J. Hartmans

Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen

Een onderzoek naar de zinkvoorziening van het Nederlandse rundvee

with a summary:
The zinc supply of dairy cattle in the Netherlands

1965 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*

Wageningen

467504

© Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1965

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

Inhoud

1 INLEIDING 1

2 LITERATUURONDERZOEK OVER DE ZINKBEHOEFTE VAN HERKAUWERS . 2
2.1 Het optreden van zinkgebrek bij herkauwers 2
2.2 Factoren die de zinkbehoefte en/of de benutting beïnvloeden . 5

3 EIGEN ONDERZOEK 8
3.1 Probleemstelling 8
3.2 Werkwijze 8

4 ZINKVERSTREKKINGSPROEVEN 11
4.1 Klinische verschijnselen 12
4.1.1 *De veranderingen van de klinische verschijnselen ten tijde van het afkalven* 16
4.1.2 *De ernst van de klinische verschijnselen bij dieren met verschillende melkproduktie* 19
4.1.3 *Overige waarnemingen in verband met de klinische verschijnselen* 21
4.2 Bloedonderzoek 21
4.2.1 *Zink in totaal-bloed* 23
4.2.2 *Zink in bloedplasma* 25
4.2.3 *Het verband tussen de Zn-gehalten van totaal-bloed en bloedplasma* 28
4.2.4 *Het verloop van de Zn-gehalten in totaal-bloed en in bloedplasma ten tijde van het afkalven* 28
4.2.5 *Het verband tussen de klinische verschijnselen en de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma* . . . 29
4.3 Haaronderzoek 31
4.4 Melkproduktie 33
4.5 Overige gegevens 35

5 HET ZINKNIVEAU IN HET RANTSOEN EN HET OPTREDEN VAN KLINISCHE VERSCHIJNSELEN 36
5.1 De zinkgehalten in de verschillende voedermiddelen . . . 36
5.2 De samenstelling van de rantsoenen op de bedrijven . . . 39

5.3 De klinische verschijnselen en hun samenhang met de rantsoen-samenstelling 41
5.4 De invloed van andere factoren op de klinische verschijnselen . 44

6 ALGEMENE BESPREKING EN CONCLUSIE 46

SAMENVATTING 49

SUMMARY 52

LITERATUUR 55

1 Inleiding

In 1963 en 1964 werd door GRASHUIS, eerst vragenderwijs en naderhand stellig, gewezen op het voorkomen van bepaalde klinische verschijnselen bij het rund als gevolg van zinkgebrek. Deze kenmerken zich als aandoeningen van de huid: schubvormig eczeem, korstvorming, sterke schilfering, aandoening van de klauwranden (oedeem, stinkklauwen), doffe beharing. De melkproduktie is verlaagd en dikwijls treden ook voortplantingsstoornissen op. Het ziektebeeld is op stal veel duidelijker dan in de weide.

Sinds korte tijd wordt in Nederland door verschillende voorlichters geadviseerd tot zinkverstrekking aan het rundvee en tot bemestingsmaatregelen, ten einde de zinkvoorziening van het vee te verhogen. Proeven, waarin het effect van zinkverstrekking met behulp van proef- en controlegroepen is getoetst, ontbreken evenwel tot nu toe. Vooral in deze situatie was het van belang om geïnformeerd te zijn omtrent de vraag of de bedoelde verschijnselen inderdaad in verband staan met een tekort aan zink.

Door literatuuronderzoek en eigen proefnemingen is informatie verzameld ter beantwoording van de gestelde vraag.

2 Literatuuronderzoek over de zinkbehoefte van herkauwers

In de eerste plaats is nagegaan welke zinkgehalten in de rantsoenen worden vermeld in buitenlandse onderzoekingen, waarin klinische verschijnselen van zinkgebrek bij herkauwers worden vastgesteld. Uiteraard vereist het vaststellen van een tekort aan een bepaald mineraal het uitvoeren van vergelijkende proeven, waarin bij een extra toediening van dat mineraal de verschijnselen afwezig zijn; of aan deze voorwaarde is voldaan valt niet uit alle publikaties expliciet af te leiden.

Het is bekend dat bij niet-herkauwende landbouwhuisdieren (varkens, gevogelte) bepaalde factoren in het voedsel de zinkbehoefte van het dier verhogen. Van deze factoren en hun samenhang is een kort overzicht gegeven. Tevens is nagegaan of uit de gegevens in de literatuur valt op te maken in hoeverre deze factoren ook bij herkauwers een rol kunnen spelen.

2.1 Het optreden van zinkgebrek bij herkauwers

De verschijnselen van zinkgebrek zijn het meest uitvoerig beschreven in proeven van MILLER en MILLER (1962) met stierkalveren. Zij vermelden onder meer in volgorde van optreden: ontstekingen op de neusspiegel en in de mond, gepaard gaande met onderhuidse bloeduitstortingen; slecht gedijen; ruig, later dof haar; stijve gewrichten met een zachte oedemateuze zwelling aan de achterbenen boven de klauwen; breuken in de huid rond de klauwen die later diepe kloven worden; droge schilferige huid op de oren; harde, droge, weinig soepele huid met neiging tot verhoornen, het eerst rond de neusgaten en op de lippen; knarsetanden; haaruitval beginnend aan de achterbenen; rode schurftige huid op het scrotum; gevoelige benen, waaraan gemakkelijk wonden ontstaan. In het bloed van deficiënte dieren worden verlaagde zinkgehalten en een verlaagde koolzuuranhydrase-activiteit aangetroffen.

De door andere onderzoekers bij herkauwers (rund, schaap, geit) beschreven verschijnselen sluiten hier globaal wel bij aan. Algemeen worden verschillende afwijkingen van de huidfunctie beschreven. Het meest afwijkend van het geschetste beeld zijn nog de verschijnselen beschreven door HAARANEN en HYPPOLA (1961) en HAARANEN (1962a). Zij vermelden jeuk - vooral bij de staartinplanting -, haarlikken, vruchtbaarheidsstoornissen en verlaagde melkproduktie; de verschijnselen treden vooral op bij jongvee en bij melkvee gedurende de droogstand; in het

binnenland van Finland is de frequentie belangrijk hoger dan aan de kust. Deze verschijnselen worden toegeschreven aan zinkgebrek; in een andere publikatie (HAARANEN 1962b) wordt vermeld dat één van de beschreven vormen van jeuk kan worden voorkomen en genezen door zinkverstrekking; uit de Engelse samenvatting blijkt niet of de verschillende vormen van jeuk klinisch van elkaar zijn te onderscheiden.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van verschillende zinkverstrekkingsproeven die bij herkauwers zijn uitgevoerd, alsmede van de omstandigheden waaronder daarbij wel of geen zinktekort werd vastgesteld. Ter toelichting en aanvulling diene het volgende.

LEGG en SEARS vonden op een totaal van ca. 1000 runderen 2,0 % aangetaste dieren; bij de lage Zn-gehalten in het weidebestand was dit percentage hoger, bij de hogere lager.

HAARANEN (1963a, b) neemt - overigens zonder bewijs of argumentatie - aan dat de zinkbehoefte van het rund toeneemt, naarmate het Ca-gehalte van het rantsoen hoger is: gesteld wordt dat geen zinkgebrek voorkomt, indien het Zn-gehalte van het rantsoen in delen per miljoen (dpm) minstens 159 maal het Ca-gehalte in % is. Gezien de abnormaal lage anorganische P-gehalten in het bloedserum - zowel bij gezonde als deficiënte dieren - die door HAARANEN (1962a) worden vermeld, is het waarschijnlijk dat in deze proeven andere voedingsfactoren dan zink niet optimaal zijn geweest.

Een herbewerking van de basisgegevens van HAARANEN laat zien dat het percentage aangetaste dieren sterk daalt, naarmate het Zn-gehalte van het rantsoen hoger is, zie tabel 1.

Bij de proeven die onder goed gecontroleerde omstandigheden zijn genomen, valt het op dat geen vermeldingen van zinktekort voorkomen op rantsoenen met meer dan 25 dpm Zn in de droge stof (ds). Bij gehalten tussen ca. 8 en 24 dpm worden soms wel en in andere gevallen geen klinische verschijnselen waargenomen. Bij 24 dpm Zn in de ds van het rantsoen vinden BEESON *et al.* (1962) klinisch alleen een wat ruiger haarkleed; verder was de voederbenutting slechter dan wanneer 100 dpm Zn extra werd toegediend. OTT *et al.* (1963) vinden bij lammeren na 11 weken op een rantsoen met 18 dpm Zn in de ds geen klinische verschijnselen en evenmin een slechtere groei of voederbenutting; wel zijn de Zn-gehalten van het bloedserum nog lager dan bij de hogere Zn-trappen. Ten slotte vinden MILLER *et al.* (1963) geen enkel symptoom bij stierkalveren die gedurende 8 maanden op een rantsoen met 8,6 dpm Zn in de ds zijn gehouden.

Op rantsoenen met 5,3 dpm Zn of lager werden bij herkauwers steeds klinische verschijnselen van zinktekort verkregen.

Met uitzondering van de vermelding van HAARANEN, waaruit een hogere zinkbehoefte volgt, zijn de gegevens in de buitenlandse literatuur wel in zoverre eensluidend dat bij Zn-gehalten in de ds van het rantsoen boven 25 dpm het optreden van zinktekort bij herkauwers tot de uitzonderingen behoort.

Ter oriëntatie zij nog vermeld dat VAN KOETSVELD en LEHR (1961) opgeven

Tabel 1. Overzicht literatuurgegevens over het optreden van zinkgebrek bij herkauwers

A. PRAKTIJKWAARNEMINGEN/*Field observations*

Auteur	Diersoort	Totaal aantal dieren	dpm Zn in ds van rantsoen	% deficiënte dieren	Verschijnselen verdwijnen in
LEGG en SEARS: 1960	koe/*cow*	ca. 1000	18—42	2,0	1 week [6])
			18—22	> 2,0	
			26—42	< 2,0	
HAARANEN: 1962a, 1963a, b	koe/*cow*	355	40	50 [1])	3—5 dagen [7])/*days* [7])
			50	15 [1])	
			60	5 [1])	
			90	2 [1])	
Author	*Animal*	*Total number of animals observed*	*ppm Zn in dm of ration*	*% deficient animals*	*Improvement in*

B. PROEVEN ONDER NAUWKEURIG GECONTROLEERDE OMSTANDIGHEDEN/*Experiments under controlled conditions*

Auteur	Diersoort	Leeftijd in weken	Aantallen dieren in de groepen [2])	dpm Zn in ds basisrantsoen	Zn-toediening (dpm in de ds) andere groepen	Rantsoenen waarop gebreksverschijnselen optreden
MILLER en MILLER: 1962	kalf/*calf*	1—20	4; 4	2,7	+ 43	2,7
			5; 3; 3	3,6	+ 42; +260	3,6
MILLER *et al.*: 1962	kalf/*calf*	1—15	10; 10	25 (soya)	+100	geen/*none*
			10; 10	48 (sesam)	+100	geen/*none*
MILLER *et al.*: 1963	kalf/*calf*	3—29	15	8,6		geen/*none*
		29—37	5; 3; 3; 4	8,6	+ 10; + 30; + 70	geen/*none*
BEESON *et al.*: 1962	mestos/*steer*		10; 9	24	+100	24 [3])
SMITH *et al.*: 1962; OTT *et al.*: 1964a	lam/*lamb*	6—21	12; 6	2,7 [4])	+100	2,7 [4])
OTT *et al.*: 1963	lam/*lamb*		6; 6; 6; 6	3	+ 15; + 30; + 45	3; 18 [5])
MILLER *et al.*: 1964	geit/*goat*	5—18	4; 3	5,3	+ 40	5,3
Author	*Animal*	*Age in weeks*	*Number of animals in the groups* [2])	*ppm Zn in dm of basal ration*	*Zn addition (ppm in dm) of supplemented groups*	*Deficient rations*

Table 1. Data from the literature on the occurrence of zinc deficiency in ruminants

dat de Zn-gehalten van het Nederlandse grasbestand variëren tussen 17 en 590 dpm in de ds. De laagste gehalten zijn te verwachten op de kalkrijke kleigronden; zeer hoge gehalten werden aangetroffen op klei en kleiveen in Noord-Holland en op loess in Zuid-Limburg (gemiddelde gehalten voor deze gebieden resp. 160 en 240 mg/kg ds).

2.2 Factoren die de zinkbehoefte en/of de benutting beïnvloeden

Bij niet-herkauwers (varkens, gevogelte) worden verschillende factoren vermeld die een ongunstige invloed hebben op de zinkbehoefte van het dier, uitgedrukt in een gehalte in het rantsoen. Het laatste deel van deze formulering laat in het midden of de betreffende factoren de behoefte als zodanig (voor metabolische processen) verhogen, dan wel of ze de benutting van zink door het dier doen dalen: beide processen eisen een grotere zinkopname met het voedsel.

Toevoegingen van calcium - in de vorm van beendermeel, koolzure kalk of dicalciumfosfaat - aan de rantsoenen van varkens verergeren het optreden van parakeratose en verlagen de zinkgehalten in lever en nier (HOEKSTRA *et al.*, LEWIS *et al.* 1956). LEWIS *et al.* (1957) vermelden verder dat meer parakeratose voorkomt bij varkens die droog voer krijgen dan bij dieren die hetzelfde voer als slobber krijgen. Dit ongunstige effect van droog voer kan ook worden tegengegaan door vooraf stomen van het voer (SMITH *et al.* 1960, KRATZER *et al.* 1959).

Speciaal in soya-eiwit komt een stof voor die de zinkvoorziening bij varkens en gevogelte ongunstig beïnvloedt en die in caseïne niet voorkomt (SMITH *et al.* 1961, 1962a, NORRIS en DAVIS 1960). Gebleken is dat deze stof fytinezuur is (OBERLEAS *et al.* 1962a, O'DELL 1962); het effect van stomen van het voer zou berusten op een hydrolyse van het fytinezuur of een binding ervan aan eiwitbestanddelen.

Noten behorende bij tabel 1/*Notes to table 1*

[1]) Schatting na herschikking van de basisgegevens/*Estimation after rearrangement of the basic data*

[2]) In volgorde van opklimmend Zn-gehalte van de rantsoenen/*In sequence of increasing Zn-content in the rations*

[3]) Verschijnselen uitsluitend: dof haar en minder goede voederbenutting/*Only symptoms: dull hair coat and decreased feed efficiency*

[4]) Geen verschillen tussen dieren op basisrantsoen met of zonder 0,61 % fytinezuur/*No differences between animals on basal ration with or without 0,61 % phytic acid*

[5]) Uitsluitend Zn-gehalte van bloedserum iets verlaagd/*Zn-content in the blood serum slightly decreased*

[6]) Door verstrekking van 808 mg Zn als $ZnSO_4$/dier/week/*By dosing of 808 mg Zn as $ZnSO_4$/head weekly*

[7]) Door verstrekking van 240—850 mg Zn als $ZnCl_2$ of ZnO/dier/dag/*By dosing of 240—850 mg Zn as $ZnCl_2$ or ZnO/head/daily*

De onderzoekers in Missouri hebben de chemische interacties tussen calcium, fytinezuur en zink uitvoerig bestudeerd en een verklaring gegeven voor de boven vermelde verschijnselen (OBERLEAS 1962b, O'DELL (pers. med.)). Zij vinden dat bij pH's tussen 3,0 en 9,0 Ca-fytaat behoorlijk goed oplosbaar is; daarentegen vormen Zn en fytinezuur een neerslag dat maximaal is bij pH 6,0. De aanwezigheid van Ca vergroot en versnelt de reactie tussen Zn en fytinezuur; Ca en Zn alleen geven geen reactie. Fytinezuur is dus essentieel voor de vorming van - voor het dier zeer waarschijnlijk onopneembare - neerslagen van zinkverbindingen.

Onderzoekers in Californië vonden bij kuikens dat fytinezuur niet alleen de benutting van zink vermindert, doch ook die van mangaan en ijzer (DAVIS *et al.* 1962).

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat FORBES (1960) niet overtuigd is van een ongunstige werking van Ca op de benutting van Zn door varkens; hij meent verder dat een eventueel optredende interactie plaatsvindt in de weefsels en niet in het maagdarmkanaal.

Behalve de - ongeargumenteerde - vermelding van HAARANEN, dat Ca de Zn-behoefte van runderen verhoogt, zijn in de literatuur geen gegevens bekend over factoren die de zinkbehoefte van herkauwers kunnen verhogen. Het is daarom interessant na te gaan in hoeverre de bij niet-herkauwers bekende factoren mogelijk ook bij herkauwers een rol kunnen spelen. Het gaat daarbij vooral om de rol van het fytinezuur, en minder om die van calcium, omdat dit eerste volgens de onderzoekers in Missouri essentieel is voor de vorming van onoplosbare zinkverbindingen in het maagdarmkanaal.

SMITH *et al.* (1962) en OTT *et al.* (1964a) vonden bij verschillende zinkniveaus geen verschillen tussen lammeren die wel of die niet fytinezuur in hun rantsoen ontvingen. Volgens W. H. SMITH (pers. med.) is bij schapen met pensfistel gevonden dat in het pensmilieu een snelle hydrolyse van fytinezuur plaatsvindt. Overigens is reeds langer bekend dat herkauwers P in de vorm van fytinezuur even goed benutten als andere P-bronnen (TILLMAN *et al.* 1958), terwijl bij niet-herkauwers deze vorm zeer slecht benut wordt. SMITH is daarom, mede op grond van de publikatie van OBERLEAS (1962b), van mening dat ook Ca bij de herkauwer geen invloed kan hebben op de benutting van het zink.

JOHRI en KEHAR (1962) in India vermelden dat fytinezuur in de pens van ossen voor 45 tot 70 % wordt gehydrolyseerd; de percentages voor gehydrolyseerd en benut liggen hoger naarmate de graanprodukten, waarin het fytinezuur wordt aangeboden, fijner zijn gemalen. Uit deze publikatie zou volgen dat in de pens van herkauwers toch enig fytinezuur kan voorkomen. Het is daarom van belang te weten welke voedermiddelen veel en welke weinig fytinezuur bevatten.

Dezelfde auteurs geven ook hieromtrent informatie. In jonge grassen is het fytinezuur-gehalte zeer laag; bij toenemend groeistadium neemt dit gehalte sterk toe, hoewel het totaal-P-gehalte daalt. In uitgerijpte grassen is ongeveer 50 % van het P aanwezig in de vorm van fytinezuur. Onder Nederlandse praktijkomstandig-

heden zal het gehalte aan fytinezuur in de ruwvoeders gering zijn (niet meer dan 10 % van totaal-P). In zaden is evenwel het P voor een belangrijk deel aanwezig in de vorm van fytinezuur; voor granen is dit voor ongeveer 60 % het geval, voor zemelen ca. 85 % en voor oliekoeken ca. 70 %. Wanneer grote hoeveelheden krachtvoer worden verstrekt, wat in Nederland met name het geval is tijdens de stalperiode bij hoogproduktieve dieren, is er dus inderdaad sprake van een niet onbelangrijke opname aan fytinezuur. Wanneer de vermelding van JOHRI en KEHAR, dat fytinezuur in de pens onvolledig hydroliseert, juist is en de Amerikaanse gegevens in dit opzicht dus te optimistisch zijn, zou ook bij runderen - vooral bij hoogproduktieve dieren op stal - er mee rekening moeten worden gehouden dat door de interactie van calcium, fytinezuur en zink de zinkbehoefte iets verhoogd kan zijn. Niettemin zal deze behoefte belangrijk lager liggen dan bij varkens en gevogelte, welke het fytinezuur in het geheel niet kunnen hydrolyseren.

Deze laatste conclusie wordt bevestigd in de proeven van MILLER *et al.* (1963). Voor kalverrantsoenen gebruiken zij soya of sesam als eiwitbronnen; het P hierin is vrijwel volledig aanwezig als fytinezuur. Terwijl bij varkens en gevogelte op deze rantsoenen met resp. 25 en 48 dpm Zn in de ds ernstig zinkgebrek is te verwachten, worden bij de kalveren na 15 weken geen verschijnselen waargenomen die op een zinktekort kunnen wijzen.

De conclusie onder 2.1 dat op rantsoenen met 25 dpm Zn in de ds of meer zinktekort bij herkauwers tot de uitzonderingen behoort, welke gevolgtrekking was gebaseerd op de in de literatuur vermelde proeven, kan op grond van theoretische overwegingen volledig worden gehandhaafd.

3 Eigen onderzoek

3.1 Probleemstelling

Voor een antwoord op de vraag in hoeverre de door GRASHUIS gesignaleerde verschijnselen in verband staan met een tekort aan zink, hebben wij de probleemstelling als volgt gesplitst:

a Wat is het effect van de verstrekking van zinkverbindingen op bepaalde - aan zinkgebrek toegeschreven - verschijnselen bij het rund?
b Bestaat er een verband tussen de mate van optreden van deze verschijnselen en de minerale samenstelling van het rantsoen; met name: geeft een ruime zinkvoorziening een geringere mate van optreden van de klinische verschijnselen?

3.2 Werkwijze

Op praktijk- en proefbedrijven werd gedurende de stalperiode 1963-1964 de mate van optreden van de meest algemeen voorkomende door GRASHUIS beschreven klinische verschijnselen in een puntenschaal vastgelegd. Dit zijn met name:

a schilfering en eczeem op de neusspiegel;
b schilfering, eczeem en schurftaantasting (voornamelijk *Sarcoptes* en *Psoroptes spp.*) aan de hals;
c idem rondom de staartinplanting;
d idem aan de melkspiegel (achterkant van de uier) en omgeving;
e oedemateuze zwelling (huidwal) aan de kroonranden van de achterklauwen;
f sterke olifantshuid-achtige verdikking van de huid, meestal aan de hals en soms op de dijen of rond de staartinplanting.

Voor elk van deze verschijnselen is de volgende beoordelingsschaal gehanteerd:

0 verschijnsel afwezig;
1 verschijnsel in geringe mate aanwezig;
2 verschijnsel in lichte mate aanwezig;
4 verschijnsel in duidelijke mate aanwezig;
6 verschijnsel in vrij ernstige mate aanwezig;
8 verschijnsel in ernstige mate aanwezig;
10 verschijnsel in zeer ernstige mate aanwezig.

Op een enkele uitzondering na is het stalgemiddelde steeds berekend uit de beoordelingen van de afzonderlijke dieren.

Tegelijk met de dierbeoordelingen werden op de bedrijven monsters verzameld van de bestanddelen van het winterrantsoen en werden de verstrekte hoeveelheden - volgens opgave van de boer - genoteerd.

Aan de hand van de chemische analyse van de voedermiddelen, de daaruit berekende minerale samenstelling van het winterrantsoen en de klinische beoordelingen van de veestapels op de verschillende bedrijven is door statistische analyse getracht een antwoord te geven op punt b. van de probleemstelling. Deze analyse heeft betrekking op 27 bedrijven.

Op 9 van deze bedrijven, waar de klinische verschijnselen voldoende ernstig waren en ook de verdere omstandigheden gunstig waren voor het nemen van proeven (voldoende aantal dieren, geschikte boer en verdere bedrijfsomstandigheden), werden op stal zinkverstrekkingsproeven uitgevoerd. Dit laatste werd ook gedaan op 2 bedrijven die niet in bovenbedoelde analyse konden worden opgenomen: één omdat geen gewasmonsters bleken te zijn genomen en het andere omdat alleen de ernstigst aangetaste dieren waren beoordeeld (en in de verstrekkingsproeven opgenomen).

In deze 11 verstrekkingsproeven werden de dieren steeds in twee wat betreft leeftijd, lactatiestadium en klinische verschijnselen zo goed mogelijk vergelijkbare groepen verdeeld; aan de helft der dieren werden extra zinkverbindingen verstrekt (proefgroepen), terwijl de overige dieren dienden als controlegroepen.

Alle dieren in deze proeven zijn minstens 3 maal individueel beoordeeld op de mate van optreden van de eerder genoemde verschijnselen volgens de gegeven beoordelingsschaal. Vóór de tweede beoordelingsdatum vond op alle bedrijven minstens één behandeling plaats van de door schurft aangetaste delen van hals, staartinplanting, melkspiegel en omgeving met een antischurftmiddel. In gevallen dat dit niet afdoende was ter bestrijding van de schurft is de behandeling - zo nodig meermalen - herhaald.

De proef op bedrijf 5 is zeer intensief vervolgd. Behalve wekelijkse klinische beoordelingen vond om de 3 weken bloedbemonstering plaats; in de monsters werd het Zn-gehalte van het totaal-bloed en van het bloedplasma bepaald. Tevens werden aan het einde van deze proef haarmonsters genomen en onderzocht op Zn-gehalte en werden huidafkrabsels onderzocht op het voorkomen van dierlijke parasieten.

Incidenteel zijn ook op andere bedrijven bloed- en haarmonsters genomen.

In deze zinkverstrekkingsproeven kon een antwoord worden gegeven op vraag a. van de probleemstelling.

Voor medewerking aan dit onderzoek zijn wij aan velen dank verschuldigd. Deze geldt speciaal de bedrijfsleiders van de zinkverstrekkingsbedrijven en van de overige bedrijven waar wij gegevens konden verzamelen. De heer O. J. HEMKES verleende algemene assistentie, de heer O. C. SPOELSTRA verrichtte de zink-

bepalingen in gewas en bloed, terwijl de heer C. A. HOVEYN en medewerkers de programmering en de verwerking van een groot deel der gegevens door de berekenmachine uitvoerden.

De heer dr. M. R. HONER van het Laboratorium voor Zoölogie der Landbouwhogeschool verrichtte de bemonsteringen en het onderzoek van de huidafkrabsels. Door de medewerking van de heer dr. Th. J. FERRARI en de heer dr. K. W. SMILDE van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid konden de haarmonsters op genoemd instituut worden geanalyseerd.

Ten slotte is dank verschuldigd aan de leden van de Commissie Onderzoek Minerale Voeding voor stimulering en advisering tijdens het onderzoek en voor het ter beschikking stellen van gezamenlijk verkregen gegevens.

Noten behorende bij tabel 2/*Notes to table 2*

[1]) In de vorm van zinkkoek; de controledieren ontvingen een gelijke hoeveelheid B-koek. De zinkkoek bevatte 3018 mg Zn per kg, per reepje van 1/6 kg is dit dus ca. 500 mg/*As special concentrates to which zinc was added; the control animals received the same amount of concentrates without additional zinc. The zinc-added concentrates contained 3018 mg Zn/kg, this is about 500 mg per strip of 1/6 kg*

[2]) Ingaande 31 januari verhoogd tot 1000 mg/*Increased to 1000 mg, starting from January 31*

[3]) Ingaande 31 januari verhoogd tot 80 mg/kg ds/*Increased to 80 mg/kg dm, starting from January 31*

[4]) De proefdieren waren 1-jarige pinken/*The experimental animals were yearlings*

[5]) Iedere groep bestond uit acht koeien en vier 2-jarige pinken/*Each group consisted of 8 cows and 4 2-year-old heifers*

4 Zinkverstrekkingsproeven

Een overzicht van de verschillende proeven is gegeven in tabel 2. Daarbij is de vorm en de grootte van de zinkverstrekking aangegeven, alsmede de duur van de proeven die zich uitstrekt van de eerste tot de laatste inspectiedatum. De proefgroepen bestonden uit melkgevende en droogstaande koeien, tenzij anders is aangegeven.

De samenstelling van de basisrantsoenen en het Zn-gehalte daarin, worden besproken in hoofdstuk 5 (tabel 9).

Tabel 2. Overzicht van de zinkverstrekkingsproeven

Bedrijf	Werkelijke gemiddelde Zn-dosering		Geschatte verhoging Zn-gehalte rantsoen mg/kg ds	Beoordelingsdata klinische verschijnselen
	vorm	mg Zn/dier/dag		
1	$ZnSO_4$ [1]	500 [2]	40 [3]	4/12, 31/1, 6/3, 16/4
2	$ZnSO_4$ [1]	500 [2]	40 [3]	4/12, 31/1, 6/3
3	$ZnSO_4$ [1]	500 [2]	40 [3]	4/12, 31/1, 6/3
4 [4]	ZnO	1000	170	9/1, 29/1, daarna wekelijks tot 19/3
				9/1, 29/1, afterwards weekly until 19/3
5	ZnO	3080	220	16/1, 29/1, daarna wekelijks tot 9/4
				16/1, 29/1, afterwards weekly until 9/4
6	ZnO	1080	90	6/2, 4/3, 20/4
8	ZnO	1350	110	6/2, 4/3, 21/4
9	ZnO	1390	115	7/2, 12/3, 21/4
16	ZnO	1710	130	17/2, 12/3, 20/4
21 [5]	ZnO	1300	100	21/2, 12/3, 21/4
22	ZnO	1250	100	21/2, 12/3, 21/4
Farm	*form*	*mg Zn/animal/day*	*Estimated increase*	*Inspection dates clinical symptoms*
	Actual average Zn-dose		*in Zn-content in rations mg/kg dm*	

Table 2. Outline of the zinc supplementation experiments

4.1 Klinische verschijnselen

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de klinische beoordelingen op 3 belangrijke tijdstippen, nl. aan het begin van de proef (vergelijkingstoestand), halverwege de proef en aan het eind daarvan. Per groep per bedrijf is aangegeven de getotaliseerde aantasting van de dieren voor elk der verschijnselen. De gemiddelde aantasting op alle bedrijven is uitgedrukt in een cijfer per 100 dieren; hetzelfde geldt voor het berekende proefeffect.

In figuur 1 is de gemiddelde aantasting grafisch weergegeven; tevens is het berekende proefeffect bij de middelste en bij de eindinspectie weergegeven. Ter vergelijking is in figuur 2 het verloop van de klinische verschijnselen op bedrijf 5 gegeven, waar de beoordeling van de dieren wekelijks heeft plaatsgevonden.

De aantasting van neusspiegel en hals, alsmede de verdikking van de huid, bevinden zich tijdens de duur van de proeven op een laag en vrij constant niveau. Daarentegen vertonen de aantastingen rond de staartinplanting en aan de melkspiegel gedurende de proeven een duidelijke afname met de tijd. Aangezien deze aantastingen zich beide op een hoog niveau bevinden, vertoont het totaal van alle aantastingen ongeveer hetzelfde verloop. Hoewel het beeld niet op alle bedrijven gelijk is, laat het oedeem aan de kroonranden na de middelste inspectiedatum (overwegend begin maart) een duidelijke stijging zien. Mogelijk hebben we hier te doen met een ongunstig gevolg van de duur van de stalstand.

Wat betreft de verschillen in klinische verschijnselen tussen de groepen als gevolg van de proefingreep kan het volgende worden vermeld. Op enkele nader te bespreken uitzonderingen op bedrijf 9 na komen verschillen tussen de groepen niet voor. Dit is zowel het geval op de bedrijven afzonderlijk als in het totaal van alle bedrijven. De berekende proefeffecten, zoals deze zijn weergegeven in tabel 3 en in figuur 1 zijn wisselend positief en negatief en bovendien gering van omvang. De statistische berekening leert dat de gevonden effecten als toevallig moeten worden beschouwd.

Op bedrijf 9 is op de middelste inspectiedatum bij de proefgroep t.o.v. de controlegroep een significante vermindering opgetreden van de aantasting rond de staartinplanting en aan de melkspiegel, alsmede in het totaal van de klinische verschijnselen ($P < 0,05$). De veeverzorger op dit bedrijf had van de bedrijfsleider onze opdracht doorgekregen de dieren eens per week een goede poets- en roskambeurt te geven, dit wegens het volkomen ontbreken van huidverzorging, waardoor de dieren er zeer bevuild en stoffig uitzagen, wat uiteraard de beoordeling bemoeilijkt. De veeverzorger was bij het uitvoeren van deze opdracht steeds bij de proefdieren begonnen en kwam in de beschikbare tijd nauwelijks aan de controledieren toe, zodat aan deze dieren ongeveer 1/3 van de tijd werd besteed vergeleken met die aan de proefdieren. Na de middelste inspectie is ertoe overgegaan de poetsbeurt afwisselend aan een ander eind van de stal te laten beginnen. Bij de volgende inspectie - tevens einde van de proef - is de aantasting van de uier weinig veranderd, die aan de staartinplanting is bij beide groepen toegenomen.

Figuur 1. a. Verloop van de gemiddelde aantasting der dieren op de zinkverstrekkingsbedrijven gedurende de proeven

b. Berekend proefeffect voor de verschillende klinische verschijnselen

+ Zn proefgroepen
— Zn controlegroepen
1 schilfering en eczeem op de neusspiegel
2 schilfering, eczeem en schurft aan de hals
3 idem nabij de staartinplanting
4 idem aan de melkspiegel
5 oedemateuze zwelling van de kroonranden
6 sterke verdikking van de huid
7 totaal 1 tot en met 6

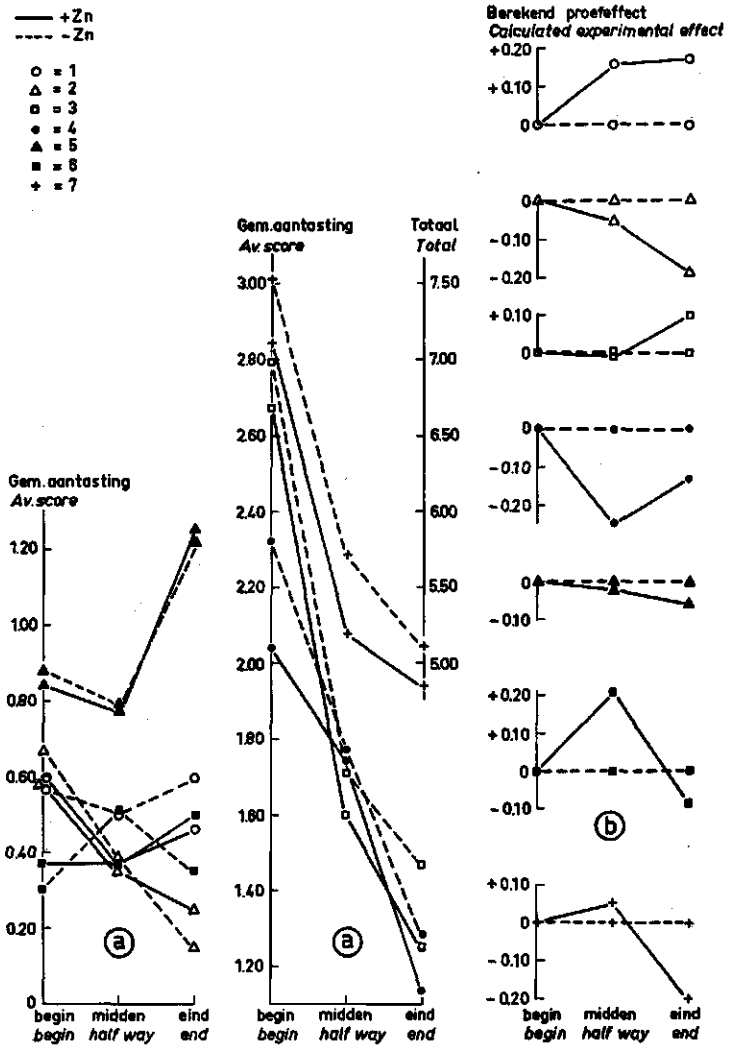


Figure 1. a. Course of the average score of affection during the experimental period in the zinc supplementation experiments

b. Calculated experimental effect on the various clinical symptoms

+ Zn zinc supplemented groups
— Zn control groups
1 peeling and eczema of muzzle
2 peeling, eczema and scabies (Sarcoptes *and* Psoroptes spp.) *of nape*
3 ditto of tail root
4 ditto of udderboard
5 oedematous swelling of coronets of rear legs
6 parakeratosis-like thickening of the skin
7 total of symptoms 1 to 6

Tabel 3a. Samenvatting van de klinische beoordeling op 3 tijdstippen, per bedrijf en totaal

Bedrijf	Groep [3]	Begin-inspectie [1] aantal dieren	neus	hals	staart	uier	kroon-rand	huid	totaal	Middelst aantal dieren	neus	h
1	P	14	17	8	48	25	12	0	110	14	8	
	C	11	5	9	58	44	7	0	123	11	12	
2	P	8	15	2	38	25	8	0	88	8	15	
	C	9	9	2	39	34	7	0	91	9	8	
3	P	8	0	1	2	11	4	0	18	8	1	
	C	8	0	0	2	10	4	0	16	8	0	
4	P	14	0	7	35	18	3	2	65	14	0	
	C	14	0	8	27	16	0	3	54	14	1	
5	P	13	4	0	33	42	23	0	102	13	3	
	C	13	7	5	37	42	24	0	115	13	6	
6	P	9	2	13	31	27	14	0	87	9	0	
	C	9	4	6	32	30	14	0	86	9	5	
8	P	9	6	4	33	10	5	0	58	9	1	
	C	7	11	6	30	13	3	0	63	7	10	
9	P	14	6	4	29	28	8	0	75	14	4	
	C	15	9	6	26	30	11	0	82	15	3	
16	P	10	4	3	12	18	7	0	44	10	2	
	C	10	2	2	13	23	8	0	48	10	2	
21	P	12	8	1	20	23	9	24	85	12	5	
	C	12	8	0	25	10	16	17	76	12	8	
22	P	8	9	26	37	16	7	18	113	8	5	
	C	7	10	33	32	15	7	15	112	7	3	
Totaal/	P	119	71	69	318	243	100	44	845	119	44	
Total	C	115	65	77	321	267	101	35	866	115	58	
gem./*av.*	P	(100)	60	58	267	204	84	37	710	(100)	37	
× 100	C	(100)	57	67	279	232	88	30	753	(100)	50	
Farm	*Group* [3]	*number of animals*	*muzzle*	*nape*	*tail root*	*udder-board*	*coronet*	*thick skin*	*total*	*number of animals*	*muzzle*	
		First inspection [1]								*Middl*		

[1]) Zie beoordelingsdata in tabel 2/*see inspection dates in table 2*

[2]) Voor bedrijven 1, 4 en 5 is dat die van resp. 6/3, 12/2 en 26/2/*for the farms 1, 4 and 5 that of 6/3, 12/2 and 26/2 respectively*

[3]) P = proefgroep/*experimental group* C = controlegroep/*control group*

Table 3a. Summary of the clinical inspections on 3 dates per farm and totally

De bij de middelste inspectie geconstateerde vermindering van de aantastingen bij de proefgroep vergeleken met de controlegroep, blijkt aan het einde van de proef statistisch niet meer betrouwbaar. Dit wijst erop dat in het laatste deel van de proef het aanvankelijke effect niet verder is voortgeschreden, maar integendeel

ispectie [1] [2])					Laatste inspectie [1])							
art	uier	kroon-rand	huid	totaal	aantal dieren	neus	hals	staart	uier	kroon-rand	huid	totaal
6	8	14	0	36	13	18	0	7	7	12	0	44
9	9	7	0	47	11	13	0	14	17	12	0	56
0	28	6	0	79	8	6	2	7	12	8	1	36
3	30	8	0	72	9	7	2	7	12	8	0	36
1	12	7	0	22	8	0	1	1	9	11	1	23
0	10	4	0	15	8	0	0	0	7	2	0	9
0	10	0	0	35	14	0	2	12	7	0	0	21
7	14	0	0	25	14	0	0	5	6	0	0	11
1	27	13	0	60	13	3	1	13	17	10	0	44
8	19	22	0	70	13	6	0	17	23	9	0	55
7	23	16	2	73	9	4	7	19	13	27	14	84
0	16	11	5	73	9	5	1	31	13	28	7	85
7	13	6	4	50	9	3	5	7	8	17	7	47
9	19	3	1	58	7	7	5	3	6	11	0	32
9	10	10	7	40	14	11	0	28	11	18	3	71
1	38	9	11	83	15	8	3	47	32	15	5	110
4	33	6	1	56	10	2	1	9	18	18	1	49
1	22	10	1	57	10	4	2	8	10	23	1	48
4	31	8	17	88	8	2	0	30	19	11	19	81
8	14	14	23	79	8	12	0	20	13	20	13	78
1	12	6	13	80	8	4	9	10	8	11	11	53
1	13	3	18	74	6	4	4	10	2	7	12	39
0	207	92	44	619	114	53	28	143	129	143	57	553
7	204	91	59	653	110	66	17	162	141	135	38	559
0	174	77	37	520	(100)	46	25	125	113	125	50	485
1	177	79	51	568	(100)	60	15	147	128	123	35	508
ıil ot	*udder-board*	*coronet*	*thick skin*	*total*	*number of animals*	*muzzle*	*nape*	*tail root*	*udder-board*	*coronet*	*thick skin*	*total*
ıspection [1] [2])					*Last inspection [1])*							

is verdoezeld. Juist het feit dat de verschillen optraden op de plaatsen waar de intensieve huidverzorging plaatsvond en b.v. niet bij de aantastingen van de neusspiegel en aan de kroonranden, alsmede de relatieve toename der verschijnselen bij de proefgroep bij geringere huidverpleging in de daarna volgende periode, geven ons de overtuiging dat de verkregen effecten op bedrijf 9 niet moeten worden toegeschreven aan de zinkverstrekking, doch aan de mate van huidverzorging.

De algemene conclusie dat een vermindering van de klinische verschijnselen onder invloed van de zinkverstrekkingen niet is gebleken, dient o.i. dan ook volledig te worden gehandhaafd.

Tabel 3b. Berekende proefeffecten

	Berekend proefeffect × 100							
	aantal dieren	neus	hals	staart	uier	kroon-rand	huid	totaal
1e periode/*1st period*	(100)	+ 16	— 5	— 1	— 25	— 2	+ 21	+ 5
2e periode/*2nd period*	(100)	+ 1	— 14	+ 11	+ 12	— 4	— 29	— 25
totaal/*total*	(100)	+ 17	— 19	+ 10	— 13	— 6	— 8	— 20
	number of animals	*muzzle*	*nape*	*tail root*	*udder board*	*coronet*	*thick skin*	*total*
	Calculated experimental effect × *100*							

Table 3b. Calculated experimental effects

Uit de figuren 1 en 2 blijkt dat op bedrijf 5 het verloop van de klinische verschijnselen, verkregen door wekelijkse beoordeling van de dieren, grote overeenkomst vertoont met het gemiddelde beeld op alle bedrijven. De gegevens van bedrijf 5 bieden ons de gelegenheid het verloop van de klinische verschijnselen te bestuderen in samenhang met enkele andere factoren. Als zodanig zijn genomen:

a de periode van 6 weken voor het afkalven tot 6 weken daarna;
b de melkproduktie van de dieren. Aangezien in een zelfde lactatiestadium jonge dieren (vaarzen) minder melk produceren, werd in feite de invloed van het verschil in leeftijd van de dieren bepaald. Om dit verschil uit te schakelen werd tevens bestudeerd
c het verband met het produktievermogen van de dieren, uitgedrukt in de produktie per standaardkoe.

4.1.1 De veranderingen van de klinische verschijnselen ten tijde van het afkalven

In figuur 3 zijn de klinische verschijnselen bij de beide groepen dieren op bedrijf 5 niet uitgezet tegen de kalenderdatum, maar betrokken op de tijdsduur vóór of na het afkalven. Uiteraard werden steeds alleen die dieren in de vergelijking opgenomen, waarvan in het betreffende lactatiestadium een klinische beoordeling was uitgevoerd. De dieren aan het begin en aan het eind van het vergelijkingstraject zijn dus niet allemaal dezelfde. Wegens het slechts incidenteel optreden van aantastingen van de hals en het afwezig zijn van verdikte huid, zijn hierover geen gegevens weergegeven.

Bij de verschijnselen aan staartinplanting en kroonranden is geen bepaalde trend aanwezig. Bij de aantasting van de melkspiegel is het verloop van de verschijnselen evenwel niet geheel vlak. Om te beginnen is er het iets onregelmatige verloop

Figuur 2. Beoordeling van de klinische verschijnselen gedurende de zinkverstrekkingsperiode op bedrijf 5.
Voor legenda zie figuur 1

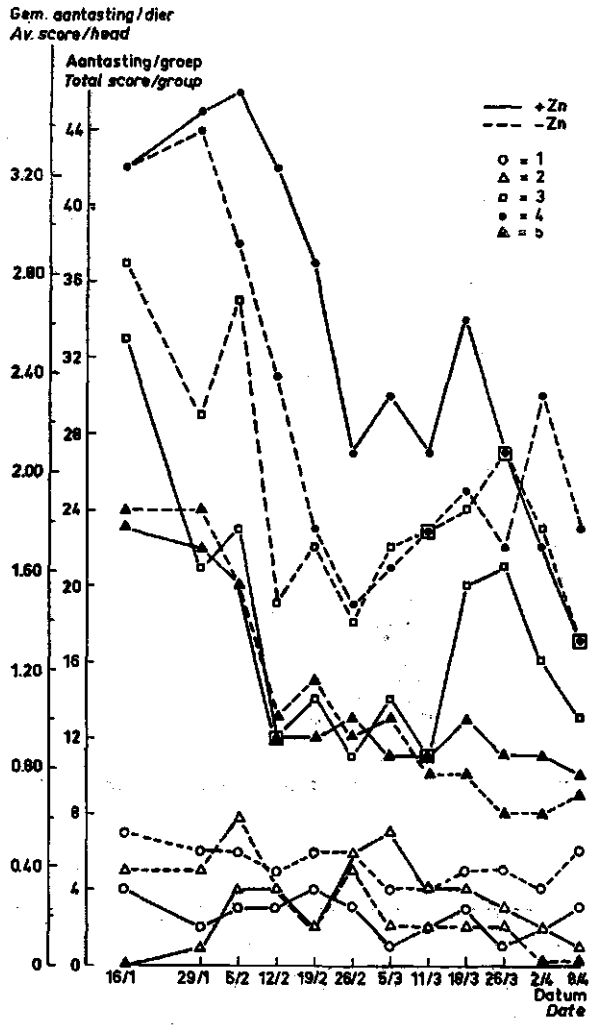


Figure 2. Score of affection of the clinical symptoms on farm 5 during the experimental period. Legend, see figure 1

4 à 5 weken vóór het afkalven; dit is evenwel een toevallig iets ($P >> 0{,}10$) en wordt veroorzaakt door het ontbreken van klinische beoordelingen in de 2e week van de proef. Iets minder uitgesproken vindt men dit onregelmatige verloop ook terug bij de aantasting aan de staartinplanting. Wel significant is in beide groepen de daling van de aantasting van de melkspiegel ten tijde van het afkalven (t-toets: $P < 0{,}05$). Bij vergelijking van de aantasting 1 week vóór en 1 week ná het

Figuur 3. Verloop van de klinische verschijnselen in verband met de afkalfdatum bij proef- en controlegroep op bedrijf 5

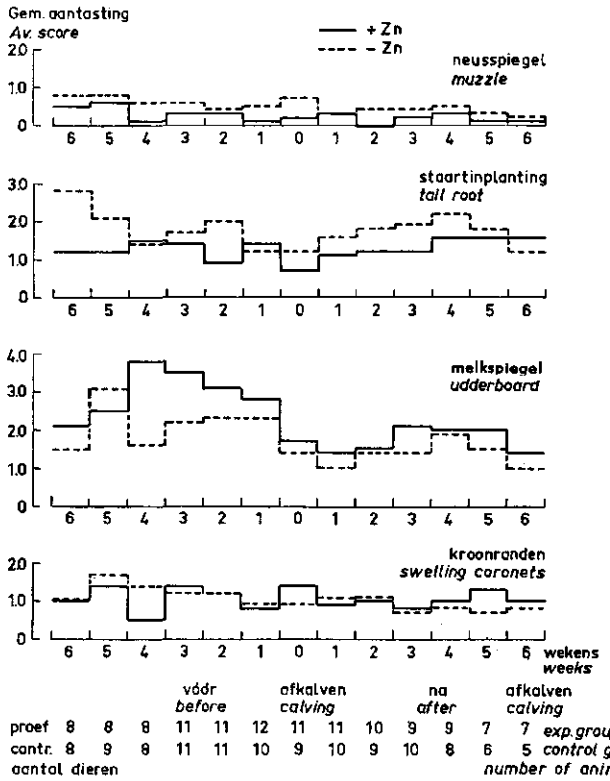


Figure 3. Course of the clinical symptoms in relation to the date of calving in experimental group and control group on farm 5

afkalven is de daling voor beide groepen zeer significant ($P < 0{,}01$). In beide gevallen zijn de dalingen voor beide groepen gelijk; een invloed van de zinkverstrekking is derhalve niet aanwezig. Enige weken na het afkalven lijkt in beide groepen weer een geringe toename van de aantasting op te treden; deze is echter verre van significant ($P >> 0{,}10$).

Uit het feit dat de klinische verschijnselen gedurende de beschouwde periode vóór en ná het afkalven praktisch op hetzelfde niveau blijven, volgt dat de eerder geconstateerde daling met de kalenderdatum (tabel 3, figuren 1 en 2) niet een gevolg is van het voortschrijdende lactatiestadium, maar waarschijnlijk van de uitwendige omstandigheden.

4.1.2 De ernst van de klinische verschijnselen bij dieren met verschillende melkproduktie

In melk is het zinkgehalte hoog vergeleken met dat aan andere zware metalen. VAN DER BAS en MULDER (1964) geven voor normale koemelk een Zn-gehalte op van 2 à 5 mg per l. Voor colostrum is dit gehalte hoger (6 mg/l), evenals voor normale melk kort na het afkalven (7,4 mg/l). Al deze gehalten worden niet beïnvloed door het Zn-gehalte van het rantsoen.

Door de hoge zinkgehalten in de melk worden bij hoogproducerende koeien in het begin van de lactatie relatief grote hoeveelheden Zn uitgescheiden en worden dus ook hoge eisen gesteld aan de Zn-resorptie. Bij deze dieren zou eventueel het eerst een tekort aan zink kunnen worden verwacht.

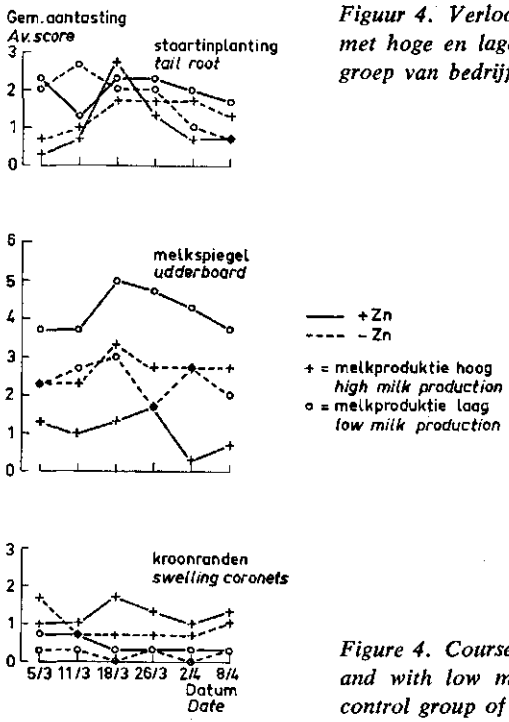
Nagegaan is of dit zich wellicht weerspiegelt in de klinische verschijnselen. Men zou in figuur 3 reeds een dergelijke vergelijking kunnen zien: de eerste weken geven de situatie bij de oudmelkte dieren - met geringe melkgift - weer, de weken na het afkalven geven voor diezelfde dieren de situatie aan bij een hogere melkproduktie. Opgemerkt dient evenwel dat de oudmelkte koeien ook zink nodig hebben voor vastlegging in het kalf, zij het dat deze laatste hoeveelheid geringer is.

Bovendien is onder 2.2 uiteengezet dat het niet onmogelijk is dat dieren die een hoge krachtvoergift ontvangen een iets hogere zinkbehoefte hebben en dus eerder gebrekssymptomen zullen laten zien. Hoewel de krachtvoergift per dier niet bekend is, mag worden aangenomen dat dieren met een hoge melkproduktie meer krachtvoer ontvangen dan die met een lage melkproduktie.

Daarom is in figuur 4 een vergelijking gemaakt voor koeien in een zelfde lactatiestadium met verschillende melkproduktie en wel nieuwmelkte koeien van bedrijf 5; deze vergelijking is gemaakt voor de periode waarin per onderscheiden groep minstens 3 dieren aanwezig waren. De melkgift van de hoogproducerende dieren bedroeg over de beschouwde periode gemiddeld 26,6 kg per dag; bij de dieren met lage melkgift was dit 12,6 kg per dag. Er dient op te worden gewezen dat de dieren met lage melkproduktie alle vaarzen blijken te zijn, die met hoge produktie 3e kalfs- en oudere koeien. Men kan in deze vergelijking dan ook tevens zien het verschil in aantasting tussen jonge en oudere koeien.

De aantasting van staartinplanting en van melkspiegel laat binnen de groepen een nogal grote variatie zien; de weergegeven gemiddelden geven bij dit kleine aantal dieren per groep slechts een zeer globale indruk. De gemiddeld geringere aantasting van de melkspiegel bij de hoogproduktieve dieren uit de proefgroep en de gemiddeld hoge aantasting van de melkspiegel bij laagproducerende proefdieren is waarschijnlijk toevallig, temeer daar de controlegroepen op een onderling gelijk intermediair niveau liggen. De verschillen van aantasting rondom de staartinplanting zijn eveneens toevallig.

Bij de oedemateuze verdikkingen aan de kroonranden lijkt eerder een systematisch verschil aanwezig en wel voornamelijk tussen de oudere dieren met hoge produktie en de jongere met lage produktie. Iets minder duidelijk lijkt een sterkere



Figuur 4. Verloop van de klinische verschijnselen bij koeien met hoge en lage melkproduktie van de proef- en controlegroep van bedrijf 5

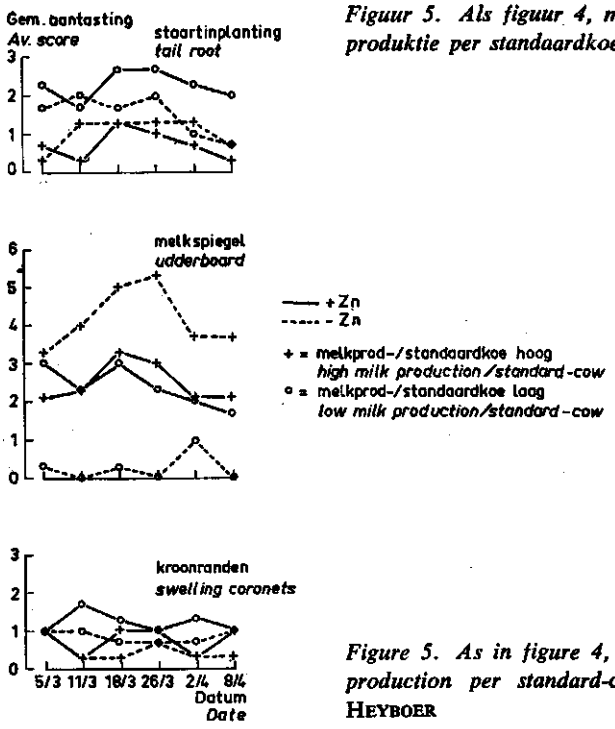
Figure 4. Course of the clinical symptoms in cows with high and with low milk produktion in experimental group and control group of farm 5

aantasting aanwezig bij de +Zn-groepen vergeleken met hun controlegroepen. In figuur 3 is een dergelijk verschil vóór en ná het afkalven - resp. lage en hoge melkgift - niet aanwezig; ook uit andere waarnemingen hebben wij sterk de indruk gekregen dat de zwelling aan de kroonrand bij jonge dieren - en met name bij pinken en vaarzen - veel minder optreedt dan bij oudere koeien.

Voor de overige klinische verschijnselen waren de aantastingen te incidenteel om een vergelijking te rechtvaardigen.

Teneinde de in de vergelijking van figuur 4 bestaande interactie tussen leeftijd en melkproduktie uit te sluiten, is in figuur 5 de vergelijking gemaakt van dezelfde klinische verschijnselen naar verschillen in producerend vermogen van de dieren; dit producerend vermogen is uitgedrukt in de melkproduktie per standaardkoe (DOEKSEN en HEIJBOER 1952). De vergelijking vond verder op gelijke wijze plaats als in figuur 4; de produktie per standaardkoe bedroeg voor de hoog- en de laagproduktieve dieren resp. 30,6 en 21,7 kg.

Wederom is er een aanzienlijke variatie van de aantastingen der afzonderlijke dieren binnen een groep, waardoor de betrouwbaarheid van de verschillen gering is. We zien dat de aantasting rond de staartinplanting en het oedeem aan de kroonranden het ernstigst is bij de laagproduktieve dieren; de aantasting van de melkspiegel is het ernstigst bij hoogproduktieve en het geringst bij de laagproduktieve controledieren. Aan al deze verschillen mag geen wezenlijke betekenis worden



Figuur 5. Als figuur 4, maar melkproduktie uitgedrukt als produktie per standaardkoe

Figure 5. As in figure 4, but milk production expressed as production per standard-cow, according to DOEKSEN *and* HEYBOER

toegekend. Aanwijzingen voor een gunstige invloed van de zinkverstrekking zijn nergens verkregen.

4.1.3 Overige waarnemingen in verband met de klinische verschijnselen

Aan het einde van de proef op bedrijf 5 zijn van de dieren huidafkrabsels genomen van sterk aangetaste delen en onderzocht op het voorkomen van dierlijke parasieten. In de monsters werden uitsluitend *Psoroptes spp.* (mijten) aangetroffen: zowel in de proef- als in de controlegroep waren 3 monsters positief; de mate en de soort van aantasting (eieren, larven en/of volwassen mijten) in de groepen waren niet verschillend.

4.2 Bloedonderzoek

In proef 5 zijn om de 3 weken bloedmonsters genomen. De monsters werden genomen uit de halsader en opgevangen in mineralenvrije plastic flesjes, die 2 druppels Na-heparine bevatten. Analyse van de heparine heeft aangetoond dat dit geen aantoonbare hoeveelheden Zn bevat ($<$ 1 mg/l), zodat van de geringe

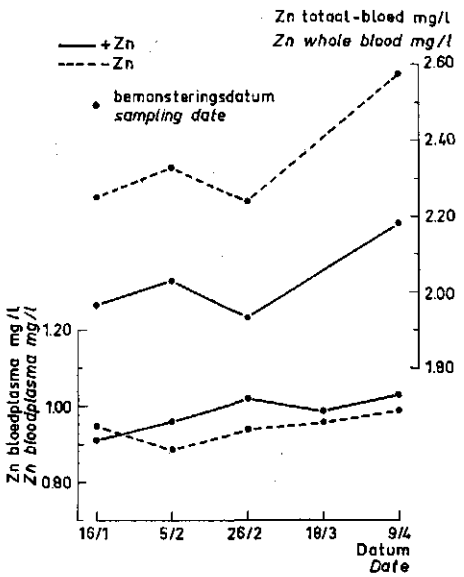
toevoeging na de verdunning met bloed zeker geen invloed op de Zn-gehalten optreedt. Op de dag van bemonstering werd uit een deel van elk monster het plasma afgecentrifugeerd.

In de bloedmonsters werd het Zn-gehalte bepaald in totaal-bloed en in bloedplasma. De laatst uitgevoerde bepalingen van Zn in totaal-bloed, nl. in de monsters van 18 maart, gaven geen reproduceerbare duplo's; dit moet hoogstwaarschijnlijk worden toegeschreven aan de vrij lange tijd (ca. $1^1/_2$ maand) dat deze monsters moesten worden bewaard voor ze konden worden geanalyseerd. Deze monsters worden niet in de beschouwingen betrokken; bij de overige monsters werden bij de analyse geen moeilijkheden ondervonden.

In figuur 6 is het verloop van de gemiddelde Zn-gehalten in totaal-bloed en in bloedplasma per groep weergegeven. In figuur 7 zijn de gehalten bij de individuele dieren aan het begin van de proef uitgezet tegen de waarden 3 weken later; in figuur 8 zijn alle beginwaarden uitgezet tegen de waarden aan het einde van de proef, d.i. 12 weken later.

Op bedrijf 22, waar de ernstigste klinische verschijnselen voorkwamen, zijn op 17 maart, d.i. 4 weken na het begin van de proef, bloedmonsters genomen van 5 dieren uit elk van de beide groepen. De ten tijde van de bemonstering bestaande verwachting dat op dit bedrijf lage Zn-gehalten in het rantsoen zouden voorkomen, is door de gewasanalyse niet bevestigd; de Zn-voorziening is ruim.

Ten slotte zijn bloedmonsters genomen van een viertal bedrijven waar een ruime Zn-voorziening van de dieren verwacht werd. Daarvan zijn er twee gelegen in het stroomgebied van de Dommel; het is bekend dat het water van dit riviertje afvalprodukten van zinkindustrieën meevoert en dat op vroegere bevloeiingsweiden



Figuur 6. Zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma bij proef- en controledieren op bedrijf 5 gedurende de proefperiode

Figure 6. Zinc contents of whole blood and blood plasma in experimental group and in control group on farm 5 during the experimental period

thans nog zinkovermaat in akkerbouwgewassen voorkomt (HENKENS 1961). De andere twee bedrijven liggen in Zuid-Limburg en het grasland ervan ligt dicht langs de Geul; het is bekend dat het water van dit riviertje eveneens hoge zinkgehalten bevat. In de analyses van de ruwvoedermonsters op deze bedrijven is de ruime Zn-voorziening van de dieren bevestigd, zie tabel 8, bedrijven 26, 27, 29 en 31.

De resultaten van het bloedonderzoek op de eenmaal bemonsterde bedrijven is samengevat in tabel 4.

4.2.1 Zink in totaal-bloed

Uit de gegevens van de figuren 6, 7 en 8 is het volgende af te leiden:

a De gehalten lopen van dier tot dier nogal uiteen (1,49-2,85 mg/l op 16 januari; 1,53-2,80 mg/l op 5 februari; 1,51-3,07 mg/l op 9 april). Toevallig blijken de dieren aan het begin van de proef zo te zijn ingedeeld, dat in de proefgroep meer dieren met lage waarden terecht zijn gekomen en in de controlegroep meer dieren met hoge waarden. Aan het einde van de proef is nog dezelfde situatie aanwezig.

b Bij een zelfde dier zijn de gehalten op verschillende bemonsteringsdata vrij constant; de afwijkingen van de 45°-lijn in de figuren 7 en 8 zijn betrekkelijk klein vergeleken met de spreiding van dier tot dier. Het gehalte bij een zelfde dier lijkt dus op korte termijn niet gemakkelijk te veranderen; ook de zinkverstrekking heeft dit niet bewerkstelligd.

c De gemiddelde waarden bij proef- en controlegroep vertonen met de tijd enige schommelingen; hiervan zijn alleen de verschillen tussen de opeenvolgende bemonsteringen van 26 februari en 9 april belangrijk: voor beide groepen is de stijging zeer significant ($P < 0{,}01$). De oorzaak van deze stijging kan niet worden aangegeven.

d Een invloed van de zinkverstrekking op het Zn-gehalte in totaal-bloed is niet aanwezig. Het gemiddelde gehalte vertoont voor proef- en controlegroep een praktisch identiek verloop; de trend van stijging van de gehalten in (de laatste periode van) de proef is bij de proefgroep zeker niet groter dan bij de controlegroep.

Uit de literatuur zijn ons alleen Zn-gehalten in totaal-bloed bekend bij jonge runderen. MILLER en MILLER (1960, 1962) geven voor kalveren tot 20 weken gemiddelde waarden op van 2,9 mg Zn/l bij normale dieren en van 1,7 mg/l bij Zn-deficiënte dieren. Bij verstrekking van 265 dpm Zn als ZnO - dit is ongeveer dezelfde concentratie en in dezelfde vorm als in onze proef 5 - aan deficiënte dieren trad binnen een week een belangrijke stijging van het gehalte op en waren de waarden na 3 weken normaal.

Bovendien stelden MILLER *et al.* (1962) vast dat de Zn-gehalten in totaal-bloed nog iets verlaagd zijn bij Zn-gehalten in de rantsoenen, welke iets hoger liggen dan

Figuur 7. Zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma aan het begin van de zinkverstrekkingsproef op bedrijf 5 vergeleken met de gehalten 3 weken later

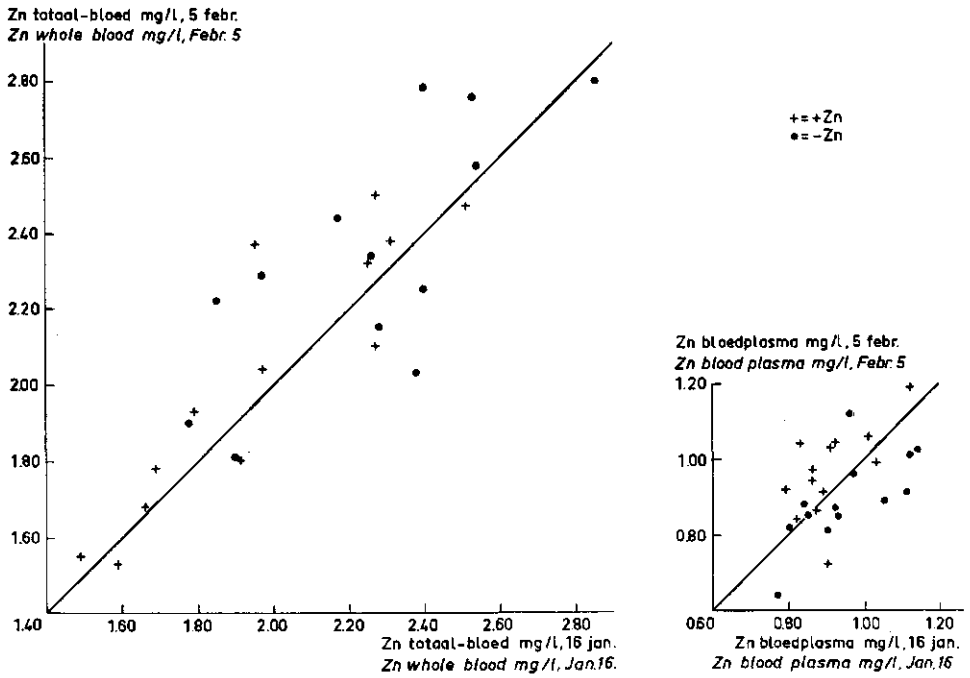


Figure 7. Zinc contents of whole blood and blood plasma on farm 5 at the start of the experiment compared to the values 3 weeks later

die waarbij klinische verschijnselen optreden. In proef 5 is van een stijging bij de proefgroep - vergeleken met de controlegroep - in het geheel geen sprake geweest. Ook op bedrijf 22 zijn er geen verschillen in het Zn-gehalte van totaal-bloed tussen de groepen. Dit betekent derhalve:

a of de dieren van de controlegroepen, alsmede de proefdieren aan het begin van de proef, waren niet zink-deficiënt en werden nog duidelijk boven de minimumbehoefte gevoederd, aangezien geen enkel effect van de zinkverstrekking op de waarden in het bloed kon worden vastgesteld;

b of de proefdieren zijn met een extra toediening van ca. 220 dpm Zn nog steeds deficiënt. Dit laatste is wel zeer onwaarschijnlijk omdat de Zn-behoefte van het rund in Nederland dan wel vele malen hoger zou zijn dan elders in nauwkeurige proeven is vastgesteld, waaruit zou volgen dat in Nederland uitsluitend Zn-deficiënte dieren aanwezig zijn aangezien Zn-gehalten in de rantsoenen van 250 dpm niet voorkomen (zie 5.2);

c of aangenomen moet worden dat - in tegenstelling tot de vermelde literatuurgegevens - het Zn-gehalte van totaal-bloed geen indicatieve waarde heeft voor de zinkvoorzieningstoestand van het dier.

Figuur 8. Zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma aan het begin en het einde van de zinkverstrekkingsproef op bedrijf 5

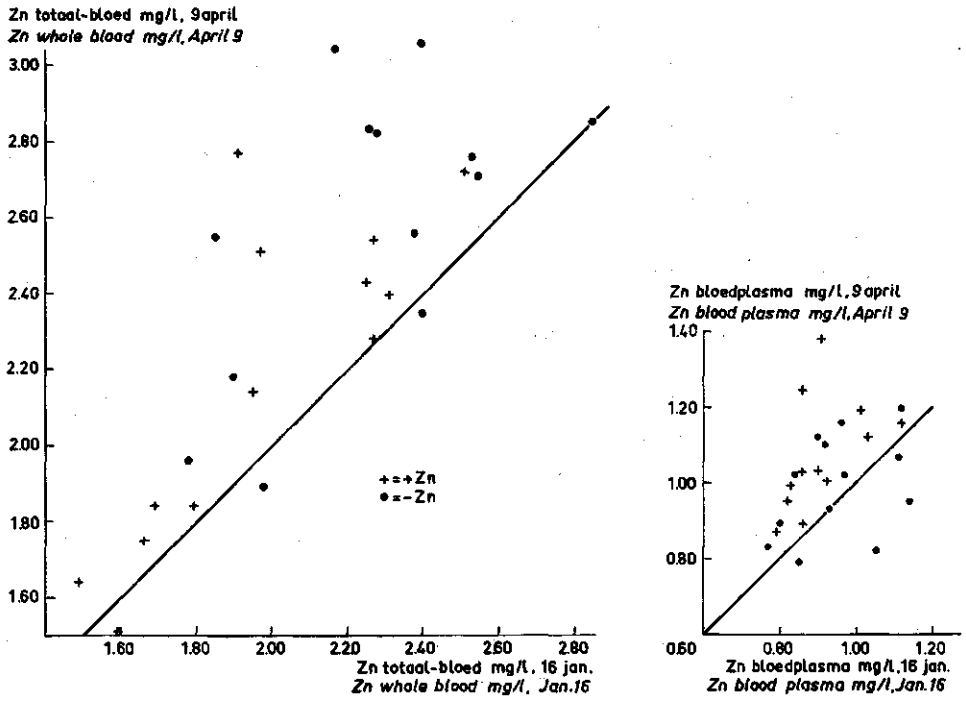


Figure 8. Comparison of the zinc contents of whole blood and blood plasma on farm 5 at the start and the end of the zinc supplementation experiment

Uit de publikatie van MILLER *et al.* (1963) blijkt dat bij oudere kalveren het Zn-gehalte van totaal-bloed lager ligt: op een leeftijd van 35 à 37 weken is dit bij dieren met een ruime Zn-voorziening 2,3 mg per l. In dit licht worden de op het eerste gezicht wat lage gehalten van ca. 2,0 mg Zn per l bij onze volwassen dieren volkomen verklaarbaar en acceptabel.

De gegevens van tabel 4 bevestigen dat op deze bedrijven met een ruime zinkvoorziening in het basisrantsoen geen hogere Zn-gehalten in totaal-bloed voorkomen dan bij de controledieren op bedrijf 5 met een geringere zinkvoorziening. Op bedrijf 31 zijn de gehalten wel iets hoger dan op de overige van tabel 4, doch weer niet hoger dan bij de controledieren van bedrijf 5 op 9 april. Ook deze gegevens geven dus geen aanwijzingen voor het bestaan van zinktekorten bij ons rundvee.

4.2.2 Zink in bloedplasma

Uit de gegevens van de figuren 6, 7 en 8 valt het volgende te concluderen.

a De Zn-gehalten in het bloedplasma lopen van dier tot dier vrij sterk uiteen

(0,77-1,14 mg/l op 16 januari; 0,64-1,19 mg/l op 5 februari; 0,53-1,38 mg/l op 9 april). Relatief is de variatie ongeveer gelijk aan die van het Zn-gehalte in totaal-bloed; absoluut is de variatie geringer.

b De gehalten bij een zelfde dier zijn in de loop van de tijd weer vrij constant, zoals blijkt uit de figuren 7 en 8. Op 9 april komen in de proefgroep 3 uitschieters voor, die zorgen voor 3 afwijkende punten; dit soort afwijkers komt bij de vergelijkingen van andere bemonsteringsdata niet voor. Overigens wettigen de uitkomsten de conclusie dat een dier vrij nauwkeurig een bepaald Zn-gehalte in zijn bloedplasma handhaaft.

c De gemiddelde waarden vertonen bij beide groepen een geringe variatie met de tijd; de veranderingen zijn nergens significant.

d De vergelijking van de Zn-gehalten van het bloedplasma op 16 januari en op 5 februari (figuur 7) laat zien, dat de waarden bij de controlegroep merendeels wat zijn gedaald terwijl bij de proefgroep overwegend een stijging is opgetreden. Hoewel elk van deze veranderingen op zich statistisch niet betrouwbaar is (zie c.) is de verandering van het verschil in niveau tussen beide groepen zeer significant ($P < 0,01$). Hieruit valt te concluderen dat onder invloed van de zinkverstrekking een verhoging van het Zn-gehalte van het bloedplasma heeft plaatsgevonden met 0,11 mg per l. We hebben hier een eerste aanwijzing dat het dier (een gedeelte) van het toegediende ZnO heeft geresorbeerd. De verschillen in het gemiddelde gehalte van de groepen ten gevolge van de zinkverstrekking zijn evenwel niet significant; de waarden van de individuele dieren van beide groepen overlappen elkaar volkomen, zodat aan het Zn-gehalte van het bloedplasma bij een bepaald dier niet kan worden beoordeeld of het dier extra Zn heeft gehad of niet.

Het op 5 februari bestaande geringe verschil tussen de groepen blijft verder ongeveer constant.

Vermeldingen in de literatuur over Zn-gehalten in het bloedplasma (c.q. bloedserum) komen voor bij BEESON *et al.* (1962). Bij ossen op rantsoenen met 24 dpm Zn in het rantsoen vonden zij in het bloedserum 1,79 mg Zn per l; wanneer 100 dpm Zn extra werd gegeven was dit 2,00 mg per l, een niet-significante toename. Opmerkelijk is dat het niveau bij deze auteurs ongeveer 2 maal zo hoog ligt als wij vinden.

OTT *et al.* (1963, 1964a) vermelden gegevens over lammeren. Deze onderzoekers vinden bij normale dieren Zn-gehalten in het bloedserum van gemiddeld 1,20 mg per l. Bij deficiënte dieren, die worden gehouden op een rantsoen met 3 dpm Zn, zijn deze gehalten gemiddeld 0,20 mg per l; dit is zeer significant lager. Bij 18 dpm Zn in het rantsoen treden geen klinische verschijnselen meer op, maar wel is het Zn-gehalte van het bloedserum nog significant lager dan bij dieren die 33 of 48 dpm Zn in hun rantsoen hebben (de gevonden gehalten in het bloed bij 18 dpm in het rantsoen worden helaas niet vermeld). Het is duidelijk dat de in deze proeven gevonden verschillen in Zn-niveau in het bloedserum tussen gezonde en deficiënte dieren (ca. 1,0 mg/l) vele malen groter zijn dan het zinkeffect (nl.

Tabel 4. Chemische analyses van bloedmonsters

Datum 1964	Bedrijf	Omschrijving	Aantal dieren	Zn totaal-bloed (mg/l)	Zn in plasma (mg/l)	Mg in plasma (mg %)
17/3	22	proefgroep (+Zn)/ *experimental group*	5	1,88 ± 0,15	0,82 ± 0,04(*)	
		controlegroep/ *control group*	5	2,00 ± 0,10	0,73 ± 0,02	
13/3	26	bedrijf aan de Dommel/ *farm along the Dommel*	5	1,88 ± 0,09	0,79 ± 0,03	
13/3	27	bedrijf aan de Dommel/ *farm along the Dommel*	4	2,10 ± 0,21	0,79 ± 0,04	
13/4	29	bedrijf aan de Geul/ *farm along the Geul*	6	2,10 ± 0,10	0,92 ± 0,05	2,51 ± 0,11
		klinisch goede dieren/ *clinically good animals*	3	2,12 ± 0,20	0,90 ± 0,07	2,63 ± 0,12
		klinisch slechte dieren/ *clinically poor animals*	3	2,09 ± 0,10	0,94 ± 0,09	2,38 ± 0,17
15/4	31	bedrijf aan de Geul/ *farm along the Geul*	4	2,52 ± 0,21	0,97 ± 0,06	
Date 1964	*Farm*	*Description*	*Number of animals*	*Zn whole blood* (mg/l)	*Zn in plasma* (mg/l)	*Mg in plasma* (mg %)

(*) Verschil met controlegroep bijna significant ($P < 0,10$)/*Difference with the control group almost significant* ($P < 0.10$)

Table 4. Chemical analyses of blood samples

0,11 mg/l) dat in onze proef 5 onder invloed van een veel grotere zinkdosering werd bereikt. Overigens werd in proef 5 wel een verandering van het Zn-gehalte van het bloedplasma bereikt onder invloed van de zinkverstrekking, doch deze verhoging is zo klein, dat men niet kan zeggen dat het Zn-gehalte op een hoger niveau is gekomen wat bij OTT *et al.* wel het geval is. Er zijn dus geen argumenten aanwezig die wijzen op een onvoldoende zinkvoorziening van de dieren op de door ons onderzochte bedrijven.

Op bedrijf 22, waar weliswaar de Zn-gehalten in het bloedplasma vóór het begin van de proef niet zijn vastgesteld, wordt na 4 weken Zn-verstrekking een bijna significant hoger Zn-gehalte in het bloedplasma van de proefdieren gevonden ($P < 0,10$). Opmerkelijk is dat de gemiddelde waarden op dit bedrijf, evenals op de bedrijven 26 en 27, wat lager liggen dan op de bedrijven 5, 29 en 31; hoewel op eerstgenoemde bedrijven de zinkvoorziening als zeer ruim is aan te merken en nog ruimer dan op de laatstgenoemde bedrijven. Een eenvoudig verband tussen de Zn-gehalten van het rantsoen en de Zn-gehalten van het bloedplasma lijkt niet aanwezig.

4.2.3 Het verband tussen de Zn-gehalten van totaal-bloed en bloedplasma

Dit verband is in beeld gebracht in figuur 9. In het totale materiaal, omvattende 133 waarnemingen, werd de volgende relatie berekend:

$$y = 0{,}161\ x + 0{,}585,$$

waarin x en y resp. voorstellen de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma. Deze vergelijking geldt voor het traject $1{,}40 < x < 3{,}10$.

De correlatiecoëfficiënt is evenwel laag, namelijk 0,40. Binnen het weergegeven traject geeft de waarde van de ene factor slechts een zeer geringe aanwijzing voor de waarde van de andere.

Figuur 9. Verband tussen de zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma

1 bedrijf 5, controledieren
2 bedrijf 5, proefdieren
3 bedrijf 22, controledieren
4 bedrijf 22, proefdieren
5 bedrijven 26 en 27 (langs de Dommel)
6 bedrijven 29 en 31 (langs de Geul)

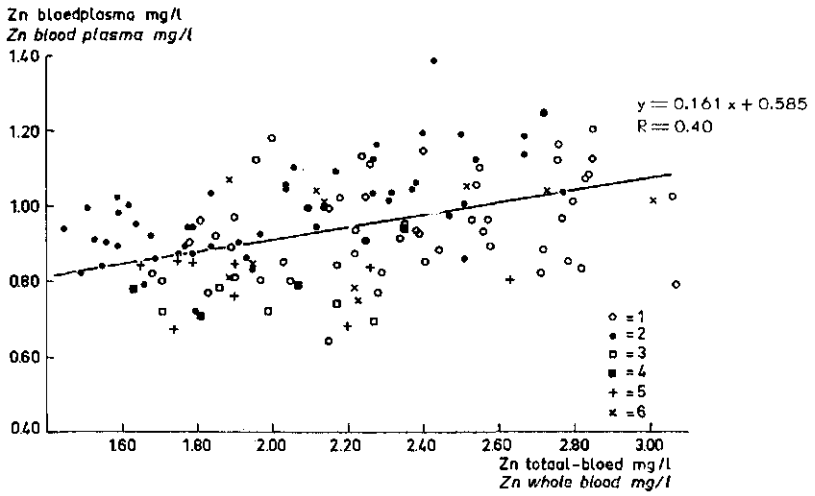
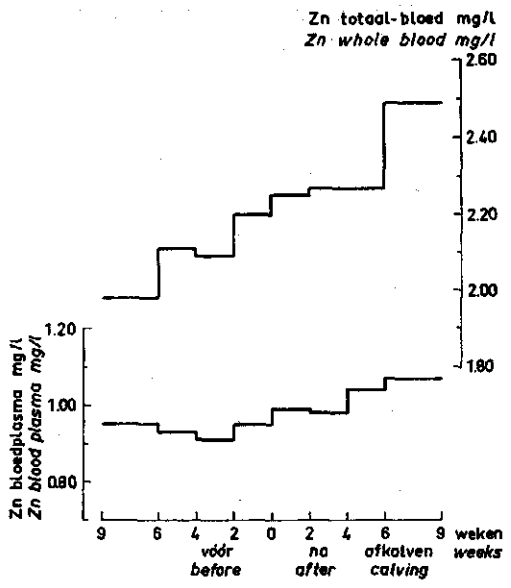


Figure 9. Relation between the zinc contents of whole blood and blood plasma

1 farm 5, control animals
2 farm 5, zinc supplemented animals
3 farm 22, control animals
4 farm 22, zinc supplemented animals
5 farms 26 and 27 (Dommel, high zinc area)
6 farms 29 and 31 (Geul, high zinc area)

4.2.4 Het verloop van de Zn-gehalten in totaal-bloed en in bloedplasma ten tijde van het afkalven

Het was mogelijk dit verloop nader te bestuderen in het materiaal van bedrijf 5. Omdat de bloedbemonstering om de 3 weken plaatsvond, is het totaal aantal waarnemingen vrij beperkt. Wegens de optredende grote variatie bij waarnemingen binnen een categorie is er van afgezien het verband voor proef- en controlegroep



Figuur 10. Verloop van de zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma op bedrijf 5 in verband met het tijdstip van afkalven (proef- + controlegroep)

Figure 10. Course of the zinc contents of whole blood and blood plasma on farm 5 in relation to the date of calving (experimental and control group combined)

apart uit te zetten, temeer daar er tussen de behandelingen geen systematische verschillen blijken te bestaan. Figuur 10 laat het gemiddelde verloop zien van de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma van 9 weken vóór het afkalven tot 9 weken erna.

Bij het Zn-gehalte van het totaal-bloed lijkt een regelmatige stijging aanwezig van het oudmelkte stadium, via droogstand en afkalven naar het begin van de nieuwe lactatieperiode. Hoewel de verschillen tussen de opvolgende perioden nergens significant zijn, is deze significantie wel aanwezig voor de gehele trend. Het is evenwel zeer de vraag of we hier niet te maken hebben met een schijneffect, veroorzaakt door de algemene stijging van het Zn-gehalte in totaal-bloed tussen 26 februari en 9 april, zie figuur 6. Het verloop bij de individuele dieren vertoont namelijk bij uitzetten tegen de datum veel meer gelijkenis met de gemiddelde lijn dan bij uitzetten tegen de tijdsduur vóór of na afkalven.

Het verloop van het Zn-gehalte van het bloedplasma is zeer gelijkmatig. Ondanks de iets stijgende tendens na het afkalven zijn de verschillen in niveau tussen de perioden - ook tussen de extremen: 2-4 weken voor het afkalven en 6-9 weken na het afkalven - statistisch niet betrouwbaar.

4.2.5 Het verband tussen de klinische verschijnselen en de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma

Binnen de waarnemingen van bedrijf 5 is gezocht naar een verband tussen de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma enerzijds en de ernst van elk der

Tabel 5. Verband tussen de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma van groepen dieren en de ernst van verschillende klinische verschijnselen bij deze dieren

a) BASISGEGEVENS/*basic data*

Datum 1964	Bedrijf	Groep	Zn in bloed mg/l		Gem. aantasting × 10						
			totaal	plasma	neus	hals	staart	melk-spiegel	kroon-randen	huid	totaal
16/1	5	proef/*exp.*	1,97	0,91	3	0	25	32	18	0	78
		contr./*contr.*	2,25	0,95	5	4	28	32	18	0	87
5/2	5	proef/*exp.*	2,03	0,96	2	3	18	37	15	0	75
		contr./*contr.*	2,33	0,89	5	6	27	29	15	0	82
26/2	5	proef/*exp.*	1,93	1,02	2	5	8	21	10	0	46
		contr./*contr.*	2,24	0,94	5	4	14	15	9	0	47
18/3	5	proef/*exp.*	—	0,99	2	3	15	26	10	0	56
		contr./*contr.*	—	0,96	4	2	18	19	8	0	51
9/4	5	proef/*exp.*	2,18	1,03	2	1	10	13	8	0	34
		contr./*contr.*	2,58	0,99	5	0	13	18	7	0	43
17/3	22	proef/*exp.*	1,88	0,82	10	22	36	18	4	20	110
		contr./*contr.*	2,00	0,73	4	30	34	18	4	36	126
13/3	26		1,88	0,79	7	0	12	14	10	0	43
13/3	27		2,10	0,79	5	0	20	20	10	0	55
13/4	29	klin. goed/ *clin. good*	2,12	0,90	0	0	7	17	0	0	24
		klin. slecht/ *clin. poor*	2,09	0,94	0	0	17	50	7	3	77
15/4	31		2,52	0,97	0	0	4	10	2	0	16
Date 1964	*Farm*	Group	*whole*	*plasma*	*muzzle*	*nape*	*tail root*	*udder-board*	*coronets*	*thick skin*	*total*
			Zn in blood mg/l		*Average affection × 10*						

— = geen waarneming/*no observation*

b) BEREKENDE CORRELATIECOËFFICIËNTEN/*calculated correlation coefficients*

Verschijnsel	Correlatiecoëfficiënt met	
	Zn-totaal-bloed	Zn-bloedplasma
neus/*muzzle*	— 0,24	— 0,51
hals/*nape*	— 0,34	— 0,56
staart/*tail root*	— 0,32	— 0,57
melkspiegel/*udderboard*	— 0,17	+ 0,12
kroonranden/*coronets*	— 0,11	+ 0,15
totaal klin. versch./*total*	— 0,41	— 0,52
Symptom	*Zn whole blood*	*Zn blood plasma*
	Correlation coefficient with	

Table 5. Relation between the Zn-contents in whole blood and blood plasma of animal groups and the severity of various clinical symptoms in these animals

klinische verschijnselen, zowel op het tijdstip der bemonstering als in een periode van 3 weken daarvoor en daarna, anderzijds. Aangezien dit onderzoek in geen enkel opzicht een verband liet zien, wordt er van afgezien het betreffende zeer uitvoerige materiaal weer te geven.

Ten slotte is een zelfde verband gezocht tussen de groepsgemiddelden voor het Zn-gehalte van totaal-bloed en van bloedplasma op de verschillende bloedbemonsteringsdata op de verschillende bedrijven en de op die tijdstippen vastgestelde klinische verschijnselen. Tabel 5 geeft een overzicht van de basisgegevens en van de uitkomsten van de statistische analyse. Wegens het geringe aantal positieve waarnemingen kon het verschijnsel 'dikke huid' niet in de analyse worden opgenomen.

De correlaties tussen de bloedsamenstelling en de verschillende klinische verschijnselen zijn overwegend negatief. In dit verband herinneren wij aan eerder vermelde waarnemingen, namelijk een vermindering van de klinische verschijnselen met de tijd (4.1; zie ook 5.3) en tegelijk een (geringe) stijging van de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma met de tijd (4.2.1 en 4.2.2).

De correlatiecoëfficiënten zijn zonder uitzondering laag. Het verband tussen de Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma enerzijds en de ernst van de klinische verschijnselen bij een groep dieren anderzijds is statistisch niet betrouwbaar. Dit betekent dat de klinische verschijnselen slechts voor een gering deel 'verklaard' kunnen worden uit de bloedsamenstelling.

Dat omgekeerd de klinische verschijnselen weinig invloed hebben op de Zn-gehalten van het bloed wordt ook geïllustreerd door bedrijf 29, waar bloedmonsters werden genomen van 3 ernstig aangetaste en van 3 licht aangetaste dieren. De Zn-gehalten van totaal-bloed en van bloedplasma zijn voor de aldus onderscheiden groepen praktisch gelijk, zie tabel 4. De klinisch goede dieren hebben wel een iets, doch niet significant, hoger Mg-gehalte in het bloedplasma.

4.3 Haaronderzoek

Aan het einde van proef 5 is van alle dieren een haarmonster genomen. Dit is eveneens gebeurd op een aantal andere bedrijven van het zinkonderzoek, alsmede bij een proef waarin van eeneiige tweelingen de helft der dieren - vanaf kort na de geboorte - wordt gehouden op de graslandprodukten van een grond met een normale pH (pH-KCl 5,2), terwijl de tweelingzusters hun voedsel krijgen van grond op hetzelfde bedrijf met hoge pH (pH-KCl 6,9); de tweelingen werden op ca. 1-jarige leeftijd bemonsterd.

De haarmonsters zijn genomen van ribben en flank. In principe werd het gekleurde (zwarte of rode) haar bemonsterd; wit haar werd genomen in de gevallen dat niet voldoende gekleurd haar aanwezig was. In een aantal gevallen kon zowel wit als gekleurd haar worden bemonsterd. De resultaten van de Zn-bepalingen in deze monsters zijn samengevat in tabel 6.

Tabel 6. Zinkgehalten in runderhaar

Datum	Bedrijf	Omschrijving	Veeslag (RB/ZW)	Categorie (M/P)	Aantal monsters	Gem. (mg/kg ds) en standaard-afw.
		diverse dieren wit haar/ *various animals, white hair*			6	134 ± 8,2
		zelfde dieren gekleurd haar/ *the same animals coloured hair*			6	132 ± 9,7
		wit haar van zwart-bonte dieren/ *white hair of black and white animals*	excl. proefgroepen van bedrijven 5 en 22/ *excluding the exp. groups of the farms 5 and 22*		3	131 ± 2,6
		zwart haar/ *black hair*			25	132 ± 3,8
		wit haar van rood-bonte dieren/ *white hair of red and white animals*			4	128 ± 6,1
		rood haar/ *red hair*			3	126 ± 6,7
		alle wit haar/ *all white hairs*			7	130 ± 3,5
		wit haar van zwart-bonte dieren/ *white hair of black and white animals*	incl. de dieren die extra Zn ontvingen/ *including the animals receiving additional Zn*		6	137 ± 5,6
		zwart haar/ *black hair*			36	138 ± 5,8
		wit haar van rood-bonte dieren/ *white hair of red and white animals*			8	130 ± 6,4
		rood haar/ *red hair*			6	125 ± 4,7
		alle wit haar/ *all white hairs*			14	133 ± 4,3
8/4	5	proefgroep (+ Zn)/ *experimental group*	ZW/*BW*	M/*M*	14	150 ± 13,2
		controlegroep/ *control group*			13	134 ± 7,2
20/4	22	proefgroep (+ Zn)/ *experimental group*	RB/*RW*	M/*M*	7	129 ± 7,6
		controlegroep/ *control group*			7	127 ± 4,2
15/4	31	grasland aan de Geul/ *grassland along the Geul*	ZW/*BW*	M/*M*	3	127 ± 5,5
13/3	PAW 713	hoge pH van de grond/ *high pH of the soil*	ZW/*BW*	P/*Y*	6	132 ± 0,8
		normale pH van de grond/ *normal pH of the soil*			6	129 ± 0,4
Date	*Farm*	*Description*	*Breed (RW/BW)*	*Class (M/Y)*	*Number of samples*	*Av. (mg/kg dm) and standard error*

RB = roodbont/*red and white* = *BW* ZW = zwartbont/*black and white* = *BW*
M = melkkoeien/*milking cows* = *M* P = pinken/*yearlings* = *Y*

Table 6. Zinc contents in hair

Vergelijking van de Zn-gehalten in wit en in gekleurd haar van dezelfde dieren laat zien dat deze gehalten niet verschillen. Dit is evenmin het geval wanneer men de gemiddelden per soort (wit en zwart van zwartbonte dieren; wit en rood van roodbonten) vergelijkt. Daarom behoeft bij de vergelijkingen per bedrijf geen onderscheid te worden gemaakt tussen de analyses van wit en van gekleurd haar.

Tussen roodbonte en zwartbonte dieren lijkt een gering - niet significant - verschil aanwezig, waarbij dient te worden opgemerkt dat slechts gegevens van één roodbont bedrijf beschikbaar zijn.

Helaas zijn aan het begin van de proeven geen haarmonsters genomen en kan de verandering van de gehalten gedurende de proeven bij de verschillende groepen niet worden bestudeerd. Volstaan moet daarom worden met een vergelijking van de eindsituatie bij de groepen.

Op bedrijf 5 zijn de gehalten bij de proefgroep gemiddeld hoger dan bij de controlegroep; ten gevolge van de grote variaties die binnen de groepen optreden is het verschil evenwel verre van significant ($P >> 0{,}10$). In dit verschil vinden we opnieuw een aanwijzing dat het verstrekte ZnO door de dieren (ten dele) is geresorbeerd. Op bedrijf 22 is het verschil tussen proef- en controlegroep slechts gering. Hier hadden de dieren langer haar, omdat het bij het opstallen niet was geknipt, terwijl bovendien ten tijde van de bemonstering de zinkverstrekking op dit bedrijf korter had geduurd dan op bedrijf 5.

Tussen de dieren, die steeds op grond met hoge of met normale pH hebben geleefd, is slechts een gering verschil in Zn-gehalten van het haar aanwezig; toch is dit gehalte op de grond met hoge pH bijna significant hoger ($P < 0{,}10$). Het verschil als zodanig is evenwel verwaarloosbaar, omdat het valt binnen de standaardafwijking van elk der andere onderzochte groepen.

4.4 Melkproduktie

Op het merendeel der bedrijven, waar zinkverstrekking heeft plaatsgevonden, konden gegevens worden verzameld over de melkproduktie. Getracht is met deze gegevens het effect van de proefingreep te berekenen. Nu kan men voor een dergelijke vergelijking zeer verschillende uitgangspunten kiezen.

Een vergelijking van de melkproduktie per dier heeft tot bezwaar dat de dieren uit beide groepen niet zonder meer vergelijkbaar zijn wat betreft producerend vermogen, leeftijd en lactatiestadium. Aan de laatste twee bezwaren is in belangrijke mate tegemoet te komen door alle melkopbrengsten om te rekenen in produkties per standaardkoe. Het bezwaar van verschil in producerend vermogen blijft dan evenwel bestaan. Het is dus steeds nodig een vergelijkbare produktieperiode van dezelfde dieren buiten de proefperiode te hebben. Hiervoor komen in aanmerking:

a Een vergelijkingsperiode direct aansluitend vóór en ná de eigenlijke proefperiode. Als zodanig is in tabel 7 een voorperiode genomen, beginnende 3

Tabel 7. Melkprodukties per standaardkoe van proef- en controlegroepen op verschillende bedrijven en berekening van de „proef"-effecten

Bedrijf	Omschrijving	Produkties per standaardkoe kg				Berekend Zn-effect		
		proef-periode (1964)	voor- en na-periode (a)	voor-periode (b)	zelfde periode (1963) (c)	voor + na (a)	voor (b)	1963 (c)
5	proefgroep/*exp. group*	26,3	26,7	31,6	29,8			
	controlegroep/*control group*	24,4	26,3	26,0	27,6			
	verschil/*difference*	+ 1,9	+ 0,4	+ 5,6	+ 2,2	+ 1,5	— 3,7	— 0,3
6	proefgroep/*exp. group*	23,7	24,1	20,2	30,7			
	controlegroep/*control group*	23,5	24,7	19,8	29,1			
	verschil/*difference*	+ 0,2	— 0,6	+ 0,4	+ 1,6	+ 0,8	— 0,2	— 1,4
8	proefgroep/*exp. group*	19,9	22,0	19,6	21,0			
	controlegroep/*control group*	22,8	26,3	19,1	27,6			
	verschil/*difference*	— 2,9	— 4,3	+ 0,5	— 6,6	+ 1,4	— 3,4	+ 3,7
9	proefgroep/*exp. group*	26,8	23,7	21,5	24,7			
	controlegroep/*control group*	20,1	19,1	10,6	25,0			
	verschil/*difference*	+ 6,7	+ 4,6	+10,9	— 0,3	+ 2,1	— 4,2	+ 7,0
16	proefgroep/*exp. group*	29,6	28,9	26,0	30,0			
	controlegroep/*control group*	23,6	24,9	19,0	27,6			
	verschil/*difference*	+ 6,0	+ 4,0	+ 7,0	+ 2,4	+ 2,0	— 1,0	+ 3,6
21	proefgroep/*exp. group*	22,0	23,7	23,3	23,2			
	controlegroep/*control group*	20,5	19,8	21,3	19,0			
	verschil/*difference*	+ 1,5	+ 3,9	+ 2,0	+ 4,2	— 2,4	— 0,5	— 2,7
Totaal/ *Total*	verschil/*difference*	+ 2,23	+ 1,33	+ 4,40	+ 0,58	+ 0,90	— 2,17*)	+ 1,65
	standaardafw./*standard error*	± 1,47	± 1,52	± 1,71	± 1,55	± 0,69	± 0,73	± 1,51
Farm	*Description*	*experimental period (1964)*	*pre- and post-period (a)*	*pre-period (b)*	*the same period (1963) (c)*	*pre + post (a)*	*pre (b)*	*1963 (c)*
		Production per standard-cow in kg				*Calculated Zn-effect*		

*) verschil significant (t-toets)/*difference significant (t-test)*

Table 7. Milk production per standard-cow of experimental and control groups at various farms and calculation of the experimental effects

maanden voor het begin van de proef en een naperiode eindigende 3 maanden na het afsluiten der proef. Als bezwaar tegen deze methode kan worden ingebracht dat de proef mogelijk een nawerking vertoont, zodat het opnemen van een naperiode ongewenst is.

b Men kan ook uitsluitend een voorperiode als vergelijkingsperiode gebruiken. Deze vergelijking is in tabel 7 eveneens gemaakt, wederom vanaf 3 maanden voor het begin van de proef. Het bezwaar van deze vergelijking is dat - on-

danks het hanteren van de produkties per standaardkoe - verschillen tussen de dieren in de verdeling van de melkproduktie over de lactatieperiode een grote invloed op het berekende 'proefeffect' gaan uitoefenen. Dit is hier met name het geval omdat een niet onaanzienlijk deel der dieren in de voorperiode oudmelkt en in de proefperiode nieuwmelkt is.

c De vergelijking die dan nog mogelijk is, is die met de produktie in het met de proefperiode overeenkomende tijdvak in een ander jaar. In tabel 7 is als vergelijking de produktie in de overeenkomstige periode van 1963 opgenomen. Als bezwaar tegen deze vergelijking kan men aanvoeren dat het tijdsbestek tussen proefperiode en vergelijkingsperiode te groot gaat worden, waardoor veranderingen in het produktievermogen van de dieren kunnen zijn opgetreden.

Tabel 7 laat zien dat volgens de vergelijkingsmethoden a. en c. in beide gevallen een gering positief zinkeffect wordt berekend, dat statistisch evenwel geen betekenis heeft. Opmerkelijk is de belangrijke toename van de standaardafwijking, wanneer de vergelijkingsperiode een jaar voor de proefperiode wordt gekozen (c.); deze fout is dan van dezelfde orde van grootte als bij de vergelijking van bedrijven onderling (kolommen 3 t/m 6).

Een negatief - in dit geval significant - zinkeffect wordt berekend volgens vergelijkingsmethode b.

Gezien de bezwaren die tegen elk der methoden naar voren zijn gebracht en de uiteenlopende uitkomsten, verkregen met verschillende vergelijkingsmethoden, menen wij te moeten concluderen dat een gunstig effect van de zinkverstrekking op de melkproduktie niet is aangetoond en dat een ongunstig effect onvoldoende vaststaat.

4.5 Overige gegevens

Er is van afgezien gegevens vast te leggen omtrent de vruchtbaarheid van de proef- en controlegroepen op de verschillende bedrijven, aangezien het aantal gegevens zeer beperkt is, daar slechts een gering aantal dieren gedurende de proefperioden of kort daarna is gedekt of geïnsemineerd. Bovendien zou het vinden van een bruikbare vergelijkingsperiode nog meer moeilijkheden en bezwaren opleveren dan reeds bij de melkproduktie het geval was.

In proef 4, waar de proeven niet werden geïnterfereerd door het afkalven van de proefdieren, zijn de dieren aan het begin en eind van de proef gewogen. De pinken van de proefgroep groeiden gedurende de 70 dagen durende proefperiode gemiddeld 44 kg, de controledieren gemiddeld 50 kg; het verschil is statistisch niet van betekenis.

5 Het zinkniveau in het rantsoen en het optreden van klinische verschijnselen

5.1 De zinkgehalten in de verschillende voedermiddelen

In tabel 8 wordt een samenvatting gegeven van de zinkgehalten die in de bemonsterde voedermiddelen werden gevonden.

Voor hooi en voor graskuil zijn de gehalten van monsters afkomstig uit gebieden, waar een grote zinkrijkdom in de grond aanwezig is, apart weergegeven. Deze gehalten blijken inderdaad hoger te zijn dan die elders worden aangetroffen.

De gehalten in hooi zijn overwegend wat lager dan die in graskuil. Dit is wellicht een gevolg van de veelal lagere ruw eiwitgehalten in hooi; in stro zijn de gehalten gemiddeld weer iets lager dan in hooi. Deze verschillen moeten hoogstwaarschijnlijk niet worden toegeschreven aan meerdere verontreiniging van de gras- (en hooi-) monsters met grond, daar grondverontreiniging slechts een geringe verhogende invloed heeft op het in het gewas gevonden Zn-gehalte.

Voor alle bladachtige ruwvoedermiddelen (hooi, graskuil, snijmais, bietenloof, stoppelknollenloof, stro) lopen de Zn-gehalten niet erg ver uiteen; dit betreft zowel de gemiddelde waarden als de individuele spreiding.

Een klasse apart vormen de knolachtige ruwvoeders. De Zn-gehalten hierin liggen op een niveau, verschillende malen hoger dan dat in de bladachtige ruwvoeders.

In tegenstelling tot het hoge Zn-gehalte in voederbieten is dat in (suikerbieten-) pulp juist zeer laag.

Bij de gehalten in de krachtvoeders moet men in aanmerking nemen dat hieraan door de fabrikanten veelal extra zinkzouten worden toegevoegd. Voor het eigen graanmeel - veelal gemalen door een plaatselijke molenaar - geldt dit in veel geringere mate.

Door VAN KOETSVELD en LEHR zijn in 1961 zinkgehalten van gras uit verschillende delen van Nederland gepubliceerd. Een vergelijking met de door ons gevonden waarden in hooi en graskuil lijkt geoorloofd. Het blijkt dat de waarden redelijk goed overeenstemmen, voorzover de gegevens van VAN KOETSVELD en LEHR betrekking hebben op de Achterhoek en de Bodem-Plant-Dier-projecten.

Deze gehalten sluiten aan bij de in de literatuur algemeen als normaal beschouwde waarden, namelijk het traject van 30 tot 100 dpm.

De door VAN KOETSVELD en LEHR vermelde waarden uit Noord-Holland en Zuid-Limburg zijn belangrijk hoger; ze zijn ook hoger dan die welke wij en die HENKENS (1961) aantroffen in uitgezochte zinkrijke gebiedjes als de oevers van

Tabel 8. Zinkgehalten in een aantal voedermiddelen

Voedermiddel	Aantal monsters	Zn dpm in de ds		
		gemiddeld	laagste	hoogste
Hooi/*Hay*	24	49,1	23,3	83,8
Hooi [1])/*Hay* [1])	6	178	109	321
Graskuil/*Grass-silage*	19	62,5	27,3	101
Graskuil [1])/*Grass-silage* [1])	3	133	110	147
Snijmaïskuil/*Corn-silage*	3	52,1	35,9	76,2
Bietenloofkuil/*Beetleaf-silage*	2	63,9	42,4	85,4
Overige kuil [2])/*Other silages* [2])	7	63,6	28,3	147
Knollenloof/Turnip leaves	2	68,3	67,4	69,2
Stoppelknollen/*Turnips*	2	143	142	144
Aardappelen/*Potatoes*	5	237	67 [3])	338
Witlofwortelen/*Chicory roots*	1	265		
Voederbieten/*Fodder beets*	8	328	250	390
Pulp (droog of nat)/*Pulp (dry or wet)*	5	24,7	20,1	28,3
Bostel/*Brewer's grains*	1	96		
Stro (haver, gerst)/*Straw (oats, barley)*	4	45,5	32,3	69,1
Eigen graanmeel [4])/*Own cereal meal* [4])	8	54,4	46,1	67,0
Overig krachtvoer [5])/*Other concentrates* [5])	24	76,4	24,6	148
Feed	*Number of samples*	*average*	*lowest*	*highest*
		Zn ppm in the dm		

[1]) Monsters afkomstig uit gebieden, waar veel Zn in de grond voorkomt t.g.v. Zn-rijk (bevloeiings-)water (Geul, Dommel)/*Samples from areas with high Zn in the soil as a result of Zn-rich (irrigation) water (Geul and Dommel)*

[2]) Gemengde kuilen, melassekuil, ewtenloofkuil en tuinbonenkuil/*Mixed silages molasses-silage, silages of pea-leaves and of broad beans*

[3]) Dit gehalte wijkt sterk af van het opvolgend laagste gehalte (212 dpm)/*This content deviates considerably from the next lowest content (212 ppm)*

[4]) Haver, rogge en gerst/*Oats, rye and barley*

[5]) Exclusief Zn-koek; in verschillende gevallen is wel iets extra Zn toegevoegd/*Excluding special Zn-concentrates; in several cases some additional Zn was supplied*

Table 8. Zn-contents in a number of feeds

Dommel, Neer en Geul. HENKENS vermeldt voor gras op zinkrijke gronden langs de Dommel zinkgehalten die alle lager zijn dan 200 dpm in de ds; langs de Neer, waar eveneens zinkovermaat in akkerbouwgewassen voorkomt, vindt hij in 2 monsters gras waarden van 230 en 246 dpm Zn in de ds. Onze waarnemingen uit de zinkrijke gebieden (Dommel, Geul) sluiten hierbij goed aan: van de 9 monsters uit deze gebieden vertonen er 2 een Zn-gehalte boven 200 dpm, namelijk 223 en 321 dpm. De door VAN KOETSVELD en LEHR overgenomen hoge gehalten uit Noord-Holland en Zuid-Limburg zijn in het licht van het bovenstaande moeilijk te plaatsen.

Tabel 9. De minerale samenstelling van de winterrantsoenen

Bedrijf	Ruwvoer				Totale rantsoen incl. krachtvoer				Belangrijkste voedermiddelen naast hooi, graskuil en krachtvoer	Gem. hoev. krachtvoer kg/dier
	% re	Zn (mg/kg)	% P	% Ca	% re	Zn (mg/kg)	% P	% Ca		
1	15,0	82	0,380	0,88	14,9	71	0,460	0,81	stoppelknollen/*turnips*	4,5
2	14,5	81	0,368	0,90	15,4	73	0,451	0,85	stoppelknollen/*turnips*	4,0
3									(geen monsters)/ *(no samples)*	
4 [1])	15,6	54	0,314	0,56	15,6	54	0,314	0,56	pulp/*pulp*	0
5	17,5	59	0,356	0,58	18,1	57	0,339	0,58		2,0
6	9,3	136	0,293	0,56	13,5	114	0,472	0,82	bieten/*fodder-beets*	5,0
7	10,6	99	0,374	0,58	12,6	102	0,454	0,65	bieten, pulp/ *fodder-beets, pulp*	2,2
8	12,3	43	0,255	0,54	13,5	60	0,357	0,54		4,0
9	13,8	49	0,334	0,78	14,4	51	0,394	0,78		2,0
10	11,0	65	0,286	0,99	12,4	66	0,327	1,01	erwtenloofkuil, witlofknollen, snijmais/*pealeaf-silage, chicory roots, corn-silage*	1,0
11	9,4	62	0,355	0,60	11,5	66	0,420	0,65	bieten, snijmais, mengteelt, bietenblad/*fodder-beets, corn-silage, mixed culture, beet leaves*	2,0
12 [1])	7,6	100	0,283	0,32	7,6	100	0,283	0,32	snijmais, bieten, (graszaadhooi)/*corn-silage, beets, (grass-seed hay)*	0
13	10,8	38	0,228	0,79	12,4	44	0,290	0,82	pulp, bietenbladkuil, stro/ *pulp, beetleaf-silage, straw*	1,3
14	11,8	40	0,274	0,50	11,8	40	0,274	0,50	snijmais, bietenkop, pulp/ *corn-silage, beet-leaves, pulp*	0
15	11,6	109	0,297	1,04	17,6	99	0,461	0,97	bieten, bietenbladkuil, pulp/*fodder-beets, beetleaf-silage, pulp*	5,5
16	11,0	85	0,302	0,39	12,9	82	0,371	0,41	bieten/*fodder-beets*	3,2
18	15,3	67	0,359	0,68	16,1	70	0,402	0,75		1,0
20	9,5	91	0,271	0,42	10,4	89	0,297	0,43	bieten, aardappelen, stro/ *fodder-beets, potatoes, straw*	1,5
Farm	*% cp*	*Zn (mg/kg)*	*% P*	*% Ca*	*% cp*	*Zn (mg/kg)*	*% P*	*% Ca*	*Most important feeds besides hay, grass-silage and concentrates*	*Av. concentrates kg/animal*
	Roughage				*Total ration including concentrates*					

Table 9. Mineral composition of the winter rations

Tabel 9. *Vervolg*

Bedrijf	Ruwvoer				Totale rantsoen incl. krachtvoer				Belangrijkste voedermiddelen naast hooi, graskuil en krachtvoer	Gem. hoev. krachtvoer kg/dier
	% re	Zn (mg/kg)	% P	% Ca	% re	Zn (mg/kg)	% P	% Ca		
1	12,3	69	0,251	0,49	12,9	68	0,302	0,52	bieten/*fodder-beets*	2,5
2	9,8	147	0,297	0,26	12,7	119	0,416	0,37	bieten, aardappelen, stro/ *fodder-beets, potatoes, straw*	5,0
3	11,7	54	0,327	0,59	12,9	57	0,390	0,64		2,0
4	11,5	135	0,363	0,55	12,9	128	0,419	0,62	aardappelen/*potatoes*	2,0
5	10,5	89	0,267	0,51	12,8	86	0,425	0,70	tuinbonenloofkuil/ *broad beanleaf-silage*	3,0
6 [2])	11,1	143	0,265	0,65	13,8	124	0,432	0,77	aardappelen-*potatoes*	3,5
7 [2])	12,4	173	0,394	0,41	14,7	162	0,467	0,48	aardappelen, bostel/ *potatoes, brewer's grains*	2,0
8 [2])	10,5	142	0,367	0,47	11,9	138	0,413	0,51		1,0
9 [3])	12,5	106	0,255	0,72	13,9	101	0,330	0,71	pulp/*pulp*	1,5
0 [3])	12,0	103	0,255	0,68	15,0	95	0,405	0,66	pulp/*pulp*	4,0
1 [3])	15,9	113	0,318	0,70	16,7	107	0,419	0,76	pulp/*pulp*	1,7
Farm	*% cp*	*Zn (mg/kg)*	*% P*	*% Ca*	*% cp*	*Zn (mg/kg)*	*% P*	*% Ca*	*Most important feeds besides hay, grass-silage and concentrates*	*Av. concentrates kg/animal*
	Roughage				*Total ration including concentrates*					

[1]) Op de bedrijven 4 en 12 werden pinken beoordeeld en betreffen de rantsoenen die van deze diergroep/*On farms 4 and 12 yearlings were inspected and the rations concern that group of animals*

[2]) Bedrijven 26, 27 en 28 zijn gelegen langs de Dommel/*The farms 26, 27 and 28 are situated along the Dommel*

[3]) Bedrijven 29, 30 en 31 zijn gelegen langs de Geul/*The farms 29, 30 and 31 are situated along the Geul*

Table 9. Continued

5.2 De samenstelling van de rantsoenen op de bedrijven

Tijdens de bemonsteringen van de voedermiddelen werden tevens de verstrekte hoeveelheden - volgens opgave van de boer - genoteerd. In veel gevallen werd gevoederd volgens de berekeningen van de plaatselijke veevoederkern. De krachtvoeders werden niet steeds op ieder bedrijf volledig bemonsterd; in gevallen dat binnen een kort tijdsbestek dezelfde voedersoort van dezelfde fabrikant op verschillende bedrijven werd aangetroffen, is met één monster volstaan.

De monsters werden onderzocht op ds, re, Zn, Ca en P. Aan de hand van deze gehalten en de verstrekte hoeveelheden werden per bedrijf de gemiddelde gehalten

aan ruw eiwit en mineralen in het winterrantsoen berekend. Aangezien in de schatting van de verstrekte hoeveelheden voedermiddelen van bedrijf tot bedrijf soms grote variaties voorkomen - de berekende ds-opname per volwassen dier loopt uiteen van 7,56 tot 16,0 kg - is er van afgezien de absolute opname aan de verschillende bestanddelen te vermelden. Een opgave van het gemiddelde gehalte verdient de voorkeur, aangezien verwacht mag worden dat op een zelfde bedrijf de relatieve fouten in de schatting geringer zijn dan de werkelijke fouten van bedrijf tot bedrijf.

In tabel 9 zijn de aldus berekende samenstellingen van het winterrantsoen op de bedrijven gegeven:

a in het ruwvoer alleen;

b in het totale rantsoen, inclusief het krachtvoer; daarbij is per bedrijf gerekend met de gemiddelde krachtvoergift per dier.

Deze krachtvoergift, alsmede de belangrijkste ruwvoedermiddelen naast hooi en graskuil zijn in tabel 9 mede vermeld.

Ook wanneer men de bedrijven 4 en 12 - waar pinkenrantsoenen zijn vermeld - buiten beschouwing laat, blijkt een onverwacht grote variatie in de eiwitvoorziening: de re-gehalten lopen uiteen van 10,4 % (bedrijf 20) tot 18,1 % (bedrijf 5). We merken daarbij op dat de twee bedrijven met de hoogste eiwitgehalten beide fokbedrijven zijn.

De Zn-gehalten in de rantsoenen lopen uiteen van 40 mg per kg ds (bedrijf 14) tot 162 mg per kg ds (bedrijf 27); deze gehalten liggen duidelijk het hoogst op de bedrijven gelegen langs Dommel en Geul (bedrijven 26 t/m 31) en op de bedrijven waar veel knolachtige gewassen worden gevoederd.

Het blijkt dat de analyse van uitsluitend hooi of kuil uit een winterrantsoen een volkomen onjuist beeld kan geven van de zinkvoorziening van de dieren; dit geldt vooral voor ruwvoeders met lage zinkgehalten. Ter illustratie diene dat de laagste Zn-gehalten in hooi en kuil (tabel 8) resp. 23,3 en 27,3 dpm bedragen (bedrijven 12 en 8); de laagste waarden in de totale rantsoenen (tabel 9) zijn 40 en 44 dpm Zn en betreffen andere bedrijven. Het zinkarme hooi met 23,3 dpm Zn werd door de andere ruwvoeders zelfs opgetrokken tot 100 dpm Zn in het totale rantsoen (bedrijf 12).

De toevoer van zink met het drinkwater is slechts gering en mag bij de beoordeling van het Zn-gehalte van het totale rantsoen worden verwaarloosd. Een monster bronwater van bedrijf 27, gelegen in het zinkovermaatgebied van de Dommel, bevatte 0,15 mg Zn per liter. MILLER en MILLER (1963) vonden in watermonsters uit gegalvaniseerde leidingen gemiddeld 0,10 mg Zn per l; water uit niet-gegalvaniseerde leidingen bevatte 0,04 mg per l.

De P-gehalten, die in het basisruwvoeder veelal als te laag moeten worden aangemerkt, worden door het verstrekte krachtvoer als regel duidelijk gecorrigeerd, zonder dat deze correctie steeds voldoende mag worden genoemd. De gehalten in het totale rantsoen lopen uiteen van 0,274 % (bedrijf 14) tot 0,467 % (bedrijf 27).

De Ca-voorziening kan op een aantal uitzonderingen na als voldoende worden

beschouwd. De gehalten op de verschillende bedrijven vertonen een grote variatie - vooral onder invloed van de soort voedermiddel - en lopen uiteen van 0,32 % (pinken bedrijf 12) tot 0,97 % (bedrijf 15).

5.3 De klinische verschijnselen en hun samenhang met de rantsoensamenstelling

De in 3 genoemde klinische verschijnselen werden volgens de daarbij gegeven schaal gewaardeerd. De veestapels van de in tabel 10 vermelde bedrijven werden aldus beoordeeld. Vrijwel steeds werden de dieren individueel beoordeeld en werd het stalgemiddelde voor de verschillende verschijnselen berekend. In de enkele gevallen dat de dieren niet individueel werden beoordeeld, is een totaal-waardering voor alle klinische verschijnselen tezamen gegeven. Alle beoordelingen vonden plaats tussen 4 december 1963 en 7 april 1964. Een samenvatting van de gegevens is opgenomen in tabel 10. Opgemerkt wordt dat de in 4 genoemde bedrijven 3 en 5 hierin ontbreken, omdat op bedrijf 3 geen gewasmonsters waren genomen, terwijl op bedrijf 5 een geselecteerde groep dieren werd geïnspecteerd.

Op het materiaal van de klinische beoordelingen en van de minerale samenstellingen van de rantsoenen ten tijde van de inspecties (tabellen 9 en 10) is een statistische analyse uitgevoerd teneinde na te gaan in hoeverre er samenhangen bestaan tussen de klinische verschijnselen en de mineralenvoorziening. Tevens is de datum van de inspectie als factor in de analyse gebracht.

Bij de analyse van het totaal der klinische verschijnselen is tevens de invloed van verschillende interacties bestudeerd. Daarbij kwam uitsluitend die tussen Ca en P als zijnde van geringe invloed naar voren; die tussen Zn en de andere factoren waren alle verwaarloosbaar en reeds door de berekenmachine geëlimineerd. Teneinde niet te veel informatie te verliezen is bij de overige analyses van de interacties uitsluitend die tussen Ca en P onderzocht. Het verschijnsel verdikte huid kwam op te weinig bedrijven voor om voor statistische analyse in aanmerking te komen.

Tabel 11 geeft een samenvatting van de analyses. In de eerste plaats zijn berekend de correlaties met de samenstelling van het totale rantsoen, zie tabel 11a. Bij een aantal klinische verschijnselen is een negatieve correlatie met de tijd aanwezig; d.w.z. dat de klinische verschijnselen minder ernstig worden naarmate de inspectie later in het seizoen plaatsvond. In 4.1 (tabel 3, figuur 1 en 2) werd ook reeds gevonden dat, bij opeenvolgende inspecties op dezelfde bedrijven, met name de aantasting rond de staartinplanting een duidelijke afname vertoonde. In tabel 11a vinden we een onafhankelijke bevestiging van deze waarneming.

Een samenhang van de re- of van de Zn-gehalten van de rantsoenen met de klinische verschijnselen is afwezig; d.w.z. de verschijnselen treden op ongeacht de re- of Zn-gehalten van de rantsoenen. Dit betekent ook dat een hoog Zn-gehalte in het rantsoen geen beschermende (preventieve) werking biedt ten aanzien van

Tabel 10. De klinische verschijnselen op de bedrijven

Bedrijf	Datum	Aantal dieren, categorie, veeslag	Gemiddelde beoordeling per bedrijf × 10							Grondsoort
			neus	hals	staart	uier	hoef	dikke huid	totaal	
1	4 dec. '63	25 koeien RB/*cows RW*	8	8	40	26	8	0	90	zand/*sandy*
2	4 dec. '63	17 koeien RB/*cows RW*	14	2	46	34	10	0	106	zand/*sandy*
4	9 jan. '64	28 pinken ZW/*yearl. BW*	0	6	22	12	2	2	44	rivierklei/ veen/ *riverclay/ peat*
6	6 febr. '64	18 koeien RB/*cows RW*	4	10	36	32	16	0	98	zand/*sandy*
7	6 febr. '64	20 koeien RB/*cows RW*	3	2	16	16	8	0	43	zand/*sandy*
8	6 febr. '64	17 koeien RB/*cows RW*	10	6	42	14	4	0	76	zand/*sandy*
9	7 febr. '64	29 koeien ZW/*cows BW*	6	4	18	20	6	0	54	rivierklei/ *riverclay*
10	13 febr. '64	17 koeien ZW/*cows BW*	0	2	6	8	4	4	24	zand/*sandy*
11	13 febr. '64	23 koeien ZW/*cows BW*	2	0	12	12	8	0	34	zand/*sandy*
12	13 febr. '64	11 pinken ZW/*yearl. BW*	2	4	26	6	0	0	38	zand/*sandy*
13	13 febr. '64	10 koeien ZW/*cows BW*	0	0	13	11	4	0	28	zand/*sandy*
14	17 febr. '64	18 koeien ZW/*cows BW*							36	zand/*sandy*
15	17 febr. '64	14 koeien ZW/*cows BW*							10	zand/*sandy*
16	17 febr. '64	20 koeien ZW/*cows BW*	3	2	12	20	8	0	44	zand/*sandy*
18	18 febr. '64	26 koeien RB/*cows RW*							30	zand/*sandy*
20	18 febr. '64	9 koeien RB/*cows RW*	8	4	30	16	6	4	68	zand/*sandy*
21	21 febr. '64	16 koeien RB/*cows RW* 8 pinken RB/*yearl. RW*	6	14	20	14	10	18	84	rivierklei/ *riverclay*
22	21 febr. '64	15 koeien RB/*cows RW*	12	40	46	20	10	22	150	zand/*sandy*
23	4 mrt. '64	19 koeien RB/*cows RW*							40	overgangs-grond/ *transition s*
24	4 mrt. '64	15 koeien RB/*cows RW*							30	zand/*sandy*
25	4 mrt. '64	28 koeien ZW/*cows BW*							30	broekgrond *brook soil*
26	13 mrt. '64	5+15 [1]) koeien RB/ *cows RW*	7	0	12	14	10	0	44	zand/*sandy*
27	13 mrt. '64	11 koeien RB/*cows RW*	2	0	10	6	10	0	28	zand/*sandy*
28	13 mrt. '64	15 koeien RB/*cows RW*							20	zand/*sandy*
29	7 april '64	6+12 [2]) koeien ZW/ *cows BW*	0	0	12	34	4	2	52	kleefaarde/ löss/ *residual limestone/ loess*
30	7 april '64	27 koeien ZW/*cows BW*							80	
31	7 april '64	4+10 [3]) koeien ZW/ *cows BW*	0	0	4	10	2	0	16	

Farm	*Date*	*Number of animals, class, breed*	*muzzle*	*nape*	*tail root*	*udder-board*	*coro-nets*	*thick skin*	*total*	*Soil type*
			Average score per farm × 10							

Bedrijven 26 t/m 28 zijn gelegen in het stroomgebied van de Dommel; bedrijven 29 t/m 31 in dat van de Geul/*The farms 26—28 are situated along the Dommel; the farms 29—31 along the Geul*

1, 2, 3) = resp. 5, 6 en 4 dieren individueel beoordeeld/*5, 6 and 4 animals were individually inspected, respectively*

Table 10. Clinical symptoms on the farms

Tabel 11. Statistische analyse van de klinische verschijnselen

Verschijnsel	Deel verklaard (R^2)	Partiële correlatiecoëfficiënten met: datum inspectie	% re	dpm Zn	% P	% Ca	Ca × P
a) TOTALE RANTSOEN/*Total rations*							
neusspiegel/*muzzle*	0,38	— 0,46	0	0	0	— 0,46	+ 0,39
hals/*nape*	0,18	0	0	0	+ 0,33	0	— 0,42
staartinplanting/*tail root*	0,50	— 0,69**	0	0	0	— 0,41	0
melkspiegel/*udderboard*	0,18	0	0	0	0	0	+ 0,42
oedeem kroonranden/ *swelling coronets*	0,43	0	0	0	+ 0,66**	0	0
totaal klin. verschijnselen/ *total clinical symptoms*	0,26	— 0,44	0	0	+ 0,35	0	— 0,38
b) UITSLUITEND RUWVOER/*Only roughage*							
neusspiegel/*muzzle*	0,55	— 0,38	0	+ 0,41	— 0,57*	— 0,54*	+ 0,53
hals/*nape*	0,36	— 0,44	0	+ 0,32	+ 0,34	+ 0,41	0
staartinplanting/*tail root*	0,76	— 0,72**	0	+ 0,52	— 0,60*	— 0,54*	+ 0,50
melkspiegel/*udderboard*	0,34	0	0	0,36	+ 0,50	— 0,46	+ 0,51
oedeem kroonranden/ *swelling coronets*	0,37	— 0,44	0	+ 0,59*	0	0	0
totaal klin. verschijnselen/ *total clinical symptoms*	0,67	0	+ 0,34	+ 0,59**	— 0,73**	— 0,63	+ 0,72

Symptom	*Part explained* (R^2)	*inspection date*	*% cp*	*ppm* Zn	% P	% Ca	Ca × P
		Partial correlation coefficients with:					

0 = samenhang volledig verwaarloosbaar/*correlation completely negligible*
—,+ = geringe negatieve, resp. positieve samenhang/*slight negative or positive correlation*
* = samenhang significant ($P < 0,05$)/*significant correlation* ($P < 0.05$)
** = samenhang zeer significant ($P < 0,01$)/*very significant correlation* ($P < 0.01$)

Table 11. Statistical analysis of the clinical symptoms

het optreden van de verschillende klinische verschijnselen. Uit de zinkverstrekkingsproeven is gebleken dat zink evenmin curatief werkzaam is. Uit beide waarnemingen tezamen valt te concluderen dat de bestudeerde klinische verschijnselen niet onder invloed van zink staan.

P vertoont enkele positieve correlaties en wel het duidelijkst met het oedeem aan de kroonrand: een hoog P-gehalte gaat samen met een sterke aantasting. De samenhang van de verschijnselen met het Ca-gehalte van het rantsoen is gering; hetzelfde geldt voor die met de Ca-P-interactie.

Het deel van de optredende variatie in klinische verschijnselen, dat uit de bestudeerde factoren kan worden 'verklaard', is steeds gering. Er zijn dus kennelijk

belangrijke andere factoren die niet in de bestudering zijn betrokken geweest.

Hoewel een analyse van de klinische verschijnselen op basis van uitsluitend het ruwvoer fysiologisch weinig zinvol is, is zulks in tabel 11b volledigheidshalve toch gedaan. Opmerkelijk is vooral dat door het weglaten van het krachtvoer uit de analyse het deel van de variatie dat 'verklaard' kan worden als regel toeneemt. Men zou hieruit de conclusie kunnen trekken dat het in het krachtvoer niet in de eerste plaats de minerale bestanddelen zijn die een werking uitoefenen (immers de effecten onder 11b zijn bij 11a deels verdoezeld), doch de factor 'krachtvoer' als zodanig. Hierop wordt nog nader teruggekomen.

De afname van de klinische verschijnselen met de tijd is in tabel 11b iets geaccentueerd. Van een ruw-eiwit-invloed is wederom geen sprake. Wel is er nu steeds een positieve correlatie met Zn, die bij het oedeem aan de kroonrand en bij het totaal der verschijnselen zelfs significant is. Dit betekent dat de klinische verschijnselen ernstiger zijn, naarmate het Zn-gehalte van het rantsoen hoger is. Aangezien een dergelijke samenhang niet duidelijk gebleken is bij de zinkverstrekkingsproeven (4.1), dient deze conclusie - en alle overige conclusies gebaseerd op tabel 11b - met de nodige reserve te worden gehanteerd.

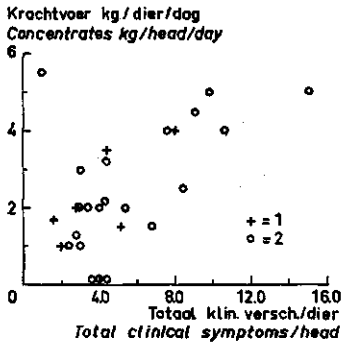
Bij de samenhangen van de verschijnselen met P blijken de meeste correlaties belangrijk negatiever te zijn geworden. Hetzelfde geldt voor Ca, terwijl de correlaties met de interactie van Ca en P vrijwel steeds positiever zijn geworden.

Het krachtvoer verhoogt de P-gehalten van het totale rantsoen over het algemeen belangrijk. Het verschillend zijn van het teken van de correlaties bij ruwvoer en totaal-rantsoen zou kunnen wijzen op een kromlijnig verband tussen het P-gehalte van het rantsoen en de ernst van de klinische verschijnselen. Een dergelijke veronderstelling gaat evenwel niet op voor Ca en Zn, aangezien de gehalten aan deze elementen door de toevoeging van het krachtvoer nauwelijks worden beinvloed.

5.4 De invloed van andere factoren op de klinische verschijnselen

In 5.3 werd reeds gememoreerd, dat andere factoren dan die in de analyse waren opgenomen, een grote invloed moeten hebben op het optreden van de klinische verschijnselen. Als mogelijke factor werd de krachtvoerverstrekking genoemd. Hiertoe was tevens aanleiding omdat in 2.2 de mogelijkheid is opengelaten, dat het fytinezuur uit het krachtvoer de zinkbehoefte van het rund iets zou kunnen verhogen.

In figuur 11 is ter illustratie de samenhang tussen de krachtvoergift en het totaal van de klinische verschijnselen op de bedrijven uitgezet. We zien een toename van de klinische verschijnselen bij toenemende krachtvoergift; op bedrijf 15 is de situatie geheel afwijkend. Wij willen hierbij opmerken dat naar onze stellige indruk de krachtvoergift op de in de analyse opgenomen bedrijven hoger is ge-



Figuur 11. Verband tussen de krachtvoergift en het totaal der klinische verschijnselen op de verschillende bedrijven
1 bedrijven 26 t/m 31 (hoog-Zn-gebieden)
2 overige bedrijven

Figure 11. Relation between the average amount of concentrates given at different farms and the total score of clinical symtoms on these farms
1 farms 26 to 31 in high zinc areas
2 other farms

weest, naarmate de kwantiteit en de kwaliteit van het ruwvoer uit eigen bedrijf slechter was; op bedrijf 15 (fokbedrijf) is evenwel ondanks een goede ruwvoederpositie toch veel krachtvoer verstrekt. We menen uit figuur 11 dan ook veel eerder te moeten afleiden een toename van de klinische verschijnselen naarmate de eigen voederwinning slechter is - zowel naar kwantiteit als kwaliteit (muffigheid, stof, mate van slagen van de silage) - en naarmate de zorgvuldigheid op het bedrijf in het algemeen slechter is. In dit verband verwijzen we naar de waarneming tijdens de zinkverstrekkingsproef op bedrijf 9 (4.1), waar de klinische verschijnselen afnamen nadat huidverzorging werd toegepast, terwijl er een relatieve toename was, nadat de intensiteit van de verzorging verminderde.

Ook menen wij op enkele bedrijven, waar ongeveer gelijkwaardige dieren in verschillende stallen waren ondergebracht, te hebben opgemerkt dat het stalklimaat (licht, temperatuur, vochtigheid, ventilatiemogelijkheid) mede van invloed was op het optreden van de klinische verschijnselen. Bij het geleidelijk teruglopen van de ernst van de aantastingen na december zou o.a. aan een invloed van sommige factoren van het stalklimaat gedacht kunnen worden.

6 Algemene bespreking en conclusie

De beschreven verstrekkingsproeven hadden tot doel te toetsen of runderen, die de door GRASHUIS (1963, 1964) beschreven verschijnselen vertonen, reageren op de verstrekking van zinkverbindingen. Bij de beoordeling of op een bedrijf een proef zou plaatsvinden, zijn - naast de grootte van de veestapel en de geschiktheid van de bedrijfsomstandigheden - uitsluitend de klinische verschijnselen normgevend geweest. De op die tijdstippen overigens nog onbekende zinkvoorziening kon ook moeilijk als norm worden genomen, omdat uiterst weinig bekend is omtrent mogelijke factoren die met de zinkhuishouding van het rund interfereren; het statistische onderzoek (5) was juist bedoeld om bij positieve resultaten van de verstrekkingsproeven dergelijke factoren in het rantsoen op te sporen.

De zinkdosering is voldoende hoog genomen om niet naderhand tot de conclusie te moeten komen dat geen effect werd verkregen omdat de dosering wellicht hoger had moeten zijn. Zo is, met uitzondering van de eerste 2 maanden op de bedrijven 1 en 2 en waarschijnlijk op 3, steeds voldaan aan de norm van HAARANEN (1963a, b) dat het Zn-gehalte in het rantsoen (in dpm) minstens 159 × het Ca-gehalte (in %) moet zijn. Anderzijds zijn de doseringen alle gehouden binnen die van MILLER en MILLER (1962) van 260 dpm Zn als ZnO, waarmee de verschijnselen bij deficiënte kalveren in 3 à 5 weken werden opgeheven. Overigens wordt een dergelijke dosis algemeen als onschadelijk beschouwd; doseringen tot 1000 dpm worden zonder enig nadelig effect op groei, voederopname of produktie getolereerd door lammeren, kalveren en melkkoeien (OTT *et al.* 1964b, c, MILLER *et al.* 1965).

Bij uiteenlopende doseringen werd geen effect van de zinkverstrekking op de mate van optreden der klinische verschijnselen waargenomen. Gezien de vermindering van verschillende aantastingen met de tijd (in de periode december tot april) is het voor ons ernstig de vraag of GRASHUIS deze vermindering niet ten onrechte als een zinkeffect heeft opgevat, aangezien in zijn zinkverstrekkingsproeven controlegroepen ontbraken. Een dergelijke vermindering der verschijnselen wordt uiteraard ook reeds bevorderd door de door GRASHUIS gelijktijdig met de zinkverstrekking voorgeschreven behandeling van de aantastingen met een antischurftmiddel.

De zinkverstrekking had niet alleen geen effect op de klinische verschijnselen bij het dier, doch evenmin kon een gunstig effect op de melkproduktie worden aangetoond. Eerder werd enige aanwijzing verkregen dat de melkproduktie ongunstig werd beïnvloed.

Verder resulteerde de zinkverstrekking evenmin in duidelijke verschillen tussen de groepen wat betreft de zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma, hoewel uit de literatuurgegevens blijkt dat deze waarden reeds reageren bij een ruimere zinkvoorziening dan die waarbij klinische verschijnselen optreden.

De zinkvoorziening op de onderzochte bedrijven is derhalve ruim voldoende geweest.

Aangezien ook op de zinkverstrekkingsbedrijven soms lage Zn-gehalten in de hooi- en graskuilmonsters voorkwamen, mag bovenstaande conclusie geldend worden geacht voor praktisch alle Nederlandse bedrijven. Hieraan doet niet af de omstandigheid dat met name door de bijvoedering van knolachtige ruwvoeders de werkelijke zinkvoorziening soms belangrijk hoger is: deze omstandigheid zal ook op andere bedrijven gelden.

Overigens laat de statistische analyse van de klinische verschijnselen op 27 bedrijven in verband met de minerale samenstelling van de rantsoenen evenmin een verband zien tussen de verschillende klinische verschijnselen en de zinkgehalten van de rantsoenen. Ook in gebieden waar zinkovermaat in akkerbouwgewassen voorkomt, blijken de door GRASHUIS beschreven klinische verschijnselen op te treden. Het is dan ook wel zeer de vraag in hoeverre zij met de zinkhuishouding van het rund te maken hebben. In elk geval biedt een hoog zinkgehalte in het rantsoen geen bescherming tegen het optreden van de klinische verschijnselen.

De mogelijkheid bestaat dat de klinische verschijnselen ten dele met zinkgebrek en voor een ander deel met andere factoren hebben te maken; in dat geval zouden zij alleen bij de lage zinkvoorziening een gevolg van zinktekort kunnen zijn en dus op de zinkverstrekking reageren. Aangezien de zinkverstrekkingsproeven geen aanwijzingen geven dat de dieren op bedrijven met lage zinkgehalten in de rantsoenen anders reageren op de zinkverstrekkingen dan op die met hoge gehalten, vinden wij evenmin steun voor de veronderstelling dat de klinische verschijnselen slechts ten dele verband houden met de zinkvoorziening.

Andere factoren die het optreden van de klinische verschijnselen in de hand werken, kunnen niet met zekerheid worden genoemd omdat in deze richting door ons geen proeven zijn genomen. Wel bestaat de indruk dat de verschijnselen ernstiger zijn naarmate de voederwinning op de bedrijven slechter is, zowel kwantitatief als kwalitatief (muffigheid en stof in hooi, mate van slagen van silage). Een belangrijke factor lijkt ook de huidverzorging, terwijl wellicht bepaalde factoren van het stalklimaat (licht, temperatuur, vochtigheid, ventilatie) mede van invloed zijn.

Op grond van de vermeldingen in de buitenlandse literatuur over het niveau van de zinkgehalten in de rantsoenen waarbij tekorten bij herkauwers optreden, was een reactie op de zinkverstrekkingen onder onze Nederlandse omstandigheden ook nauwelijks te verwachten.

Overigens dient opgemerkt te worden dat de door GRASHUIS beschreven verschijnselen wel enige gelijkenis vertonen met de in de literatuur beschreven verschijnselen, doch daarmee zeker niet identiek zijn. Met deze opmerking willen wij

niet ontkennen dat een bepaald tekort zich in een bepaald gebied niet afwijkend kan uiten, doch zowel de door GRASHUIS als de door HAARANEN (1962a) beschreven verschijnselen wijken nogal van de andere beschrijvingen af. Bovendien vermeldt HAARANEN (1962b) dat één van de vormen van jeuk en haarlikken kan worden genezen door zink; deze mededeling wijst erop dat dit soort verschijnselen ook een gevolg kan zijn van andere factoren. Niet vermeld wordt of laatstbedoelde vormen klinisch zijn te onderscheiden van de op zink reagerende vorm, en evenmin in hoeverre in het materiaal, waaruit HAARANEN het verband tussen zinkbehoefte en calciumaanbod afleidt, uitsluitend sprake is van de op zink reagerende vorm, aangezien dit laatste niet werd getoetst.

Als voor de Nederlandse veehouderij van praktisch belang zijnde, kan uit de beschreven proeven het volgende worden geconcludeerd:

a De wenselijkheid van de toevoeging van extra zinkverbindingen als voedermaatregel aan de voeders, inclusief krachtvoeders, van het Nederlandse rundvee kon niet worden aangetoond. Zolang een positief effect afwezig is en er zelfs een kleine kans op een ongunstig effect op de melkproduktie bestaat, dient deze toevoeging achterwege te blijven.

b Er zijn geen aanwijzingen dat onder de in Nederland voorkomende omstandigheden van bodem en bedrijfsvoering zinktekorten bij het rundvee zijn te verwachten. Daarmee komt tegelijk iedere noodzaak of wenselijkheid van zinkbemestingsmaatregelen te vervallen.

c Er kon niet worden aangetoond dat aandoeningen van de huid als schubvormig eczeem, korstvorming en schilfering op neusspiegel, melkspiegel, staartinplanting en hals, oedeem aan de kroonranden van de klauwen, alsmede met deze verschijnselen in verband gebrachte verlaagde melkproduktie en vruchtbaarheidsstoornissen, verband houden met de zinkvoorziening van het rund. Eerder werden aanwijzingen verkregen dat deze klinische verschijnselen mede in de hand worden gewerkt door een slechte huidverzorging op stal, door een kwantitatief en kwalitatief slechte ruwvoedervoorziening en door bepaalde factoren van het stalklimaat.

Samenvatting

Verschillende in Nederland bij het rund voorkomende aandoeningen van de huid, met name schubvormig eczeem, korstvorming en sterke schilfering op de neusspiegel, aan de hals, nabij de staartinplanting en aan de melkspiegel (achterkant van de uier), (oedemateuze) zwellingen aan de kroonranden van de achterklauwen en stinkklauwen, zijn door GRASHUIS (1963, 1964) toegeschreven aan zinkgebrek. Op grond van deze vermelding wordt door verschillende voorlichters geadviseerd tot zinkverstrekking aan het rundvee, zowel rechtstreeks door de toevoeging van zink aan krachtvoeders als indirekt via bemestingen. De zin van deze maatregelen ontbreekt evenwel, zolang niet in verstrekkingsproeven met proef- en controlegroepen het verband van de bedoelde verschijnselen met een tekort aan zink is aangetoond.

Teneinde hieromtrent nader te worden geïnformeerd is een literatuuronderzoek ingesteld naar de zinkbehoefte van herkauwers. Tevens werd door eigen onderzoek nagegaan

a het effect van de verstrekking van zinkverbindingen op de door GRASHUIS aan zinkgebrek toegeschreven klinische verschijnselen bij het rund, alsmede op de melkproduktie en op enige chemische kenmerken;
b de relatie tussen de minerale samenstelling van het rantsoen, waaronder het zinkgehalte, en de mate van optreden van de bedoelde klinische verschijnselen.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat de bij niet-herkauwers optredende interactie tussen calcium, fytinezuur en zink in het rantsoen van herkauwers - en speciaal van het rund - onder de in Nederland voorkomende omstandigheden niet of slechts in geringe mate verwacht mag worden. Andere factoren die de zinkbehoefte van het rund kunnen verhogen zijn niet bekend, doch zijn niet a priori uitgesloten (punt b. van het eigen onderzoek). De gegevens over de zinkbehoefte van herkauwers zijn goed met elkaar in overeenstemming: bij 5,3 dpm Zn in de ds van het rantsoen en lager treden steeds klinische verschijnselen op, tot 25 dpm soms wel en in andere gevallen niet, boven 25 dpm Zn in de ds behoort zinkgebrek bij herkauwers tot de uitzonderingen. Alleen HAARANEN komt tot een belangrijk hoger behoeftenorm; de klinische verschijnselen die deze auteur beschrijft wijken eveneens het sterkst af van de door anderen beschreven symptomen.

Gedurende de stalperiode 1963-64 werd op elk van 11 bedrijven de veestapel verdeeld in twee wat betreft klinische verschijnselen, leeftijd en lactatiestadium vergelijkbare groepen; aan de dieren van de ene groep op een bedrijf werden

extra zinkverbindingen verstrekt, de andere groep diende als controle. De toegediende doseringen, de data van de klinische inspecties en de duur van de proeven zijn vermeld in tabel 2. Op bedrijf 5 vond uitvoerig chemisch onderzoek plaats; op de overige bedrijven geschiedde dit incidenteel.

Verder werd op 27 bedrijven de mate van optreden van klinische verschijnselen vastgelegd door per dier per verschijnsel de aantasting uit te drukken in een schaal van 0 (verschijnsel afwezig) tot 10 (verschijnsel zeer ernstig). Tevens werden van deze bedrijven de verstrekte voerdermiddelen onderzocht op hun gehalten aan droge stof, ruw eiwit, zink, calcium en fosfor.

De verstrekkingsproeven hebben aangetoond dat de toediening van extra zinkverbindingen geen invloed heeft op de ernst van de door GRASHUIS beschreven klinische verschijnselen (tabel 3). Op bedrijf 9 trad bij de proefgroep vergeleken met de controlegroep aanvankelijk een significante vermindering op van de aantasting rond de staartinplanting en aan de melkspiegel; dit effect moet zeer waarschijnlijk worden toegeschreven aan de intensiever huidverzorging bij de proefgroep: bij de latere inspectie, nadat ook de controlegroep meer huidverzorging had ontvangen, bleken de genoemde verschillen niet meer aanwezig.

Vrij algemeen vond een afname plaats van de verschijnselen met de tijd (periode december tot april); dit was zowel het geval in de proef- als in de controlegroepen (figuren 1 en 2). Deze zelfde afname werd ook gevonden bij de statistische analyse op de 27 bedrijven (tabel 11). Verondersteld wordt dat GRASHUIS dit effect, door het ontbreken van controlegroepen in zijn proeven, ten onrechte als een zinkinvloed heeft opgevat.

De variatie in de zinkgehalten van totaal-bloed en in mindere mate van bloedplasma zijn bij een zelfde dier op verschillende tijdstippen gering vergeleken met de variatie tussen individuele dieren (figuren 7 en 8). De zinkverstrekking had geen invloed op de zinkgehalten van totaal-bloed; in het bloedplasma vertoonde het zinkgehalte bij de proefgroep vergeleken met de controlegroep gedurende de eerste 3 weken van de proef een zeer significante stijging, zonder dat de gemiddelde gehalten bij beide groepen wezenlijk verschilden (figuur 6). Het verband tussen de zinkgehalten van totaal-bloed en van bloedplasma is vrij zwak: de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,40 (figuur 9).

Het verband tussen klinische verschijnselen en bloedsamenstelling is eveneens zwak en statistisch niet betrouwbaar (tabel 5).

Er werden geen verschillen gevonden in de zinkgehalten van wit en van gekleurd (zwart of rood) haar. Groepen dieren, die extra zink ontvingen, vertoonden in het haar een iets, doch niet significant hoger zinkgehalte (tabel 6).

De volgens verschillende vergelijkingsmethoden berekende invloed van de zinkverstrekking op de melkproduktie was nergens duidelijk positief en volgens één methode significant negatief (tabel 7).

Op bedrijf 5 zijn de klinische verschijnselen en de bloedsamenstelling bestudeerd in verband met het tijdstip van afkalven. Zowel bij proef- als controlegroep is er een zeer significante daling van de aantasting aan de melkspiegel in de periode

van ca. 10 dagen voor tot ca. 10 dagen na het afkalven; bij de overige klinische verschijnselen treden geen duidelijke effecten op (figuur 3). De zinkgehalten van totaal-bloed vertonen een stijging van het oudmelkte naar het nieuwmelkte stadium; waarschijnlijk is deze stijging geen gevolg van het lactatiestadium, maar van het seizoen (figuur 10, vergelijk figuur 6).

De klinische verschijnselen zijn eveneens bestudeerd in verband met de melkproduktie. Daarbij werd als criterium voor de melkproduktie zowel de werkelijke produktie van nieuwmelkte koeien (figuur 4) als de produktie per standaardkoe volgens DOEKSEN en HEYBOER (figuur 5) gebruikt. Eerstgenoemd criterium laat tevens het verschil tussen oudere en eerste kalfskoeien zien. Wegens de geringe aantallen dieren in de groepen komen nergens significante verschillen naar voren; wel is er de tendens aanwezig dat hoogproduktieve en oudere dieren meer oedeem aan de kroonranden vertonen dan laagproduktieve en jonge dieren.

De zinkgehalten van bladachtige ruwvoedergewassen (hooi, graskuil, snijmais, stro, loof van suikerbieten en stoppelknollen) lopen uiteen van 23 tot 101 dpm in de ds; alleen in gebiedjes, bekend om hun zinkrijkdom van de grond, worden hogere gehalten gevonden (tabel 8). In knolachtige groenvoeders (stoppelknollen, aardappelen, voederbieten, witlofwortelen) liggen de zinkgehalten gemiddeld ca. 4 maal zo hoog; daardoor kan de analyse van uitsluitend hooi en kuil van een winterrantsoen een volkomen onjuist beeld geven van de zinkvoorziening van de dieren.

Het resultaat van de statistische analyse van de klinische verschijnselen op 27 bedrijven (tabel 10) met de berekende minerale samenstelling van de rantsoenen (tabel 9) is weergegeven in tabel 11. Zowel bij de analyse op basis van de minerale samenstelling van het totale rantsoen als op basis van die van het ruwvoer alleen wordt bevestigd dat verschillende klinische verschijnselen duidelijk afnemen met de tijd. Een gunstige invloed van het zinkgehalte van het rantsoen blijkt nergens aanwezig; dit betekent dat een hoog zinkgehalte van het rantsoen geen bescherming biedt tegen het optreden van klinische verschijnselen. De invloed van calcium en fosfor is wisselend. De klinische verschijnselen kunnen uit de onderzochte factoren slechts voor een klein gedeelte worden 'verklaard'; andere belangrijke factoren zijn kennelijk niet in de analyse betrokken geweest.

De voor de praktijk belangrijke conclusies uit dit onderzoek zijn vermeld onder 6 (punten a, b en c).

Summary

Various skin diseases occurring in cattle in the Netherlands, such as scaly eczema, scabs and marked peeling of muzzle, nape, around tail root and udderboard, oedematous swelling of the coronets of the rear legs and panaritium are due to zinc deficiency according to GRASHUIS (1963, 1964). On the strength of this statement various extension officers have advised supplying cattle with additional zinc, both directly by adding zinc to the concentrates as well as indirectly by fertilization. Until the relationship between the mentioned symptoms and zinc deficiency has been adequately proved by experiments with experimental and control groups, however, these measures will not be justified.

To find more facts about the zinc requirement of ruminants the literature on this subject was studied. At the same time we carried out experiments to investigate the following:

a the effect of applying zinc compounds on the clinical symptoms in cattle, suggested by GRASHUIS to be caused by zinc deficiency, as well as on the milk production and some chemical characteristics;
b the relation between the mineral composition of the rations including the zinc content, and the severity of the clinical symptoms mentioned.

The literature study showed that the interaction between calcium, phytic acid and zinc occurring in non-ruminants, may not be expected or to a slight extent only in ruminants, especially not in ruminants under conditions in the Netherlands. Other factors that may increase the zinc requirement of cattle are not known, but are not impossible (point b. in our own research). The data on the zinc requirement of ruminants correspond well: at 5.3 ppm of Zn in the dry matter of the rations and lower the clinical symptoms will always occur, up to 25 ppm they do sometimes and not at other times, at 25 ppm and over zinc deficiency symptoms in ruminants are an exception. HAARANEN, however, finds a considerably higher requirement; the clinical symptoms he describes also vary rather widely from those described by other authors.

During the housing period 1963-1964 the herds of each of 11 farms were divided into two comparable groups with regard to the clinical symptoms, age and lactation stage; the animals of one group received additional zinc compounds and the other group served as a control. The dosages applied, the dates of the clinical inspections and the experimental periods have been mentioned in table 2. Detailed chemical analysis was carried out on farm 5; on the other farms this took place incidentally.

Furthermore, the severity of the clinical symptoms was recorded on 27 farms, by expressing the severity per symptom per animal on a scale of 0 (no symptoms) to 10 (very severe symptoms). The rations supplied on these farms were also analysed on the contents of dry matter, crude protein, zinc, calcium and phosphorus.

The supplementation experiments showed that the additional zinc compounds did not affect the severity of the symptoms described by GRASHUIS (table 3). On farm 9 there was initially a significant decrease in the symptoms around the tail root and on the udderboard of the animals in the experimental group compared to those in the control group. However, this effect probably is the result of a better skin care in the experimental group: a later inspection, after the control group had also received a more adequate skin care, showed that these differences had disappeared.

There was a fairly general decrease in the symptoms with time (the period December to April); this was evident in the experimental group as well as in the controls (figures 1 and 2). The same decrease was also found in the statistical analysis on the 27 farms (table 11). We suggest therefore that GRASHUIS erroneously considered this a zinc effect, because he did not use control groups in his experiments.

The variations in the zinc content of the whole blood and to a less extent in those of the blood plasma in the same animal at different moments are small compared to the between-animal variation (figures 7 and 8). The additional zinc did not affect the contents in whole blood; the zinc content in the blood plasma of the animals in the experimental group compared to the control group showed a significant increase in the first 3 weeks of the experiment, while the average contents of the animals in both groups did not actually differ (figure 6). The correlation between the zinc contents in whole blood and blood plasma is rather slight: the correlation coefficient is 0.40 (figure 9).

The correlation between the clinical symptoms and blood compostition is also slight and statistically unreliable (table 5).

There were no differences in the zinc contents of white and coloured (black and red) hair. Groups receiving additional zinc showed somewhat higher, though not significantly higher, zinc contents in the hair (table 6).

The influence of additional zinc on the milk production, calculated according to various comparative methods, was not positive in one single case and according to one method significantly negative (table 7).

On farm 5 the clinical symptoms and the compostition of the blood were studied in relation to the date of calving. In the experimental group as well as in the control group the animals showed a significant decrease in the severity of the symptoms on the udderboard in the period between about 10 days before until about 10 days after calving; no clear effects were found on the other symptoms (figure 3). The zinc contents in whole blood show an increase from the pre-parturitional to the post-parturitional stage; probably this increase is not the result

of the lactation stage, but of the season (figure 10, compare to figure 6).

The clinical symptoms have also been studied in relation to the milk production. As a criterion for the milk production, the actual production during post-parturitional stage (figure 4) was used as well as the production per standard-cow according to DOEKSEN and HEYBOER (figure 5). The first mentioned criterion also shows the difference between old and young cows. Because of the small number of animals per group the differences are significant nowhere; there is, however, a tendency of highly productive and older animals showing more oedematous swelling of the coronets than less productive and younger animals.

The zinc contents in leafy roughages (hay, grass-silage, corn-silage, straw, leaves of sugar-beets and turnips) vary from 23 to 101 ppm in the dry matter; higher values were only found in areas known for their high zinc content in the soil (table 8). The zinc contents in root crops (turnips, potatoes, fodder beets, chicory roots) are on the average 4 times as high as in leafy crops; therefore the analysis of solely hay and silage of a winter ration may give an inaccurate impression of the zinc supply of the animals.

The result of the statistical analysis of the clinical symptoms on the 27 farms (table 10) with the calculated mineral composition of the rations (table 9) is reflected in table 11. With the analysis based on the mineral composition of the complete rations as well as with that based on the mineral composition of the roughage - with concentrates excluded - evidence was found that various clinical symptoms clearly decrease with time. A favourable effect of the zinc content in the rations was not found; this means that a high zinc content in the rations does not prevent the incidence of clinical symptoms. The influence of calcium and phosphorus varies. The factors analysed could only explain a small part of the clinical symptoms; other important factors clearly were not included in the analysis.

The following conclusions important for practice may be drawn from this investigation:

a No evidence was found to justify the application of additional zinc compounds to the feed, including the concentrates, of Dutch cattle. Until a positive effect is shown these additions should be omitted, as there is some indication for an unfavourable effect on the milk production.

b The conditions of soil and farm management in the Netherlands are not favourable for the occurrence of zinc deficiencies in cattle. Therefore zinc fertilization is not necessary or desirable.

c It could not be proved that skin diseases such as scaly eczema, scabs and marked peeling of muzzle, nape, around tail root and udderboard, oedematous swelling of the coronets of the rear legs and panaritium, as well as the decreased milk production and decreased fertility, suggested to be associated with these skin diseases, are related to the zinc supply of cattle. Evidence was found that these clinical symptoms are stimulated by insufficient skin care when the cattle is housed, a quantitatively and qualitatively inadequate roughage supply and certain factors in the housing conditions.

Literatuur

BAS, J. VAN DER and H. MULDER	1964	The zinc content of cow's milk. *Nederl. Melk en Zuivel Tijdschr. 18,* 102—107.
BEESON, W. M., *et. al.*	1962	Effect of zinc supplementation on growing-fattening steers. Purdue Univ. Agric. Exper. Sta., Research Progress Report 9, April 1962.
DAVIS, P. N., L. C. NORRIS and F. H. KRATZER	1962	Interference of soybean protein with the utilization of trace minerals. *J. Nutrition 77,* 217—223.
DOEKSEN, J. en D. C. HEYBOER	1952	Het omrekenen van melkvee tot standaardkoeien. Versl. Landbouwk. Onderz. 58. 7.
FORBES, R. M.	1960	Nutritional interactions of zinc and calcium. *Fed. Proc. 19,* 643—647.
GRASHUIS, J.	1963	Op zinkdeficiëntie wijzende ziekteverschijnselen bij rundvee in Nederland. *Landbouwk. Tijdschr. 75,* 1127—1148.
GRASHUIS, J.	1964	Bemesting, voeding, gezondheid en ziekte. Herziene druk. Landbouwk. Bureau Sporenelementen, Arnhem.
HAARANEN, S.	1962a	The effect of zinc on itching tail root eczema in cattle. *Nord. Vet.-Med. 14,* 265—269.
HAARANEN, S.	1962b	Some disorders in cattle in connection with hair licking and itch (Fins met Eng. summary). *Suomen Eläinlääkarilehti, 68,* 213—218.
HAARANEN, S.	1963a	Zinc requirement of dairy cattle for removal of dificiency symptoms. *Feedstuffs 35,* no. 11 (March 9), 17—18.
HAARANEN, S.	1963b	Some observations on the zinc requirement of cattle for the prevention of itch and hair licking at different calcium levels in the feed. *Nord. Vet.-Med. 15,* 536—542.
HAARANEN, S. and K. HYPPOLA	1961	Cure, prevention of dairy cattle itch and hair slicking with zinc. *Feedstuffs 33,* no. 46 (Nov. 18), 28.
HENKENS, CH. H.	1961	Zinkovermaat op bouwland. *Landbouwk. Tijdschr. 73,* 917—926.
HOEKSTRA, W. G., *et al.*	1956	The relationship of parakeratosis, supplemental calcium and zinc to the zinc content of certain body components of swine. *J. Anim. Sci. 15,* 752—764.
JOHRI, P. N. and N. D. KEHAR	1962	Role of phytic phosphorus in ruminant metabolism. *Ann. Biochem. Exptl. Med. 22,* 225—238, 313—318.
KOETSVELD, E. E. VAN en J. J. LEHR	1961	Over het zinkgehalte van grond en gras in Nederland en de betekenis hiervan voor de voeding van het rundvee. *Landbouwk. Tijdschr. 73,* 371—382.
KRATZER, F. H., *et al.*	1959	The effect of autoclaving soybean protein and the addition of ethylenediaminetetracetic acid on the biological availability of dietary zinc for turkey poults. *J. Nutrition 68,* 313—322.

LEGG, S. P. and L. SEARS	1960	Zinc sulphate treatment of parakeratosis in cattle. *Nature 186,* 1061—1062.
LEWIS Jr., P. K., *et al.*	1956	The effect of certain nutritional factors including calcium, phosphorus and zinc on parakeratosis in swine. *J. Anim. Sci. 15,* 741—751.
LEWIS Jr., P. K., R. H. GRUMMER and W. G. HOEKSTRA	1957	The effect of method of feeding upon the susceptibility of the pig to parakeratosis. *J. Anim. Sci. 16,* 927—936.
MILLER, J. K. and W. J. MILLER	1960	Development of zinc deficiency in Holstein calves fed a purified diet. *J. Dairy Sci. 43,* 1854—1856.
MILLER, J. K. and W. J. MILLER	1962	Experimental zinc deficiency and recovery in calves. *J. Nutrition 76,* 467—474.
MILLER, J. K., W. J. MILLER and C. M. CLIFTON	1962	Calf response to starters of varying zinc contents. *J. Dairy Sci. 45,* 1536—1538.
MILLER, W. J. and J. K. MILLER	1963	Zinc content of some feed ingredients and materials. *J. Dairy Sci. 46,* 366—367.
MILLER, W. J., C. M. CLIFTON and N. W. CAMERON	1963	Zinc requirement of Holstein bull calves to nine months of age. *J. Dairy Sci. 46,* 715—719.
MILLER, W. J., *et al.*	1964	Experimentally produced zinc deficiency in the goat. *J. Dairy Sci. 47,* 556—559.
MILLER, W. J., *et al.*	1965	Influence of high levels of dietary zinc on zinc in milk, performance and biochemistry of lactating cows. *J. Dairy Sci. 48,* 450—453.
NORRIS, L. C. and P. N. DAVIS	1960	Studies on the availability of trace minerals in soya diets. Proc. 1960 Cornell Nutrition Conf. 48—56.
OBERLEAS, D., M. E. MUHRER and B. L. O'DELL	1962a	Effects of phytic acid on zinc availability and parakeratosis in swine. *J. Anim. Sci. 21,* 57—61.
OBERLEAS, D., B. L. O'DELL and M. E. MUHRER	1962b	Interaction of Ca and phytate in Zn availability. *J. Anim. Sci. 21,* 1008.
O'DELL, B. L.	1962	Mineral availability and metal-binding constituents of the diet. Proc. 1962 Cornell Nutrition Conf. 77—83.
OTT, E. A., *et al.*	1963	Zinc requirement of the growing lamb fed a purified diet. *J. Anim. Sci. 22,* 1129.
OTT, E. A., *et al.*	1964a	Zinc deficiency syndrome in the young lamb. *J. Nutrition 82,* 41—50.
OTT, E. A., *et al.*	1964b	Zinc tolerance and toxicity studies with lambs. *J. Anim. Sci. 23,* 887.
OTT, E. A., *et al.*	1964c	Zinc tolerance and toxicity studies with calves. *J. Anim. Sci. 23,* 1217.
SMITH, I. D., *et. al.*	1960	Effects of feeding an autoclaved diet on the development of parakeratosis in swine. *J. Anim. Sci. 19,* 568—579.
SMITH, W. H., M. P. PLUMLEE and W. M. BEESON	1961	Zinc requirement of the growing pig fed isolated soybean protein semi-purified rations. *J. Anim. Sci. 20,* 128—132.
SMITH, W. H., M. P. PLUMLEE and W. M. BEESON	1962a	Effect of source of protein on zinc requirement of the growing pig. *J. Anim. Sci. 21,* 399—405.

SMITH, W. H., *et al.* 1962b Zinc deficiency syndrome in the young lamb. *J. Anim. Sci. 21,* 1014.

TILLMAN, A. D. and J. R. BRETHOUR 1958 Utilization of phytin phosphorus by sheep. *J. Anim. Sci. 17,* 104—112.