

S. Bosch, J. van der Grift en J. Hartmans

*Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen
Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Hoorn
Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van
Landbouwgewassen, Wageningen*

Mangaanbehoefte bij opgroeiende en lacterende runderen

With a summary:

Manganese requirement of growing and lactating cattle



1965 Centrum voor landbouwpublikatie en landbouwdocumentatie

Wageningen

455488

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN.

© Centrum voor Landbouwpublicaties 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 schriftelijke 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

INLEIDING	1
1 LITERATUURGEGEVENS	2
2 PROEFPLAN	4
3 UITVOERING VAN DE PROEF	5
3.1 Bedrijfsgegevens van de proefboerderij	5
3.2 De proefdieren	6
3.3 Verloop weide- en stalperioden	6
3.4 Mn-toediening	7
3.5 Chemische analyse van de voedermiddelen	7
3.6 Chemische analyse van de mest	9
4 RESULTATEN VAN DE PROEF	11
4.1 Ontwikkeling van de dieren	11
4.2 Vruchtbaarheid	12
4.3 Melkproductie en melksamenstelling	14
4.4 Chemische analyse van dierlijk materiaal	16
4.5 Klinische inspectie	18
5 BESPREKING EN CONCLUSIE	19
SAMENVATTING	21
SUMMARY	24
LITERATUUR	26
BIJLAGEN	27

Inleiding

Het optreden van een afwijkende gezondheidstoestand van het vee, zoals een abnormale ontwikkeling, stofwisselingsstoornissen, verlaagde melkgift, verminderde vruchtbaarheid enz., wordt vaak in verband gebracht met de gehalten aan mineralen en sporenelementen van het voeder. Over vele facetten van de mineralenhuishouding bestaat echter nog grote onzekerheid en een element waarbij dit sterk naar voren komt is mangaan.

Het aantal gegevens over het optreden van mangaangebrek is nog betrekkelijk gering en er bestaat bij vele onderzoekers twijfel of onder Nederlandse omstandigheden een onvoldoende mangaanvoorziening bij het rund wel voorkomt. Een antwoord hierop wordt bemoeilijkt door de omstandigheid dat een hanteerbaar criterium voor de mangaantoestand bij het levende dier ontbreekt, althans niet als zodanig is aangetoond (haaronderzoek). Er bestaat geen zekerheid in hoeverre de aan mangaangebrek toegeschreven verschijnselen inderdaad het gevolg zijn van een tekort aan mangaan, dan wel van andere factoren.

Toch wordt er op grond van deze schaarse gegevens bij de voorlichting en bij de bedrijfsvoering in vrij sterke mate rekening mee gehouden, b.v. bij de keuze van de soort stikstofmeststoffen (zwavelzure ammoniak (za) in plaats van kalkammonsalpeter). Daar za niet alleen de pH van de grond verlaagt, hetgeen hiermede wordt beoogd, doch ook de kwantiteit en de kwaliteit van het gras in ongunstige zin kan beïnvloeden, dient men met toepassing van za wel de nodige voorzichtigheid te betrachten. Ook de rentabiliteit van het verstrekken van mangaankoekjes en toepassing van topdressing van $MnSO_4$, teneinde de toevoer van mangaan aan de rundveestapel te vergroten, is twijfelachtig.

Ten einde meer gegevens te verzamelen over de invloed van extra mangaanverstrekking aan rundvee gedurende langere tijd, werd van 1961 t/m 1963 de in deze publikatie beschreven proef genomen op de graslandproefboerderij 'Noord-Holland' te Wogmeer. Voor de wijze waarop deze proef werd uitgevoerd en de zorg die aan het verzamelen der gegevens en monsters werd besteed, danken wij de bedrijfsleider, de heer P. N. ROELE en zijn personeel.

1 Literatuurgegevens

In een artikel over de betekenis van mangaan voor mens en dier merkt GRASHUIS (1957) over mangaantekort bij rundvee het volgende op:

'Mn-deficiëntie geeft bij runderen aanleiding tot vertraging in het optreden van de oestrus en een lager bevruchtingspercentage. Kalveren van Mn-arme koeien vertonen dikwijls een zwakke beenstand, doorzakken in de voorkoten en iets bokkigheid, de hakken te ver naar achteren geplaatst. Mn-arme pinken hebben een steile stand van de achterbenen met iets overkoten, weinig rompontwikkeling, waardoor ze de indruk geven van hoogbenigheid, doch eerder klein zijn dan groot. Het haar is meestal dor, de zwarte haren iets bruin van kleur, vooral aan de punten. De Mn-gehalten zijn verlaagd, vooral in de ovaria, milt en beenderen. Verschijnselen van Mn-deficiëntie zijn te duchten op gronden met hoge pH, vooral bij hoge gehalten aan eiwit, K, Ca en P in het gras en bij gebruik van meststoffen met een sterk basisch karakter'.

In een eerder verschenen publikatie waren GRASHUIS e.a. (1953) tot de conclusie gekomen dat op bedrijven met hoge Fe-, Ca-, P-, N- en K-gehalten in het gras, een gehalte van 100 mg Mn/kg ds (dpm) nog onvoldoende was voor een goede gezondheidstoestand van het vee en zij achtten voor deze bedrijven 150-250 mg/kg ds gewenst.

VAN KOETSVELD (1958) gebruikt de mangaangehalten van haar, geknipt van flank en ribben, als een criterium voor de mangaanvoorziening van het rund tijdens de voorafgaande maanden. Bij Mn-gehalten in het gekleurde haar beneden 8 dpm en boven 20 dpm zouden vruchtbaarheidsstoornissen optreden. Bij gehalten boven 40 dpm zou vaak nymfomanie voorkomen. Kalveren van gezonde koeien worden geboren met lagere Mn-gehalten in de haren, gem. 3 dpm.

TESINK (1963) toonde aan dat de hoeveelheden Ca en P in het rantsoen een belangrijke invloed hebben op het Mn-gehalte van het haar; het was niet duidelijk of deze invloed een gevolg was van de totale opname aan Ca en P, dan wel van de Ca/P-verhouding in het rantsoen. Naarmate de hoeveelheid Ca in het rantsoen stijgt – en daarbij de Ca/P-verhouding ruimer wordt – daalt het Mn-gehalte van het haar.

Volgens TESINK (1960) komt in de provincie Zeeland op niet onbelangrijke schaal mangaangebrek voor, doordat het voedsel (gras, hooi) te weinig mangaan bevat. Klinisch mangaangebrek en te lage mangaanwaarden in haar konden worden vastgesteld op bedrijven waar de pH van de weidegrond hoog was. Het gras (en hooi) van deze percelen bevatte minder dan 100 mg Mn/kg ds.

Volgens onderzoeken uitgevoerd met kleine proefdieren, is mangaan in het lichaam enzymatisch betrokken bij verschillende stofwisselingsprocessen. Als zodanig

worden genoemd: de beenvorming, de voortplanting en de werking van het centrale zenuwstelsel (COTZIAS, 1960).

BENTLEY en PHILLIPS (1951) onderzochten in Wisconsin (USA) pinken op rantsoenen met minder dan 10 dpm Mn en dieren op een rantsoen van 30-60 dpm Mn. Hun belangrijkste conclusies waren dat een rantsoen met minder dan 10 dpm Mn voldoende was voor een normale groei, doch dat de oestrus later optrad met misschien iets slechtere bevruchtingsresultaten dan bij dieren met een betere Mn-voorziening. Het percentage kalveren met zwakke beenstanden en weke koten was op het Mn-arme rantsoen het hoogst.

In een aantal proeven te Purdue op basisrantsoenen die minder dan 10 dpm Mn bevatten, werden bij opgroeiende en lacterende runderen geen duidelijke verschillen gevonden met groepen dieren die 55-80 dpm Mn ontvingen. Bij deze proeven werd o.a. gelet op groei, vruchtbaarheid, melkproductie, bloed- en beensamenstelling (HARTMANS, 1964).

HAWKINS e.a. (1955) trachtten Mn-gebrek bij kalveren op te wekken op een kunstmatig basisrantsoen (B) dat 0,48 dpm Mn, 0,87 % Ca, 0,68 % P en 0,19 % Mg bevatte. Hieraan werd - alleen of in combinatie - toegevoegd 50 dpm Mn en 5 % monocalciumfosfaat (= 0,8 % Ca en 1,2 % P). De volgende rantsoenen werden dus verstrekt:

- B = basisrantsoen
- Mn = basisrantsoen + mangaan
- CaP = basisrantsoen + monocalciumfosfaat
- Mn + CaP = basisrantsoen + mangaan + monocalciumfosfaat

Groepen van 3 kalveren werden gedurende 36 weken op deze rantsoenen gehouden. Afgezien van onvolkomenheden ten gevolge van de kunstmatig lage Mn-rantsoenen, die zich in alle groepen openbaarden, traden pas tegen het laatst van de proef afwijkingen op. Prikkelbaarheid van de dieren was het duidelijkst op CaP, vervolgens B en Mn + CaP; op Mn trad dit verschijnsel niet op. Beenafwijkingen als stijfheid en een stokkerige gang kwamen vooral voor op CaP en Mn + CaP. Deze proeven geven dus aan dat hoge Ca- en P-gehalten in het rantsoen het mangaangebrek verergeren.

RYS (1961) vond in het zwarte winterhaar van melkkoeien van verschillende gebieden in Pommeren een belangrijk percentage gehalten beneden de door VAN KOETSVELD aangegeven minimumnorm van 8 dpm. In het totale materiaal was geen verschil aanwezig tussen de gehalten van als vruchtbaar en als onvruchtbaar aangemerkte dieren; maar bij bestudering van het oorspronkelijke materiaal blijkt evenwel dat op één bedrijf, nl. daar waar de laagste Mn-gehalten in het haar voorkwamen, wel een significant verschil aanwezig is tussen de Mn-gehalten van het haar van vruchtbare en onvruchtbare koeien. Van de acht onvruchtbare dieren ligt het gehalte, op één uitzondering na, beneden 1,7 dpm; bij de zeven als vruchtbaar aangemerkte dieren komen geen waarden beneden 3,0 dpm voor.

2 Proefplan

De proef werd genomen op de proefboerderij 'Noord-Holland' te Wogmeer. Het grasland had hier een hoge pH (pH-KCl 6,8-7,1), terwijl het mangaangehalte van het gras betrekkelijk laag was (30-60 dpm Mn). Vergeleken werd de ontwikkeling van twee groepen van ieder zes kalveren (eeneïge tweelingen), waarbij de dieren voor het grootste deel werden gevoerd met produkten van het grasland van het bedrijf (lage Mn-gehalten). De proefgroep kreeg extra Mn toegediend door in het krachtvoer zoveel technisch zuiver mangaansulfaat (verder aan te duiden als $MnSO_4$) toe te voegen, dat de totale opname per dier per dag 150-175 mg Mn per kg ds van het rantsoen bedroeg (hoog Mn-niveau). De controlegroep kreeg hetzelfde rantsoen met krachtvoer waaraan geen extra Mn was toegevoegd, zodat deze groep gemiddeld 40-50 mg Mn per kg ds kreeg (laag Mn-niveau).

Ten einde te kunnen beoordelen of de toevoeging van extra mangaan effect had, werden over de volgende punten gegevens verzameld:

Gewichten en diverse afmetingen der dieren op verschillende tijdstippen.

Data van tochtigheid en afkalven, met gewicht der kalveren.

Melkproduktie, vet- en eiwitgehalte na afkalven.

Samenstelling van voederrantsoen.

Samenstelling van dierlijk materiaal (bloed, haar, mest).

Ontwikkeling, conditie, haarkleed, beenwerk e.d. (klinische inspectie).

3 Uitvoering van de proef

De proef werd genomen in de jaren 1961 t/m 1963 op de Proefboerderij 'Noord-Holland' te Wogmeer.

3.1 Bedrijfsgegevens van de proefboerderij

Dit bedrijf is ruim 30 ha groot en bestaat behoudens enkele percelen die voor enkele jaren werden ingezaaid, uit oud grasland. De grondsoort is lichte zavel met 15-30 % afslibbare delen, 10-18 % humus en 5-10 % koolzure kalk. Het K-getal varieert van 20-35 en P-AL van 30-75.

De stikstofbemesting was de laatste jaren ruim 300 kg N per ha en werd in 1962-1963 naast kalkammonsalpeter (40 %) ook aangewend in de vorm van zwavelzure ammoniak (32 %), chilisalpeter (17 %), kalksalpeter (10 %) en magnesammonsalpeter (1 %).

De veebezetting was 40 melkkoeien, 15 pinken, 15 kalveren, 2 paarden en een variërend aantal schapen, totaal 60 grootvee-eenheden.

Tabel 1. Overzicht van de vruchtbaarheid van de rundveestapel op de proefboerderij 'Noord-Holland' van 1954 tot 1963

Jaar	Aantal dieren	% werkelijk drachtig na 1e ins.	% werkelijk drachtig totaal	Totaal aantal inseminaties	Efficiëntiegetal
1954	40	57,5	95,0	66	1,74
1955	50	40,0	84,0	101	2,40
1956	46	50,0	93,5	77	1,79
1957	45	60,0	84,5	65	1,71
1958	44	52,3	86,4	71	1,87
1959	50	66,0	90,0	67	1,49
1960	52	67,3	96,2	78	1,56
1961	38	63,2	92,2	57	1,63
1962	38	50,0	92,2	68	1,94
1963	56	51,8	94,6	94	1,77

Year	Number of animals	% actually conceived after 1st ins.	% actually conceived in total	Total number of inseminations	Efficiency value
------	----------------------	---	-------------------------------------	----------------------------------	------------------

Table 1. Fertility survey of the herd on the experimental farm 'Noord-Holland' from 1954 to 1963

De vruchtbaarheid van de veestapel was redelijk, doch niet steeds geheel naar wens. In tabel 1 zijn de resultaten over de laatste 10 jaren weergegeven. Hieruit volgt dat het percentage dieren drachtig na 1 inseminatie over die periode gemiddeld 56 was en het efficiëntiegetal 1,62.

3.2 De proefdieren

In de eerste week van mei 1961 werden door bemiddeling van het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek te Zeist aan de proefboerderij zes paar vrouwelijke een-eiige tweelingkalveren van het Fries-Hollandse veeslag geleverd. Deze dieren werden als volgt ingedeeld:

HERKOMST	GEBOORTEDATUM	CONTROLEGROEP	PROEFGROEP
Schalkwijk	1-3-1961	Amalia C	Aleida M
Molenschot	17-1-1961	Blanca 16	Blanca 15
Houten	20-1-1961	Corina C	Corina M
Veenwouden	29-1-1961	Dolores C	Dolores M
Assen-Peelo	29-3-1961	Evita C	Evita M
Molenschot	7-1-1961	Frieda 1	Frieda 2

3.3 Verloop weide- en stalperioden

Weideperiode 1961 en stalperiode 1961-1962. Na aankomst werden de dieren tot 1 juni 1961 verder opgefokt met ondermelk en wei, daarna kregen ze in de weideperiode 8-12 liter wei per dier per dag tot eind juli. Vanaf 10 juni werd dagelijks het speciale krachtvoer met en zonder extra $MnSO_4$ gegeven (1 kg per dier per dag).

Gedurende de weideperiode (17 mei tot 17 oktober) werden de kalveren afwisselend op twee percelen geweid met voldoende en goed weidegras.

Op 17 oktober werden ze in twee groepen opgestald in een dubbele Friese stal. Tijdens de stalperiode wisselden de groepen enkele keren van plaats.

De rantsoenen op stal waren gedurende deze periode als volgt:

oktober 1961: 4 kg hooi + 1 kg krachtvoer (korrels)

november en december 1961: 3,5 kg hooi + 2 kg droge pulp + 1 kg krachtvoer (korrels)

januari tot 21 februari 1962: 4 kg hooi + 2 kg droge pulp + 1 kg krachtvoer (korrels)

21 februari tot 11 april 1962: 4 kg hooi + 7 kg snijmaiskuil + 1 kg krachtvoer (korrels)

11 april tot 21 april 1962: 3 kg hooi + 2 kg droge pulp + 0,166 kg krachtvoer (koek) + stro.

Aanvankelijk werd het krachtvoer in de vorm van korrels (resp. met en zonder extra $MnSO_4$) gegeven. Begin april 1962 werd het $MnSO_4$ verwerkt in koek, waarvan 0,166 kg per dier per dag werd gegeven.

Weideperiode 1962 en stalperiode 1962-1963. Op 22 april 1962 begon de tweede weideperiode, waarin de dieren afwisselend werden geweid op een zestal percelen. Van 20 juni tot 28 juli liep een stier bij de pinken.

Begin december 1962 kwamen de dieren weer op stal. Gedurende deze stalperiode bestond het rantsoen uit 6-8 kg hooi, 8-10 kg kuil en 0,166 kg koek resp. met en zonder extra $MnSO_4$. Na het afkalven der dieren in maart-april werd tot de weideperiode een hoeveelheid krachtvoer gegeven afhankelijk van de melkgift. Op 19 april werd gestopt met het geven van de speciale koek.

3.4 Mn-toediening

Aan de dieren van de proefgroep werd extra mangaan (150 mg Mn per kg ds van het totale rantsoen) gegeven door middel van krachtvoer waaraan $MnSO_4$ was toegevoegd. Aanvankelijk werden hiervoor eiwitrijke of eiwitarme kalverkorrels gebruikt, waarvan 1 kg per dier per dag werd gegeven. Vanaf april 1962 werden de korrels vervangen door koek (1 koek = 0,166 kg per dier per dag). Voor de samenstelling van deze korrels resp. koek werd een mengsel gebruikt van lijnmeel, milokoren, mais, haver, tarwe, tarwezemelen en melasse. In verband met het gewenste eiwitgehalte (eiwitrijk of eiwitarm) werden de hoeveelheden van de gebruikte grondstoffen gevarieerd. Hieraan was verder nog een vitamine A-D₃ preparaat toegevoegd en een in verband met de leeftijd wisselende hoeveelheid $CuSO_4 \cdot 5aq$ (100-500 mg per dier per dag). Rundveemineralen werden niet gebruikt.

De bedoeling was om aan dit mengsel zoveel $MnSO_4$ toe te voegen dat de proefgroep in totaal ca. 175 mg Mn per kg ds zou opnemen, terwijl dit voor de controlegroep 25-50 mg zou bedragen. Hiervoor moest rekening worden gehouden met de toename van de totale droge-stofopname der kalveren gedurende de proef. Deze totale droge-stofopname werd gedurende de eerste twee maanden gesteld op 3 kg, in de loop van de zomer en herfst toenemend tot 5 kg per dier per dag. Gedurende de eerste stalperiode bedroeg ze 5 tot 6 kg, voor de weideperiode 1962 naar schatting 6 tot 7 kg; tijdens de tweede stalperiode was de opname 8-9 kg ds per dier per dag.

Gedurende de eerste maanden werden nog enige moeilijkheden ondervonden bij de samenstelling van het krachtvoer, waardoor het Mn-gehalte van de korrels voor de proefgroep minder hoog was dan in de bedoeling lag. Het Mn-gehalte van de korrels voor de controlegroep bleek daarentegen hoger te zijn dan werd verwacht, zodat het niveauverschil tussen beide groepen slechts 60-80 mg Mn per kg ds bedroeg. Na correctie werden hierbij later geen moeilijkheden meer ondervonden.

3.5 Chemische analyse van de voedermiddelen

De chemische samenstelling van de voedermiddelen werd geregeld bepaald. Bijlagen 1 en 2 geven een overzicht van de resultaten.

Gehalten aan macro-elementen. In de Handleiding voor het mineralenonderzoek (1963) wordt een samenvatting gegeven van wat thans bekend is over de eisen die het rund-vee stelt aan de minerale voeding. Hierin worden wat betreft de gehalten aan macro-elementen de volgende eisen vermeld:

	Norm voor voldoende (in de droge stof)
Natrium	0,15 % Na
Magnesium	0,25 % Mg
Calcium	0,45-0,60 % Ca
Fosfor	0,35-0,45 % P

Tevens wordt aangenomen dat de beste Ca/P-verhouding 1,3 : 1 is.

Bij vergelijking van deze eisen met de in het voederrantsoen bepaalde gehalten kan het volgende worden opgemerkt.

Het Na-gehalte van het weidegras was in het algemeen ruim voldoende. Een enkel monster voldeed niet aan de eis van 0,15 % Na, terwijl ook de snijmaiskuil hier beneden bleef.

Het gehalte aan magnesium was in het algemeen aan de lage kant. In de periode dat nog 1 kg krachtvoer (met of zonder extra Mn) werd gegeven, was het gemiddelde gehalte nog iets hoger, doch de Mg-voorziening was niet ruim. Zoals later zal blijken (zie 4.4) waren de Mg-gehalten van het bloedplasma steeds voldoende hoog, zodat de lage gehalten in het voederrantsoen waarschijnlijk geen nadelige gevolgen voor de dieren hebben gehad.

De Ca- en P-gehalten waren vrijwel steeds ruim voldoende. Door de betrekkelijk hoge Ca-gehalten was de Ca/P-verhouding in het algemeen ruimer dan de 'ideale' waarde van 1,3 : 1. Rekening houdende met de toegediende hoeveelheid krachtvoer was deze verhouding gedurende de eerste weideperiode gemiddeld 1,5 : 1. Tijdens de daaropvolgende stalperiode was de variatie 2,0 : 1 tot 3,0 : 1. Ook hierna was ze vrijwel steeds ruimer dan 2,0 : 1. Of, en in hoeverre deze afwijkingen van de 'ideale' waarde, die dus zowel voor proefgroep als voor controlegroep optraden, nog invloed hebben gehad op de ontwikkeling der dieren is niet bekend.

Cu-gehalte. Zoals reeds eerder opgemerkt, was aan het krachtvoer (met of zonder extra Mn) een hoeveelheid CuSO_4 toegevoegd, waardoor een voldoende Cu-voorziening der dieren verzekerd was. De gehalten van het gras bleken gemiddeld 10,9 mg Cu per kg ds te zijn, zodat die van het totale rantsoen 15-20 mg Cu per kg ds waren.

Mn-gehalte. Het gemiddelde Mn-gehalte van het weidegras was 49 mg per kg ds (variatie 25 tot 73). In het hooi lag dit lager nl. 36 mg per kg ds (22 tot 50). In de snijmaiskuil, de graskuil en de pulp varieerde het gehalte van 65 tot 81 mg Mn per kg ds.

Rekening houdende met de (gedeeltelijk geschatte) opgenomen totale hoeveelheid droge stof (met inbegrip van de korrels resp. koek) waren de Mn-gehalten van het totale rantsoen gedurende verschillende perioden zoals wordt weergegeven in fig. 1.

Hierin is het Mn-gehalte van het rantsoen van de controlegroep voorgesteld door de gestreepte lijn, voor de proefgroep door de getrokken lijn. In de laatste lijn komen

Fig. 1. De berekende mangaangehalten van het rantsoen voor beide groepen gedurende de proef

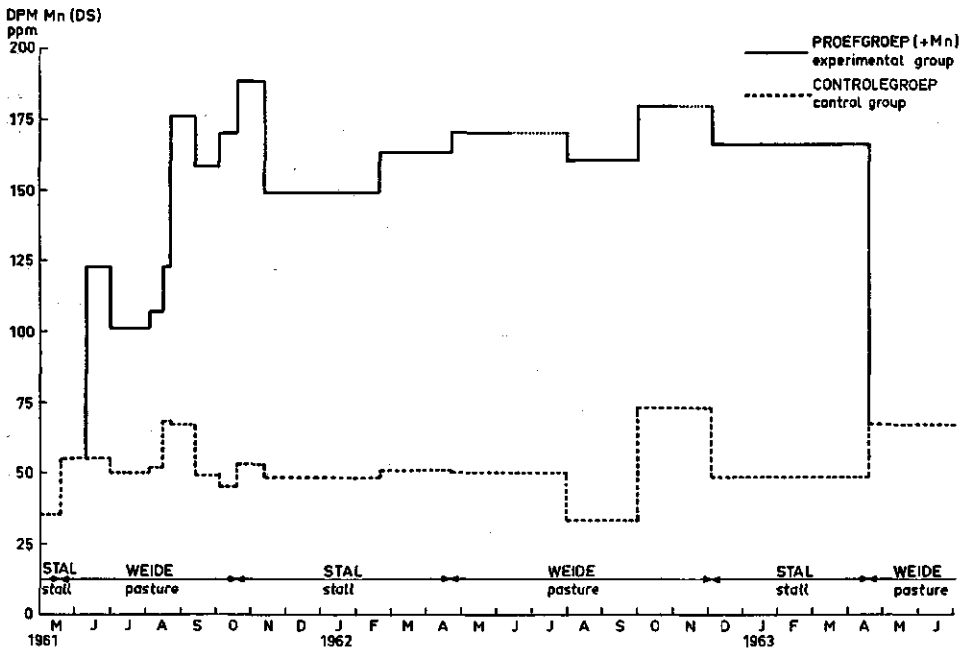


Fig. 1. Calculated Mn-contents in the rations of both groups during the experiment

gedurende twee perioden (juni/juli 1962 en november 1962) gestippelde gedeelten voor. In deze perioden bestond, mede op grond van de resultaten van het mestonderzoek (zie 3.6), twijfel over de juiste toediening van het krachtvoer. De fouten die hierbij waarschijnlijk werden gemaakt, waren snel opgespoord en hersteld.

Uit het verloop van deze lijnen blijkt dat het niveau van het Mn-gehalte bij de controlegroep gemiddeld bij ca. 50 mg Mn per kg ds lag. In enkele perioden liep het op tot ca. 70, terwijl er ook tijdelijk waarden beneden 35 mg Mn per kg ds voorkwamen. Bij de proefgroep lag aanvankelijk het gehalte op 100 à 120 mg Mn per kg ds; later was het meestal 150 en hoger.

3.6 Chemische analyse van de mest

Het onderzoek van de mest kan vooral worden gezien als een controle op de opname van het toegediende Mn. Zware metalen worden namelijk vrijwel volledig via de mest uitgescheiden, waarbij in het midden wordt gelaten of deze mineralen wel of niet door het dier benut zijn geweest. Een hoger gehalte in het rantsoen weerspiegelt zich derhalve in een hoger gehalte in de mest. Door onregelmatige verdeling van het element in het voer (in de onderhavige proef werd een hoge dosis Mn toegevoegd in betrekkelijk weinig krachtvoer) kan men natuurlijk in een klein mestmonster (niet

representatief voor b.v. een gehele dag) bij verschillende dieren nogal uiteenlopende waarden vinden.

Het blijkt dan ook dat de Mn-gehalten van de mest bij de proefgroep gemiddeld zeer significant hoger zijn geweest dan bij de controlegroep ($P < 0,01$), zie bijlage 3. Op de diverse bemonsteringsdata was dit niet steeds het geval. Hierbij dient echter opgemerkt dat de mestmonsters werden genomen op tijdstippen dat twijfel bestond omtrent de juiste toediening van het Mn aan de diergroepen. De gemaakte fouten zijn daardoor steeds snel opgespoord. Zoals reeds vermeld, werden ook door de analyses van krachtvoermonsters in enkele gevallen fouten opgespoord; soms ook gaf een dergelijke analyse aanleiding tot het onderzoeken van mestmonsters. Het is duidelijk dat bij dit soort proeven gemakkelijk onregelmatigheden kunnen optreden, maar door de gehouden controles zijn ze tot een minimum teruggebracht en bestaat er voldoende zekerheid dat de proefverstrekkingen vrijwel steeds volgens plan zijn uitgevoerd.

In de droge-stofgehalten van de mest komen geen duidelijk systematische verschillen voor tussen de groepen. Deze waren ook niet te verwachten. Wel blijkt dat het ds-gehalte van de mest bij de Frieda-tweeling veelal iets naar beneden afwijkt; bij de Dolores- en Corina-tweelingen iets naar boven. Dit zijn individuele verschillen, die kennelijk erfelijk bepaald zijn.

4 Resultaten van de proef

De waarnemingen zijn weergegeven in de figuren 2 en 3, tabel 2 en de bijlagen 4 t/m 9. De statistische betrouwbaarheid (significantie) van de verschillen tussen de twee behandelingen (proef- en controlegroep) is berekend volgens de t-toets; de resultaten hiervan zijn in de bijlagen steeds als volgt aangegeven:

- ** (bij de proefgroep) betekent verschil zeer significant: $P \leq 0,01$;
- * (bij de proefgroep) betekent verschil significant: $P \leq 0,05$;
- (*) (bij de proefgroep) betekent verschil bijna significant: $P \leq 0,10$;
- (niets aangegeven): verschil niet significant: $P > 0,10$.

4.1 Ontwikkeling van de dieren

Een representatief beeld van de ontwikkeling werd verkregen door regelmatig wegen van de dieren en door incidenteel meten van de borstomvang. Het wegen geschiedde aanvankelijk ongeveer om de 14 dagen, later om de 4 weken. De metingen van de borstomvang kunnen als een aanvulling worden gezien. De resultaten van wegingen en metingen zijn weergegeven in de bijlagen 5 en 4 en in fig. 2.

Gedurende de gehele proef bleken de verschillen in gewicht en borstomvang tussen tweelingdieren slechts gering te zijn. Alleen de Blanca's liepen tegen het eind van de proef nogal uiteen; hiermee is het – statistisch verre van significante – verschil tussen de groepen vanaf weideseizoen 1962 volledig te verklaren. Ook andere factoren, o.a. verschillen in gedrag, zouden de veronderstelling kunnen steunen dat de Blanca-tweeling wellicht niet eeneiig is geweest.

De geringe verschillen in gewicht binnen een tweelingpaar zijn nu eens ten gunste van de proefgroep, dan weer van de controlegroep. Op het grote aantal wegingsdata blijken dan ook alleen op 19 januari en 27 april 1962 bijna significante, resp. significante verschillen tussen de groepen aanwezig; op deze data is de controlegroep gemiddeld resp. 6 en 7 kg per dier zwaarder dan de proefgroep. Daar op alle overige wegingsdata geen significante verschillen tussen de groepen bestaan, terwijl dit evenmin het geval is wanneer men de gegevens in totaal of per seizoen beziet, menen wij aan de verschillen op 19 januari en 27 april 1962 geen bijzondere betekenis te moeten toeschrijven. Er blijft slechts een algemene tendens bestaan dat de controle-dieren gemiddeld enige kg per dier zwaarder zijn dan de proefdieren.

De cijfers van de borstomvang geven hetzelfde beeld als de gewichten; geen verschillen van betekenis tussen tweelingdieren onderling en tussen de groepen.

Fig. 2. Verloop van de gemiddelde gewichten per dier voor de beide groepen

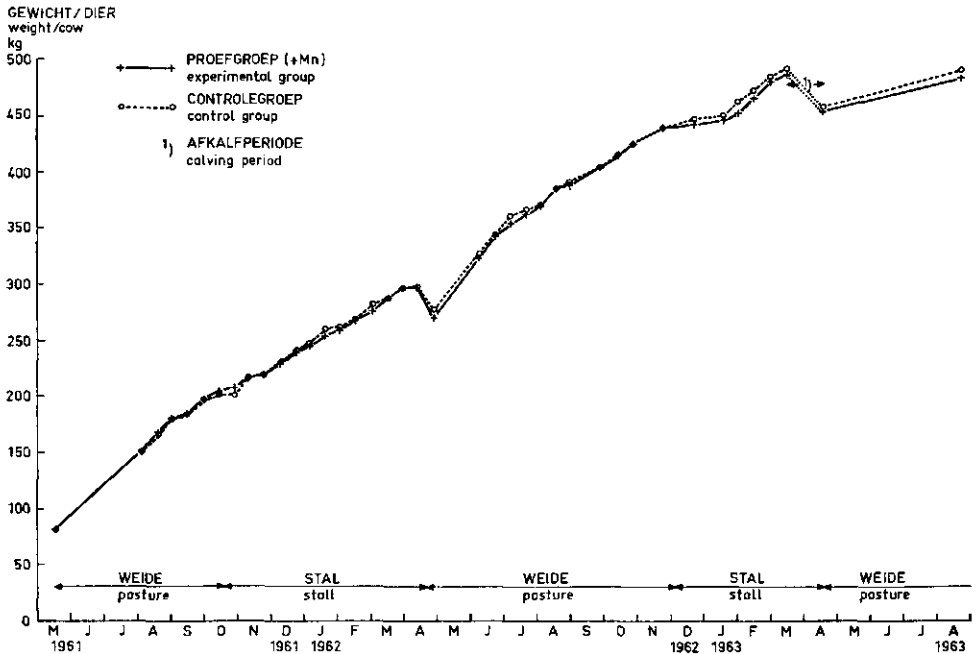


Fig. 2. Average weights of the groups

4.2 Vruchtbaarheid

Daar BENTLEY en PHILLIPS (1951) vermelden dat bij Mn-deficiënte dieren de eerste oestrus later optreedt dan normaal, zijn hieromtrent gegevens verzameld.

De bevruchtingsresultaten bij de pinken (1-2-jarige dieren) hebben slechts betrekking op het resultaat van de periode van 38 dagen die de dieren bij een stier hebben gelopen. Wel zijn uitvoerige gegevens beschikbaar over het afkalven en over de inseminaties in 1963. De gegevens over de vruchtbaarheid van de dieren zijn vermeld in tabel 2.

Het tijdstip van de eerste tochtigheid lag bij tweelingdieren precies gelijk. Het blijkt dat de eerste tochtigheid optrad op een leeftijd van gemiddeld 424 dagen (14 maanden) bij een lichaamsgewicht van bijna 300 kg. Opmerkelijk is dat bij het optreden van de eerste tochtigheid de procentuele variatie in gewicht kleiner was dan die in leeftijd, nl. resp. 7 en 9%. De Evita's hebben in 1962 nooit duidelijke tochtigheidsverschijnselen laten zien; opgemerkt dient dat dit de jongste en lichtste dieren waren. Afgaande op de gemiddelde situatie bij de overige tweelingen zou men de eerste tochtigheid bij de Evita's omstreeks eind juli hebben verwacht; toen liepen de dieren bij de stier en waren de waarnemingen over de tochtigheid reeds gestaakt.

Gedurende de periode van 20 juni tot 28 juli, toen een stier bij de pinken liep, zijn alle dieren behalve Dolores uit de proefgroep, drachtig geworden. Uit het feit dat alle

Table 2. *Erste gegevens over de vruchtbaarheid van de dieren*

Naam	Eerste tochtigheid (1962)				Afkalven 1963				Inseminaties 1963			
	Datum	Leeftijd dagen	Gewicht kg		Datum	Leeftijd dagen	Geboorde gew. kalf kg	Geslacht kalf	1e	2e	3e	4e
PROEFGROEP / experimental group												
Aleida	3/4	398	290		18/4	778	33	V/F	8/6	22/6	13/7	23/8 ^a
Blanca 15	8/4	446	321		1/4	804	30,5	V/F	24/6	13/7		
Corina	16/2	392	261		27/3	796	32,5	M/M	23/5	8/6	30/6	
Dolores	30/5	486	320		<i>gestraft conceived</i>							
Evia	¹⁾				27/3	728	29,5	M/M	8/6			
Frieda 2	7/2	396	292		26/3	808	35	V/F	23/5	1/6		
Gem./av.		424	297			785	32,1					
CONTOEGROEP / control group												
Amalia	3/4	398	287		14/4	774	32	V/F	14/7	25/8 ^a		
Blanca 16	8/4	446	330		10/4	818	33,5	V/F	30/6	19/7		
Corina	16/2	392	263		6/4	806	35	V/F	17/6			
Dolores	30/5	486	304		(13/4)		(31)	M/M				
Evia	¹⁾				7/4	739	35	V/F	9/6			
Frieda 1	7/2	396	297		28/3	810	33	V/F	18/6			
Gem./av.		424	296			790	33,7					
		± 36,9	± 21,9									
Name	First oestrus 1962				Calving 1963				Inseminations 1963			
	Date	Age in days	Weights in kg		Date	Age in days	Birth weight calf in kg	M (male) or F (female)	1st	2nd	3rd	4th

¹⁾ Tochtigheid niet waargenomen / oestrus not detected

^a Gest gebleven / not conceived

^b Drachtig gebleden van de 1e inseminatie / conceived after 1st insemination

Table 2. *Data on the fertility of the animals*

controledieren afkalfden binnen 19 dagen nadat het eerste kalf uit die groep werd geboren, terwijl dit bij de proefgroep binnen 23 dagen was, mag vrij zeker worden geconcludeerd dat althans alle controledieren bij de eerste dekking drachtig zijn geworden. De controledieren waren dus zeker niet moeilijker drachtig te krijgen dan de dieren die extra Mn ontvingen.

Het tijdstip van toelating der stier was zodanig gekozen dat ten tijde van het afkalveren ook de jongste dieren de leeftijd van 2 jaar hadden bereikt.

Uit tabel 2 kan worden afgelezen dat, met één uitzondering, de proefdieren steeds enkele dagen eerder hebben afgekalfd dan hun tweelingzusters. Aangezien tijdens de periode dat de bronstverschijnselen van de dieren werden genoteerd tweelingen steeds op dezelfde dag tochtig waren, moet hier worden gedacht aan een gemiddeld kortere dracht bij de proefdieren. Een bevestiging voor deze veronderstelling wordt gevonden in het gemiddeld lagere geboortegewicht van de kalveren uit de proefgroep. Wegens het geringe aantal dieren in de groepen zijn evenwel de verschillen in de afkalfleeftijd en in het geboortegewicht geen van beide statistisch betrouwbaar.

De bevruchtingsresultaten gedurende de zomer van 1963, toen alle dieren werden geïnsemineerd met sperma van eenzelfde stier, kunnen als volgt worden samengevat:

proefgroep:	1 dier	drachtig na 1 inseminatie
	2 dieren	drachtig na 2 inseminaties
	1 dier	drachtig na 3 inseminaties
	1 dier	gust na 4 inseminaties;
controlegroep:	4 dieren	drachtig na 1 inseminatie
	1 dier	drachtig na 2 inseminaties.

Hoewel de dieren in september 1963 van het bedrijf werden afgevoerd, kon in alle gevallen worden achterhaald of de dieren al of niet drachtig waren geworden. Het aantal benodigde inseminaties was bij de controlegroep duidelijk lager dan bij de proefgroep. Uit bovenstaande samenvatting blijkt wederom dat de dieren van de controlegroep zeker niet minder vruchtbaar waren dan die van de proefgroep.

4.3 Melkproduktie en melksamenstelling

Gegevens over de melkproduktie en de melksamenstelling zijn aanvankelijk wekelijks, en na 22 mei driewekelijks, verzameld tot het tijdstip waarop de dieren (eind september) van het bedrijf werden afgevoerd, zie bijlage 6 en fig. 3.

De melkproduktie is weergegeven in kg; er is van afgezien deze uit te drukken in kg per standaardkoe. Daar de groepen dieren even oud zijn en vrijwel gelijktijdig afkalfden, vertegenwoordigden beide groepen per bemonsteringsdatum vrijwel gelijke eenheden standaardkoeien. De standaardproducties vertonen daardoor praktisch dezelfde fluctuaties als de werkelijke melkproducties.

De melkopbrengsten van tweelingdieren waren tot eind mei vrijwel gelijk; daarna ging eerst een enkel dier duidelijk onvoldoende produceren, vervolgens was dit voor meer dieren het geval.

Fig. 3. Verloop van de melkproductie, het melkvetgehalte en het melkeiwitgehalte per groep

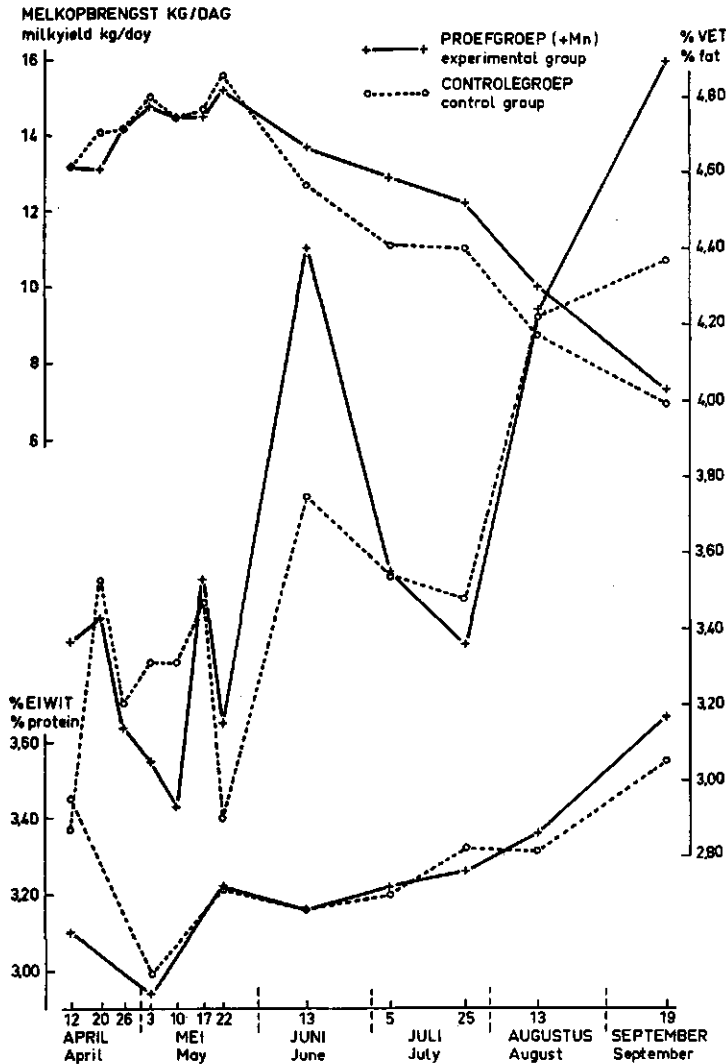


Fig. 3. Trend of milk production, fat and protein content in the milk per group

De producties van de groepen vertoonden uiteraard ongeveer een zelfde beeld: tot eind mei lagen deze praktisch gelijk en op een redelijk niveau. Daarna traden er duidelijke dalingen op, die sterker werden naarmate het seizoen vorderde. Hoewel de tendens aanwezig lijkt dat de controlegroep iets sneller daalde dan de proefgroep, zijn evenwel de verschillen tussen de groepen per bemonsteringsdatum – of over de gehele waarnemingsperiode bezien – verre van significant ($P \geq 0,20$).

De vetopbrengst en het vetgehalte vertoonden gedurende de gehele periode grote fluctuaties. Daarbij volgde de vetopbrengst in grote lijnen die van de melkproductie.

Het vetgehalte was vrijwel steeds laag. Vetopbrengst en vetgehalte leken aanvankelijk iets hoger in de controlegroep; daarna leek de proefgroep het te winnen. Deze geringe verschillen zijn evenwel statistisch niet betrouwbaar, ook niet wanneer men de gegevens over de gehele waarnemingsperiode beschouwt.

De eiwitopbrengst vertoonde grotendeels hetzelfde verloop als de melkopbrengst; het eiwitgehalte van de melk verschilt daardoor per bemonsteringsdatum tussen de groepen praktisch niet. De verschillen in eiwitopbrengst zijn, evenals die in de melkopbrengst, steeds verre van significant.

Het is niet bekend waaraan de slechte produktiviteit van de dieren na eind mei moeten worden toegeschreven. De produktie van de overige melkkoaien op dit bedrijf, waar de lacterende proef- en controledieren samen mee zijn geweid, hebben in 1963 geen aanleiding tot opmerkingen gegeven. Verkregen inlichtingen wijzen echter in de richting dat de produktiviteit van eeneïge tweelingen, met name als vaars, nog wel eens achter blijft vergeleken met niet-tweelingen.

4.4 Chemische analyse van dierlijk materiaal

Bloedplasma. Gedurende de proef zijn viermaal bloedmonsters genomen voor onderzoek op Ca, anorganisch P, Mg en Cu in het bloedplasma, dat verkregen werd door schudden van het bloed met glaskralen. Onderzoek op Mn kon helaas niet plaatsvinden, omdat wij niet beschikten over een betrouwbare analysemethode voor dit doel. De analyse-uitkomsten zijn vermeld in bijlage 7; de anorganisch P-gehalten werden steeds bepaald in snel gewonnen plasma.

Opmerkelijk is dat ten aanzien van het Ca-gehalte van het bloedplasma enige malen significante verschillen tussen de groepen gevonden werden ($P < 0,05$): op 4 oktober 1961 (einde weideperiode 1e jaar) is het Ca-gehalte het hoogst bij de controlegroep, terwijl zulks op 17 januari en 11 april 1962 (stalperiode 1e jaar) het geval is bij de proefgroep. Het is niet mogelijk factoren aan te wijzen die deze verschillen kunnen verklaren. Wanneer overigens de gegevens van alle bemonsteringsdata te zamen worden beschouwd, dan waren geen verschillen tussen de groepen aanwezig.

De anorganisch P-gehalten vertoonden verschillende malen een iets hogere waarde bij de proefgroep. Dit resulteerde op 11 april 1962 in een bijna significant verschil ($P < 0,10$), doch alle waarnemingen tezamen genomen is dit verschil verre van betrouwbaar. Mede omdat de P-gehalten in de controlegroep steeds ruim voldoende hoog zijn, is het niet duidelijk of de iets hogere gehalten bij de proefgroep als gunstig dan wel als ongunstig moeten worden beschouwd. In dit verband wordt er aan herinnerd dat verhoogde anorganisch P-gehalten in het bloedplasma optreden in verschillende gevallen van infectie, intoxicatie of stress.

De Mg-gehalten van het bloedplasma vertonen geen verschillen tussen de groepen, waarbij dient opgemerkt dat de waarden steeds als voldoende hoog kunnen worden aangemerkt. In deze kennelijk voldoende Mg-voorziening van de dieren ligt wellicht de verklaring voor het feit dat wij de door BLAKEMORE e.a. (1937) en HAWKINS e.a.

(1955) beschreven daling van de Mg-spiegel in het bloed onder invloed van Mn-toedieningen niet hebben kunnen bevestigen.

Bij de Cu-gehalten was vrijwel steeds een tendens aanwezig dat deze waarden bij de proefgroep iets hoger lagen. Per bemonsteringsdatum zijn deze verschillen echter niet significant; wel is dit bijna het geval ($P < 0,10$) wanneer alle waarnemingen tezamen worden beschouwd. Aangezien de gehalten bij de controledieren steeds op een voldoende hoog peil liggen, is van een tekort bij deze groep geen sprake geweest. Omrent de betekenis van de verhoogde waarden kan ongeveer hetzelfde worden gezegd als bij het anorganisch P-gehalte.

Haar. De haarmonsters werden genomen van de flank en de ribben, de eerste monsters in augustus 1961, de volgende aan het einde van weide- en stalperioden. Op deze wijze kon een indruk worden verkregen van de situatie in het voorafgaande seizoen, waarin namelijk het haar is gegroeid. Omdat uit de literatuur bleek dat de gehalten aan mineralen in wit en in gekleurd haar verschillend kunnen zijn, werden in december 1962 aparte monsters van wit en van zwart haar genomen. De monsters werden geanalyseerd op Mn en Cu; de uitkomsten zijn vermeld in bijlage 8¹.

In augustus 1961 waren geen duidelijke verschillen in Mn-gehalte tussen de groepen aanwezig. Dit is niet erg verwonderlijk, aangezien een deel van het bemonsterde haar reeds voor het begin van de proef aanwezig geweest was.

In december 1961 was het Mn-gehalte van het haar in de proefgroep significant hoger dan in de controlegroep ($P < 0,05$). Hieruit mag worden geconcludeerd dat een deel van het toegevoegde Mn inderdaad door het dier is geresorbeerd.

Bij navolgende bemonsteringen bleken de gehalten bij de proefgroep gemiddeld wel iets hoger te zijn dan bij de controlegroep, maar deze verschillen zijn niet significant. Alle bemonsteringen tezamen genomen is het verschil in Mn-gehalte van het haar tussen de groepen statistisch niet betrouwbaar. Wordt de bemonstering van 18 augustus 1961, die min of meer als een begintoestand is te beschouwen, niet meegerekend, dan waren de totaal-gemiddelden voor proef- en controlegroep resp. 3,3 en 2,4 mg per kg en is het verschil significant ($P < 0,05$).

In overeenstemming met de vermelding van VAN KOETSVELD dat pasgeboren kalveren lagere Mn-gehalten in het haar vertonen dan hun moeders, is dat de Mn-gehalten van het haar gedurende het eerste levensjaar lager waren dan daarna. In het tweede jaar liggen de gehalten op één uitzondering in de '+ Mn-groep' na, hoger dan de waarde van 1,7 dpm, die uit de publikatie van RYŚ (1961) naar voren komt en waar beneden wellicht een invloed op de vruchtbaarheid van de dieren aanwezig is.

De Cu-gehalten van het haar vertonen geringe variaties, doch deze zijn niet systematisch: nu eens ligt de proefgroep gemiddeld iets hoger, dan weer de controlegroep. Statistisch betrouwbare verschillen tussen de groepen komen niet voor.

¹ De analyses werden uitgevoerd op het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen door de welwillende medewerking van Ir. CH. H. HENKENS. Deze mogelijkheid tot onderzoek wordt op deze plaats met dankbaarheid gememoreerd.

Vergelijking van de Mn- en Cu-gehalten in wit en in zwart haar van de bemesting op 4 december 1962 levert zeer significante verschillen tussen de haarkleuren ($P < 0,01$). In de literatuur wordt opgegeven dat sporenelementen in gekleurd haar veelal in grotere hoeveelheden optreden dan in wit haar; dit blijkt hier inderdaad op te gaan voor Mn (gem. gehalten in wit en zwart haar resp. 3,0 en 5,1 mg/kg), doch niet voor Cu (gem. gehalten voor wit en zwart haar resp. 11,3 en 8,9 mg/kg).

Het laatste wordt bevestigd door VAN DER GRIFF (1965): hij vond bij 14 koeien met een normale koperstatus in het witte haar $7,45 \pm 1,90$ mg Cu per kg en in het zwarte haar $5,99 \pm 1,18$ mg Cu per kg. Het verschil was significant ($P < 0,05$).

4.5 Klinische inspectie

Vanaf het begin van de proef zijn de dieren ongeveer eens per drie maanden beoordeeld. Daarbij is gelet op ontwikkeling, conditie, haarkleed (kleur, glans, gladheid), beenwerk (incl. beenstanden) e.d. Bij deze inspecties zijn nooit verschillen van enige betekenis naar voren gekomen. Evenmin werden bij de dieren duidelijke klinische verschijnselen (steile stand, reebenen, ondiepe dieren) waargenomen die volgens GRASHUIS e.a. (1953) in verband staan met mangaangebrek.

De in voorjaar 1963 geboren kalveren vertoonden in geen enkel opzicht afwijkingen. Deze dieren zijn eveneens in de beoordeling opgenomen aangezien BENTLEY en PHILLIPS (1951) vermeldden dat de kalveren, geboren van vaarzen die lange tijd op een rantsoen met 7-10 dpm Mn werden gehouden, een duidelijk groter percentage zwakke beenstanden en weke koten vertoonden dan kalveren van vaarzen die 30 dpm Mn hadden ontvangen. In een tweede proef konden zij dit evenwel niet bevestigen. De genoemde afwijkingen bij de kalveren werden in deze Mn-verstrekking-proef in het geheel niet waargenomen.

Gedurende de weideperiode 1963 zijn alle dieren tweemaal geïnspecteerd door Dr. J. GRASHUIS, die daarbij de beoordelingen gaf als vermeld in bijlage 9. Verschillen tussen de groepen zijn hierbij nauwelijks aanwezig, hoewel op 15 augustus de mate van optreden van reebenen bij de proefgroep bijna significant sterker was dan bij de controlegroep ($P < 0,10$). Niet blijkt dat bepaalde verschijnselen in meerdere mate zijn opgetreden bij de groep dieren op het Mn-arme rantsoen.

5 Bespreking en conclusie

Gedurende de 2 $\frac{1}{2}$ jaar dat de proef heeft geduurd zijn de Mn-gehalten in de rantsoenen van de controlegroep nauwelijks boven de 50 dpm Mn in de ds uitgekomen. De rantsoenen van de proefdieren bevatten permanent 100 à 150 dpm Mn *extra* in de vorm van technisch mangaansulfaat. Uit de uitkomsten van het haaronderzoek mag worden afgeleid dat van dit extra verstrekte Mn inderdaad een gedeelte door het dier werd benut. Uiteraard kon in een proef van de onderhavige opzet niet worden nagegaan hoe de beschikbaarheid voor het rund van het toegevoegde MnSO₄ zich verhoudt tot die van het in het ruwvoer aanwezige Mn.

Op grond van de normaliter gevonden gehalten aan Mn in urine en melk bij volwassen runderen (resp. 0,1 en 0,04 mg/l) kan worden geschat dat de lacterende controledieren slechts 0,5 % van het Mn uit het rantsoen (met 50 dpm Mn) behoeven te benutten om deze verliezen aan te vullen. Op jongere leeftijd, vooral bij sterk groeiende kalveren, zal dit benuttingspercentage op een dergelijk rantsoen hoger moeten zijn, wellicht tot 3 %. BRÜGGEMANN e.a. (1954) vonden in balansproeven met jonge runderen, zowel op stalrantsoenen als op vers gras, benuttingspercentages voor Mn tot 50 %. Op grond van deze uitkomsten is men geneigd te veronderstellen dat runderen ook op rantsoenen met belangrijk lagere Mn-gehalten nog prima in hun Mn-behoefte kunnen voorzien.

In dit verband wordt gewezen op proeven te Purdue, waar bij vaarskalveren en bij meststiertjes geen duidelijke klinische verschijnselen werden verkregen op rantsoenen met minder dan 10 dpm Mn in de ds (HARTMANS, 1964). HAWKINS e.a. (1955), eveneens in Amerika, vonden als klinische verschijnselen op kunstmatige rantsoenen met minder dan 1 dpm Mn bij kalveren geen steile stand of beenafwijkingen (de vruchtbaarheid kon bij dieren op deze leeftijd uiteraard niet worden nagegaan), doch wel zenuwaandoeningen (nervositeit) zoals deze ook bij kleine proefdieren met Mn-gebrek zijn vastgesteld.

In de in dit verslag beschreven proef werden bij geen der groepen verschijnselen waargenomen, die in de literatuur (GRASHUIS e.a., 1953, HAWKINS e.a., 1955) als symptomen van Mn-gebrek zijn beschreven. Daar de controledieren bovendien noch klinisch, noch qua produktiviteit afwijkingen vertoonden, vergeleken met onder dezelfde uitwendige omstandigheden gehouden eenënjige tweelingpartners met een ruime Mn-voorziening, mag worden geconcludeerd dat bij een gehalte van 50 mg Mn per kg ds in het rantsoen van jonge opgroeiende of van producerende runderen niet voor mangaangebrek hoeft te worden gevreesd. Dit werd geconstateerd bij Ca-gehalten en Ca/P-verhoudingen in het voer, die minstens zo hoog waren als in de

door GRASHUIS e.a. (1953) beschreven gevallen; Fe-bepalingen werden in onze proef niet uitgevoerd, omdat hieraan betrekkelijk geringe waarde moet worden toegekend wegens de sterke verhoging van dit gehalte door slechts geringe verontreinigingen met grond.

Met het bovenstaande is nog geen uitspraak gedaan voor omstandigheden waaronder het Mn-gehalte van het voer lager ligt dan 50 mg per kg ds. Hierover kan het volgende opgemerkt worden. Tekorten aan sporenelementen treden vrijwel steeds pas op nadat het dier gedurende langere tijd (minstens enige maanden) een te geringe voorziening met dat element krijgt. Aangezien de hoeveelheid voor de plant opneembaar Mn – en daarmee het gehalte in de plant – op een bepaalde standplaats voornamelijk beïnvloed wordt door de waterverzadiging van de bovengrond (beïnvloeding van de redox-toestand), is het duidelijk dat men moeilijk omstandigheden kan vinden waaronder het Mn-gehalte van het gras permanent laag is. Vrijwel overal ziet men in natte perioden (vooral in de herfst) duidelijk hogere Mn-gehalten in het weidegras optreden. Dit is ook het geval op gronden met hoge pH, waarop onder droge omstandigheden Mn-gebrek b.v. in akkerbouwgewassen optreedt. Bezien in het licht van het bovenstaande kan gesteld worden dat onder Nederlandse omstandigheden mangaangebrek bij rundvee tot de uitzonderingen behoort, zo niet geheel afwezig is.

Alleen op zeer goed doorlatende gronden zonder structuurverdichting kan men ook in de herfst Mn-gehalten in het weidegras beneden 50 dpm verwachten. Het zou wellicht gewenst zijn na te gaan of onder dergelijke omstandigheden bij rundvee verschijnselen voorkomen die op Mn-gebrek kunnen wijzen.

Samenvatting

Er bestaat ernstige twijfel of onder Nederlandse omstandigheden een onvoldoende mangaanvoorziening bij het rund wel voorkomt. Aangezien bij de voorlichting en de bedrijfsvoering in vrij sterke mate rekening wordt gehouden met de mogelijkheid van mangaantekorten bij het rund, waardoor in andere opzichten soms ongewenste omstandigheden kunnen ontstaan, was een nader onderzoek naar de noodzaak van extra toevoegingen gewenst. Hiertoe was temeer aanleiding omdat tot nu toe een betrouwbaar criterium voor de beoordeling van de mangaantoestand bij het levende rund niet bestaat, ondanks gegevens verkregen uit de analyses van haar.

De literatuur vermeldt omtrent de verschijnselen van mangaangebrek bij het rund onder gecontroleerde omstandigheden beenafwijkingen en nerveuze aandoeningen. Deze verschijnselen zouden het ernstigst zijn indien aan een rantsoen dat laag is aan Mn, extra Ca en P worden toegevoegd (HAWKINS e.a., 1955). Bij kleine proefdieren is bekend dat deze stofwisselingsprocessen, alsmede de voortplanting, onder invloed staan van mangaan.

Gegevens over mangaangebrek bij rundvee onder praktijkomstandigheden ontbreken vrijwel. Een belangrijke uitzondering vormen de vermeldingen van GRASHUIS e.a. (1953; 1957). Zij beschrijven als verschijnselen o.a.: vertraging in het optreden van de oestrus, lager bevruchtingspercentage, steile stand van de achterbenen met iets overkoten (vooral bij pinken), zwakke beenstand en doorzakken in de voorkoten (kalveren), weinig rompontwikkeling (pinken) en haarafwijkingen. Mangaangebrek bij het rund zou vooral te duchten zijn op gronden met een hoge pH, vooral bij hoge gehalten in het gras aan Ca, P, N, K en Fe. Onder dergelijke omstandigheden achten GRASHUIS e.a. een Mn-gehalte in het rantsoen van 100 dpm in de ds onvoldoende en 150 à 250 dpm gewenst.

Bij het in deze publikatie beschreven onderzoek is het effect van extra Mn-toediening aan het rund bestudeerd onder voor het optreden van een gebrekssituatie meest gunstige omstandigheden. De proef werd uitgevoerd op een zeekeigrond met hoge pH (pH-KCl 6,8-7,1), waar in het gras voor Nederlandse omstandigheden lage Mn-gehalten voorkomen, alsmede hoge Ca-gehalten en een ruime Ca/P-verhouding (zie bijlage 1).

Twee groepen van ieder zes kalveren (eeneïge tweelingen) van het Fries-Hollandse veeslag werden gedurende 2¹/₂ jaar onder de omstandigheden van dit bedrijf gehouden. Daarbij kreeg de helft van de tweelingen technisch mangaansulfaat met het krachtvoer toegediend in een dosering van 100 à 150 mg Mn per kg opgenomen droge stof (proefgroep), terwijl hun zusters geen extra mangaan ontvingen (controlegroep). Uit

de aard der zaak is de droge-stofopname tijdens de weideperioden geschat. De Mn-gehalten in het rantsoen van de controlegroep zijn praktisch steeds 50 dpm in de ds of lager geweest. Het rantsoen van de hoog Mn-groep bevatte, behalve gedurende de eerste maanden, steeds meer dan 150 dpm Mn in de ds (zie fig. 1). De proefverstrekingen werden vrijwel steeds volgens plan uitgevoerd; enkele onregelmatigheden werden snel opgespoord door onderzoek van krachtvoer- en van mestmonsters.

De uitkomsten van het onderzoek kunnen als volgt worden samengevat.

Uit de hogere Mn-gehalten in het haar van de proefgroep valt af te leiden dat van het extra verstrekte Mn inderdaad een gedeelte door het dier werd benut.

Significante verschillen in ontwikkeling tussen de groepen, gemeten aan gewicht en borstomvang, waren niet aanwezig (zie bijlagen 5 en 4 en fig. 2). De veelal geringe gewichtsverschillen ten gunste van de controlegroep kunnen worden verklaard uit een der tweelingen (Blanca's).

Gedurende de 38 dagen dat een stier bij de pinken heeft gelopen, werden alle dieren van de laag Mn-groep drachtig en 5 van de 6 van de hoog Mn-groep. De dieren van de hoog Mn-groep kalfden gemiddeld 5 dagen vroeger af, terwijl de kalveren een gemiddeld lager geboortegewicht hadden. Deze waarnemingen wijzen op een kortere draagtijd bij de hoog Mn-groep; de verschillen waren evenwel niet significant. Aan geen van de kalveren van de twee groepen werden klinische verschijnselen waargenomen welke op een onvoldoende mangaanvoorziening wijzen.

Als eerste-kalfskoe werden de proefdieren kunstmatig geïnsemineerd met sperma van eenzelfde stier; het aantal inseminaties was bij de controlegroep duidelijk lager. Uit al deze waarnemingen blijkt dat de vruchtbaarheid van de dieren met de lage Mn-voorziening zeker niet slechter was dan die van de proefgroep (zie tabel 2).

De melkopbrengst was bij beide groepen matig tot laag en het vetgehalte was laag. Significante verschillen tussen de groepen wat betreft de produktie aan melk, melkvet en melkeiwit traden niet op (zie bijlage 6 en fig. 3).

In de samenstelling van het bloedplasma zijn geen wezenlijke verschillen tussen de groepen aangetroffen. Bij de anorganisch P- en de Cu-gehalten is steeds de tendens tot een iets hogere waarde aanwezig bij de hoog Mn-groep, zonder dat de waarden bij de controlegroep als afwijkend moeten worden aangemerkt (zie bijlage 7).

De beginbemonstering uitgezonderd, zijn de Mn-gehalten van het haar steeds hoger geweest bij de proefgroep: de verschillen zijn echter niet in alle gevallen significant. De Mn-gehalten in het zwarte haar zijn zeer significant hoger dan die in het witte; voor de Cu-gehalten geldt het omgekeerde. Er bestaan geen verschillen tussen de groepen in de Cu-gehalten van het haar (zie bijlage 8).

De klinische inspecties hadden betrekking op ontwikkeling, conditie, haarkleed (kleur, glans, gladheid), beenwerk (inclusief beenstanden), e.d.; verschillen tussen de groepen zijn daarbij nooit waargenomen. Ook een aantal beoordelingen door Dr. J. GRASHUIS wijst niet op verschillen tussen de groepen (zie bijlage 9).

Geconcludeerd wordt dat runderen op een rantsoen met 50 dpm Mn in de ds, ook bij een ruime Ca/P-verhouding (2-3 : 1), zowel klinisch als qua produktiviteit geen afwijkingen vertonen vergeleken met dieren die een ruimere mangaanvoorziening

hebben. De noodzaak tot verhoging van de Mn-gehalten van het weidegras is onder deze omstandigheden niet aanwezig. Situaties waarbij de Mn-gehalten van de ruwvoeders (voornamelijk weidegras) gedurende langere tijd beneden 50 dpm in de ds liggen, kunnen onder Nederlandse omstandigheden tot de uitzonderingen worden gerekend.

Bovendien kan door theoretische beschouwingen, gebaseerd op proefuitkomsten van anderen, aannemelijk worden gemaakt dat ook bij belangrijk lagere Mn-gehalten in de rantsoenen zowel het opgroeiende als het lacterende rund nog voldoende in hun mangaanbehoefte kunnen voorzien.

Summary

It is doubtful if cattle suffers Mn-deficiency under conditions prevailing in the Netherlands. Advising Officers as well as practical farming do take into account the possibility of manganese deficiency, and as its removal may bring about undesirable conditions in other respects, the necessity of artificial addition needs closer investigation. Another motive was the lack of a reliable criterion to estimate the manganese status of living cattle, despite the data obtained by hair analysis.

In literature bone abnormalities and affection of the nervous system are mentioned as manganese-deficiency symptoms under controlled conditions. These symptoms are said to be most severe if supplementary Ca and P are added to rations low in Mn (HAWKINS *et al.*, 1955). It is known that in small animals these physiological processes and also reproduction are affected by manganese.

Hardly any data are known on manganese deficiency in cattle under practical farming conditions, except for the data of GRASHUIS *et al.* (1953, 1957). They described the following symptoms: retarded exhibition of oestrus, decreased conception rate, straight legs with some overknuckling (especially in yearlings), weak legs and pasterns (calves), poor development of the body (yearlings), and hair discolouration. A deficiency is supposed to occur especially on soils with a high pH and with high Ca-, P-, N-, K-, and Fe-contents in the herbage; under these conditions GRASHUIS *et al.* consider a Mn-content in the rations of 100 ppm in the dm too low and they suggest for prevention 150 to 250 ppm.

The effect of additional Mn-supply was studied under conditions most favourable to the occurrence of a deficiency. The experiment was carried out on a sea-silt soil with high pH (pH-H₂O: 7.5-7.7) on which herbage shows low Mn-contents under Dutch conditions as well as high Ca-contents and a high Ca/P-ratio (see appendix 1). Two groups of six Frisian calves each (identical twins) were reared under equal conditions for 2½ years. Six animals received technically pure manganese sulphate in doses of 100 to 150 mg of Mn per kg of dry-matter intake (experimental group), while the others did not receive additional Mn (control group). An estimate was made of the dry-matter intake during the grazing periods. The Mn-content in the rations of the control group was almost always 50 ppm in the dm or lower. Except for the first few months, the rations of the experimental group contained always 150 ppm in the dm or more (see fig. 1). Supplementation was carried out as planned; the few irregularities were soon found by analysing the concentrates and faeces.

The results of the experiments may be summarized as follows.

The high Mn-contents in the hair of the experimental group shows that the animals utilized indeed some of the additional Mn.

Measurements of body weight and girth did not show any significant differences in performance between the groups (see appendices 5 and 4, and fig. 2). The slight weight differences in favour of the control group are explained by one of the twins (Blanca's).

In the 38 days a bull was pastured with the yearlings all animals of the control group conceived as well as 5 out of the 6 animals in the experimental group. On the average the animals of the experimental group calved 5 days earlier, while the average birth weight was lower; these observations indicate a shorter pregnancy in the experimental group. The differences were not significant, however. Clinical symptoms indicating manganese deficiency were not observed in the calves of either group.

The second time the cows were artificially inseminated with sperm of one bull; the number of inseminations required for pregnancy was lower for the control group. These observations show that the fertility of the animals in the control group was in no way inferior to that in the experimental group (see table 2).

The milk yield was moderate to low in both groups and the fat content was low. There were no significant differences in milk yield, fat and protein content in the milk between the groups (see appendix 6 and fig. 3).

No striking differences were found in the composition of the blood plasma between the groups. Inorganic P- and Cu-contents showed a tendency to be somewhat higher in the experimental group, without considering the values of the control group to be deviating (see appendix 7).

The average Mn-content in the hair samples (the first sampling date excluded) showed a significantly higher value in the experimental group, though the difference between groups is not statistically significant at each sampling date. The Mn-content in the black hair was significantly higher than in the white hair; the reverse holds for the Cu-content. Between the groups no differences were found in the Cu-contents of the hair (see appendix 8).

Clinical inspections concerned development, condition, coat (colour, gloss, sleekness), bones (including postures), etc.; there were no differences between the groups. A number of observations by Dr. J. GRASHUIS led to the same results (see appendix 9).

Cattle on rations with 50 ppm of Mn in the dm, and with a high Ca/P-ratio (2-3 : 1) as well, neither showed clinical symptoms nor deviations in productivity compared to animals with a liberal Mn-supply. Increasing the Mn-content in the pasture grass is not necessary under these conditions. Lasting conditions under which the Mn-contents in roughages (mainly pasture grass) are below 50 ppm in the dm are an exception in the Netherlands.

Theoretical considerations, based on the results of other publications, show that even considerably lower Mn-contents in the rations will adequately meet the Mn-requirement of growing as well as lactating cattle.

Literatuur

- BENTLEY, O.G. and P. H. PHILLIPS 1951 The effect of low manganese rations upon dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 34, 396
- BLAKEMORE, F., J. A. NICHOLSON and J. STEWART 1937 Some effects of high manganese content in the diet of animals, with special reference to lactation tetany. *Vet. Record* 49, 415
- BRÜGGEMANN, J., K. DREPPER und J. TIEWS 1954/1955 Stoffwechseluntersuchungen an jungen Rindern III. *Arch. Tierernährung* 4, 231
- COTZIAS, G. C. 1960 Metabolic relations of manganese to other minerals. *Fed. Proc.* 19, 655
- GRASHUIS, J. 1957 De betekenis van mangaan voor mens en dier. *Landbouwk. Tijdschr.* 69, 642
- GRASHUIS, J. e.a. 1953 Mangaandeficiëntie bij rundvee. Meded. „De Schothorst” Hoogland, S 40
- GRIFF, J. VAN DER 1965 Onderzoek en werkwijze van de veterinaire verkenning. 75 jaar Hoorn, Jubileumuitgave
- HANDLEIDING 1963 Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Commissie onderzoek minerale voeding. Den Haag
- HARTMANS, J. 1964 Verslag van een studiereis naar de Verenigde Staten van Amerika. Verslagen IBS 32, 26
- HAWKINS JR., G. E. *et al.* 1955 Manganese in the nutrition of young dairy cattle fed different levels of calcium and phosphorus. *J. Dairy Sci.* 38, 536
- KOETVELD, E. E. VAN 1958 The manganese and copper contents of hair as an indicator of the feeding condition of cattle regarding manganese and copper. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 83, 229
- RYŚ R. 1961 Investigations on the manganese as a factor of low fertility in cattle in Pomerania. (Pools met Eng. summary). *Rocz. nauk rol. (B)* 77, 949
- TESINK, J. 1960 Onderzoek naar de relatie Bodem-Plant-Dier in Zeeland. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 85, 1131
- TESINK, J. 1963 Onderzoek Bodem-Plant-Dier. 15e Jaarverslag Stichting „Gezondheidsdienst voor Dieren in Zeeland” 1960-1961, 32. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 88, 47

Bijlage 1. Chemische analyse van het basisrantsoen

Bestand- deel/com- ponent	Eenheid / unit	Weidegras van perceel / pasture grass of field								
		2 16/8/61	2 12/9/61	16 5/10/61	15-1 12/6/62	15-2 14/8/62	15-3 14/8/62	15-4 14/8/62	12 14/8/62	12 1/10/62
ds / dm	%	15,4	12,9	10,9	23,2	12,2	12,2	12,7	14,2	16,5
zand / sand	%									0,9
as / ash	% in de ds / % in dm									12,3
rc / cf	% in de ds / % in dm									22,3
re / cp	% in de ds / % in dm	22,2	25,6	23,0	16,2	27,0	26,5	28,4	24,4	29,4
ZW / SE										60
vrc / dcp	% in de ds / % in dm									24,0
K	% in de ds / % in dm	3,57	3,30	3,48	2,62	3,08	3,10	3,19	3,07	3,24
Na	% in de ds / % in dm	0,19	0,53	0,16	0,27	0,42	0,38	0,33	0,26	0,12
Mg	% in de ds / % in dm	0,16	0,16	0,16	0,13	0,22	0,22	0,22	0,22	0,25
Ca	% in de ds / % in dm	0,78	0,71	0,78	0,33	0,89	0,84	0,87	0,84	1,07
P	% in de ds / % in dm	0,43	0,49	0,50	0,34	0,44	0,42	0,44	0,46	0,49
Ca/P		1,81	1,47	1,56	0,97	2,02	2,00	1,98	1,83	2,18
Cl	% in de ds / % in dm									
S	% in de ds / % in dm									
Mn	dpm in de ds / ppm in dm	56	32	39	48	25	26	30	43	64
Cu	dpm in de ds / ppm in dm	12,9	10,5	11,2	7,5	11,1	11,6	12,3	12,1	10,9
Zn	dpm in de ds / ppm in dm									
vert. coëff. / %										
dig. coëff.										

¹ Gemiddelde gebaseerd op weinig waarnemingen / average based on few observations

Appendix 1. Chemical analysis of the rations

63	9 7		Hooi /hay							Snij- mais- kuil/corn silage 1/3/62	Kuil- gras/ grass silage 14/3/63	Pulp / sugar-beet pulp				Me- lasse/ molasse 12/9/61
	1/6/63	20/8/ 1963	gem./ av.	13/11/ 1961	11/12/ 1961	6/2/62	1/3/62	14/3/ 1963	gem./ av.			13/11/ 1961	11/12/ 1961	6/2/62	gem./ av.	
	15,8	11,4	14,8	83,3	82,8	82,5	85,8	86,6	84,2	20,4	28,7	90,6	88,2	86,2	88,3	67,4
			(11,5) ¹				9,2			1,5						
			(23,7) ¹				26,1			7,2						
	24,5						26,1			31,1						
	26,4	26,9	25,4	13,4	12,8	14,0	11,3	9,9	12,3	8,6	16,1	8,1	8,7	7,9	8,2	
	60		(60) ¹				48			53						
	21,7		(22,4) ¹				6,0			5,1						
2	2,77		2,98	1,76	2,11	1,69	2,29	2,30	2,03	1,01	2,17	1,17	1,14	0,65	0,99	
8	0,62		0,40	0,39	0,28	0,42	0,27	0,19	0,31	0,09	0,91	0,19	0,19	0,15	0,18	
9	0,17		0,19	0,13	0,13	0,15	0,12	0,10	0,13	0,16	0,13	0,20	0,19	0,21	0,20	
9	0,99	0,99	0,86	0,70	0,66	0,78	0,56	0,46	0,63	0,71	0,86	0,79	0,79	0,78	0,79	
8	0,42	0,36	0,43	0,24	0,24	0,30	0,28	0,29	0,27	0,23	0,34	0,07	0,07	0,08	0,07	
1	2,36	2,75	2,01	2,92	2,75	2,60	2,00	1,59	2,34	3,09	2,53	11,3	11,3	9,8	10,7	
8	1,40		(1,16) ¹				0,83	0,74	(0,78) ¹	0,44	2,14					
1	0,40		(0,41) ¹				0,29	0,19	(0,24) ¹	0,15	0,26					
	65	69	49	50	32	38	40	22	36	75	81	73	65	71	70	47
	10,4	11,7	10,9	6,4	5,8	7,9	5,4	5,6	6,2	5,1	7,2	7,0	5,9	11,5	8,1	
		66														

Bijlage 2. Chemische analyse van het verstrekte krachtvoer

Bestanddeel/ <i>component</i>	Eenheid / <i>unit</i>	Chemische ana					
		2/7/61	4/8/61	21/8/61	3/10/61	5/10/61	13/11/
PROEFGROEP / <i>experimental group</i>							
ds / <i>dm</i>	%	90,6	89,6	88,3	87,0	88,3	89,9
re / <i>cp</i>	% in de ds / % in <i>dm</i>	22,5	22,9	16,4		14,4 ± 0,0	22,6
K	% in de ds / % in <i>dm</i>	1,06	1,17	0,99	1,00	0,95	1,23
Na	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,13	0,13	0,27	0,17	0,14	0,19
Mg	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,28	0,31	0,26	0,27	0,21	0,32
Ca	% in de ds / % in <i>dm</i>	1,04	1,02	1,12	0,51	0,45	0,54
P	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,76	0,77	0,66	0,63	0,64	0,83
Cl	% in de ds / % in <i>dm</i>						
S	% in de ds / % in <i>dm</i>						
Mn	dpm in de ds / <i>ppm in dm</i>	299	324	537	63	694 ± 5	642
Cu	dpm in de ds / <i>ppm in dm</i>	31,8	37,0	55,8	58	63,9 ± 1,1	68,1
CONTROLEGROEP / <i>control group</i>							
ds / <i>dm</i>	%	90,2	89,3	88,1	87,5	88,7	89,1
re / <i>cp</i>	% in de ds / % in <i>dm</i>	22,0	22,0	15,9		14,8 ± 0,1	23,9
K	% in de ds / % in <i>dm</i>	1,12	1,21	0,99	1,00	0,96	1,28
Na	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,13	0,13	0,25	0,18	0,17	0,10
Mg	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,28	0,31	0,29	0,25	0,26	0,40
Ca	% in de ds / % in <i>dm</i>	1,00	1,02	0,92	0,49	0,51	0,58
P	% in de ds / % in <i>dm</i>	0,75	0,76	0,66	0,63	0,66	0,84
Cl	% in de ds / % in <i>dm</i>						
S	% in de ds / % in <i>dm</i>						
Mn	dpm in de ds / <i>ppm in dm</i>	96	102	100	62	67 ± 5	108
Cu	dpm in de ds / <i>ppm in dm</i>	39,1	39,4	60,5	55	54,8 ± 1,7	66,7

Appendix 2. Chemical analysis of concentrates

het verstrekte krachtvoer / *chemical analysis of concentrates*

11/61	11/1/62	29/1/62	6/2/62	5/4/62	12/6/62	1/10/62	5/12/62	14/3/63	2/4/63
6 ± 0,2		89,4 ± 0,1			88,0	86,2	87,7	87,2	87,9
9 ± 0,1		26,5 ± 0,0		23,2	26,0	24,7	21,4	22,6	22,8
18		1,11		1,26	1,25	1,12	1,14	0,97	0,96
19		0,10		0,36	0,45	0,36	0,12	0,16	0,16
34		0,37		0,27	0,39	0,23	0,16	0,14	0,19
56		0,40		0,99	0,37	0,91	0,99	1,56	1,58
80		0,63		0,75	0,76	0,85	0,72	0,75	0,73
						0,52	0,24	0,28	0,28
							0,88	0,79	0,88
3 ± 9		763 ± 18	823	5015	83	6090	7315	7030	7639
1 ± 3,1		75,6 ± 4,3		338	680	500	746	688	695
6 ± 0,1	88,2	89,8 ± 0,1			87,9	85,8	88,3	87,1	87,9
8 ± 0,1	20,3	26,5 ± 0,0		22,9	25,9	29,8	22,3	21,1	21,1
24	1,04	1,15		1,20	1,15	1,21	1,12	0,98	0,93
11	0,40	0,16		0,36	0,44	0,14	0,32	0,34	0,33
40	0,34	0,41		0,37	0,38	0,38	0,38	0,34	0,36
51	1,08	0,53		0,99	0,41	0,71	0,97	2,77	2,70
83	0,86	0,69		0,45	0,76	0,77	0,76	1,11	0,93
						0,20	0,54	0,52	0,52
							0,38	0,38	0,37
± 7	78	51 ± 0	57	99	80	464	104	109	102
7 ± 1,1	29,3	71,9 ± 2,2		246	734	733	394	553	547

Bijlage 3. Chemische analyse van de mestmonsters

Naam / name	% droge stof / % dry matter					Mn dpm in de ds / ppm in dm						
	17/10/61	11/12/61	1/5/62	21/7/62	5/12/62	gem./av.	17/10/61	11/12/61	1/5/62	21/7/62	5/12/62	Gem./av.
PROEFGROEP / experimental group												
Aleida	9,8	14,5	21,7	10,6	13,4	14,0	590	572	745	247	213	473
Blanca 15	13,4	15,0	15,2	14,2	13,6	14,3	516	542	671	171	199	420
Corina	16,4	15,4	17,2	12,9	21,7	16,7	693	432	563	349	257	459
Dolores	17,1	15,4	17,0	13,5	18,3	16,3	978	429	479	245	263	479
Evita	13,0	16,4	15,8	10,5	16,4	14,4	665	502	658	763	342	586
Frieda 2	13,7	13,5	15,7	11,7	12,6	13,4	494	491	622	257	515	476
Gem./average	13,9	15,0	17,1	12,2	16,0	14,9	656	495**	623**	339	298	482**
CONTROLEGROEP / control group												
Amalia	12,6	14,2	16,4	10,6	13,8	13,5	683	196	214	256	154	301
Blanca 16	12,9	13,9	15,7	13,3	13,8	13,9	578	205	248	182	404	323
Corina	14,3	15,2	17,2	13,2	19,8	15,9	787	161	283	410	398	408
Dolores	14,3	15,7	15,9	14,5	17,8	15,6	409	187	189	134	492	282
Evita	13,6	14,7	16,3	10,8	17,3	14,5	705	165	221	445	603	428
Frieda 1	10,0	15,6	16,2	10,4	14,3	13,3	593	191	270	209	310	315
Gem./average	13,0	14,9	16,3	12,1	16,1	14,5	626	184	238	273	394	343

De mestmonsters zijn genomen op tijdstippen dat twijfel bestond omtrent de juiste toediening van het Mn / Faeces samples were collected when the correct Mn-supply was doubted

** Verschil met controlegroep zeer significant ($P \leq 0,01$) / difference with control group highly significant ($P \leq 0,01$)

Appendix 3. Chemical analysis of faeces samples

Bijlage 4. Borstomvang van de dieren en groepen

Naam / name	Borstomvang van de dieren / Girth of the animals (in cm)					
	16/5/61	4/8/61	27/10/61	2/3/62	22/5/63	gem./average
PROEFGROEP / experimental group						
Aleida	87	113	128	142	178	130
Blanca 15	103	128	137	151	179	140
Corina	90	112	125	142	169	128
Dolores	96	117	130	147	—	122
Evita	75	100	116	135	163	118
Frieda 2	102	125	135	150	175	137
Gem. / average	92	116	128	144	173	129
CONTROLEGROEP / control group						
Amalia	89	112	129	141	173	129
Blanca 16	104	127	134	152	182	140
Corina	91	114	125	140	169	128
Dolores	97	121	129	151	(171) ¹	124
Evita	77	101	117	135	164	119
Frieda 1	103	126	136	147	177	138
Gem. / average	93	117	128	144	173	130

¹ Niet in gemiddelde opgenomen wegens afvoer tweelingzuster / not included in the average because the twin was removed

Appendix 4. Girth of the animals and groups

Bijlage 5. Gewicht van de dieren en groepen gedurende de proef (in kg)

Naam / name Gewichten tijdens weideperiode 1961 / Weight during grazing period in 1961

	16/5	4/8	18/8	1/9	15/9	29/9	13/10	27/10	10/11
PROEFGROEP / experimental group									
Aleida	70	144	161	175	186	202	213	209	221
Blanca 15	107	188	210	220	219	233	244	242	250
Corina	71	137	158	168	172	190	197	196	212
Dolores	86	149	169	176	186	180	188	198	209
Evita	43	98	107	127	127	147	145	150	161
Frieda 2	108	181	201	213	212	226	234	237	248
Gem./average	81	150	168	180	184	196	203	205	217
CONTOLEGROEP / control group									
Amalia	71	141	159	172	179	194	206	205	215
Blanca 16	107	193	204	217	219	239	240	225	252
Corina	72	141	154	166	176	189	195	187	210
Dolores	84	149	159	175	176	179	184	190	205
Evita	44	98	113	121	130	145	146	151	163
Frieda 1	107	182	201	216	222	225	237	244	257
Gem./average	81	151	165	178	184	195	201	200	217

Naam / name

Gewicht tijdens weideperiode 1962 / Weight during grazing period in 1962

	27/4	8/6	22/6	6/7	20/7	3/8	17/8	30/8	28/9	12/10	26/10	23/11
PROEFGROEP / experimental group												
Aleida	261	313	349	360	353	358	392	398	415	419	435	451
Blanca 15	300	350	363	378	380	392	415	415	430	441	454	473
Corina	266	320	336	353	365	369	386	383	400	419	427	443
Dolores	271	332	336	350	375	382	370	374	390	398	403	411
Evita	225	270	292	303	311	320	334	339	354	363	375	388
Frieda 2	300	354	374	385	390	399	416	418	435	440	456	463
Gem. / average 270*	323	342	355	362	370	370	385	388	404	413	425	436
CONTOLEGROEP / control group												
Amalia	266	317	340	352	350	356	369	378	395	403	410	434
Blanca 16	308	373	390	408	408	420	439	443	442	464	484	499
Corina	268	317	338	355	367	372	390	390	405	423	429	443
Dolores	273	312	330	347	357	360	366	367	386	393	395	407
Evita	236	280	284	304	315	314	328	342	354	365	375	390
Frieda 1	312	372	383	400	399	406	423	424	436	436	449	460
Gem./average	277	328	344	361	366	371	386	391	403	414	424	439

¹ Niet opgenomen in gemiddelde wegens afvoer van tweelingzuster / not included in the average because the twin was removed

* Verschil significant ($P \leq 0,05$) / difference significant ($P \leq 0,05$)

(*) Verschil bijna significant ($P \leq 0,10$) / difference almost significant ($P \leq 0,10$)

Appendix 5. Weight of animals and groups during the experiment (in kg)

Gewichten tijdens stalperiode 1961-62 / <i>Weight during indoor period 1961-62</i>										
1	8/12	22/12	5/1	19/1	2/2	16/2	2/3	16/3	30/3	13/4
	232	241	244	251	260	270	278	284	290	290
	265	271	276	286	287	301	307	319	322	321
	228	237	242	250	250	261	272	285	292	297
	223	234	241	253	253	262	272	280	290	290
	173	184	193	203	207	220	226	237	248	250
	261	270	274	282	289	296	309	323	332	330
	230	239	245	254(*)	258	268	277	288	296	296
	233	242	242	256	261	267	270	282	286	290
	270	276	285	298	298	305	319	318	331	330
	225	234	242	259	250	263	278	280	292	296
	222	232	241	251	256	262	271	274	278	280
	178	184	193	203	213	214	237	245	252	256
	267	277	286	292	293	305	315	315	335	333
	232	241	248	260	262	269	282	286	296	298

Gewichten tijdens stalperiode 1962-63 / <i>Weight during indoor period 1962-63</i>							Gemiddelden / <i>Averages</i>				
12	18/1	1/2	15/2	1/3	15/3	22/8	weide/ pasture 1961	stal/ house 1961-62	weide/ pasture 1962	stal/ house 1962-63	totaal/ total
	451	460	476	488	500	500	164	253	375	471	310
	478	484	496	508	515	522	203	285	399	493	339
	457	460	474	489	495	484	156	249	372	471	306
	409	414	424	443	446		162	248	366	423	297
	405	412	420	437	440	405	113	201	323	419	258
	468	476	495	511	516	500	196	284	402	488	338
	445	451	464	479	485	482	166	253	373	461	308
	441	451	469	479	487	480	160	252	364	461	303
	506	515	532	538	549	575	203	289	423	524	353
	447	453	468	478	485	489	156	248	375	463	305
	422	426	443	457	462	(440)*	158	244	358	437	295
	406	418	425	437	443	409	114	204	324	422	260
	471	485	497	511	520	499	199	290	408	493	343
	449	458	472	483	491	490	165	255	375	467	310

Bijlage 6. Gegevens over melkproductie, melkvetproductie en melkeiwitproductie per dier en per groep

Naam / name	Melkproductie (kg) / milk production (kg)									
	12/4	20/4	26/4	3/5	10/5	17/5	22/5	13/6	5/7	25/7
PROEFGROEP / experimental group										
Aleida	—	10,8	15,6	15,4	15,6	15,2	16,—	16,4	15,—	13,6
Blanca 15	13,8	14,—	13,2	14,6	13,—	15,—	15,—	13,4	9,8	11,—
Corina	13,—	13,4	13,8	14,—	15,—	14,4	15,8	11,2	13,—	12,2
Evita	13,6	14,6	15,2	16,4	16,—	13,8	15,4	14,—	14,—	13,2
Frieda 2	12,4	12,6	13,—	13,8	13,—	14,—	13,6	13,6	12,8	11,2
Totaal kg / total kg	52,8	65,4	70,8	74,2	72,6	72,4	75,8	68,6	64,6	61,2
Gem. melkproductie per koe / av. milk production per cow	13,2	13,1	14,2	14,8	14,5	14,5	15,2	13,7	12,9	12,2
Gem. vetgehalte/av. fat content										
CONTROLEGROEP / control group										
Amalia	—	14,8	14,2	15,6	15,4	15,2	16,8	8,2	13,4	13,8
Blanca 16	—	12,8	13,2	14,—	13,8	13,2	16,2	11,6	8,—	7,4
Corina	13,6	15,2	15,—	15,6	16,—	15,6	16,—	16,—	13,—	12,6
Evita	14,—	15,8	16,—	17,6	17,—	17,2	16,2	16,—	14,4	14,6
Frieda 1	11,6	11,8	12,6	12,4	10,2	12,2	13,—	11,6	6,6	6,8
Totaal kg / total kg	39,2	70,4	71,0	75,2	72,4	73,4	78,2	63,4	55,4	55,2
Gem. melkproductie per koe / av. milk production per cow	13,1	14,1	14,2	15,0	14,5	14,7	15,6	12,7	11,1	11,0
Gem. vetgehalte/av. fat content										

Naam / name	Eiwitproductie (g) / protein (g)								
	12/4	3/5	22/5	13/6	5/7	25/7	13/8	16/9	Totaal ¹⁾ total
PROEFGROEP / experimental group									
Aleida	—	470	504	517	473	428	416	230	3038
Blanca 15	435	438	510	456	353	396	331	324	2808
Corina	397	399	506	364	416	403	396	263	2747
Evita	401	443	470	420	413	396	216	241	2599
Frieda 2	403	428	449	410	422	375	322	285	3094
Totaal kg/total kg	1,636	2,178	2,439	2,167	2,077	1,998	1,681	1,343	14,286 ²
Gem. eiwitgeh./ av. protein content	3,10	2,94	3,22	3,16	3,22	3,26	3,36	3,67	3,22
CONTROLE GROEP / control group									
Amalia	—	468	554	246	429	449	410	369	2925
Blanca 16	—	420	551	383	296	281	152	178	2261
Corina	—	445	480	464	410	410	403	292	2904
Evita	—	519	494	528	418	453	251	294	2957
Frieda 1	400	397	429	383	221	241	228	89	2388
Totaal kg/total kg	0,400	2,249	2,508	2,004	1,774	1,834	1,444	1,222	13,435 ³
Gem. eiwitgeh./ av. protein content	3,45	2,99	3,21	3,16	3,20	3,32	3,31	3,55	3,22

Appendix 6. Data on the production of milk, fat and protein per animal and per group

Totaal ¹⁾ total	Vetproduktie (g) / fat (g)												Totaal ¹⁾ total
	12/4	20/4	26/4	3/5	10/5	17/5	22/5	13/6	5/7	25/7	13/8	16/9	
153,2	—	340	476	400	499	456	472	500	450	449	488	406	4936
136,4	476	518	442	482	325	510	533	509	343	325	363	381	4731
155,0	423	429	449	420	488	590	506	403	475	415	516	346	5460
159,6	428	482	418	492	512	455	531	(1218)	553	442	354	292	6177
147,0	453	473	436	469	306	546	347	388	474	426	398	366	5082
751,2	1,780	2,242	2,221	2,263	2,130	2,557	2,389	3,018 (1,800) ⁴	2,295	2,057	2,119	1,791	26,386
12,95	3,37	3,43	3,14	3,05	2,93	3,53	3,15	4,40 (3,30) ⁴	3,55	3,36	4,24	4,89	3,51
150,8	—	481	504	445	408	547	487	320	456	435	533	468	5084
118,6	—	474	396	525	593	502	486	516	208	185	160	165	4210
169,0	422	524	413	523	480	491	504	432	481	466	546	352	5634
175,6	273	593	528	554	570	542	405	656	547	606	338	391	6002
117,8	429	413	428	440	347	464	384	452	267	231	264	128	4247
731,8	1,124	2,485	2,269	2,487	2,398	2,546	2,266	2,376 (1,720) ⁴	1,959	1,923	1,841	1,504	25,177
12,62	2,87	3,53	3,20	3,31	3,31	3,47	2,90	3,75 (3,63) ⁴	3,54	3,48	4,22	4,37	3,44

¹ Indien tweelingzauster op 12/4 niet bemonsterd, dan exclusief 12/4 / if the twin was not sampled on 12/4, exclude 12/4

² in 443,4 kg melk / in 443.4 kg of milk

³ in 417,0 kg melk / in 417.0 kg of milk

⁴ exclusief Evita / exclude Evita

Bijlage 7. Chemische samenstelling van bloedplasma per dier en per groep

Naam / name	Ca (mg %)					Anorganisch-P(mg %) / inorganic P				
	4/10/61	17/1/62	11/4/62	7/12/62	gem./av.	4/10/61	17/1/62	11/4/62	7/12/62	gem.
PROEFGROEP / experimental group										
Aleida	11,0	12,0	11,4	11,8	11,6	9,7	8,3	8,4	7,5	8,5
Blanca 15	9,8	11,2	11,8	10,3	10,8	8,5	8,0	7,7	8,5	8,2
Corina	9,1	10,8	11,2	10,5	10,4	9,2	9,1	7,7	7,5	8,4
Dolores	8,2	11,5	11,2	10,8	10,4	10,0	8,7	7,8	7,8	8,6
Evita	10,2	10,5	11,1	10,8	10,6	10,5	8,3	8,4	7,4	8,6
Frieda 2	10,6	11,3	11,7	10,8	11,1	9,1	8,3	7,9	9,8	8,8
Gem./average	9,8*	11,2*	11,4*	10,8	10,8	9,5	8,4	8,0(*)	8,1	8,5
CONTROLEGROEP / control group										
Amalia	10,4	10,4	10,6	10,5	10,5	10,1	8,7	7,3	7,3	8,4
Blanca 16	12,9	10,5	11,2	10,8	11,4	9,4	8,8	7,6	8,3	8,5
Corina	10,6	10,0	10,6	10,7	10,5	9,4	7,8	8,0	7,6	8,2
Dolores	10,8	10,3	10,3	11,2	10,6	10,2	7,3	7,4	7,7	8,2
Evita	10,8	10,6	11,2	11,0	10,9	10,0	9,1	7,8	8,1	8,8
Frieda 1	12,0	10,6	10,4	11,0	11,0	7,8	8,1	7,5	7,1	7,6
Gem./average	11,2	10,4	10,7	10,9	10,8	9,5	8,3	7,6	7,7	8,3

* Verschil significant ($P \leq 0,05$) / difference significant ($P \leq 0.05$)

(*) Verschil bijna significant ($P \leq 0,10$) / difference almost significant ($P \leq 0.10$)

Appendix 7. Chemical composition of blood plasma per animal and per group

51	Mg (mg %)				Cu (mg/l)				
	17/1/62	11/4/62	7/12/62	gem./av.	4/10/61	17/1/62	11/4/62	7/12/62	gem./av.
	2,2	2,4	2,5	2,2	0,71	0,68	0,72	0,71	0,70
	2,0	2,4	2,6	2,2	0,82	0,70	0,87	0,70	0,77
	2,2	2,2	2,6	2,2	0,81	0,64	0,72	0,73	0,72
	2,0	2,0	2,4	2,0	1,03	0,77	1,18	0,99	0,99
	2,2	2,2	2,7	2,2	0,91	0,59	0,84	0,78	0,78
	2,2	2,1	2,9	2,2	0,77	0,72	0,83	0,72	0,76
	2,1	2,2	2,3	2,1	0,84	0,68	0,86	0,77	0,79(*)
	2,2	2,2	2,7	2,2	0,72	0,61	0,71	0,70	0,68
	1,9	2,1	2,7	2,1	0,90	0,53	0,86	0,43	0,68
	2,0	2,2	3,2	2,3	0,86	0,56	0,71	0,82	0,74
	2,0	2,0	2,5	2,0	0,93	0,77	0,98	0,96	0,91
	2,0	2,3	3,2	2,3	0,75	0,77	0,72	0,69	0,73
	2,2	2,0	2,7	2,2	0,90	0,57	0,88	0,73	0,76
	2,0	2,1	2,5	2,1	0,84	0,64	0,81	0,72	0,75

Bijlage 8. Mangan- en kopergehalten van haar, per dier en per groep

Naam / name	Mn mg / kg ds (haar) / Mn in mg/kg of dm (hair)			Cu mg / kg ds (haar) / Cu in mg/kg of dm (hair)			
	18/8/61 gemengd/ mixed	27/4/62 gemengd/ mixed	4/12/62 wit/ white	18/8/61 gemengd/ mixed	27/4/62 gemengd/ mixed	4/12/62 wit/ white	gemiddeld/ average
				Gemiddeld (excl.18/8/61)/ average (18/8/61 excluded)			
PROEFGROEP / experimental group							
Aleida	5,6	3,2	2,9	3,1	11,0	11,3	10,5
Blanca 15	8,5	4,7	3,1	5,1	13,2	12,2	11,6
Corina	3,8	0	1,8	2,0	9,8	13,1	10,2
Dolores	6,9	2,1	3,3	3,8	12,7	13,7	11,1
Evita	5,9	2,5	1,4	2,3	16,8	9,5	12,2
Frieda 2	7,5	0,8	4,7	3,5	13,0	11,9	13,6
Gemiddeld/ average	6,4	2,2	2,9	3,3*	12,7	12,0	11,5
CONTROLEGROEP / control group							
Amalia	8,0	1,3	2,5	2,2	13,0	11,4	11,3
Blanca 16	7,6	3,4	3,8	2,6	10,4	12,4	11,5
Corina	4,5	1,7	2,8	2,1	11,0	9,5	11,4
Dolores	6,7	1,8	3,6	2,9	9,8	8,9	9,8
Evita	3,8	0,1	2,3	1,5	12,4	9,4	10,8
Frieda 1	9,0	1,8	4,1	2,8	12,7	12,6	12,7
Gemiddeld / average	6,6	1,6	3,2	2,4	11,5	10,7	11,2

* Verschil significant ($P \leq 0,05$) / difference significant ($P \leq 0,05$)

Appendix 8. Manganese and copper content in hair, per animal and per group

Bijlage 9. Klinische beoordeling verricht door Dr. J. GRASHUIS¹

Naam / name	Klinische beoordeling op 22/5/63 / clinical inspection on 22/5/63				Klinische beoordeling op 15/8/63/clinical inspection on 15/8/63					
	Mangaan / manganese		Koperspat/ spavin		Fosforgebrek/ P-deficiency		Zinkebrek/ Zn-deficiency		Mangaan / manganese	
	Steilstand/ straight legs	Reebenen/ thickening outside hock	Koperspat/ spavin	Fosforgebrek/ P-deficiency	Zinkebrek/ Zn-deficiency	Steilstand/ straight legs	Reebenen/ thickening outside hock	Bolle kogels/ coarse fetlock	Fosforgebrek/ P-deficiency	
PROEFGROEP										
<i>experimental group</i>										
Aleida	½	½	½-1	0-½		½	½	½	0	
Blanca 15	½	½	1½	1-1½		1	1			
Corina	0	1	1	1		1	1			
Evita	0	0	½	0-½		½-1	½-1		0	
Frieda 2	1	1	½	1		½	1	½	0	
Totaal / total	0	2	4½	3½	0	½	4½*	1	0	
CONTOLEGROEP										
<i>control group</i>										
Amalia	½	1	1½	0-½		½	½	0	0	
Blanca 16	1	1	1	½		½-1	½-1			
Corina	0	1	1	1½	0	½	½			
Dolores	1	1	1½	0		1	1			
Evita	½	½	½	½		½	½			
Frieda 1	0-½	0-½	½	0-½						
Totaal ⁽²⁾ /total ⁽²⁾	0	2½	4½	3	0	0	2½	0	0	

De beoordelingsschaal loopt van 0 (verschijnsel afwezig) tot 3 (verschijnsel zeer ernstig) / The estimation scale runs from 0 (no symptoms) to 3 (very serious symptoms)
¹ Deze tabel is volledigheidshalve opgenomen. De auteurs nemen geen verantwoordelijkheid voor de gebruikte benamingen voor de klinische verschijnselen / This table was included for the sake of completeness. The authors do not accept responsibility for the names of the clinical symptoms used
² Exclusef Dolores C / Dolores C excluded
 (*) Verschil bijna significant (P ≤ 0,10) / difference almost significant (P ≤ 0,10)

Appendix 9. Clinical inspection by Dr. J. GRASHUIS¹