

ONDERZOEKINGEN OVER DE Z.G. DIARRHOE-WEIDEN („SCOURING PASTURES”) IN DEN WIERINGERMEER-POLDER

DOOR

E. BROUWER en A. M. FRENS (Rijkslandbouwproefstation Hoorn, Physiologische afdeling), P. REITSMA (Dierenarts, Slootdorp) en C. KALIS-VAART (Landbouwkundig ambtenaar van de Wieringermeerdirectie)

(Ingezonden 22 Maart 1938)

Inleiding

In de jaren, welke aan de verpachting van de weidebedrijven in den Wieringermeerpolder voorafgingen, werden van 1932 af groote koppels jongvee ingeschaard op de weilanden, die reeds door de Landbouwcultuurmaatschappij „De Wieringermeer” in bruikbaren toestand waren gebracht.

Zooals men vermeld kan vinden in de Januarinummers van de Driemaandelijksche Berichten betreffende de Zuiderzeewerken, kwamen onder dit jongvee verscheidene gevallen van hardnekkige diarrhoe voor. Men maakte zich hierover met het oog op de toekomst aanvankelijk niet ernstig bezorgd, omdat men meende de oorzaak te mogen zoeken in de nog abnormale omstandigheden, zooals het eten van de eerst nog veel voorkomende zoutplanten, het drinken van te zout water en dergelijke. Mettertijd zouden deze oorzaken vanzelf verdwijnen en daarmee ook de diarrhoe-verschijnselen. Men beperkte zich dus aanvankelijk tot het nemen van maatregelen, die een gunstigen invloed bleken te hebben, n. l. het bijvoederen van stroo en het verweiden naar roode klaver en lucerne.

Na enkele jaren, toen de aan den dag tredende abnormale omstandigheden geheel of goeddeels als verdwenen beschouwd konden worden, bleek evenwel, dat de diarrhoe niet tegelijkertijd verdwenen of duidelijk in omvang verminderd was. De eerste zomers, waarin naast het ingeschaarde jongvee ook reeds melkvee van pachters op de Wieringermeergraslanden weidde (n. l. van 1935 af), kwamen er nog geregeld ernstige gevallen van diarrhoe voor, vooral ook onder het melkvee. In 1936 was dit zóó ernstig, dat het bedrijf van verschillende pachters er in meer of mindere mate door werd ontwricht.

Daar direct voor de hand liggende oorzaken niet meer waren aan te wijzen, werd in de allereerste plaats aan de mogelijkheid gedacht, dat een of andere parasitaire of bacterieele ziekte onder de nog niet volkomen geacclimatiseerde dieren een grootere uitbreiding had gekregen, dan elders gewoonlijk het geval is.

Een onzer, die in den polder als practiseerend dierenarts een groot aantal dieren met deze diarrhoe-verschijnselen onder oogen kreeg, heeft dan ook herhaaldelijk klinisch en microscopisch in deze richting gezocht. Bij het microscopisch faecesonderzoek werd o. a. speciaal gelet op coccidiosis en op paratuberculose (Johnes' disease). Inderdaad zijn bij enkele dieren, welke op stal niet beter werden, af en toe oöcysten van coccidiën in den mest gevonden, terwijl later, volgens mededeeling van Prof. Dr. B. SJOLLEMA, aan het Pathologisch Instituut te Utrecht bij sectie op een dier, dat aan diarrhoe geleden had, paratuberculose der mesenteriale lymphklieren werd geconstateerd.

Bij een andere sectie en bij herhaaldelijk mestonderzoek werden hiervoor echter verder geen aanwijzingen gevonden, zoodat moest worden aangenomen, dat de bovenvermelde sporadische gevallen toevallig de meer algemeen voorkomende diarrhoe compliceerden. Ook andere parasitaire of bacterieele ziekten meende men te kunnen uitsluiten.

Meer en meer vatte daardoor bij degenen, die de **weidediarrhoe** geregeld waarnamen, de overtuiging post, dat de oorzaak hiervan waarschijnlijk gezocht moest worden in iets abnormaals in het voedsel of in het drinkwater. Daar echter reeds was gebleken, dat hierin geen opvallende afwijkingen voorkwamen, die algemeen als oorzaken voor diarrhoe bekend staan, scheen het, dat naar minder voor de hand liggende afwijkingen in de voeding of watervoorziening moest worden gezocht.

Inmiddels was door de Directie van den Wieringermeerpolder een „Melkcommissie” ingesteld, die opdracht kreeg te onderzoeken, welke factoren invloed uitoefenen op de kwaliteit van de in den polder geproduceerde melk. Reeds bij haar eerste bijeenkomst werd in deze Commissie de veelvuldig voorkomende diarrhoe als een der oorzaken van kwaliteitsvermindering der melk genoemd. Daar de leden het er over eens waren, dat in dit verband waarschijnlijk voedings-physiologische vraagstukken naar voren zouden komen, gevoelden zij de behoefte aan op dit gebied gespecialiseerde medewerking. Op verzoek van de Directie van den Wieringermeerpolder heeft daarom een onzer als Directeur der Physiologische Afdeling van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn zitting genomen in de „Melkcommissie”. Sindsdien zijn door bovengenoemde Afdeling verschillende onderzoeken uitgevoerd om het vraagstuk der „diarrhoe-weiden” zoo mogelijk tot een

oplossing te brengen. Deze onderzoeken geschieden in voortdurende samenwerking met de „Melkcommissie” en in het bijzonder met de Heeren P. REITSMA en C. KALISVAART, beiden leden dezer Commissie ¹⁾.

De verschijnselen op de diarrhoe-weiden

Alvorens met speciale proefnemingen werd aangevangen, was het allereerst noodig de verschijnselen op de diarrhoe-weiden zoo nauwkeurig mogelijk te vergelijken met overeenkomstige aandoeningen bij weidevee in andere streken. Hiertoe moesten wij ons natuurlijk eerst een beeld vormen van de in den Wieringermeerpolder voorkomende verschijnselen. Dit beeld geven wij hier weer; maar wij willen hierbij niet dieper op de pathologische afwijkingen ingaan dan noodig is om een vergelijking met abnormale verschijnselen elders mogelijk te maken.

Een erge diarrhoe was op bepaalde weiden in den Wieringermeerpolder, zoowel bij jongvee als bij melkkoeien, het meest in het oog loopende verschijnsel. Overigens maakten de dieren hierbij geruimen tijd geen erg zieken indruk. De afwijking begon op de „diarrhoe-perceelen” bij sommige, blijkbaar gevoelige dieren reeds vrij vroeg in den weidetijd en greep geleidelijk aan meer om zich heen, totdat in den nazomer en in den herfst de diarrhoe in bepaalde deelen van den polder zoo algemeen werd, dat het vee niet langer op de betreffende perceelen kon weiden zonder ernstige nadeelen. Veelal waren de eerst aangetaste dieren daar dan reeds niet meer aanwezig, omdat de ernst van hun toestand het al veel eerder noodig gemaakt had ze op stal te zetten of naar een gezond perceel over te brengen. Meestal vond dan snel genezing plaats. Opvallend was echter, dat zelfs op de ergste perceelen sommige dieren oogenschijnlijk nimmer last kregen.

Bij geregelde observatie der dieren bemerkte men verder, dat de diarrhoe-verschijnselen soms tijdelijk verdwijnen om na eenigen tijd even plotseling weer terug te komen. Dit schijnt samen te hangen met factoren, welke ook op normale gronden invloed uitoefenen op de stijfheid van den mest bij gezonde dieren, zooals overvloedig etgroen en voortdurend nat, koud weer. Ook bij het verweiden treden soms zeer snel veranderingen op en kan de diarrhoe dikwijls binnen 24 uur verschijnen of verdwijnen. Dikwijls heeft bijvoeding van lijnkoek, hooi of stroo een gunstige werking en in het

¹⁾ De „Melkcommissie” bestaat uit de Heeren: Dr. L. T. C. SCHEY, *Voorzitter*, Ir. C. KALISVAART, *Secretaris*, Ir. W. A. BOSMA, Dr. E. BROUWER, P. REITSMA, Ir. L. DE VRIES, *Leden*.

Hare vergaderingen werden regelmatig bijgewoond door Ir. S. SMEDING, *Directeur* van den Wieringermeerpolder, terwijl ook eenige malen door Prof. Dr. B. SJOLLEMA aan de besprekingen werd deelgenomen.

bijzonder geldt dit van het opstallen der dieren, gepaard aan het toedienen van een winterrantsoen.

De mest was bij sterker aangetaste koeien soms waterdun en bevatte meestal geen hardere stukjes. Het viel ons op, dat de mest van koeien, welke weidediarrhoe hadden, in den regel veel minder een eiwitrottingslucht had dan b.v. mest van een dier, dat tengevolge van een acute enteritis diarrhoe vertoont. Enkele malen is bij weidediarrhoe bloedige ontlasting waargenomen.

Zelfs vrij sterk aangetaste dieren maken eigenlijk geen zieken indruk. Zij zijn niet suf of langzaam in hun bewegingen. Wel hebben zij meestal een wat opgetrokken buik en is de melkproductie sterk achteruitgegaan. Blijven zij langer in de diarrhoe-weiden, dan vermageren de dieren snel en maken zij, mede door de sterke bevuiling van het achterstel, al spoedig een deplorabelen indruk.

Een tweede verschijnsel, dat de aandacht trekt, bestaat hierin, dat bij vele dieren op de diarrhoe-perceelen grijze verkleuringen van het zwarte haar optreden. Rondom de oogen is deze verkleuring meestal het duidelijkst; maar dikwijls wordt zij ook over het geheele lichaam gevonden (zie fig. 1). De intensiteit van dit verschijnsel houdt evenwel niet rechtstreeks verband met de hevigheid van de diarrhoe. Bij sommige dieren ging deze verkleuring aan de diarrhoe vooraf, bij andere werd zij daarentegen pas merkbaar, wanneer de diarrhoe reeds eenigen tijd bestond. Ook kwam wel diarrhoe voor bij dieren, die, voor zoover bekend is, niet grijs werden en eveneens zag men wel grijze dieren, die geen diarrhoe hadden. Hoewel beide verschijnselen dus niet direct parallel loopen, kregen wij toch sterk den indruk, dat zij tot een en hetzelfde symptomencomplex behooren.

Het gewone klinische onderzoek leverde overigens geen enkel aanknoopingspunt op en ook urine- en bloedonderzoek brachten geen andere opvallende afwijking aan het licht dan dat het haemoglobinegehalte van het bloed bij verscheidene dieren op de diarrhoe-perceelen beneden normaal was.

Een onzer was in de gelegenheid sectie te verrichten op een zijner diarrhoe-patienten, die tengevolge van typische weide-diarrhoe moest worden geslacht. Hierbij werd alleen een zeer sterke vermagering gevonden en tevens een atonisch darmkanaal, dat echter nergens sporen van een ontsteking vertoonde.

Literatuuronderzoek

Zoals wij reeds mededeelden, werd een literatuuronderzoek ingesteld naar het voorkomen van afwijkingen, welke overeenkomst met de hiervóór geschilderde vertoonden, op weidegronden in andere streken. Inderdaad werden beschrijvingen gevonden van een aandoening, overeenkomende met

onze weidediarrhoe, welke aandoening voorkomt op weilanden in sommige gedeelten van Engeland.

De „Scouring pastures” in Engeland

In Sommersetshire, Gloucestershire en Warwickshire vindt men weidegronden, waarop veel diarrhoe bij het vee voorkomt. De oudste mededeeling hieromtrent van de hand van ACLAND dateert reeds van 1850; een ander rapport (1855) werd geschreven door CLARKE. Latere verhandelingen zijn van de hand van VOELCKER (1862), van PENBERTHY (1894), van de „West of Bath Society” (1896—1904), van GIMINGHAM ¹⁾ (1910 en 1914) en van MUIR ²⁾ (1936). De thans volgende beschrijving is aan de verhandelingen van de laatstgenoemde twee schrijvers ontleend.

De dieren. De diarrhoe doet zich op de zieke weiden reeds op den eersten dag — dikwijls reeds binnen 24 uur — gelden of ook wel later tot circa 6 weken na den aanvang van den weidegang; echter (naar men zegt) meestal na 8 à 10 dagen. De mest wordt zeer dun en waterig en de dieren zien er vuil uit; later wordt de mest licht gekleurd en is hij vol bellen. In korten tijd verliezen de dieren hun vleesch, zij worden ruig in het haar en geraken in slechte conditie. Men zegt, dat bij langer verblijf op een ziek veld de koeien mager worden en ten slotte sterven. Het is een merkwaardig feit, dat een donkerroode Devon-koe geleidelijk een vuil-gele kleur krijgt; bij andere vormen van diarrhoe zou dit echter ook wel voorkomen.

De ziekte kan al of niet optreden in Mei en Juni, maar zij is veelvuldig en het ergst gedurende de maanden Augustus, September en October en houdt bijna plotseling op, wanneer de dieren uit de weide worden genomen en droog voer ontvangen.

Op boerderijen, die gezond en ziek land bezitten, is het natuurlijk af en toe noodig, de dieren ook op het aangetaste land te jagen. Zij blijven daar echter slechts korten tijd of wel zij worden zwaar bijgevoerd met katoenzaadkoek, dat de schadelijke werking van het gras ten deele opheft. Wanneer men het niet te ver laat komen, genezen de dieren snel, wanneer zij naar gezond land overgaan, in het bijzonder, wanneer zij iets extra koek of hooi ontvangen. Laat men het echter te ver komen, dan genezen zij nooit meer volkomen.

De constitutie van elk dier individueel speelt een groote rol. Boeren met ziek land zijn genoodzaakt groote voorzichtigheid te betrachten bij den aankoop hunner dieren en alleen die aan te schaffen, welke het gezondst zijn en de

¹⁾ GIMINGHAM, *J. Board of Agric.* 17 (1910) 529; *J. Agr. Science* 6 (1914) 328.

²⁾ MUIR, *Agricult. Progress* 13 (1936) 53.

sterkste constitutie bezitten. Dieren, op boerderijen met ziek land gefokt, zijn vatbaarder dan die van gezond land afkomstig. Ofschoon alle rassen worden aangedaan, meent men, dat Ayrshires het minst gevoelig zijn en bijgevolg leggen de boeren een uitgesproken voorkeur voor dit ras aan den dag.

Alle soorten van runderen zijn vatbaar, maar melkkoeien het meest; zij worden ziek en dalen in melkopbrengst. Lammeren tot 1 jaar zijn eveneens gevoelig. Op de slechtste weiden gedijen ook schapen niet, ofschoon zij zeker niet zoo sterk worden aangetast als runderen. Paarden schijnen onvatbaar te zijn.

De weiden. Op verschillende landerijen treedt de aandoening in verschillende mate op. Ook vindt men verschillen van jaar tot jaar; in zeer droge zomers hoort men er nauwelijks van; het meest komt de ziekte voor in den herfst van zachte, vochtige jaren. Tusschen de „scouring pastures” liggen in de meeste districten gezonde velden. De eerste zijn vooral gelegen op de Lias-formatie. Soms zijn gezonde en zieke velden scherp van elkaar gescheiden, andere malen is de overgang geleidelijk. Sommige velden produceeren gras met een neiging tot scouring, maar niet erg genoeg om de gezondheid der dieren ernstig te benadeelen, terwijl het op andere plaatsen volstrekt onmogelijk is om pinken en melkkoeien te weiden of kalveren groot te brengen.

Geologie. In Sommerset is het diarrhoe-land beperkt tot één geologische formatie — „Lower Lias”. Het komt volgens sommigen echter óók voor op andere plaatsen, waar de ondergrond uit zware, kleverige klei bestaat, b.v. op „Oxford Clay” of „Oolite Clays”. Een scherpe grens tusschen gezond en ziek land valt dikwijls samen met den overgang van alluvium op Lias-clay; het eerste is dan gezond. Echter zijn alle weiden op het Lower lias geenszins ziek; vele zijn volkomen gezond en dit belangrijke feit is tot dusverre niet verklaard.

Grondstructuur. Op ziek land is de ontwatering zonder uitzondering slecht en bijna altijd bestaat de oppervlakkige grond uit een stijve klei, waaronder een nog taaiere ondergrond ligt, die blauw-grijs van kleur is en eveneens uit klei bestaat. De eigenaardige structuur heeft VOELCKER en later ook GIMINGHAM doen besluiten, dat deze physische eigenschap van doorslaande beteekenis zou zijn. Inderdaad meent men, dat de ziekte afneemt, wanneer de ontwatering en de structuur van den grond worden verbeterd.

Ploegen. Wanneer „scouring land”, ook wel „teart land” genoemd, geploegd wordt en na een zeker interval weer tot weiland wordt gemaakt, dan is de nieuwe weide aanvankelijk niet ziek, maar zij wordt meestal geleidelijk wél weer ziek. Soms kan het land echter ook wel gezond blijven.

Bemesting. Deze doet de ziekte beslist toenemen en daarom worden de „teart pastures” niet bemest, uitgezonderd bij gelegenheid met giften van

kalk, zout en stalmest. Beweiden met schapen zou den toestand verergeren.

Aard van het gras. Het is onmogelijk een zieke weide door het onderzoek van het gras te herkennen. Een veld van slechte reputatie kan zoowel een weelderig grasgewas als een armelijke vegetatie met veel onkruid dragen. Dikwijls heeft men de aandoening toegeschreven aan giftige planten, *Linum catharticum* (purgeervlas) en *Carex panicea* (blauwe zegge). Bij nader onderzoek is deze opvatting echter niet juist gebleken. Ook chemische analyses hebben niets karakteristieks naar voren gebracht; wèl is het gras van zieke weiden meestal slapper, minder ruwe-celstof-houdend en waterrijker.

Oud, uitgegroeid gras en gras, dat bevroren is geweest, zouden onschadelijk zijn. Vooral dit laatste wordt met stelligheid naar voren gebracht.

Hooi. Hooi van het slechtste land zou de ziekte veelal eveneens veroorzaken, echter nimmer in diè mate als versch gras; meestal echter is het hooi gevaarloos.

Oorzaken. Naar de oorzaken van deze aandoening zijn sinds 1855, dus in den loop van bijkans 100 jaar herhaaldelijk onderzoekingen ingesteld, echter zonder bevredigend resultaat.

Voor een *bacterieelen of parasitairen oorsprong* heeft men nimmer steekhoudende argumenten kunnen aanvoeren. *Giftige planten* heeft men, zooals gezegd, niet regelmatig op de zieke velden aangetroffen; ook de *samenstelling van het gras* was nauwelijks afwijkend. In het *drinkwater* zat het al evenmin; wèl meende men, dat drinkwater met laxeerende zouten de kwaal kon verergeren; de voorziening met goed water bleek echter geenszins voldoende voor de genezing.

Aan *onvoldoende grondstructuur en slechte drainage* heeft men veel waarde gehecht. Echter kunnen deze volgens MUIR de *directe oorzaken* niet zijn, omdat klei met dezelfde dichte structuur ook wel voorkomt in gezonde weiden in vele andere deelen van Engeland.

Anderen weer hebben verondersteld, dat in bepaalde lagen der Lias-formatie kleine, maar gevaarlijke hoeveelheden van een *giftige stof* aanwezig zijn, die in het gras zouden overgaan, of dat onder bepaalde omstandigheden van weer en bodem een giftige stof in het gras zou ontstaan; echter ook van dit alles is nimmer iets met zekerheid aangetoond ¹⁾.

Slotsom. Op grond van deze beschrijving leek het ons hoogstwaarschijnlijk, dat de zoeven bedoelde aandoening dezelfde is als de weide-diarrhoe in den Wieringermeerpolder, ook al is er een opvallend verschil in

¹⁾ Zie de noot aan het slot van deze verhandeling.

den aard van den grond, welke, hoewel in beide gevallen een mariene afzetting, in het Engelsche geval uit klei bestaat, terwijl de ziekte in den Wieringermeerpolder op zandgrond voorkomt. Het antwoord op de vraag naar de oorzaken en de middelen ter genezing ontvingen wij door deze literatuurstudie echter niet.

Andere weideziekten

Men kent nog tal van andere weideziekten. Ofschoon deze, wat de voornameste verschijnselen betreft, niet met de weidediarrhoe overeenstemmen, willen wij ze toch niet geheel onvermeld laten, temeer daar hunne bestudeering een gezichtspunt opleverde, dat voor ons verder onderzoek van groote beteekenis is geweest. Dit laatste geldt niet van de weideziekten, welke op vergiftiging door bepaalde planten berusten, en die wij verder onvermeld zullen laten. Evenmin scheen van veel belang te zijn een eigenaardige ziekte, genaamd „alkali disease”, welke voorkomt in de Vereenigde Staten en berust op vergiftiging door plantenmateriaal, dat selenium bevat. Men treft hierbij haaruitval en afwijkingen aan de hoorns substantie der hoeven aan.

Naast deze bestaan er echter belangrijke groepen weideziekten, veroorzaakt doordat het weidebestand een te gering gehalte aan bepaalde *minerale bestanddeelen* bevat. De belangrijkste dezer afwijkingen is wellicht de aphosphorosis, voorkomende in de meest uiteenlopende streken der aarde en berustend op een gebrek aan phosphor. Veel minder vaak dan phosphorgebrek komt kalkgebrek voor. Bij beide aandoeningen spelen afwijkingen aan het beenstelsel een groote rol. Aangezien dit bij de weidediarrhoe niet het geval was, konden wij kalk- en phosphorgebrek welhaast uitsluiten.

Verder zijn vele weiden ongetwijfeld arm aan Na en wellicht soms ook aan Cl; voor zoover ons bekend geeft dit evenwel geen aanleiding tot diarrhoe. In ons geval mocht trouwens à priori veeleer een abnormaal hóóg gehalte aan Na en Cl worden verwacht.

Voorals toeen noch het een noch het ander het geval bleek te zijn, werd een andere groep weideziekten bestudeerd, waarbij eveneens mineraaltekorten een rol spelen. Het gaat hier om bepaalde weiden, waarop de eetlust der dieren (meestal schapen of runderen) geringer wordt; zij vermageren, worden veelal, maar niet zonder uitzondering, anaemisch en kunnen ten slotte te gronde gaan. Bij de sectie worden geen karakteristieke afwijkingen gevonden.

Men gebruikt in verschillende streken, waar dergelijke aandoeningen voorkomen, hiervoor verschillende benamingen. In Nieuw-Zeeland spreekt men b.v. van „bush-sickness”, in West-Australië van „coast-disease”, in Kenya van „nakurutitis”, in Florida van „salt-sickness” en op de Hebriden

van „pine” of „pining”. Ook de in Duitschland en ten onzent voorkomende „likzucht” rekt men wel hierbij.

Met opzet spraken wij van een *groep* van aandoeningen, omdat de verschijnselen en wellicht ook de oorzaken niet overal dezelfde zijn. De therapie, welke wordt toegepast, is evenmin overal gelijk. Zoo schijnen koperverbindingen gunstig te werken bij de „salt-sickness” in Florida ¹⁾ en aan Prof. SJOLLEMA ²⁾ bleek, dat dit bij de „likzucht” hier te lande eveneens het geval is. In Florida heeft volgens een nieuwere publicatie van NEAL en AHMANN ³⁾ de kopertherapie echter niet op alle aangetaste gronden succes en in andere streken der aarde had een toediening van koperzouten bij de ziekten der hier besproken groep in het geheel geen effect. Iets dergelijks kan van *ijzerverbindingen* gezegd worden, die eveneens met wisselend succes bij sommige dezer aandoeningen gebruikt worden.

Meer en meer wint daarom de meening veld, dat bepaalde „verontreinigingen” van de tegen verscheidene dezer ziekten gebruikte ijzer- en koperverbindingen soms van doorslaggevende beteekenis zijn voor hunne werkzaamheid. Het eerst is dit in Australië en Nieuw-Zeeland gebleken, waar men ontdekte, dat het werkzame bestanddeel van de tegen „coast-disease”, „bush-sickness” en „enzoëtisch marasme” gebruikte ijzerertsen, waarschijnlijk niet het ijzer is, maar geringe hoeveelheden *cobalt*, welke er tevens in voorkomen. Nadien zag men dan ook verbluffend gunstige werkingen van zeer kleine hoeveelheden *cobaltzouten*, b.v. van slechts 0,1 mg Co per dag voor een schaap. Deze bevindingen waren voor een onzer aanleiding tot het samenstellen van een uitvoerig referaat over de physiologie van het cobalt ⁴⁾. Sindsdien zijn nog tal van andere Australische en N.-Zeelandsche publicaties verschenen, die het wel zeker maken, dat het cobalt zeer werkzaam is tegen „bush-sickness”, „coast-disease” en „Morton Mains disease”.

Ook in andere streken is men nu cobalt tegen analoge aandoeningen gaan beproeven en zoo is aan NEAL en AHMANN ⁵⁾ gebleken, dat diè „salt-sickness”-gevallen in Florida, welke weerstand bieden aan de ijzer- en kopertherapie, door toediening van geringe hoeveelheden cobalt, naast het ijzer en koper, tot genezing zijn te brengen. Bij de behandeling van „nakuruitis” meent men den laatsten tijd eveneens een gunstig effect van cobalt te zien ⁵⁾.

Het blijkt dus noodig te zijn bij het onderzoek van de werking der verschillende mineralen op de ziekten van deze groep uiterst zuivere verbindingen

1) NEAL, BECKER, SHEALY, *Science* 74 (1931) 418.

2) SJOLLEMA, *Landbouwk. Tijdschr.* 45 (1933) 722.

3) NEAL, AHMANN, *Science* 86 (1937) 225.

4) BROUWER, *Landbouwk. Tijdschr.* 49 (1937) 212.

5) *Ann. Rep. Dept. Agric. Kenya Colony* 2, 1936 (1937) 87.

te gebruiken, wil men onjuiste conclusies ten gevolge van „verontreinigingen” voorkomen. Zoo vond UNDERWOOD ¹⁾, dat het cobalt een algemeen voorkomend bijmengsel is van de gewone ijzerverbindingen uit het laboratorium en dat bij zijn onderzoek in gewoon ferrichloride zelfs 41 mg per kg voorkwam. In verband met de sterke werkzaamheid van het cobalt spreekt het wel vanzelf, dat men hiermede terdege rekening dient te houden.

Bij geen der hier besproken afwijkingen schijnt diarrhoe echter een op den voorgrond tredend symptoom te zijn. Weliswaar kan in het eindstadium van likzucht diarrhoe optreden, evenals bij vele andere chronische uitputtings-toestanden; herstel schijnt dan echter nauwelijks meer mogelijk te zijn, in tegenstelling met de aandoening in den Wieringermeerpolder, waarbij de diarrhoe van het begin af aan het klinische beeld beheerscht en waarbij nog zeer langen tijd vrijwel onmiddellijk herstel mogelijk is.

Toch waren al deze aandoeningen een aansporing voor ons om eveneens dergelijke mineraaldeficienties in het oog te vatten. En wij ontleenden aan de onderzoekingen hieromtrent zelfs een gezichtspunt, dat ons naderhand verder heeft gebracht. MARSTON ²⁾ (Australië) vermeldde namelijk, dat hij bij zijn proeven aanvankelijk een mineralenmengsel aanwendde, dat gebaseerd was op het uitgebreide zoutenmengsel, door Prof. JANSSEN (Amsterdam) aangevend bij het fokken van proefratten ³⁾. Zooals naderhand zal blijken, is dit ook het uitgangspunt geweest bij onze voederproeven in den Wieringermeerpolder.

Laboratoriumproeven

Al leverden het klinische beeld en het literatuuronderzoek tal van belangwekkende gegevens op, vaste aanwijzingen konden zij ons niet geven, zelfs niet omtrent de vraag of in hoofdzaak een deficiëntie dan wel een intoxicatie in het spel was. Immers, het snelle optreden en verdwijnen der diarrhoe door verweiden scheen meer voor intoxicatie te pleiten. Echter gelukte het ons niet bij kleine proefdieren (marmot, konijn) diarrhoe op te wekken met behulp van gras en van hooi uit het aangetaste gedeelte van den Wieringermeerpolder afkomstig.

Slechts één verschijnsel was er, dat eenig houvast bood en wel de depigmentatie van het zwarte haar (zie fig. 1 en 2). Deze was niet alleen macroscopisch, maar vooral ook bij microscopisch onderzoek duidelijk. Naast haren

¹⁾ UNDERWOOD, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 36 (1937) 296.

²⁾ MARSTON, *Journ. Coun. Sc. Ind. Res.* 8 (1935) 111.

³⁾ JANSSEN, WESTENBRINK, *Act. brevia Neerl.* 3 (1933) 9.



Fig. 1. Door diarrhoe aangetaste pink met duidelijk zichtbare depigmentatie van het haar rond de oogen en op de wangen.



Fig. 2. Vergelijkingsopname van een niet aangetaste pink, op denzelfden dag genomen als fig. 1.

met een normale pigmentatie waren er andere, die opvallend licht van kleur of zelfs geheel gedepigmenteerd waren, terwijl in sommige daarvan het haarmerg, tallooze, zeer dicht opeenliggende, uiterst fijne luchtblaasjes bevatte. Overigens verschilden zij schijnbaar niet van normale haren. Zij hadden dus geheel de kenmerken van de „grijze haren” bij den mensch, alleen met dit verschil, dat zij meestal niet geheel, maar slechts gedeeltelijk grijs waren. Dikwijls was het middengedeelte grijs, terwijl het bovenste en het onderste gedeelte normaal gepigmenteerd waren. Wij stellen ons voor, dat deze verdeling afhangt van de perioden van ziekte en herstel, zoodat bij onderzoek op een ander tijdstip de verdeling ook een andere moet zijn. De gepigmenteerde en ongepigmenteerde gedeelten waren niet scherp van elkaar gescheiden, maar gingen geleidelijk in elkaar over.

Nu heeft men reeds langen tijd een verband gezocht tusschen bepaalde biologische kleurstoffen en het metaal koper. Bij weekdieren b.v. vindt men kleurstoffen als haemocyanine en chlorocuarine, welke een functie als die van haemoglobine bezitten. Ook in de veeren van bepaalde vogels komen koperhoudende kleurstoffen voor. BORTELS ¹⁾ en WOLFF ²⁾ toonden aan, dat de sporen van *Aspergillus niger*, een schimmelsoort, slechts dan een zwarte kleur aannemen, wanneer de voedingsbodems, waarop zij worden gekweekt, voldoende koper bevatten. SARATA ³⁾ toonde bij bonte katten en honden aan, dat bij eenzelfde dier het gepigmenteerde haar veel meer koper bevat dan het witte. Evenwel heeft men ook wel het mangaan met de vorming van zwarte kleurstoffen in verband gebracht ⁴⁾, zij het ook, dat het hier planten betrof.

Zeer belangwekkend zijn ook de proeven van GORTER ⁵⁾, die bij ratten, konijnen en katten op bepaalde, koperarme rantsoenen een verregaande depigmentatie van het haar waarnam, welke door toediening van koperzouten kon worden voorkomen of genezen. Echter heeft men bepaalde depigmentaties bij zoogdieren ook wel aan andere oorzaken, b.v. aan gebrek aan bepaalde vitaminen (vitamine C, B₂ en PP) toegeschreven. STERN c.s. ⁶⁾ maken bij ratten op zinkarme rantsoenen eveneens met nadruk melding van afwijkingen in de pelsconditie. Na zes of zeven weken werd het haar wollig en verloor het zijn glans. De zwarte gedeelten werden lichtgrijs van kleur.

Uit de grijze kleur mocht dus niet zonder meer tot kopergebrek worden

¹⁾ BORTELS, *Bioch. Zschr.* 182 (1927) 301.

²⁾ WOLFF, EMMERIE, *Bioch. Zschr.* 228 (1930) 443. Zie ook MULDER, Diss. Wageningen (1938).

³⁾ SARATA, *Jap. J. Med. Sc. 2 Bioch.* 3 (1935) 79 (*Ref. Nutr. Abs.* 5 (1935—'36) 1032).

⁴⁾ Zie BERTRAND, SAZERAC, *Ann. Inst. Past.* 29 (1915) 178.

⁵⁾ GORTER, *Nature* 136 (1935) 185, *Zschr. f. Vitamf.* 4 (1935) 277.

⁶⁾ STERN, ELVEHJEM, HART, *Journ. biol. Chem.* 109 (1935) 347.

besloten. Bovendien werden belangrijke verschillen opgemerkt tusschen de ziektebeelden van de weidediarrhoe en van de aan kopergebrek toe te schrijven likzucht. Niettemin werd door een onzer nog in den herfst van 1936 bij enkele zieke dieren kopersulfaat aangewend in een dosis, als in de veeartsenijkundige literatuur voor de behandeling van likzucht aangeraden, echter zonder opvallend resultaat. Toch had het koper ook daarna nog onze volle belangstelling.

Onderzoek van het drinkwater

In het bovenstaande zijn wij, om het overzicht te vergemakkelijken, al ietwat vooruitgelopen op den gang van het onderzoek. Immers, het lag voor de hand allereerst de oorzaak minder ver te zoeken en derhalve werd nagegaan of er afwijkingen in de grof-chemische en botanische samenstelling van het gras voorkwamen en of het drinkwater ondeugdelijk was.

Wat dit laatste betreft, waarbij aan een teveel aan keukenzout of andere zeewaterbestanddeelen werd gedacht, werd in den herfst van 1936 een aantal monsters genomen, welke werden onderzocht op het laboratorium der Wieringermeerdirectie te Medemblik met het onderstaande resultaat.

TABEL 1

Bedrijf	Herkomst van het watermonster	NaCl g per l	CaO g per l	MgO g per l	SO ₃ g per l
Mo	Greppelwater	1,68	0,370	0,144	0,610
"	Ingelaten water (uit sloot)	1,67	0,185	0,150	0,189
"	Ingelaten water (uit sloot)	2,40	0,208	0,192	0,227
St	Ingelaten water (uit sloot)	2,50	0,209	0,192	0,228
H	Ingelaten water (uit greppels)	2,23	0,238	0,161	0,245
Sc	Ingelaten water (uit de aanvoersloot)	2,75	0,203	0,206	0,238
"	Ingelaten water (uit de aanvoergreppel)	2,70	0,208	0,202	0,246
Mi	Ingelaten water (uit sloot)	3,02	0,216	0,228	0,299
K	Ingelaten water (uit sloot)	2,36	0,191	0,172	0,227
"	Ingelaten water (uit aanvoergreppel)	2,41	0,161	0,170	0,217

De tabel laat zien, dat het gehalte aan NaCl (berekend uit het chloorgehalte) inderdaad hoog kon worden genoemd; echter zeker niet hoog genoeg om dergelijke graden van diarrhoe te doen ontstaan. Vergelijkt men dan ook het water der diarrhoebedrijven met dat van de gezonde bedrijven, dan ziet men geen systematische verschillen. Zelfs vond men bij het gezonde veld van Mi het hoogste gehalte, op het ernstig aangetaste bedrijf van Mo het laagste. Wat het sulfaatgehalte betreft, dit was in het greppelwater bij Mo tamelijk hoog; maar ook hiervan mag men nauwelijks diarrhoe verwachten, temeer daar de dieren hier bovendien slootwater tot hun beschikking hadden.

Onderzoek van het gras

Bij onze excursies in den herfst van 1936 was reeds opgevallen, dat de diarrhoe vooral optrad op de versehe weiden, dus vlak na het verweiden, vooral op etgroen; wanneer de weide kaler werd en de dieren dus niet zooveel konden eten, verbeterde de diarrhoe veelal min of meer.

Giftige planten werden niet waargenomen. Veelal waren de aangetaste weiden rijk aan witte klaver; echter bezochten wij ook diarrhoeweiden, waarin slechts weinig klaver werd aangetroffen.

Er werd in den herfst van 1936 een aantal monsters van het weidebestand van gezonde en van zieke velden genomen, waarvan de grof-chemische samenstelling aan het Rijkslandbouwproefstation voor Veevoederonderzoek te Wageningen werd onderzocht. Hierbij moet worden opgemerkt, dat bij de monsterneming opviel, dat de zode op bedrijf H een zeer afwijkende plantkundige samenstelling vertoonde (opvallend was vooral het op den voorgrond treden van rood zwenkgras en het betrekkelijk geringe aandeel aan klaver); in de scheikundige samenstelling kwam dat ook tot uiting.

TABEL 2

Bedrijf	Mo.	Mo.	St.	Sc.	H.	Mi.	K.
Bemonsterd perceel	wei-land	et-groen	wei-land	wei-land	wei-land	wei-land	wei-land
Diarrhoe voorgekomen ja of neen	ja	ja	ja	ja	neen	neen	neen
Percentages in de droge stof							
Eiwitachtige stoffen	21,3	19,0	21,1	18,2	15,3	23,1	18,8
Werkelijk eiwit	18,5	17,0	18,0	15,7	13,0	19,7	17,1
Vetachtige stoffen	3,4	3,4	3,1	3,0	3,0	3,5	3,3
Ruwe celstof	21,6	21,3	21,2	20,7	26,3	20,9	22,6
Aschbestanddeelen	10,9	11,2	10,6	10,0	8,3	10,5	10,3
In verd. HCl onoplosbare aschbest.	2,7	3,3	2,6	2,9	2,0	2,3	2,9
Zetmeelachtige stoffen	42,8	45,1	44,0	48,1	47,1	42,0	45,0
P ₂ O ₅	0,94	1,02	0,91	0,79	0,83	0,88	0,90
K ₂ O	3,61	3,64	3,57	3,06	2,49	3,69	3,39
CaO	1,14	1,15	1,17	1,13	1,07	1,32	1,09
Na ₂ O	0,26	0,21	0,21	0,29	0,40	0,17	0,25
MgO	0,35	0,33	0,36	0,31	0,31	0,34	0,36
Cl	1,52	1,35	1,38	1,51	1,34	1,28	1,39
SO ₃	0,90	1,05	0,78	0,61	0,58	0,65	0,90

Uit de tabel blijkt, dat de samenstelling over het algemeen nauwelijks afwijkend kon worden genoemd; zij komt practisch overeen met die van

een uitstekende weide van de Proefzuivelboerderij te Hoorn, onderzocht in de zomers 1929, 1930 en 1931 ¹⁾).

Het eiwitgehalte was over het algemeen gunstig, d. w. z. niet zeer hoog en niet zeer laag; het kalkgehalte was hoog en het phosphorgehalte bevredigend. Het chloorgehalte was enkele tiende procenten hooger dan men gewoonlijk aantreft ²⁾); maar ook dit kan niet als de oorzaak van de diarrhoe worden beschouwd. Het natriumgehalte was iets hooger dan in vele natriumarme weiden; maar dit is eer gunstig dan ongunstig en kan evenmin oorzaak van de diarrhoe zijn. Op verdere bijzonderheden gaan wij niet in.

Vergelijkt men tenslotte nog de cijfers, betrekking hebbende op de gezonde en op de zieke bedrijven, dan doen zich geen verschillen van beteekenis voor.

De volgende tabel heeft betrekking op de gehalten aan ijzer, koper en mangaan, bepaald aan de Physiologische afdeling van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn.

TABEL 3 ³⁾)

Bedrijf	Diarrhoe (+) of geen diarrhoe (—)	Fe mg per kg droge stof	Mn mg per kg droge stof	Cu mg per kg droge stof
Mo.	+	110,6	27,1	5,8
Mo.	+	170,2	40,1	10,5
St.	+	145,9	39,1	5,1
A.	+	120,4	55,6	8,3
Sc.	+	108,4	116,9	5,3
H.	—	95,1	152,5	6,7
Mi.	—	133,7	41,3	3,7
K.	—	222,8	83,6	9,4

Wat het ijzergehalte betreft, ziet men geen verschil van belang tusschen de zieke en de gezonde velden.

Bij het mangaan komen groote verschillen voor en inderdaad schijnt het, dat het gehalte bij de diarrhoevelden over het algemeen lager is. Het viel trouwens op, dat op enkele boerderijen veenkoloniale haverziekte voorkwam.

¹⁾ *Versl. landbk. Onderz.* 38 C (1932) 201.

²⁾ SJOLLEMA, *Landbk. Tijdschr.* 43 (1931) 593.

³⁾ Zoowel het ijzer, het mangaan als het koper werden colorimetrisch bepaald, het eerste als rhodanid, het tweede als permanganaat. Het koper bepaalden wij volgens de methode van BIAZZO met rhodaan ammonium en pyridine (zie ELVEHJEM, LINDOW, *Journ. of Biol. Chem.* 81 (1929) 435); echter werd het kiezelzuur door ons uit de asch met NH_4F en H_2SO_4 verwijderd, hetgeen een belangrijke verbetering bleek. Deze wijze van verwijdering van het kiezelzuur pasten wij trouwens ook toe bij de bepaling van de twee andere zoeven genoemde metalen.

Eenigszins in strijd met dit alles is echter, dat er óók een laag gehalte was op het perceel Mi (geen diarrhoe) en een hoog gehalte op het bedrijf Sc (wél diarrhoe).

Bij het kopergehalte valt op te merken, dat er hier wederom geen opmerkelijk verschil was tusschen de gezonde en de zieke velden; echter lijkt het algemeene niveau wat laag. SJOLLEMA ¹⁾ toch geeft op, dat bij zijn onderzoek zelfs op weiden van bedrijven, waar 's winters likzucht voorkwam, het gehalte in de droge stof van het gras op één uitzondering na 10 mg en meer per kg bedroeg; op bepaalde weiden, waar likzuchtpatienten genazen, werd zelfs 15 à 30 mg gevonden.

Intusschen schijnen in de droge stof van normale grassen ook wel eens lagere kopergehalten voor te komen. Zoo gaven ELVEHJEM c. s. ²⁾ en McHARGUE ³⁾ voor *Poa pratensis* resp. 8,3 en 7,5 mg op, welke waarden weinig van de door ons gevondene afwijken. Voor normale hooisoorten worden eveneens lage gehalten opgegeven. ELVEHJEM c. s. ²⁾ en McHARGUE c. s. ⁴⁾ vonden in enkele soorten lucernehooi b.v. 5,6 en 6,9 mg, in kropaarhooi 5,0 mg en in *Agrostis-alba*-hooi 4,0 mg. In timotheehooi werd zelfs 5,0 en 2,2 mg gevonden. TRAUlsen ⁵⁾ vond in hooi van likzuchtvrije bedrijven uit het Zwarte Woud en uit Sleeswijk—Holstein waarden van 6,6, 2,5 en 3,2 mg. De laatste beide waarden en een der cijfers voor timotheehooi liggen zelfs op het niveau, dat SJOLLEMA voor het hooi van likzuchtbedrijven vond, n.l. 2 à 3 mg.

Ook de korrels der graansoorten blijven volgens Amerikaansche gegevens ^{2, 4, 6)} alle beneden 8 mg per kg droge stof.

Belangrijk hogere waarden werden echter gevonden in andere partijen lucernehooi (9,1 — 14,8 mg), in roode klaver (17 — 18 mg) en ook in lijnmeel, waarin 21,8 mg voorkwam ²⁾. Dit laatste komt zeer goed overeen met een bepaling te Hoorn, die 19 mg opleverde tegen slechts 7 mg in grontnotenmeel ⁷⁾.

Onvoorziene omstandigheden hebben helaas gemaakt, dat het onmogelijk was deze bepalingen te Hoorn direct voort te zetten, terwijl ook met de bepaling van andere minerale bestanddeelen niet onmiddellijk voortgang kon worden gemaakt. Op het laboratorium van de Wieringmerdirectie

¹⁾ SJOLLEMA, *Landbk. Tijdschr.* 45 (1933) 722.

²⁾ ELVEHJEM, HART, HOWE, *J. biol. Chem.* 82 (1929) 473.

³⁾ McHARGUE, *J. agric. Res.* 30 (1925) 193.

⁴⁾ McHARGUE, ROY, PELPHREY, *J. Americ. Soc. Agr.* 24 (1932) 562.

⁵⁾ TRAUlsen, *Die landw. Versuchsstationen* 128 (1937) 89.

⁶⁾ LINDOW, ELVEHJEM, PETERSON, HOWE, *J. biol. Chem.* 82 (1929) 465.

⁷⁾ De vraag verdient de aandacht of de tot nu toe bij opzettelijke voederproeven nog nimmer goed vastgestelde, z.g. „specifieke werking” van het lijnmeel hiermede in verband zou kunnen staan.

te Medemblik is in 1937 echter nog een aantal grasmonsters van zieke en gezonde perceelen op mangaan en koper geanalyseerd kunnen worden. De uitkomsten hiervan brengen wij in tabel 3 a bijeen.

TABEL 3a

*Mangaan- en kopergehalten van grasmonsters
Bepaald in het laboratorium van de Wieringermeerdirectie*

Diarrhoe-perceelen				Gezond weiland			
Bedrijf	Datum van monster-neming	Mn (mg per kg droge stof)	Cu (mg per kg droge stof)	Bedrijf	Datum van monster-neming	Mn (mg per kg droge stof)	Cu (mg per kg droge stof)
* Mo.	9 Juli '37	33,4	9,5	Vr.	21 Sept. '37	148,1	10,0
"	1 Sept. '37	33,7	10,1	Mi.	9 Sept. '37	68,1	8,2
"	5 Oct. '37	31,0	11,7	Ho.	24 Sept. '37	72,0	10,3
Li.	1 Oct. '37	34,1	9,8	Do.	2 Oct. '37	82,9	11,2
+ St.	15 Sept. '37	42,3	15,7	"	2 Oct. '37	90,9	13,9
"	15 Sept. '37	51,3	18,7	Ji.	—	163,1	11,0
"	15 Sept. '37	72,2	17,5	"	—	293,2	11,9
Do.	6 Sept. '37	62,5	13,4	Do.	6 Sept. '37	35,1	10,7
E 55	—	105,1	11,0	Ji.	—	144,7	11,1
E 55	—	109,5	7,4	"	—	109,5	12,5
Vr.	21 Sept. '37	142,4	125,8 ¹⁾				
D 47	1 Nov. '37	55,2	9,6				
Sp.	25 Sept. '37	69,8	11,1				
E 36	12 Oct. '37	30,0	10,1				

Ook bij het zien van deze cijfers, welke eerst lang na het beëindigen der hier beschreven proeven ter beschikking kwamen, kan men zich niet onttrekken aan den indruk, dat het mangaangehalte op de diarrhoevelden over het algemeen wat lager is. Er komen in dit opzicht echter in beide richtingen uitzonderingen voor. Ook nu ziet men in de kopercijfers geen belangrijke verschillen en het algemeene niveau hiervan ligt zelfs iets hooger dan in de te Hoorn geanalyseerde monsters. De hierboven het laatst opgegeven analysecijfers geven dus weinig nieuwe aanknooppingspunten, die achteraf op gebrek aan een bepaald mineraal zouden kunnen wijzen.

De te Hoorn bij den aanvang der proefnemingen verkregen resultaten waren echter ook niet zóó, dat mineraalgebrek (Cu, Mn en eventueel andere)

¹⁾ Waarschijnlijk was dit monster extra rijk aan koper door een of andere verontreiniging. Herhaalde controlebepalingen toonden aan, dat het abnormaal hooge cijfer niet op analysefouten berustte.

kon worden uitgesloten. Wij hebben bij het daarop volgende onderzoek deze mogelijkheid daarom voortdurend in het oog gehouden.

Onderzoek van het bloed op haemoglobinegehalte

Na enkele waarnemingen werden van de koeien op een aantal boerderijen, waar de diarrhoe al of niet was voorgekomen, bloedmonsters onderzocht op haemoglobinegehalte; de dieren stonden toen reeds eenige weken op stal en de diarrhoe was vrijwel geweken. Daarnaast werden óók bloedmonsters onderzocht van koeien op de Proefzuivelboerderij (P. Z. B.) te Hoorn.

Meestal werd het bloed, evenals bij de latere proeven, uit de oorvene afgetapt en op wat droog poedervormig citraat of oxalaat opgevangen; het haemoglobinegehalte werd volgens de methode van PALMER (ietwat gewijzigd) en met behulp van een Stuphenphotometer bepaald en de uitkomst in Sahli-eenheden uitgedrukt (80 eenheden = 14 g haemoglobine per 100 cm³ bloed). De uitkomsten zijn in de onderstaande tabel medegedeeld. De cijfers hebben betrekking op verschillende koeien en wel de cursief gedrukte op dieren, welke in den weidetijd duidelijk diarrhoe hadden gehad.

TABEL 4

Stal	Mo.	S.	H.	A.	Mi.	J.	K.	P. Z. B.	
Diarrhoe gehad . .	<i>39,4</i>	<i>37,9</i>	<i>39,1</i>	<i>37,1</i>	<i>40,6</i>				
	<i>34,3</i>	<i>40,6</i>	<i>38,7</i>	<i>43,9</i>					
	<i>34,2</i>	<i>41,6</i>	<i>39,4</i>						
		<i>40,6</i>							
Geen diarrhoe gehad	42,1	45,5	45,8	44,2	44,6	48,5	43,6	49,4	47,5
	43,2	44,0	43,1	43,0	55,9	44,7	43,8	51,6	48,1
			44,4			44,7	43,9	45,8	47,9
						44,1	44,7	47,0	48,7

De cijfers zijn zeer belangwekkend:

a. De dieren in den Wieringermeerpolder hadden over het algemeen duidelijk lagere haemoglobinecijfers dan die aan de P. Z. B..

b. De dieren in de beslagen Mi, J en K, waar weinig of geen diarrhoe was voorgekomen, hadden over het algemeen duidelijk hogere haemoglobinecijfers dan die in de overige, waar de diarrhoe zich wél had voorgedaan.

c. Op deze laatstgenoemde bedrijven hadden de koeien, welke aan diarrhoe hadden geleden, dooreengenomen duidelijk lagere haemoglobinecijfers dan die, welke oogenschijnlijk gezond waren gebleven.

Het scheen op grond van deze cijfers aanbevelenswaardig reeds in den winter enkele proeven aan te zetten, niettegenstaande de diarrhoe thans geen maatstaf meer kon zijn. Wanneer mineraalgebrek een der belangrijkste oorzaken van de aandoening was, dan mocht men verwachten, dat het herstel van het haemoglobinegehalte door toediening van de juiste mineralen zou worden bevorderd, of althans een verdere daling gedurende den winter zou worden tegengegaan.

Proef Mo₁ om door toediening van mineralen het haemoglobinegehalte absoluut of relatief te verbeteren

De proef werd genomen op het bedrijf Mo, waar de haemoglobinecijfers het laagst waren. Er werden mengsels toegediend van allerlei elementen, welke mogelijkerwijze in het organisme een physiologische rol spelen¹⁾; echter werden op grond van het grasonderzoek de elementen Ca, P, Mg, Na, Cl en S uitgezonderd (afgezien natuurlijk van de kleine hoeveelheden aan de eerstbedoelde elementen gebonden, b.v. de zwavel in CuSO₄).

Er werden drie, zoo goed mogelijk gelijkwaardige groepen, elk van vijf dieren, gevormd. De mineralen werden individueel toegediend, waartoe zij met wat lijnmeel en wat water in een soort kleine koekjes werden verwerkt.

Groep I ontving per dag en per dier:

<i>Crocus martis</i>	2,0	g
<i>Kopersulfaat</i> (CuSO ₄ . 5 H ₂ O)	0,5	g
<i>Mangaansulfaat</i> (MnSO ₄ . 4 H ₂ O)	1,0	g
<i>Zinksulfaat</i> (ZnSO ₄ . 7 H ₂ O)	2,0	g
<i>Cobaltnitraat</i> (Co(NO ₃) ₂ . 6 H ₂ O)	0,10	g
<i>Nikkelsulfaat</i> of <i>Nikkelchloride</i> (NiSO ₄ . 7 H ₂ O of NiCl ₂ . 6 H ₂ O)	0,10	g
<i>Rattenkruit</i> (As ₂ O ₃)	0,005	g
<i>Borax</i> (Na ₂ B ₄ O ₇ . 10 H ₂ O)	0,050	g

Groep II ontving alléén de eerstgenoemde drie, hierboven cursief gedrukte verbindingen, dus mangaan, koper en ijzer (in *crocus martis*). Volledigheids-halve merken wij op, hoewel het verder van geen belang is, dat de hoeveelheden van deze drie verbindingen gedurende de eerste vijf dagen slechts half zoo groot waren.

Groep III fungeerde als contrôlegroep.

De proef duurde van 14 December tot 22 Januari, dus 38 dagen. Vóór de proef werd tweemaal bloed onderzocht en wel op 7 en 14 December,

¹⁾ JANSSEN, WESTENBRINK, *Acta Brevia* 3 (1933) 9.

gedurende de proef op 23 December, 2 Januari, 12 Januari en 22 Januari, dus viermaal. Een storende factor was deze, dat ook het grondrantsoen der dieren een mineralenmengsel bevatte; per dag en per dier ontvingen zij daarin \pm 300 mg ijzeroxyde en 60 mg CuSO_4aq .

De uitkomsten der proef zijn niet zeer duidelijk geweest. Wij vermelden daarom slechts enkele gemiddelde cijfers omtrent het haemoglobine-gehalte.

	Vóór de proef	Gedurende de proef (gemiddeld)	Later op 10 Febr.
Groep I	41,1	42,0	44,6
Groep II	42,0	41,8	43,9
Groep III	41,2	40,3	41,6

Inderdaad waren de verschillen zóó gering, dat er niet veel waarde aan mocht worden gehecht. Niettemin zijn zij méér ten gunste dan ten ongunste van de mineralen ontvangende groepen I en II uitgevallen.

Opmerkelijke verschillen in gedrag en conditie der dieren kwamen niet aan den dag; tegen het voorjaar verloren zij het oude, veelal grijze haar, dat plaats maakte voor nieuw van vrijwel normale kleur. Wij kregen op 24 Maart echter den indruk, dat de kleur van het nieuwe haar bij de beide voormalige proefgroepen beter was dan bij de contrôlegroep.

Al waren de uitkomsten dus niet bewijzend, zij waren voor ons toch aanleiding de proeven voort te zetten, temeer daar Prof. SJOLLEMA ons inmiddels enkele koper-analysecijfers had doen toekomen, welke eveneens op mineraal-gebrek wezen.

Proef Mo_3 (bijvoeding met mineralen in de weide)

Wij gaan nu stilzwijgend enkele proeven voorbij, welke nog gedurende de stalperiode werden genomen met haringmeel, met levermeel (dat echter niet werd gegeten) en, op het voetspoor der Australische onderzoekers, met limoniet (een soort ijzererts) en met weidegrond van land buiten den polder. De resultaten, hoewel niet geheel zonder belang, kunnen wij onvermeld laten, omdat de haemoglobinegehalten van de koeien in den Wieringermeerpolder tegen het voorjaar slechts weinig verschillend meer waren van die van contrôledieren op het oude land, zoodat het trekken van conclusies onmogelijk werd. Wij gaan daarom aanstonds over tot een proef omtrent bijvoeding in de weide.

Nog op stal werd het bloed van 13 koeien onderzocht, welke te voren nog niet voor proeven gebruikt waren. Hieruit werden twee groepen gevormd, elk van zes dieren; één dier werd dus uitgeschakeld. Evenals bij de vorige proef werd hierbij rekening gehouden met leeftijd, kalftijd en melkgift.

Nog op stal werd bij groep I met de bijvoeding van een mineralenmengsel aangevangen, dat in zooverre van het voorgaande verschilde, dat het ijzerpreparaat was weggelaten, gezien de hiervóór medegedeelde grasanalysen. Bovendien meenden wij de hoeveelheid zink wel iets te kunnen verminderen. Van 8 Juni af werd bovendien nog een weinig molybdeen toegevoegd. Per koe en per dag werd toen het volgende gegeven:

Kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$)	0,50 g
Mangaansulfaat ($\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$)	1,00 g
Zinksulfaat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	1,33 g
Cobaltnitraat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$)	0,10 g
Nikkelsulfaat ($\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	0,10 g
Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)	0,050 g
Rattenkruit (As_2O_3)	0,005 g
Natriummolybdaat (Na_2MoO_4)	0,050 g

De mineralen werden met wat lijnmeel, maismeel en water tot een soort ballen gemaakt en aldus toegediend.

Met de toediening werd aangevangen op 6 April. Op 20 April gingen de dieren naar de weide; beide groepen hebben steeds samen geweid. Enkele dieren in beide groepen ontvingen nog wat krachtvoer en verder werd af en toe nog wat hooi of stroo bijgevoerd. De proef duurde tot 6 Augustus.

Het beloop der haemoglobinecijfers was wederom ten gunste van de mineralengroep, zooals blijkt uit de hiernaast geplaatste grafiek.

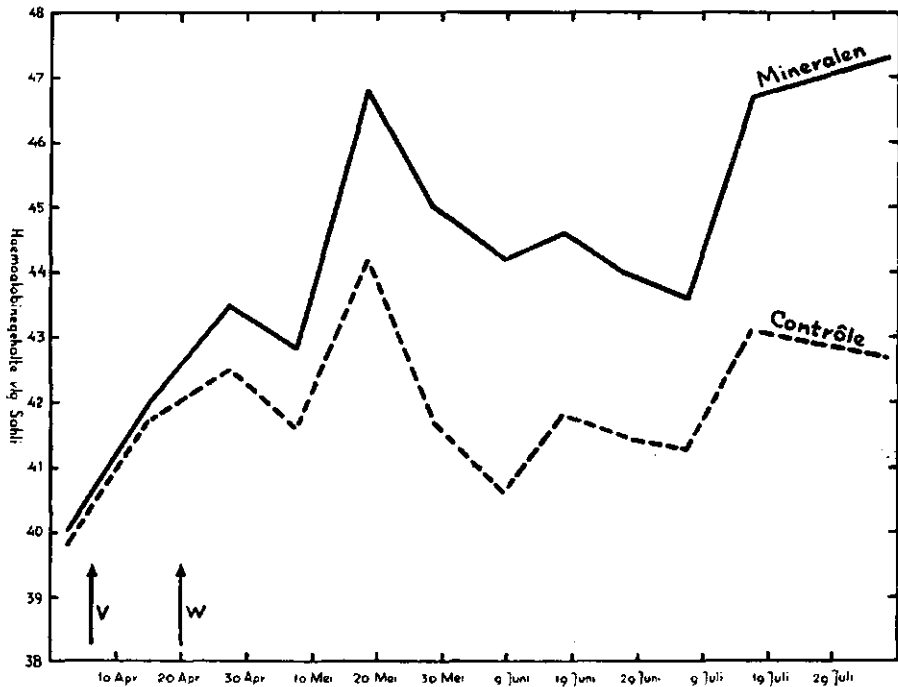
In deze grafiek stelt de getrokken lijn voor het beloop van het gemiddelde haemoglobinecijfer der met mineralen bijgevoerde groep en de stippellijn dat van de contrôlegroep. Het pijltje V geeft het begin der mineralenbijvoeding aan en het pijltje W het begin van den weidetijd.

Van belang was ook, dat bij sommige dieren geleidelijk een neiging tot diarrhoe naar voren kwam, die zich op sommige dagen méér, op andere dagen minder uitte. Hierdoor werd het mogelijk de diarrhoe als toetssteen te gebruiken. Lette men op de bevuling van het haarkleed met mest, dan werd een belangrijk verschil gezien. De proefkoeien waren nimmer vuil, terwijl

de contrôledieren, althans op sommige dagen, meerendeels wèl vuil waren. Op 6 Juli en 16 Juli werd b.v. het onderstaande genoteerd.

Groep I (mineralen)			Groep II (contrôle)		
Koe N°.	6 Juli	16 Juli	Koe N°.	6 Juli	16 Juli
36	schoon	schoon	49	schoon	schoon
47	schoon	schoon	51	iets vuil	iets vuil
46	schoon	schoon	50	zeer vuil	vuil
39	schoon	schoon	45	zeer vuil	vuil
43	schoon	schoon	41	schoon	schoon
425	schoon	schoon	35	iets vuil	vuil

De gunstige resultaten waren voor den eigenaar eveneens duidelijk, temeer daar op zijn bedrijf ook succes viel waar te nemen bij enkele buiten de proef staande dieren, welke duidelijk gunstig op de mineralen reageerden. Hij drong er op aan ook de contrôledieren mineralen bij te geven, tegen welchen aandrang wij met het oog op den toestand van enkele koeien niet in konden gaan, zoodat de proef op 6 Augustus werd beëindigd.



Proef B (bijvoeding met mineralen in de weide)

Reeds in Juni, toen er eenige teekening in de proef Mo₃ kwam, werden nog twee dergelijke proeven aangezet.

Op het bedrijf B, waar het jaar tevoren diarrhoe was voorgekomen, werden op grond van melkgift en leeftijd twee groepen, elk van zes dieren gevormd; in elk der beide groepen plaatste men vier dieren, welke het vorige jaar diarrhoe hadden gehad. Groep I kreeg van 16 Juni af hetzelfde mineralenmengsel als onder proef Mo₃ vermeld; er werd hier echter slechts drie dagen per week, telkens een dubbele dosis, gevoederd en wel door het personeel van het Laboratorium te Medemblik.

Tegen de verwachting deed zich op dit bedrijf geen diarrhoe voor, zoodat de uitkomst, wat dit betreft, niet duidelijk was.

Haemoglobinebepalingen werden verricht geheel in den aanvang der proef op 17 Juni en bovendien veel later op 11 October. De uitkomsten waren de volgende.

TABEL 5

Groep I (mineralen)			Groep II (contrôle)		
Koe N°.	17 Juni	11 Oct.	Koe N°.	17 Juni	11 Oct.
164	43,3	52,3	169	45,1	42,3
176	37,9	41,9	149	42,7	49,1
157	40,4	46,2	173	42,7	46,9
151	42,5	46,2	159	47,2	46,2
155	36,8	43,4	160	45,0	44,5
170	46,5	54,5	150	38,5	43,9
Gemiddeld	41,2	47,4	Gemiddeld	43,5	45,5

Gelijk men ziet, zijn de haemoglobinecijfers bij de proefgroep gemiddeld meer dan zes eenheden gestegen, bij de contrôlegroep slechts twee. Alle dieren van de contrôlegroep waren min of meer grijs, die van de proefgroep daarentegen practisch niet.

Een gunstige invloed van de mineralentoediening treedt dus ook hier aan den dag, ondanks het vrijwel uitblijven van de diarrhoe en ondanks het feit, dat de droge-stof-gehalten in den mest nagenoeg gelijk bleken te zijn.

Proef B1 (bijvoeding met mineralen in de weide)

Op het bedrijf B1 had men in de weide al spoedig met diarrhoe te kampen, niettegenstaande 1 à 1½ kg lijnkoek en hooi of stroo werden bijgevoerd.

Een twaalfstal dieren, die alle min of meer aangetast waren, werd in twee groepen, elk van zes, ingedeeld. Eén der groepen ontving weer het onder Mo_3 aangeduide mineralenmengsel; evenals op het bedrijf B werd drie maal per week gevoederd, telkens een dubbele portie, en wel gedurende den tijd van 16 Juni tot 5 September. Gedurende den loop der proef moest één dier wegens redenen, buiten de proef omgaande, worden verwijderd.

Ook hier was het verschil tusschen de groepen voor den eigenaar en voor ons duidelijk. Omtrent het uiterlijk der dieren werd 27 Augustus het volgende genoteerd.

Proefgroep		Contrôlegroep	
Koe N°.	Al of niet vuil	Koe N°.	Al of niet vuil
M 6	bijna niet vuil	S 3	zeer vuil
A 4	bijna niet vuil	W 2	vuil
F 7	vuil ¹⁾	N 8	bijna niet vuil
C 2	bijna niet vuil	M 1	iets vuil
J 12	weinig vuil	S 9	zeer vuil
		S 11	iets vuil

De contrôlegroep werd grijs, de proefgroep daarentegen niet.

Later werd de diarrhoe onder de contrôledieren erger, zoodat op 5 September aan 4 der contrôledieren mineralen werden toegediend, waarvan de eigenaar reeds op 10 September een gunstig resultaat meldde.

Proeven D en V (splitsing van het mineralenmengsel)

Bij de vorige proeven was duidelijk vastgesteld, dat het mineralenmengsel een gunstige werking uitoefende. Het werd daarom in onderstaande twee groepen gesplitst, welke naast elkaar werden beproefd.

Mengsel I	Mengsel II
Cobaltnitraat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) 0,10 g	Rattenkruit (As_2O_3) 0,005 g
Kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) 0,50 g	Natriummolybdaat ($\text{Na}_2 \text{MoO}_4$) 0,050 g
Mangaansulfaat ($\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) 1,00 g	Borax ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) 0,050 g
Zinksulfaat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) 1,33 g	Nikkelsulfaat ($\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) 0,100 g

¹⁾ Blijkbaar wegens een gebrek aan den staartwortel. Als gevolg van zwaar kalven was de anatomische bouw van den staartwortel zoodanig veranderd, dat bij de defaecatie de staart zeer onvoldoende werd opgelicht, zoodat deze steeds werd bevuild, terwijl de mest normaal was te noemen.

Op bedrijf V ontvingen drie dieren driemaal per week een dubbele portie van het mengsel I, drie andere van het mengsel II, terwijl de overige dieren voor contrôle dienst deden. De proef begon op 26 Juli en eindigde op 10 September.

De groep, welke mengsel I ontving, maakte duidelijk een beteren indruk dan de andere groep en dan de contrôledieren. De dieren der eerstgenoemde groep I waren schoon, behalve één koe, die in vorige jaren nóg dunner mest had; ook 's winters had deze koe dunnen mest. De dieren met mengsel II waren alle zeer vuil en hetzelfde gold van ettelijke der overige koeien, zoodat de proef werd afgebroken om ook aan deze dieren het werkzame mineralenmengsel te kunnen toedienen.

Ook op bedrijf D konden slechts groepjes van drie dieren worden geformeerd, welke weliswaar bij de indeeling vrij van diarrhoe waren, maar die eerder in den zomer toch reeds aangedaan zouden zijn geweest. De mineralenbijvoeding duurde van 26 Juli tot 11 October.

Echter liepen de dieren niet steeds bijeen in dezelfde weide, zoodat het resultaat voor ons minder gemakkelijk te overzien was. Niettemin kreeg de eigenaar beslist den indruk, dat mengsel I wèl hielp, mengsel II daarentegen niet.

Intusschen wezen ook de ervaringen van één onzer met zieke dieren van andere bedrijven, welke dieren geheel buiten de eigenlijke proeven stonden, geheel in dezelfde richting.

Proef K₁ (verdere splitsing van het mineralenmengsel)

Niettemin zouden wij de proefnemingen met de mengsels I en II nog op dezelfde wijze hebben herhaald, wanneer wij niet de beschikking hadden gekregen over een groot aantal pinken, welke geheel op onze aanwijzing werden behandeld. Dit was een groot voordeel, omdat de dieren der vorige proeven dikwijls extra krachtvoer ontvingen, hetgeen uit den aard der zaak de proeven minder betrouwbaar maakt en hetwelk slechts is te elimineeren, door de experimenten vaker te herhalen. Bij onze proeven K₁ en K₂ evenwel vond geen bijvoeding plaats.

Er waren 44 dieren beschikbaar, die bijkans alle min of meer vuil en gedepigmenteerd waren. Zij werden op 18 Augustus „voor de vuist weg” ingedeeld in zes groepen, de eerste twee elk van acht, de overige van zeven dieren.

Door het groote aantal der thans beschikbare dieren kon een nog verder gaande onderverdeeling der mineralen worden bewerkstelligd, n. l. in vier groepjes van twee; natuurlijk werden hierbij tevens de noodige contrôles aangezet. De mineralenbijvoeding aan de diverse groepen was nu de volgende.

TABEL 6

	Groep Ia (Cu, Co)	Groep Ib (Mn, Zn)	Groep IIa (As, Ni)	Groep IIb (Mo, B)	Groep III (Volledig)	Groep IV (Contrôle)
	g	g	g	g	g	
Cobaltnitraat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	0,100	—	—	—	0,100	—
Kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) . . .	0,500	—	—	—	0,500	—
Mangaansulfaat ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	—	1,000	—	—	1,000	—
Zinksulfaat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) . . .	—	1,333	—	—	1,333	—
Rattenkruit (As_2O_3)	—	—	0,005	—	0,005	—
Nikkelsulfaat ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ¹⁾	—	—	0,100	—	0,100	—
Natriummolybdaat (Na_2MoO_4) ²⁾	—	—	—	0,050	0,050	—
Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	—	—	—	0,050	0,050	—

Het dubbele van de in deze tabel opgegeven hoeveelheden werd weer driemaal per week door het personeel van het laboratorium van de Wieringer-meerdirectie toegediend.

Op 10 September werden alle proefdieren stuk voor stuk beoordeeld naar het meer of minder vuile uiterlijk en naar de conditie, alsook naar de haarkleur; maar wat dit laatste betreft, treedt natuurlijk niet zoo snel verbetering in. De uitkomsten omtrent de aantallen dieren, welke al of niet vuil waren, zijn saamgevat in de onderstaande tabel (uit groep III was één dier verwijderd).

Groep	Schoon	Iets vuil	Vuil	Zeer vuil
Ia (Cu, Co)	8	0	0	0
Ib (Mn, Zn)	2	1	2	3
IIa (As, Ni)	0	3	4	0
IIb (Mo, B)	2	1	3	1
III (volledig)	4	2	0	0
IV (contrôle)	1	2	2	2

Uit deze tabel blijkt wel, dat de toestand het best was bij groep Ia en bij groep III.

Eén en ander kwam eveneens in de conditie der dieren tot uiting.

Deze beoordeelingen werden herhaald op 17 September. Echter waren eenige van de slechtste dieren toen door de eigenaars uit de groepen verwijderd. Opvallend was, dat hiervan slechts één dier behoorde tot de groepen

¹⁾ Of dezelfde hoeveelheid nikkelchloride ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

²⁾ Of ammoniummolybdaat, maar in een dusdanige gewichtshoeveelheid, dat dezelfde hoeveelheid molybdeen werd verstrekt.

I a en III samen en niet minder dan negen tot de vier overige groepen. Ondanks dit was de conditie bij groep I a en III nog duidelijk beter.

In de beoordeeling van den toestand der dieren werd bij deze gelegenheid nog een belangrijke verbetering aangebracht. Bij elk dier werd n.l. met de hand uit den endeldarm een weinig mest genomen, waarin later het droge-stof-gehalte door drogen bij 100° C werd bepaald.

Deze droge-stof-cijfers in den mest waren de volgende: elk getal in deze tabel heeft betrekking op één dier.

TABEL 7

Percentages droge stof in den mest

Groep Ia (Cu, Co)	Groep Ib (Mn, Zn)	Groep IIa (As, Ni)	Groep IIb (Mo, B)	Groep III (Volledig)	Groep IV (Contrôle)
11,3	9,8	9,7	7,2	12,3	6,4
11,1	7,3	7,6	10,7	15,2	13,8
12,9	5,7	7,8	6,6	10,8	7,8
12,6	10,9	7,0	—	9,8	7,2
11,1	15,1	5,7	—	12,2	6,8
13,3	—	6,0	—	13,5	—
11,5	—	6,6	—	—	—
Gem. 12,0	9,8	7,2	8,2	12,3	8,4

Inderdaad blijken groep I a (Cu, Co) en groep III (volledig) de hoogste en praktisch gelijke droge-stof-cijfers te bezitten. Het scheen belangwekkend na te gaan of wellicht bij voortzetting der proef nog een verschil tusschen deze twee groepen aan den dag zou treden; men zou immers kunnen denken, dat ook nog een der andere elementen in het minimum zou zijn, zij het niet in zoo sterke mate als Cu en (of) Co.

De voortgezette waarnemingen op 4 en 11 October hebben echter geen verschillen van eenige beteekenis doen zien. De conditie was bij beide groepen goed en wat den mest betreft, werden de onderstaande gemiddelde droge-stof-gehalten vastgesteld.

	4 October	11 October
Groep Ia (Cu, Co)	10,2	11,7
Groep III (volledig)	10,0	11,2

Werd bij groep I a, 11 October, één monster met een zeer hoog droge-stof-gehalte van 16,9 % buiten beschouwing gelaten, dan was het gemiddelde 10,9; ook dan is er dus practisch geen verschil met groep III. Aanwijzingen voor de veronderstelling, dat ook nog andere elementen dan Cu en (of) Co invloed uitoefenen, werden dus niet gevonden. Wij konden ons daarom verder op de elementen Cu en Co concentreeren, temeer daar de ervaringen met zieke dieren, buiten de proeven staande, eveneens een gunstige werking van het Cu-Co-mengsel hadden leeren kennen.

Proef K₂ (koper en (of) cobalt)

Deze proef werd wederom genomen met een groot aantal pinken, die vrijwel alle min of meer aan diarrhoe leden. Wij hadden bij deze proef het voordeel, dat de dieren vóór de indeeling konden worden beoordeeld op haar-kleur, conditie en vuilheid, zoodat daarnaar de groepindeeling kon worden bewerkstelligd. Hiervoor werden telkens zoo goed mogelijke gelijke viertallen genomen, voor elk der vier groepen één dier, waarvan telkens het slechtste werd geplaatst in de groep, welke het heilzaam werkende Cu-Co-mengsel zou krijgen. Ook de mest werd onderzocht, maar kon bij de indeeling nog niet in aanmerking worden genomen. Bijvoeding, anders dan met het mineralenmengsel + wat lijnmeel (voor alle proefdieren even veel), om een soort koekjes te maken, werd niet toegepast.

De verschillende groepen ontvingen het volgende:

	Groep I	Groep II	Groep III	Groep IV
Kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0,500 g	0,500 g	—	—
Cobaltnitraat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	0,100 g	—	0,100 g	—

Wederom werd het dubbele van deze hoeveelheden drie maal per week aan de afzonderlijke dieren van de desbetreffende groepen toegediend.

De proef duurde van 20 September tot 11 October. De dieren liepen tot 9 October op een weide met slechte reputatie; daarna kwamen zij op een veld met stoppelklaver, waarvan het gewas de diarrhoe tegenging. Onderzoek der dieren vond plaats op 4 en 11 October.

Om het beloop der proef weer te geven, volstaan wij met de vermelding van de droge-stof-gehalten van den mest, er aan toe voegende, dat de beoordeeling naar vuilheid en conditie hiermede redelijk wel overeenkwam.

TABEL 8

Groep I (Cu, Co)				Groep II (Cu)			
N ^o .	Vóór aanvang proef 20 Sept.	4 Oct.	11 Oct.	N ^o .	Vóór aanvang proef 20 Sept.	4 Oct.	11 Oct.
1	6,3	6,7	9,5	21	6,6	5,2	10,0
2	5,5	11,6	— ⁴⁾	22	6,8	— ⁵⁾	6,7
3	5,3	6,6	18,1 ¹⁾	23	6,6	7,1	8,7
4	8,3	11,9	9,7	24	5,9	7,1	13,3 ¹⁾
5	9,6	10,4	11,4	25	6,5	8,2	8,1
6	6,0	7,3	9,8	26	12,6	8,9	11,2
7	5,4	11,6	9,9	27	9,2	7,5	11,7
8	12,7	9,6	13,1	28	6,8	5,7	9,3
9	8,8	8,4	13,4	29	9,0	8,4	9,6
10	6,4	8,4	10,8	30	13,8	7,3	11,0
11	6,0	— ²⁾	9,5	31	6,8	6,2	9,2
Gem.	7,4	9,2	11,5 (10,8)		8,4	7,2	9,9 (9,6)

Groep III (Co)				Groep IV (Contrôle)			
N ^o .	Vóór aanvang proef 20 Sept.	4 Oct.	11 Oct.	N ^o .	Vóór aanvang proef 20 Sept.	4 Oct.	11 Oct.
41	6,9	4,6	9,3	61	7,1	4,4	9,6
42	10,9	6,0	7,4	62	7,1	4,0	8,4
43	8,7	5,2	7,5	63	8,5	8,0	9,2
44	8,5	6,8	10,0	64	10,2	8,2	7,3
45	6,2	4,4	8,5	65	5,6	5,1	7,9
46	10,4	7,9	10,3	66	7,0	5,4	8,3
47	5,5	6,2	6,5	67	10,0	4,5	7,8
48	7,8	4,4	7,7	68	11,5	5,7	7,5
49	6,6	4,3	8,9	69	8,6	5,4	6,6
50	7,8	— ³⁾	—	70	6,8	5,1	8,0
51	12,1	7,9	9,3	71	6,3	4,1	8,7
				72	10,8	6,2	8,7
Gem.	8,4	5,8	8,5		8,3	5,5	8,2

¹⁾ Endeldarm bijna leeg. Bij de berekening van de gemiddelden tusschen haakjes zijn deze waarden (van n^o. 3 en n^o. 24) uitgeschakeld.

²⁾ Endeldarm leeg, zoodat geen monster kon worden verkregen.

³⁾ Dit dier is in den loop der periode 20 Sept.—4 Oct. door den eigenaar weggehaald.

⁴⁾ Dit monster droeg door een misverstand hetzelfde nummer als een ander uit groep III van de proef K₁ en is daarom buiten beschouwing gelaten. Het droge-stofpercentage bedroeg 9,8 of 10,7.

⁵⁾ Monsterfleschje gebroken.

Een overzicht van de gemiddelden der tabel vindt men nog in het onderstaande staatje.

	Vóór aanvang op 20 Sept.	4 October	11 October
Groep I (Cu, Co)	7,4	9,2	11,5
Groep II (Cu)	8,4	7,2	9,9
Groep III (Co)	8,4	5,8	8,5
Groep IV (contrôle)	8,3	5,5	8,2

Men ziet, dat de diarrhoe-weide haar reputatie heeft gehandhaafd, aangezien bij groep IV (contrôle) het droge-stof-gehalte op 4 October aanzienlijk lager was dan bij den aanvang op 20 September. De stoppelklaver daarentegen heeft een aanmerkelijke verbetering gebracht, zonder dat overigens bij deze groep IV maatregelen zijn genomen.

Bij groep III (Co) is het beloop van de gehaltecijfers vrijwel gelijk geweest aan dat bij groep IV (contrôle). Cobalt alleen heeft dus practisch niets uitgewerkt.

Vergelijkt men daarentegen de groep I (Cu, Co) met de beide zoeven genoemde groepen, dan is het verschil opvallend. Op 4 October zien wij n. l. een stijging van niet minder dan 1,8 % en na den overgang op stoppelklaver nog een verdere stijging tot 11,5 %.

Waren de uitkomsten tot zoover reeds belangwekkend, de groep II (Cu) leverde nog een verrassing op. Immers, waar het Co alléén onwerkzaam was gebleken, hadden wij van het Cu alléén (groep II) dezelfde werking als van Cu + Co (groep I) verwacht. De uitkomst was anders; het Cu alléén was n. l. wél werkzaam, maar in minder sterke mate dan de combinatie. Vooral op 4 October trad dit naar voren. Toen was het gemiddelde droge-stof-gehalte bij groep I (Cu, Co) $2,09 \pm 0,75$ % hooger dan bij groep II (Cu) en bij deze groep $1,65 \pm 0,55$ % hooger dan bij groep IV (contrôle). In beide gevallen was het verschil méér dan het dubbele van de middelbare fout, zoodat er zeer veel kans bestaat, dat het wezenlijk was. Het verschil tusschen de Cu-Co- en de contrôlegroep was natuurlijk eveneens wezenlijk; het bedroeg $+ 3,74 \pm 0,76$ %.

Voorts hebben wij nog nagegaan de verandering van het droge-stof-gehalte van den mest tusschen den aanvang der proef en 4 October, daarbij alleen die dieren mederekenende, welke beide malen onderzocht waren.

De toeneming bedroeg bij groep I, II en IV achtereenvolgens +1,82, —1,22 en —2,78 %. Het verschil beliep:

tusschen groep I (Cu, Co) en groep II (Cu)	+3,04 ± 1,18 %.
tusschen groep II (Cu) en groep IV (contr.)	+1,56 ± 0,92 %.
tusschen groep I (Cu, Co) en groep IV (contr.)	+4,60 ± 1,04 %.

Wederom blijkt er een wezenlijk verschil te bestaan tusschen de Cu-Co-groep en de Cu-groep; echter is het verschil tusschen de laatstgenoemde groep en de contrôlegroep ditmaal niet wezenlijk. Toch behoeft, niet alleen wegens het eerder gezegde, maar ook volgens ervaringen met buiten de proeven staande zieke dieren, aan de gunstige werking van enkel kopersulfaat niet getwijfeld te worden. Echter moeten wij besluiten, dat het Cu-Co-mengsel werkzamer was dan het Cu alleen, althans wanneer hier geen samenloop van toevallige factoren in het spel was, hetgeen zonder herhaling bij dergelijke proeven nog niet geheel is uit te sluiten; natuurlijk dient dit punt nog verder onderzocht te worden.

Hiermede moesten de proeven worden afgesloten. Het resultaat heeft gemaakt, dat het niet verantwoord werd geacht de contrôlegroepen langer zonder de werkzame mineralen te laten.

De gunstige werking van de mineralen, gepaard met de reeds vroeger genoemde argumenten, wijst er wel sterk op, dat hier een mineraaldeficiëntie in het spel is. Of men echter daarmede alle verschijnselen zal kunnen verklaren, is twijfelachtig, gezien de snelle veranderingen, welke bij verweiden in den toestand der dieren kunnen intreden. Hierboven zagen wij daarvan een voorbeeld bij den overgang van gras op klaver, waarbij later de kopergehalten in het bestand practisch gelijke gemiddelde waarden bleken te hebben (resp. 7,9 en 8,0 mg per kg droge stof). Ook hier hebben wij dus weer een aanwijzing, dat er nog een of meer andere factoren dan de mineralen, althans dan het koper in het gras, in het spel zijn¹⁾.

¹⁾ Noot bij de correctie.

In een juist verschenen mededeeling van FERGUSON, LEWIS en WATSON (*Nature* 141 (1938) 553, 26 Maart), wordt verband gelegd tusschen de diarrhoe en een hoog gehalte van het gras der „teart pastures” aan molybdeen. Dit gehalte zou zóó hoog zijn, dat de dieren met een gemiddeld dagrantsoen gras van echte „teart pastures” zelfs 1,36 g Mo per dier per dag zouden opnemen. Proefvoeding van deze hoeveelheid molybdeen aan vijf droogstaande koeien bewees hen, dat hiermede inderdaad hevige diarrhoe kon worden opgewekt.

Natuurlijk is deze mededeeling een aanleiding voor ons om na te gaan, of er in het gras van de diarrhoe-weiden in den Wieringermeerpolder eveneens van een verhoogd gehalte aan molybdeen sprake kan zijn.

Men zou b.v. ook kunnen denken aan de grootere hoeveelheden aarde, welke de dieren op den lossere bodem van de stoppelweide bij het grazen ongetwijfeld opnemen.

Dat er overigens bij een ziekte, welke op een behandeling met koperen ijzerzouten gunstig reageert, nog niet altijd sprake behoeft te zijn van een deficiëntie dezer mineralen in den gewonen zin van het woord, maakt ook een onlangs verschenen publicatie van RUSOFF c. s.¹⁾ aannemelijk.

Zij onderzochten het gras van gronden in Florida, die wèl en die niet „salt-sick” waren, quantitatief spectrographisch op koper en andere in sporen voorkomende elementen. Daarbij vonden zij voor ziek en gezond land, dat te voren al of niet door afbranden van de oude halmen was ontdaan, de volgende gemiddelde kopergehalten (mg per kg droge stof).

Zieke gronden, afgebrand	8,0
Zieke gronden, niet afgebrand.	6,2
Gezonde gronden, afgebrand.	6,8
Gezonde gronden, niet afgebrand	8,0

Hoewel het gras, dat bij dit onderzoek gebruikt werd, was verkregen van extreem „saltsick”- en van gezond land, wijst een vergelijking van de kopergehalten er op, dat kopergebrek in den absoluten zin van het woord niet de eenige aetiologische factor van „salt-sickness” kan zijn, hoewel toch het genoemde metaal bij de behandeling van deze afwijking duidelijk werkzaam is.

Wij achten het onderzoek hiermede dus geenszins afgesloten. Bovendien moet nog blijken, in hoeverre het practische resultaat geheel afdoende zal zijn. Niettemin scheen thans een geschikt oogenblik gekomen om de tot nu toe verkregen resultaten samen te vatten.

SLOTSOM

De proefnemingen hebben geleerd, dat bij de in den Wieringermeerpolder voorkomende weidediarrhoe de toediening van een mengsel van kopersulfaat (sulfas cupricus puriss., $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, driemaal per week 1,0 g) en cobaltnittraat (cobaltum nitricum oxydulatum pro analysi, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Merck, driemaal per week 0,20 g) gunstig werkt. Van cobaltnittraat alléén werd geen gunstig gevolg gezien, van kopersulfaat echter wel. Het is waarschijnlijk, dat kopersulfaat + cobaltnittraat samen gunstiger werken dan kopersulfaat alleen. In hoeverre eventueele „verontreinigingen” van de genoemde zouten een rol kunnen spelen, is nog niet nagegaan.

¹⁾ RUSOFF, ROGERS, GADDUM, *J. of Agric. Res.* 55 (1937) 731.

Een mengsel met de elementen Cu, Co, Mn, Zn, As, Ni, Mo en B werkte niet gunstiger dan het kopersulfaat-cobaltnitrat-mengsel.

De uitkomsten wijzen er sterk op, dat een mineraal-deficientie een belangrijke rol speelt bij de pathogenese van de weidediarrhoe in den Wieringermeerpolder.

Om eventueele nadeelige giftwerkingen door de toegediende mineralen te voorkomen, is het bij de practische toepassing van deze uitkomsten aangegeven, zoo eenigszins mogelijk, ook voor volwassen dieren kleinere doses Cu en eventueel Co te gebruiken dan bij deze proeven is geschied en zeker geen grootere ¹⁾. Jongere dieren geve men steeds minder dan volwassen dieren, al naar hun lichaamsgewicht.

SUMMARY

Feeding experiments with milch-cows and one year heifers proved, that a mixture of coppersulfate (sulf. cupric. puriss., $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, three times a week 1,0 g) and cobaltnitrate (cobalt. nitr. oxydulatum pro analysi, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Merck, three times a week 0,20 g) was succesfull in preventing and curing diarrhoea on „scouring pastures” in the Wieringermeerpolder, a lately drained part of the Zuyderzee.

Cobaltnitrate alone had no curative effect, but coppersulfate worked wholesome in absence of cobaltnitrate. It was likely, however, that copper and cobalt together worked better than copper alone. It has still to be considered whether it is possible that „contaminations” of the used salts have been affecting these results.

A salt mixture containing the minerals Cu, Co, Mn, Zn, As, Ni, Mo and B did not work better than the abovementioned coppersulfate-cobaltnitrate mixture.

The results of these experiments make it appear probable, that a mineral deficiency is of real importance in the pathogenesis of the diarrhoea on the „scouring pastures” in the Wieringermeerpolder.

¹⁾ Wat het cobalt betreft, zag men in Australië bij runderen reeds een gunstige werking van niet meer dan 1 mg cobalt, overeenkomende met circa 5 mg van het door ons gebruikte cobaltzout (FILMER, UNDERWOOD, *Austr. Vet. J.* 13 (1937) 57).