben om te groeien.

DVE

De eiwitvoorziening van de melkgevende dieren is gemiddeld in orde. Op een enkel bedrijf komt een berekend tekort voor. Bij de droogstaande koeien is de eiwitvoorziening net als bij de energievoorziening gemiddeld te ruim. Een overmaat aan eiwit veroorzaakt een hoge stikstofuitstoot naar het milieu via urine en mest en is dan ook niet gewenst. Echter, de spreiding tussen de bedrijven is groot, vooral in de zomer.

Fosfor

Zowel een tekort als een overmaat aan fosfor verhoogt de NAbs in bloed en melk. De weerstand vermindert dus wanneer fosfor niet optimaal gevoerd wordt. Met het oog op de huidige excretienormen (zo min mogelijk aanvoer van fosfor op bedrijven) zal een overmaat aan fosfor in de toekomst niet vaak meer voorkomen. Tekorten zullen echter steeds frequenter waargenomen worden. Wanneer dit inderdaad ten koste gaat van de weerstand, zou dit kunnen resulteren in een minder robuuste veestapel. De p-waarden in het huidige onderzoek waren laag: de relatie was zeer significant, met name bij de NAbs in de melk. Ook bij NAbs in bloed was de relatie significant, vooral voor IgM – terwijl bij de meting in melk zowel IgG en IgM zeer significant waren. De coëfficiënt was ook duidelijk hoger bij de NAbs in de melk.

Met de interpretatie van deze waarden moet voorzichtig omgegaan worden. Het staven van de relatie tussen weerbaarheid, levensduur, lactatieduur enerzijds en fosforvoorziening van de individuele dieren anderzijds is noodzakelijk alvorens harde conclusies te trekken en de resultaten te vertalen naar de praktijk.

Calcium

De significantieniveaus waren bij calcium een stuk lager dan bij fosfor, hoewel ook bij calcium een tekort (IgG in bloed) significant was ($p < 0,05$). Een lichte overmaat had meer significante effecten, zowel op IgG gehaltes in bloed als IgG ($p = 0,001$) en IgM gehalten in melk ($p < 0,05$), terwijl een sterke overmaat weer geen significante effecten op NAbs liet zien. Over het algemeen waren de coëfficiënten ook vrij laag. Mogelijk is de significante relatie een effect van de verstrengeling met fosfor: zowel calcium als fosfor worden geresorbeerd uit de botten wanneer er een tekort in het lichaam is. Het zou interessant zijn meer inzicht in deze verstrengeling te krijgen. Mogelijk kan dit bij een vervolgstudie aan de orde komen.

Kalium

Er zijn geen relaties aangetroffen tussen de kalium voorziening en de NAbs in bloed of melk. Kalium was in alle gevallen in ruime overmaat aanwezig en tekorten komen vrijwel nooit voor. Een overmaat is normaliter niet schadelijk. Een relatie tussen kalium voorziening en NAbs in bloed of melk was dan ook niet verwacht.

4.1.3 Algemene discussie

De huidige studie was een verkennende studie, waarin grotendeels gebruik werd gemaakt van gegevens die al beschikbaar waren. Behalve voor enkele bloedmonsters, was er geen budget om aanvullende analyses te doen. Binnen de studie zijn 24 bedrijven doorgerekend, waarbij regelmatig een default-waarde is gebruikt. In de enquête is weliswaar duidelijk aangegeven wat voor ruwvoerders, krachtvoerders, bijproducten mineralenmengsels en bolussen er per bedrijf zijn gebruikt, maar niet van alle bedrijven waren gegevens beschikbaar over de samenstelling van het verse gras, de bijproducten en de krachtvoerders. Bij de onbekende waarden zijn tabelwaarden

ingevuld. In een vervolgstudie zou het de voorkeur hebben om budget vrij te maken voor extra analyses van de verschillende voedermiddelen om meer kracht aan de resultaten te kunnen geven.

De resultaten van deze inventarisatie van de spoorelementenvoorziening komen goed overeen met de spoorelementenvoorziening die in andere projecten is gevonden. Hoge voorziening van zink en met name kobalt kwamen ook bij andere inventarisaties voor, terwijl dit geen aangetoonde positieve effecten heeft op de diergezondheid (Den Boer et al., 2011). De voorziening van spoorelementen uit de verschillende rantsoencomponenten (krachtvoer, bolus, mineralenmengsel, likblok en ruwvoer) is vaak niet goed op elkaar afgestemd. Sommige veehouders dienen zowel een mineralenmengsel als een bolus toe, waardoor er van sommige mineralen een sterke overmaat gevoerd wordt. Het verdient aanbeveling om hier meer aandacht aan te besteden, hetzij door de veehouder zelf, hetzij door de krachtvoerleverancier of een adviseur.

Binnen deze studie is geen aandacht besteed aan regionale verschillen in koperabsorptie, ook al zijn er in het verleden verschillen tussen regio's aangetoond (Jongbloed et al., 2005). De verschillen zijn niet dusdanig gekwantificeerd dat er werkelijk mee gerekend kan worden. In een vervolgstudie zouden hierbij aannames gedaan kunnen worden, zodat de consequenties van een hogere of lagere adsorptie doorgerekend kunnen worden. Ook kan er dan getracht worden een relatie te leggen tussen regio, bodemtype en weerbaarheid.

In de spoorwijzer van NMI wordt gerekend met de spoorelementen koper, zink, selenium en kobalt. Bij de berekening van koperbeschikbaarheid wordt rekening gehouden met interacties van zwavel en molybdeen. Omdat zwavel en molybdeen relaties hebben met de koperbeschikbaarheid, zou het uit wetenschappelijk oogpunt aantrekkelijk zijn deze twee spoorelementen ook mee te nemen en deze te betrekken in zowel de beschikbaarheid van mineralen in verschillende regio's als bij de interacties tussen de verschillende spoorelementen en mineralen. Interacties tussen de verschillende spoorelementen en mineralen zijn in deze studie in beperkte mate meegenomen.

Het doorrekenen van de 24 bedrijven met de beschikbare gegevens, was intensief. Om de resultaten te staven en te verdiepen zou een vervolgstudie met nog meer bedrijven gewenst zijn. Hierbij kan dan ook het uitvoeren van extra analyses voor een meer nauwkeurige berekening van de energie-, eiwit-, en mineralendekking ingecalculeerd worden. Bovendien kunnen dan ook eenvoudig regionale / grondgebonden verschillen meegenomen worden.

4.2 Conclusies en aanbevelingen

De voorziening van spoorelementen via verschillende componenten (krachtvoer, bolus, mineralenmengsel, likblok of ruwvoer) is vaak niet goed op elkaar afgestemd, waardoor sommige spoorelementen in overmaat in het rantsoen aanwezig zijn. Een tekort of teveel aan sommige mineralen in het rantsoen lijkt te leiden tot hogere NAb-concentraties. De fosforvoorziening heeft een duidelijk effect op de NAb-gehalten in melk en bloed. Ook de koper en de zinkvoorziening hebben effecten op de NAb-gehalten. In fase 2 van Weerbaar Vee werden hogere NAb's gerelateerd aan negatieve effecten zoals opstartziekten en kortere levensduur.

De huidige studie was een verkennende studie, waarbij getracht is op een eenvoudige wijze zoveel mogelijk data uit het lopende project van Weerbaar Vee te gebruiken. Voor dit project zijn geen extra ruwvoer- of krachtvoeranalyses uitgevoerd, er zijn alleen enkele bloedmonsters genomen en geanalyseerd. Hierdoor zijn van sommige voeders tabelwaarden gebruikt in plaats van werkelijk

gemeten waarden. In een vervolgstudie is het zaak om gericht zoveel mogelijk gegevens te verzamelen. Aandachtspunten zijn dan:

- a. Het gebruik van meer bedrijven, met meer gemeten waarden in voer, bloed en melk, waarbij met name aandacht moet zijn voor zink, koper en fosfor;
- b. Meer aandacht voor regionale verschillen in mineralenbeschikbaarheid van ruwvoeders;
- c. Meer aandacht voor een gelijkmatige voorziening van mineralen gedurende de hele levensloop versus afwisselend tekort en overmaat afhankelijk van de productiegroep; en
- d. Interacties tussen verschillende mineralen en spoorelementen en de consequenties daarvan op de weerbaarheid.

Eindconclusie

Uit dit onderzoek is gebleken dat een suboptimale voorziening van mineralen en spoorelementen kan leiden tot verhoogde NAb-gehalten in het bloed dan wel de melk van de koe, wat effect heeft op de weerbaarheid.

5 Literatuur

- Balsari A en Caruso A (1997). Natural antibodies to IL-2. *Biotherapy-Dordrecht* 10: 25-28.
- Benedictus G, Savelkoul H, De Vries C en De Wilt J (2006). Weerbaar vee. De potenties van natuurlijke weerstand voor het verbeteren van gezondheid voor melkvee. *Courage Zoetermeer*, pp 24.
- Biscarini F, Bovenhuis H., Van Arendonk JAM, Parmentier HK, Jungerius AP & Van der Poel JJ (2009) Across-line SNP association study of innate and adaptive immune response in laying hens. *Animal Genetics*: 41: 26-38.
- Bussink DW, Den Boer DJ, Van Duinkerken G & Zom RLG (2007) Mineralenvoorziening rundvee via Voerspoor of Bodem- en Gewassspoor. *NMI-rapport 1139*. Pp 130.
- Casali P en Notkins AL (1989) CD5+ B lymphocytes, polyreactive antibodies and the human B-cell repertoire. *Immunol. Today* 10: 364-368.
- Cheng HM en Chamley L (2008) Cryptic natural autoantibodies and co-potentiators. *Autoimmun. Rev.* 7: 431-434.
- Commissie Onderzoek Minerale Voeding (2005) Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten. Centraal Veevoederbureau Lelystad, pp 211.
- Den Boer DJ, De Haas MJG & Van der Draai H (2011) Verbeteren voorziening spoorelementen op melkveebedrijven in Drenthe. *Rapport DBBD-1*, pp 51.
- Den Boer DJ en Van der Draai (2008) Verminderen aanvoer zware metalen via de voeding op melkveebedrijven in de Hooge Raam. *NMI-rapport 1294.N.08*, pp29.
- Den Boer DJ en Van der Draai H (2007) Verminderen aanvoer spoorelementen (zware metalen) op melkveebedrijven. *NMI-rapport 1237.N.06*, pp 96.
- Ehrenstein MR en Notley CA (2010) The importance of natural IgM: scavenger, protector and regulator. *Nature Rev Immunol* 10: 778-786.
- Goselink RMA en Jongbloed AW (2012) Zinc and copper in dairy cattle feeding. *WUR-livestock research report 519*, pp 18.
- Jongbloed AW, Tsikakis P & Kogut J (2005) Quantification of the effects of copper, molybdenum and sulphur on the copper status of cattle and sheep and inventory of the content of these mineral in roughages. *WUR-ASG-Nutrition en Food*. Report number 04/0000637 Nutrition en Food.
- Lutz HU, Binder CJ & Kaveri S (2009) Naturally occurring auto-antibodies in homeostasis and disease. *Trends Immunol.* 30: 43-51.

Ploegaert TCW (2010) Parameters for natural resistance in bovine milk. PhD Thesis Wageningen UR.

Productschap Diervoeders (2007) Tabellenboek veevoeding 2007. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarden veevoeders. Centraal Veevoederbureau Lelystad, pp 118.

Star L, Frankena K, Kemp B, Nieuwland MGB & Parmentier HK (2007). Innate immune competence and survival in twelve pure bred layer lines. Poultry Sci. , 86: 1090-1099.

Sun Y, Parmentier HK, Frankena K & Van der Poel JJ (2011), Natural Antibody Isotypes as Predictors of Survival in Laying Hens, submitted Poultry Sci.

Van Dongen CFJ en Den Boer DJ (2006) Spoorwijzer voor de melk- en jongveestapel. NMI-rapport 910.0., pp 11.

**Bijlage 1 Vragenformulier Weerbaar Vee voeding en voorziening mineralen
en spoorelementen**

**BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE
BEDRIJFSGEGEVENS.**

**Bijlage 2 Bedrijfsresultaten van berekende spoorelementvoorziening,
mineralenvoorziening, energie en eiwitvoorziening.**

**BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE
BEDRIJFSGEGEVENS.**

Bijlage 3 Overzicht berekende kopervoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau

**BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE
BEDRIJFSGEGEVENS.**

**Bijlage 4 Overzicht berekende zinkvoorziening van jongvee, vaarzen en
meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau**

**BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE
BEDRIJFSGEGEVENS.**

Bijlage 5 Overzicht berekende seleniumvoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau

BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE BEDRIJFSGEGEVENS.

Bijlage 6 Overzicht berekende kobaltvoorziening van jongvee, vaarzen en meerkalfskoeien per productiegroep per seizoen op bedrijfsniveau

**BIJLAGE NIET BESCHIKBAAR IN VERBAND MET INDIVIDUELE
BEDRIJFSGEGEVENS.**



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
postbus 250
6700 ag wageningen
binnenhaven 5
6709 pd wageningen
tel. (088) 876 1280
internet www.nmi-agro.nl