



Beperking koper en zink op melkveebedrijven in Zuid-Nederland

Balansen en aanbevelingen



Juni 2008

Rapport nr. 48



Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
Fax 0320 – 238 022
E-mail : info@koeienenkansen.nl
Internet <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2008/oplage 80
Prijs € 15,-

De rapporten zijn op de website te bekijken en te downloaden.

'Koeien & Kansen'

is een samenwerkingsproject van 16 melkveehouders, Proefbedrijf De Marke, ASG Veehouderij, PRI, LEI, NMI, CLM en DLV.

Doel is het in de praktijk ontwikkelen, onderzoeken en demonstreren van duurzame melkveehouderij onder uiteenlopende omstandigheden op diverse grondsoorten.



Beperking koper en zink op melkveebedrijven in Zuid-Nederland

Balansen en aanbevelingen

E.A.A. Smolders
J.C. van Middelkoop
J.C. Verkaik

Voorwoord

Sinds december 2000 is de Europese kaderrichtlijn Water van kracht. Deze richtlijn bepaalt dat in 2015 de kwaliteit van het oppervlaktewater zodanig verbeterd moet zijn dat dit geen problemen meer oplevert voor het waterleven en voor het gebruik als drinkwater. Voor Nederland betekent dit o.a. dat de uitspoeling van koper en zink uit de bodem flink moet worden teruggebracht. Provincies en waterschappen zijn verplicht actie te ondernemen ter verbetering van de kwaliteit. Uit onderzoek blijkt dat in het oppervlaktewater het kopergehalte tweemaal hoger is dan de norm en het zinkgehalte vijfmaal. Een groot deel hiervan is het gevolg van belasting uit het verleden, maar ook nu nog wordt de belasting verder opgebouwd. Ongeveer de helft van de huidige koper- en zinkbelasting komt uit de landbouw, waarvan een belangrijk deel uit de melkveehouderij. De andere helft komt van o.a. industrie en verkeer en komt voor een deel als emissie op het land terecht. De provincies Noord-Brabant en Limburg, de waterschappen Rivierenland en Brabantse Delta en de stuurgroep Landbouw Innovatie Noord-Brabant (LIB) willen daarom weten of de belasting van koper en zink gestopt kan worden. Daarvoor is kennis nodig van aan- en afvoerposten voor koper en zink. Enerzijds wordt in dit project onderzocht of en hoe de aanvoer eventueel kan verminderen en welke gevolgen dat heeft voor productie, diergezondheid en dierenwelzijn. Anderzijds maakt het veehouders bewust van de problematiek van koper en zink in het oppervlaktewater. In bijeenkomsten met veehouders zullen dat ook de onderwerpen zijn die de agenda bepalen.

Financiering: Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg, Landbouw Innovatie Bureau, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Rivierenland.

Er is gebruik gemaakt van eerder verzamelde data uit Koeien & Kansen en de infrastructuur rond dit project.

Begeleidingscommissie:

Adrie Geerts (prov. N-B), Eric Castenmiller (prov. L), Geert Wilms (LIB), Casper Lambregts (ws Brab Delta), Ton v.d. Putten (ws RIVM I), Jos de Kleijne (ZLTO).

Projectteam: Jantine van Middelkoop, Gidi Smolders en Jan Verkaik (ASG-Wageningen UR)

Weer lui over de vloer die van alles willen weten, en liefst ook nog met koffie natuurlijk. Dank aan de deelnemende veehouders voor het aanleveren van de gegevens, het uitzoeken van de koeien en het nemen van bloed- voer- en mestmonsters en sommigen ook voor het verzorgen van de workshops: Kees & Jannie van Wijk, Jos Visser, Jan Schepers, Richard Schouten, Theo van Heeswijk, Ad van Bruggen, Jef & Mieke Broeders, Paul Evers, Jos & Margret de Kleijne, Mark Pijnenborg, Ad & Ine Schepens, Cor van Laarhoven, Patrick Hoefmans, Jef Rutten en Guido & Ger van Hoven.

Van de veevoerleveranciers en fabrikanten hebben we op aanvraag gegevens gekregen over hoeveelheden krachtvoer en mineralen die de bedrijven afgenomen hebben en over de gehalten aan koper en zink daarin. Onze dank daarvoor aan Brameco-zon, CeHaVe-landbouwbelang, Gerrits-Jans Veevoerders, Hendrix-UTD, Heuvelland Voeders BV, ingenieursbureau Heemskerk, Nijssen/Granico BV, Prevoo, Rijnvallei, Teeuwes mengvoerders, Van de Gevel, van den Boom Voeders en van der Wouw.

Verschenen artikelen

Gidi Smolders, Jantine van Middelkoop, Jan Verkaik. Baat het niet, schaadt het ... wel. K&K-nieuwsbrief 26, september 2007.

Gidi Smolders, Jantine van Middelkoop, Jan Verkaik. Aanvoer koper en zink erg hoog op melkveebedrijven. V-Focus augustus 2007.

Gidi Smolders, Jantine van Middelkoop, Jan Verkaik. Schoon water: kaderrichtlijn water vraagt bewust omgaan met koper en zink. Veeteelt 23, 2006.

De auteurs (Gidi Smolders, Jantine van Middelkoop, Jan Verkaik)

Samenvatting

Inleiding

Koper en zink zijn noodzakelijk voor dieren, mensen en planten, maar een teveel van deze metalen in voeding of water is giftig. In de loop van de jaren/eeuwen zijn de hoeveelheden van koper en zink in het grond- en oppervlakte water zo ver gestegen, dat de winning van schoon drinkwater in gevaar komt en gevoelige planten en dieren zeldzaam geworden zijn.

Daarom heeft de Europese Unie de Kaderrichtlijn Water (KRW) ingesteld. Zij stelt de lidstaten daarin verplicht om het oppervlakte en grondwater zo schoon te maken of te houden, dat het "een goede ecologische en chemische kwaliteit" krijgt of houdt. Nederland moet zich op alle fronten inspannen om onder andere minder koper en zink via de bodem in het water terecht te laten komen. Uit berekeningen blijkt dat ook de melkveehouderij een bijdrage levert aan de uitstoot van koper en zink naar het water en zal daarom zich ook moeten inspannen om de uitstoot te verminderen. Om dat gefundeerd en effectief te kunnen doen, is onder andere dit project gestart. Het doel van het project is informatie te verzamelen en door te geven aan melkveehouders, zodat zij de belasting van koper en zink op het milieu uit de melkveehouderij kunnen beperken. Daarvoor is informatie verzameld op 15 melkveebedrijven in Zuid Nederland.

Wat willen we weten ?

De vragen die we willen beantwoorden in dit project zijn:

- Welke en hoe groot zijn de aan- en afvoerposten en het overschot van koper en zink op een melkveebedrijf?
- Kan het overschot voor koper en zink lager door verhoging van de afvoer of verlaging van de aanvoer?
- Kan het overschot omlaag zonder dat de diergezondheid in gevaar komt?
- Zijn er alternatieven voor voetbaden met kopersulfaat?

Wat doen we niet (afbakening)?

- De groep onderzochte melkveebedrijven is niet representatief voor (Zuid) Nederland.
- We gaan niet na of de (voeder)normen correct zijn.
- We gaan niet na hoe de bodemprocessen verlopen of hoeveel koper en zink er uit- en afspoelt.
- We maken alleen berekeningen voor de actuele situatie. We gaan niet na of de overschotten door dit project dalen.
- We gaan (nog) geen maatregelen implementeren.

Hoe is het project uitgevoerd ?

Hoe hoger de bedrijfsbalans voor koper en zink, hoe hoger de uit- en afspoeling naar grondwater en oppervlaktewater. Het is dus belangrijk het overschot op de bedrijfsbalans zo laag mogelijk te krijgen. Een belangrijke eis is wel het behoud van de gezondheid van het vee.

Op 15 melkveebedrijven in het zuiden van Nederland zijn balansen berekend: zeven deelnemers van project Koeien & Kansen (zie www.koeienenkansen.nl) en acht "andere" bedrijven. Op de bedrijven zijn gegevens over aan- en afvoer en diergezondheid verzameld door middel van enquêtes, bedrijfsbezoeken, analyses van bloed, voer, mest, melk en water en van gegevens uit ander onderzoek.

Hoeveel koper en zink wordt er aangevoerd en afgevoerd per bedrijf ?

Gewogen gemiddeld (dat betekent rekening houdend met de oppervlakte van het bedrijf) was de aanvoer op de 15 bedrijven 322 gram koper per ha en de afvoer 36 gram. Het overschot was 286 gram koper per ha. Twee bedrijven hadden, vergeleken met de rest, een hoog overschot van 1200 gram koper per ha. Een grote aanvoerpost op deze bedrijven was kopersulfaat voor voetbaden. Het laagste overschot was ongeveer 100 gram koper per ha. Er waren zes bedrijven die daar op of dichtbij zaten.

Het koperoverschot wordt vooral veroorzaakt door de aanvoer, want de afvoer van koper per bedrijf is klein ten opzichte van de aanvoer, ongeveer 11%.

Gemiddeld over alle bedrijven is de kopersulfaat in voetbaden (afkomstig van drie bedrijven) een derde van de aanvoer, krachtvoer is een derde, mineralenmengsels een zesde en kunstmest een zesde. Ruwvoer, strooisel, dieren en (drink)water dragen nauwelijks bij. De grootste afvoerpost is organische mest (10% van de aanvoer), maar niet alle bedrijven voerden mest af en het grootste deel blijft op het bedrijf. In melk en vlees zit weinig koper, de afvoer in deze producten is op alle bedrijven kleiner dan 1,5% van de aanvoer.

Gewogen gemiddeld was de aanvoer op de 15 bedrijven 635 gram zink per ha en de afvoer 172 gram zink per ha. Het overschot was 463 gram zink per ha. Twee bedrijven hadden, vergeleken met de rest, een hoog overschot van 1600 gram zink per ha. De hoge aanvoer kwam vooral door de aanvoer in krachtvoer en ruwvoer.

Het laagste overschot was ongeveer 270 gram zink per ha. Er waren vier bedrijven die daar op of dichtbij zaten. Het zinkoverschot wordt vooral veroorzaakt door de aanvoer want de afvoer van zink per bedrijf is klein ten opzichte van de aanvoer, ongeveer 26%.

Gewogen gemiddeld over alle bedrijven is de helft van de aanvoer krachtvoer, een zesde mineralenmengsels en een zesde ruwvoer. Kunstmest, strooisel, dieren en water hadden een klein aandeel. De grootste afvoerpost is melk (61% van de afvoer) en daarna organische mest (24% van de afvoer) maar niet alle bedrijven voerden mest af.

Hoeveel koper en zink hebben de dieren nodig in de voeding ?

De behoefte van koper en zink wordt gedekt vanuit ruwvoer, krachtvoer en mineralen.

Voor koper is er naast het ruwvoer altijd aanvulling nodig.

Voor zink zit er op alle bedrijven voldoende in het ruwvoer.

Op vier bedrijven wordt met voedermiddelen ongeveer evenveel koper aangevoerd als de totale behoefte van de dieren (114 gram per koe inclusief jongvee). De koper in het op het eigen bedrijf gewonnen voer komt daar nog bij. Omdat ongeveer een derde deel van de kopervoorziening gedekt wordt uit ruwvoer (48 gram), wordt er volgens de normen ongeveer 30% teveel koper gevoerd op deze bedrijven. Acht bedrijven voeren ongeveer aan wat volgens de norm gevoerd moet worden aan de dieren naast het krachtvoer (66 gram). Drie bedrijven zitten krap in hun kopervoorziening voor het vee.

In principe komt er op de bedrijven voldoende zink uit ruwvoer. Per melkkoe inclusief jongvee is ongeveer 231 g zink nodig. Meer dan de helft van de bedrijven heeft deze hoeveelheid al in de aangevoerde voedermiddelen zitten. Zij voeren daardoor 200-400 g zink per koe meer aan dan nodig is voor de gezondheid van het vee. De overige bedrijven voeren minder dan 200 g zink per koe aan. Alle krachtvoer bevat ook zink, waardoor ieder bedrijf minimaal 100 g zink per koe meer aanvoert dan nodig is voor de gezondheid van het vee volgens de huidige normen.

Is de koper- en zinkvoorziening op basis van de bloedwaarden van de dieren voldoende?

De droge koeien hebben op alle bedrijven het laagste kopergehalte in het bloed. Verdeeld over de bedrijven komen daar in enkele gevallen te lage gehalten voor. Het kopergehalte in het bloed van de melkgevende koeien, zowel oud- als nieuwmelkt, is op alle bedrijven binnen of boven de gewenste norm.

De nieuwmelkte koeien hebben het laagste zinkgehalte in het bloed. Verdeeld over de bedrijven komen daar in enkele gevallen te lage gehalten voor. Bij de oudmelkte en droge koeien komt dat ook voor, maar minder vaak. Naast te lage bloedwaarden voor zink komen er incidenteel ook te hoge waarden voor, vooral bij de bemonstering in najaar 2006. Kennelijk is er enigszins een seizoensvariatie.

Er zit geen samenhang tussen koper en zink in het bloed in de gemeten dieren. Een laag (of hoog) kopergehalte betekent niets voor het zinkgehalte.

Conclusies en aanbevelingen

Het koper- en zinkoverschot (aanvoer minus afvoer) op de bedrijfsbalans bepaalt de ophoping in de bodem en de belasting naar grondwater en oppervlaktewater. Hoe groot is het koper- en zinkoverschot op de 15 onderzochte bedrijven?

Gewogen gemiddeld over de 15 bedrijven is de aanvoer, afvoer en het overschot van koper en zink:

	Koper	Minimum en maximum	Zink	Minimum en maximum
Aanvoer g/ha	322	100 - 1518	635	343 - 2033
Afvoer g/ha	36	1 - 368	172	56 - 662
Overschot g/ha	286	99 - 1150	463	268 - 1638
Overschot als % van aanvoer	89 %	75,8 - 99,5 %	73 %	30,1 - 77,5 %

Gemiddeld over de 15 bedrijven is 11% van het aangevoerde koper weer afgevoerd en 27% van de aangevoerde zink weer afgevoerd. De rest is opgehoopt in de bodem en kan uit- en afspoelen naar grond- en oppervlaktewater.

Wat zijn de aan- en afvoerposten op een melkveebedrijf en hoe groot zijn die?

De aanvoer- en afvoerposten voor koper en zink en de procentuele aandelen in de aanvoer en afvoer zijn:

Aanvoerpost	% van koperaanvoer (322 g/ha)	% van zinkaanvoer (635 g/ha)
Diergezondheid (voetbaden etc.)	35	< 1
Dieren	< 1	1
Krachtvoer	32	53
Mineralenmengsels	15	16
Ruwvoer	5	19
Mest en kunstmest	13	8
Strooisel	< 1	1
(Drink)water	<1	2

Afvoerpost	% van koperafvoer (36 g/ha)	% van zinkafvoer (172 g/ha)
Dieren	1	8
Melk	4	46
Mest	92	40
Ruwvoer	3	5
Strooisel	< 1	< 1
(Zaai)zaad	< 1	< 1

Voor de meeste bedrijven is krachtvoer de grootste aanvoerpost voor zowel koper als zink. Gemiddeld bepaalt krachtvoer een derde van de aanvoer van koper en de helft van de aanvoer van zink.

Voor de drie bedrijven die kopersulfaatvoetbaden gebruiken, is de kopersulfaat de grootste aanvoerpost: 35 tot 80% van de aanvoer.

De grootste afvoerpost voor koper is mest en voor zink is dat melk.

De afvoer in melk en vlees, de belangrijkste producten van een melkveebedrijf, is laag. De koperafvoer in melk en vlees is 0,1 tot 1,3% van de koperaanvoer (gemiddeld 1%). De zinkafvoer met melk en vlees is 9 tot 22% van de zinkaanvoer (gemiddeld 19%). De benutting door de dieren van koper en zink is dus laag.

Kan het overschot voor koper en zink lager door verhoging van de afvoer of verlaging van de aanvoer ?

Er zijn grote verschillen in koper- en zinkoverschotten tussen de bedrijven. Er is in de relatief kleine groep bedrijven waar we de overschotten voor berekend hebben, geen relatie tussen intensiteit en overschot. Hieruit verwachten wij dat de overschotten in ieder geval op een aantal bedrijven omlaag kunnen, onafhankelijk van veebezetting of melkproductie per ha.

Het overschot van koper en zink wordt vooral bepaald door de aanvoer. Slechts 11% van het aangevoerde koper en 27% van het aangevoerde zink wordt weer afgevoerd.

Er zijn weinig mogelijkheden om de afvoer in producten te vergroten en mestafvoer is duur en niet gewenst. Om het overschot te verlagen is het daarom noodzakelijk de aanvoer te verlagen.

Welke en hoe ver kunnen aanvoerposten omlaag op de onderzochte bedrijven ?

- Een overschot van nul (aanvoer = afvoer) voor koper en zink op een melkveebedrijf is niet mogelijk omdat de dieren (veel) meer koper en zink in de voeding nodig hebben dan ze met melk en vlees produceren. De benutting van koper en zink door runderen is laag.
- Het berekend minimum in de voeding op basis van het verschil tussen bruto- en nettobehoeftes van de dieren en standaard gehalten in het ruwvoer is voor een koe inclusief jongvee met een productie van 8200 kg melk 82 gram koper en 70 gram zink per dier per jaar. Op bedrijven zonder derogatie levert dat een overschot van 92 g koper en 79 g zink per ha. Op bedrijven met derogatie 136 g koper en 116 g zink per ha. Voor koper zitten de bedrijven met het laagste overschot daar onder, voor zink zitten alle bedrijven daarboven. Mogelijk dat de bedrijven met een lager koperoverschot hogere gehalten hebben in het ruwvoer of dat het vee inteert op de voorraad in de lever.
- Het minimum overschot van de bedrijven in dit onderzoek was ongeveer 100 gram Cu en 270 gram Zn per ha. Drie bedrijven hadden deze overschotten, het was dus geen uitzonderlijk "zuinig" bedrijf dat het laagste overschot had. De overige bedrijven zaten daar soms ver boven (bij koper een factor 10, bij zink een factor 6). Bij koper kwam dat door de aanvoer van kopersulfaat voor voetbaden en krachtvoer, bij zink door de aanvoer van krachtvoer en mineralenmengsels.
- De hoeveelheden koper in het rantsoen kunnen ook op basis van de gemeten bloedwaarden naar beneden. De bloedwaarden voor koper lagen voor ongeveer voor de helft van de melkgevendende koeien op een hoog of te hoog niveau, bij de droge koeien was dat 25%. Een aantal bedrijven voerden aanwijsbaar boven de norm: de aanvoer met voedermiddelen alleen was al hoger dan de norm, ongeacht het ruwvoer van eigen bedrijf.
- De hoeveelheid zink in het rantsoen kan naar beneden: 25% van de melkgevendende koeien en 30% van de droogstaande koeien heeft een hoog of te hoog zinkgehalte. Alle bedrijven voerden zink aan, volgens de normen zit er vrijwel altijd voldoende in het ruwvoer.
- Bij de verdeling van koper en zink in het voer zou beter rekening gehouden kunnen worden met de behoeften van de verschillende diergroepen: droge koeien hebben soms een laag kopergehalte in het bloed, nieuwmelkte koeien een laag zinkgehalte.
- Vanuit het oogpunt van voeding en gezondheid kan de hoeveelheid aanvoer van koper en zink in voedermiddelen omlaag. De krachtvoer- en mineralenfabrikanten kunnen de gehalten aan koper en zink in hun producten verlagen of producten met lagere gehalten ontwikkelen. Dat is voor melkveehouders de enige mogelijkheid het koper- en zinkoverschot tot het benodigde minimum te verlagen.

Door minder voedermiddelen met hoge koper en zinkgehalten aan te voeren, kan ook met de bestaande voedermiddelen aangevoerde hoeveelheid koper en zink naar beneden en in de buurt van de behoefte komen.

- Er zijn alternatieven voor kopervoetbaden. Individueel behandelen bespaart veel koper en is effectiever. Formaline is, zolang het toegestaan is, een alternatief voor voetbaden. Voor voetbaden zijn ook producten met minder hoge kopergehalten beschikbaar.

Overige conclusies

- Alle krachtvoer- en mineralenfabrikanten verstrekten op eerste aanvraag de gehalten aan koper en zink in de voedermiddelen (maar willen de gehalten niet algemeen bekend hebben).
- In kunstmest zit soms onverwacht veel koper en/of zink. Een voorbeeld daarvan is kieseriet: deze veel gebruikte magnesium- en zwavelmeststof bevat 0,7% koper en 0,5% zink.
- De deelnemers aan de workshops hadden geen idee van de hoogte van het overschot aan koper en zink op hun bedrijf.

Aanbevelingen

- Er zijn voedermiddelen en kunstmeststoffen die koper en zink bevatten zonder dat het vermeld is. Als er al koper- en zinkgehalten vermeld zijn, zijn het vaak de toegevoegde hoeveelheden. Het vermelden van het totale gehalte biedt meer inzicht. Aanbevolen wordt om gehalten koper en zink op verpakkingen van voedermiddelen, kunstmeststoffen en dergelijke te vermelden.
- De hoeveelheden koper en zink die een bedrijf aanvoert met voedermiddelen of kunstmest kunnen op een jaaroverzicht opgenomen worden, zoals nu het geval is voor de hoeveelheden stikstof en fosfor.
- Koperbemesting zou verminderd of zelfs weggelaten kunnen worden. Gras en maïs hebben in Nederland vrijwel nooit last van kopergebrek. Het is in veel gevallen efficiënter om bij een kopertekort dit direct aan de dieren te geven.
- Runderdrijfmest bevat minder koper en zink dan (fok)varkensmest. Als er keuze is, is het verstandig om runderdrijfmest in plaats van varkensmest aan te voeren.

Suggestie voor vervolg

Uit dit inventariserende onderzoek concluderen we dat er mogelijkheden zijn voor het verlagen van koper- en zinkoverschotten via voeding en beperking van koper in voetbaden. In de praktijk is er tot nu toe nog weinig aandacht voor koper en zink in de voeding omdat er zelden gezondheidsproblemen zijn door gebrek of overmaat van deze stoffen.

Een vervolg op dit project kan een demonstratie zijn dat de koper- en zinkvoorziening van de dieren werkelijk omlaag kan zonder gezondheidsproblemen en productieverlaging. We denken dan aan een project waarin (een aantal van) de deelnemende bedrijven begeleiding krijgen bij het verlagen van het koper- en zinkoverschot, vooral in de voeding. De indruk is dat het gebruik van kopervoetbaden in de praktijk al aan het afnemen is.

De reikwijdte van dit project is tot nu toe beperkt tot een vijftal workshops bij deelnemers, een workshop met "beleids mensen" (waterschappen, LNV, provincies) en enkele artikelen in vakbladen en nieuwsbrieven, zes workshops in Utrecht en Zuid Holland en twee inleidingen (voor bestuur waterschap Salland en veehouders in Noord Brabant). De resultaten zijn gebruikt in een literatuuroverzicht voor LNV over de noodzaak en de mogelijkheden tot het beperken van kopersulfaat in voetbaden. De informatie uit dit project en een eventueel vervolg kan meer verspreid worden via vakpers en meer workshops en/of presentaties.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding van het project.....	2
1.2	KaderRichtlijn Water	3
1.3	Aandeel directe en diffuse bronnen aan koper- en zinkbelasting	3
1.4	Functie koper en zink in dieren en benutting	6
1.5	Bemesting met koper en zink.....	6
2	Materiaal en methode	8
3	Overzicht bedrijven.....	10
3.1	Grootte, intensiteit en productie	10
3.2	Huisvesting en verzorging	11
3.3	Klauwverzorging.....	11
3.4	Conditie, gangen en huidbeschadigingen	12
4	Koper- en zinkgehalten in producten.....	14
4.1	Melk.....	14
4.2	Dieren.....	15
4.3	Zaagsel	16
4.4	Krachtvoer.....	17
4.5	Mineralenmengsels	18
4.6	Zout	18
4.7	Kalvermelkpoeder	18
4.8	Mest	19
4.9	Kopersulfaat voetbaden	20
4.10	Kunstmest	20
4.11	Water.....	21
4.12	Diergeneesmiddelen	22
4.13	Roosters, boxafscheidingen e.d.....	22
5	Overschot koper en zink	23
5.1	Aan- en afvoer koper per bedrijf.....	23
5.2	Aan- en afvoer koper per categorie.....	24
5.3	Aan- en afvoer van zink per bedrijf	25
5.4	Aan- en afvoer van zink per categorie	25
5.5	Aan- en afvoer van koper en zink per categorie	26
6	Voeding.....	28
6.1	Behoeftte in relatie tot gehalten in ruwvoer	28
6.2	Aanvoer met voedermiddelen	31
6.3	Minimale overschot per koe en ha per jaar	33
7	Bloedwaarden melkvee	35
7.1	Bloedwaarden binnen streeftraject.....	35
7.2	Bloedwaarden ten opzichte van referentietraject	37
8	Workshops	39
9	Discussie	40
9.1	Vermelden gehalten koper en zink bij elke partij.....	41
9.2	Alternatieven voor kopersulfaat voetbaden	41
9.3	Gehalten in rantsoen kunnen lager	43
9.4	Benutting verbeteren door minder storende invloeden	43

9.5	Is er een verband tussen bedrijfsoverschot en waarden in het bloed	43
9.6	Drinkwater	45
9.7	Zijn er verbanden tussen huidbeschadigingen/kreupelheid en bedrijfsoverschotten	46
9.8	Wat is het minimum overschot	47
9.9	Hoe hoog zouden het koper- en zinkoverschot mogen zijn voor de Kaderrichtlijn Water	47
9.10	Waar kunnen de deelnemende bedrijven op besparen in koper en zink	47
10	Conclusies en aanbevelingen.....	48
11	Literatuur	51

1 Inleiding

Hoe lees ik dit rapport ?

Dit rapport is het verslag van een onderzoek naar koper en zink in de melkveehouderij. De gegevens die we verzameld hebben voor dit onderzoek, zijn in dit rapport opgenomen. Voor ieder hoofdstuk worden de hoofdzaken in een kader kort weergegeven. Details kunt u in het achterliggende hoofdstuk vinden.

Waarom dit project ?

Het rapport dat voor u ligt is het verslag van een project over koper en zink in de melkveehouderij. Het doel van het project was informatie te verzamelen en door te geven aan melkveehouders zodat zij de belasting van koper en zink op het milieu vanuit de melkveehouderij kunnen beperken. Daarvoor is onderzoek gedaan op 15 melkveebedrijven in Zuid Nederland.

Wat willen we weten ?

De vragen die we willen beantwoorden voor de 15 bedrijven waren:

- Wat en hoe groot zijn de aanvoer- en afvoerposten en het overschot van koper en zink op een melkveebedrijf?
- Kan het overschot voor koper en zink lager door verhoging van de afvoer of verlaging van de aanvoer?
- Hoever kan het overschot omlaag voordat de diergezondheid in gevaar komt? Speciale punten van aandacht zijn kopersulfaatvoetbaden en klauwgezondheid en de hoeveelheid koper en zink in het bloed van de dieren als resultaat van de koper- en zinkvoorziening in de voeding.
- Zijn er alternatieven voor voetbaden met kopersulfaat ?

Om deze vragen te beantwoorden is op de 15 bedrijven onderzoek gedaan naar de hoeveelheden van deze metalen in onder andere voedermiddelen, water, kunstmest, melk, organische mest en voetbaden.

Wat doen we niet (afbakening)?

- De groep melkveebedrijven die we onderzocht hebben is te klein om een gemiddelde voor Zuid Nederland te bepalen. De groep onderzochte bedrijven is niet representatief.
- We gaan niet na of de (voeder)normen correct zijn.
- We gaan niet na hoe de processen in de bodem verlopen, hoe de uit- en afspoeling plaatsvindt en hoeveel er uit- en afspoelt.
- We maken alleen berekeningen van de 15 bedrijven voor de actuele situatie. We gaan niet na of de overschotten door dit project dalen en we gaan (nog) geen maatregelen implementeren.

Wat is de achtergrond van deze vragen ?

Koper en zink komen in vrijwel alle plantaardig en dierlijk materiaal en in gesteenten voor en zitten dus ook in bijvoorbeeld voedermiddelen, melk en kunstmest. Ze zijn noodzakelijk voor dieren, mensen en planten. Wanneer dieren, mensen en planten teveel van deze metalen binnen krijgen zijn deze metalen echter giftig. Niet voor alle organismen even sterk, melkkoeien kunnen bijvoorbeeld een hoge dosis koper aan zonder schade te ondervinden, maar schapen zijn veel gevoeliger voor koper. Zo zijn er ook gevoelige en minder gevoelige planten. Om mensen te beschermen voor te hoge concentraties van onder andere koper en zink, gelden voor drinkwater maximale concentraties.

In de loop van de jaren/eeuwen zijn de hoeveelheden van onder andere koper en zink in het oppervlaktewater zo ver gestegen, dat de winning van schoon drinkwater in gevaar komt en gevoelige planten zeldzaam geworden zijn. Dit geldt niet alleen voor hoeveelheden koper en zink, maar ook voor andere stoffen zoals nitraat en fosfaat. Daarom heeft de Europese Unie een wet gemaakt waarin zij de lidstaten verplicht stelt om het oppervlaktewater zo schoon te maken of te houden, dat het "een goede ecologische en chemische kwaliteit" krijgt of houdt, de Kaderrichtlijn Water (KRW). Dat wil zoveel zeggen als: de concentraties van een aantal vastgestelde stoffen in het water moeten zo laag worden of blijven dat ze onder maximale concentraties zitten en gevoelige planten moeten weer kunnen groeien.

Wat de maximale concentraties zijn en welke planten op welke plekken horen te staan, moet nog afgesproken worden. Deze afspraken maken de verschillende lidstaten zelf en de EU moet ze goedkeuren. De EU heeft gebieden aangewezen die bij de grote rivieren horen (de internationale stroomgebieden zoals bijvoorbeeld voor de Maas). De landen waarbinnen een deel van zo'n stroomgebied valt, moeten dan samenwerken om de normen vast te stellen. Dat betekent dat Nederland voor het stroomgebied van de Maas moet samenwerken met België en Frankrijk.

Hoe komt het dat er te veel koper en zink in het oppervlakte water zit ?

Er zijn veel bronnen van koper en zink waaruit het in het oppervlaktewater terecht kan komen: industrie, huishoudens (via de riolering), door verkeer (bijvoorbeeld door slijtage van materiaal) en de bodem. Voor het deel dat uit de bodem komt, is het lastig om precies aan te wijzen wat de bron precies is: er komt een deel uit natuurgebieden, een deel uit stedelijk gebied, maar ook een deel uit landbouwgebieden. Onderzoekers berekenen die verdeling.

Omdat de hoeveelheid koper en zink in het oppervlaktewater omlaag moet, moet Nederland zich op alle fronten inspannen om minder koper en zink op de bodem en via de bodem in het water terecht te laten komen. Uit berekeningen blijkt dat ook de melkveehouderij een bijdrage levert aan de uitstoot van koper en zink naar het water. Daarom zal de melkveehouderij zich moeten inspannen om de uitstoot te verminderen. Om dat gefundeerd en effectief te kunnen doen, is onder andere dit project gestart. Het doel van het project is informatie te verzamelen en door te geven aan melkveehouders zodat zij de belasting van koper en zink op het milieu vanuit de melkveehouderij kunnen beperken.

Daarvoor hebben we gekeken naar de hoeveelheden koper en zink die in allerlei producten op 15 uitgekozen melkveebedrijven binnen komen en weer verlaten. Het verschil tussen deze twee stromen (aanvoer en afvoer), is de hoeveelheid die dus op het bedrijf achterblijft. Uiteindelijk komt die hoeveelheid via de mest op en in de bodem terecht.

Wat is de functie van koper en zink in dieren en hoe groot is de benutting ?

Dieren hebben koper nodig omdat het een werkzaam bestanddeel is van enzymen die betrokken zijn bij stofwisselingsprocessen. Het heeft onder andere een functie bij bloedvorming, pigmentvorming, vorming van haren en wol en andere essentiële processen binnen een dier. Een van de meest in het oog springende verschijnselen van kopertekort bij koeien zijn koperbrillen: afwijkingen in haarkleur rond de ogen waardoor het lijkt of ze een bril dragen. Daarnaast gaat de conditie van de dieren achteruit en hebben ze verminderde eetlust, diarree, achterblijvende ontwikkeling en slechte vruchtbaarheid. Koeien kunnen een flinke voorraad koper in de lever opbouwen, zodat ze een periode van tekort kunnen overbruggen.

Als (melk)koeien koper opnemen via voer is de benutting in het lichaam laag. Bij het vaststellen van de veevoedingsnormen houdt het Centraal Veevoeder Bureau rekening met een benutting van 3,6% en een veiligheidsmarge van 1,5. De benutting is dan ongeveer 1/40; er is dus 40 gram in het voer nodig om 1 gram in het lichaamssysteem van de koe te krijgen. De benutting van koper wordt slechter wanneer er meer ijzer, zwavel, zink en vooral molybdeen in het voer zit.

Dieren hebben zink nodig omdat het is betrokken bij de werking van een groot aantal enzymen. Zink is onder andere nodig voor de voorplantingsorganen, de botten, de huid en haren en het afweersysteem. Door zinkgebrek eten en groeien de dieren slecht. De dieren krijgen een perkamentachtige huid en hebben soms last van kaalheid en een ruige vacht. Een groot deel van de zinkvoorraad in het lichaam zit in botten en spieren maar de voorraad is niet groot. Te weinig in het voer heeft op korte termijn negatieve gevolgen. De benutting van zink is beter dan die van koper, ongeveer 45%. Inclusief de veiligheidsmarge van 1,5 moet er volgens het Centraal Veevoeder Bureau ongeveer 3,3 keer zoveel in het voer zitten als de koe netto nodig heeft.

Zijn koper en zink nodig in planten ?

Koper en zink zijn beide nodig voor plantengroei, maar in Nederland is hiervoor (vrijwel) nooit te weinig. Voor koper is er een bemestingsadvies voor gras en maïs om te zorgen dat er voldoende koper in de planten zit voor de voeding van de dieren. Als er te weinig in de bodem zit, is het advies om één keer in de 4 jaar 6 kg koper per ha toe te dienen aan gras en/of maïs. Voor zink is er geen bemestingsadvies.

1.1 Aanleiding van het project

Naar aanleiding van de teruglopende kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater is vanaf 2015 in de Europese Unie (EU) de KaderRichtlijn Water (KRW) van kracht. De EU heeft in de KRW vastgelegd dat lidstaten de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater moeten beschermen en verbeteren onder andere voor de winning van drinkwater en de natuur. De hoofddoelstelling/overkoepelende doelstelling van de KRW is een goede chemische en ecologische kwaliteit voor oppervlaktewater en een goede chemische kwaliteit voor grondwater. Concrete meetbare normen bijvoorbeeld in de vorm van concentraties heeft de EU niet in de KRW vastgesteld. De lidstaten moeten die zelf vastleggen en ter goedkeuring aan de EU voorleggen. In het stroomgebied van de Maas in Nederland is geïnventariseerd waar en welke probleemstoffen (zoals zware metalen) in het oppervlaktewater de mogelijke normen overschrijden. Daarvoor is uitgegaan van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Algemeen kan worden gesteld dat de norm voor koper (Cu) en zink (Zn), afhankelijk van het gebied, twee- tot vijfmaal overschreden wordt (Internationale Maascommissie, 2005)¹. Een aanzienlijk deel van deze belasting is afkomstig uit landbouwgronden en daarvan weer een deel uit de melkveehouderij.

In de melkveehouderij is de bodembelasting van koper en zink voornamelijk afkomstig uit voeding en voetbaden met kopersulfaat, wat door de dierlijke mest op en in de bodem terecht komt. Binnen het project Koeien & Kansen (K&K) is in 2003 van de aanvoer met zware metalen in (kracht)voer en afvoer met melk en vlees geïnventariseerd op alle 17 melkveebedrijven die aan het project meedoen (Boer&Hin, 2003)².

¹ Internationale Maascommissie, 2005. Internationaal stroomgebieddistrict Maas, Analyse, overkoepelend rapport.

² Boer, M. en Hin, K.J., 2003. Zware metalen in de melkveehouderij. Resultaten en aanbevelingen vanuit het project Koeien & Kansen. Koeien & Kansen-rapport 16, december 2003, 59p.

Om aan het oplossen van de beschreven problematiek in het stroomgebied van de Maas mee te werken, wilde de provincie Noord Brabant een vervolg project laten uitvoeren. De provincies Noord Brabant en Limburg, de waterschappen Brabantse Delta en Rivierenland en het Landbouw Innovatie Bureau hebben de handen ineen geslagen en een nieuw project gefinancierd.

Doel van het project

Het doel van het project is vanuit de deelnemende bedrijven kennis door te laten stromen naar omliggende bedrijven en op deze manier een bewustwording te realiseren van de invloed van de melkveehouderij op de KaderRichtlijn Water vooral voor koper en zink. De gedachte erachter is dat het gebruik van koper en zink, met de kennis opgedaan bij de onderzochte bedrijven, voor een deel teruggedrongen kan worden zonder gezondheids- of productierisico's. Een onderdeel van het project is kennisoverdracht door middel van workshops met melkveehouders.

Specifieke vragen die we in dit project willen beantwoorden zijn:

- Wat zijn de aan- en afvoerposten en hoe groot is het overschot van koper en zink op de 15 onderzochte melkveebedrijven? Het overschot hoopt namelijk op in de bodem en een deel spoelt uit en af naar grondwater en oppervlaktewater.
- Kan het overschot voor koper en zink lager door verhoging van de afvoer of verlaging van de aanvoer?
- Kan het overschot aan koper en zink omlaag in verband met de diergezondheid? Speciale punten van aandacht zijn kopersulfaat in voetbaden en klauwgezondheid en de hoeveelheid koper en zink in het bloed van de dieren in verband met de koper- en zinkvoorziening in de voeding.
- Zijn er alternatieven voor voetbaden met kopersulfaat?

Op basis van de balansen en de huidige behoeftenormen geven we per bedrijf aan welke mogelijkheden er zijn om het bedrijfsoverschot voor koper en zink te verminderen, zonder dat de diergezondheid en productie in gevaar komt. Hiervoor zijn zes Koeien & Kansen en acht "gewone" bedrijven in het project betrokken in het stroomgebied van de Maas en 1 K&K-bedrijf in de Bommelerwaard, dat officieel tot het stroomgebied van de Rijn behoort.

1.2 KaderRichtlijn Water

De KaderRichtlijn Water (KRW) is een wet van de Europese Unie (EU) die de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater moet beschermen. Het doel van de KRW is dat op 22 december 2015 alle oppervlaktewater- en grondwaterlichamen een goede ecologische en chemische kwaliteit hebben. In gevallen dat dit niet haalbaar is, moeten de lidstaten voorkomen dat de kwaliteit verder achteruit gaat: het stand still principe. De lidstaten stellen de concrete invulling van dit doel vast (bijvoorbeeld maximum concentraties of het voorkomen van bepaalde plantensoorten). De eisen zullen niet voor ieder waterlichaam hetzelfde zijn. De lidstaten stellen de differentiatie van waterlichamen vast. Hierbij blijft het hoofddoel, goede ecologische en chemische kwaliteit, leidend.

Wanneer lidstaten verwachten dat de KRW niet haalbaar is, moeten zij van te voren een aanvraag tot uitstel (met redenen omkleed) indienen en kan de EU tweemaal 6 jaar uitstel verlenen.

De EU heeft voor de KRW internationale stroomgebieden (ISG) vastgesteld. In deze stroomgebieden moeten de lidstaten samenwerken. In Nederland zijn er vier internationale stroomgebieden: Eems, Maas, Rijn en Schelde. Via deze ISG's heeft Nederland samenwerking met Duitsland, België, Luxemburg en Frankrijk.

In de vier stroomgebieden in Nederland is geïnventariseerd waar en welke concentraties van probleemstoffen (zoals zware metalen) in het oppervlaktewater de mogelijke normen overschrijden. Hierbij is uitgegaan van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) als norm. Het koper- en zinkgehalte in het water in het stroomgebied van de Maas overschrijdt, afhankelijk van het gebied en het metaal, twee- tot vijfmaal deze MTR. (Internationale Maascommissie, 2005)³.

1.3 Aandeel directe en diffuse bronnen aan koper- en zinkbelasting

De oorsprong van belastingen van het oppervlakte en grondwater wordt ingedeeld in diffuse en directe bronnen. Directe bronnen zijn duidelijk aanwijsbare plekken waar stoffen in het water terechtkomen. Voor diffuse bronnen kan men de plaats niet eenduidig aangeven. Denk daarbij aan stoffen die via de bodem naar het oppervlakte- of grondwater komen. Daarmee hoort de landbouw ook bij de diffuse bronnen. Het RIZA (Rijkswaterstaat) monitort belastingen. De in het vervolg genoemde cijfers zijn afkomstig uit de webdocumenten "Water in beeld 2006" en "Water in cijfers 2006"⁴.

³ Internationale Maascommissie, 2005. Internationaal stroomgebieddistrict Maas, Analyse, overkoepelend rapport.

⁴ www.waterinbeeld.nl.

Over de toetsingsmethodiek waar de gevonden waterkwaliteiten aan zijn onderworpen, staat op de website het volgende vermeld:

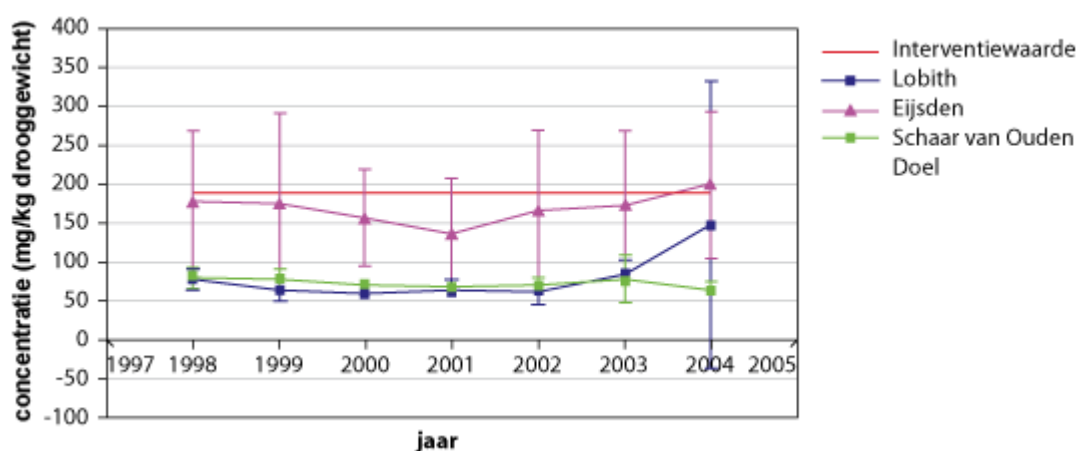
“In 2004 zijn de MTR-waarden wettelijk vastgelegd in de Regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren. Ten behoeve van deze Water in Beeld is aan deze normen getoetst. Voor de zoete en zoute wateren zijn deze normen overigens grotendeels gelijk aan de oorspronkelijke MTR-waarden voor zoete oppervlaktewateren in Vierde nota waterhuishouding (NW4)⁵.”

Wanneer in het vervolg concentraties worden getoetst, is dit aan de MTR-waarden.

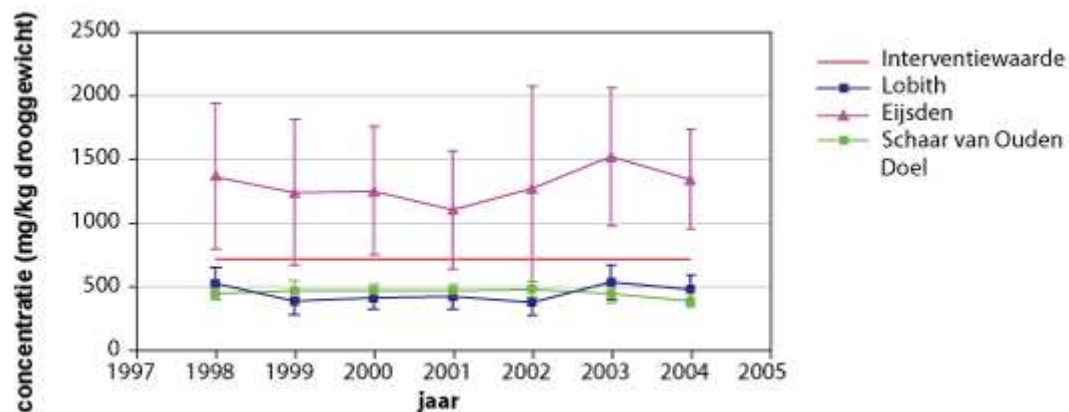
Voor veel stoffen staan voor de vier internationale stroomgebieden de gevonden concentraties vermeld. Voor dit project zijn koper en zink van belang. In figuur 1 en 2 staan de gemeten concentraties koper en zink in zwevende stof op de plaats dat drie grote rivieren Nederland binnenkomen (Lobith: Rijn, Eijsden: Maas, Schaar van Ouden Doel: Schelde).

De concentratie van koper was de afgelopen jaren in zwevend stof bij Eijsden (Maas) ongeveer even hoog als de interventiewaarde voor de waterbodem (zie figuur 1). In de andere weergegeven plaatsen en rivieren is de koperconcentratie ongeveer de helft van de interventiewaarde.

Figuur 1 Koper in zwevend stof (Bron: Rijkswaterstaat - RIZA MWTL)



Figuur 2 Zink in zwevend stof (Bron: Rijkswaterstaat - RIZA MWTL)



De gemiddelde gehalten van zink in zwevende stof bij Eijsden waren gedurende de periode 1998-2004 ongeveer een factor 2 hoger dan de interventiewaarde (zie figuur 2). In de andere plaatsen en rivieren is de zinkconcentratie ongeveer 70% van de interventiewaarde.

⁵ NN, 1999. Vierde Nota Waterhuishouding, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

De gemeten gehalten zijn de concentraties die Nederland binnenkomen. Uit de grafieken blijkt dat voor koper en zink vooral de waterkwaliteit van de Maas te wensen overlaat. Uiteraard is Nederland daar niet verantwoordelijk voor; dat komt op het conto van de lidstaten die aan de bovenloop van deze rivieren liggen. De afspraak binnen de EU is dan ook dat, wanneer andere lidstaten het niet voor elkaar krijgen om aan de KRW te voldoen, Nederland geen extra inspanning hoeft te leveren om toch water met een goede kwaliteit de Noordzee in te laten stromen. Nederland is dus alleen verantwoordelijk voor de eigen belasting met o.a. koper en zink.

De hoeveelheden koper en zink die Nederland toevoegt aan het water in de grote rivieren staat in tabel 1.

Tabel 1 Belasting koper en zink binnenland versus aanvoer buitenlandse rivieren 2003 in ton/jaar
(Bron: *Emissieregistratie*, 2006)

Stofgroep	Aanvoer vanuit het buitenland				Belasting binnenland				
	Maas	Rijn	Schelde	totaal	Maas	Rijn	Schelde	Eems	totaal
Koper	21	455	34	511	14	78	11	4	106
Zink	158	2211	171	2540	136	1128	127	120	1510

“De totale binnenlandse belasting van het oppervlaktewater daalt de laatste jaren licht; er is sprake van een afname van de atmosferische depositie van de zware metalen op oppervlaktewater en verhard oppervlak. Voor koper geldt ook nog een afname van de emissies door het verbod op koperhoudende antifouling op recreatievaartuigen. Zink laat een daling zien van de belasting van het water door effluenten van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Dit houdt verband met het gegeven dat 2003 een zeer droog jaar was.” (Quote: *Water in cijfers*, 2006).

De website van het RIZA geeft ook de verdeling van de binnenlandse belasting weer. In tabel 2 staat welk aandeel o.a. landbouw en natuur wordt toegedicht. De verdeling over de bronnen is zo goed mogelijk benaderd, maar kan niet exact gemeten worden.

Tabel 2 Verdeling van de belasting koper en zink binnenland over directe en diffuse bronnen in 2003, in % van totale belasting

		% Koper				% Zink			
		Eems	Maas	Rijn	Schelde	Eems	Maas	Rijn	Schelde
Direct	Industrie	29	4	3	5	16	4	1	3
	RWZI*	18	46	13	12	4	21	8	4
Diffuus	Landbouw	22	13	18	5	66	49	44	65
	Natuur	5	4	7	0	12	15	38	4
	Depositie	12	9	13	18	1	4	4	7
	Verkeer en vervoer	11	21	40	58	1	7	4	17
	Overig								
	diffuus	4	4	5	1	0	1	1	0

*RWZI is een optelling van de posten RWZI: Effluenten en RWZI: Overstorten en regenwaterriolen
(Bron: *Emissieregistratie*, 2006)

Voor dit onderzoek is vooral de belasting uit de landbouw van belang. Voor koper schat het RIZA de belasting uit de landbouw in bijvoorbeeld de Maas op 13%. Dit is 13% van 14 ton, dat is ongeveer 2 ton per jaar. De belasting van zink vanuit de landbouw op de Maas schat het RIZA op 49% van 136 ton, dit is ongeveer 67 ton per jaar. Vooral in de belasting van zink heeft de landbouw een aanzienlijk aandeel (44-66%). We weten echter niet hoe de verdeling van de belasting is over historische belasting en actuele belasting. De historische belasting is zonder bodemsanering niet op korte termijn terug te brengen. De actuele belasting is wat er nu bijkomt. Men verwacht dat de actuele belasting niet verwaarloosbaar is. In het rapport “Internationaal stroomgebieddistrict Maas (Internationale Maascommissie, 2005)”⁶ is aangegeven dat een aanzienlijk deel van de uitspoeling afkomstig is van grasland, waarvan een groot deel in gebruik is bij melkveehouders. Om uitstel voor de KRW aan te vragen is het belangrijk dat de actuele belasting met koper en zink (ook vanuit de melkveehouderij) daalt, bij voorkeur tot nul in 2015.

⁶ Internationale Maascommissie, 2005. Internationaal stroomgebieddistrict Maas, Analyse , overkoepelend rapport.

1.4 Functie koper en zink in dieren en benutting

Koper is een werkzaam bestanddeel van enzymen die betrokken zijn bij stofwisselingsprocessen. Koper is betrokken bij de bloedvorming (o.a. via ceruloplasmine), pigmentvorming (via tyrosinase), de structuur en het uiterlijk van haren en wol, de elasticiteit van bloedvatwanden, de vorming van bindweefsel, de weefselademhaling en als bescherming tegen vrije radicalen (via superoxide-dismutase).

Verschuiven van kopertekorten utoiten zich in afwijkende haarkleur en afwijkend haarkleed, achterblijvende ontwikkeling, verdikte kogels, slechte conditie, verminderde eetlust, diarree en slechte vruchtbaarheid. Ook doodgeboorten, bloedarmoede en gebroken botten worden als oorzaak van kopergebrek bij geiten aangegeven. Lammeren met kopergebrek vertonen een zwaaiende gang (sway back). Evenals rundvee kunnen ook geiten een flinke voorraad koper in de lever opslaan die in tijden van een kopertekort in het voer weer voor het dier beschikbaar komt. Een periode met een tekort wordt op die manier overbrugd. Vooral molybdeen, maar ook ijzer, zwavel en zink, hebben een negatieve invloed op de benutting van koper. Bij een verhouding zink:koper tussen 3:1 – 5:1 zou de negatieve invloed van zink beperkt zijn. Volgens Hart (2004)⁷ moet er minstens viermaal zoveel koper als molybdeen zijn. Volgens Raisbeck et al, 2006⁸ is er al bij een verhouding koper:molybdeen van 10:1 kans op molybdeenvergiftiging. Door een verminderde afbraak in de pens en een betere absorptie in de darm zouden organisch gebonden mineralen beter benut worden dan anorganisch koper. Niet duidelijk is of dieren organisch gebonden koper beter benutten dan anorganisch koper. Het Centraal veevoederbureau (CVB, 2005)⁹ houdt onder normale omstandigheden rekening met een benutting van slechts 3,6%. In de bruto norm houdt zij bovendien rekening met een veiligheidsmarge van 1,5, zodat uiteindelijk bruto ongeveer 40 keer meer koper gevoerd moet worden dan het dier netto nodig heeft.

Zink is betrokken bij de werking van een groot aantal enzymen. Zink is nodig voor het functioneren van verschillende weefsels, o.a. van de voortplantingsorganen, de botten, de huid en haren en voor het afweersysteem. Bij zinktekorten is de eetlust verminderd en de groei beperkt. Zinkgebrek geeft een perkamentachtige huid en de gevoeligheid voor stinkpoot en rotkreupel zou er door toenemen. Geiten gaan sterk speekselen en krijgen korsten op neus, lippen en ogen en krijgen vergroeiingen aan horens en klauwen. Ook kaalheid, ruige vacht, ontsteking van tandvlees en oogslimvlies en abnormale groei van de voorklauwtjes kan het gevolg zijn van zinkgebrek. Een groot deel van het zink in het lichaam is aanwezig in de botten en de spieren, maar de totale voorraad is zeer beperkt. Als het rantsoen te weinig zink bevat, is dat ook vrij snel aan het dier te zien. In de behoeftenormen voor zink is rekening gehouden met een benutting van 45%. Evenals bij koper is in de uiteindelijke norm rekening gehouden met een veiligheidsmarge van 1,5, zodat voor zink bruto ongeveer 3,3 keer meer gevoerd moet worden dan netto voor het dier nodig is.

1.5 Bemesting met koper en zink

Koper is een essentieel element voor plantengroei, dat wil zeggen dat planten een (kleine) hoeveelheid nodig hebben om te kunnen groeien. In Nederland komt een tekort echter (vrijwel) nooit voor; er zit voldoende koper in de bodem voor gras en snijmaïs. In het bemestingsadvies voor grasland en maïsland (www.bemestingsadvies.nl)¹⁰ staat wel een bemestingsadvies voor koper. Dit staat er alleen in voor de diergezondheid: het bemestingsadvies is erop gericht om een voldoende hoog gehalte van koper in het gewas te krijgen. In tabel 3 staat het bemestingsadvies.

Tabel 3 Bemestingsadvies voor koper op gras en snijmaïs

Waardering	Koper-gehalte grond (mg/kg) grasland 0-10 cm	Bemesting grasland (kg Cu/ha)	Koper-gehalte grond (mg/kg) maïsland 0-30 cm	Bemesting maïsland (kg Cu/ha)
Laag	< 2,0	6	< 3,0	6
Vrij Laag	2,0 – 4,9	3,5	3,0 – 3,9	2,5
Goed	5,0 – 9,7	0	4,0 – 9,9	0
Hoog	≥ 9,8	0	≥ 10,0	0

⁷ Hart, S., Introduction to goat nutrition. Langston University

⁸ Raisbeck, MF, Siemion, RS, Smith, MA, 2006. Modest copper supplementation blocks molybdenosis in cattle. J. Vet. Diagn. Invets. 18, 566-72

⁹ CVB, 2005. Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten. 228 p.

¹⁰ Commissie Bemesting grasland en voedergewassen, 2007. Adviesviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. www.bemestingsadvies.nl

De geadviseerde gift is voor eenmaal in de 4 jaar, na die periode wordt aangeraden om een nieuw grondmonster te nemen. De giften met koper kunnen worden gegeven met speciale meststoffen met koper bijvoorbeeld met landbouwsout met 3,5 %Cu (graszout groen).

Ook zink is een essentieel element voor plantengroei. In Nederland komt een tekort echter vrijwel nooit voor. Het kan zich heel af en toe voordoen bij teelt van snijmaïs waar al jaren achtereen geen organische mest- en kunstmestsoorten zonder zink gegeven is.

Voor zink is er geen bemestingsadvies voor gras of snijmaïs.

2 Materiaal en methode

Hoe is het project uitgevoerd ?

De koper- en zinkbelasting door een bedrijf op het milieu vloeit voort uit het verschil tussen de aanvoer en de afvoer van koper en zink: de bedrijfsbalans. Bij een positieve balans hoopt het verschil zich op in de bodem en bij een negatieve balans wordt het onttrokken aan de bodem. Hoe hoger de ophoping in de bodem, hoe hoger de uit- en afspoeling naar grondwater en oppervlaktewater. Het is dus zaak het overschot op de bedrijfsbalans zo laag mogelijk te krijgen. Een belangrijke eis is wel het behoud van de gezondheid van het vee.

We hebben daarvoor 15 melkveehouders gezocht in het zuiden van Nederland: zeven melkveehouders (deelnemers van project Koeien & Kansen (zie www.koeienenkansen.nl)) en acht "andere" bedrijven. Van alle 15 melkveebedrijven zijn gegevens verzameld over voeding, gebruik van meststoffen, melkproductie, lichaamsconditie en gangen van de koeien enz. met behulp van enquêtes en bedrijfsbezoeken. Daarnaast hebben de dierenartsen van de bedrijven bloedmonsters genomen van een representatieve groep dieren per bedrijf.

Met de gegevens is voor ieder bedrijf een bedrijfsbalans voor koper en zink berekend.

De bedrijven in dit project zijn niet speciaal verdeeld over verschillende intensiteiten of andere kenmerken. Het is geen representatieve steekproef van het zuidelijke zandgebied of van Nederland. De bedrijven zijn dus gekozen uit Koeien & Kansenbedrijven op basis van ligging (de zeven zuidelijkste bedrijven zijn gevraagd mee te doen) en daar zijn nog acht bedrijven bij gezocht.

Bij de selectie was belangrijk dat de melkveehouder in ieder geval bereid was mee te werken en inzicht in zijn bedrijfsgegevens wilde geven.

Selectie bedrijven. De Koeien & Kansenbedrijven in Brabant en Limburg zijn gevraagd mee te doen met het onderzoek. Bovendien is, op verzoek van het waterschap Rivierenland, een bedrijf op komklei meegenomen. Daarnaast zijn via DLV-adviseurs en uit de referentiebedrijven voor Koeien & Kansen nog acht gangbare melkveebedrijven gevraagd deel te nemen.

Enquête. In december 2005 en januari 2007 zijn op de bedrijven enquêtes afgenomen. Daarmee werden de bedrijven in kaart gebracht voor wat betreft grootte, intensiteit en huisvesting, maar ook voor management bij het voeren, melken en klauwverzorging.

Scoren melkkoeien. Tegelijk met het afnemen van de enquête in 2005/2006 werden de koeien gescoord op lichaamsconditie (systeem Praktijkonderzoek: 1 - 5), gangen (Manson&Leaver, 1998: score 1 - 5)¹¹ en huidbeschadigingen (systeem ASG; score 1 - 9). Bij de verwerking van de gangenscore wordt het percentage goedlopende koeien (score 1 en 1.5) en het percentage kreupele koeien weergegeven (koeien met een score 3 of hoger). Voor huidbeschadigingen wordt in dit rapport het percentage koeien met matige en ernstige beschadigingen weergegeven: kale plekken tellen daarin niet mee. Voor de totaalscore is de gemiddelde score (1 – 9) per plaats (links en rechts) over de vijf gescoorde plaatsen gesommeerd. De score kan maximaal 45 bedragen.

Bloedmonsters. De praktiserend dierenarts van de bedrijven heeft op drie tijdstippen (najaar 2005, voorjaar 2006 en najaar 2006) van 15 koeien (vijf koeien < 60 lactatiedagen, vijf koeien > 60 lactatiedagen en 5 droogstaande koeien) een bloedmonster genomen voor bepaling van koper en zink. De koeien zijn door de veehouder aselekt gekozen uit de groepen melkkoeien op zijn bedrijf. De monsters zijn door de Gezondheidsdienst voor Dieren volgens standaardprocedures geanalyseerd. Voor verificatie van het lactatiestadium en het lactatienummer van de bemonsterde koeien, is uitgegaan van de melkproductieregistratie op een datum in de buurt van de tapdata. Bij de verwerking van de bloedwaarden zijn zowel de koper- als zinkgehalten in klassen ingedeeld. Daarbij zijn de volgende grenzen aangehouden. Voor koper: <7,5 (onder streeftraject), 7,5-12,5 (lagere deel streeftraject), 12,51-18,0 (hogere deel streeftraject) en > 18,0 $\mu\text{mol/l}$ (boven streeftraject). Voor zink: < 12,0 (onder streeftraject), 12,0 – 17,49 (lagere deel streeftraject), 17,50 – 22,99 (hogere deel streeftraject) en $\geq 23,00 \mu\text{mol/l}$ (boven streeftraject).

¹¹ Manson, F.J. & J.D. Leaver, 1998. System of locomotion scoring. 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Lucerne, Switzerland, p 32-35.

Inventarisatie aan- en afvoer: Begin 2007 zijn de bedrijven bezocht om te inventariseren welke hoeveelheden producten op het bedrijf aangevoerd en van het bedrijf afgevoerd zijn. In de balansen voor koper en zink zijn opgenomen: meststoffen (kunstmest en organische mest), voedermiddelen (ruwvoer, bijproducten, krachtvoer, mineralen, kunstmelkpoeder), dieren (bij jongveeopfok elders zijn dieren op een bepaalde leeftijd in de berekening afgevoerd en later weer aangevoerd op het bedrijf), water, klauwverzorgingsmiddelen (o.a. kopersulfaat, hoof fit), melk en zaaizaden. Niet in de inventarisatie meegenomen zijn: reinigingsmiddelen voor de melkapparatuur (bevatten geen koper en zink), inkuilplastics (worden nagenoeg geheel gerecycled) en bestrijdingsmiddelen/gewasbeschermingsmiddelen, omdat volgens het CBS (2003)¹² de bijdrage daarvan aan de balans van koper en zink verwaarloosbaar is. Op basis van overzichten van mengvoerfabrikanten, veestallijsten, gegevens van dode dieren, melkleveringen, aan- en verkoopbonnen e.d. zijn de aangevoerde en afgevoerde hoeveelheden of dieren opgenomen. Het waterverbruik is, als dat niet via het waterleidingnet geleverd werd en er geen meter aanwezig was, geschat op basis van 30 m³ per aanwezige koe (inclusief jongvee).

Op een aantal bedrijven zijn van voedermiddelen, water, melk, zaagsel en drijfmest monsters genomen voor analyse voor koper en zink. De Gezondheidsdienst voor dieren heeft de monsters water, melk en kalvermelkpoeder onderzocht volgens standaardprocedures. De voer-, zaagsel- en mestmonsters zijn door het Bedrijfslaboratorium voor Grond en gewasonderzoek volgens standaardprocedures onderzocht.

Gehalten in ruwvoer, mest, krachtvoer, mineralen, voederadditieven, hygiënemiddelen, klauwverzorgingsmiddelen en diergeneesmiddelen. Voor aangekochte ruwvoerders waarvan geen analyse bekend was, is op basis van uitslagen van voorgaande jaren of vanuit de gegevens van gemiddelden voor die ruwvoerders of krachtvoergrondstoffen uit de Veevoedertabel 2003¹³ de gehalten aan koper en zink geschat. Voor aan- en afgevoerde mest waarvan geen analyse bekend was, is een gemiddelde waarde voor mest van die diersoort aangenomen. Als de gehalten van krachtvoerders en mineralen niet op labels of vrachtbrieven vermeld waren, zijn de leveranciers van krachtvoerders en mineralenmengsels gevraagd naar de gehalten aan koper en zink in hun producten van het afgelopen jaar. Voor koper- en zinkgehalten in kunstmeststoffen is gebruik gemaakt van de NMI-databank¹⁴. Voor andere producten waarin koper en/of zink vermoed werd, zijn de leveranciers benaderd voor de juiste gehalten. Gehalten in dieren zijn berekend op basis van de door de CVB (2005) aangehouden normen voor koper en zink voor groeiende dieren (resp. 0,5 en 24 mg per kg levend gewicht), vermeerderd met een hoeveelheid koper en zink in de lever bij een toestand "goed" (100 mg/kg ds lever).

Bij de verwerking van aan- en afvoer zijn de posten ingedeeld in de categorieën diergezondheid, dieren, ruwvoer, krachtvoer, mineralen, melk, mest, water, strooisel en zaad.

Oppervlakte van het bedrijf. Alleen de oppervlakte van het eigen bedrijf (eigendom, pacht, huur) of oppervlakten waarvoor een gebruikersverklaring aanwezig was, zijn meegeteld in de berekening van de ha's. De resultaten van de aan- en afvoer zijn weergegeven in grammen per ha.

Berekening behoefte. Hierbij is uitgegaan van de behoeften die het CVB 2005 heeft gegeven. Uitgegaan is van een koe van 650 kg met een productie van 8200 kg en incl. 0,7 stuks jongvee.

¹² CBS, 2003. Emissie van zeven zware metalen naar landbouwgronden.

¹³ CVB, Veevoedertabel 2003.

¹⁴ www.nmi-agro.nl/databank meststoffen Nederland

3 Overzicht bedrijven

Wat voor bedrijven doen mee in het project?

De intensiteit varieerde tussen de deelnemende bedrijven. De meest extensieve bedrijven hadden een melkquotum van circa 10 ton per ha en het meest intensieve bedrijf 33,5 ton per ha. De oppervlakte van de bedrijven varieerde van 20 tot 74 ha en het aantal koeien van 55 tot 120. De 305-dagen productie per koe varieerde van 7400 tot 9900 liter. Verschillende beweidingssystemen kwamen voor zoals onbeperkt weiden (dag en nacht buiten), siëstabeweiding ('s morgens en 's avonds na het melken een aantal uren naar buiten) en standweiden (het hele seizoen weiden op hetzelfde stuk grond). Op twee bedrijven bleef het vee het hele jaar op stal. Alle bedrijven hadden ligboxenstallen.

Voor het project was het van belang om te weten hoe de klauwverzorging verliep (in verband met het gebruik van voetbaden, met of zonder kopersulfaat) en zijn de gangen van de dieren gescoord (kreupel of niet kreupel).

Omdat de voorziening van het melkvee met koper en zink samenhangt met huid- en haarvorming, zijn het aantal huidbeschadigingen geregistreerd.

In dit hoofdstuk krijgt u informatie over soort strooisel, ligplaatstype, het al of niet aanwezig zijn van een mestschuif e.d.

3.1 Grootte, intensiteit en productie

De bedrijven hebben gemiddeld circa 90 koeien op 42 ha en hebben een melkquotum van bijna 700 ton. Gemiddeld houden de bedrijven 2,1 melkkoe per ha, met grote verschillen tussen bedrijven. Behalve de melkkoeien is op de bedrijven jongvee voor vervanging. Bedrijf 4 heeft zelf geen jongvee, de bedrijven 8, 10 en 11 laten een deel van de opfok van het jongvee op een ander bedrijf uitvoeren. De 305-dagen melkproductie per koe varieert van 6800 tot 9900 kg. Het percentage hoogcelgetalkoeien eind 2006 varieert van 13 – 40%. Op twee bedrijven blijven de koeien het hele jaar op stal, op vier bedrijven wordt onbeperkt geweid en de andere bedrijven passen beperkte weidegang toe, soms in siëstabeweiding.

Tabel 4 Grootte, intensiteit en productiviteit per bedrijf

Bedrijf	Aantal koeien	Aantal boxen	Aantal ha	Melk-quotum (ton)	Koe per ha	Melkproductie		Grond-soort	Hoog-celgetal (%)	Beweiding-systeem
						ha	305d/koe			
1	72	80	37	489	1,9	13214	7000	zand	14	O, 20u
2	55	74	28	430	2,0	15517	8300	zand	40	B
3	95	103	74	748	1,3	10107	8700	zand	30	B, 8-9u
4	100	127	29	803	3,4	27675	8000	zand		O, 20u
5	85	90	44	768	1,9	17464	8900	zand	21	B, 6u
6	95	86	74	791	1,3	10687	9000	loss	30	siësta, 2*6u
7	85	93	49	634	1,8	13072	7800	zand	24	B, 7u
8	80	81	52	575	1,5	11057	8200	zand	24	O, stand
9	85	108	38	707	2,3	18742	8900	zand	30	siësta, 8u
10	100	120	20	670	5,0	33520	7400	loss	26	stand, 8u
11	85	76	28	685	3,1	24686	8600	zand	20	siësta, 8u
12	80	80	30	527	2,7	17553	6800	zand	31	geen
13	115	101	42	860	2,7	20476	8300	zand	26	geen
14	120	160	45	985	2,7	22022	7700	klei	22	O, 20u
15	90	112	42	810	2,1	19296	9900	klei	13	siësta, 2*4u
Gem.	89	99	42	699	2,1	16627	8233		25	

3.2 Huisvesting en verzorging

De melkkoeien zijn op alle bedrijven gehuisvest in een ligboxenstal van uiteenlopende leeftijd met op enkele bedrijven een gladde vloer waarop koeien wegglijden bij het lopen. Op de meeste bedrijven kunnen alle koeien tegelijk gaan liggen, op sommige bedrijven is dat niet het geval. Zaagsel is het meest gebruikte strooisel, in de meeste gevallen is dat dennenzaagsel dat in bulk aangevoerd wordt. Drie bedrijven strooien in de boxen kalk of een ander ontsmettingsmiddel. Zeven bedrijven hebben een vouwschuif om de roosters schoon te maken, op drie bedrijven worden de roosters handmatig één tot enkele keren per dag geschoven. Vijf bedrijven maken de roosters niet schoon. De vouwschuiven komen vooral voor op de bedrijven die de koeien veel op stal houden. De ligbedden worden wel op alle bedrijven twee of meerdere keren per dag schoongemaakt en min of meer regelmatig wordt strooisel bijgevuld. Op de meeste bedrijven kunnen koeien na het melken meteen in de boxen gaan liggen en worden de uiers van de koeien een keer per jaar geschoren of gebrand. Dit varieert van elke maand tot nooit.

Tabel 5 Overzicht huisvesting en verzorging melkkoeien op de bedrijven

Bedrijf	leeftijd vloer (jr)	Vloer			Ligplaats					mestschuif	mest verwijderen	liggen na melken	uier scheren/branden
		begaanbaar	opgeruimd	koeien slippen	type	strooisel	kalk	schoonmaken (d)	bijvullen (w)				
1	25	goed	nee	n	matras	zaagsel	nee	2	1	n	2	j	1
2	4	goed	nee	n	matras	zaagsel	nee	2	2	j	2	j	1
3	26	glad	2000	j	matras	zaagsel	nee	2	.5	n	0	j	1
4	.25	ruw	nee	n	diepstrooisel	zaagsel	nee	2	1	j	2	j	0
5	16	goed	2002	n	matras	zaagsel	Prosanex	3	1	j	8	j	2
6	10	glad	nee	n	rubbermat	zaagsel	nee	2	1	n	0	j	1
7	15	goed	2005		matras/ strooiselbox	koolzstro	nee	2	1	j	12	j	1
8	15	goed	nee	n	verhard	koolzstro	nee	2	4	n	0	j	12
9	10	goed	2005	n	matras	zaagsel	nee	3	21	n	0	j	1
10	12	goed	nee	n	verhard	zaagsel	nee	3	1	n	1	j	1
11	14	goed	2005	n	zaagsel	zaagsel	2*w	4	2	n	2	n	2
12	15	glad	nee	j	mat achterin	zaagsel	1*mnd	2	7	j	10	n	1
13	30	goed	2004	n	rubbermat	zaagsel	nee	4	2	j	2	j	3
14	25	deel glad	1998	n	verhard	zaagsel	nee	2	1	n	1	j	1
15	23 3	goed	nee	n	matras	zaagsel	nee	3	7	j	12	n	6

3.3 Klauwverzorging

Op vijf bedrijven wordt nooit een voetbad gegeven, niet tijdens de stalperiode en niet tijdens de weideperiode. De frequentie waarin voetbaden gegeven worden, loopt sterk uiteen: in de stalperiode van elke 2 tot 10 weken, in de weideperiode van eens per 4 weken tot een keer per 15 weken, maar nooit op de dag van bekappen. Op bedrijf 12 worden de koeien na het voetbad vastgezet om het middel goed te laten inwerken in een schone omgeving. In de stalperiode wordt het voetbad 2 – 3 dagen gegeven, in de weideperiode 1 – 3 dagen. Drie bedrijven verversen het voetbad; één bedrijf zelfs twee keer per dag. Formaline wordt veruit het meest gebruikt, al of niet in combinatie met kopersulfaat. Drie bedrijven gebruiken kopersulfaat in het voetbad: het gebruik loopt uiteen van 130 kg op bedrijf 13 (koeien hele jaar op stal) tot 14 kg op bedrijf 14 (met 1 kg kopersulfaat per keer voetbaden). Ook op ander bedrijven wordt soms koper gebruikt in verband met klauwgezondheid, maar dan voor het individueel behandelen van dieren (rugspuit, insmeren). In het algemeen bekapt een klauwbekapper het melkvee tweemaal per jaar met uitzonderingen naar nooit bekappen tot driemaal per jaar. Jongvee wordt in de regel niet bekapt. Problemen aan de klauwen worden bij het bekappen niet geregistreerd. De helft van de bedrijven voeren koeien af wegens klauwproblemen.

Bij de vraag wat de belangrijkste redenen zijn voor afvoer van koeien noemen twee bedrijven dat als 1^{ste}, vier bedrijven als 2^{de}, zes bedrijven als 3^{de} en twee als 4^{de} reden van afvoer). De klauwgezondheid wordt door negen veehouders goed genoemd.

Tabel 6 Specificaties klauwverzorging op bedrijven

Bedrijf	Voetbaden				Uren Weidegang	Bekappen				Oordeel klauwgezondheid veehouder	% Kreupel (score)
	Stal	Weide	Verversen	Middelen		Jongvee	Melkvee	Wie	Registratie		
1	4w,2d	8w,2d	0	formaline, 8l	4600	0	1*j	zelf/abv	n	redelijk	13
2	4w,2d	6w,2d	0	formaline, 4l	1700	0	2*j	part	n	goed	12
3	nooit	nooit		formaline/Kontra klauw en Podocur	1650	0	2*j	zelf	n	matig	39
4	4w,3d	4w,3d	2*d	formaline 3%	4250	nvt	3*j + kreupel	part	n	goed	23
5	10w,2d	15w,2d	1*	formaline	850	0	2*j + kreupel	abv	n	goed	22
6	nooit	nooit			2550	0	2*j + kreupel	part	n	goed	7
7	nooit	nooit			1300	0	2*j + kreupel	part	n	goed	10
8	nooit	nooit			3650	0	1*j + kreupel	part	n	redelijk	18
9	nooit	nooit			1600	0	1*j	part	n	matig	37
10	1w,1d	nooit		formaline	1700	0	0*j + kreupel	zelf	n	goed	31
11	3w,3d	3w,3d	0	formaline, 7 l, kopersulfaat, 7 kg	1950	0	1*j	zelf	j	matig	17
12	4w,3d	nvt	2*	formaline	0	3	2*j	zelf	n	matig	23
13	2w,1d	nvt		formaline, 5l kopersulfaat, 5 kg	0	0	2*j + droogzetten	part/zelf	n	goed/matig	43
14	3w,2d	4w,2d	0	formaline, 10l+ kopersulfaat, 1 kg	4300	0	2*j	part/zelf	n	goed	17
15	6w,2d	nooit	0	formaline 5%	1200	0	2*j + kreupel	part	n	goed	27

3.4 Conditie, gangen en huidbeschadigingen

De koeien zijn slechts op één moment in de stalperiode gescoord. Toch is de ervaring dat, zonder grote wijzigingen in voeding en huisvesting, dit een redelijke afspiegeling is van de situatie op het bedrijf in de stalperiode. Gekozen is voor een beoordeling tijdens de stalperiode omdat verschillen tussen bedrijven vooral dan naar voren komen en ze voor een groter deel afhankelijk zijn van de huisvesting dan tijdens de weideperiode. Geen van de gescoorde kenmerken wordt direct beïnvloed door de hoogte van de koper- of zinkaanvoer. Koeien die als gevolg van ernstige mortellaro een hogere gangenscore krijgen, kunnen baat hebben bij voetbaden met kopersulfaat. Mogelijk hebben minder pijnlijke klauwen ook minder huidbeschadigingen tot gevolg, omdat koeien gemakkelijker kunnen gaan liggen en opstaan en daardoor minder hard in contact komen met het ligbed en met boxafscheidingsen.

Een samenvatting van de scores van de koeien staat in tabel 7. De lichaamsconditie van de koeien varieert tussen bedrijven van 3,5 op bedrijf 1 tot 2,64 op bedrijf 15. Het percentage magere koeien (conditie < 2,5) loopt op tot 44% op bedrijf 15. Op de bedrijven 1, 3, 6, 7, 11 en 14 heeft 70% van de koeien een conditie van 2,5 – 3,5.

Op de bedrijven 4 en 6 loopt de helft van de koeien goed (score 1 en 1.5), de bedrijven 10, 5 en 3 scoren hier het laagste met slechts 14% goed lopende koeien. De meeste kreupel koeien komen voor op de bedrijven 13, 3 en 9: op die bedrijven scoort een derde van de koeien 3 of hoger voor de gangen.

Bij de huidbeschadigingen zijn de buitenhakken gemiddeld de meest beschadigde plaatsen aan de koeien. Op de bedrijven 1 en 14 komen nauwelijks beschadigde buitenhakken voor, op de bedrijven 5, 7, 13 en 15 hebben de koeien de ernstigst beschadigde buitenhakken.

Beschadigde binnenhakken komen nauwelijks voor. Beschadigingen aan de romp komen voor op de bedrijven 5, 9 en 10. Beschadigde knieën komen op de bedrijven 1, 2 en 3 nauwelijks voor, de andere bedrijven verschillen nauwelijks van elkaar. Beschadigingen aan de nekband komen vooral op bedrijf 2 voor. In de totaalscore voor huidbeschadigingen scoren de bedrijven 1 en 14 het best en de bedrijven 5 en 13 het slechtst.

Tabel 7 Gemiddelde score voor lichaamsconditie en percentage mager (<2,5), normaal (2,5-3,5) en dik (>3,5), percentage goed en kreupel lopende koeien en de score voor huidbeschadigingen per plaats en totaal, per bedrijf

Bedrijf	Conditie				Gangen, %		Huidbeschadiging: score per plaats					
	Gem.	<2,5	2,5-3,5	>3,5	Goed	Kreupel	Buithak	Binhak	Romp	Knie	Nek	Som
1	3,5	0	71	29	39	13	1,0	0,0	1,7	1,4	0,0	4,1
2	2,7	32	56	12	32	12	4,8	0,1	1,8	1,1	2,6	10,5
3	2,7	22	75	3	14	39	3,4	1,3	1,3	1,7	0,9	8,5
4	2,7	27	52	21	46	23	2,6	0,2	0,9	2,7	0,0	6,5
5	2,8	28	60	13	13	22	7,9	1,4	2,6	2,7	1,1	15,6
6	3,0	10	76	14	53	7	4,5	0,3	1,2	5,1	0,1	11,1
7	3,1	2	79	19	31	10	6,1	0,0	2,0	3,4	0,0	11,5
8	3,3	10	62	29	17	18	4,0	0,1	1,4	4,0	0,4	9,9
9	3,0	15	65	20	25	37	4,9	0,8	3,0	3,9	0,3	12,9
10	2,7	38	56	5	11	31	5,6	1,0	2,5	4,1	0,3	13,4
11	3,1	5	81	14	38	17	4,4	0,9	1,0	5,3	0,4	12,1
12	2,8	18	74	8	29	23	3,9	0,0	1,8	5,7	0,7	12,1
13	3,2	23	41	36	23	43	8,4	1,2	1,8	4,4	1,5	17,3
14	3,3	2	70	27	35	17	1,9	0,5	0,7	2,5	0,0	5,6
15	2,6	44	37	20	22	27	6,9	1,6	2,1	3,5	0,0	14,1
Gem.	3,0	18	64	18	29	23	4,7	0,6	1,7	3,4	0,6	11,0

4 Koper- en zinkgehalten in producten

Hoeveel koper en zink zit er in de verschillende producten ?

In voedermiddelen, melk, water, strooisel en mest zijn in dit onderzoek koper en zink bepaald. Ook zijn gehalten aan koper en zink uit ander onderzoek bekeken.

Melk: De koper- en zinkgehalten zijn in dit onderzoek hoger dan in literatuur vermeld is. Op de bedrijven varieert het kopergehalte in de melk van 0,05 tot 0,09 mg/l en het zinkgehalte in de melk van 3,64 tot 5,92 mg/l.

Dieren: In dit onderzoek is geen koper of zink bepaald in dieren, maar zijn standaardgehalten gebruikt. Deze gehalten zijn alleen voor vlees. Uit eerder onderzoek bleek dat dieren voorraden koper en zink in de lever opslaan. Uit dat onderzoek is gehalte en daarmee een afvoer van koper en zink met de lever geschat.

Zaagsel: Het kopergehalte varieerde van 1 tot ruim 3 mg per kg droge stof, het zinkgehalte van 5 tot 191 mg/kg ds. Daarbij was een extreem hoog zinkgehalte op bedrijf 11. Het gemiddelde koper- en zinkgehalte voor het gezakte zaagsel was resp. 2,1 en 11,3 mg/kg ds, voor het dennenzaagsel resp. 1.8 en 13.0 mg/kg ds (exclusief het zaagsel met 191 mg zink per kg droge stof). Er is dus wat het gehalte koper en zink betreft geen duidelijk verschil tussen de typen zaagsel (op de uitschieter na).

Krachtvoer: De eiwitrijke krachtvoerders hebben over het algemeen hogere koper- en zinkgehalten dan de krachtvoerders met een lager eiwitgehalte (zie figuur 4). Omdat de dieren minder kilogrammen van eiwitrijke krachtvoerders krijgen, gaat er bij de fabricage meer koper en zink in om toch voldoende te kunnen geven in het rantsoen. Het gemiddelde kopergehalte in het eiwitarmere krachtvoer is 26 mg/kg, het zinkgehalte 76 mg/kg. In het eiwitrijke krachtvoer is dat 38 mg koper per kg en 111 mg zink per kg. De zinkgehalten in de monsters variëren sterk, zowel in eiwitrijke als in eiwitarme krachtvoerders.

Mineralenmengsels: Gehalten zijn maximaal 3 gram koper per kg en/of 8 gram zink per kg product.

Kalvermelkpoeder: Koper varieert van 2 - 13 mg per kg ds, zink van 96 – 165 mg per kg ds.

Organische mest: Gehalten in runderdrijfmest zijn lager dan in varkensmest. Gebruik van kopersulfaat in voetbaden verhoogt het kopergehalte in de mest. In de tekst is een voorbeeldberekening opgenomen.

Kunstmest: een aantal kunstmeststoffen bevat koper en zink als “vervuiling”. De gehalten staan niet op de verpakking vermeld. In dit hoofdstuk is een tabel opgenomen met een aantal meststoffen waarvan in de NMI-meststoffen databank (op www.nmi-agro.nl) vermeld is of en hoeveel koper en zink ze bevatten.

Water : Een aantal bedrijven pompen zelf water op uit de grond. Het water zien we als aanvoer op het bedrijf. De gehalten van koper en zink in grondwater uit het DINO-meetnet zijn opgevraagd. De koper- en zinkgehalten in water zijn zeer laag.

4.1 Melk

Voor de productie van 1 kg melk hebben koeien netto gemiddeld 0,04 mg koper en 4,1 mg zink nodig (CVB, 2005). De resultaten van de bemonstering in februari op de deelnemende bedrijven staan in figuur 2. Alle gemeten kopergehalten liggen boven de aangehouden behoefte voor melkproductie. Op de bedrijven varieert het kopergehalte in de melk van 0,5 tot 0,09 mg/l. In de literatuur worden voor koper in melk gehalten gemeld variërend van 0,052 – 0,13 (Westhoek, 1997¹⁵; Sol Morales, 2000¹⁶; Anderson, 1992¹⁷ en Rodriguez, 2001¹⁸). Mogelijk is de goede kopervoorziening op de onderzochte bedrijven in de stalperiode mede oorzaak van het hoge kopergehalte in de melk en/of is de schatting van het CVB te laag, gezien ook de in de literatuur gemelde gehalten die steeds hoger liggen.

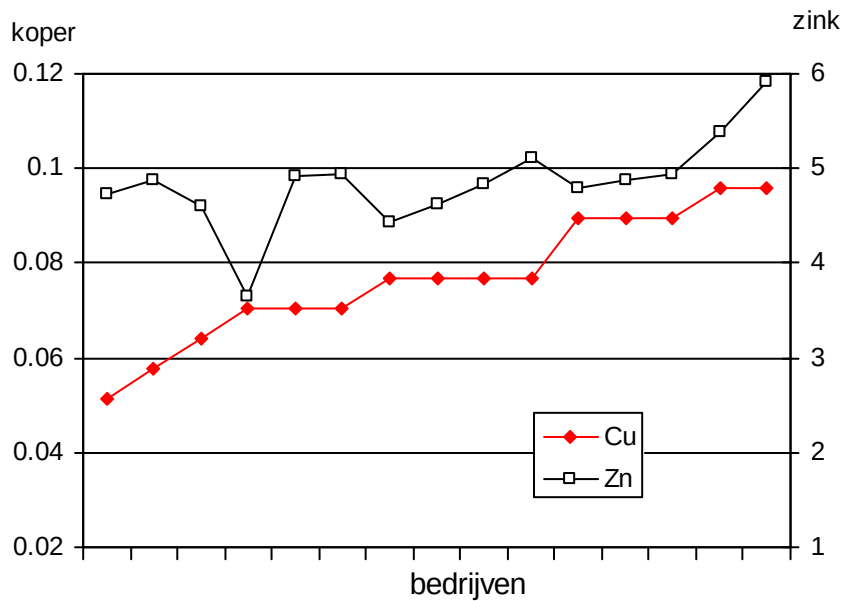
In ons onderzoek varieert het zinkgehalte in de melk van 3.64 tot 5.92 mg/l. Op alle bedrijven op een na is het zinkgehalte hoger dan het gehalte van 4.1 mg/kg dat door het CVB in de voedernormen wordt aangehouden. In buitenlandse literatuur worden zinkgehalten gemeld van 3.5 – 4.41; ook die zijn lager dan de in ons onderzoek gevonden gehalten. Er is een positief verband ($R=0.4796$) tussen het koper- en het zinkgehalte in de melk.

¹⁵ Westhoek, HJ, Beijer, L, Bruins, WJ, Hotsma, PH, Janssen, JWM en Maathuis, EJ, 1997. Aan- en afvoerbalansen van zware metalen van Nederlandse landbouwgronden, IKC-Landbouw, Ede.

¹⁶ Sol Morales, M, Palmquist, DL and Weiss, WP, 2000. Milk fat composition of Holstein and Jersey cows with control or depleted copper status and fed whole soybeans or tallow. J. Dairy Science 83, 2112-9.

¹⁷ Anderson, RR, 1992. Comparison of trace elements in milk of four species. J. Dairy Science 75, 3050-5.

¹⁸ Rodriguez, EM, Sanz Alaejos, M and Diaz Romero, C, 2001. Mineral concentrations in cow's milk from the canary Islands. J. of Food Composition and analysis 14, 419-30.

Figuur 3 Koper en zinkgehalte in melk (mg per kg) van 15 bedrijven

4.2 Dieren

Bij de groei van dieren rekent het CVB met 0,5 mg koper en 24 mg zink per kg lichaamsgewicht. Bij de aan- en afvoer zijn dat dan ook minimaal de waarden die op de balans worden opgenomen. Bovendien kan in de lever een aanzienlijke voorraad koper en zink opgeslagen zijn. In onderzoek op de praktijkcentra bij jongvee (Wentink et al., 1999)¹⁹ bleek de hoeveelheid koper te variëren van 0 tot 700 mg per kg droge stof lever (zie tabel 8). Ook voor zink kunnen dergelijke voorraden in de lever opgeslagen zijn. Uitgaande van een toestand goed is in de lever per kg droge stof 100 mg koper opgeslagen (CVB, 2005). Uit de biopten bij het jongvee op vier praktijkcentra in de weideperiode, bij een minimale voorziening (zie tabel 1) blijkt ook circa 100 mg zink per kg droge stof lever te zijn opgeslagen (onafhankelijk van de hoeveelheid koper in de lever). In figuur 4 is dat per bedrijf voor de individuele dieren weergegeven.

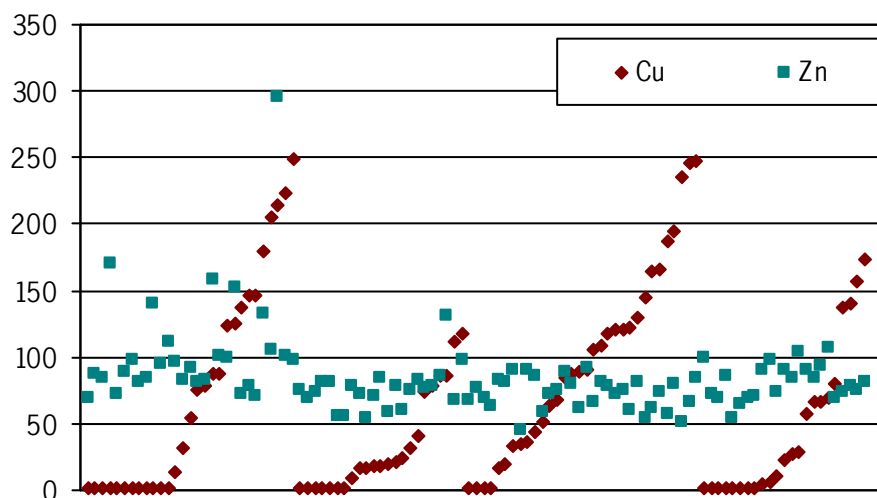
Bij een gewicht van de lever van circa 9 kg voor een volwassen koe en een drogestofgehalte van de lever van 20% zou daarmee ook 180 mg koper en 180 mg zink afgevoerd worden. Voor koper is dat een substantiële hoeveelheid, voor zink is dat marginaal. In tabel 9 zijn de totalen voor de verschillende diercategorieën weergegeven.

Tabel 8 Koper- en zinkgehalte in bloed (µmol/l) en lever (mg/kg ds) bij jongvee aan het eind van de weideperiode op 4 ASG- praktijkcentra²⁰

Voeding in stalperiode	Bloed		Lever	
	Cu	Zn	Cu	Zn
Zonder kopersulfaat	9,3	15,7	19,9	81
Met kopersulfaat	16,6	15,9	113,4	88

¹⁹ Wentink, GH, Smolders, G, Boxem, Tj, Wensink, Th, Muller, KE, Top, AM van der, 1999. Lack of clinical abnormalities in dairy heifers with low blood and liver copper levels. The Veterinary Record 145, 258-59.

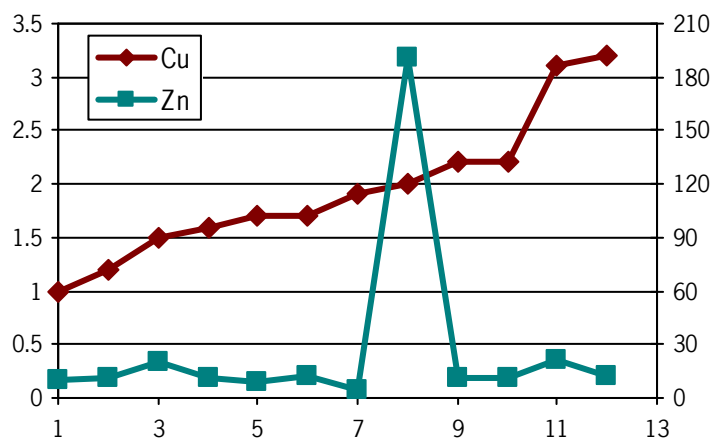
²⁰ Onderzoek op vier proefbedrijven waarbij in de stalperiode 1993/1994 een week per vier weken kopersulfaat aan de helft van het jongvee werd gevoerd. In augustus 1994 werden in leverbiopten van alle dieren (n=96) zowel koper als zink bepaald.

Figuur 4 Koper- en zinkgehalte in lever jongvee eind weideperiode (ASG-praktijkcentra)**Tabel 9** Aangenomen hoeveelheden koper en zink in dier

Diercategorie	Gewicht (kg)		Vlees/bot		Lever		Totaal	
			0.5 mg/kg	24 mg/kg	100 mg/kg ds			
	dier	lever	koper	zink	koper	zink	koper	zink
kalf	50	1	25	1200	20	20	45	1220
jongvee .5 jaar	175	3	87	4200	60	60	147	4260
jongvee 1 jaar	320	4	160	6780	80	80	240	6860
Vaars, drachtig	600	8	300	14400	160	160	460	14560
Koe	650	9	325	15600	180	180	505	15780

4.3 Zaagsel

Op de helft van de bedrijven wordt dennenzaagsel aangevoerd, op de andere helft gezakt zaagsel; gemiddeld circa 20 ton per bedrijf. Afhankelijk van de regio waar het hout geoogst is, kunnen de gehalten aan koper en zink variëren. In dit onderzoek zijn 12 partijen zaagsel onderzocht (figuur 5).

Figuur 5 Koper en zinkgehalte in zaagsel (mg/kg ds)

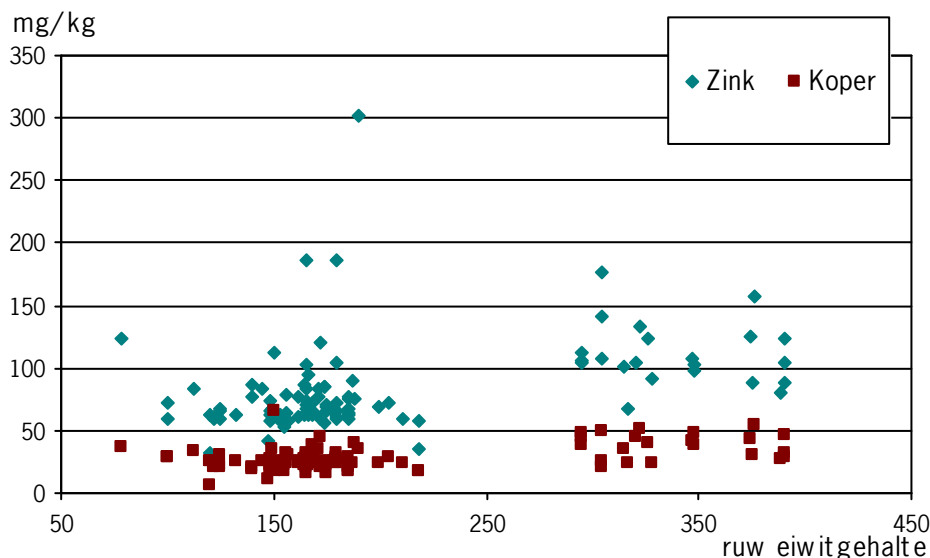
Het kopergehalte varieerde van 1 tot ruim 3 mg per kg droge stof, het zinkgehalte van 5 tot 191 mg/kg ds. Daarbij was een extreem hoog zinkgehalte op bedrijf 11. Het gemiddelde koper- en zinkgehalte voor het gezakte zaagsel was resp. 2,1 en 11,3 mg/kg ds, voor het dennenzaagsel resp. 1,8 en 13,0 mg/kg ds (excl. het zaagsel met 191 mg zink per kg droge stof). Er is dus wat het gehalte koper en zink betreft geen verschil tussen de typen zaagsel. In de literatuur worden voor strooisel gehalten gehanteerd van 1,3 voor koper en 12,3 voor zink, in mg per kg product (Westhoek, 1997). Voor dennenzaagsel, met een ds-gehalte van rond de 50%, blijkt het lager te zijn. In dit onderzoek werd met het zaagsel gemiddeld 26 gram koper en 394 gram zink aangevoerd. Op het bedrijf met het hoge zinkgehalte wordt alleen al met zaagsel ruim 2,9 kg zink aangevoerd.

4.4 Krachtvoer

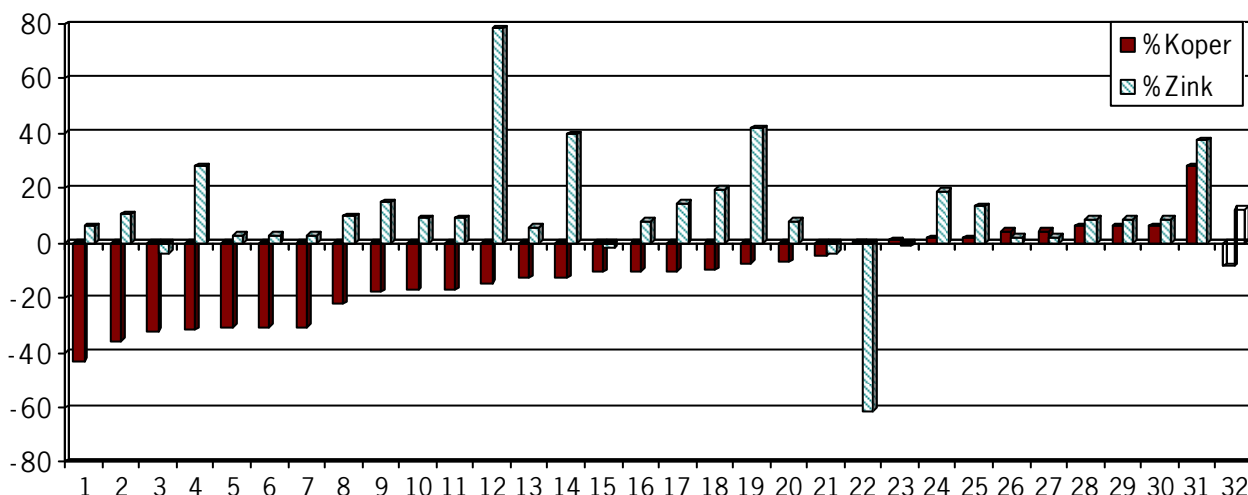
De hoeveelheden aangevoerde krachtvoerders zijn via de administratie gemakkelijk te achterhalen (zolang er stikstof en fosfaat in zit), de gehalten aan koper en zink zijn bij de veehouder vaak niet bekend. Aan alle fabrikanten is gevraagd aan te geven hoeveel koper en zink er in de door hun geleverde krachtvoerders zit. In een aantal gevallen levert dat de werkelijke gehalten aan koper en zink op, in andere gevallen de hoeveelheden die toegevoegd zijn. In die gevallen worden de hoeveelheden koper en zink dus onderschat omdat de grondstoffen in alle gevallen zeker enige koper en zink bevatten. In onderzoek op de Koeien & Kansenbedrijven bleek dat de fabrikant voor koper gemiddeld iets meer had opgegeven dan bij analyse gevonden werd; bij zink was het omgekeerde het geval.

Alle bedrijven voeren krachtvoer en mineralen aan, gemiddeld resp. 193400 en 2780 kg. Het weidezout is hier niet als meststof- maar als mineralenaanvoer meegenomen. Er zijn grote verschillen tussen de bedrijven, afhankelijk van de veebezetting, de gehalten in het ruwvoer en eventuele ruwvoeraankoop. Ook het aantal verschillende partijen krachtvoer en mineralen is sterk verschillend op de bedrijven: bij de krachtvoerders varieert het aantal soorten per bedrijf per jaar van 6-17, bij de mineralen worden 1– 8 verschillende soorten gevoerd.

Figuur 6 Gehalten aan koper en zink in krachtvoer (K&K, 2002)



De eiwitrijkere krachtvoerders hebben meestal wat hogere koper- en zinkgehalten dan de krachtvoerders met een lager eiwitgehalte (zie figuur 6). Omdat de dieren minder kilogrammen krijgen, is er meer toegevoegd om toch nog voldoende te kunnen sturen in het rantsoen. Het gemiddelde kopergehalte in het eiwitarmere krachtvoer is 26 mg/kg, het zinkgehalte 76 mg/kg. In het eiwitrijke krachtvoer is dat resp. 38 en 111 mg/kg. Duidelijk is dat vooral de zinkgehalten sterk kunnen variëren, ook in de voedermiddelen met lagere eiwitgehalten.

Figuur 7 Percentage afwijking: analyse – opgave koper en zink gehalten in krachtvoer

Voor een aantal krachtvoerders in het onderzoek in Brabant en Limburg zijn we nagegaan in hoeverre de door de fabrikant opgegeven hoeveelheden koper en zink overeenkwamen met geanalyseerde hoeveelheden. Het blijkt dat van de 31 voedermiddelen er 21 minder koper bevatten dan door de fabrikant aangegeven of op de label vermeld is. Gemiddeld (niet gewogen voor hoeveelheden) zit er 8,2% minder koper in de krachtvoerders dan aangegeven. Dat is een gunstige ontwikkeling voor wat betreft de balans. Voor zink ziet het er wat anders uit: van de 31 monsters zijn er vier waarin minder zink zit dan door de fabrikant aangegeven (waarbij een monster met ruim 60% minder). In de andere monsters zit tot 80% meer dan aangegeven. Gemiddeld komt het uit op een plus van 12,5%. Er wordt gemiddeld dus 12,5% meer zink aangevoerd dan op grond van de informatie van de veevoerfabrikanten verwacht mag worden. Deze bevindingen komen wat de richting van de verschillen betreft overeen met die bij een onderzoek op de Koeien & Kansenbedrijven in 2003²¹. Het verschil nu is echter verdubbeld: toen bleek dat er gemiddeld 4% koper minder en 6% zink meer geleverd werd dan aangegeven.

4.5 Mineralenmengsels

Hoewel van mineralen beperkte hoeveelheden worden aangevoerd, kunnen ze toch verantwoordelijk zijn voor substantiële aanvoerposten. Gehalten lopen op tot 3 gram koper per kg en/of 8 gram zink per kg product. In het onderzoek bleek dat gemiddeld 15% van de aangevoerde koper en 16,4% van het zink in de mineralen zit. In de uiterste gevallen loopt dat voor koper op tot bijna 60% van de aanvoer en voor zink tot 40% van de totale aanvoer.

4.6 Zout

Een aantal bedrijven voeren zout aan. Deels gebruiken zij dat als bemesting om het natriumgehalte van het gras te verhogen, deels om het natriumgehalte in het rantsoen naar de gewenste norm te brengen. Het wordt niet gebruikt om de koperbehoefte van het vee te dekken. Voor koperbemesting is er landbouwsout waaraan koper is toegevoegd. Weidezout is er in drie soorten: met kobalt, met 3,5% koper en naturel. Deze soorten zijn ook als resp. graszout rood, graszout groen en graszout blauw in de handel. Bij gebruik van gewoon landbouwsout en zomerzout wordt geen koper aangevoerd. Bitterzout bevat geen koper en ook geen natrium.

4.7 Kalvermelkpoeder

Op negen bedrijven zijn monsters genomen van de kalvermelkpoeder. Op de labels is vaak wel aangegeven hoeveel koper het product bevat, zink ontbreekt op alle labels. De gehalten in de geanalyseerde monsters staan in tabel 10. Koper varieert van 2 - 13 mg per kg ds, zink van 96 – 165 mg per kg ds. Bij een gebruik van 25 kg per kalf wordt daarmee gemiddeld dus circa 185 mg koper en circa 3,3 gram zink aangevoerd.

²¹ Poelarends, JJ en Smolders, EAA, 2004. Diergezondheid en vruchtbaarheid op bedrijven met aangescherpt mineralenmanagement. Praktijkrapport 57. December 2004, 48p.

Tabel 10 Gehalten koper en zink in kalvermelkpoeder in mg/kg ds

Product	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gem.
Koper	13	10	9	9	9	8	7	3	2	7,8
Zink	129	131	150	131	127	164	165	96	152	138

4.8 Mest

Onder de nieuwe mestwetgeving worden er op een aantal bedrijven soms flinke hoeveelheden runderdrijfmest en soms wat stalmest afgevoerd. Op enkele bedrijven wordt mest aangevoerd (vleesvarkens- of zeugenmest). Daarvoor worden standaard de in tabel 11 genoemde koper- en zinkgehalten aangehouden. In ons onderzoek heeft bedrijf 11 zeer hoge koper- en zinkgehalten in de mest.

Tabel 11 Gehalte aan koper en zink in mest in mg/kg (Koskamp en Kuik, 1999²²; Westbroek et al, 1997; Gustafson et al, 2003²³; Menzi&Kessler, 1998²⁴)

Soort mest	Droge stof	Literatuur		Dit onderzoek	
		Koper	Zink	Koper	Zink
Runderdrijfmest	86	2,7 – 4,1	14,3 – 16,6	2,6 – 11,1	12,6 – 23,9
Runderstalmest	248	3,2	16,1		
Vleesvarkensmest	90	4,6	30,4		
Zeugenmest	50	6,3	31,7		

De gehalten in de mest zijn afhankelijk van de gehalten in het rantsoen en in het strooisel, en bij koper ook van eventuele voetbaden met kopersulfaat. Het mineralenoverschot uit de voeding, het deel van de mineralen dat niet door het dier benut of opgeslagen wordt, komt uiteindelijk in de mest terecht. Zelfs bij het op de norm voeren komt slechts 2.5% van het aangeboden koper en 30% van het aangeboden zink aan het dier ten goede door de lage benutting van het dier, de rest komt dus in de mest terecht. Bij een hoge aanvoer van mineralen met krachtvoer en mineralenmengsels, neemt de hoeveelheid in de mest toe en zal uiteindelijk, via de bodem, ook de hoeveelheid in het eigen gewonnen ruwvoer toenemen.

In tabel 12 zijn de gehalten aan koper en zink in het ruwvoer op de bedrijven in 2006 weergegeven (voor zover bekend). Wat kopergehalten betreft steken de bedrijven 9 en 15 er met de voordroogkuil en de bedrijven 1 en 9 met de maïskuil bovenuit. Voor zink in de graskuil vallen vooral bedrijf 2 (mogelijk onder invloed van zinkfabriek) en in mindere mate de bedrijven 11 en 13 op, terwijl in de maïs de bedrijven 2, 7 en 11 hoge gehalten hebben.

Tabel 12 Gemiddelde gehalten aan koper en zink in voordroogkuil en snijmaïskuil

Voer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15
Graskuil	Koper	7,5				7,3	7,0	7,0	7,6	9,1	8,0	5,8			8,4
	Zink	55	43	87	48	37	42	49	43	47	66	42	59	45	35
Maïskuil	Koper	6,0						4,1	5,3	5,9	4,7	6,4			
	Zink	40		56		34		59	28	48	54	42	31		25

De aanvoer van mineralenmengsels is afhankelijk van de behoefte van het vee en de hoeveelheid mineralen in het ruwvoer. De melkproductie van de koeien stijgt in Nederland over het algemeen nog steeds waardoor de behoefte toeneemt: elke kg melk vraagt bruto 1,67 mg koper en 13,76 mg zink. Het verloop van het gehalte aan koper en zink in voordroogkuil en snijmaïs op de Koeien & Kansenbedrijven vanaf 1999 is weergegeven in tabel 13. Er is niet direct een tendens in te ontdekken: in 2005 lijkt de hoeveelheid koper zowel in voordroogkuil als in snijmaïs duidelijk lager dan in de andere jaren. Als reactie daarop zou in de stalperiode 2005/2006 meer koper in de vorm van krachtvoer of mineralenmengsels kunnen zijn aangevoerd. Volgens gegevens van het Bgg heeft de grondsoort invloed op de hoogte van de koper- en zinkgehalten in het ruwvoer: op zandgrond bevatten ruwvoerders het minst koper, op veengrond het meest. Ruwvoer van kleigrond en löss ligt daar tussenin.

²² Koskamp, GJ en Kuik, van M, 1999. Zware metalen op De Marke. Interne CLM-notitie. Utrecht

²³ Gustafson, GM, Salomon, E, Jonsson, S and Steinbeck, S, 2003. Fluxes of K, P and zink in a conventional and a organic dairy farming system through feed, animals, manure and urine: a case study at Öjebyn Sweden. Europ. J. Agronomy 20, 89-99

²⁴ Menzi H. and Kessler J., 1998: Heavy metal content of manures in Switzerland. In Martinez J. and Maudet M.N. (eds): Proc. 8th International Conference on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN 98), Rennes (F) May 26-29 1998, vol. 1, 495-506.

De invloed van zaagsel op de gehalten in de mest is beperkt. Uitgaande van een mestproductie van 25 m³ per koe (bij beperkt weiden en een productie van 8500 kg) in de opslag en 200 m³ spoelwater in de opslag komt er in totaal op een bedrijf met 85 koeien 2300 m³ drijfmest in de opslag. Bij een aanvoer zoals eerder berekend (26 gram koper en 394 gram zink) geeft dat in de mest 11,3 µg koper en 171 µg zink per kg.

Tabel 13 Verloop gehalten aan koper en zink (mg per kg ds) in ruwvoerders op de Koeien & Kansenbedrijven vanaf 1999

Jaar		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Graskuil	koper	8,1	8,9	8,4	8,6	8,2	7,8	7,5	8,0
	zink	45	49	46	46	47	46	42	46
Snijmaïs	koper	4,5	4,8	8,1	4,3	4,6		3,6	5,2
	zink	40	38	42	33	39	30	36	44

4.9 Kopersulfaat voetbaden

In dit onderzoek blijken drie van de 15 bedrijven (20%) kopersulfaat in voetbaden te gebruiken. Bij de bedrijven die de workshops bezochten was dat vijf van de 17 (30%). In onderzoek van Armory et al (2006)²⁵ waren dat vijf van de 19 bedrijven (26%). Eerder meldde CLM (Boer et al, 2006)²⁶ dat 40% van de melkveebedrijven voetbaden met kopersulfaat gebruikt. Van de acht melkveebedrijven in de kleine Beerzen (Boer, et al, 2007)²⁷ gebruikten er vijf kopersulfaat: 8 – 75 kg per jaar. Bij een inventarisatie op biologische melkveebedrijven bleek dat vijf van de 41 bedrijven wel eens kopersulfaat in het voetbad gebruikten (12%).

De hoeveelheid aangevoerde koper is afhankelijk van de frequentie van gebruik en de periode (hele jaar of alleen stalperiode). In het onderzoek in Brabant varieerde dat van 5 – 50 kg koper, bij workshopdeelnemers van 12 – 45 kg, in de enquête van Boer et al (2006) was dat gemiddeld bij 60 koeien per bedrijf circa 22 kg koper. Als kopersulfaat in voetbaden gebruikt wordt, is dat meteen de grootste aanvoerpost voor koper. Bijna alle koper komt uiteindelijk in de mest terecht, een deel omdat het van de poten van de koeien afdruipt en de rest omdat het voetbad in de put geleegd wordt. Bij mestafvoer voeren bedrijven dus ook een deel van de koper af. Op een bedrijf met 85 koeien en beperkt weiden wordt, bij aanvoer van 50 kg kopersulfaat (is 12,75 kg koper) het kopergehalte van 2300 m³ mest met 5,54 mg/kg verhoogd. De aanvoer van zink met kopersulfaat is verwaarloosbaar (0.13 mg per kg).

4.10 Kunstmest

In de databank van NMI over gehalten in meststoffen is aangegeven welke hoeveelheden koper en zink de meststoffen bevatten. Recente analyses zijn, afgezien van die op De Marke in 1999 en 2000, niet beschikbaar. Ook diverse compostmeststoffen bevatten koper en zink.

²⁵ Armory, JR, Kloosterman, P, Barker, ZE, Wright, JL, Blowey, RW and Green, LE, 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89, 1509-15.

²⁶ Boer, M, Kool, A en Schans, F. van der, 2006. Gebruik van kopersulfaat in voetbaden. CLM 627, januari 2006, 28p.

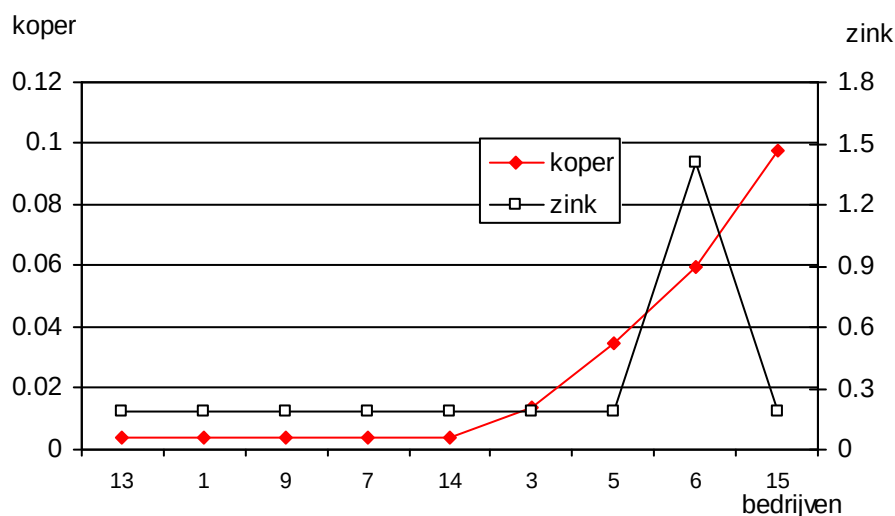
²⁷ Boer, DJ den, Moolenaar, SW en Bakker, RF, 2007. Verminderen aanvoer zware metalen op melkveebedrijven via het rantsoen met de spoorwijzer. NMI-rapport 1216.N.06, maart 2007, 66p

Tabel 14 (Kunst) meststoffen die meer dan 0.001 % Cu en/of Zn bevatten

Productnaam	Producent	Leverancier	Omschrijving	Cu	Zn
Betacal-carbo	Suiker Unie UA	Suiker Unie UA	schuimaarde	*	*
Betacal-filter	CSM en Suiker Unie	CSM en Suiker Unie	schuimaarde	*	*
Betacal-flow	CSM en Suiker Unie	CSM en Suiker Unie	schuimaarde	*	*
Esta® Kieseriet 'gran'		K+S Benelux bv	kieseriet	*	*
Ferkal	PURAC Biochem	A.A. V.d. Sluijs BV	natte kalkslib		*
Graszout Groen		Cebeco Meststoffen	natriumhoudend	*	
Kaliumsulfaat 'gran'		K+S Benelux bv	kaliumsulfaat		*
Kalizout 60 'gran'	Kali und Salz AG	K+S Benelux bv	kaliumchloride	*	
Korn-Kali®		K+S Benelux bv	kaliumchloride en magnesium		*
Kobaltsulfaat	Norkem BV	Norkem BV	kobaltsulfaat	*	
Kopersulfaat	Norkem BV	Norkem BV	kopersulfaat	*	
(pentahydraat)					
Nitrophoska®	BASF	Fertiva GmbH	NPK-meststof	*	*
13+13+21					
Nitrophoska®	BASF	Fertiva GmbH	NPK-meststof	*	*
15+15+15					
Nitrophos® 20+20	BASF	Fertiva GmbH	NP-meststof	*	*
Nitrophos® 26+14		BASF Nederland BV	NP-meststof	*	*
			spoorelementen met kieseriet	*	*
Sporumix A/B	Yara Benelux B.V.	Yara Benelux B.V.			
SUPER® SPOOR		Veenman BV	spoorelementen mix		*
MAXI-MIX					
Weidezout Koper	Kloek Zout BV	Kloek Zout BV	steenzout	*	

4.11 Water

Op een aantal bedrijven met een eigen watervoorziening is het water bemonsterd. In een aantal gevallen was het kopergehalte beneden de detectiegrens van 5 ug/l en beneden de detectiegrens voor zink van 25 ug/l (zie figuur 8). Een monster leidingwater bevatte 0,014 mg koper en minder dan 0,025 mg zink per liter. Uitgaande van een verbruik per koe (inclusief jongvee) van 30 m³ per jaar wordt dan 420 mg koper en 750 mg zink aangevoerd. Op bedrijf 15 (op komklei) is het kopergehalte 0.098 mg; per koe is dat een aanvoer van 2,94 gram. Op bedrijf 6 is het zinkgehalte van het bronwater zeer hoog in vergelijking met de andere monsters (en ook vergeleken met de watermonsters uit het DINO-meetnet²⁸). Als een koe het hele jaar dit drinkwater krijgt, wordt alleen daarmee al 42 gram zink per koe aangevoerd. In de praktijkmap herkauwers (GD, 2006)²⁹ wordt als referentiewaarde van oppervlaktewater voor drinkwater voor vee voor koper en zink resp. < 50 ug/l en < 250 ug/l aangegeven. Er zijn voor koper en zink geen grenswaarden aangegeven, waarbij water als risicovol wordt beschouwd.

Figuur 8 Gehalten in bronwater (ug/l) op de bedrijven

²⁸ Meetnet TNO waarin o.a. gehalten aan koper en zink in grondwater worden geanalyseerd.

²⁹ GD-praktijkmap herkauwers 2006, Laboratorium, veedrinkwater p5.

4.12 Diergeneesmiddelen

Middelen die bedrijven gebruiken om de diergezondheid te bevorderen en die zij in vrij grote hoeveelheden aanvoeren zoals dipmiddelen, boxclean e.d. zijn vrij van koper en zink. Sommige middelen ter bestrijding van mortellaro bevatten wel koper. Afgezien van kopersulfaat voor voetbaden is de aangevoerde hoeveelheid daarvan echter gering.

4.13 Roosters, boxafscheidingen e.d.

Hoewel door corrosie en slijtage van metalen delen in de stal koper, maar vooral zink in de mest kunnen komen, is aangenomen dat de hoeveelheden verwaarloosbaar zijn (Schultheiß et al, 2004)³⁰. Daarom hebben we ze niet in de balans meegenomen.

³⁰ Schultheiß, U, Roth, U, Döhler, H and Ecjel, H, 2004. Heavy metal flows in livestock farming- the impact of the stable. Landtechnik 4, 226-7.

5 Overschot koper en zink

Hoeveel koper en zink wordt aangevoerd en afgevoerd per bedrijf ?

Gewogen gemiddeld (dat betekent rekening houdend met de oppervlakte van de bedrijven, een groter bedrijf telt zwaarder mee) was de aanvoer op de 15 bedrijven 322 gram koper per ha en de afvoer 36 gram. Het overschot was 286 gram koper per ha. Twee bedrijven hadden, vergeleken met de rest, een hoog overschot van 1200 gram koper per ha. Een grote aanvoerpost op deze bedrijven was kopersulfaat voor voetbaden. Het laagste overschot was ongeveer 100 gram koper per ha. Er waren zo'n zes bedrijven die daar dichtbij zaten.

Het koperoverschot wordt vooral bepaald door de aanvoer, want de afvoer van koper per bedrijf is klein ten opzichte van de aanvoer, 11%.

Gewogen gemiddeld over alle bedrijven zijn de kopersulfaatvoetbaden (afkomstig van drie bedrijven) een derde van de aanvoer, krachtvoer ook een derde, mineralenmengsels een zesde en kunstmest eveneens een zesde. Ruwvoer, strooisel, dieren en water vormden maar een klein deel. De grootste afvoer post is organische mest (90% van de afvoer) maar niet alle bedrijven voerden mest af en het grootste deel blijft op het bedrijf. In melk zit relatief weinig koper en vormt minder dan 4% van de afvoer.

Gewogen gemiddeld was de aanvoer op de 15 bedrijven 635 gram zink per ha en de afvoer 172 gram zink per ha. Het overschot was dus 463 gram zink per ha. Twee bedrijven hadden, vergeleken met de rest, een hoog overschot van 1600 gram zink per ha. De hoge aanvoer kwam vooral door de aanvoer in krachtvoer en ruwvoer. Het laagste overschot was ongeveer 270 gram zink per ha. Er waren zo'n vier bedrijven die daar dichtbij zaten.

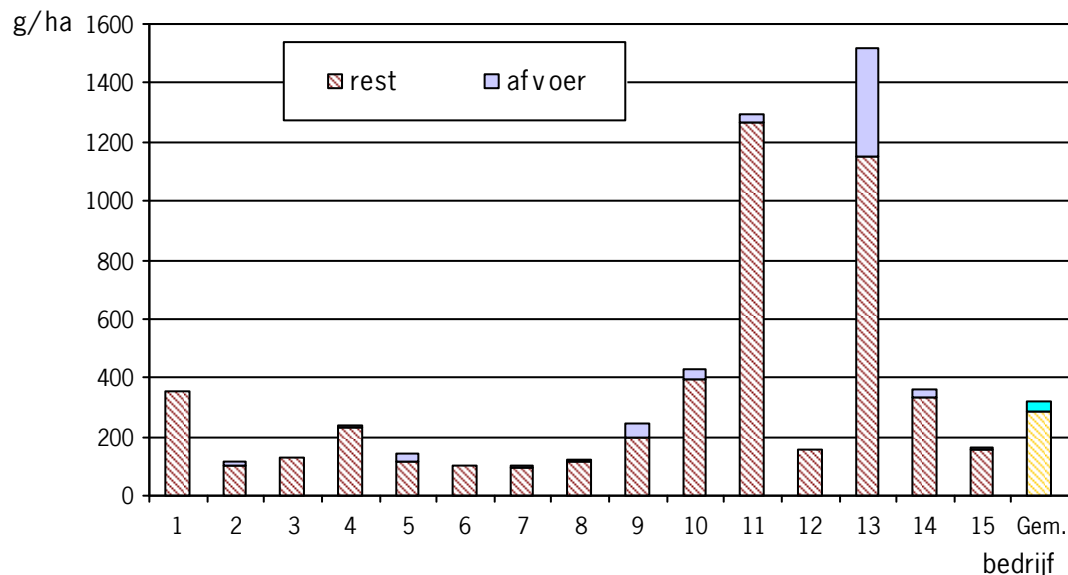
Het zinkoverschot wordt vooral bepaald door de aanvoer want de afvoer van zink per bedrijf is klein ten opzichte van de aanvoer, ongeveer 27%.

Gewogen gemiddeld over alle bedrijven is de helft van de aanvoer krachtvoer, een zesde mineralenmengsels en een zesde ruwvoer. Kunstmest, strooisel, dieren en water hadden maar een klein aandeel. De grootste afvoer post is melk (61% van de afvoer) en daarna organische mest (24% van de afvoer), maar niet alle bedrijven voerden mest af.

5.1 Aan- en afvoer koper per bedrijf

In figuur 9 is aangegeven hoeveel koper er aan- en afgevoerd wordt en wat daarvan resteert per ha. Gewogen gemiddeld (dat betekent rekening houdend met de oppervlakte van de bedrijven, een groter bedrijf telt zwaarder mee) over alle bedrijven is de aanvoer 365 gram per ha en wordt er 38 gram afgevoerd. Het koperoverschot is daarmee 327 gram per ha. Twee bedrijven springen er uit met een koperoverschot van rond de 1200 gram per ha. Beide bedrijven gebruiken kopersulfaatvoetbaden en zijn intensief (> 2.7 koeien per ha). Bedrijf 11 bemest daarnaast met kieseriet en kali-60 en voert zeer koperrijke mineralenmengsels aan, bedrijf 13 voert via vruchtbaarheidsmineralen veel koper aan. Zes bedrijven hebben een overschot van rond de 100 gram per ha. Indachtig de inefficiënte benutting van koper in de voeding mag dit als het minimum worden beschouwd. De afvoer van koper is, als er geen mest afgezet wordt, minimaal.

Figuur 9 Aan- en afvoer en overschot koper in gram per ha



5.2 Aan- en afvoer koper per categorie

In tabel 15 is aangegeven hoeveel koper er per bedrijf per ha aangevoerd wordt en welke aanvoerposten daarvoor verantwoordelijk waren (in procenten). De aanvoer voor diergezondheid is hoofdzakelijk kopersulfaat maar kunnen ook middelen voor individueel gebruik zijn (zoals op de bedrijven 3 en 4). Per bedrijf kan dat oplopen tot 80% van de aangevoerde koper. Er zijn grote verschillen in de aanvoer van koper met krachtvoerders tussen de bedrijven. Afhankelijk van de andere posten en de grootte van de aanvoer loopt dat uiteen van 6 tot 90%. De koperaanvoer met mineralenmengsels varieert van 0 tot bijna 60%. Een groot deel van de koper in die producten is toegevoegd en het aandeel koper daarin kan dus gemakkelijk verlaagd worden. Bovendien kunnen bedrijven door gericht gebruik voor de verschillende diergroepen besparen. Ook het aandeel koper aangevoerd met meststoffen is opvallend: het is of nauwelijks van belang of het draagt aanzienlijk bij aan de aanvoer. Strooisel en water zijn op alle bedrijven marginale posten.

Tabel 15 Procentuele aandeel van de koperaanvoer per categorie

Bedrijf	Totaal	Dier-gezondheid	Dier	Kracht-voer	Mineralen	Ruw-voer	Mest	Strooisel	Water
1	357	0,0	0,0	24,1	1,5	0,0	74,3	0,1	0,1
2	117	0,0	0,0	75,0	9,6	14,2	0,0	0,5	0,6
3	128	0,6	0,0	40,1	57,9	0,6	0,0	0,2	0,5
4	242	8,6	0,2	81,8	0,8	7,2	0,0	1,0	0,3
5	142	0,0	0,0	57,1	32,9	7,8	0,0	0,2	1,9
6	104	0,0	0,1	64,6	12,4	0,9	19,2	0,4	2,3
7	100	0,0	0,0	72,7	18,7	7,5	0,0	0,9	0,2
8	120	0,0	0,2	43,4	16,8	0,1	38,8	0,3	0,3
9	242	0,0	0,0	90,9	4,9	3,8	0,0	0,2	0,1
10	431	0,0	0,3	60,3	3,1	35,7	0,0	0,2	0,3
11	1291	35,6	0,0	14,6	11,6	2,3	35,7	0,1	0,1
12	157	0,0	0,1	89,2	0,0	9,5	0,0	0,6	0,5
13	1518	80,0	0,0	6,3	12,7	0,8	0,0	0,1	0,0
14	361	39,5	0,0	25,5	22,3	12,3	0,0	0,3	0,1
15	163	0,0	0,0	50,2	43,7	2,3	0,0	0,4	3,4
Gewogen gemiddelde	322	34,9	0,0	31,8	15,1	4,6	13,1	0,2	0,4

Tabel 16 Totale afvoer in g per ha en procentuele aandeel van de koperafvoer per categorie

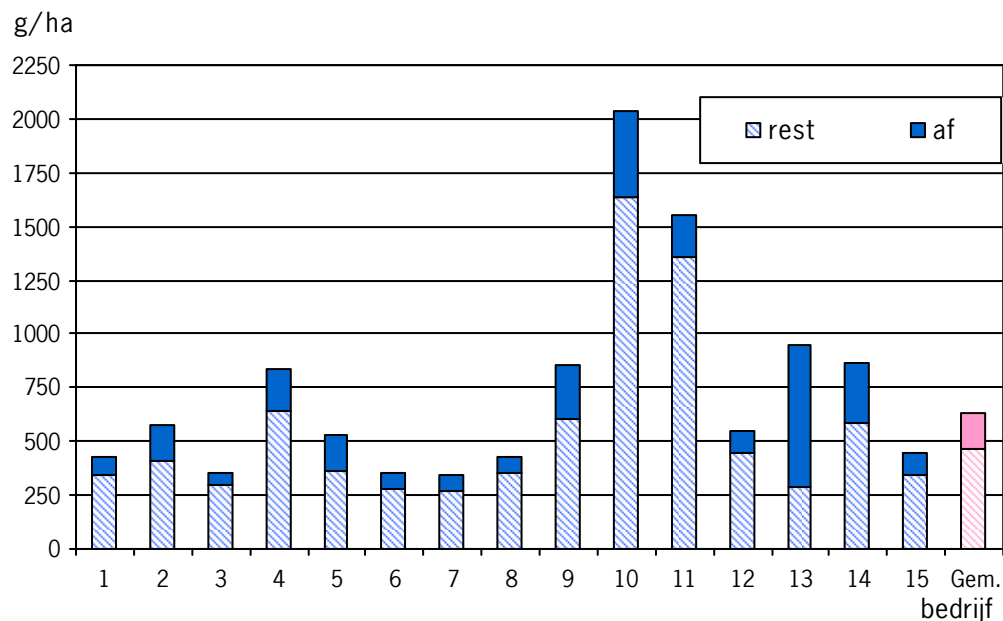
Bedrijf	Totaal	Dier	Melk	Mest	Ruwvoer	Strooisel	Zaad
1	2	25,5	74,5	0,0	0	0	0
2	18	2,0	6,7	91,3	0	0	0
3	1	32,8	67,2	0,0	0	0	0
4	13	5,3	12,0	82,7	0	0	0
5	23	1,6	5,8	92,6	0	0	0
6	5	7,5	16,7	0,0	75,7	0	0
7	1	27,3	72,7	0,0	0	0	0
8	1	23,3	76,7	0,0	0	0	0
9	42	1,2	3,4	95,4	0	0	0
10	35	6,5	8,6	84,9	0	0	0
11	26	2,7	6,6	90,7	0	0	0
12	4	11,3	34,9	53,8	0	0	0
13	368	0,1	0,5	99,4	0	0	0
14	30	1,3	4,7	56,9	26,7	2,5	7,9
15	4	5,4	47,8	46,8	0	0	0
Gewogen gemiddelde	36	1,3	3,5	91,9	2,7	0,2	0,5

De afvoerposten voor koper staan in tabel 16. Op bedrijven die mest afvoeren (10 van de 15 bedrijven) is de mestafvoer meteen de grootste bron van koperafvoer. Bedrijven zonder mestafvoer voeren nog iets koper af met melk en met dieren. Twee bedrijven voeren koper met ruwvoer af.

5.3 Aan- en afvoer van zink per bedrijf

In figuur 10 is aangegeven hoeveel zink aan- en afgevoerd wordt en hoe groot het overschot per ha is. Gewogen gemiddeld over alle bedrijven is de aanvoer 635 gram per ha en de afvoer 172 gram per ha. Het gewogen gemiddelde zinkoverschot is daarmee 463 gram per ha. Op twee bedrijven is dat overschot aanzienlijk hoger en loopt het op tot 1600 gram per ha. De drie bedrijven met het laagste overschot realiseren zinkoverschotten van circa 270 gram per ha.

Figuur 10 Aan- en afvoer en overschot aan zink per ha



5.4 Aan- en afvoer van zink per categorie

In tabel 17 is aangegeven hoeveel zink totaal per ha de bedrijven aanvoeren en welke aanvoerposten daarvoor verantwoordelijk waren (in procenten).

Tabel 17 Procentuele aandeel van de zinkaanvoer per categorie

Bedrijf	Totaal	Dier-gezondheid	Dier	Krachtvoer	Mineralen	Ruwvoer	Mest	Strooisel	Water
1	426	0,0	0,0	51,5	3,1	0,0	44,6	0,4	0,3
2	575	0,0	0,0	66,1	3,9	26,9	0,0	0,5	2,5
3	354	0,2	0,0	57,3	39,3	2,3	0,1	0,3	0,3
4	841	2,7	2,2	70,3	0,9	20,2	0,0	1,9	1,8
5	534	0,0	0,0	47,5	32,2	19,4	0,0	0,5	0,3
6	355	0,0	0,7	52,0	7,3	1,3	20,3	2,3	16,1
7	343	0,0	0,0	52,5	11,1	34,7	0,0	1,3	0,4
8	428	0,0	1,6	39,6	10,1	0,3	45,8	0,8	1,8
9	855	0,0	0,0	87,2	3,4	8,6	0,0	0,5	0,2
10	2033	0,0	2,3	40,2	2,4	53,5	0,0	0,5	1,2
11	1555	0,0	0,7	30,9	22,0	18,6	19,7	6,8	1,1
12	549	0,0	0,7	78,6	0,0	16,9	0,0	0,8	2,9
13	947	0,0	0,4	47,6	41,5	8,7	0,1	0,2	1,4
14	862	0,0	0,0	41,0	20,7	37,0	0,0	1,0	0,2
15	449	0,0	0,0	67,2	24,0	7,6	0,0	0,9	0,3
Gewogen gemiddelde	635	0,2	0,6	52,8	16,4	18,7	7,8	1,5	2,0

Circa 80% van de aanvoer van zink komt voor rekening van aangekochte krachtvoerders en mineralenmengsels. Opvallend is dat de verschillen tussen bedrijven kleiner zijn dan bij koperaanvoer met krachtvoerders, bij zinkaanvoer via mineralen zijn er wel grote verschillen tussen bedrijven (0 – 40%). De verschillen in percentages worden mede veroorzaakt door de grootte van de andere aanvoerposten (mestaanvoer en aanvoer in ruwvoer). Een deel van het zink voegen veevoerfabrikanten aan het krachtvoer toe. Het aandeel zink is voor de veevoerfabrikanten dus gemakkelijk te verlagen. Bovendien kunnen bedrijven door gericht gebruik voor de verschillende diergroepen besparen. Diergezondheid, dieren, strooisel en water dragen nauwelijks bij aan de zinkaanvoer.

De afvoerposten staan in tabel 18. De afvoerpercentages van zink met dieren en melk worden sterk beïnvloed door het al of niet afvoeren van mest, en, op enkele bedrijven, van ruwvoer. De afvoer van zink kan met het afvoeren van mest oplopen tot ruim 80% van de totale zinkafvoer. Bedrijven zonder mestafvoer zijn voor de afvoer van zink aangewezen op melkafvoer (tot 90%) en maximaal 18% met de dieren. Twee bedrijven voeren ruwvoer af: gemiddeld voor de 15 bedrijven is dat goed voor 5% van de zinkafvoer.

Tabel 18 Totale afvoer in g per ha en procentuele aandeel van de zinkafvoer per categorie

Bedrijf	Afvoer	Dier	Melk	Mest	Ruwvoer
1	84	15,7	84,3	0,0	0,0
2	168	6,6	47,3	46,2	0,0
3	56	13,9	86,1	0,0	0,0
4	196	11,0	68,8	20,2	0,0
5	169	6,7	47,8	45,5	0,0
6	79	13,3	49,5	0,0	37,2
7	75	14,1	85,9	0,0	0,0
8	75	12,9	87,1	0,0	0,0
9	251	6,1	36,1	57,8	0,0
10	395	17,7	41,9	40,5	0,0
11	194	10,9	62,7	26,4	0,0
12	101	13,3	77,1	9,6	0,0
13	662	2,3	14,8	82,9	0,0
14	273	4,4	37,2	24,6	24,9
15	106	5,5	88,7	5,8	0,0
Gewogen gemiddelde	172	8,0	46,3	39,9	4,8

5.5 Aan- en afvoer van koper en zink per categorie

In tabel 19 zijn de **rekenkundige gemiddelden** van de aanvoer en afvoer van koper en zink in het onderzoek weergegeven per categorie in gram en percentage per ha en in gram per koe. Daarvoor is de aanvoer per categorie per bedrijf gemiddeld over de bedrijven. De percentages zijn berekend door de totalen per categorie te delen door de totalen per metaal.

In de tabel zijn bovendien voor koper en zink de **gewogen gemiddelden** en percentages weergegeven. Daarvoor is de totale aanvoer van koper en zink op alle bedrijven gedeeld door alle ha's van de bedrijven. Voor aanvoerposten die slechts op enkele bedrijven voorkomen (zoals kopersulfaat in voerbaden), ontstaan grote verschillen tussen de twee manieren van berekenen

Rekenkundig gemiddelde (geen rekening houdende met bedrijfsgrootte)

Elf procent van de koperaanvoer komt voor rekening van voetbaden en ruim de helft voor rekening van krachtvoer. Met mineralen wordt bijna 17% aangevoerd en met meststoffen 11%. Bij zink is krachtvoer verantwoordelijk voor 55% van de aanvoer, mineralen voor 15% en ruwvoer voor 17% en mest voor bijna 9%. De gemiddelde aanvoer van koper en zink in voedermiddelen (krachtvoer, mineralen en ruwvoer) per koe per jaar is voor koper 76 g en voor zink 258 g. Koper wordt hoofdzakelijk met de mest afgevoerd, de andere categorieën dragen nauwelijks bij. Gemiddeld wordt slechts 11% van de aangevoerde koper afgevoerd. Van zink wordt gemiddeld 27% weer afgevoerd, vooral met de melk en met de mest.

Gewogen gemiddelde (rekening houdende met bedrijfsgrootte)

De bedrijven hadden gezamenlijk 630 ha land en 1342 melkkoeien ofwel gemiddeld 2.1 koe per ha. De gemiddelde aanvoer van koper en zink is 322 en 635 gram per ha. Bij een gemiddelde afvoer van resp. 36 en 172 gram per ha blijft er een gemiddeld overschot per ha aan koper en zink van resp. 286 en 463 gram.

Een derde deel van de koperaanvoer komt voor rekening van voetbaden en ca een derde voor rekening van krachtvoer. Met mineralen wordt 15% aangevoerd en met meststoffen 13%. Bij zink is krachtvoer verantwoordelijk voor ruim 50% van de aanvoer, mineralen en ruwvoer voor elk circa 17% en mest voor 8%. De gemiddelde aanvoer van koper en zink in voedermiddelen (krachtvoer, mineralen en ruwvoer) per koe per jaar is voor koper 78 g en voor zink 263 g. Koper wordt hoofdzakelijk met de mest afgevoerd, de andere categorieën dragen nauwelijks bij.

Tabel 19 Rekenkundige gemiddelde aan- en afvoer van koper en zink in gram per ha en per koe en in percentage per categorie en totaal (nieuw)

Categorie	Rekenkundig gemiddelde						Gewogen gemiddelde			
	Per ha (g)		Percentage		Per koe (g)		per ha (g)		percentage	
	koper	zink	koper	zink	koper	zink	koper	zink	koper	zink
Aanvoer										
Diergezondheid	122	2	11,0	0,2	44	1	112	1	34,9	0,2
Dieren	0	6	0,0	0,6	0	2	0	4	0,0	0,6
Krachtvoer	118	384	53,1	55,3	48	158	102	335	31,8	52,8
Mest	53	51	11,2	8,7	22	26	42	49	13,1	7,8
Mineralen	47	104	16,6	14,8	21	46	49	104	15,1	16,4
Ruwvoer	22	169	7,0	17,1	7	54	15	119	4,6	18,7
Strooisel	1	12	0,4	1,2	0	4	1	9	0,2	1,5
Water	1	12	0,7	2,1	1	6	1	13	0,4	2,0
Totaal aanvoer	365	740					322	635		
Afvoer										
Dieren	1	17	10,3	10,3	1	38	0	14	1,3	8,0
Melk	1	88	29,3	61,0	13	29	1	80	3,5	46,3
Mest	35	78	53,0	24,0	0	4	33	69	91,9	39,9
Ruwvoer	1	7	6,8	4,1	0	0	1	8	2,7	4,8
Stro	0	1	0,2	0,1	0	0	0	1	0,2	0,3
Zaden	0	1	0,5	0,4	14	77	0	1	0,5	0,7
Totaal afvoer	38	192					36	172		
Overschot	327	548			129	218	286	463		

6 Voeding

Hoeveel koper en zink hebben de dieren nodig in de voeding ?

De behoefte van koper en zink in de diervoeding wordt uitgedrukt in het gehalte van deze stoffen dat gemiddeld nodig is in het rantsoen. Daarmee wordt rekening gehouden met de drogestofopname van de dieren. Een lacterende, hoogproductieve koe neemt bijvoorbeeld meer drogestof op dan een droogstaande koe. Zelfs als de behoefte aan koper of zink van de melkgevende koe hoger is, is het mogelijk dat het gehalte dat nodig is in het rantsoen lager is dan van de droogstaande koe.

In de berekening van de behoefte van koper en zink bestaat uit de behoefte voor onderhoud, groei, dracht en melkgift.

Van een aantal bedrijven die meedoen in het project hebben we monsters genomen van het ruwvoer en daar het koper- en zinkgehalte in bepaald. Van deze bedrijven hebben we berekend hoe goed de diergroepen van koper en zink voorzien worden als ze alleen ruwvoer krijgen.

Voor koper hebben de droogstaande koeien het hoogste gehalte in het rantsoen nodig, daarna volgt het ouder jongvee. Omdat melk weinig koper bevat, is de absolute behoefte maar weinig hoger bij een hogere melkgift. Omdat melkkoeien die meer melk geven ook meer drogestof opnemen, gaat het kopergehalte dat nodig is in het rantsoen juist omlaag met de toename van de melkgift.

Als de dieren alleen voordroogkuil of alleen vers gras zouden eten, krijgen alle diergroepen te weinig koper volgens de normen. Voor de droogstaande koeien is dat tekort het grootst en bij de koeien met de hoogste melkgift het kleinst. Als ze alleen maïskuil zouden eten, krijgen alle diergroepen ook te weinig koper. Omdat maïskuil minder koper bevat, is het tekort groter dan bij graskuil. Voor koper is altijd aanvulling nodig naast het ruwvoer.

Voor zink hebben de melkgevende koeien het hoogste gehalte in het rantsoen nodig. Melk bevat relatief veel zink waardoor de zinkbehoefte relatief sterker stijgt bij een stijgende melkgift dan de drogestofopname. Het zinkgehalte dat nodig is voor melkgevende koeien gaat daarom omhoog als de melkgift omhoog gaat. Droogstaande koeien hebben het laagste zinkgehalte nodig in het rantsoen.

Als de dieren alleen voordroogkuil of alleen vers gras zouden eten, krijgen alle diergroepen volgens de normen (ruim) voldoende zink. Als de dieren alleen snijmaïskuil zouden eten, zit op één van de bedrijven net te weinig zink in het voer voor het jongvee en de melkgevende koeien. Op de andere bedrijven krijgen alle diergroepen ook bij een rantsoen met alleen snijmaïskuil voldoende zink binnen.

De aanvoer van koper met voedermiddelen is op vier bedrijven ongeveer net zo hoog als de totale behoefte van de dieren (114 gram per koe inclusief jongvee). Omdat al ongeveer een derde deel van de kopervoorziening gedekt wordt uit ruwvoer (48 gram), voeren deze bedrijven volgens de normen dus ongeveer 30% teveel koper. Acht bedrijven voeren ongeveer aan wat volgens de norm, naast het krachtvoer (66 gram), gevoerd moet worden aan de dieren. Drie bedrijven zitten krap in hun kopervoorziening voor het vee.

In principe komt op de bedrijven voldoende zink uit ruwvoer. Per melkkoe inclusief jongvee is ongeveer 231 g zink nodig. Meer dan helft van de bedrijven hebben deze hoeveelheid al in de aangevoerde voedermiddelen zitten. Zij voeren daardoor 200-400 g zink per koe meer aan dan nodig is voor de gezondheid van het vee. De overige bedrijven voeren minder dan 200 g zink per koe aan. Aan alle krachtvoer is zink toegevoegd, waardoor ieder bedrijf minimaal 100 g zink per koe meer aanvoert dan nodig is voor de gezondheid van het vee.

6.1 Behoefte in relatie tot gehalten in ruwvoer

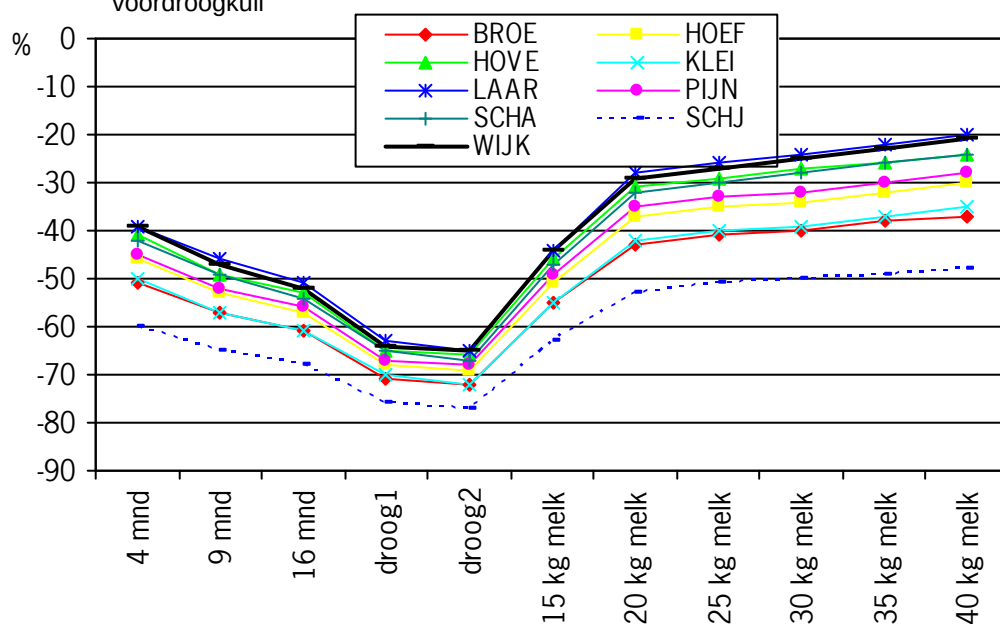
De benodigde aanvoer van koper en zink in krachtvoer en mineralenmengsels is o.a. afhankelijk van de gehalten in het op het bedrijf aanwezige ruwvoer. In dit hoofdstuk is de behoefte van de verschillende diercategorieën vergeleken met de gemiddelde gehalten aan koper en zink in voordroogkuil, maïskuil en vers gras per bedrijf.

Koper

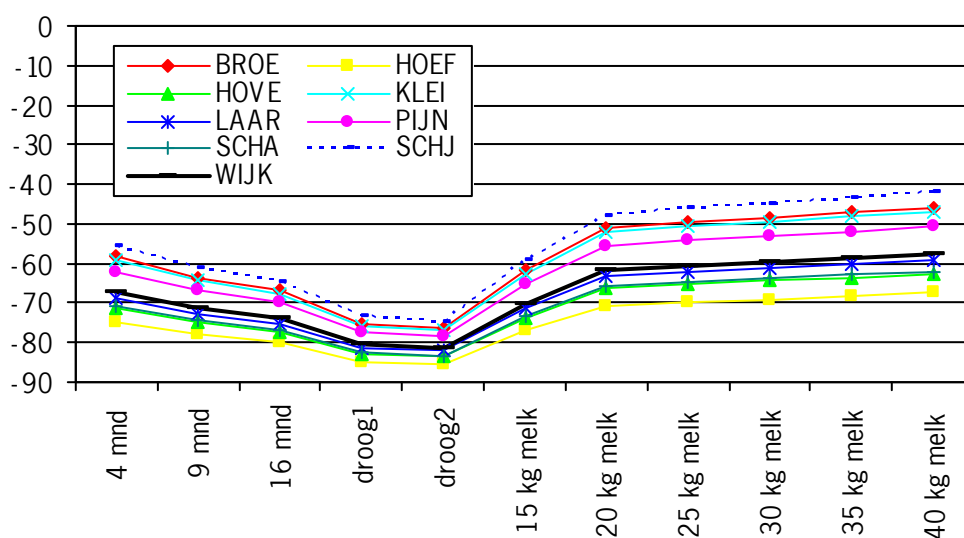
De diverse categorieën dieren op een bedrijf hebben een verschillende behoefte aan koper. De behoefte van de dieren wordt bepaald door onderhoud, de groei (bij melkkoeien van zichzelf en van het kalf) en de melkgift en omgerekend naar gehalten die nodig zijn in het rantsoen. Daarbij wordt rekening gehouden met de hoeveelheid drogestof die de dieren opnemen. De behoeftes zijn berekend op basis van CVB (2005).

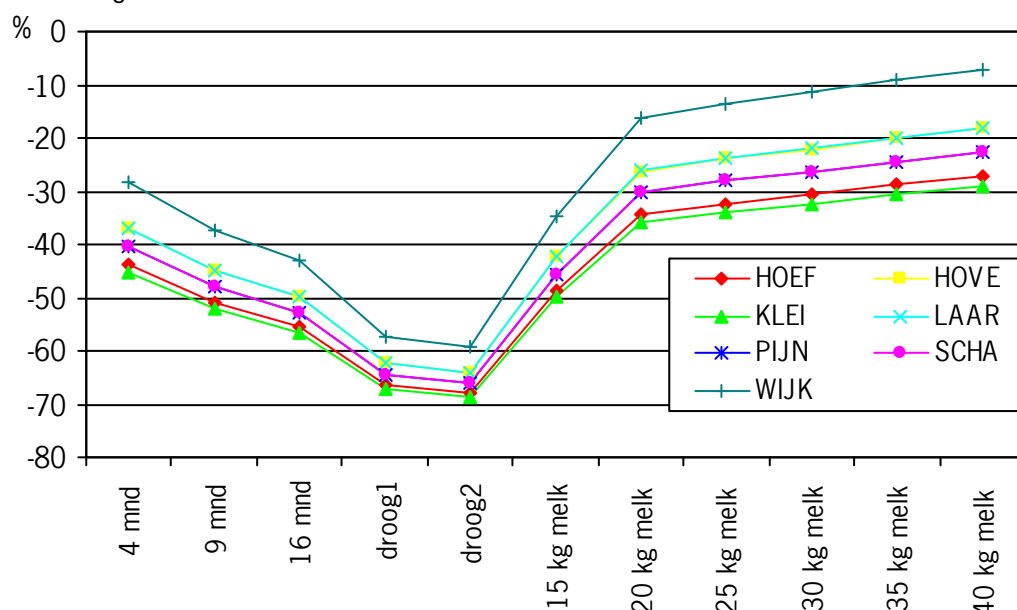
Per kg drogestofrantsoen hebben de droogstaande koeien de grootste behoefte. Ook ouder jongvee heeft een relatief grote koperbehoefte. Lacterende koeien hebben een afnemende koperbehoefte per kg droge stof met het toenemen van de productie. In de figuren 11 t/m 13 is dat aangegeven in relatie tot de gehalten in de belangrijkste ruwvoerders op de bedrijven. Als de dieren alleen **voordroogkuil** zouden krijgen, is er voor alle diercategorieën een tekort. Dat tekort is het grootst bij de droge koeien en het kleinst bij de hoogproductieve koeien. Naarmate jongvee ouder wordt, neemt het tekort aan koper toe bij alleen voordroogkuil. De verschillen tussen bedrijven zijn aanzienlijk: het gemiddelde kopergehalte varieert van 5,8 tot 8,8 mg per kg droge stof. Bij **maïskuil** is de tendens niet anders dan bij voordroogkuil: de droge koeien hebben het grootste tekort gevolgd door het ouder jongvee. De tekorten in snijmaïs zijn over de gehele linie groter dan bij voordroogkuil: ze lopen op tot bijna 90% bij droogstaande koeien en de verschillen tussen bedrijven zijn klein. Bij **vers gras** zijn de verschillen tussen de bedrijven vergelijkbaar met die bij voordroogkuil, het kopergehalte varieert gemiddeld van 7,8 – 10,3 mg per kg droge stof. Gemiddeld is er ook bij vers gras op alle bedrijven en alle categorieën een tekort aan koper: bij de hoogproductieve koe is dit echter gering.

Figuur 11 Gemiddelde overschot aan koper in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: voordroogkuil



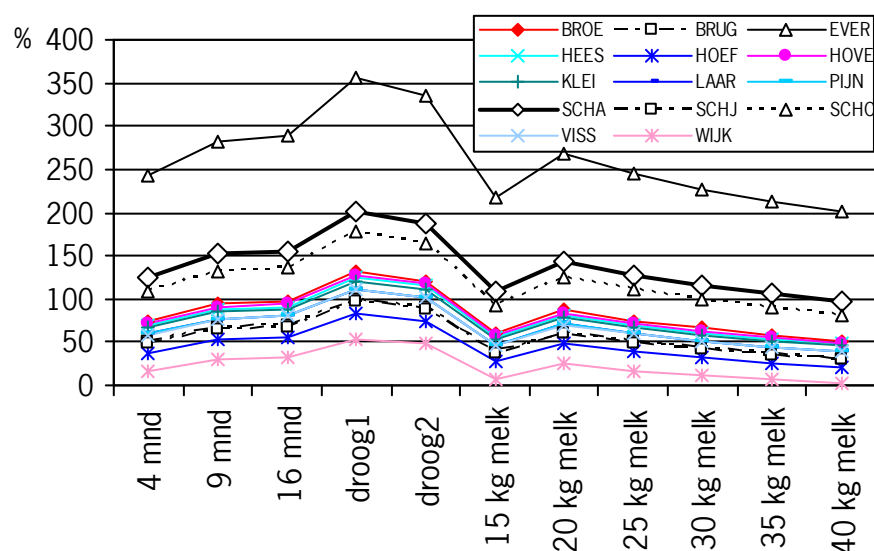
Figuur 12 Gemiddelde overschot aan koper in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: snijmaïs

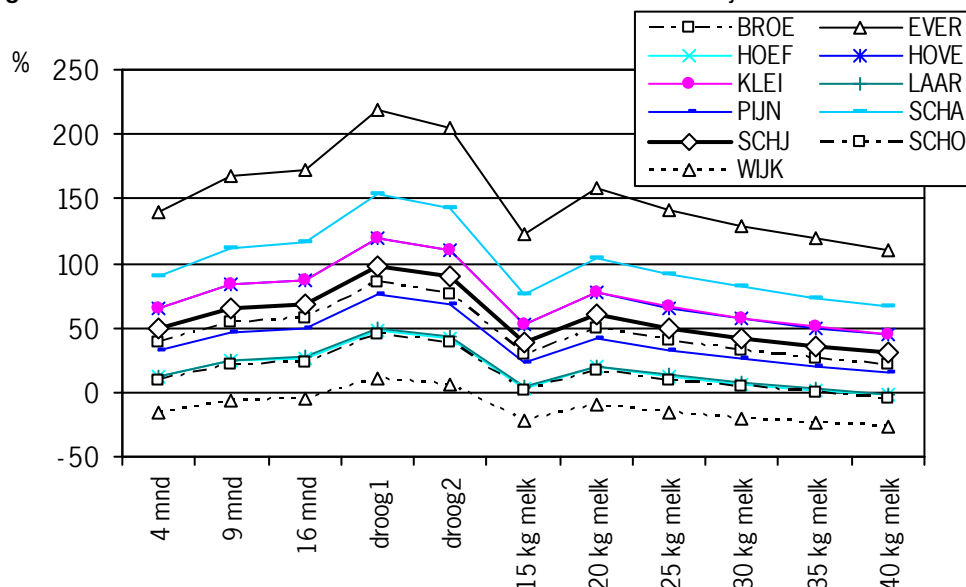
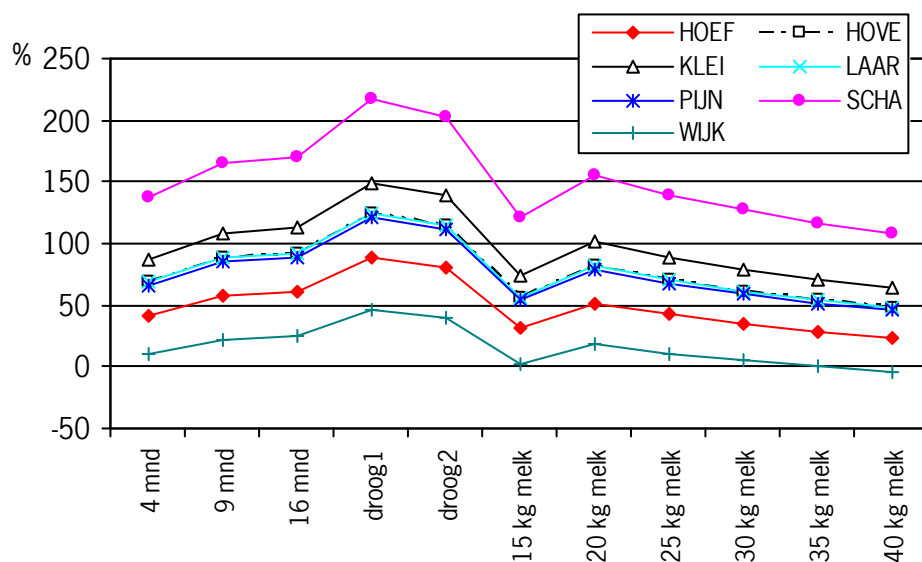


Figuur 13 Gemiddelde overschot aan koper in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: vers gras

Zink

De diverse categorieën dieren op een bedrijf hebben een verschillende behoefte aan zink. Per kg droge stof rantsoen hebben de melkgevendende koeien de grootste behoefte. Ook jonger jongvee heeft een relatief grote zinkbehoefte. Droogstaande koeien hebben een relatief lage zinkbehoefte per kg droge stof. In de figuren 14 t/m 16 is dat aangegeven in relatie tot de gehalten in de belangrijkste ruwvoerders op de bedrijven. Omdat zink in de normale voeranalyse meegenomen wordt, is het op meer bedrijven bekend dan koper. De gemiddelde voordroogkuil bevat op alle bedrijven voldoende zink om de behoefte te dekken. Op enkele bedrijven wordt de behoefte zeer ruim gedekt. In tegenstelling tot bij koper, hebben bij zink de droge koeien de laagste behoefte en neemt de behoefte bij hoogproductievere koeien toe. Bij een rantsoen van alleen snijmaïskuil is op een van de bedrijven de behoefte van het jongvee en de productieve koeien niet geheel gedekt. Op de meeste bedrijven is er, ook met snijmaïs, een ruime dekking van de zinkbehoefte.

Figuur 14 Gemiddelde overschot aan zink in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: voordroogkuil

Figuur 15 Gemiddelde overschot aan zink in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: maïskuil**Figuur 16** Gemiddelde overschot aan zink in % van de behoefte bij verschillende diercategorieën: vers gras

6.2 Aanvoer met voedermiddelen

Koper

In figuur 17 is de aanvoer van koper uit voercomponenten (krachtvoer en mineralen) weergegeven in relatie tot het aantal koeien per ha. Bij een intensievere bedrijfsvoering wordt meer voer aangevoerd.

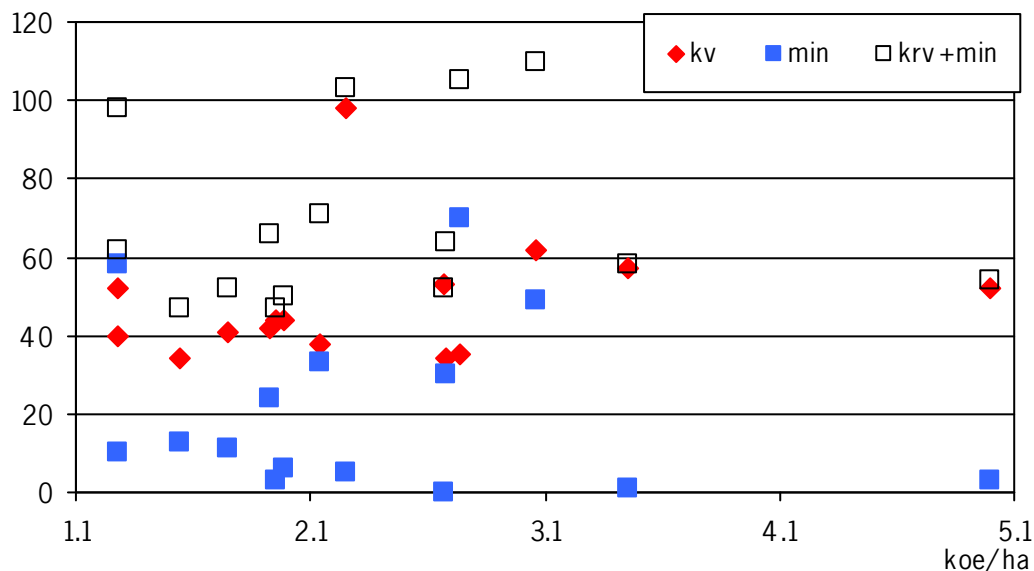
Op een bedrijf met een gemiddelde jaarproductie van de koeien van 8200 kg melk dat het eigen jongvee aanhoudt (0,7 stuks per koe) is ruwweg 114 gram koper per koe per jaar (inclusief jongvee) nodig³¹. Als we uitgaan van een drogestofopname van 20 kg voor een melkgevende koe (bij 26 kg melk per dag), 11 kg in de droogstand en 6,5 kg voor het jongvee, dan is in totaal per koe 8500 kg ds nodig. Bij een krachtvoergift van 1800 kg betekent dat 6800 kg droge stof uit ruwvoer. Bij een kopergehalte van 7 mg in het ruwvoer wordt met het ruwvoer 48 gram verstrekt. Om op de norm te voeren moet het krachtvoer samen met eventuele mineralenmengsels is dan 66 gram koper nodig in deze 1800 kg, dat is 37 mg koper per kg. Vier bedrijven voeren per koe ongeveer evenveel koper aan in voedermiddelen als de koe in totaal nodig heeft (100- 120 gram). Daarnaast wordt er nog eigen gewonnen ruwvoer gevoerd. Deze bedrijven voeren dus 40-85 gram per koe teveel aan. Acht bedrijven voeren tussen de 60 en de 85 g koper aan per koe, ongeveer zoveel als nodig is uit krachtvoer en mineralen. Drie bedrijven zitten aan de krappe kant (rond 50 gram).

³¹ Behoeftte voor koper: melk 8200kg * 1.67mg = 13.7 g, dracht 56d *83mg = 4.7 g, groei 0.7 jongvee (gemiddeld 280 kg per jaar a 20.8mg) 4.1 g, onderhoud jongvee 0.7*365d*305kg*0.3mg = 21 g, onderhoud koe 365d*650kg*0.3mg = 70g: totaal 114g.

Uit figuur 17 blijkt dat ook bij de laagste intensiteiten de bedrijven al de helft van de koperbehoefte aanvoeren met voedermiddelen, naast het eigen gewonnen ruwvoer. Logisch: de aanvoer per koe neemt op de intensievere bedrijven toe. Er bestaan echter grote verschillen tussen bedrijven bij dezelfde intensiteit.

Figuur 17 Aanvoer van koper met voer per koe

gram/koe

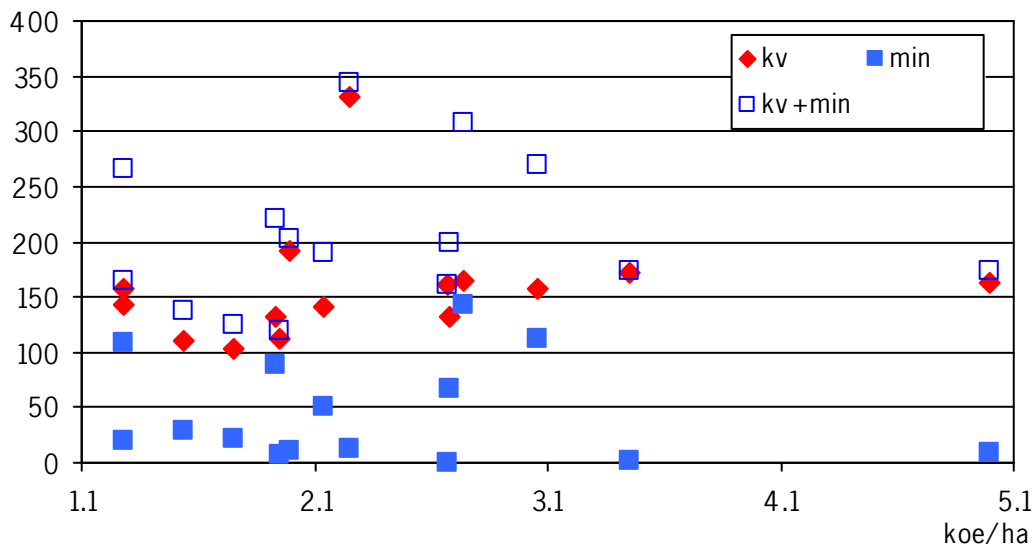


Zink

Voor een gemiddelde koe met een productie van 8200 kg per jaar is circa 231 gram zink per jaar nodig³². In figuur 18 is aangegeven hoeveel zink per koe er op het bedrijf wordt aangevoerd met voedermiddelen (krachtvoer, mineralen).

Figuur 18 Aanvoer van zink met voer per koe

gram/koe



Parallel aan de berekening voor koper hebben we berekend hoeveel aanvullend zink per koe per jaar nodig is, naast het ruwvoer. Wanneer we uitgaan van een gehalte van 45 mg (gemiddeld in ruwvoer in dit project) per kg ds dan komt er al 306 g zink uit ruwvoer, dus in principe ruim voldoende voor de dieren, zoals we in hoofdstuk 5 al concludeerden. Vijf bedrijven voeren meer zink aan dan de koe in totaal nodig heeft, naast het zink in eigen gewonnen ruwvoer.

³² Behoeftte voor zink: melk 8200kg * 13.67mg = 112 g, dracht 56d * 29.7mg = 1.67 g, groei 0.7 jongvee (gemiddeld 305 kg per jaar a 80mg) 15.7 g, onderhoud jongvee 0.7*365d*305kg*0.33mg = 23.6 g, onderhoud koe 365d*650kg*0.33mg = 78.3g: totaal 231g.

Net als bij koper, zijn er ook bij zink grote verschillen in aanvoer tussen bedrijven met dezelfde intensiteit. Opvallend is dat met krachtvoer voor alle bedrijven op twee na tussen de 100 en 170 gram zink per koe wordt aangevoerd. Een bedrijf voert daarmee 330 gram zink per ha aan. De variatie in zinkaanvoer met mineralen is groter.

De bloedwaarden van koeien op de bedrijven liggen voor het grootste deel binnen het referentietraject. Ondanks de soms hoge zinkaanvoer zijn er slechts enkele koeien met een zinkgehalte in het bloed hoger dan de referentiewaarde. Op een deel van de bedrijven komen zelfs koeien voor met een zinkgehalte lager dan de referentiewaarde. De verdeling van zink over de verschillende diergroepen kan waarschijnlijk wat meer afgestemd worden op de behoefte van de diergroepen.

6.3 Minimale overschot per koe en ha per jaar

Het minimale overschot per koe per jaar (of per ha per jaar) vanuit de voeding kan op diverse manieren benaderd worden: op basis van de efficiëntie van de normen (verschil tussen bruto en netto is overschot) en op basis van door de veehouder (nog) niet te beïnvloeden gehalten in ruwvoer en krachtvoer.

1. Uitgaande van de huidige normen is de efficiëntie van de benutting van koper en zink, die een koe minimaal nodig heeft om gezond te blijven en te produceren, laag. De bruto behoefte voor koper is circa 40 keer hoger dan de netto behoefte. Voor zink is bruto ongeveer 3,3 keer de netto behoefte van de koe nodig. Bij een totale koperbehoefte van de koe (inclusief jongvee) van 114 gram per jaar, is het overschot dan minimaal 111 gram. Bij een zinkbehoefte van 231 gram per jaar is het overschot 155 gram per koe. Dat is als alle voer aangevoerd wordt. Dat is echter niet het geval. Veronderstellen we dat een koe gemiddeld het jaar rond 11 kg droge stof uit eigen gewonnen voer opneemt en dat de gehalten en koper en zink daarin resp. 8 en 40 mg per kg ds zijn. Dat deel circuleert op het bedrijf en telt dus niet mee in de balans. Voor koper resteert dan een overschot per koe van $114 - (11 \times 8 \times 365) / 1000 = 82$ gram, voor zink $231 - (11 \times 40 \times 365) / 1000 = 70$ gram.
 - a. Per jaar mag per ha ofwel 170 kg N aangewend worden of, met derogatie 250 kg N per ha.
 - b. Een koe met een productie van 8200 kg melk per jaar en 0.7 stuks jongvee produceert 151 kg N per jaar³³.
 - c. Zonder derogatie mag dan de mest van 1,13 koe inclusief jongvee aangewend worden: dat geeft een overschot van 92 gram koper en 79 gram zink per ha.
 - d. Als een bedrijf in aanmerking komt voor derogatie mag de mest van 1,66 koe aangewend worden per ha: dat geeft een overschot van 136 gram koper en 116 gram zink per ha.
2. De hoeveelheid die in het ruwvoer zit kan niet verminderd worden. De op het bedrijf gewonnen ruwvoerders zullen in het algemeen ook op het bedrijf gevoerd worden. Bij hoge gehalten aan koper en zink in bepaalde partijen ruwvoer kunnen, door van meerdere partijen tegelijk te voeren, de gehalten in het rantsoen wat gedrukt worden.
 - a. Voor koper is de hoeveelheid in het ruwvoer in het algemeen te laag om de minimale norm te halen³⁴. Pas bij een kopergehalte van 13,4 gram in het rantsoen (ruwvoer en krachtvoer) wordt dit criterium van kracht, maar dit komt in de praktijk niet voor. In het ruwvoer is het kopergehalte altijd lager.
 - b. De zinkgehalten in ruwvoer zijn vaak hoger dan de norm. Bij een zinkgehalte in het rantsoen (ruwvoer+krachtvoer) van circa 27 mg per kg ds wordt de behoefte gedekt. Graslandproducten hebben vaak een hoger gehalte aan zink: dit criterium zal dus vaak opgaan.
3. Op de hoeveelheid die minimaal in krachtvoerders zit (in de grondstoffen) heeft de veehouder nauwelijks of geen invloed. De grondstoffenkeuze voor krachtvoerders is vooral afhankelijk van de prijs van de grondstoffen, de beschikbaarheid en de gehalten aan energie en eiwit.
 - a. In veel krachtvoergrondstoffen³⁵ is het kopergehalte lager dan de 13,4 die gemiddeld in een rantsoen nodig is. Er is een lichte tendens dat producten met hogere eiwitgehalten ook hogere kopergehalten hebben. Voor koper zal het minimale overschot niet beïnvloed worden door de koperhoeveelheden in de krachtvoergrondstoffen.

³³ Handboek melkveehouderij 2006: stikstofproductie melkkoe 8200 kg melk en ureum van 22 is 115 kg per jaar. Jongvee jonger 1 jaar 32,8 kg N, jongvee ouder 1 jaar 70,2 kg N.

³⁴ Voor graskuil, maiskuil, grashooi en versgras haalt resp. 1,5, 1,0, 0 en 1,6% van de monsters die genomen zijn voor het project Koeien&kansen de norm van 13 mg koper per kg ds. Voor zink haalt resp. 94, 72, 62 en 88% de norm van 27 mg per kg ds.

³⁵ In de veevoedertabel 2005 zijn 145 krachtvoergrondstoffen met een kopergehalte opgenomen. Daarvan hebben er 54 een kopergehalte groter dan 13 mg per kg (37%). Van 142 krachtvoergrondstoffen is een zinkgehalte vermeld. Daarvan heeft 75% een zinkgehalte groter dan 27 mg per kg.

- b. Het zinkgehalte in krachtvoergrondstoffen is in veel gevallen hoger dan het gewenste gehalte van 27 mg per kg droge stof. Krachtvoergrondstoffen met een hoger eiwitgehalte hebben in het algemeen ook een hoger zinkgehalte. Het minimale overschot aan zink zal door de zinkhoeveelheden in de krachtvoergrondstoffen veelvuldig beïnvloed worden.
- 4. Op de hoeveelheid die minimaal toegevoegd wordt aan krachtvoerders kan de veehouder (nog) geen invloed uitoefenen. Aan veel krachtvoerders wordt koper en/of zink toegevoegd. De minimale hoeveelheden zijn niet nagegaan.

7 Bloedwaarden melkvee

Is de koper- en zinkvoorziening op basis van de bloedwaarden van de dieren voldoende ?

In het najaar van 2005 en 2006 en in het voorjaar van 2006 is per bedrijf telkens van vijf nieuwmelkte, vijf oudmelkte en vijf droogstaande koeien een bloedmonster onderzocht op koper en zink. Daarbij is rekening gehouden met de verdeling over vaarzen, 2^e kalfskoeien en oudere koeien.

De streeftrajecten voor de bloedwaarden bij koeien zijn breed. In de figuren in dit hoofdstuk is het goede traject nog in tweeën gedeeld om een genuanceerder beeld te krijgen .

Koper

De droge koeien hebben op alle bedrijven het laagste kopergehalte in het bloed. Op een aantal bedrijven komen bij de droge koeien te lage gehalten voor. Bij de nieuwmelkte en oudmelkte koeien zijn geen dieren die onder de gewenste norm komen. Er is geen verschil in het kopergehalte in het bloed van nieuwmelkte en oudmelkte koeien: op sommige bedrijven hebben de nieuwmelkte koeien het hoogste kopergehalte, op andere bedrijven zijn dat de oudmelkte koeien. In alle groepen zijn wel koeien die boven de gewenste norm uitkomen. Van de dieren met een kopergehalte binnen het streeftraject zit een groot deel in het bovenste deel van het gewenste traject.

Zink

Bij zink zijn de gehalten in het bloed van de nieuwmelkte koeien het laagst. In de nieuwmelkte groep heeft een aantal koeien een zinkgehalte beneden de referentiewaarde. Deze koeien horen niet bij een enkel bedrijf, maar zijn verdeeld over de bedrijven. Bij de oudmelkte en droge koeien komt dat ook voor, maar minder vaak. Naast te lage komen er incidenteel ook te hoge waarden voor, vooral bij de bemonstering in najaar 2006. Kennelijk is er een seizoensvariatie.

Er zit geen samenhang tussen koper en zink in het bloed in de gemeten dieren. Een laag (of hoog) kopergehalte betekent niets voor het zinkgehalte.

7.1 Bloedwaarden binnen streeftraject

Van de bloedmonsters komt circa 30% van vaarzen en een kwart van 2^{de} kalfskoeien. Deze verdeling komt redelijk overeen met het aandeel van de verschillende groepen in de melkveestapel. In de oudmelkte groep zijn er relatief meer oudere koeien en minder 2^{de} kalfskoeien.

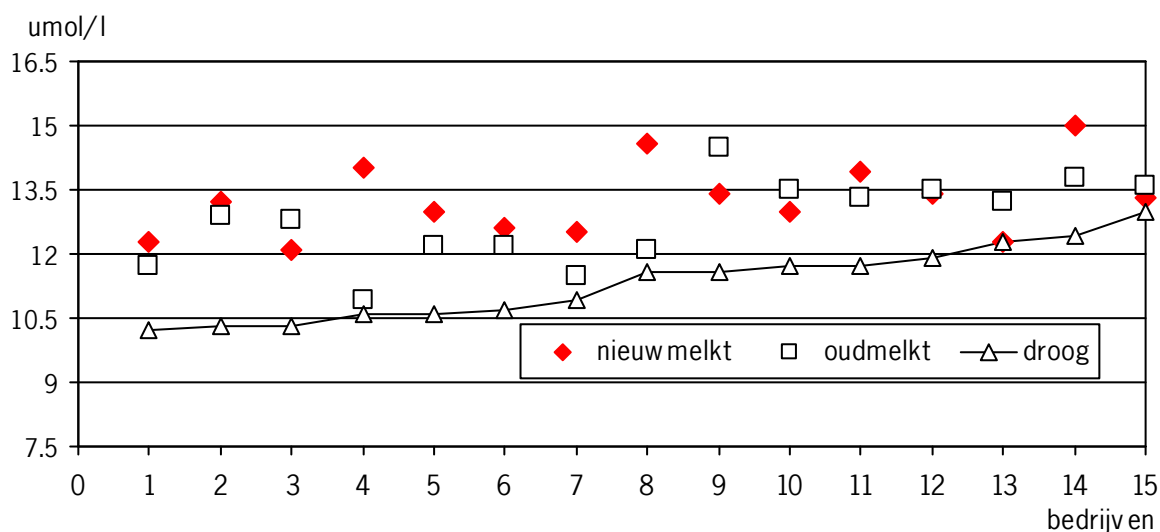
Tabel 20 Gemiddelde koper- en zinkgehalte in bloed per bedrijf en periode (µmol/l)

Bedrijf	winter05		voorjaar06		najaar06	
Mineraal	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
Norm	7,6-18	12-23				
1	10,9	14,9	11,6	16,7	11,8	16,4
2	13,5	15,5	13,5	15,5	12,8	15,7
3	11,9	16,6	12,5	14,4	12,2	14,8
4	11,6	15,2	11,1	14,9	12,3	15,8
5	11,2	18,1			12,6	16,0
6	12,6	18,2	11,7	17,2	13,0	16,8
7	13,9	17,7	13,9	15,1	13,4	16,7
8	11,7	15,6	13,7	14,1	12,4	17,1
9	13,5	16,0	13,1	14,9	12,2	15,8
10	11,2	16,7			12,2	15,5
11	14,8		11,7	14,6	13,4	16,5
12	12,0	14,7	13,5	15	12,6	15,8
13	12,3	15,0	13,4	14,9	13,3	17,2
14	11,4	15,3			12,4	15,5
15	12,7	15,2	11,8	13,7	11,0	15,0
Gem+std	12,6±2,6	15,9±2,6	12,6±2,7	15,1±2,5	12,6±2,7	16,2±2,7

De gemiddelde waarden voor zowel koper als zink liggen op alle bedrijven in alle perioden binnen het streeftraject (zie tabel 20). Er is geen verschil in de gemiddelde gehalten tussen de drie tijdstippen van bemonsteren. Ook het beweidingssysteem en de duur van de beweiding heeft geen invloed op de hoogte van de bloedwaarden voor koper en zink.

De hoogste waarden per periode zijn vetgedrukt. Het blijkt dat zeker voor koper de hoogste waarden in de loop van de tijd dalen: van 14,8 en 13,9 in winter 2005 naar 13,7 en 13,9 in voorjaar 2006 en 13,4 in herfst 2006. Het zinkgehalte daalt wel van winter 2005 naar voorjaar 2006 met resp. 18,1 en 18,2 naar 16,7 en 17,2, in najaar 2006 zet de daling zich niet voort. Opvallend is dat de hoogte van het kopergehalte meer aan het bedrijf gebonden is dan zink: een bedrijf (7) heeft in drie perioden het hoogste kopergehalte en een bedrijf (11) in twee perioden. Bij zink is dat effect minder sterk. In voorjaar 2006 komen minder hoge zinkgehalten voor dan in winter 2005 en herfst 2006. Mogelijk heeft dat te maken met dat in de stalperiode zink gemakkelijker te sturen is dan in de weideperiode.

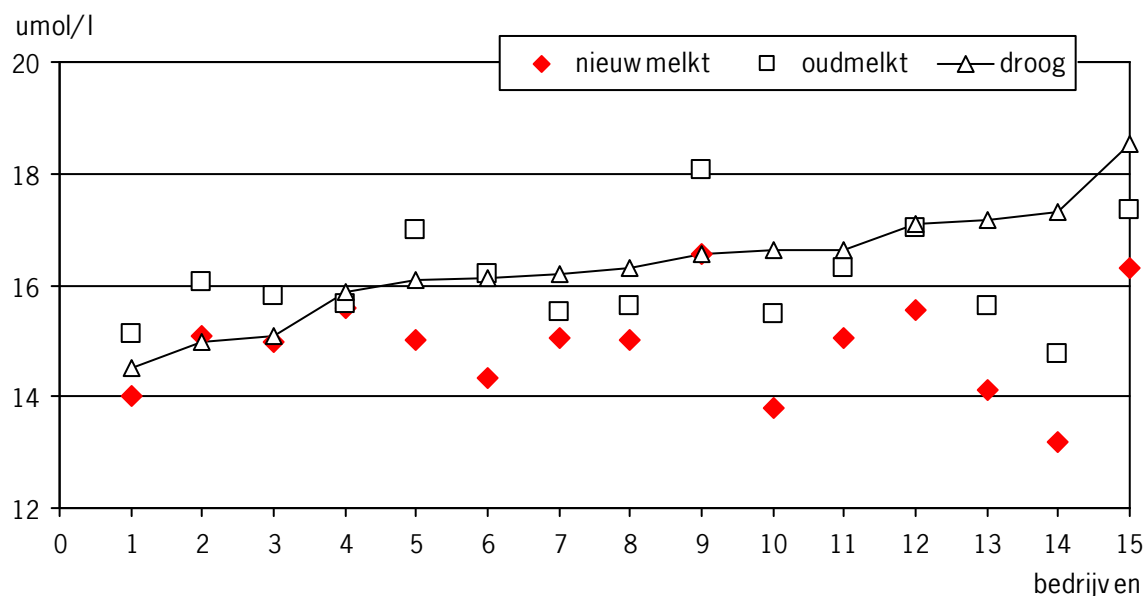
Figuur 19 Gemiddelde kopergehalte in bloed van nieuwmelkte, oudmelkte en droogstaande koeien per bedrijf (umol/l)



Droogstaande koe heeft laagste kopergehalte

In figuur 19 zijn de gemiddelde kopergehalten per bedrijf weergegeven, geordend op de gehalten bij de droogstaande koeien. De droogstaande koeien blijken op alle bedrijven het laagste kopergehalte in het bloed te hebben. De koperbehoefte van de droogstaande koeien, uitgedrukt per kg droge stof rantsoen, is hoger dan die van de melkgevendende koeien. In de vrucht wordt in de laatste weken van de dracht een groot deel van de koper vastgelegd. De bruto behoefte van een drachtige koe is zelfs hoger dan van een koe met een productie van 40 kg melk.

Figuur 20 Gemiddelde zinkgehalte in bloed van nieuwmelkte, oudmelkte en droogstaande koeien per bedrijf (umol/l)



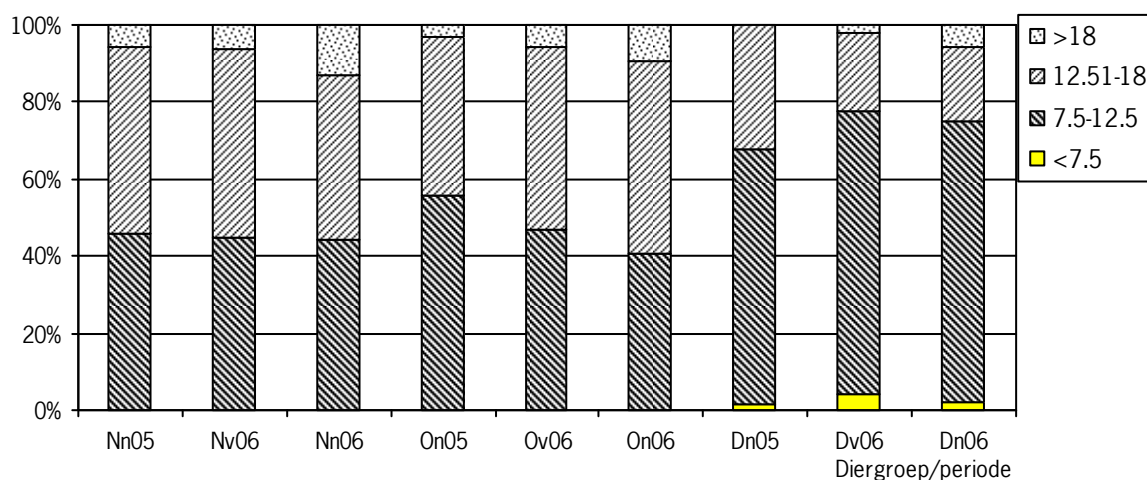
Nieuwmelkte koe heeft laagste zinkgehalte

Bij zink is de situatie duidelijk anders dan bij koper (zie figuur 20). De nieuwmelkte koeien blijken in het algemeen het laagste zinkgehalte in het bloed te hebben. De droogstaande koeien hebben op de helft van de bedrijven het hoogste zinkgehalte. De zinkbehoefte van droogstaande, drachtige koeien per kg droge stof is lager dan die van de andere diergroepen en bedraagt eenderde van die van een koe met een productie van 40 liter melk. De leeftijd heeft geen invloed op de koper- en zinkgehalten: in geen van de lactatiegroepen zijn er verschillen in gehalten in bloed van vaarzen, 2^{de} kalfs en oudere koeien.

7.2 Bloedwaarden ten opzichte van referentietraject

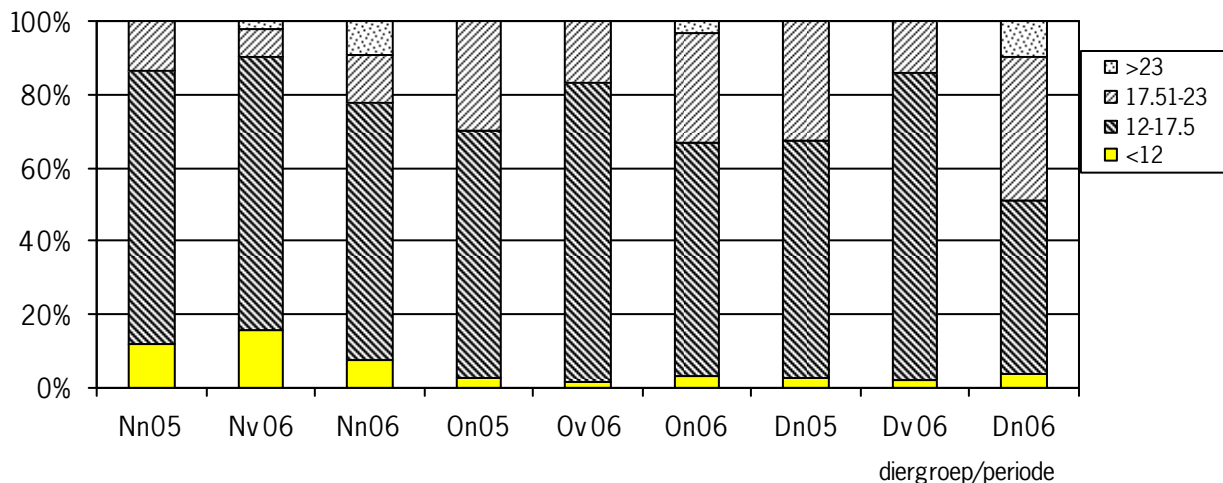
Bij een verdeling in vier koperklassen blijkt dat het aandeel koeien met hogere gehalten afneemt naarmate de lactatie vordert (zie figuur 21).

Figuur 21 Gemiddeld aandeel alle koeien per koperklasse per categorie en periode



- * Bij de nieuwmelkte koeien zit bijna de helft van de koeien in het bovendeel van het streeftraject. In deze groep heeft gemiddeld 8% van de koeien een hoger kopergehalte dan nodig voor een goede gezondheid en productie. Deze koeien komen op meerdere bedrijven voor.
- * In de oudmelkte groep neemt het aandeel koeien met een kopergehalte in het bovendeel van het streeftraject toe van 47% in najaar 2005 naar 53% in het najaar van 2006. Gemiddeld 4% van de oudmelkte koeien heeft een kopergehalte boven der streefwaarde.
- * Van de droogstaande hebben er enkelen waarden lager dan de streefwaarde. Het aandeel koeien met een kopergehalte in het bovendeel van het streeftraject neemt in najaar 2006 af tot 22%. Enkele droogstaande koeien hebben kopergehalten boven de streefwaarde.

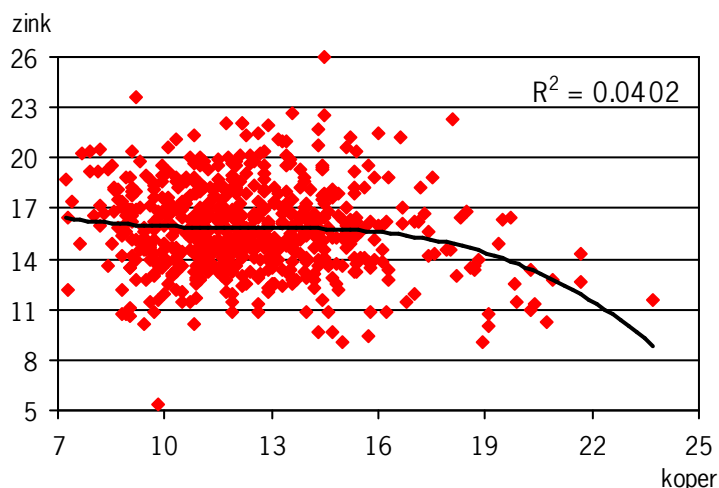
De zinkgehalten liggen ten opzichte van het streeftraject lager dan de kopergehalten. Er zijn nauwelijks koeien met een zinkgehalte boven het streeftraject en ook het aandeel koeien in het bovendeel van het streeftraject is kleiner dan bij koper. In de weideperiode is het aandeel koeien in het bovendeel van het streeftraject lager dan in de andere perioden van het jaar (zie figuur 22).

Figuur 22 Gemiddeld aandeel alle koeien per zinkklasse per categorie en periode

- * Bij de nieuwmelkte koeien heeft 13% een te laag zinkgehalte in het bloed. In de herfst is dat lager. 75% van de koeien heeft een zinkgehalte in het lagere deel van het streeftraject en gemiddeld 11% haalt het bovendeel van het streeftraject.
- * Bij de oudmelkte koeien hebben enkele koeien een zinkgehalte beneden het streeftraject. Ruim 70% zit in het lagere deel van het streeftraject en 25% heeft een zinkgehalte in het bovendeel van het streeftraject.
- * Bij de droogstaande koeien is er een groot verschil tussen najaar 2006 en de andere twee perioden van bemonsteren. In voorjaar 2006 heeft 80% van de droogstaande koeien een waarde in het lagere deel van het streeftraject, in herfst 2006 is dat 45% en zijn de gehalten verschoven naar het bovendeel van het streeftraject.

Geen relatie tussen koper en zink in bloed

Er is geen relatie tussen het koper- en het zinkgehalte in het bloed van de koeien (figuur 23). Bij de hogere kopergehalten in het bloed komen geen hoge zinkgehalten voor. Ook in de afzonderlijke groepen naar lactatiestadium is er geen relatie tussen bloedgehalten koper en zink.

Figuur 23 Relatie tussen koper- en zinkgehalte in het bloed

Geen relatie tussen overschot en koper en zink in bloed

Uit de bloedmonsters van groepen koeien op de bedrijven bleek geen relatie met de hoogte van de aanvoer van koper. Er waren nauwelijks verschillen in bloedkopergehalte tussen bedrijven (zie hoofdstuk 8). Van de melkgevende koeien had gemiddeld ruim 50% een waarde in het bovendeel van het referentietraject (en beperkt daarboven), van de droge koeien had gemiddeld 25% een bloedkopergehalte in het bovenste deel van het referentietraject. De bloedwaarden van koeien op de bedrijven liggen voor het grootste deel binnen het referentietraject.

Ondanks de soms hoge zinkaanvoer zijn er slechts enkele koeien met een zinkgehalte in het bloed hoger dan de referentiewaarde. Op een deel van de bedrijven komen zelfs koeien voor met een zinkgehalte lager dan de referentiewaarde. De verdeling van zink over de verschillende diergroepen zou mogelijk wat gericht kunnen.

8 Workshops

In april en mei 2007 zijn er workshops gehouden met deelnemende melkveehouders en leden van studieclubs. Bij aanvang van de workshops vulden de deelnemers een lijst in met aan- en afvoer van producten in kg. Tijdens de bijeenkomst maakte dhr. Smolders daarvan koper- en zinkbalansen die de workshopdeelnemers bespraken. Ook de deelnemende bedrijven deden daaraan mee. Deze bedrijven bleken "uit het hoofd" minder aanvoer op te geven dan wanneer alle papieren erbij waren. De workshopdeelnemers voerden gemiddeld meer mest af en minder krachtvoer aan dan de deelnemers in het project. Bovenstaande doet vermoeden dat ook de niet-deelnemers hun boekhouding niet in hun hoofd hadden (overigens geheel logisch). Om een betrouwbare balans op te stellen blijkt het nodig om de benodigde rekeningen en formulieren bij de hand te hebben en bovendien uit te gaan van de werkelijke koper- en zinkgehalten in de producten. De workshopdeelnemers bleken vaak kieseriet te gebruiken. In deze meststof zit een aanzienlijke hoeveelheid koper en zink. Daarmee voerden zij onverwacht veel koper en zink aan. De orde van grootte van aanvoer, afvoer en overschot van koper en zink was voor de meeste deelnemers onbekend.

In april en mei 2007 zijn workshops gehouden bij en met deelnemende melkveehouders. Daarbij zijn ook melkveehouders uitgenodigd die niet deelnamen aan het project. Vaak waren dat collega's uit studieclubs. Aan het begin van de workshops is de melkveehouders een formulier voorgelegd met de vraag in te vullen hoeveel voedermiddelen, mineralen, meststoffen, diergeneesmiddelen e.d. in 2006 aan- en afgevoerd zijn en hoeveel oppervlakte er in 2006 tot het bedrijf gerekend werden. Op de vraag of ze enig idee hadden welke hoeveelheden koper en zink jaarlijks aangevoerd worden, bleef de meerderheid het antwoord schuldig. Met behulp van gemiddelde gehalten in de aangegeven producten, maakte dhr. Smolders voor de deelnemers de balans van hun bedrijf die zij tijdens de lunch bespraken. Er zijn enkele opvallende verschillen tussen de workshopdeelnemers en de bedrijven in het onderzoek. De veehouders geven tijdens de workshops op minder koper en zink met krachtvoer aan te voeren en veel meer met meststoffen dan op de bedrijven in het onderzoek. Vooral in Oost Brabant wordt veel met kiezeriet bemest; veehouders hadden geen idee dat ze met die meststof ook aanzienlijke hoeveelheden koper aanvoeren. Van de 25 bedrijven gebruiken er zeven bedrijven kopersulfaat in voetbaden (in de studie drie van de 15). Gemiddeld (rekenkundig) was het op deze manier berekende overschot op de bedrijven voor koper 496 gram en voor zink 313 gram per ha. De aanvoer van koper met meststoffen op de workshopbedrijven was 270 gram per ha en in het onderzoek 53 gram per ha. Bij zink werd er op de workshopbedrijven minder met krachtvoer en ruwvoer aangevoerd en meer met meststoffen. Door meer mestafvoer was de zinkafvoer groter dan op de onderzoekbedrijven.

Tabel 21 Rekenkundig en gewogen gemiddelde aan- en afvoer van koper en zink in gram per ha en in % van het totaal

Categorie	Rekenkundig gemiddelde				Gewogen gemiddelde			
	Per ha (g)		Percentage		Per ha (g)		Percentage	
	koper	zink	koper	zink	koper	zink	koper	zink
Aanvoer								
Diergezondheid	102	1	19	0	96	1	21	0
Dieren	0	2	0	1	0	1	0	0
Krachtvoer	90	269	17	49	83	246	18	50
Mest	270	91	51	17	210	80	46	16
Mineralen	58	103	11	19	59	98	13	20
Ruwvoer	7	61	1	11	6	56	1	11
Strooisel	1	4	0	1	1	4	0	1
Water	1	12	0	2	1	11	0	2.
Zaaizaad	0	0	0	0	0	0	0	0
Total aanvoer	529	543			455	497		
Afvoer								
Dieren	1	12	3	5	0	12	1	6
Melk	1	58	3	25	1	55	4	27
Mest	29	147	88	64	24	122	89	61
Ruwvoer	2	12	6	5	2	12	6	6
Zaden	0	1	0	1	0	1	0	1
Total afvoer	33	230			28	201		
Overschot	496	313			427	296		

9 Discussie

Gehalten in aangevoerde producten

In dit project zijn koper- en zinkgehalten in aangevoerde krachtvoer en andere voedermiddelen deels opgevraagd bij fabrikanten en deels bepaald door analyses van monsters in een laboratorium. Deze informatie is voor melkveehouders niet beschikbaar. Het is namelijk niet verplicht om deze gehalten te vermelden op verpakkingen. Wanneer een veehouder wil sturen op koper en zink, kan dat alleen maar als de informatie beschikbaar is bijvoorbeeld op de verpakkingen of op overzichten die ook voor bedrijfsspecifieke excretie worden gebruikt.

Kopersulfaat voetbaden

Wanneer veehouders kopersulfaat voetbaden gebruiken voor hun vee, is dit een (relatief) grote post voor de aanvoer van koper. Kopersulfaat wordt onder andere toegepast om Mortellaro te onderdrukken. Er bestaan goede alternatieven voor de behandeling van Mortellaro en het is zelfs beter om de koeien individueel te behandelen. Daarbij is het gebruik van kopersulfaat veel lager. Er zijn ook koperhoudende alternatieve middelen voor individueel gebruik die in kleine hoeveelheden kunnen worden toegepast. Voor voetbaden is formaline een alternatief, zolang het toegestaan is. Dit is echter niet in alle stadia van Mortellaro toe te passen, omdat het bijtend is in open wonden.

Wanneer Mortellaro eenmaal in de veestapel is opgetreden, is het niet makkelijk weer kwijt te raken. Voor andere klauwaandoeningen geldt dat een deel goed voorkomen kan worden door een goede stalhygiëne en regelmatige hoefverzorging.

Koper en zink in het rantsoen

Uit de bloedwaarden blijkt dat er zowel tekorten als overschotten aan koper en zink voorkomen. Hoge gehalten in het ruwvoer zijn alleen te corrigeren door ze te combineren met ruwvoer met lagere gehalten. Dat geldt ook voor ruwvoerders met hoge molybdeen- en zwavelgehalten: om de benutting van koper te bevorderen is combineren met ruwvoer met lagere gehalten wenselijk. Het afstemmen van de hoeveelheden koper en zink op de behoefte van de individuele koe is in de meeste veestapels niet mogelijk. Op groepsniveau zou dat nog wel kunnen door toevoegingen aan krachtvoer af te stemmen op de behoefte van de groep, mede afhankelijk van de gehalten in het ruwvoerrantsoen. Ook voor krachtvoerders geldt dat lage gehalten gecorrigeerd kunnen worden met (andere) toevoegingen aan het rantsoen en hoge gehalten niet. Er wordt een scala aan krachtvoerders en mineralenmengsels aangeboden wat betreft de gehalten aan koper en zink. Het duidelijk vermelden van de gehalten op de verpakking kan helpen bij het bewustwordingsproces. Omdat enige overmaat niet schaadt voor de diergezondheid, wordt het als verzekeringspremie gezien om zeker voldoende te voeren. In de normen voor koper en zink is echter al een veiligheidsmarge ingebouwd, de veehouder of voeradviseur hoeft dat niet nog een keer te doen. Vooral op bedrijven waar de productie niet aan de verwachtingen voldeed, bleek dat een steeds grotere diversiteit aan krachtvoerders en mineralenmengsels aangevoerd werd waarbij het moeilijk is overzicht te houden.

Verband tussen aangevoerde koper en zink en bloedwaarden

Het bedrijfsoverschot van koper en zink en de waarden in het bloed van de dieren zijn in een grafiek tegen elkaar uitgezet. Een hoger overschot bleek geen hogere bloedwaarde te betekenen, noch voor koper, noch zink. Omdat niet alle aanvoer direct in het voer van de dieren terecht komt, is ook de aanvoer via voer uitgezet tegen de bloedwaarden. Zelfs binnen de beperkte groep bedrijven in dit project is een relatie gevonden tussen de hoeveelheid koper en zink in het aangevoerde voer en in het bloed. Een hogere aanvoer lijkt in hogere bloedwaarden te resulteren. Bedrijven die minder koper en zink in de vorm van mineralen aanvoeren (of die meer koper en zink uit ruwvoer voeren) vallen daarbij uit de toon. Mogelijk speelt hier een betere benutting van organisch gebonden mineralen een rol of is de voorziening zo hoog dat het meerdere niet meer in de bloedwaarden tot uiting komt.

Koper en zink in drinkwater voor het vee

Om de hoeveelheden koper en zink die met drinkwater aangevoerd worden te berekenen, hebben we gebruik gemaakt van gegevens uit het DINO-meetnet. We hebben gehalten gebruikt uit water van meer dan 25 meter diep. De kopergehalten zijn daar laag. De aanvoer per koe uit drinkwater is in de orde van grootte van 170 mg per jaar. De zinkgehalten variëren waardoor ook de aanvoer per koe varieert: van ongeveer 0,5 g tot 9 g per koe. Vergeleken met de aanvoer in voer is de aanvoer in water echter gering.

Verband tussen bedrijfsoverschotten en huidbeschadigingen en kreupelheid.

Er is geen verband gevonden tussen bedrijfsoverschot en huidbeschadigingen en/of kreupelheid. De bedrijfsomstandigheden zijn zeer verschillend. Bovendien spelen veel meer factoren dan koper en zink een rol in het ontstaan van kreupelheden en huidbeschadigingen. Slechts drie bedrijven gebruikten kopersulfaatvoetbaden zonder op te vallen in het percentage kreupele koeien.

Minimum haalbare overschotten

Minimum haalbare overschotten zijn afhankelijk van de gehalten die in het ruwvoer gevonden worden. Bij de berekening van de minima zijn we uitgegaan van standaard gehalten in het ruwvoer: voor koper zijn die lager dan de behoeftenorm, voor zink zijn die hoger dan de behoeftenorm. Bij lagere gehalten in ruwvoer zal er meer aangevoerd moeten worden, bij hogere gehalten kan de aanvoer (en dus ook het overschot) minder zijn. Ook de benutting van koper en zink kunnen lager of hoger zijn dan waar standaard vanuit gegaan wordt bijvoorbeeld door een hoger of lager gehalte aan molybdeen of zwavel in het ruwvoer.

Maximum overschot voor goed gehalte in (oppervlakte)water

We hebben een orde van grootte berekend voor de hoogte van het overschot waarmee het water, dat het bedrijf verlaat via het neerslagoverschot, precies voldoet aan de norm van het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Precies kunnen we dit niet berekenen, omdat niet exact bekend is welk deel van het overschot uitspoelt. Wel is bekend dat het afhangt van grondsoort en grondwatertrap. Wanneer we rekenen met een uitspoeling van 100% van het overschot en een neerslagoverschot van 300 mm per jaar dan is een overschot van 13 g koper en 133 g zink per ha precies de hoeveelheid die de MTR haalt. Wanneer we uitgaan van een lagere uitspoelingsfracties (afgeleid uit onderzoek) van 14% voor koper en 35% voor zink, zou met een overschot van 91 g koper per ha en 380 g zink per ha de MTR gehaald worden. Deze bandbreedte is erg groot: voor koper is de bovenkant ongeveer gelijk aan het minimum overschot in het project (91 vs 100 g koper per ha), behaald door 3 bedrijven en de onderkant slechts 13% van het minimum overschot (13 vs 100 g koper per ha). Voor zink is het hoogst toegestane overschot hoger dan het minimum overschot op de bedrijven (380 vs 270 g zink per ha) en de laagste ongeveer de helft van het minimum behaalde overschot (133 vs 270 g zink per ha).

Besparingen op koper en zink aanvoer

De drie bedrijven die kopersulfaat in het voetbad gebruiken, kunnen daarop veel besparen door alternatieven toe te passen zoals individueel te gaan behandelen of formalinebaden toe te passen. Op het grootste deel van de bedrijven komen dieren met hoge bloedwaarden voor. Dit duidt erop dat bedrijven minder kunnen voeren. Een goede manier lijkt om dieren meer in groepen van behoefte in te delen en die naar de behoefte te voeren. Zonder aanpassingen in het veevoer door de fabrikanten zal dit echter niet helemaal lukken. Een mogelijkheid is dan "krachtvoer op maat". Er zijn meststoffen waar koper en zink in zit zonder dat dit bekend is en bedoeld is toe te passen. Mogelijk zijn er alternatieven waar minder koper en zink in zit. Bewuste bemestingen met koper zouden bedrijven achterwege kunnen laten omdat het gewas daarvan geen nadeel ondervindt. Tekorten in het rantsoen zouden zij het meest efficiënt op kunnen lossen door koper en of zink direct aan de dieren via voer toe te dienen.

9.1 Vermelden gehalten koper en zink bij elke partij

Voor het achterhalen van de gehalten aan koper en zink in krachtvoerders en mineralenmengsels hebben we voor dit onderzoek alle fabrikanten benaderd. Zij stelden de gehalten beschikbaar en waren geïnteresseerd in de resultaten van het onderzoek. Om gemakkelijk met de informatie te kunnen werken moet de veehouder de gehalten steeds beschikbaar hebben. Daarvoor zou bij elke levering van krachtvoerders en mineralen het gehalte aan koper en zink vermeld moeten worden. In een bijeenkomst met een bestuur van een waterschap spraken de niet-boerenbestuursleden hun verwondering uit over dat bedrijven voedermiddelen aankopen en voeren waarvan de samenstelling niet bekend is. In navolging van de minas-overzichten voor stikstof en fosfaat aan het eind van het jaar, zou ook de aanvoer van koper en zink op dergelijke overzichten vermeld kunnen worden.

9.2 Alternatieven voor kopersulfaat voetbaden

Kopersulfaatvoetbaden worden hoofdzakelijk gebruikt om mortellaro (dermatitis digitalis) onder controle te houden. Het heeft geen preventieve werking volgens Manske et al (2002)³⁶. Mortellaro is een besmettelijke bacteriële aandoening van de huid boven het balgebied van de klauw, het tast dus niet de hoorn van de klauw aan. Welke bacteriën een rol spelen, is nog steeds niet geheel duidelijk. De aandoening kan zeer pijnlijk zijn en komt vooral voor aan de achterklauwen. Er zijn vier stadia van Mortellaro te onderkennen: beginnend M1, actief pijnlijk M2, genezend M3 en genezen M4 (Döpfer, 1994³⁷, Holzhauer et al, 2006³⁸), waarbij vooral voor de M1 en M2 kopersulfaatvoetbaden gebruikt wordt (omdat formaline in open wonden erg pijnlijk is). Een stadium M2 zou individueel behandeld moeten worden.

³⁶ Manske, T, Hultgren, J and Bergsten C, 2002. Topical treatment of digital dermatitis associated with severe heel horn erosion in a Swedish dairy herd. *Prev. vet. Med.* 53, 215-31.

³⁷ Döpfer, D, 1994. Epidemiological investigations about digital dermatitis on two dairy farms. Hannover, Tierärztliche Hochschule. Dissertation, 1994.

³⁸ Holzhauer, M, Hardenberg, C, Bartels, CJ, Frankena, K, 2006. Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science* 89, 2, 580-8.

In een overzicht van Leblanc et al, 2006³⁹ staat dat we op een dood spoor zitten wat betreft preventie en behandeling van mortellaro en dat de ziekte nu een endemische status heeft. Somers et al, 2003⁴⁰ concluderen dat mortellaro de laatste tien jaar is toegenomen, het komt nu voor bij 30% van de koeien. Als kopersulfaat in voetbaden gebruikt wordt, is dat meteen een aanzienlijk deel van de totale koperaanvoer op een melkveebedrijf. Afhankelijk van de hoeveelheid kopersulfaat in het bad en de frequentie van gebruik en de aanvoer van koper in andere bronnen (krachtvoer, mineralen, mest), kan dat oplopen tot 80% van de totale aanvoer. Er zijn mogelijkheden om zonder gebruik van koper mortellaro preventief en curatief te behandelen.

Alternatieve behandelingen (met minder milieuschade)

Voor het behandelen van mortellaro past men zowel koppelbehandelingen als individuele behandelingen toe. Als een groot deel van de koppel is aangetast geeft men de voorkeur aan koppelbehandelingen, bij incidentele gevallen komt individuele behandeling meer in aanmerking. Zoals eerder gezegd, zouden bedrijven ook M2 gevallen individueel moeten behandelen. Te gebruiken middelen moeten een bacteriedodende werking hebben, zo mogelijk ook het herstel van de beschadigde huid bevorderen en het welzijn niet (sterk) negatief beïnvloeden. Kopersulfaat is vooral bacteriedodend, formaline is bacteriedodend maar is pijnlijk in open wonden (Mortellaro M2), zink heeft ook een helende werking op de huid.

Alternatieven in voetbaden

Alternatieven voor kopersulfaat in voetbaden kunnen bestaan uit lagere doseringen koper, al of niet gecombineerd met andere middelen in voetbaden of als individuele behandeling en uit middelen die geen koper bevatten. In Nederland zijn geen antibiotica voor gebruik in voetbaden geregistreerd.

- Formaline in voetbaden is een goed alternatief als het toegepast wordt in een vroeg stadium van Mortellaro. In onderzoek op Nij Bosma Zathe bleek het wekelijks toepassen van een 4% formaline oplossing in een doorloopbad de meest effectieve strategie (Holzhauer et al, 2005⁴¹). Het aantal M2 laesies werd niet helemaal tot nul gereduceerd en de behandeling lijkt onvoldoende voor een blijvend effect. Jorritsma et al (2007)⁴² vinden formaline effectiever dan koperchelaatvoetbaden (Hoof clear).
- Laven & Hunt vonden geen verschil in effect tussen antibiotica, kopersulfaat, formaline en peracetic acid (een mengsel van azijnzuur en peroxyde). Shearer & Hernandez, (2000)⁴³ vonden het beste effect met een lagere koperoplossing in combinatie met peroxide en kationen middel.
- Kovex foam (zeep met azijnzuur+peroxyde) gaf een verbetering bij dagelijks gebruik maar niet bij minder frequent gebruik (Fiedler, 2004⁴⁴). Verboden in Nederland vanwege gevaar voor residuen in melk.
- Pediline (met o.a. koper- en aluminiumsulfaat) werd door Brydl et al (2004)⁴⁵ zeer effectief bevonden in een onderzoek zonder controlegroep.
- Jodiumpreparaten blijken niet effectief te zijn tegen mortellaro (Metzner, 2001)⁴⁶
- Voetbadmix: 10% koper in combinatie met organische zuren. 1 kg op 200 liter water. Geen onderzoek bekend.
- Gebluste kalk wordt gebruikt, effect niet onderzocht.
- Hoof fit bad
- Carematic claw spray
- Effectiever gebruik van middelen

Het schoonmaken van de klauwen door schoonspuiten in de melkstal of door een bad met schoon water voor het voetbad, verbetert het effect van middelen omdat middelen de aangedane plekken beter kunnen bereiken. Om middelen beter te laten inwerken wordt aangeraden koeien na het voetbad tenminste een half uur op een schone en droge vloer te houden.

Bij het gebruik van kunststofmatten in het voetbad moet het vloeistofniveau tussentijds regelmatig aangevuld worden om de klauwen voldoende in contact te brengen met het middel.

Doorloopbehandelbox (Vink) claimt met een halve liter water per koe toe te kunnen. De poten van de koeien worden eerst met een krachtige straal water schoongespoten en daarna met een middel behandeld.

³⁹ LeBlanc, SJ, Lissemore, KD, Kelton, DF, Duffield, TF and Leslie, KE, 2006. Journal of Dairy Science 89, 1267-79.

⁴⁰ Somers, JGCJ, Frankena, K, Noordhuizen-Stassen, EN and Metz, JHM, 2003. Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems. Journal of Dairy Science 86, 2082-93.

⁴¹ Holzhauer, M, Döpfer D, Boer, J de, Schaik, G van, Boven, M van en Jong, MCM de, 2005. Aanpak van ziekte van Mortellaro op melkveebedrijven, Minisymposium klauwgezondheid, sept. 2005.

⁴² Jorritsma, R, Lansink, BJG, Döpfer, D, 2007. vergelijking van twee soorten voetbaden op het voorkomen van dermatitis digital en dermatitis interdigital op een melkveebedrijf. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 132, 3, 949-52.

⁴³ Schearer, JK and Hernandez, J, 2000. Efficacy of two Modified nonantibiotic formulations (Victory) for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cows. Journal of Dairy Science 83, 741-5.

⁴⁴ Fiedler, A, 2004. Evaluation of the efficacy of the Kovex foam system in the decrease of the incidence of dermatitis digitalis, dermatitis interdigitalis and erosion ungulae. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.

⁴⁵ Brydl, E, Jurcovich, V, Könyves, L, Tirian, AE Alexov, M, Voran, F, 2004. Treatment of digital dermatitis without using of antibiotics- a clinical trial. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.

⁴⁶ Metzner, M, 2001. Update zur Dermatitis Digitalis des Rindes. Grosstierpraxis 2, 6, 47-51.

Individuele behandelingen

Er is een aantal middelen op de markt voor individuele toepassing op mortellaroplekken. Lokaal uitwendig toegepaste antibiotica (overzicht Berry et al, 2004)⁴⁷ al of niet onder verband (lincomicine, oxytertracycline, chloortetracycline, spectinomycine) heeft geen wachttijd voor melk. Bij parenteraal gebruik geldt wel een wachttijd. Andere lokaal toe te passen middelen bevatten veelal koper, zuren, peroxyde en ook kopersulfaat wordt wel gebruikt (bijvoorbeeld in de rugspuit voor individuele behandeling van aangetaste koeien).

Voordeel is dat de hoeveelheden koper aanzienlijk kleiner zijn dan bij gebruik in voetbaden, nadeel is dat het meer tijd kost, zeker als een groot deel van de koeien besmet is. Pospichal & Kofler (2003)⁴⁸ hebben Protexin Hoofcare getest en vonden geen verschil in effect met antibiotica. Schearer et al (1998)⁴⁹ testen individuele behandeling met koperoplossingen, al of niet aangevuld met zuren of peroxide en vonden met antibiotica vergelijkbare resultaten.

In de praktijk worden goede resultaten gemeld met hoof fit gel, hoof fit liquid, hoofgel, hoof-clear, e.d.

Er is geen onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van deze middelen.

9.3 Gehalten in rantsoen kunnen lager

Uit de bloedwaarden blijken de koper- en zinkgehalten voor het grootste deel van de koeien binnen de daarvoor gestelde referentietrajecten te vallen. Volgens de nu geldende normen wordt er in de voeding voor deze elementen dus niet op grote schaal onder- of overgedoseerd. Ervan uitgaande dat de onderste helft van de referentietrajecten voldoende is om tekorten onder alle omstandigheden te voorkomen, kunnen bedrijven de hoeveelheid koper en zink in het rantsoen beperken. Van de melkgevende koeien heeft 50% een kopergehalte in het hogere deel of boven de bovengrens van het referentietraject en van de droogstaande koeien een kwart. Voor zink geldt dat voor 20% van de melkgevende koeien en voor 30% van de droogstaande koeien. De toevoeging van koper aan krachtvoer en het verstrekken van koperhoudende mineralenmengsels kan verminderen zonder dat de diergezondheid in gevaar komt. Voor zink is er slechts een beperkte winst te behalen. Ziekten of aandoeningen door tekorten aan koper en zink zijn op de bedrijven niet gerapporteerd, ook niet bij dieren met een (tijdelijk) tekort.

Koper- en zinkgehalten in het ruwvoer variëren o.a. onder invloed van bodemvruchtbaarheid (grondsoort, bemesting) en het soort ruwvoer (graslandproducten, snijmaïs). In de rantsoenberekening (en het samenstellen van krachtvoer) kunnen bedrijven daar rekening mee houden. Het kopergehalte varieert van 6 – 80 mg per kg krachtvoer, het zinkgehalte van 20 – 300 mg per kg. Eiwitrijkere krachtvoerders bevatten gemiddeld meer koper en zink dan eiwitarmere krachtvoerders. Krachtvoergrondstoffen (granen, soja, raap end) zijn in het algemeen arm aan koper en zink. De door fabrikanten opgegeven kopergehalten in krachtvoer zijn gemiddeld iets hoger (8%) dan de geanalyseerde gehalten, het zinkgehalte daarentegen blijkt bij analyse 12% hoger dan door fabrikanten wordt aangegeven. In mineralenmengsels komen koper- en zinkgehalten voor tot resp. 3000 en 8000 mg/kg. Bij het stapelen van koper en zink door rantsoenen met ruwvoer en krachtvoer met hoge gehalten en mineralen met hoge gehalten, wordt de behoeftenorm regelmatig ruimschoots overschreden.

9.4 Benutting verbeteren door minder storende invloeden

De benutting van koper is laag en wordt sterk beïnvloed door o.a. zwavel en molybdeen. Voor het functioneren van het dier zijn zwavel en molybdeen altijd voldoende in het voer aanwezig. Voor de plantengroei kan het nodig zijn met zwavel te bemesten. Doe dat dan zodanig dat het zwavelgehalte in het ruwvoer zo laag mogelijk blijft. Ook andere onevenredig hoge gehalten aan mineralen (zink, ijzer) hebben invloed op de benutting van koper en ook van zink. Als ze ook bij een bewuste bemesting toch voorkomen, kan alleen met het mengen van partijen ruwvoer voordeel behaald worden. Ook krachtvoergrondstoffen kunnen tot 10 gram zwavel per kg bevatten (melasse, vinasse, raapzaad, sojaschroot).

9.5 Is er een verband tussen bedrijfsoverschot en waarden in het bloed

In de balans houden we alleen rekening met koper en zink die op de bedrijven aanvoeren en afvoeren. Het bedrijfsoverschot drukken we uit in hoeveelheid per ha. Een groot overschot hoeft dus geen relatie te hebben met de bloedwaarden: er kan immers zeer koper- en/of zinkarm ruwvoer aanwezig zijn waardoor veel mineralen in het krachtvoer of als mineralenmengsel aangevoerd moeten worden. Bovendien kan een deel van de aanvoer niet in voedermiddelen opgenomen zijn (kopersulfaat voetbaden, bemesting).

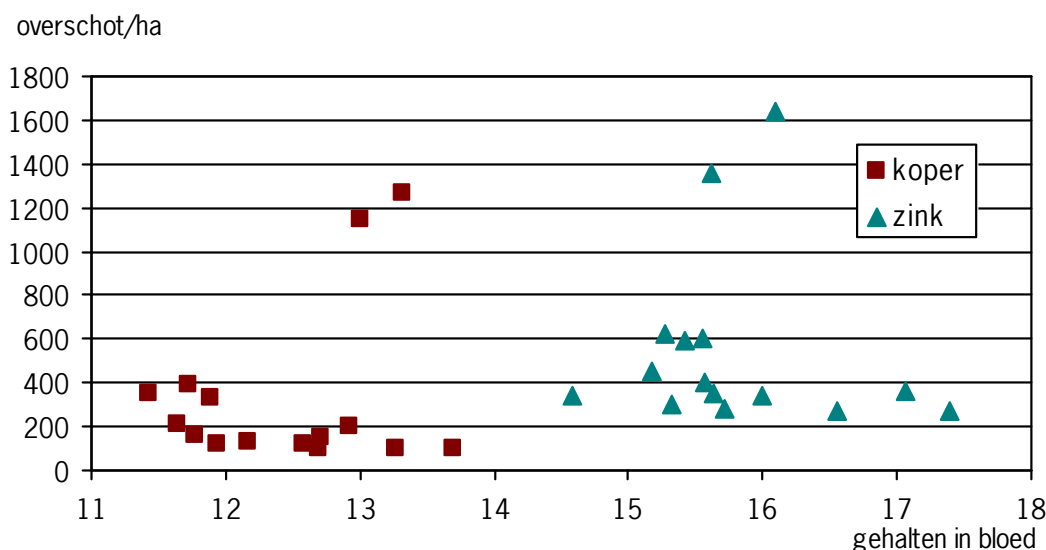
⁴⁷ Berry, SL, Walker, RL, Read, DH, Hird, DW, Ertze, RA, 2004. The current state of knowledge on digital dermatitis in dairy cattle: with particular reference to control. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.

⁴⁸ Pospichal M, Kopler, J, 2003. Behandlung der dermatitis digitalis (Mortellaro-Krankheit) bei milchkühen mite der nicht antibiotischen Paste Protexine Hoof Care. Wiener Tierärztlichen Monatschrift 90, 9, 244-53.

⁴⁹ Schearer, JK, Elliot, JB, Montoya, R and Doist, S, 1998. Efficacy of four non-antibiotic topical spray formulations as treatment for digital dermatitis in dairy cows. Poceedings 10th int. symp. lameness in ruminants, Luzerne, 285-6.

Anderzijds zal, als er jaarlijks een overschot is, de bodemvruchtbaarheid toenemen en daardoor de gehalten in het ruwvoer. In figuur 24 is er geen duidelijke relatie te zien tussen het overschot op het bedrijf en het gehalte in het bloed van de koeien.

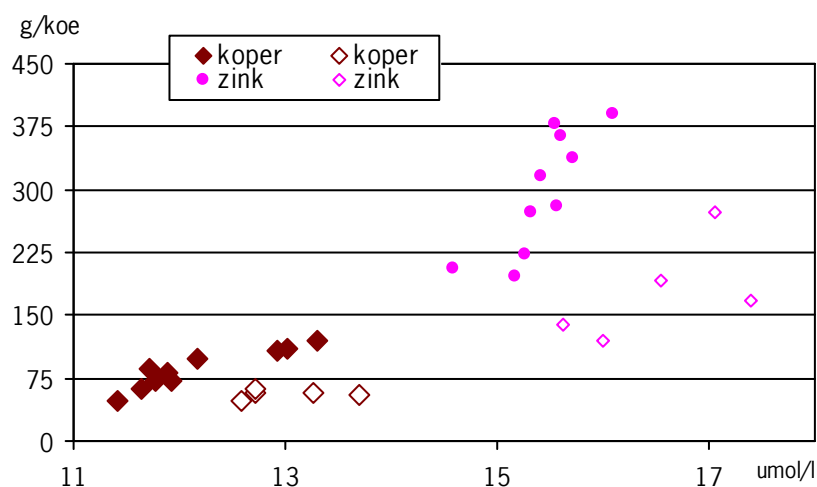
Figuur 24 Gehalten in bloed en overschot koper en zink in gram per ha



Afgezien van de twee bedrijven met een groot overschot lijkt er een trend dat bij de lagere gehalten in het bloed de grootste overschotten voorkomen, zowel voor koper als voor zink. Anders gezegd: grotere overschotten aan koper en zink op de bedrijven zorgen niet voor hogere bloedwaarden.

Een deel van de aangevoerde koper en zink komt niet of niet direct aan de koe ten goede en zal dan ook niet direct in de gehalten in het bloed tot uiting komen. In figuur 25 is daarom de aanvoer in voedermiddelen (krachtvoer, mineralen en ruwvoer) weergegeven in relatie tot de gehalten in het bloed. Er tekenen zich dan twee groepjes af, zowel bij koper als bij zink: twaalf bedrijven waar de aanvoer met voedermiddelen een goed verband heeft met de bloedwaarden en vijf bedrijven die onder die lijn liggen. Opvallend is dat op de vijf bedrijven met een lagere aanvoer en hogere gehalten in het bloed, relatief weinig koper en zink in de vorm van mineralen worden aangevoerd en dat de gehalten in het ruwvoer zeker niet hoger zijn dan op de twaalf andere bedrijven. Mogelijk gebruiken dieren koper en zink in ruwvoer en krachtvoer effectiever dan in mineralenmengsels of benutting zij het beter bij een beperkter aanbod. Arthington (2005)⁵⁰ suggereert dat toediening van grote hoeveelheden koper resulteert in lagere kopergehalten in de lever dan toediening van gematigde hoeveelheden.

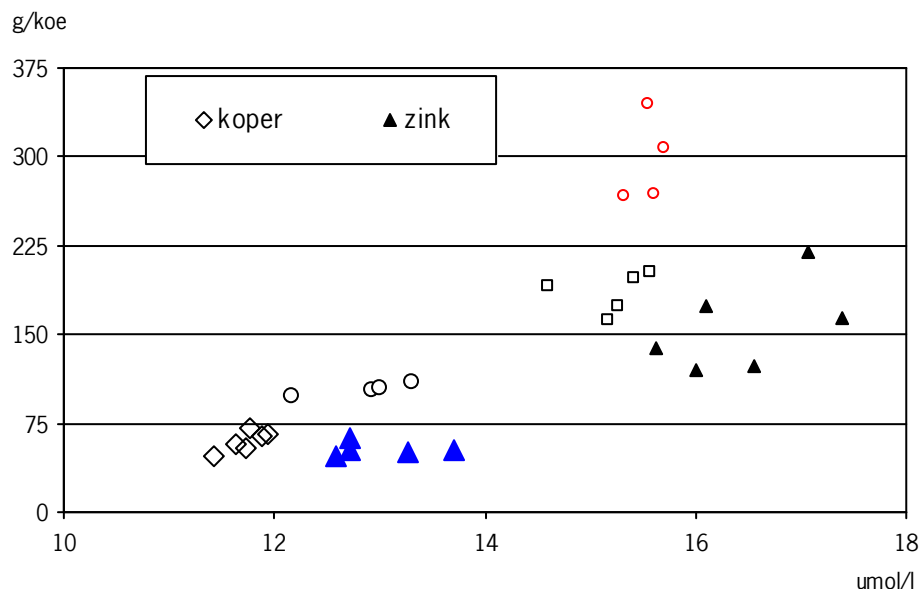
Figuur 25 Gehalten in bloed en aanvoer van koper en zink met voer



⁵⁰ Arthington, JD, 2005. Effects of copper oxide bolus administration or high-level copper supplementation on forage utilization and copper status in beef cattle. J. Anim. Sci. 83, 2894-2900.

In de voeding wordt voor koper rekening gehouden met een gemiddelde efficiëntie van 3,6% met daarbij tevens nog een veiligheidsmarge van 50%. Gevolg is dat gemiddeld 40 keer zoveel koper gevoerd wordt als de netto behoefte van het dier is. Bij zink is dat minder extreem met 3,3 keer de netto behoefte. De grote winst in het beperken van vooral koper zou behaald kunnen worden als de benutting zou kunnen verdubbelen. Het beperken van zwavel- en molybdeengehalten in het rantsoen kunnen daaraan bijdragen.

Figuur 26 Gehalten in bloed en aanvoer van koper en zink met krachtvoer en mineralen



In figuur 26 staat de relatie tussen de gehalten in het bloed en de aanvoer van koper en zink met krachtvoer en mineralen (figuur 25 was zonder ruwvoer). Je kunt daar op verschillende manieren naar kijken.

- Verwachting is: bij toenemende aanvoer hogere bloedwaarden. Dan vallen de ▲ uit de toon: bij een lage aanvoer zijn de bloedwaarden hoog.
- Verwachting is: geen relatie tussen de aanvoer en de bloedwaarden. Dan vallen de ○ uit de toon: vooral bij koper hebben de bedrijven met een hogere aanvoer bij de koeien een hogere bloedwaarde.
- Verwachting is: een groot aanbod heeft een negatief effect op de benutting: bij zink zijn dan de ○ de afwijkingen. De bloedwaarden blijven beperkt op bedrijven met een hoge aanvoer.

9.6 Drinkwater

Veel melkveebedrijven gebruiken grondwater als drinkwater voor het vee, schoonmaken e.d. Deze bronnen hebben allemaal een diepte van meer dan 25 meter. In de tabellen 19 en 20 is het maximumkoper- en zinkgehalte in monsterputten in het DINO-meetnet van 25 meter of meer in de verschillende gebieden weergegeven. Het gebied beslaat zuid Nederland: van Oud Alblas (X=10, Y=43) tot Panterden (X = 20, Y = 10) in het noorden van het gebied en van Etten Leur (X=10,Y38) tot Eijsden (X=20,Y=31) in het zuiden. Het maximale kopergehalte op grotere diepte blijkt meestal laag te zijn. De aanvoer van koper met drinkwater blijft daarmee beperkt. Bij een verbruik van 30 m³ per koe per jaar wordt er, bij een kopergehalte van 1,27 mg/m³ per koe ongeveer 40 mg aangevoerd, bij 5,72 mg/m³ is dat 172 mg per koe per jaar. Het maximum zinkgehalte op een diepte van meer dan 25 meter varieert sterk. Mogelijk is zink mobieler in de bodem dan koper of zijn er grotere puntbelastingen (bijvoorbeeld in de buurt van zinkfabrieken) Bij een watergebruik van 30 m³ per koe en een zinkgehalte van 16 mg/m³, wordt per koe 480 mg zink aangevoerd. Bij 300 mg zink per m³ is dat 9 gram per koe per jaar.

Tabel 22 Maximum kopergehalte (mg/m³) op een diepte van 25 meter of meer

Y	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
43											
42							0,70		2,22		
41					1,27						
40	1,27			1,27							
39						2,10					
38								1,27			
37											
36					2,22		1,27				
35								0,00		1,00	
34										0,00	0,02
33										35,00	
32											
31									5,72		

Tabel 23 Maximum zinkgehalte (mg/m³) op een diepte van meer dan 25 meter

Y	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
43											
42							15		31		
41					1800						
40	70			13							
39						22					
38								17			
37											
36					380		18				
35								0		46	
34										11	0
33										307	
32											
31									33		

9.7 Zijn er verbanden tussen huidbeschadigingen/kreupelheid en bedrijfsoverschotten

Zowel in het percentage huidbeschadigingen en kreupelheden als in de overschotten aan koper en zink zijn er grote verschillen tussen bedrijven. Er is geen verband gevonden tussen die parameters. Huidbeschadigingen en ook kreupelheden worden sterk beïnvloed door de omstandigheden waarin het dier zich bevindt. Kreupelheden zijn slechts voor een deel terug te voeren tot de voeding en worden voor een groot deel bepaald door de aard van de vloer, ventilatie, mest op de loopgangen, bezetting van de stal, overbezetting wat betreft ligboxen, obstakels in de stal e.d. Zelfs het gebruik van een mestschuif gaf geen verschil tussen groepen bedrijven te zien: ook veehouders zonder mestschuif kunnen de vloeren schoon houden door in handwerk of gemechaniseerd de vloeren schoon te schuiven. Ook huidbeschadigingen zijn voor een groot deel terug te voeren op de huisvestingsomstandigheden: grootte van ligboxen, gemak van kunnen gaan liggen en opstaan, hoogte van het voerhek in relatie tot grootte van de koeien, hoeveelheid en aard strooisel, aard van de ligbedden, obstakels op de looppaden, dode hoeken in de stal, rust van de veehouder e.d.

9.8 Wat is het minimum overschot

Het theoretische minimumoverschot is het verschil tussen de bruto en netto behoefte voor het vee, aangenomen dat voor andere toepassingen geen koper en zink nodig zijn. In de norm is een veiligheidsmarge van 1,5 keer de norm opgenomen. Bij het goed op de norm voeren voor alle diercategorieën zou die veiligheidsmarge verkleind kunnen worden. Veehouders zijn eerder geneigd een extra veiligheidsmarge in te bouwen omdat het gevaar van te veel koper en zink kleiner is dan van een tekort. Bovendien zijn de kosten van extra koper en zink betrekkelijk gering.

De meeste melkveebedrijven houden de dieren in groepen en kunnen slechts beperkt op de individuele behoefte van het dier reageren. Bovendien wisselt het rantsoen, zeker als de dieren weiden en er nauwelijks ander ruwvoer wordt bijgevoerd. Afgezet tegen het theoretische minimum doet een aantal bedrijven in het onderzoek het prima en weet een overschot te bereiken in de buurt van het minimum of zelfs daaronder, zowel voor koper als voor zink.

9.9 Hoe hoog zouden het koper- en zinkoverschot mogen zijn voor de Kaderrichtlijn Water

Uit alle voorgaande berekeningen en informatie is af te leiden dat het niet mogelijk is om het koper- en zinkoverschot op melkveebedrijven op nul of negatief te maken, zonder hele ingrijpende en dure maatregelen en/of zonder de diergezondheid in gevaar te brengen.

Een andere, mogelijke grens kan zijn om het overschot per ha zo laag te maken dat de concentratie van koper en zink zo hoog zijn als in de Kaderrichtlijn Water mag. Om dat overschot te berekenen doen we een aantal veronderstellingen.

- Het volledige overschot spoelt uit.
- Dit overschot wordt opgelost in het neerslagoverschot, gemiddeld 300 mm per jaar (Van Drecht en Scheper, 1998).
- De norm voor het oppervlakte water is het Maximaal Toelaatbaar Risico. Voor koper is dat 3,8 µg per l en voor zink 40 µg per l (76/464/EG-richtlijnen).

Berekening

- o Het neerslagoverschot 300 mm per ha per jaar is gelijk aan $0,300 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 3.000 \text{ m}^3$ per jaar. Dit is 3.000.000 liter per jaar.
- o Het overschot van 1 gram als dat volledig uitspoelt geeft dan een concentratie van 0,3 µg per liter. Men bereikt de MTR dus bij een uitspoeling van $3,8/0,3 = 12,7 \text{ g}$ koper per ha en $40/0,3 = 133 \text{ g}$ zink per ha overschot.

In Bussink et al. (2007) is afgeleid uit De Vries et al. (2002) dat 14-50% van koper uiteindelijk uitspoelt naar grondwater en 35-70% van zink. De grenzen zouden dan 25 tot 91 g koper per ha overschot en 190 tot 380 g zink per ha overschot zijn waarbij de MTR gehaald wordt. De ruimste grens zou voor koper net haalbaar kunnen zijn en voor zink ruim, want het laagste overschot op de onderzochte bedrijven is ongeveer 100 g koper per ha en 270 g zink per ha.

Echter, de rest van het koper- en zinkoverschot blijft in de bodem en het is de vraag of een deel van deze voorraad op den duur ook zal uitspoelen.

Het overschot dat achterblijft in de bodem zou bij de laagste uitspoelingsfractie en het halen van de MTR 87 g koper en 117 g zink per ha per jaar zijn. In de loop van de jaren betekent dit een flinke ophoping van deze metalen.

9.10 Waar kunnen de deelnemende bedrijven op besparen in koper en zink

De drie bedrijven die kopersulfaat in het voetbad gebruiken, kunnen daarop aanzienlijk besparen door bijv. individueel te gaan behandelen (zie ook alternatieven).

Uit de bloedwaarden blijkt dat op de meeste bedrijven een deel van de koeien hoge bloedwaarden heeft en dus ook in de voeding op zowel koper als zink bespaard kan worden. Veehouders kunnen groepen dieren beter op de norm voeren (de veiligheidsmarge zit al in de norm). Zij zullen bij krachtvoerfabrikanten erop moeten aandringen dat er minder toegevoegd wordt / dat krachtvoerders ook wat betreft koper en zink op maat gemaakt worden.

Vooraf in de workshops bleek dat door het gebruik van kopervrije en/of zinkvrije meststoffen besparingen mogelijk zijn. Ook bewuste bemestingen met koper zouden achterwege kunnen blijven en vervangen kunnen worden door een directere manier van toediening van koper aan de dieren.

10 Conclusies en aanbevelingen

Het koper- en zinkoverschot (aanvoer minus afvoer) op de bedrijfsbalans bepaalt de ophoping in de bodem en de belasting naar grondwater en oppervlaktewater. Hoe groot is het koper- en zinkoverschot op de 15 onderzochte bedrijven ?

Gewogen gemiddeld over de 15 bedrijven is de aanvoer, afvoer en het overschot van koper en zink

	Koper	Minimum en maximum	Zink	Minimum en maximum
Aanvoer g/ha	322	100 - 1518	635	343 - 2033
Afvoer g/ha	36	1 - 368	172	56 - 662
Overschot g/ha	286	99 - 1150	463	268 - 1638
Overschot als % van aanvoer	89 %	75,8 - 99,5 %	73 %	30,1 - 77,5 %

Gemiddeld over de 15 bedrijven is 11% van het aangevoerde koper weer afgevoerd en 27% van de aangevoerde zink. De rest is opgehoopt in de bodem en kan uit- en afspoelen naar grond- en oppervlaktewater.

Wat zijn de aanvoer en afvoer posten op een melkveebedrijf en hoe groot zijn die?

De aanvoer- en afvoerposten voor koper en zink en de procentuele aandelen in de aanvoer en afvoer zijn

Aanvoerpost	% van koperaanvoer (322 g/ha)	% van zinkaanvoer (635 g/ha)
Diergezondheid (voetbaden etc)	35	<1
Dieren	<1	1
Krachtvoer	32	53
Mineralenmengsels	15	16
Ruwvoer	5	19
Mest en kunstmest	13	8
Strooisel	<1	1
(Drink)water	<1	2
Afvoerpost	% van koperafvoer (36 g/ha)	% van zinkafvoer (172 g/ha)
Dieren	1	8
Melk	4	46
Mest	92	40
Ruwvoer	3	5
Strooisel	<1	<1
(Zaai)zaad	<1	<1

Voor de meeste bedrijven is krachtvoer de grootste aanvoerpost voor zowel koper als zink; gemiddeld bepaalt krachtvoer een derde van de aanvoer van koper en de helft van de aanvoer van zink.

Voor de drie bedrijven die kopersulfaatvoetbaden gebruiken, is de kopersulfaat de grootste aanvoerpost, 35 tot 80% van de aanvoer.

De grootste afvoerpost voor koper is mest en voor zink is dat melk.

De afvoer in melk en vlees, de belangrijkste producten van een melkveebedrijf, is laag. De koperafvoer in melk en vlees is 0,1 tot 1,3 % van de koperaanvoer (gemiddeld 1%). De zinkafvoer met melk en vlees is 9 tot 22 % van de zinkaanvoer (gemiddeld 19%). De benutting door de dieren van koper en zink is dus laag.

Kan het overschot voor koper en zink lager ? Kan dat via verhoging van de afvoer of via verlaging van de aanvoer ?

Er zijn grote verschillen in koper- en zinkoverschotten tussen de bedrijven. Er is in de relatief kleine groep bedrijven waar we de overschotten voor berekend hebben, geen relatie tussen intensiteit en overschot. Hieruit verwachten wij dat de overschotten in ieder geval op een groot deel van de bedrijven omlaag kunnen, onafhankelijk van veebezetting of melkproductie per ha.

Het overschot van koper en zink wordt vooral bepaald door de aanvoer. Slechts 10% van het aangevoerde koper en 26% van het aangevoerde zink wordt weer afgevoerd.

Er zijn weinig mogelijkheden om de afvoer in producten te vergroten en mestafvoer is duur en niet gewenst. Om het overschot te verlagen is het daarom noodzakelijk de aanvoer te verlagen.

Welke aanvoerposten kunnen omlaag op de onderzochte bedrijven en hoever ?

- Een overschot van nul (aanvoer = afvoer) voor koper en zink op een melkveebedrijf is niet mogelijk omdat de dieren (veel) meer koper en zink in de voeding nodig hebben dan ze met melk en vlees produceren. De benutting van koper en zink door runderen is laag.
- Het berekend minimum in de voeding op basis van het verschil tussen bruto en netto behoefte van de dieren en standaard gehalten in het ruwvoer is voor een koe inclusief jongvee met een productie van 8200 kg melk 82 gram koper en 70 gram zink per dier per jaar. Op bedrijven zonder derogatie levert dat een overschot van 92 g koper en 79 g zink per ha. Op bedrijven met derogatie 136 g koper en 116 g zink per ha. Voor koper zitten de bedrijven met het laagste overschot daar onder, voor zink zitten alle bedrijven daarboven. Mogelijk dat de bedrijven met een lager koperoverschot hogere gehalten hebben in het ruwvoer (zit niet in de balans) of dat het vee inteert op de voorraad in de lever.
- Het minimum overschot van de bedrijven in dit onderzoek was ongeveer 100 gram Cu en 270 gram Zn per ha. Drie bedrijven hadden deze overschotten, het was dus geen uitzonderlijk "zuinig" bedrijf dat het laagste overschot had. De overige bedrijven zaten daar soms ver boven (bij koper een factor 10, bij zink een factor 6). Bij koper kwam dat door de aanvoer van kopersulfaat voor voetbaden en krachtvoer, bij zink door de aanvoer van krachtvoer en mineralenmengsels.
- De hoeveelheden koper in het rantsoen kunnen ook op basis van de gemeten bloedwaarden naar beneden. De bloedwaarden voor koper lagen voor ongeveer de helft van de melkgevend koeien op een hoog of te hoog niveau, bij de droge koeien was dat 25%. Een aantal bedrijven voerden aanwijsbaar boven de norm: de aanvoer met voedermiddelen alleen was al hoger dan de norm, ongeacht het ruwvoer van eigen bedrijf.
- De hoeveelheid zink in het rantsoen kan naar beneden. 25% van de melkgevend koeien en 30% van de droogstaande koeien heeft een hoog of te hoog zinkgehalte. Alle bedrijven voerden zink aan, volgens de normen zit er vrijwel altijd voldoende in het ruwvoer.
- Bij de verdeling van koper en zink in het voer zou beter rekening gehouden kunnen worden met de behoeften van de verschillende diergroepen: droge koeien hebben soms een laag kopergehalte in het bloed, nieuwmelkte koeien een laag zinkgehalte.
- Vanuit het oogpunt van voeding en gezondheid kan de hoeveelheid aanvoer van koper en zink in voedermiddelen omlaag. Als de krachtvoer- en mineralenfabrikanten de gehalten aan koper en zink in hun producten verlagen of producten met lagere gehalten ontwikkelen, is het voor melkveehouders gemakkelijker het koper- en zinkoverschot tot het benodigde minimum te verlagen. Ook door beperkt te voeren van de bestaande voedermiddelen en mineralenmengsels kunnen koper en zink verlaagd worden en in beter in de buurt van de behoefte komen.
- Er zijn alternatieven voor kopervoetbaden. Individueel behandelen bespaart veel koper en is effectiever.

Overige conclusies

- Alle krachtvoer- en mineralenfabrikanten verstrekten op eerste aanvraag de gehalten aan koper en zink in de voedermiddelen (maar willen de gehalten niet algemeen bekend hebben).
- In kunstmest zit soms onverwacht veel koper en/of zink. Een voorbeeld daarvan is kieseriet: deze veel gebruikte magnesium- en zwavelmeststof bevat 0,7% koper en 0,5% zink.
- De deelnemers aan de workshops hadden geen idee van de hoogte van het overschot aan koper en zink op hun bedrijf.
- Een globale koper- en zinkbalans is snel te maken met behulp van de door de veehouder aangeleverde hoeveelheden aan- en afgevoerde producten en gemiddelde gehalten.

Aanbevelingen

- Er zijn voedermiddelen en kunstmeststoffen die koper en zink bevatten zonder dat het vermeld is. Als er al koper- en zinkgehalten vermeld zijn, zijn het vaak de toegevoegde hoeveelheden. Het vermelden van het totale gehalte biedt meer inzicht. Aanbevolen wordt om gehalten koper en zink op verpakkingen van voedermiddelen, kunstmeststoffen en dergelijke te vermelden.
- De hoeveelheden koper en zink die een bedrijf aanvoert met voedermiddelen of kunstmest zouden op een jaaroverzicht moeten staan, zoals nu het geval is voor de hoeveelheden stikstof en fosfor.
- Koperbemesting kan verminderd of zelfs weggelaten worden. Gras en maïs hebben in Nederland vrijwel nooit last van kopergebrek. Het is in veel gevallen efficiënter om een kopertekort bij het vee op te lossen door directe toediening aan de dieren.
- Runderdrijfmest bevat minder koper en zink dan (fok)varkensmest. Als er keuze is, is het verstandig om runderdrijfmest in plaats van varkensmest aan te voeren.

Suggestie voor vervolg

Uit dit inventariserende onderzoek concluderen we dat er mogelijkheden zijn voor het verlagen van koper- en zinkoverschotten door voeding en beperking van koper in voetbaden. In de praktijk is tot nu toe nog weinig aandacht voor koper en zink in de voeding, omdat er zelden gezondheidsproblemen zijn door gebrek of overmaat van deze stoffen.

Een meerjarig demonstratieproject kan sterk bijdragen aan de bewustwording van deze problematiek. In zo'n project zal blijken dat de koper- en zinkvoorziening van de dieren werkelijk omlaag kan zonder gezondheidsproblemen en productieverlaging. We denken dan aan een project waarin (een aantal van) de deelnemende bedrijven begeleiding krijgen bij het verlagen van het koper- en zinkoverschot, vooral in de voeding. De krachtvoerfabrikant krijgt daarin een actieve rol. De indruk is dat het gebruik van kopervoetbaden in de praktijk al aan het afnemen is.

De reikwijdte van dit project is tot nu toe beperkt tot vijf workshops bij deelnemers, een workshop met "beleidsmensen" (waterschappen, LNV, provincies) en enkele artikelen in vakbladen en nieuwsbrieven, zes workshops in Utrecht en Zuid Holland en twee inleidingen (voor bestuur waterschap Salland en veehouders in Noord Brabant). De resultaten zijn gebruikt in een literatuuroverzicht voor LNV over de noodzaak en de mogelijkheden tot het beperken van kopersulfaat in voetbaden. De informatie uit dit project en een eventueel vervolg kan meer verspreid worden via vakpers en meer workshops en/of presentaties.

11 Literatuur

- Anderson, RR, 1992. Comparison of trace elements in milk of four species. J. Dairy Science 75, 3050-5.
- Armory, JR, Kloosterman, P, Barker, ZE, Wright, JL, Blowey, RW and Green, LE, 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. Journal of Dairy Science 89, 1509-15.
- Arthington, JD, 2005. Effects of copper oxide bolus administration or high-level copper supplementation on forage utilization and copper status in beef cattle. J. Anim. Sci. 83, 2894-2900.
- Bargai U. Outbreaks of digital dermatitis, interdigital dermatitis and heel erosion associated with a nutritional ethology, Koret School of Veterinary Medicine, Hebrew University, Jerusalem.
- Berry, SL, Walker, RL, Read, DH, Hird, DW, Ertze, RA, 2004. The current state of knowledge on digital dermatitis in dairy cattle: with particular reference to control. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.
- Boer, M. en Hin, KJ., 2003. Zware metalen in de melkveehouderij. Resultaten en aanbevelingen vanuit het project Koeien & Kansen. Koeien & Kansen-rapport 16, december 2003, 59 p.
- Boer, M, Kool, A en Schans, F. van der, 2006. Gebruik van kopersulfaat in voetbaden. CLM 627, januari 2006, 28p.
- Boer, DJ den, Moolenaar, SW en Bakker, RF, 2007. Verminderen aanvoer zware metalen op melkveebedrijven via het rantsoen met de spoorwijzer. NMI-rapport 1216.N.06, maart 2007, 66p
- Bussink, D.W., D. J. den Boer, G. van Duinkerken, R.L.G. Zom, 2007. Mineralenvoorziening rundvee via voerspoor of bodem- en gewasspoor. NMI-rapport O1139, april 2007, 134pp.
- Brydl, E, Jurcovich, V, Könyves, L, Tirian, AE Alexov, M, Voran, F, 2004. Treatment of digital dermatitis without using of antibiotics- a clinical trial. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.
- CBS, 2003. Emissie van zeven zware metalen naar landbouwgronden
- CVB, 2003, Chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Veevoedertabel 2003,
- CVB, 2005. Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten. 228 p.
- De Vries W, Römkens PFAM, Van Leeuwen T en Bronswijk JJB (2002) Heavy Metals. Uit: Haygarth PM & Jarvis SC (eds) Agriculture, Hydrology and Water Quality, Chapter 5. CABI publishing, ISBN 0-85199-545-4.
- Dokkum, HP van, Counotte, GHM, Meijer, GAL, Hovenkamp-Obbema, IRM, 1998. Achtergronddocument referentiewaarden waterkwaliteit – diergezondheid. November 1998. 44p.
- Döpfer, D, 1994. Epidemiological investigations about digital dermatitis on two dairy farms. Hannover, Tierärztliche Hochschule. Dissertation, 1994.
- Drecht, G. van, E. Scheper, 1998. Update of the model NLOAD for nitrate leaching from Agricultural soils, description of the model and GIS-environment. Rapport 711501002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, 114 pp.
- GD-praktijkmap herkauwers 2006, Laboratorium, veedrinkwater p5.
- Gustafson, GM, Salomon, E, Jonsson, S and Steinbeck, S, 2003. Fluxes of K, P and zink in a conventional and a organic dairy farming system through feed, animals, manure and urine: a case study at Öjebyn Sweden. Europ. J. Agronomy 20, 89-99.
- Fiedler, A, 2004. Evaluation of the efficacy of the Kovex foam system in the decrease of the incidence of dermatitis digitalis, dermatitis interdigitalis and erosion ungulae. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.

- Hart, S, 2004. Introduction to goat nutrition. Langston University, 4p.
- Holzhauser, M, Döpfer D, Boer, J de, Schaik, G van, Boven, M van en Jong, MCM de, 2005. Aanpak van ziekte van Mortellaro op melkveebedrijven, Minisymposium klauwgezondheid, sept. 2005.
- Holzhauser, M, Hardenberg, C, Bartels, CJ, Frankena, K, 2006. Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science* 89, 2, 580-8.
- Holzhauser, M, Döpfer D, Boer, J de, Schaik, G van, 2006a. The influence of different intervention strategies on the incidence of papillomatous digital dermatitis. In: *Claw health in dairy cows in the Netherlands. Thesis Utrecht*, 147-71.
- Internationale Maascommissie, 2005. Internationaal stroomgebieddistrict Maas, Analyse , overkoepelend rapport.)
- Kirk, JH, 2003. Field evaluation of footwart vaccine. *School of veterinary medicine*, sept. 2003.
- Jorritsma, R, Lansink, BJG, Döpfer, D, 2007. vergelijking van twee soorten voetbaden op het voorkomen van dermatitis digital en dermatitis interdigital op een melkveebedrijf. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 132, 3, 949-52.
- Kofler, J, 2001. Beziehungen zwischen Fütterung und Gliedmassenerkrankungen bei Rindern – Diagnostik, Therapie und Prophylaxe. *Milkviehütterung, Grundlagen und Praxisempfehlungen*, 28 Viewirtschaftliche Fachtagung, Mai, 75-92.
- Koskamp, GJ en Kuik, van M, 1999. Zware metalen op De Marke. Interne CLM-notitie. Utrecht
- Kumper, H, 2002. Funktionelle klauwenpflege und Grundsätze der Lahmheitsbehandlung beim Rind. Universität Giessen.
- Laven, RA and Hunt, H, 2002. Evaluation of copper sulphate, formalin and peracetic acid in footbaths for the treatment of digital dermatitis in cattle. *The Veterinary Record*, august 3, 144-6.
- Laven, RA, 2004. Impact of housing type on prevalence and severity of digitalis dermatitis. *Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants*, Maribor.
- Laven, RA and Lawrence, KR, 2006. An evaluation of the seasonality of veterinary treatments for lameness in UK dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89, 3858-65.
- LeBlanc, SJ, Lissemore, KD, Kelton, DF, Duffield, TF and Leslie, KE, 2006. *Journal of Dairy Science* 89, 1267-79.
- Manske, T, Hultgren, J and Bergsten C, 2002. Topical treatment of digital dermatitis associated with severe heel horn erosion in a swedish dairy herd. *Prev. vet. Med.* 53, 215-31.
- Manson, F.J. & J.D. Leaver, 1998. System of locomotion scoring. 10th International Symposium on Lameness in Ruminants. Lucerne, Switzerland, p 32-35.
- Menzi H. and Kessler J., 1998: Heavy metal content of manures in Switzerland. In Martinez J. and Maudet M.N. (eds): *Proc. 8th International Conference on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN 98)*, Rennes (F) May 26-29 1998, vol. 1, 495-506.
- Metzner, M, 2001. Update zur Dermatitis Digitalis des Rindes. *Grosstierpraxis* 2, 6, 47-51.
- Molenaar, SW en Bussink, DW, 2006. Zware metalen in de bodem. In: *De aanpak zware metalen op melkveebedrijven. Koeien & Kansen-rapport 32*, juli 2006, 41-52.
- Nuss, K, 2005. Erkrankungen des Bewegungsapparates des Rind, klauwenerkrankungen 2006, *Vetsusie-Fakultät der Universität Zurich*, juni, 14p.
- NN, 2004. Programm zur bekämpfung und kontrolle von dermatitis digitalis des Rindes. *Amtlichen Veterinärberichten* 8a, 2004.

- Poelarends, JJ en Smolders, EAA, 2004. Diergezondheid en vruchtbaarheid op bedrijven met aangescherpt mineralenmanagement. Praktijkrapport 57, december 2004, 48p.
- Pospichal M, Kopler, J, 2003. Behandlung der dermatitis digitalis (Mortellaro-Krankheit) bei milchkühen mit der nicht antibiotischen Paste Protexine Hoof Care. Wiener Tierärztlichen Monatschrift 90, 9, 244-53.
- Raisbeck, MF, Siemion, RS, Smith, MA, 2006. Modest copper supplementation blocks molybdenosis in cattle. J. Vet. Diagn. Invest. 18, 566-72.
- Rodriguez Rodriguez, EM, Sanz Alaejos, M and Diaz Romero, C, 2001. Mineral concentrations in cow's milk from the canary Islands. J. of Food Composition and analysis 14, 419-30.
- Scheerer, JK, Elliot, JB, Montoya, R and Doist, S, 1998. Efficacy of four non-antibiotic topical spray formulations as treatment for digital dermatitis in dairy cows. Proceedings 10th int. symp. lameness in ruminants, Luzerne, 285-6.
- Scheerer, JK and Hernandez, J, 2000. Efficacy of two Modified nonantibiotic formulations (Victory) for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cows. Journal of Dairy Science 83, 741-5.
- Schultheiß, U, Roth, U, Döhler, H and Eijel, H, 2004. Heavy metal flows in livestock farming- the impact of the stable. Landtechnik 4, 226-7.
- Sol Morales, M, Palmquist, DL and Weiss, WP, 2000. Milk fat composition of Holstein and Jersey cows with control or depleted copper status and fed whole soybeans or tallow. J. Dairy Science 83, 2112-9.
- Somers, JGCJ, Frankena, K, Noordhuizen-Stassen, EN and Metz, JHM, 2003. Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems. Journal of Dairy Science 86, 2082-93.
- Somers, JGCJ, Frankena, K, Noordhuizen-Stassen, EN and Metz, JHM, 2005. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. Prev. Vet. Med. 71,11-21.
- Vanegas, J, Overton, M, Berry, SL, and Sisco, WM, 2006. Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in free stall barns. Journal of Dairy Science 89, 4251-58.
- Waaij, EH van der, Holzhauer, M, Ellen, E, Kamphuis, C, Jong, G de, 2005. Genetic parameters for claw disorders in Dutch dairy cattle and correlations with conformation traits. Journal of Dairy Science 88, 3672-8.
- Wentink, GH, Smolders, G, Boxem, Tj, Wensink, Th, Muller, KE, Top, AM van der, 1999. Lack of clinical abnormalities in dairy heifers with low blood and liver copper levels. The Veterinary Record 145, 258-59.
- Westhoek, HJ, Beijer, L, Bruins, WJ, Hotsma, PH, Janssen, JWM en Maathuis, EJ, 1997. Aan- en afvoerbalansen van zware metalen van Nederlandse landbouwgronden, IKC-Landbouw, Ede.
- Zemljic, B, 2004. Influencing of footbathing on prevalence of digital dermatitis after introduction of diseased animal into healthy dairy herd. Proceedings 13th Int. Symposium Lameness in Ruminants, Maribor.