

J. M. van Leeuwen en J. van der Grift

*Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Hoorn*

# Waarnemingen omtrent de Zn-stofwisseling van kalveren

with a summary

Observations on Zn metabolism of calves



1969 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*  
*Wageningen*

4106633

ISBN 90 220 0191 1

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1969.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced and/or published in any form, photoprint, microfilm or by any other means without written permission from the publishers.

# **Inhoud**

<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>Methode</b>	<b>2</b>
<b>Resultaten</b>	<b>3</b>
<b>Bespreking</b>	<b>15</b>
<b>Conclusies</b>	<b>16</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>16</b>
<b>Summary</b>	<b>16</b>
<b>Literatuur</b>	<b>18</b>

## Inleiding

Aanleiding tot het onderzoek van de Zn-stofwisseling bij kalveren was het spontaan optreden van parakeratose in 1964, vooral in de provincie Noord-Holland. De verschijnselen kwamen overeen met die beschreven door MILLER & MILLER (1960).

Op een leeftijd van enige weken tot 2 à 3 maanden werd de snuit pijnlijk en ontstond korstvorming en haaruitval rond de bek, de ogen, de oorbasis, in de nek, op de buikhuid, het scrotum, de (gewrichten van) voor- en achterbenen en in de kootholten. De dieren speekselden, waren zeer vatbaar voor infecties en vertoonden bijna steeds diarree en soms bronchopneumonie. Voederopneming en groei waren minimaal en zonder behandeling volgde meestal de dood. Bij sectie werd vaak een catarrhale enteritis vastgesteld, terwijl in de huid naast sterke parakeratose, ontstekings- en vervalprocessen waarneembaar waren.

In diverse gevallen gaf het verstrekken van Zn genezing van de ziekte. Er waren nooit aanwijzingen voor vitamine A gebrek of voor intoxicatie met hooggechlorreerde naphthalenen. Soms waren de patiënten duidelijk genetisch verwant maar meestal niet.

Een andere aanleiding voor het onderzoek werd tegelertijd gevonden bij mestkalveren op melkvervangende rantsoenen, waaraan extra Zn werd toegevoegd ter verbetering van de groei en de kwaliteit van het slachtprodukt. Zn zou zowel de gehele stofwisseling als de huidfunctie stimuleren, waardoor minder haren zouden loslaten en de hoeveelheid haarballen in het magencomplex van deze dieren zou afnemen.

Tegelijkertijd zou Zn de blankheid van het vlees bevorderen. Het antagonisme tussen Zn en Cu was weer aanleiding tot onderzoek met verschillende soorten koek, die de weide-ontkopering van jong rundvee tegengaan. Naast Cu-koek komt in Nederland sporenelementenkoek voor, waarin naast Cu, Mn, Co, J en dergelijke ook Zn is opgenomen. Door het antagonisme tussen Zn en Cu zou deze sporenelementenkoek dus minder gewenst kunnen zijn voor de bestrijding van Cu-gebrek.

Tenslotte zijn nog enkele Zn-gehalten in lever en plasma bepaald bij koeien en hun kalveren, 1 dag na de partus.

Interessant is hoe de Zn-gehalten reageren onder deze bijzondere omstandigheden. (Volgens VIKBLADH (1950 en 1951) zou bij de mens bij levercirrhosis, pernicioze anemie, bij acute en chronische infecties, zoals pneumonie, bronchitis en pyelonefritis en om en nabij de partus het Zn-gehalte in het serum verlaagd zijn. Stijging trad weer op tijdens de herstelperioden. Volgens WOLFF (1956) daarentegen zou bij de mens in andere gevallen, zoals hyperthyroidisme, hypertensie, eosino-

philie en experimentele hyperthermie juist stijging van het Zn-gehalte in het serum mogelijk zijn.)

De vraag doet zich voor in hoeverre serum of plasma in alle omstandigheden geschikt zijn om alimentair Zn-gebrek vast te stellen.

### **Methode**

De waarnemingen en proeven vonden in het algemeen plaats bij zwartbont Fries-Hollands vee.

De levers werden door biopsie bij het levende dier bemonsterd, behalve bij de mestkalveren; daar gebeurde het na het slachten.

De bepaling van Zn, Cu en Fe in een lever- of plasmamonster vond plaats door destructie van het monster met zwavel- en salpeterzuur, waarna met dithizon in tetra het Cu en Zn uit het destruaat werden verwijderd en Fe overbleef. Met zoutzuur kon het Cu van het Zn gescheiden worden, waarna de eigenlijke bepaling plaatsvond. Het Fe-gehalte werd bepaald met 0-phenantroline, het Cu-gehalte met natriumdiethyldithiocarbamaat en het Zn-gehalte met dithizon. De optische dicht-

*Fig. 1. Cases of parakeratosis (summer 1966).*



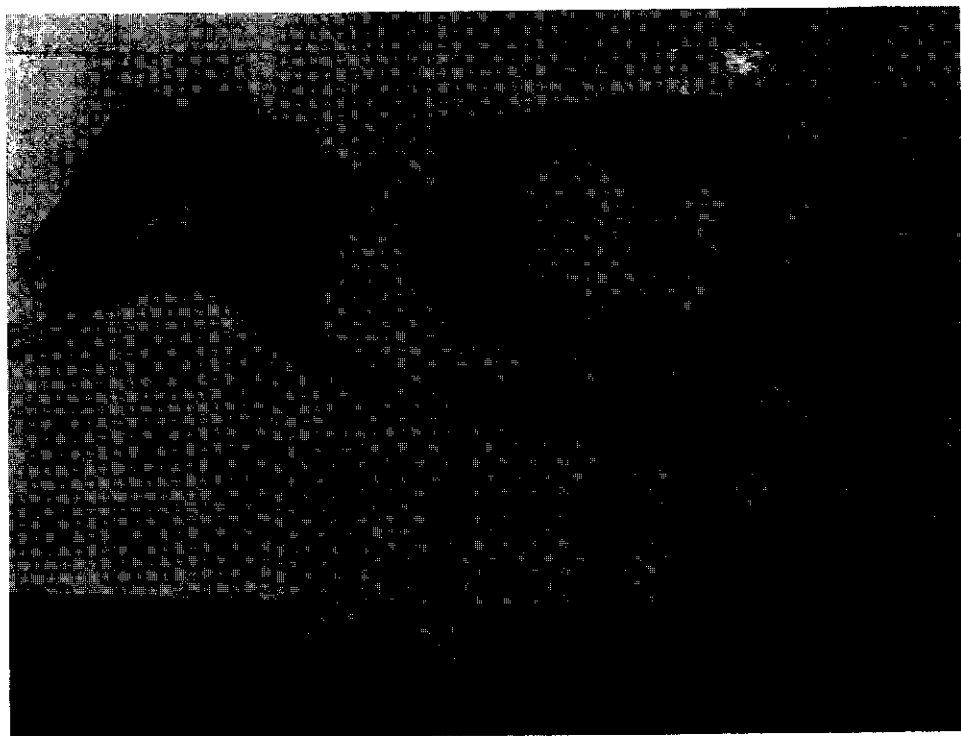
**Fig. 1. Gevallen van parakeratose (zomer 1966).**

heid van de uiteindelijk verkregen kleur werd in het geval van Fe gemeten bij een golflengte van 512 m $\mu$ , van Cu bij 430 m $\mu$  en van Zn bij 530 m $\mu$ . Van serum werd alleen het Zn-gehalte bepaald.

## Resultaten

Tabel 1 geeft het gemiddelde Zn-gehalte van het serum weer van 20 kalveren met parakeratose. In het plasma kan de uitkomst tot 8 % lager zijn. Het rantsoen bestond in het algemeen uit melk, enig hooi en krachtvoer. In de droge stof van het gehele rantsoen was steeds minstens 25 ppm Zn aanwezig.

De spreiding werd berekend uit de standaardafwijking van de enkelvoudige waarneming. De helft van het aantal monsters bevatte minder dan 0,42 mg Zn/l serum. Acht dieren stierven met ernstige parakeratose en hadden een gemiddeld Zn-gehalte van het serum van 0,32 mg/l. Tien van de overgebleven dieren, met een gemiddeld Zn-gehalte van het serum van 1,03 (0,38-1,68) mg/l, werden behandeld met een Zn-drankje. Elk dier ontving per dag 100 mg Zn als zinksulfaat. Zeven



van de 10 dieren herstelden daarna, 3 anderen gingen dood en hadden vlak voor de dood een Zn-gehalte van het serum van resp. 0,22, 0,50 en 1,72 mg/l. Samen-vattend kan men zeggen, dat het Zn-drankje een gunstige invloed had op de ge-gezing van parakeratose, ook in die gevallen waarin het Zn-gehalte van het serum niet laag was. In een paar gevallen bleek het Zn-gehalte van het serum niet te worden verhoogd door het per os toegediende Zn en deze dieren stierven. In de zomer van 1966 werden 2 kalfjes met ernstige parakeratose opgesteld voor nader onderzoek. De dieren waren ongeveer 3 maanden oud, aten hooi en krachtvoer (max. 2 kg per dag) en dronken melk. In het basisrantsoen was minstens 25 ppm Zn in de droge stof aanwezig. Zij herstelden niet door een behandeling met 5 g zinksulfaat per dier per dag in de melk. Vóór de Zn-gift bevatte het plasma 0,40 mg Zn/l en de lever 150 mg Zn/kg droge stof. Na de behandeling gedurende 14 dagen was in het plasma aanwezig 0,35 mg Zn/l en in de lever 125 mg Zn per kg droge stof. Het Zn werd dus in het geheel niet geresorbeerd.

Ook waren de kalfjes erg vatbaar voor bronchopneumonie, conjunctivitis en maagdarmaandoeningen (diarree).

Wanneer de dieren op de aangetaste plekken gedurende 2 weken en om de paar dagen werden ingesmeerd met een Zn-zalf (pasta Lassar: 25 % ZnO, 2 % salicyl-zuur, 25 % tarwezetmeel en 48 % gele vaseline) trad spoedig verbetering in de toestand op. De huid genas en werd soepel en behaard, de dieren gingen beter eten, de diarree en het speekselen verdwenen en de dieren groeiden na enkele weken reeds meer dan 1200 g per dag. Twee tot drie weken na het einde van de behan-deling kwam een terugval en ontwikkelde de parakeratose zich weer volledig. Na hernieuwde behandeling met de Zn-zalf trad weer herstel op tot de volgende reci-dief. Zo wisselden zich bij beide dieren een aantal zieke en gezonde perioden af waarbij steeds de lever en het bloed werden bemonsterd. Van de analyses hiervan geeft tabel 2 een beeld.

Het Zn bleek uit de zalf zeer goed door de dieren te zijn opgenomen. Mogelijk heeft de defecte huid hiertoe bijgedragen. De gebruikte pasta had, indien bereid zonder Zn, geen enkele invloed op het genezingsproces of op de Zn-gehalten in

Tabel 1. Kalveren met parakeratose.

Jaar	Aantal dieren	Zn-gehalte van serum (mg/l)	
		gemiddeld	spreiding
1965-'66	20	0,87	(0,25-1,50)
Year	Number of animals	average	variation
		Zn-content of serum (mg/l)	

Table 1. Calves with parakeratosis.

Tabel 2. Twee kalveren met parakeratose voor en na behandeling met ZnO-pasta (resp. in zieke en gezonde perioden).

Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)			Gemiddeld gehalte van het plasma (mg/l)			Hemo-globine %	Hemato-kriet (%)
		Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe		
1966	2	154	183	178	0,48	0,91	1,24	11	29
1966	2	1145	172	172	4,94	0,91	1,44	9	30
		P < 0,05 P < 0,001			n.s. n.s.			n.s. n.s.	
Year	Number of animals	Average content of the liver (mg/kg dry matter)			Average content of plasma (mg/l)			Haemo-globin %	Haemato-crit value (%)
		Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe		

3 zieke perioden /  
 3 sick periods  
 2 gezonde perioden /  
 2 healthy periods  
 significantie van de  
 verschillen /  
 significance of the  
 differences

Tabel 2. Twee kalveren met parakeratose voor en na behandeling met ZnO pasta (resp. in zieke en gezonde perioden).



lever of plasma. De spreiding in de Zn-gehalten van lever en plasma kan enigszins vergroot zijn doordat op de momenten van monsternamen de grens tussen gezonde en zieke perioden niet steeds even duidelijk was aan te geven.

Tussen de Zn-gehalten van lever en plasma bleek een samenhang te bestaan, weergegeven in figuur 2.

Het Zn-gehalte van het plasma stijgt van ca. 0,5 tot 7,0 mg/l (14 ×) en het Zn-gehalte van de lever stijgt van ca. 150 tot 2100 mg/kg droge stof (14 ×). Aanvankelijk (tot ca. 2,5 mg Zn per 1 plasma) vindt de Zn-retentie vooral plaats in het plasma, later meer in de lever. Mogelijk is in de praktijk de alimentaire Zn-voorziening beter weerspiegeld in het plasma dan in de lever. Bij Zn-vergiftiging zou het omgekeerde het geval zijn.

Fig. 2. Het verband tussen de Zn-gehalten van bloedplasma en lever bij 2 kalveren in perioden met (●) en zonder (▲) parakeratose.

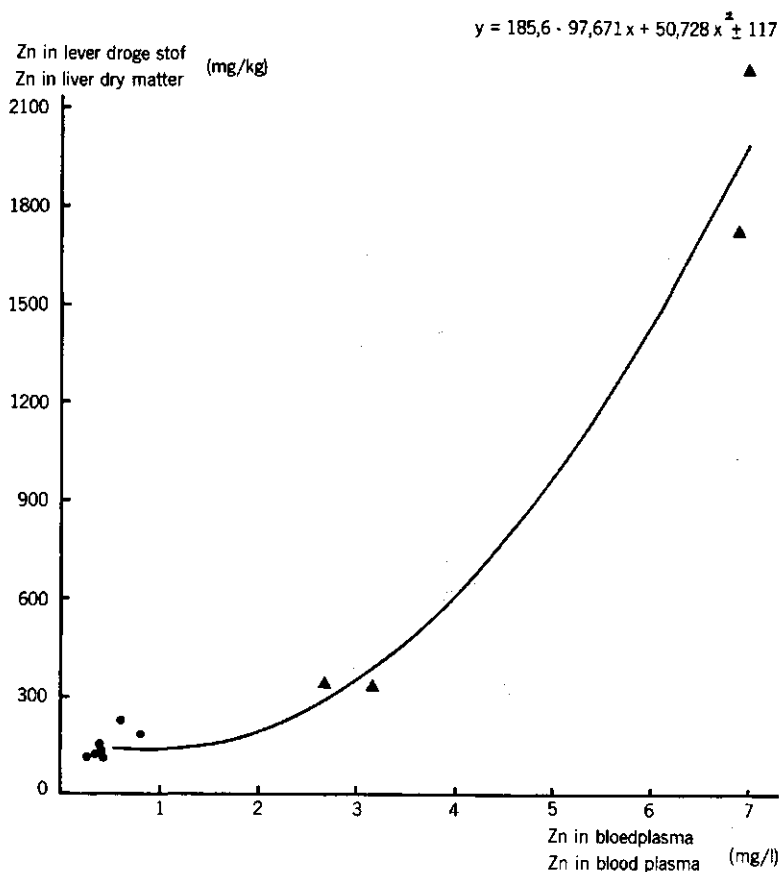


Fig. 2. The relation between the Zn contents of bloodplasma and liver from 2 calves in periods with (●) and without (▲) parakeratosis.

Nadat voorafgaande kalfjes, zonder volledig te zijn hersteld, van het bedrijf werden afgevoerd, kwamen in mei 1968, 4 gezonde kalfjes in onderzoek op een leeftijd van ca. 3 maanden. Twee van deze dieren werden in totaal 8 keer over 28 dagen ingewreven op de huid achter en onder de kaken met 10 g 10 % ZnO-zalf (op vaseline-basis en zonder salicylzuur) per keer. De andere twee dienden ter controle. Iedere 14 dagen werd de lever en het bloed van de dieren bemonsterd. De gemiddelde uitkomsten zijn weergegeven in tabel 3.

De Zn-applicatie op de huid had geen significant effect op de Zn-gehalten van lever en plasma. Waarschijnlijk is bij een intacte huid en met zalf zonder salicylzuur (verwekende werking) de zinkresorptie gering. Bij beide groepen varieerde het Zn-gehalte van de lever van 104 tot 128 mg/kg droge stof en in het plasma van 0,92 tot 1,52 mg/l. Hieruit blijkt, dat lagere lever-Zn-gehalten dan bij de parakeratose kalveren samengingen met hogere plasma-Zn-gehalten. Voor parakeratose is dus het plasma-Zn-gehalte bepalend, temeer daar uit een volgende proef met 9 mestkalveren bleek, dat dezelfde Zn-gehalten van de lever als bij parakeratose konden worden verkregen door 10 % drooggetoaste sojabloem in het proefkunstmelkpoeder op te nemen. In het proef- en controle kunstmelkpoeder was 0,005 % CuO opgenomen en het Zn-gehalte bedroeg 35 ppm. De dieren groeiden gedurende de mestperiode van 3 maanden ongeveer even snel als de controledieren ofschoon de beveelsheid en de karkaskwaliteit iets minder bleken te zijn. Dit wordt weergegeven in tabel 4.

Het Zn-gehalte van het plasma werd niet bepaald. De soja verlaagde het Zn-gehalte van de lever significant.

Zelfs na toevoeging van 175 ppm Zn als  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  aan een proef-kunstmelkmengsel met 15 % sojabloem werd het Zn-gehalte van de lever niet verhoogd. In het proef- en controle kunstmelkpoeder was nu 0,003 % CuO opgenomen. De gebruikte soja was industrieel gemodificeerd, dat wil zeggen drooggetoast en chemisch en thermisch nabehandeld.

Tabel 5 geeft dit weer en bovendien dat de slechtere groei, beveelsheid en karkaskwaliteit (zie ook de vorige proef) eerder te maken hebben met de kwaliteit van soja als voedingseiwit dan met de Zn-onttrekkende werking ervan. Het Zn-gehalte van het plasma werd niet bepaald.

Wanneer echter in een proef-kunstmelkmengsel zonder plantaardig eiwit 140 ppm Zn als  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  werd opgenomen, ontstond een drastische verhoging van het Zn-gehalte van de lever (VAN LEEUWEN e.a., 1969). Zie tabel 6. In het controle-kunstmelkpoeder was ca. 40 ppm Zn aanwezig. Het proef- en controlepoeder bevatte 0,004 % CuO.

Het Cu-gehalte van de lever was in de proefgroep de helft van dat in de controlegroep, terwijl de beveelsheid van de achterhand iets beter leek en de vleeskleur evenzo (handelswaardering). De kleur van het vlees was door het Zn wat blanker geworden, hetgeen voor mestkalveren gewenst is. Incidenteel kon worden vastge-

∞ Tabel 3. Applicatie van 10 % ZnO-pasta op de huid van gezonde kalveren.

Groep	Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)						Gemiddeld gehalte van het plasma (mg/l)					
			Zn		Cu		Zn		Cu		Zn		Cu	
			Proef	Controle	Proef	Controle	Proef	Controle	Proef	Controle	Proef	Controle	Proef	Controle
voor applicatie / before application	1968	4	116	126	378	356	1,04	1,24	0,70	0,96				
			112	116	339	334	1,23	1,29	0,70	0,92				
na applicatie / after application	1968	4	<i>Expt.</i>	<i>Control</i>	<i>Expt.</i>	<i>Control</i>	<i>Expt.</i>	<i>Control</i>	<i>Expt.</i>	<i>Control</i>	<i>Expt.</i>	<i>Control</i>	<i>Control</i>	<i>Control</i>
Group	Year	Number	Zn	Zn	Cu	Cu	Zn	Zn	Cu	Cu	Zn	Zn	Cu	Cu
			<i>Average content of the liver (mg/kg dry matter)</i>						<i>Average content of plasma (mg/l)</i>					

Table 3. Application of 10 % ZnO paste on the skin of healthy calves.

Tabel 4. Sojabloem in kunstmelk voor mestkalveren.

Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)			Beveelsdheid van de lendenen (beoordeling na slachten)	Karkas-kwaliteit, algemene indruk	
		Zn	spreadig	Cu			
1964	9	154	(131-177)	688	948	6,5	6,5
1964	10	271	(196-346)	666	1023	7,3	7,3
		$P < 0,001$		n.s.	n.s.	$P < 0,05$	$P < 0,10$
Year	Number of animals	Zn	variation	Cu	daily gain (g)	Meatiness of the loin (judgement after slaughtering)	Carcass- quality, general impression
<i>Average content of the liver (mg/kg dry matter)</i>							

10 % droog getoaste sojabloem in kunstmelk / 10 % dry toasted soybean oil meal in milk substitute  
 controle kunstmelk / control milk substitute  
 significantie van de verschillen / significance of the differences

Table 4. Soybean oil meal in milk substitute for veal calves.

Tabel 5. Sojabloem plus  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in kunstmelk voor meskalveren.

Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)			Dagelijkse groei (g)	Beveleesheid van het karkas	Karkas-kwaliteit, algemeenheid van indruk
		Zn	Cu	Fe			
1967	10	214	587	103	1026	4,8	4,8
1967	10	230	620	124	1110	5,5	5,4
		n.s.	n.s.	n.s.	$P < 0,001$	$P < 0,01$	$P < 0,05$
Year	Number of animals	Average content of the liver (mg/kg dry matter)			Daily gain (g)	Meatiness of the carcass	Carcass quality, general impression
		Zn	Cu	Fe			

15 % chemisch en thermisch behandelde sojabloem en 175 ppm Zn in kunstmelk / 15 % modified soybean oil meal and 175 ppm Zn in milk substitute  
 controle-kunstmelk / control milk substitute  
 significantie van de verschillen / significance of the differences

Table 5. Soybean oil meal plus  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in milk substitute for veal calves.

Tabel 6.  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in kunstmelk voor mestkalveren.

Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)			Dagelijkse groei (g)	Vleesde-heid van de achterhand (beoor-deling voor het slachten)	Vlees-keur (handels-waarde)
		Zn	Cu	Fe			
140 ppm Zn in kunstmelk / 140 ppm Zn in milk substitute							
1964-'65-'68	30	1731 (1100-2360)	355	96	1080	7,2	8,2
controle-kunstmelk / control milk substitute							
1964-'65-'68	30	283 (200-366)	709	99	1082	6,7	7,4
significantie van de verschillen / significance of the differences		P < 0,001	P < 0,001	n.s.	n.s.	P < 0,05	P < 0,10
Year	Number of animals	Zn variation	Cu	Fe	Daily gain (g)	Meatiness the hind quarters (judgement before slaughtering)	Meat colour (commercial value)
Average content of the liver (mg/kg dry matter)							

Table 6.  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  in milk substitute for veal calves.

steld, dat de alkalische fosfatase-activiteit in het serum bij de proefgroep hoger was dan bij de controlegroep (8,5 resp. 4,5 B.E.,  $P < 0,01$ ). De hematokriet en het hemoglobine % bij de proefgroep had een tendens tot dalen. Deze waarden waren significant gecorreleerd met de spierkleur (voor Hb:  $r = -0,87$  en voor hematokriet:  $r = -0,83$ ). Het extra Zn had geen invloed op de likzucht noch op de hoeveelheid haarballen in de voormagen. Ook de groei bleek door de Zn-toevoeging niet te worden beïnvloed.

De mestkalveren waren steeds na  $\pm 3\frac{1}{2}$  maand slachtrijp en bereikten eindgewichten van 150 à 160 kg.

De sterk ontkoperende werking van het toegediende Zn, die overigens alleen na te gaan was in de proeven zonder soja, werd in een oriënterende proef in de weide met 6 fokkalveren opnieuw onderzocht. De proef duurde 102 dagen en om de 34 dagen werden de lever en het bloed bemonsterd. Een controlegroep ontving per dag 1 kg eiwitarme kalverbrok, een Cu-groep 840 g van deze brok plus 160 g Cu-koek en een sporenelementengroep 840 g brok plus 160 g sporenelementenkoek. In mg per dier per dag ontvingen de dieren uit de bijvoeding:

	Zn	Cu	Mn	Co
in de controlegroep	30	9	6	1
in de Cu-groep	30	133	6	1
in de sporenelementengroep	450	133	455	50

De extra sporenelementen waren in het krachtvoer aanwezig als sulfaten.

Tabel 7 laat zien, dat de sporenelementenkoek bijna net zo doeltreffend was als de Cu-koek bij het bestrijden van de ontkopering. Uit covariantie-analyse bleek, dat beide koeksoorten het Cu-gehalte van het plasma wezenlijk verhoogden ten opzichte van de controlegroep.

Het Cu-gehalte van de lever werd alleen door de Cu-koek verhoogd en niet door de sporenelementenkoek. Het Zn-gehalte van lever en plasma werd door de sporenelementenkoek niet wezenlijk beïnvloed. Over de gehele proefperiode genomen, bevatten de levers van alle 6 kalfjes gemiddeld 124 (110-138) mg/kg Zn in de droge stof en het plasma 1,19 (0,97-1,42) mg Zn/l. In de lever was dus minder zink aanwezig dan bij parakeratose kalveren en ook minder dan bij mestkalveren, gevoed met soja in de kunstmelk.

In de najaarswei was de groei per dag in de groep met sporenelementenkoek gemiddeld 534 g, in de groep met Cu-koek 552 g en in de controlegroep slechts 407 g. De proefgroepen groeiden beiden significant beter ( $P < 0,05$ ) dan de controlegroep.

Het verschil in benutting (waarschijnlijk vooral resorptie) van Cu en Zn tussen kalveren met kunstmelkrantsoenen en kalveren in de wei met 1 kg krachtvoer wordt weergegeven in tabel 8.

Na omrekening blijkt hieruit, dat, bij gelijke opname van sporenelementen, op een kunstmelkrantsoen het Zn-gehalte van de lever minstens 23 keer zo hoog is en

Tabel 7. Gemiddelde Zn- en Cu-gehalten van lever en plasma bij kalveren in de weide.

Jaar	Aantal dieren	Gemiddelde gehalten van de lever (mg/kg droge stof)			Gemiddelde gehalten van het plasma (mg/l)		
		sporen-elementen-koek	koper-koek	controle-groep	sporen-elementen-koek	koper-koek	controle-groep
		Zn-gehalte aan het begin van de proef / Zn-content at the start of the experiment					
1968	3 × 2	130	126	123	1,45	1,64	1,43
		Zn-gehalte na 67 dagen / Zn-content after 67 days					
1968	3 × 2	144	122	123	1,03	1,18	1,07
		Cu-gehalte aan het begin van de proef / Cu-content at the start of the experiment					
1968	3 × 2	274	251	264	0,66	0,64	0,86
		Cu-gehalte na 67 dagen / Cu-content after 67 days					
1968	3 × 2	243	272	166	0,94	0,86	0,93
		n.s.			P < 0,01		
		P < 0,05			P < 0,01		
Year	Number of animals	trace element cake	copper cake	control group	trace element cake	copper cake	control group
		Average content of the liver (mg/kg dry matter)			Average content of plasma (mg/l)		

Tabel 7. Average Zn and Cu content of liver and plasma of calves in the pasture.



het Cu-gehalte 7 keer zo hoog als op een rantsoen van gras en krachtvoer.

Overigens zijn deze cijfers afhankelijk van de situaties voorafgaande aan de verschillende rantsoenen.

Tabel 8. Verschil in benutting van Zn en Cu bij verschillende rantsoen-omstandigheden.

	Opneming van sporenelementen mg/dag	gehaltes van de lever (mg/kg droge stof)
	Zn	Zn
in de wei: gras + 1 kg krachtvoer / <i>in pasture: grass + 1 kg concentrates</i>	> 450	124
op stal: kunstmelk / <i>in shed: milk substitute</i>	270	1731
	Cu	Cu
in de wei: gras + 1 kg krachtvoer / <i>in pasture: grass + 1 kg concentrates</i>	> 133	260
op stal: kunstmelk / <i>in shed: milk substitute</i>	50	709
	<i>Intake of trace elements mg/day</i>	<i>Content of liver (mg/kg dry matter)</i>

Table 8. Difference in utilisation of Zn and Cu offered from different rations.

Table 9. The Zn-status of mother cow and calf 1 day after the partus.

	Jaar	Aantal dieren	Gemiddeld gehalte van de lever (mg/kg droge stof)		Gemiddeld gehalte van het plasma (mg/l)	
			Zn	spreiding	Zn	spreiding
koe / cow	1968	12	177	(141-213)	0,77	(0,48-1,06)
kalf / calf	1968	12	823	(338-1308)	1,27	(0,72-1,82)
	Year	Number of animals	Zn	variation	Zn	variation
			<i>Average content of the liver (mg/kg dry matter)</i>		<i>Average content of plasma (mg/l)</i>	

Table 9. The Zn-status of mother cow and calf 1 day after the partus.

Tenslotte geeft tabel 9 aan hoe de Zn-status was van kalf en moeder 1 dag na de partus. In het voer van de moeder kwam minstens 25 ppm Zn voor. Het kalf had een hoog Zn-gehalte van de lever en een normaal Zn-gehalte van het plasma. De koe had een normaal Zn-gehalte van de lever en een laag Zn-gehalte van het plasma gerekend naar de tot nu toe ontwikkelde maatstaven.

### Bespreking

Als normale Zn-gehalten kwamen in de lever voor 100-200 (gem. 150) mg/kg droge stof en in het plasma 0,90-1,50 (gem. 1,20) mg/l. Het pasgeboren kalf en de mestkalveren op de controle-kunstmelkrantsoenen hadden gemiddeld een hoger Zn-gehalte van de lever dan normaal. In kunstmelkrantsoenen zonder soja was het Zn vermoedelijk beter 'available'. Via de niet intacte huid kon door middel van Zn-zalf ook veel Zn opgenomen worden.

Bij parakeratose en bij de koe na de partus was het Zn-gehalte van het plasma vaak verlaagd. Volgens VIKBLADH (1951) zou hier sprake kunnen zijn van een gestoorde resorptie, wat wij in enkele gevallen van parakeratose hebben kunnen bevestigen. De Zn-gehalten van de lever bleven hierbij binnen het normale traject. De relatie tussen de Zn-gehalten van lever en plasma was niet rechtlijnig maar volgens een kromme (fig. 2). Bij een voldoende voorziening weerspiegelde het plasma dus vrij goed de geresorbeerde hoeveelheid Zn en bij hogere Zn-'levels' werkte de lever in toenemende mate als detoxicatie-orgaan door overtollig Zn op te nemen.

Sojameel bevat evenals sesammeel veel fytinezuur (hexafosforzure ester van inositol) en vermoedelijk slechts weinig fytase. (Mest-)kalveren op *kunstmelkrantsoenen met soja* hebben bijna geen pensflora, zoda het fytinezuur niet kan worden afgebroken. Het aan het fytinezuur gebonden Zn wordt daardoor, zoals bij ratten en varkens, niet goed geresorbeerd (SMITH e.a., 1961; OBERLEAS e.a., 1961). Krijgen deze kalveren infecties, dan zou de Zn-status van het dier snel gevaar lopen. Groei-vertraging en huidafwijkingen kunnen daarvan de symptomen zijn. In plaats van anorganische, zouden mogelijk organische Zn-verbindingen in deze omstandigheden een betere voorziening kunnen waarborgen.

In diverse gevallen bleek parakeratose op te treden wanneer ca. 0,40 mg Zn per l in het plasma aanwezig was. Dit stemt enigszins overeen met de gegevens van MILLS e.a. (1967) over Zn-deficiënte rantsoenen. De hier gevonden Zn-gehalten kunnen in plasma iets lager uitvallen dan in serum. In 5 gevallen werd door ons een verschil van 8% ( $P < 0,05$ ) vastgesteld.

Het in de lever opgehoopte Zn werd na Zn-zalfbehandeling en ook na de partus weer snel uitgescheiden. (Ook bij jonge ratten bleken de hoge Zn-gehalten in de lever bij de geboorte na enkele weken reeds tot  $\frac{1}{3}$  te zijn gedaald (BERGEL e.a., 1957)).

## Conclusies

1. Bij diverse gevallen van parakeratose en bij koeien na het kalven kwamen verlaagde Zn-gehalten van het bloedplasma voor (0,25-1,50 mg/l).
2. Het toedienen van Zn via het voer of via de huid of beide had vaak een genezend effect op parakeratose.
3. Via de niet intacte huid wordt gemakkelijk Zn uit zalf geresorbeerd, in tegenstelling tot de intacte huid.
4. Bij voldoende Zn-voorziening weerspiegelt het bloedplasma vrij goed de geresorbeerde hoeveelheid Zn.
5. Bij kalveren op kunstmelkrantsoenen met soja zou de Zn-status van het dier nader onderzocht dienen te worden met behulp van organische Zn-verbindingen.
6. Het Zn-Cu antagonisme in de lever uitte zich meer op bepaalde kunstmelk- dan op gras-krachtvoer rantsoenen.
7. Als normale Zn-gehalten kwamen in de lever voor 100-200 mg/kg ds en in plasma 0,90-1,50 mg/l.

## Samenvatting

Aanleiding tot het Zn-onderzoek in Hoorn was het optreden van parakeratose bij kalveren. In het voer was steeds minstens 25 ppm Zn berekend op de droge stof aanwezig. De kalveren reageerden gunstig op een behandeling met Zn in het voer of met Zn-zalf aangebracht op de zieke huid. Het Zn-gehalte van het bloedplasma was vaak verlaagd. Soms was de Zn-resorptie via het maagdarmkanaal duidelijk gestoord. Extra  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  toegevoegd aan kunstmelk voor mestkalveren bleek de Cu-status van het dier te verlagen en de Zn-status te verhogen, terwijl sojabloem in de kunstmelk deze beide effecten voorkwam. In de weide bleek extra Zn in sporenelementenkoek de Cu-toevoegende werking van deze koek niet wezenlijk te verminderen.

Na het kalven kwamen verlaagde Zn-gehalten voor in het plasma en normale Zn-gehalten in de lever van het moederdier. Het kalf heeft een hoog gehalte aan Zn in de lever direct na de geboorte en een normaal Zn-gehalte van het plasma.

## Summary

Investigations on Zn-metabolism in Hoorn were induced by the occurrence of parakeratose at calves, that reacted favourably on a treatment with Zn in the feed or with Zn paste applicated on the sick skin. There was always minimal 25 ppm Zn, calculated on dry matter basis, present in the feed. The bloodplasma showed often decreased Zn values. The Zn resorption via the digestive tract was sometimes clearly disturbed.

There was a depressing effect from  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , added to milk substitutes for veal calves on the Cu-status of the animal. This could be prevented by adding

soybean oil meal to the milk substitute.

In pasture the decrease in the Cu-status of calves was not stimulated with extra Zn added to trace element cake.

After calving the Zn content in bloodplasma of the cow is sometimes lowered. Immediately after birth the calf has a big reserve of Zn in the liver.

## Literatuur

- Bergel, F., A. J. L. Everett, 1957 Cellular constituents: Major and minor metals in normal and abnormal tissues. *J. Pharm., and Pharmacol.* 9: 522.  
J. B. Martin &  
J. S. Webb
- Leeuwen, J. M. van en 1969 Zink, koper en ijzer in de mestkalverenvoeding, *Land-  
bouwk. Tijdschr.* 81: 22.  
H. J. Weide
- Miller, J. K. en 1960 Development of zinc deficiency in Holstein calves fed a  
W. J. Miller purified diet. *J. Dairy Sci.* 43: 1854.
- Mills, C. F., 1967 Zinc deficiency and zinc requirements of calves and  
A. C. Dalgarno, lambs. *Br. J. Nutr.* 21: 751.  
R. B. Williams &  
J. Quarterman
- Oberleas, D., M. E. Muhrer, 1961 Effects of phytic acid on Zinc availability in rats and  
B. L. O'Dell & swine. *J. Anim. Science* 20: 945.  
L. D. Kintner
- Smith, W. H., 1961 Zinc requirement of the growing pig fed isolated soybean  
M. P. Plumlee en protein semi purified rations. *J. Anim. Sci.* 20: 128.  
W. M. Beeson
- Vikbladh, I. 1950 Studies on zinc in blood. *Scand. J. Clin. & Lab. Invest.* 2:  
143.
- Vikbladh, I. 1951 Studies on zinc in blood. II *Scand. J. Clin. & Lab. Invest.*  
*Suppl.* 2.
- Wolff, H. 1956 Untersuchungen zur Pathophysiologie des Zinkstoffwech-  
sels. *Klin. Wochenschr.* 34: 409.