

J. M. van Leeuwen

Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn', Hoorn

Keukenzout in de rundveevoeding

Fysiologische gevolgen van de verstrekking van keukenzout in
natriumarme en niet-natriumarme rantsoenen

With a summary in English



1970 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*
Wageningen

2062622

ISBN 90 220 0198 9

De auteur J. M. van Leeuwen promoveerde op 14 mei 1970 aan de Rijksuniversiteit te Utrecht op een gelijkkluidend proefschrift tot doctor in de diergeneeskunde.

© Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1970.

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 by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

Inhoud

1 Inleiding	3
2 Literatuurbespreking	5
2.1 Keukenzout als 'voedingsstof'	5
2.1.1 Het vaststellen van de natriumbehoefte	5
De meetmethoden	5
De natriumbehoefte	7
2.1.2 Factoren die van invloed zijn op het vaststellen van de natriumbehoefte of de natriumvoorziening	13
Etmaalvariaties	13
Jaarvariaties	16
Rantsoeninvoeden	17
Andere invloeden	19
2.2 Keukenzout als 'actieve stof'	20
2.2.1 Niet-toxische eigenschappen	21
Smaakbeïnvloeding	21
Digestiebeïnvloeding	21
Stofwisselingsbeïnvloeding	21
2.2.2 Toxische eigenschappen	23
Zout in drinkwater	23
Zout in voedsel	24
3 Probleemstelling	26
4 Methoden	27
5 Onderzoekingen	32
5.1 Keukenzout als supplement in natriumarme rantsoenen	32
5.1.1 Een oriënterende proef met 4 melkkoeien	32
5.1.2 Een opfokproef met vrouwelijk vee	41
5.1.3 Een periodenproef met verschillende zoutregiems	51
5.1.4 Een proef met afkalvende volwassen koeien	65
5.1.5 Enkele aanvullende onderzoekingen	88
Variatie in de wateropneming en in de samenstelling van bloed, speeksel en melk in de loop van de lactatieperiode	88

Variatie in de wateropneming en in de samenstelling van bloed, speeksel, melk en mest rond de partus	96
Variatie in de samenstelling van speeksel, urine en mest gedurende het etmaal	101
Variatie in de samenstelling van bloed, speeksel en mest tengevolge van het rantsoen	107
5.2 Keukenzout als supplement in niet-natriumarme rantsoenen	114
5.2.1 Een rantsoen met een silage van slechte kwaliteit	114
5.2.2 Betekenis van extra keukenzout in het rantsoen tijdens de droogstand voor het optreden van retentio secundinarum	137
5.2.3 Mineralenbalansen bij voedselovergangen en overmatige watertoediening	150
5.2.4 Invloed van extra keukenzout op de verteerbaarheid van het rantsoen	169
5.2.5 Zout als conserveermiddel in grassilages	179
5.2.6 Zout als smaakstof	191
Samenvatting en conclusies	199
Summary and conclusions	203
Literatuur	207

1 Inleiding

De reacties van rundvee op de verstrekking van keukenzout wekken bepaalde verwachtingen voor het onderzoek naar de natriumbehoefte. De gretigheid, waarmee de dieren het zout in de praktijk soms opnemen en de vaak ogenschijnlijke verbetering van de gezondheid (en) of de produktie vormden dan ook de directe aanleiding tot het hier beschreven onderzoek.

In de oudheid wist men al, dat het vee veel zout 'nodig' had. In de Romeinse tijd was het gebruikelijk zout door het hooi te mengen en het vee in de weide zout te geven. Ook Giambatista Basile (1575-1632) vermeldt in de *Pentameron* een grote gulzigheid van schapen voor zout. Wolf (1958) beschrijft, dat vanouds wilde geiten en koeien zich in zee begeven om te drinken.

De kwantitatieve aspecten van de zoutverstrekking en de mogelijke betekenis daarvan voor de stofwisseling van het dier zijn evenwel pas in de twintigste eeuw onderwerp van onderzoek geworden. Als eerste onderzoeker kan Babcock (1905) worden vermeld. Op het Landbouwkundig Proefstation van de Universiteit van Wisconsin nam hij waar, dat koeien per dag wel 2 ounce (56 g) zout opnamen. Wanneer de dieren de vrije beschikking hadden over zout vertoonden ze een betere eetlust en waren ze minder gevoelig voor veranderingen in het rantsoen. Brouwer (1935) constateerde, dat de urine van weidend melkvee soms amper aantoonbare hoeveelheden natrium bevatte. Hij bepleitte bovendien, dat het onderzoek van mest en urine de voorkeur verdient boven rantsoenanalyses om een voor de praktijk betrouwbaar inzicht te krijgen in de mineralenvoorziening van het vee. Van der Grift (1953 en 1954) constateerde in de praktijk soms gunstige resultaten bij de behandeling of voorkoming van bepaalde afwijkingen bij het vee, wanneer keukenzout in een 2½ %-waterige oplossing of in een andere vorm aan de dieren werd verstrekt. De afwijkingen bestonden uit onvruchtbaarheid (Schermer), kopziekte (N.Holland en Friesland), bloedwateren (N.Brabant, Utrecht, N.O.-polder, Drente), het drinken van elkaars urine bij kalveren (N.Holland) en blijkens latere ervaringen het aan de nageboorte blijven staan.

Enige jaren later vonden Talsma en Van der Grift (persoonlijke mededeling), dat de urine van patiënten met slepende melkziekte soms een verhoogd Na- en een verlaagd K-gehalte vertoonde. Van Adrichem (1962) nam hetzelfde waar en veronderstelde, dat naast een eventueel gebrekkige bijnierfunctie, met verminderde Na-retentie, de bij acetonæmie vaak voorkomende acidosis de Na-uitscheiding kon bevorderen. Het 'zienderogen' vermageren van een acetonæmiepatiënt zou mede het gevolg kunnen zijn van groot Na- en vochtverlies. Onder (minder gunstige)

praktijkomstandigheden zou de Na-behoefte dus wel eens hoger kunnen zijn dan onder geconditioneerde instituutsomstandigheden, waarin de meeste proeven gewoonlijk plaatsvinden.

Ofschoon evenals bij de mens (Oomen, 1967) de zouthonger van het rund de zout-behoefte sterk kan overtreffen, waren voornoemde waarnemingen voldoende aanleiding voor een aanvullend onderzoek betreffende de reacties van het dier, verkerende onder verschillende omstandigheden, op de verstrekking van keukenzout.

2 Literatuurbespreking

2.1 Keukenzout als 'voedingsstof'

2.1.1 Het vaststellen van de natriumbehoefte

Van de beide elementen in keukenzout, natrium en chloor, wordt natrium in de veevoeding als het meest belangrijke beschouwd. Daar in de bij de onderhavige studie gebruikte rantsoenen het chloride-gehalte vaak hoog was of verhoogd werd, is in het navolgende voornamelijk naar de invloeden van het natrium-ion gekeken.

De meetmethoden

De methoden om de Na-behoefte van een dier te meten zijn te onderscheiden in directe en indirecte.

Als voornaamste directe methoden kunnen worden genoemd de balansproef en de voederproef.

Balansproeven. Bij een groot aantal balansproeven met verschillende Na-niveaus in het voer (Kemp, 1964) kan nauwkeurig worden vastgesteld bij welk niveau de Na-balans negatief wordt. Bij de negatieve balans blijft de opgenomen hoeveelheid Na beneden de totaal uitgescheiden hoeveelheid. De balansproeven worden met enkele dieren uitgevoerd, duren in de regel slechts kort (± 10 dagen) en de proefomstandigheden worden nauwkeurig gecontroleerd.

Voederproeven. Bij de voederproef wordt over langere tijd en met een groter aantal dieren per groep, aan een Na-arm grondrantsoen verschillende hoeveelheden zout toegediend (Smith en Aines, 1959). Aan de nulgroep wordt aan het eind van de proef extra Na toegediend om de gebreksverschijnselen, voorzover mogelijk, weer op te heffen.

Bij de voederproef zijn de omstandigheden in de regel minder nauwkeurig, ze benadert meer de praktijk en is een onmisbare aanvulling op de balansproef.

Bij de directe meetmethoden voor de Na-behoefte zal steeds de Cl-voorziening op een voldoende hoog niveau moeten worden gehouden om te voorkomen dat de waarnemingen door Cl-gebrek worden vertroebeld.

Van de directe meetmethoden zijn een aantal indirecte methoden af te leiden welke plaats kunnen vinden door onderzoek van de grond, het rantsoen of het dier. Bij de indirecte methoden wordt niet zozeer de behoefte zelf gemeten als wel de mate, waarin onder bepaalde omstandigheden in de behoefte wordt voorzien. Daarbij dienen de methoden waarbij grond of gewas zijn betrokken vooral preventief en die waarbij het dier is betrokken vooral curatief-diagnostisch te worden gewaardeerd. Aan alle methoden kleven beperkingen, zoals uit het volgende moge blijken.

Grondonderzoek. Analyse van de grond geeft slechts een zeer globaal beeld van de Na-voorziening van het dier. Men kan een indruk krijgen van wat de bodem aan de plant kan leveren, de invloed van de botanische samenstelling (kruiden, klavers, grassen) blijft daar evenwel buiten (Henkens en Van Luit, 1963; Lammers, 1967). Wanneer de (K-) bemesting bekend is, behoudt deze indruk gedurende enige jaren haar waarde.

Rantsoenonderzoek. Onderzoek van het rantsoen is alleen van belang indien alle componenten ervan hierbij worden betrokken (bijv. lokkoekjes, likstenen, losse mineralen e.d.). Men verkrijgt echter een meer gedetailleerd beeld van de Na-voorziening van het vee dan bij het grondonderzoek. Het rantsoenonderzoek geeft geen indicatie omtrent de voorziening op een later tijdstip, bijvoorbeeld omdat gras van een ander perceel wordt opgenomen. Herhaalde bemonstering is dan gewenst. Dit geldt trouwens ook voor grondonderzoek.

Urine-onderzoek. Ter algemene oriëntering omtrent de Na-voorziening van het dier op een bepaald moment kan het urine-onderzoek worden gehanteerd (Van der Grift, 1963). Het dier zal haar overschot aan Na bij een ruime voorziening vooral via de urine proberen af te geven. Anderzijds zal het dier bij Na-tekort op de eerste plaats willen bezuinigen door onnodig Na-verlies met de urine te voorkomen. Het kan dit doen door de produktie van het mineralo-corticoid aldosteron te verhogen (Luetscher en Johnson, 1954; Thorn e.a., 1957). In verband met de schommelingen in de Na-uitscheiding gedurende de dag (Larvor en Brochart, 1959) zou men kunnen kiezen voor een vast uur waarop deze schommelingen in de uitscheiding zowel als het niveau van de uitscheiding laag zijn (Van der Grift, 1963) of voor een uur waarop het Na-niveau in de urine representatief is voor het gehele 24-uurs traject. In verband met het laatste kozen Larvor e.a. de namiddag, terwijl in Hoorn en elders in Nederland vaak de vroege-ochtendurine gebruikt werd en soms nog wordt.

Speekselonderzoek. Kemp en Geurink (1967) wijzen het urine-onderzoek ter beoordeling van de Na-voorziening in de praktijk af wegens de grote variatie in de Na-uitscheiding gedurende de dag. Zij spreken de voorkeur uit voor speekselonderzoek, vooral omdat de speekselsamenstelling (Na en K) een inzicht geeft in welke mate de mobiele Na-voorraad van het rund is aangesproken op een Na-deficiënt rantsoen. Deze mobiele voorraad is aanwezig in een kringloop van Na, die zich beweegt van

de voormagen via het bloed naar de speekselklieren en vandaar met het doorgeslikte speeksel weer terug naar de voormagen (z.g. rumino-salivale kringloop, Frens, 1965). Wellicht kan beter gesproken worden van een entero-salivale kringloop, daar de Na-resorptie volgens Van 't Klooster (1967) vooral in de darmen plaatsvindt. De daling van het Na-gehalte en de stijging van het K-gehalte van het speeksel treden op onder invloed van de verhoogde aldosteron productie op een Na-arm rantsoen. Bijnierextirpatie voorkomt de speekselreactie (Denton, 1957; McDonald e.a., 1958; Dobson, 1960). Ofschoon het speekselonderzoek geen inzicht geeft in de Na-voorziening boven de behoeftenorm kan toch bij een bepaalde speekselsamenstelling voorspeld worden, dat onder Nederlandse omstandigheden de eerste paar maanden geen klinische verschijnselen van Na-gebrek te vrezen zijn (Kemp en Geurink, 1966). Dit maakt het speekselonderzoek mede zeer geschikt voor onderzoek op z.g. klachten-bedrijven.

Zou Na-gebrek optreden terwijl tegelijk de bijnieren geheel of gedeeltelijk inactief zijn (Sybesma, 1961; Van Adrichem, 1962), dan vermindert de waarde van het speeksel- en urine onderzoek voor het opsporen van Na-gebrek. In het algemeen zullen echter de ziekten, die door bijnierinsufficiëntie veroorzaakt worden, behandeling behoeven voordat de behandeling van het alimentair Na-gebrek plaats zal vinden; Na-gebrek ten gevolge van bijnierinsufficiëntie wordt behandeld door de bijnierinsufficiëntie te behandelen.

Overig dieronderzoek. Ook de mest reageert op een lage Na-voorziening (Renkema e.a., 1962, Helfferich e.a., 1965). De Na/K-verhouding in de mest wordt mede beïnvloed door aldosteron (Davis e.a., 1959). Daar gedurende de dag het Na-gehalte in de mest verandert (Larvor e.a., 1959) is het ook hier gewenst dat het voor onderzoek te nemen monster op een vast uur wordt genomen.

Zoals bij het speeksel, reageert ook de samenstelling van het pensvocht op een te lage Na-voorziening (Kemp en Geurink, 1966). Het nemen van monsters pensinhoud stuit evenwel op praktische bezwaren.

In het bloed vindt men pas in een laat stadium van ernstig Na-gebrek duidelijk verlaagde Na-gehalten (Smith en Aines, 1959), zodat voor een tijdige opsporing van Na-deficiëntie analyse van het plasma weinig gebruikt wordt. De bloedindikking (haematokriet) welke ook bij Na-gebrek optreedt is niet voldoende specifiek om als een belangrijk criterium voor het vaststellen van Na-deficiëntie te kunnen worden gebruikt. De melk heeft een zo constant Na-gehalte (Smith en Aines, 1959), dat dit voor de beoordeling van de Na-voorziening niet in aanmerking komt. Het vitamine-C-gehalte van de melk stijgt bij Na-gebrek (Smith en Aines, 1959), maar hierover is te weinig onderzoek verricht om er verder veel over te kunnen zeggen.

De natriumbehoefte

Balansproeven. Uit een groot aantal balansproeven met koeien waarbij zowel gras (vers gemaaid) als winterrantsoenen werden gevoerd concludeert Kemp (1964), dat

de Na-balans in evenwicht is, wanneer minimaal 3 gram Na per dag in de urine wordt uitgescheiden. Is de Na-opneming uit het voer zo laag, dat de dagelijkse Na-uitscheiding minder dan 3 gram bedraagt, dan wordt de Na-balans negatief en wordt Na aan het lichaam onttrokken.

Bij een voldoende of ruime natriumvoorziening werden bij deze proeven ook steeds positieve balansen gevonden van ongeveer 2,5 gram. Dit kan samenhangen met huidverdamping en kwijlen. Hierdoor komt dan de onderhoudsbehoefte op 5,5 gram. Naast deze voor onderhoud benodigde hoeveelheid Na bedraagt de behoefte voor uitscheiding in de melk ongeveer 0,40 g Na per liter. Bij een melkproduktie van 25 liter per dag bedraagt de minimale behoefte aan 'benutbaar' natrium dus $5,5 + 25 \times 0,40 = 15,5$ gram per dag. Als we aannemen dat van het opgenomen natrium 80% wordt geresorbeerd dan bedraagt de dagelijkse behoefte aan voedernatrium $100/80 \times 15,5 = 19,4$ gram. Bij een droge-stofopneming van 15 kg per dag moet het Na-gehalte van het rantsoen dus minimaal 0,13% bedragen. Bij incalculeren van enige veiligheidsmarges komt Kemp op een optimale behoefte van 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen.

Voederproeven. De conclusies van Kemp vormen een bevestiging van de onderzoeken van Smith en Aines (1959). Deze onderzoekers hebben bij hoogproductieve melkkoeien (± 6000 l. melk per jaar) op een zeer Na-arm rantsoen over een lange tijd (25 maanden) de verschijnselen van Na-deficiëntie bestudeerd. Het basisrantsoen voor hun 30 proefdieren bestond uit gras-klaverhooi, maissilage en krachtvoer. Naast de Na-arme groep werden 3 groepen op hetzelfde rantsoen gehouden, maar aangevuld met 15, 60 en 120 gram NaCl per dier per dag. In de nul-groep met circa 9,5 gram Na per dier per dag en bij de eerstvolgende groep met 15,5 g Na per dier per dag traden al spoedig tekenen van zoutgebrek op: zouthonger, verminderde eetlust en een scherpe daling van het Na- en het Cl-gehalte in de urine. De zouthonger trad bij de nul-groep reeds na enige weken op, was bij beide groepen het minst tijdens de droogstand en het sterkst aan het begin van de lactatie. Na 2 maanden begonnen de koeien uit de nul-groep minder te eten. Ze aten met urine doortrokken stro en hooi van de mestvaalt. Zeer opvallend was ook dat ze de urine dronken van koeien die 60 en 120 gram NaCl extra kregen en niet van koeien uit de Na-arme groepen. Na 6 maanden werd de eetlust van de nul-groep nog minder en aten ze modder en gier. Bovendien nam de likzucht toe. Na 10 maanden, de dieren werd inmiddels belet urine of modder op te nemen, daalde het lichaamsgewicht van de nul-groep opmerkelijk, terwijl de melkproduktie reeds eerder sterk omlaag was gegaan. Bij de eetlustdepressie nam eerst de silage-, daarna de hooi- en tenslotte pas de meelopneming af. De dieren vertoonden een opgetrokken buik, waren schraal en hadden een ruw en dof haarkleed.

Nadat tijdens de droogstand enige verbetering werd geconstateerd in de eetlust, namen de verschijnselen tijdens de tweede lactatieperiode in alle hevigheid toe. De dieren van de groep die 15 gram NaCl per dier per dag extra kregen, gaven tijdens deze lactatie ook minder melk. Een paar koeien van de nul-groep vertoonden tenslotte

zenuwverschijnselen zoals spierrillingen, incoördinatie en slapte. Dit eindigde in cardiale arhythmie en dood. De dieren van de nul-groep kwamen vaak niet in oestrus en wanneer ze wel tochtig werden, werden ze toch niet drachtig, ook niet na 6-10 inseminaties. De bijnieren van de dieren met zoutgebrek waren sterk vergroot. Het bloedplasma had een verlaagd natrium- en chloridegehalte. Na toediening van NaCl en NaHCO₃ trad een dag na de toevoeging een dramatische verbetering op, vooral ook in de melkproduktie. MgCl₂ hielp niets, maar als daarna NaHCO₃ werd gegeven, dan steeg de melkproduktie onmiddellijk. Daar de dieren, die 60 gram NaCl extra kregen geen enkel gebreksverschijnsel vertoonden (33,5 g Na p.d.p.d), werd geconcludeerd dat de behoefte van de dieren aan Na gelegen was tussen 15,5 en 33,5 g Na (schatting 21,3 g) per dag. Deze schatting van de Na-behoefte komt goed overeen met de waarden van Kemp, gevonden in balansproeven. De algemene conclusie was bovendien, dat het lang kan duren voordat de dieren gebreksverschijnselen gaan vertonen, wanneer zij op een Na-arm rantsoen zijn gesteld. De dagelijkse chlooropneming in de 0-groep bedroeg 83 gram. Bij 15 kg droge stof zou dit neerkomen op 0,55%. Hierin is het chloride-gehalte van het water (17 mg%) begrepen.

Babcock (1905) geeft aan dat het rund naast het soms wisselende voer-Na voor onderhoud nodig heeft 8,4 g Na en 0,8 g Na voor elke kg geproduceerde melk. Forbes e.a. (1917) komen op een Na-behoefte van 23-24 gram per dier per dag. Du Toit e.a. (1934) menen dat het rund slechts 11,5 g Na per dag nodig heeft. Miller e.a. (1924) schatten de behoefte op 18,7-22,4 g Na per dier per dag. De door Kemp gevonden waarde van ca. 0,15% Na in de droge stof komt derhalve redelijk met de andere literatuurgegevens overeen.

Voor groeiende, niet lacterende of droogstaande dieren is de behoefte gering. Theiler e.a. (1927) zagen van 1,5 g Na en 5 g Cl per dag bij pinken geen beïnvloeding van de groei, doch wel afwijkingen bij het kalven. Du Toit e.a. (1934) concluderen dat voor groei slechts 0,02% Na en 0,07% Cl in de droge stof van het voer nodig is.

Grondonderzoek. Het Na-gehalte van gras wordt voor een belangrijk deel bepaald door het Na-gehalte en het 'K-getal' van de grond. Henkens (1965-1) geeft aan, dat bij een gegeven Na-gehalte van de grond het Na-gehalte van het gras daalt met toeneming van het K-getal van de grond. K-getallen boven de 30 veroorzaken een zeer geringe extra daling van het Na-gehalte van het gras. Het Na-gehalte van gras stijgt met toenemend Na-gehalte van de grond. Het effect van Na-bemesting is het grootst bij lagere K-getallen van de grond. Kaliummeststoffen verlagen het Na-gehalte van het gras vooral als het K-getal van de grond laag en het K-gehalte van de meststof hoog is (Kalimeststoffen bevatten in de regel ook minder Na naarmate het K-gehalte hoger is).

Om het Na-gehalte in gras te verhogen kan gebruikt worden kainiet of K-20, mits tevens K-bemesting op zijn plaats is. Is kali-kunstmest overbodig dan kan landbouwsout worden gebruikt. Op kalkhoudende kleigronden kan desgewenst ook chilisalpeter gegeven worden. Op zandgrond is chilisalpeter evenwel af te raden in verband met een optredende verlaging van het calciumgehalte van het gras. Is de

kalitoestand van de grond te hoog dan streve men allereerst naar verlaging hiervan.

Gewaakt moet worden voor een overdreven landbouwzout-bemesting, omdat daardoor zowel het Ca- als het Mg-gehalte van het gras enigszins verlaagd kan worden (Henkens, 1965-1).

Gewasonderzoek. Het meest gewenste Na-gehalte van het rantsoen (enkelvoudig of samengesteld) wordt gehouden op 0,15% van de droge stof. In het algemeen wordt aangeraden de Na-opneming van het dier via het gras te doen plaatsvinden en niet of minimaal via liksteen, pekelbak e.d. Dit in verband met de onregelmatige opneming van de verschillende toevoegingsmiddelen (Brandsma, 1953). In de winter wordt via het krachtvoer, waarin meestal ca. 0,5% NaCl is opgenomen extra zout aan de dieren verstrekt. Mocht in de voorafgaande weidetijd de Na-voorziening krap zijn geweest, dan zal de staltijd in het algemeen een verbetering in de toestand brengen.

Op 14 'gezonde' bedrijven in Nederland vond Brandsma (1954) Na-gehalten van 0,14-0,46% in de droge stof van het weidegras. Op de zandgrond kwam gemiddeld $0,25 \pm 0,15\%$ Na en op kleigrond $0,34 \pm 0,14\%$ Na in het gras voor. Het totaal gemiddelde bedroeg $0,29 \pm 0,15\%$ Na.

In het algemeen bevatten kruiden en klavers meer Na dan grassen. De verschillen zijn het grootst bij de lagere K/Na-verhoudingen in de bodem (Henkens e.a., 1963).

Volgens Lehr (1960) neemt het vermogen tot Na-opneming uit de grond af in deze volgorde: *Lolium perenne*, *Trifolium pratense*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*.

Urine-onderzoek. Als norm voor een goede Na-voorziening werd in Nederland vaak aangehouden minimaal 10 mg% Na (4,3 mequ/l) in de vroege ochtendurine. Waarden daaronder waren bij goed geconcentreerde urine (s.g. hoger dan 1,025 en K-gehalte meer dan 700 mg%) een aanwijzing voor Na-gebrek (Henkens, e.a. 1963).

Speekselonderzoek. Wanneer het speeksel meer dan 2,5 à 3 g (= 110 à 130 mequ) Na per liter en minder dan 1,0 à 0,5 g (= 13 à 26 mequ) K per liter bevat, dan is volgens Kemp en Geurink (1967) de kans op Na-gebrek zeer gering. Is daarentegen het Na-gehalte van het speeksel lager dan 1,5 g (= 65 mequ) en het K-gehalte hoger dan 2,5 g (= 38 mequ) per liter dan moet tot ernstig Na-gebrek worden besloten.

Doordat Na en K in tegengestelde richting veranderen, en wel voor mg equivalenten ongeveer in dezelfde mate, zegt de som van Na en K in het speeksel iets over de betrouwbaarheid van de Na- en K-bepaling.

De speekselmonsters worden genomen door een schuimplastic sponsje op een willekeurig tijdstip van de dag gedurende 3 minuten tegen de uitmonding van de speekselklierafvoerbuis gedrukt te houden. Men dient $\pm 25\%$ van de koppel te bemonsteren met een minimum van 2 à 3 dieren. Dit in verband met specifieke speekselreacties door ziekten of afwijkingen bij het dier.

Bailey en Balch (1961-2) geven als normaalwaarden aan op een ruwvezelrijk rantsoen (waardoor de dieren een flinke speekselproductie vertonen): 161 mequ

Na/l en 6,2 mequ K/l speeksel. Bij onvoldoende Na-voorziening trad een verlaging in tot soms 90 mequ Na per liter en een verhoging tot 63 mequ K per liter speeksel. Zij werkten met droogstaande koeien, waarbij met minimaal 14 gram Na per dier per dag de voornoemde veranderingen in de gehalten aan Na en K konden worden voorkomen.

Dobson (1963) vond als normaalwaarden voor speeksel op een hooirantsoen ± 155 mequ Na per liter en 6,5 mequ K per liter. Bij overgang op gras (weidegang) met minder dan 0,15% Na in de droge stof daalde het Na-gehalte van het speeksel na verloop van 6 weken tot ca. 50 mequ per liter en steeg het K-gehalte tot ca. 100 mequ per liter. Hij werkte met melkgevende koeien. Helfferich e.a. (1965) vonden totaal andere speekselwaarden dan de hierboven vermelde. Bij een onvoldoende Na-voorziening vonden zij bij melkgevende koeien gemiddeld 2,9 mequ Na per kg speeksel en 45,2 mequ K/kg. Na keukenzouttoediening (63 g) trad een 'verbetering' op in die zin, dat het Na-gehalte steeg tot 11,5 mequ/kg en het K-gehalte daalde tot 27,2 mequ/kg. De dagelijkse Na-toevoer bedroeg 3-6 gram per dag. Het rantsoen bestond uit graszaadstro en krachtvoer. Het speeksel werd niet genomen met sponsjes, zoals eerder beschreven, maar door opvangen van kwijl dat uit de bek stroomde, nadat de tong naar buiten werd getrokken.

Later vonden medewerkers van Helfferich (Pfeffer e.a., 1967) speekselwaarden, weliswaar bij schapen, die beter bij de overige literatuurgegevens aansluiten. Op een hooi-krachtvoerrantsoen met 0,80% Na wordt 131 mequ Na en 16,9 mequ K per kg speeksel gevonden. Op hetzelfde rantsoen maar met 0,02% Na wordt 98 mequ Na en 30 mequ K per kg speeksel gevonden. Deze verschillen zijn significant. De verschillen tussen schapen en koeien zijn wat het Na en K in het speeksel betreft in het algemeen niet groot (Dobson e.a., 1960, 1963, 1965).

Kaufmann en Orth (1966) vermelden speekselwaarden op een rantsoen waarvan het Na-gehalte niet bepaald was, van 49-63 mequ Na per liter en 101-79 mequ K per liter. Vermoedelijk was dit, gezien de gevonden waarden een Na-deficiënt rantsoen. Zij maakten gebruik van een parotististel en werkten met koeien op een hooi-krachtvoerrantsoen. De dieren waren ogenschijnlijk gezond.

Overig dieronderzoek. Renkema e.a. (1962) geven als normaalwaarden voor mest van 3 koeien met ± 45 g Na per dier per dag in het rantsoen op ± 26 mequ Na/kg totale mest en ± 17 mequ K per kg totale mest. In een Na-arme periode met ± 5 g Na per dier per dag in het voedsel daalt het Na-gehalte in de totale mest tot gemiddeld ± 7 mequ/kg, terwijl het K-gehalte stijgt tot ± 32 mequ/kg. Ze vinden geen verschillen in droge-stofgehalten van de mest tijdens de Na-arme en Na-rijke perioden. Het droge-stofgehalte was $\pm 15\%$.

Van Weerden (1959) geeft als normaalwaarden op voor een vaars met 0,18% Na en 3,05% K in de droge stof van het rantsoen (hooi + gras) 15,4 mequ Na en 28,4 mequ K per kg totale mest. Deze cijfers zijn berekend uit analyses van het perssap, waardoor een kleine misrekening mogelijk wordt. Voor een koe op een rantsoen met 0,30% Na en 2,61% K in de droge stof was de mest droger (16,01% droge stof tegen

de vorige 13,56%) en bevatte ze 15,6 mequ Na en 29,8 mequ K per kg totale mest.

Van 't Klooster (1967) geeft bij een rantsoen met 0,20% Na en 2,62% K in de droge stof op als normaalwaarden: 20,4 mequ Na en 47 mequ K per kg totale mest. Het droge-stofgehalte van de mest was 14,5%. Bij een toediening van 0,10% Na en 3,80% K in de droge stof van het rantsoen daalt het Na-gehalte van de mest tot 7,3 mequ en stijgt het K-gehalte tot 52 mequ per kg totale mest. Het droge-stofgehalte van de mest was nu 12,44%.

Samenvattend kan men zeggen, dat deze spaarzame, doch betrouwbare literatuurgegevens betrekking hebben op slechts weinig dieren. Bovendien is vaak het tijdstip van monsternemen niet precies bekend, hetgeen voor ons doel van belang is, mede in verband met een zekere dagschommeling in de mineralenuitscheiding via de mest. Bovendien zien we steeds dat de hogere K-giften gepaard gaan met dunnere mest, hetgeen mogelijk ook van belang is voor de Na-gehalten in de mest.

In het pensvocht zijn de recente gegevens als volgt: Kemp en Geurink (1966) vinden op een Na-rijk rantsoen om 11.00 uur bij 6 koeien gemiddeld 111 mequ Na en 25 mequ K per liter vocht en om 15.00 uur 133 mequ Na en 14 mequ K per liter. Op een Na-arm rantsoen (0,05% Na) werd bij 3 koeien gemiddeld 40 mequ Na en 87 mequ K aangetroffen om 11.00 uur en 53 mequ Na en 70 mequ K om 15.00 uur, eveneens per liter pensvocht. Ook in het pensvocht is een dagvariatie aanwezig en wel 's morgens een lager Na en hoger K-gehalte dan later op de dag.

Bailey (1961) vermeldt bij een aantal rantsoenen een gemiddeld Na-gehalte 7 uur na de maaltijd van 120 mequ Na en 42 mequ K per liter pensvocht. Sellers en Dobson (1960) vinden op een rantsoen met 0,05% Na en 4% K in de droge stof een Na-gehalte in het pensvocht bij het schaap van 60-91 mequ per liter en een K-gehalte van 71-44 mequ per liter. Ook Oyaert (1955) vindt waarden tussen de door Kemp en Geurink gevonden hoge en lage Na-gehalten in.

Het Na-gehalte van het bloedplasma schommelt rond de 140 mequ per liter en het K-gehalte rond 5 mequ per liter (Andersson, 1955; Aines en Smith, 1959; Helfferich, 1955; Kolb, 1967). Het haemoglobine-percentages bedraagt normaal ca. 12% en de haematokriet ca. 40%, verkregen door centrifugeren gedurende 30 min. op 3000 toeren per minuut (Kolb). De werkelijke haematokriet ligt lager. Het Na-gehalte van het bloedplasma was bij zeer ernstig Na-gebrek gedaald tot ± 127 mequ/l, terwijl het K-gehalte onveranderd bleef (Smith en Aines, 1959). Elkinton e.a. (1955) zien bij zoutgebrek een stijging van de haematokriet optreden. Dit gaat gepaard met volumevermindering, zowel van het plasma als van de interstitiële vloeistof. De elasticiteit van de subcutane weefsels neemt hierbij af, terwijl tevens de circulatietijd van het bloed toeneemt. Dit kan weer nierbeschadiging (of verzwakking van het nierweefsel) en het optreden van uraemie tot gevolg hebben.

Het Na-gehalte van de melk is onder andere afhankelijk van de leeftijd (Vanschoubroek e.a., 1964) en van het stadium van de lactatie (Mulder e.a., 1959). Gemiddeld onder normale omstandigheden schommelen de Na-gehalten rond de 40 mg% bij een melkproduktie van ongeveer 20 liter per dag.

2.1.2 Factoren, die van invloed zijn op het vaststellen van de Na-behoefte of de Na-voorziening

Etmaalvariaties

Bij het vaststellen van de Na-behoefte of van de Na-voorziening van het rund moet men er voor zorgen, dat de proeven over een voldoende lange periode worden uitgestrekt om te voorkomen, dat men te snel en daardoor onjuiste conclusies trekt.

Een bijkomende factor vormt tevens de etmaalvariatie, waaraan het dier onderhevig is. Niet alleen het bestaan van variaties, maar ook een zekere ritmiek in de Na-uitscheiding via de urine, zowel bij mens als dier, is reeds lang onderkend (Leathes, 1906-07; Simpson, 1924-26-29; Norn, 1929; Manchester, 1933; Welsh, 1938; Stanbury en Thomson, 1951).

In het algemeen vindt men dat de Na-gehalten in de urine 's morgens vroeg het laagst zijn. Van 3-7 uur 's morgens bedraagt het Na-gehalte in de urine van de mens soms maar 20% van de waarden gedurende de rest van de dag (Forbes, 1962). In de literatuur worden hiervoor verschillende verklaringen genoemd, zoals het z.g. 'alkaline-tide' wat samengaat met de maagdigestie, het voorkomen van een lichte respiratoire acidosis gedurende de slaap, veranderingen in de doorstroomsnelheid van de nierglomeruli tijdens het ontwaken, de overgang van de liggende naar de staande houding, etmaalvariatie in de produktie van hormonen van de bijnierschors (Di Raimondo en Forsham, 1956), vulling van het maagdarmkanaal (Dobson, 1965) en ritmiek in de activiteit van de hypothalamus en het daaraan ondergeschikte endocriene stelsel (Larvor e.a., 1959). Het normale ritme blijft bestaan bij extra zouttoedieningen, althans voor korte perioden (Markley e.a., 1957) alsook bij verblijf aan de Noordpool met dagen van 22 uur, tenminste voor een flink aantal dagen (Lewis e.a., 1956; Migeon e.a., 1956).

Omkering van het normale ritme komt voor bij bijnierinsufficiëntie en vormt bij de mens een basis voor de diagnostiek van de ziekte van Addison (Robinson e.a., 1941).

Bij flinke cortisontoedieningen (Rosenbaum, 1952), evenals bij hart- en leverziekten (Goldman, 1951) kan ook omkering van het normale ritme plaatsvinden. Ghata e.a. (1954) vinden dat het normale ritme beïnvloed wordt door geografische en seizoensinvloeden.

Bij hyperactiviteit van de bijnier, speciaal met betrekking tot de produktie van het glucocorticoid cortisol (syndroom van Cushing bij de mens), is het dagritme eveneens verstoord. Normaal is de cortisol-concentratie in plasma 's morgens het hoogst. De concentratie om 17.00 uur 's middags is ongeveer de helft of tweederde van de ochtendwaarde (Peterson, 1957).

Bij het rund zijn bepalingen verricht omtrent de uitscheiding van 17 keto-steroiden volgens de reactie van Zimmermann. Deze reactie is echter voor het rund ongeschikt wegens de aanwezigheid van carotenoiden en produkten daarvan in de urine (Holtz, 1954; Mixner, 1957; Estergreen e.a., 1957). De chromogenen, voornamelijk

uit het voedsel afkomstig, moeten op z'n minst worden geëxtraheerd, alvorens een betrouwbare bepaling van de z.g. neutrale steroïden mogelijk wordt. Een indirecte meting is verricht door Elmadjian e.a. (1946) door telling van het aantal eosinofiele cellen in het bloed van de mens. Deze cellen nemen in aantal af bij toename van de cortison- of cortisolproductie. Zij vonden tussen 6 en 10 uur in de morgen een minimum aantal eosinofiele cellen en een regelmatige stijging in het verloop van de dag. Reed (1947), Herbert e.a. (1949), Halberg e.a. (1951-53), Doe e.a. (1956) komen tot soortgelijke conclusies. In de humane kliniek heeft het tellen van eosinofiele cellen veel ingang gevonden bij de diagnostiek van bijnierinsufficiëntie: z.g. Thorntest (Thorn, 1948; Groen e.a., 1950; De Vries, 1955).

Glucocorticoiden zouden aanvankelijk in de lever de destructie bevorderen van het antidiuretisch hormoon (ADH) van de neurohypofyse (Heller e.a., 1935; Ralli, 1945; Eversole e.a., 1949; Dicker e.a., 1954-55-56; Hechter, 1956; Heller e.a., 1957). Cortison zou daardoor diurese kunnen veroorzaken en volgens Morel (1953) oefent het ADH een antagonistische werking uit op de Na-retinerende eigenschappen van het desoxycorticosteron (DOC) wat wel beschreven wordt als voorloper van aldosteron. Cortison zou dus ook indirect Na-retentie kunnen bevorderen of althans natriuresis kunnen afremmen. Latere onderzoeken hebben echter deze hypothesen niet bevredigend kunnen bevestigen (Silver e.a., 1961; Heller e.a., 1966).

Cortison blijkt daarentegen wel zelf lichte Na-retinerende eigenschappen te hebben en zou de K-excretie via de urine, evenals de eiwitafbraak, de gluconeogenese en de vetafzetting bevorderen (Zarrow, 1964; Doorenbos, 1966). Bij de K-excretie door cortison wordt aangenomen, dat vooral intra-cellulair-K wordt vrijgemaakt, wat weer hyper-kaliëmie tot gevolg kan hebben (Fourman e.a., 1950). Ook Roberts e.a. (1952), Thorn e.a. (1955), Knight e.a. (1955), Jefferies e.a. (1957) tonen aan dat cortison Na-retentie, kaliurese en verhoogde glomerulus filtratie en diurese tot gevolg heeft. De waterdiurese brengt enig elektrolytenverlies met zich mee, waarbij het Na zoveel mogelijk gespaard wordt ten koste van het K (Sprague e.a., 1950; Pearson e.a., 1951; Pitts, 1952; Davis e.a., 1953 1 en 2; Thorn e.a., 1955; Lipsett e.a., 1961).

Het endocrinologisch onderzoek is vaak moeilijk doordat veel proeven a-fysiologisch zijn (te hoge dosering, bijnierextirpatie, bijnieradenoom e.d.). Daardoor zijn veel proefresultaten waarschijnlijk verkeerd geïnterpreteerd (Sprague e.a., 1950). De ritmiek van de Na-uitscheiding wordt zowel door uitwendige als inwendige factoren bepaald. De hypothalamus schijnt een centrale plaats in te nemen bij de regulering van deze processen (Jores, 1933; Mills, 1951; Rauschkolb e.a., 1956; Stutinsky, 1957). De hypothalamus is met de hypofysevoorkwab (adenohypofyse) verbonden via het 'portale' vaatstelsel en met de hypofyseachterkwab (neurohypofyse) via een zenuwbaan. De opvatting is nu, dat bijvoorbeeld tijdens de slaap 'druppeltjes' neurosecret van de hypothalamus via de tractus supra opticus naar de hypofyseachterkwab gaan en daar vrijkomen in de bloedbaan als antidiuretisch hormoon. Bij het wakker worden daarentegen, evenals bij emoties, inspanning, koorts, operaties, kou e.d., scheidt de hypothalamus een andere stof, de cortico-

trophin release factor (CRF) af, die via de humorale verbinding in de adeno-hypofyse belandt. Het gevolg hiervan is, dat de hypofyse het adrenocorticotroop hormoon (ACTH) gaat produceren, dat via de bloedcirculatie de bijnieren bereikt. Deze reageren daarop met de produktie van vooral glucocorticoiden, die op hun beurt de activiteit van de hypothalamus gaan afremmen. De hypothalamus zou ook de aldosteronproduktie in de bijnierschors kunnen stimuleren tijdens de slaap, maar bij het ontwaken zal de betekenis daarvan vermoedelijk afnemen. De hypothalamus reguleert als een soort 'thermostaat' de activiteit van verschillende klieren en wordt na verloop van tijd automatisch uitgeschakeld (door het cortison in het z.g. feedback mechanisme) wanneer het lichaam zich adequaat heeft ingesteld op de verschillende omstandigheden (Larvor e.a., 1959; Doorenbos, 1966).

De bijnierschors produceert grotendeels in de zona glomerulosa het zout-retinerend hormoon aldosteron met als voorstadium o.a. het desoxycorticosteron. Dit zijn mineralocorticoiden. In de zonae fasciculata en reticularis worden de glucocorticoiden gevormd met als belangrijkste vertegenwoordigers het cortisol (hydrocortison), het cortison en het corticosteron, vervolgens androgenen en oestrogenen.

Het cortison en het corticosteron hebben van zichzelf lichte Na-retinerende eigenschappen, terwijl aldosteron een lichte glucocorticoïde werking uitoefent (Lipsett e.a., 1961).

Samenvattend kan worden gesteld, dat in verband met de verklaring van etmaal-variaties in de Na-uitscheiding, de glucocorticoiden en bij het rund speciaal het cortison en het corticosteron waarschijnlijk een belangrijke plaats innemen.

De betekenis van het bestaan van een zekere ritmiek in de Na-uitscheiding voor de diagnostiek van een krappe Na-voorziening ligt vooral hierin, dat bij gebruik van vroege-ochtendurine de kans groot is, dat ten onrechte besloten wordt tot een te geringe voorziening. Immers dan is de urine verdund en is er enig Na gereteneerd. Beter zou het daarom zijn dagurine te gebruiken (Larvor e.a., 1959) en wel bij voorkeur verkregen in de namiddag.

Echter ook in het speeksel, het pensvocht en de mest zijn dagvariaties in het Na-gehalte waarneembaar, zij het niet altijd even duidelijk. Zo vermelden Bailey e.a. (1961-1), dat in de rustperiodes (buiten de herkauw- en voedertijden) de koe een minimale speekselproduktie (basaalsecretie) heeft. Het Na-gehalte van dit basaal-secreet kan aanzienlijk (tot 30%) lager en het K-gehalte hoger zijn dan in het 'normale' secreet, zodat bij lang aanhoudende rust (slaap) het pensvocht hierdoor mede in haar samenstelling kan worden beïnvloed. Overigens zijn de dagvariaties door Bailey e.a. vooral bestudeerd in verband met de rantsoeninvoeden, zodat daarop in het betreffende gedeelte nader zal worden ingegaan.

Larvor e.a. (1959) namen waar, dat 's morgens vroeg zowel het natrium- als het kaliumgehalte in de mest verlaagd waren, terwijl het droge-stofgehalte praktisch gelijk bleef. Dit impliceert, dat het mestvocht in de vroege ochtenduren nog hypotonischer ten opzichte van bloed wordt dan het normaal reeds is. Dat het K-gehalte in de mest ook verlaagd is, kan aansluiten bij de verhoogde K-excretie via de urine in de vroege ochtend, wat eveneens uit Larvor's proeven valt te concluderen.

Onder de jaarvariaties nemen die, welke verband houden met lactatie, graviditeit en partus, een zeer belangrijke plaats in. Het einde van de graviditeit, de partus en het begin van de lactatie vormen een grote stress factor voor het dier (Shaw e.a., 1952). Dit leidt bij het rund tot hyperactiviteit van de bijniere en in erge gevallen soms zelfs tot insufficiëntie. Bij stress zijn de glucocorticoiden voornamelijk in het spel (Selye, 1950). Deze zorgen voor adaptatie van het dier aan de stress omstandigheden. Shaw e.a. zagen rond de partus een daling van het aantal eosinofiele cellen per mm³ bloed. Deze daling begon reeds enkele weken voor de partus, bereikte tijdens de partus een dieptepunt, doch bleef daarna nog minstens 1 maand lager dan het niveau waarop de dieren zich tenslotte instelden. Het gevolg van een verhoogde ACTH-cortison activiteit in het lichaam was steeds een stijging van het bloedglucosegehalte en een daling van het soms verhoogde acetongehalte in het plasma.

Helfferrich e.a. (1965-1) namen waar, dat het Na-gehalte van mestvocht en urine vanaf enige weken voor de partus ging dalen, bij de partus een dieptepunt bereikte om daarna gedurende een 4-tal weken weer te stijgen tot een constant niveau. Dit gebeurde met een koe, die 23 g Na per dag ontving en waarbij tevens balansen werden gemaakt. Enige weken voor de partus waren de Na-balansen sterker positief dan daarvoor, terwijl na de partus de Na-balansen gemiddeld in evenwicht verkeerden. Na analyse van de allantois- en amnionvloeistof, de nageboorte, het slijm e.d. kwam men tot een totaal aan Na in de baarmoeder ten tijde van de partus van ± 120 g. Daarbij is het natrium dat in de vrucht aanwezig is (ongeveer 34 g) inbegrepen.

Voor de verklaring van de wijze, waarop de balansen van het Na voor de partus positief worden wordt vooral gedacht aan de produktie van oestrogenen (Taylor e.a., 1939 en 1943). Deze oestrogenen worden normaal gevormd in de ovaria, maar tijdens de graviditeit wordt de placenta in toenemende mate de produktieplaats hiervan. Oestrogenen bevorderen de natrium- en waterretentie, wat soms tot grote oedeemvorming kan leiden voor de partus, maar wat normaal bijdraagt tot de fysiologische begeleiding van bronst, graviditeit en partus (weefselinfiltratie e.d.). De Na- en waterretinerende werking van oestrogenen werd ook waargenomen door Thorn e.a. (1938), Knowlton e.a. (1942), Preedy e.a. (1956-1,2,3). Het effect van de oestrogenen heeft vooral betrekking op de water- en zoutgehalten van de baarmoeder (Ashwood, 1938). Volgens Szego e.a. (1953) is er in verband hiermee sprake van een antagonisme tussen het glucocorticoid cortisol en de oestrogenen. Dit antagonisme komt ook na de partus tot uiting door het wegvallen van de oestrogeenproduktie en door de verhoogde cortisonproduktie wat met waterdiurese en verhoogde waterconsumptie gepaard gaat (Helfferrich, 1965).

Volgens Lantzsch e.a. (1963 en 1964) treedt bij het varken de laatste weken voor de partus een daling op in het Na-gehalte van de mest en in tegenstelling tot het rund een overeenkomstige stijging van het K-gehalte. Deze toestand herstelt zich na de partus weer in het verloop van enige dagen.

Helfferrich (1965-1) neemt na de partus een sterke stijging van de haematokriet

waar (vgl. Osinga, 1959). Bij het Na-arm gevoerde dier was de stijging sterker dan bij het controledier. In hoeverre acidosis met bijbehorende zwelling van de bloedcellen hierbij een rol speelt dient nader onderzocht te worden. Een gebrekkige Na-voorziening beïnvloedt wel de Ca- en P-benutting in de darm (verlagende invloed) getuige de onderzoeken van Helfferich e.a. (1966). Dit is vooral vlak voor de partus het geval, de pH van darminhoud en bloed is evenwel niet gemeten.

De Na-gehalten in de melk kunnen tijdens de lactatie oplopen van ± 25 tot ± 180 mg% (Mulder e.a., 1959). Van belang voor de behoefte is dit niet, daar de melkproduktie sterker afneemt, zodat gedurende de lactatie het aantal grammen natrium, dat per dag met de melk wordt uitgescheiden, toch nog afneemt.

Rantsoeninvloeden

Extra K werkt diuretisch en althans voor enige tijd ook natriuretisch (Bunge, 1873; Miller, 1923-1,2; 1926; De Groot, 1961). De Na-balans blijft echter steeds in evenwicht (Kemp, 1964). Er treedt slechts een tijdelijke verschuiving op van de Na-uitscheiding via de mest naar een uitscheiding via de urine, zodat een verhoogde kaliumopneming niet direct tot Na-verarming van het lichaam behoeft te leiden (Richards e.a., 1927; Schoorl, 1934; Grunert e.a., 1950). Of dit ook voor langere perioden opgaat is bij het rund nog onvoldoende bestudeerd. Hartroft e.a. (1964) vonden na verstrekking van extra K aan ratten een verwijding van de zona glomerulosa zoals bij Na-gebrek, evenwel zonder hyperactiviteit (granulatie) van de juxta glomerulaire cellen. Farries (1958) houdt de mogelijkheid open voor K-retentie in bot en spierweefsel gecombineerd met een verhoogd lichaamsvochtgehalte bij extra K-giften. Een verhoogde K-opneming veroorzaakt ook dunnere mest. Vooral in de eerste weidetijd (het Na-gehalte van gras is in het voorjaar het laagst) zou onder Nederlandse omstandigheden de Na-behoefte gemakkelijk groter kunnen worden dan de -voorziening (Frens, 1950; Deijns en Bosch, 1951; Sjollema e.a., 1955; Van der Grift, 1961).

Dunne mest kan ook gemakkelijk overgaan in diarree door abnormale eiwit-omzettingen e.d. in het maagdarmkanaal (Van Rheenen, 1964). Bij een te snelle darmassage zou volgens Frens (1956) Na-verlies kunnen optreden door onvoldoende Na-resorptie. In een aantal balansproeven van Kemp (1964) kon dit niet worden bevestigd. Bij het kalf daarentegen vonden Blaxter e.a. (1953) dat diarree gepaard ging met groot vochtverlies en een negatieve Na-, K- en N-balans. Voorzichtigheid blijft op dit punt geboden. Volgens onderzoek van Brandsma (1954) was de K/Na-verhouding in het gras op kopziekteweiden 30:1, terwijl op gezonde bedrijven de verhouding 10:1 bedroeg. Brouwer (1959) vond voor bloedserum een K/Na-verhouding van 1:15. Deze omkering van de K/Na-verhouding van gras naar bloedserum betekent een extra belasting voor de nieren, die het dier tegen een dreigende K-vergiftiging moeten beschermen. Bij zeer ruime K/Na-verhoudingen in het gras is het denkbaar dat extra Na-verlies bij sommige dieren optreedt, tengevolge van de verhoogde urineproductie (z.g. spoelverlies).

Bij hoge K-voorzieningen stijgt het soortelijk gewicht van de urine. Deze grootheid is niet altijd maatgevend voor het concentratievermogen van de nieren. Dorhout Mees (1957) geeft aan dat bij hogere ureumgehalten in de urine (eiwitvoeding) de verhouding tussen s.g. en osmotische druk van de urine verandert.

Extra kalium in het rantsoen heeft een verdringende invloed op Na in het speeksel en in het pensvocht, evenals ook verderop in de darminhoud (Pfeffer e.a., 1967). Dit gebeurt onafhankelijk van de Na-voorziening (Goodall e.a., 1964). Zware bemesting met zwavelzure ammoniak en kaliumchloride leidde zowel bij schapen als koeien tot aldosteron-achtige effecten in het speeksel (Dobson, 1963; Dobson e.a., 1963), zodra de dieren in de weide werden gelaten. Vooral het K-gehalte van het gras zal hierbij flink gestegen zijn.

Bailey (1961-4) vindt als gemiddelde waarden van 13 koeien op 5 verschillende rantsoenen de volgende gehalten in speeksel en pensvocht (mequ/l).

uren na de maaltijd	Na ⁺				K ⁺				Cl ⁻				HPO ₄ ⁻			
	1	4	8	14	1	4	8	14	1	4	8	14	1	4	8	14
speeksel	137	142	141	142	26	22	21	20	7,2	6,8	6,7	6,4	31	25	25	27
pensvocht	115	117	123	125	50	43	39	36	22	17	14	12	22	23	24	26

Bij 1, 4 en 8 uur is de ochtendvoeding als startpunt gekozen. Bij 14 uur is echter de avondvoeding als uitgangspunt genomen. Dit viel een half uur voor de ochtendmaaltijd. De ochtendmaaltijd was om 07.30 uur. De rantsoeninvloed (zie K- en Cl-gehalten) lijkt het beeld te overheersen. Duidelijk blijkt hieruit ook het verband tussen speeksel- en pensvochtsamenstelling. Niet alleen het K en Na reageren antagonistisch maar althans in het pensvocht ook het chloride en fosfaat. Het pensvocht bevat meer K en Cl dan het speeksel, maar minder fosfaat en Na. Er is evenwel een streven naar nivellering na iedere voeding. Sellers e.a. (1960) vinden in het pensvocht overeenkomstige veranderingen van het Na- en K-gehalte in het verloop van de dag.

Bailey e.a. (1961-1) vinden beneden een secretie-snelheid van 12 ml parotisspeeksel per minuut een flinke afname van het Na-gehalte en een stijging van het K-gehalte. Buiten de rusttijden ligt de speekselsecretie van de parotisklier echter boven 12 ml/min. en dan is de samenstelling veel constanter. Op 1, 4, 8 en 14 uur na de maaltijd werd evenwel een toeneming in de produktie van gemengd speeksel gemeten, waardoor een gedeelte van de Na-stijging ook hiermee verklaard zou kunnen worden. Overigens is de speekselproduktie ook in sterke mate afhankelijk van de aard van het rantsoen. Zo werd door Bailey bij een koe een speekselproduktie gemeten van 32,4 liter per kg droge stof gras, 27,1 liter per kg droge stof hooi, 17,0 liter per kg droge stof hooi, mais, grondnotenmengsel, 16,0 liter per kg droge stof hooi met krachtvoermengsel en 14,3 liter per kg droge stof lucernesilage.

Buiten het K-gehalte, zou dus ook mogelijk het ruwe celstofgehalte van het rantsoen via de speekselsecretie-snelheid het Na- en K-gehalte van het speeksel in lichte mate kunnen wijzigen (zie ook Poutiainen, 1968). Overigens moet de orde van grootte van deze wijzigingen niet worden overschat, omdat aldosteron bij Na-gebrek een

veel duidelijker effect teweegbrengt. Het geeft echter mede een verklaring voor de grote standaardafwijking van de normaalwaarde van het speeksel. Deze standaardafwijking is kennelijk zo groot, dat Smidt e.a. (1968) in een onderzoek met het speeksel in Overijssel geen onderscheid maken tussen suboptimale en optimale Na-voorzieningen.

In Nederland zal door kaliumbemesting, volgens Henkens (1965-2) vooral op zand- en veengrond, nog een verhoging van de grasopbrengst verkregen kunnen worden. Dit betekent verhoogde K-gehalten in het ruwvoer, waarbij tevens de Na-gehalten hierin een neiging tot dalen zullen vertonen.

De overgang van gras naar hooi kan een verhoogde aldosteronproductie veroorzaken, doordat in het spijsverteringskanaal tijdelijk 'Na-gebrek' ontstaat in verband met een veranderde osmotische druk. Dit Na-gebrek is slechts schijnbaar, want het treedt ook op bij een voldoende Na-aanvoer via het voedsel. Omgekeerd kan de overgang van hooi naar gras natriumverlies (endogeen) met zich meebrengen (Van der Horst, 1960; Dobson, 1965).

Op een uit lucernesilage bestaand rantsoen kunnen negatieve Na-balansen (evenals neg. N-balansen) optreden, die met behulp van maissilage weer in evenwicht kunnen worden gebracht (Hennaux e.a., 1965). Hierbij was de oorzaak niet Na-tekort maar werd gedacht aan een toxische stof.

Andere invloeden

Enkele willekeurig gekozen voorbeelden uit de groep farmaca, die de Na-stofwisseling van het dier beïnvloeden kunnen worden genoemd. NH_4Cl per injectie of per os toegediend veroorzaakt Na-verlies en acidosis in tegenstelling tot Na-citraat, wat alkalosis in de hand werkt (Lang, 1957).

Succus liquiritiae-toediening heeft een Na-retinerende werking en kan tot het optreden van oedemen aanleiding geven (Molhuysen, 1950). Verschillende andere stoffen, zoals irgapyrine, pyramidon en amphenon, blijken eveneens de zouthuishouding te beïnvloeden (Viersma, 1953; Hertz e.a., 1955).

Na-verlies kan optreden bij acidosis doordat grote hoeveelheden zuur beslag leggen op het NaHCO_3 , waardoor uitscheiding via de urine mogelijk wordt (Lang, 1957). Acidosis kan optreden bij ernstige diarree, slepende melkziekte, hongerketose, ketogeen dieet, koorts, nierinsufficiëntie bij chronische pyelonefritis, leverlijden e.d. (Viersma, 1953; Van Adrichem, 1962).

Na-verlies kan ook optreden bij bijnierinsufficiëntie (bij de mens ziekte van Addison). Een karakteristieke klacht hierbij is de overmatige behoefte aan zout (Doorenbos, 1966). Bij het rund wordt van de bijniereen veel gevraagd vooral na de partus bij zeer melkrijke dieren, ook in het voorjaar bij de overgang van stal naar weide en bij allerlei aandoeningen van baarmoeder, uier, klauwen e.d. (Sybesma, 1961).

Het alarm-mechanisme van stress loopt over de hypothalamus-hypofyse en de bijniereen (Thorn, 1950). Bijnierinsufficiëntie betekent een onderproductie van o.a. gluco- en mineralocorticoiden, waardoor de mogelijkheid tot zoutretentie verloren

gaat.

Volgens Blair-West e.a. (1965) is aldosteron noodzakelijk om bij Na-deficiëntie de Na/K-verhouding in het speeksel te verlagen. De aldosteronproductie wordt vooral geregeld door het z.g. renine-angiotensine druksysteem. Wanneer het circulerend bloedvolume afneemt, waardoor dus ook de nieren onvoldoende doorbloed worden, wordt renine aan het bloed afgegeven, dat in combinatie met het α -2-globuline leidt tot de vorming van angiotensine. Dit polypeptide heeft behalve pressoractiviteit op de vaatwand ook een sterk stimulerende invloed op de secretie van aldosteron. Dit leidt tot retentie van zout en water, waardoor het circulerend bloedvolume toeneemt en de renale bloeddoorstroming weer verbetert (Davis e.a., 1962; Laragh e.a., 1960). Allerlei oorzaken als bloedverlies, Na-gebrek door veelvuldig speekselen (oesophagus obstructie), uitdroging door dorsten of diarree, hart- en vaatafwijkingen, zouden als aspecifieke prikkels de aldosteronproductie kunnen beïnvloeden via het bovenbeschreven systeem (Russell e.a., 1944; Davis e.a., 1953; Duncan e.a., 1956; Hawkins e.a., 1965). Uit niet gepubliceerde gegevens van Van der Grift blijkt, dat groot Na-verlies kan optreden bij slepende melkziekte (Reacties van Legal en Rothera sterk positief). In een 5-tal gevallen bedroeg het Na-gehalte van de urine gemiddeld 195 mg% en het K-gehalte 518 mg%. Tijdens de genezing (Reacties van Legal en Rothera zwak positief tot negatief) werd het Na-gehalte van de urine gemiddeld 79 mg% en het K-gehalte 1174 mg%, zonder dat de samenstelling van het rantsoen veranderde. De invloed van de mineralo corticoiden op de resorptie van Na en K uit de darm is uitgebreid bestudeerd. Deze hormonen stimuleren de Na-resorptie ten koste van de K-resorptie (Clark, 1939; Dennis e.a., 1940; Emerson, 1954; Berger, 1959; Davis e.a., 1959; Moll e.a., 1962). Bijnierloze individuen kunnen enige tijd blijven leven op keukenzoutoplossingen met glucose als drank (Clark, 1939; Lipsett e.a., 1956).

2.2 Keukenzout als 'actieve stof'

Onder actief wordt hier verstaan, die hoedanigheid waarbij keukenzout werkzaam is buiten of boven de primaire behoeftevoorziening aan Na of Cl. Deze werkzaamheid kan reeds aanvangen buiten het dier ter verzekering van een goede voerkwaliteit (conserveermiddel), maar kan ook binnen het dier aangrijpingspunten hebben. Het meest bekend is keukenzout voor de mens als smaak- of genotmiddel. Vervolgens is keukenzout vanouds bekend als stomachicum, als digestivum, als diureticum en als tonicum. Tenslotte is ook bekend de z.g. zouthonger, waarbij verslaving aan en toxiciteit van het zout aan de orde komen. Men zou in het algemeen dus kunnen spreken over niet-toxische en toxische eigenschappen.

2.2.1 Niet-toxische eigenschappen

Smaakbeïnvloeding

Wanneer zout als smaakmiddel wordt gebruikt wijst dit niet primair op een tekort aan NaCl, maar op een tekort aan smakelijkheid van het voedsel. Voor de mens geldt, dat het gebruik van zout, dat men per kg in de winkel koopt, geen enkele primaire behoefte aan Na of Cl dekt, maar dat de betekenis hiervan vooral in de sociale sfeer ligt, zoals het gebruik van alcohol, tabak en koffie (Oomen, 1967). Of het rundveevoeder smakeloos is of monotoon, zodat de behoefte aan een 'hartig' hapje zou kunnen ontstaan is onvoldoende wetenschappelijk onderzocht. Wegens het denkbeeldige gevaar, dat deze gedachte als antropomorf terzijde wordt geschoven, kan een nader onderzoek des te meer worden aanbevolen. In hoeverre het rund zout opneemt wegens een goede 'bekomzaamheid' ervan dient eveneens nader te worden onderzocht (Brouwer, 1964).

Digestie-beïnvloeding

Bij chronische maagdarmscatarrh van herbivoren werd vanouds keukenzout gebruikt als opwekkend middel. De vraag is of de vertering als zodanig hierdoor verbeterd wordt. Bij varkens, ratten en schapen zouden kleine hoeveelheden NaCl de vertering niet beïnvloeden (Terroine e.a., 1930; Heller e.a., 1935). Grotere hoeveelheden (500-800 g per dier per dag) zouden bij runderen op een hooi-katoenzaadmeelrantsoen de verteerbaarheid van het eiwit met 8% en de verteerbaarheid van de ruwe celstof en de 'overige koolhydraten' met $\pm 5\%$ verhogen (Riggs e.a., 1953). Dit was een bevestiging van hetgeen Stanley (1949) had gevonden. De standaardafwijkingen waren echter in beide gevallen nogal groot. Ter voorkoming van Na-gebrek en mogelijk ter verbetering van de voederopneming en de smaak worden sedert jaren te Hoorn enige ml van een NaCl-oplossing over het voer gesprengd van de hamels, waarmee de verteringsproeven worden genomen. Nooit kreeg men de indruk, dat de verteerbaarheid van het rantsoen hierdoor beïnvloed werd.

Stofwisselingsbeïnvloeding

Volgens Jakob (1923) is keukenzout een plasticum, dat wil zeggen een middel dat de algemene stofwisseling gunstig beïnvloedt. Ook is het een diureticum ofwel een stof die de urineafscheiding verhoogt. Diuretica werden vooral aangewend bij exogene en endogene intoxicaties, bij vorming van abnormale (zure) stofwisselingsprodukten en bij diverse andere aandoeningen, ter verkrijging van een 'krachtige doorspoeling van het organisme'. Het dorstgevoel van de dieren werd daarbij opgewekt door het inwrijven van tong en gehemelte met een beetje keukenzout. Ook werd fysiologische keukenzoutoplossing aangewend om de diurese te bevorderen.

Flinke hoeveelheden zout werken echter zwak diuretisch en vooral dehydrerend

op de weefsels. Door deze dehydratie kan het dorstgevoel geprikkeld worden en neemt de wateropneming toe. Veel studie omtrent de diuretische werking van water en zoutoplossingen is verricht bij de mens door Blomhert (1951). Deze vergelijkt de gevolgen van het drinken van water en het drinken van water met keukenzout erin opgelost.

Bij het drinken van water stijgt het bloedvolume en daalt de osmotische druk van het bloedplasma. Ook het Hb-gehalte daalt. Vooral door de daling van de osmotische druk neemt de secretie van het antidiuretisch hormoon van de hypofyse-achterkwab af, zodat na een latente periode van ± 20 min. (na het drinken) een vermindering optreedt van de terugesorptie van water in de niertubuli. De uitscheiding van elektrolieten gaat praktisch ongewijzigd door, zodat een aanzienlijke concentratievermindering van de urine optreedt op het hoogtepunt van de diurese.

Bij het drinken van water met keukenzout (iso- of hypertonische oplossingen) stijgt eveneens het bloedvolume, maar de osmotische druk verandert niet of neemt zelfs toe. In elk geval stijgt de veneuze bloeddruk evenals het minuutvolume van het hart. Daardoor stijgt de glomerulus-filtratie en ontstaat een versnelde water- en elektrolietenuitscheiding. Tegelijkertijd prikkelt het zout de hypofyse tot afgifte van ADH, waardoor een vertraagde diurese ontstaat. Hoe meer zout hoe sterker deze vertraging in feite is. Pas daarna treedt een geleidelijke afname op van de terugesorptie van water, Na en Cl.

O'Conner (1950) zag bij honden na het infunderen van keukenzoutoplossingen van stijgende concentratie een recht evenredige stijging van de hoeveelheid ADH in de urine. Dit werd ook reeds gevonden door Gilman e.a. (1937) en Verney (1946, 1947). Brunn (1920-1 en -2) vergeleek de grootte van de diurese in 4 uur met stijgende hoeveelheden zout in de gedronken vloeistof. Van 1 liter zuiver water werd in 4 uur 100% uitgescheiden, van een 0,9% NaCl-oplossing werd in dezelfde tijd ca. 50% en van een 2,4% NaCl-oplossing werd ca. 30% uitgescheiden.

Theoretisch zou het denkbaar zijn, dat de waterdiurese bij het rund in natte jaargetijden de behoefte aan zout kan doen toenemen, zoals bij de mens tijdens de alcoholidiurese het geval is. Ook is het mogelijk, dat in toestanden van stress, waarbij door de verhoogde cortisonproductie eveneens een diurese bij het rund kan optreden, de zoutbehoefte op overeenkomstige wijze als bovenbeschreven kan stijgen. In dit verband verdient een waarneming te Hoorn vermelding waarbij bleek, dat het drinken van pekkel in het voorjaar begon op het moment, dat een perceel bijna afgegraasd was. Na verweiden naar een nieuw perceel verdween de zouthonger weer. Ook na de partus zien we vaak een verhoogd gebruik van de likstenen op stal, ofschoon de Na-voorziening niets te wensen overlaat.

Behalve een invloed op de diurese heeft keukenzout ook een invloed op de tonus van de baarmoedermusculatuur. De Bruine (1957) vermeldt, dat een 2½% keukenzoutoplossing intraveneus toegediend bij de vrouw in partu een uitstekend weeën stimulerend middel is. De verklaring hiervoor zoekt hij in een prikkeling van hypothalamus en hypofyse door het zout, waardoor behalve ADH ook oxytocine wordt afgescheiden in de hypofyse-achterkwab. Ook Hendricks e.a. (1959) hebben het

oxytocisch effect van hypertone keukenzoutoplossingen bestudeerd bij de vrouw. Zij stelden steeds een anti-diuretisch effect vast en bovendien een werking op de baarmoeder vergelijkbaar met die van 2-4 micro-eenheden oxytocine per minuut. Een mogelijke invloed van een pekelbak op de voorkoming van retentio secundinarum bij het rund mag derhalve niet bij voorbaat worden uitgesloten, daar het afkomen van de nageboorte mede afhankelijk is van de samentrekking van de baarmoedermusculatuur.

Dat door het beschikbaar stellen van een pekelbak de uiers soms meer gevuld zijn dan anders, terwijl de Na-voorziening voldoende is, zou verklaard kunnen worden via het oxytocine-effect op het laten schieten van de melk. De kans is groot, dat de boer hierdoor tot de conclusie komt, dat zijn koeien meer melk gaan produceren. Deze waarnemingen zijn door Van der Grift e.a. herhaaldelijk gedaan en worden door mij bevestigd in diverse praktijkgevallen. Uiteraard spreken we hier niet over gevallen van Na-gebrek, omdat daarbij ook retentio secundinarum kan voorkomen, wat waarschijnlijk door het geven van zout voorkomen wordt. Retentio secundinarum door Na-gebrek werd o.a. waargenomen door Theiler e.a. (1927). We weten thans, dat Na een onmisbare rol vervult bij de z.g. 'ionenpomp' in de spierzenuw-werking. Bij Na-gebrek zou de prikkeloverdracht gestoord kunnen worden (Kolb, 1967). Bij Na-gebrek daalt ook de melkproductie aanzienlijk en zijn de uiers vaak slap (Smith e.a., 1959). In diverse gevallen waarbij de pekelbak bovenvermelde invloeden had laten zien, was vóór de verstrekking reeds meer dan 10 mg% Na in de ochtendurine aanwezig, terwijl bij grasanalyses soms waarden tot 0,25% Na in de droge stof werden gevonden. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de indruk ontstond, dat de Na-behoefte van het rund in bepaalde omstandigheden groter was dan $\pm 0,20\%$ - $0,25\%$ in de droge stof van het rantsoen.

2.2.2 Toxische eigenschappen

Zout in drinkwater

Uit een enquête naar de drenking van vee in gebieden met brak slootwater (Vrijhof en Frens, 1954) bleek, dat in Nederland in de Westelijke en Noordelijke provincies bijna 122.000 stuks vee brak slootwater te drinken krijgen. In het slootwater bevond zich bij 54% hiervan 0,16-0,32 % NaCl, bij 31% 0,32-0,82% NaCl en bij 15% meer dan 0,82 % NaCl. De laatste categorie kwam voornamelijk voor op Texel. Daar waren toen veel schapen, die een hoge zouttolerantie heten te hebben. Ook de provincie Zeeland en Goeree-Overflakkee kwamen in de hoogste zoutgroep voor.

De laagste categorie in deze enquête is vermoedelijk betrekkelijk onschuldig, ofschoon bij droge zomers het zoutgehalte in de sloten kan stijgen. Bij de middengroep (0,32-0,82% NaCl) is het goed mogelijk, dat het water bedorven wordt door massale afsterving van waterplanten en zoetwaterplankton, waarbij grote hoeveelheden rottende organische stoffen kunnen ontstaan, die op hun beurt de oorzaak zijn van diarrheeverschuinselen bij het vee (Frens, 1944). Boven de 0,82% NaCl is het gevaar

niet denkbeeldig, dat de flora en fauna (infusoriën) in de runderpens enigszins in groei onderdrukt worden. Ofschoon koeien gedurende 84 dagen zonder schade 1% NaCl-oplossing verdroegen, ontstonden bij 1,5% NaCl duidelijke reacties bij het vee (Frens, 1946). Behalve een verhoogd chloridegehalte in de pens, trad een ernstige decimering op van het aantal pensinfusoriën, terwijl ook dunne ontlasting en zenuwprickelingen, onrust, daling van de eetlust en van de melkproductie optraden. Daarvóór hadden de dieren een 12-tal dagen een haast onoverkomelijke tegenzin in het zoute water gehad en leden ze dorst.

Koffman (1938) vond dat 0,25% NaCl-oplossingen in vitro reeds duidelijk remmend werkten op de pensinfusoriën. Volgens Bailey (1961-4) komt in het pensvocht gemiddeld 16 mequ Cl/l (gelijkwaardig met 0,17% NaCl) voor. Er is ook 120 mequ Na per liter in aanwezig (gelijkwaardig met 1,75% NaCl). Het overgrote gedeelte van het Na komt dus in de pens niet als NaCl voor maar als zout van andere anorganische of van organische zuren.

Volgens Peirce (1957) verdragen schapen 1%-NaCl oplossingen gedurende 15 maanden goed; 1,5% oplossingen worden door enkele en 2,0% oplossingen door alle dieren slecht verdragen. Dit is gedeeltelijk in overeenstemming met wat Heller (1933) vond. Bij warm weer verdroegen de schapen 2,0% zout niet goed. Andere dieren worden boven 1% NaCl reeds nadelig beïnvloed. Vooral varkens zijn gevoelig. Door bijmenging met andere zouten, vooral $MgCl_2$ en fluorverbindingen kan de zoutoplossing aanzienlijk schadelijker worden. $CaCl_2$, Na_2SO_4 , $NaHCO_3$ en Na_2CO_3 zijn minder hinderlijk in dit opzicht. Al deze zouten kan men in grondwater en in Nortonputwater aantreffen (Peirce, 1959-60-62-63-66-68). De schade bij schapen uit zich vooral in eetlustdaling, slechte groei, lammerensterfte, diarree e.d.

Volgens Weeth e.a. (1962) veroorzaakt een 1½% NaCl-oplossing als drinkwater gegeven bij vaarzen een dehydratie van $\pm 10\%$, getuige de plotselinge daling van het lichaamsgewicht en de stijging van de haematokriet. In het algemeen probeerden de dieren door een vertraagde ademhaling de water (en warmte) afgifte te beperken. Dit gelukte 's winters beter dan 's zomers. Er waren in de zomer middagen dat de lichaamstemperatuur en de ademhalingsfrequentie zelfs hoger waren dan bij de controlegroep.

Zout in voedsel

Zoute-vis(haring)afval, gedenatureerde suiker (voedingssuiker met 1%, inkuilsuiker tot $\pm 25\%$ NaCl) kunnen bij varkens indien in te grote hoeveelheden aanwezig in het mengvoer, schade veroorzaken. Vooral bij gebrek aan B en/of E vitaminen zou de gevoeligheid voor NaCl-overmaat toenemen, evenals bij een gebrekkige eiwitvoorziening (Morrison e.a., 1959; Wiesner, 1967). Jewdokimow (1959) vermeldt reeds schadegevallen door 1% NaCl in het mengvoer van varkens. Belangrijk hierbij is of het dier over een onbeperkte drinkwatervoorziening kan beschikken. Dit speelt ook een rol in de Verenigde Staten, waar soms bij mestrunderen ter regulering van de opnemng van krachtvoer zout aan het voedermengsel wordt toegevoegd. Afhan-

kelijk van de gewenste omvang der bijvoeding worden in het voer zoutconcentraties gebruikt oplopend van 5 tot meer dan 75 %. De voederplaatsen liggen enkele honderden meters van een waterput verwijderd, zodat de dieren gedwongen worden na enige tijd eten de dorst te lessen en en passant ruwvoer op te nemen (Riggs e.a., 1953). Volwassen runderen zijn in staat om gedurende 40 dagen 1400 gram zout per dag op te nemen. Bij melkgevend vee worden vaker klachten gemeld dan bij droogstaand vee of mestvee. Ook wanneer het water te koud is en daardoor het drinken beperkt wordt (wintertijd) kunnen klachten optreden, zoals eetlustvermindering, apathie, dorstgevoel en diarree. Vervolgens kan bij keukenzoutvergiftiging een rood mond-slijmvlies, salivatie, polyurie, versnelde pols, nerveuze verschijnselen in de vorm van soms rabiësachtige aanvallen waargenomen worden. De melkproduktie is dan reeds veel eerder verlaagd (Wiesner, 1967). Daarna volgen toenemende verlamming, coma en dood.

Als therapie worden aanbevolen alle middelen die de parenchymateuze weefsels gunstig beïnvloeden. Water helpt alleen indien het profylactisch of gelijktijdig met het zout wordt opgenomen (Wiesner).

3 Probleemstelling

Het probleem dat in dit onderzoek aan de orde wordt gesteld kan omschreven worden als: de vraag naar de fysiologische gevolgen van de verstrekking van keukenzout in natrium-arme en niet-natrium-arme rantsoenen. Met betrekking tot de Na-arme rantsoenen interesseert ons speciaal:

1. De Na-behoefte van jongvee en van droogstaande, lacterende en afkalvende volwassen koeien.
2. De ontwikkeling en toetsing van diagnostica ter vaststelling van een krappe Na-voorziening.
3. De reacties van het dier in gezondheid, produktie en fysiologisch-chemische samenstelling van bloed, urine, speeksel, mest, melk en pensvocht op een wisselende Na-voorziening. Ook zijn dag-, jaar- en rantsoeninvloeden op bepaalde fysiologische consequenties met betrekking tot het rund onderzocht .

De studie van de Na-verstrekking aan dieren die reeds voldoende Na krijgen zal de volgende punten omvatten:

1. De invloed van NaCl bij een uit energetisch oogpunt niet optimale voeding met het doel om na te gaan of onder ongunstige omstandigheden een verhoogde Na-behoefte bestaat. De niet optimale voeding bestond uit gedeeltelijke ondervoeding, het voeren van grassilage van zeer matige kwaliteit en het aanbrengen van diverse rantsoenovergangen in een proef met afkalvend vee.
2. De invloed van keukenzout ter voorkoming van het met de nageboorte blijven staan.
3. De invloed van plotselinge rantsoenovergangen en het verstrekken van grote hoeveelheden water op de Na-, K-, Cl- en N-balans van de koeien.
4. De invloed van NaCl op de vertering van ruwvoer.
5. De invloed van keukenzout, verstrekt als conserveermiddel in grassilages, op het melkgevend rund speciaal met betrekking tot de zouttolerantie.
6. Keukenzout als smaakcorrigers en als middel ter bevordering van de ruwvoeropneming.

4 Methoden

In dit hoofdstuk zullen de monsterneming, de voorbehandeling van de monsters en de eigenlijke bepaling ter sprake worden gebracht.

1 *Speeksel*. Dit kon op eenvoudige wijze worden verkregen bij de in de bek uitmondende afvoerbuys van een parotisklier. Daartoe werd een natriumvrij gemaakt schuimplastic sponsje, ingeklemd in een korentang, in de bek gebracht tussen de wang en de kiezenrij van de bovenkaak bij de uitmonding van de klier. Het sponsje, ter grootte van ongeveer $5 \times 5 \times 2$ cm en voorzien van een 30 cm lange nyloodraad, bleef ± 1 minuut ter plaatse. Kauwen op het sponsje werd zoveel mogelijk voorkomen mede om verontreiniging met mukeus speekselvocht of met vocht uit de laatste herkauwbros, te vermijden.

Na openen van de bek werd het plastic sponsje door aan het draadje te trekken naar buiten gebracht en in een plastic (polytheen) zakje gedaan. Het zakje werd dichtgeknoopt en in het laboratorium aan een hoekpunt stukgeknipt en leeggeperst boven een mineraal-vrij polyaetheen monsterflesje.

Door zo te handelen werd een monster (enkele ml) gemengd speeksel verkregen, dat grotendeels bestaat uit parotisvocht en dat niet in aanraking was geweest met bijv. vuile bezwete handen. Zuiver parotisvocht bevat in het algemeen meer Na dan gemengd speeksel (Dobson e.a., 1960), reden waarom de wijze van monsternemen zodanig moest zijn dat de kans op ongewenst grote verdunningen werd voorkomen.

Troebele en sterk gekleurde monsters werden opnieuw genomen.

1 ml van het verkregen speekselmonster werd in een maatkolfje van 100 ml gepipetteerd en aangevuld met gedemineraliseerd water (verdunning 1 tot 100). In deze vloeistof werd het kaliumgehalte bepaald. Voor het bepalen van het natriumgehalte werd 10 ml van bovengenoemde vloeistof verdund tot 100 ml met gedemineraliseerd water (verdunning 1 tot 1000). De meting vond plaats met behulp van de Beckman vlamfotometer, bestaande uit een Beckman spectrofotometer model B en bijbehorende vlamcombinatie. De Na-concentratie in de verdunningen werd bepaald met behulp van een Na-ijklijn van 0 tot 10 ppm Na en de K-concentratie met een K-ijklijn van 0 tot 10 ppm K. De standaardoplossingen werden in het donker en niet langer dan ± 6 maanden bewaard om eventuele algengroei te voorkomen.

2 *Urine*. De urine werd verkregen door middel van catheterisatie of door opvangen van spontaan geloosde urine. Bij catheterisatie werden zowel stalen als rubber ballon-catheters (merk Bardex) gebruikt. Voor beschrijving van de balloncatheter zie

Cunningham e.a. (1955). De urine werd verzameld in mineraalvrije flesjes van 100 ml.

Voor de Na- en K-bepaling werd ± 10 ml urine gefiltreerd door een kwalitatief filter (merk Schleicher en Schüll, kortweg S & S 595). De eerste ml filtraat werden weggeworpen. Van de gefiltreerde urine pipetteerde men 0,5 ml in een maatkolfje van 100 ml en vulde aan met gedemineraliseerd water (verduunning 1 tot 200). In deze verduunning kon in het algemeen zowel Na als K gemeten worden met de Beckman vlamfotometer (Na-ijklijn 0-10 ppm Na, K-ijklijn 0-100 ppm K).

Voor de Cl-bepaling werd gebruik gemaakt van het NEN voorschrift 2401, waarbij de chloride-ionen worden getitreerd met mercuri-ionen en waarbij het eindpunt van de titratie wordt vastgesteld door de violette kleurverandering van de overmaat vrije mercuri-ionen in tegenwoordigheid van de indicator difenylcarbazon.

De kreatinine-bepaling geschiedde volgens de methode Cramer (1951). Hierbij wordt aan de urine verzadigde pikrinezuuroplossing en natronloog toegevoegd. Dit mengsel laat men enige tijd in donker staan, waarna de extinctie, veroorzaakt door de ontstane rode kleur op de Optica-spectrofotometer bij 530 nm wordt gemeten. Stikstof in de urine werd bepaald volgens het NEN voorschrift 3145. Het soortelijk gewicht werd bepaald met de zogenaamde balans van Mohr bij kamertemperatuur (Schut, 1949).

3 *Melk*. Van een goed gemengd monster melk in een mineraalvrij flesje werd 5 ml in een kwartsschaaltje gepipetteerd en ingedampt op een kokend waterbad tot droog. Daarna werd het residu verast in een moffeloven bij 500°C gedurende 1½ uur en de as na afkoeling opgelost in 1 ml 10% HCl-oplossing. Deze oplossing werd met warm gedemineraliseerd water overgebracht en gewassen door een filter (S & S 589²) in een maatkolf van 250 ml. Na afkoelen aanvullen met gedemineraliseerd water. In deze vloeistof kon zowel Na als K gemeten worden (Na-ijklijn 0-10 ppm Na, K-ijklijn 0-100 ppm K).

Voor de bepaling van chloor in melk werd gebruik gemaakt van de methode volgens Davies (1932) met ijzerammoniakaluin, zilvernitraat en KCNS. Het eiwit in de melk werd bepaald naar het voorschrift NEN 3145, het vet volgens de butyrometrische methode van Gerber (NEN 962). Het soortelijk gewicht van de melk werd bepaald met de lactodensimeter (NEN 958). Het vetvrije droge stof-gehalte werd hieruit afgeleid met behulp van de omrekenstabellen van Eriks (1913).

4 *Mest*. Faecesmonsters werden bij voorkeur rectaal afgenomen, door met toegespitste hand in een binnenstebuiten gekeerde plastic zak (20 × 30 cm) voorzichtig de anus te openen en de defaecatie te bevorderen door het rectum slijmvlies aan te raken. De ontlasting werd opgevangen en de zak dichtgeknoopt en koel bewaard. Zo spoedig mogelijk (meestal de volgende dag) werd daarna een hoeveelheid van

4 Methoden

In dit hoofdstuk zullen de monsterneming, de voorbehandeling van de monsters en de eigenlijke bepaling ter sprake worden gebracht.

1 Speeksel. Dit kon op eenvoudige wijze worden verkregen bij de in de bek uitmondende afvoerbuys van een parotisklier. Daartoe werd een natriumvrij gemaakt schuimplastic sponsje, ingeklemd in een korentang, in de bek gebracht tussen de wang en de kiezenrij van de bovenkaak bij de uitmonding van de klier. Het sponsje, ter grootte van ongeveer $5 \times 5 \times 2$ cm en voorzien van een 30 cm lange nylandraad, bleef ± 1 minuut ter plaatse. Kauwen op het sponsje werd zoveel mogelijk voorkomen mede om verontreiniging met mukeus speekselvocht of met vocht uit de laatste herkauwbros, te vermijden.

Na openen van de bek werd het plastic sponsje door aan het draadje te trekken naar buiten gebracht en in een plastic (polytheen) zakje gedaan. Het zakje werd dichtgeknoopt en in het laboratorium aan een hoekpunt stukgeknipt en leeggeperst boven een mineraal-vrij polyaetheen monsterflesje.

Door zo te handelen werd een monster (enkele ml) gemengd speeksel verkregen, dat grotendeels bestaat uit parotisvocht en dat niet in aanraking was geweest met bijv. vuile bezwete handen. Zuiver parotisvocht bevat in het algemeen meer Na dan gemengd speeksel (Dobson e.a., 1960), reden waarom de wijze van monsternemen zodanig moest zijn dat de kans op ongewenst grote verdunningen werd voorkomen.

Troebele en sterk gekleurde monsters werden opnieuw genomen.

1 ml van het verkregen speekselmonster werd in een maatkolfje van 100 ml gepipetteerd en aangevuld met gedemineraliseerd water (verdunning 1 tot 100). In deze vloeistof werd het kaliumgehalte bepaald. Voor het bepalen van het natriumgehalte werd 10 ml van bovengenoemde vloeistof verdund tot 100 ml met gedemineraliseerd water (verdunning 1 tot 1000). De meting vond plaats met behulp van de Beckman vlamfotometer, bestaande uit een Beckman spectrofotometer model B en bijbehorende vlamcombinatie. De Na-concentratie in de verdunningen werd bepaald met behulp van een Na-ijklijn van 0 tot 10 ppm Na en de K-concentratie met een K-ijklijn van 0 tot 10 ppm K. De standaardoplossingen werden in het donker en niet langer dan ± 6 maanden bewaard om eventuele algengroei te voorkomen.

2 Urine. De urine werd verkregen door middel van catheterisatie of door opvangen van spontaan geloosde urine. Bij catheterisatie werden zowel stalen als rubber ballon-catheters (merk Bardex) gebruikt. Voor beschrijving van de balloncatheter zie

Cunningham e.a. (1955). De urine werd verzameld in mineraalvrije flesjes van 100 ml.

Voor de Na- en K-bepaling werd ± 10 ml urine gefiltreerd door een kwalitatief filter (merk Schleicher en Schüll, kortweg S & S 595). De eerste ml filtraat werden weggegooid. Van de gefiltreerde urine pipetteerde men 0,5 ml in een maatkolfje van 100 ml en vulde aan met gedemineraliseerd water (verdunding 1 tot 200). In deze verdunding kon in het algemeen zowel Na als K gemeten worden met de Beckman vlamfotometer (Na-ijklijn 0–10 ppm Na, K-ijklijn 0–100 ppm K).

Voor de Cl-bepaling werd gebruik gemaakt van het NEN voorschrift 2401, waarbij de chloride-ionen worden getitreerd met mercuri-ionen en waarbij het eindpunt van de titratie wordt vastgesteld door de violette kleurverandering van de overmaat vrije mercuri-ionen in tegenwoordigheid van de indicator difenylcarbazon.

De kreatinine-bepaling geschiedde volgens de methode Cramer (1951). Hierbij wordt aan de urine verzadigde pikrinezuuroplossing en natronloog toegevoegd. Dit mengsel laat men enige tijd in donker staan, waarna de extinctie, veroorzaakt door de ontstane rode kleur op de Optica-spectrofotometer bij 530 nm wordt gemeten. Stikstof in de urine werd bepaald volgens het NEN voorschrift 3145. Het soortelijk gewicht werd bepaald met de zogenaamde balans van Mohr bij kamertemperatuur (Schut, 1949).

3 Melk. Van een goed gemengd monster melk in een mineraalvrij flesje werd 5 ml in een kwartsschaaltje gepipetteerd en ingedampt op een kokend waterbad tot droog. Daarna werd het residu verast in een moffeloven bij 500°C gedurende 1½ uur en de as na afkoeling opgelost in 1 ml 10% HCl-oplossing. Deze oplossing werd met warm gedemineraliseerd water overgebracht en gewassen door een filter (S & S 589²) in een maatkolf van 250 ml. Na afkoelen aanvullen met gedemineraliseerd water. In deze vloeistof kon zowel Na als K gemeten worden (Na-ijklijn 0–10 ppm Na, K-ijklijn 0–100 ppm K).

Voor de bepaling van chloor in melk werd gebruik gemaakt van de methode volgens Davies (1932) met ijzerammoniakaluin, zilvernitraat en KCNS. Het eiwit in de melk werd bepaald naar het voorschrift NEN 3145, het vet volgens de butyrometrische methode van Gerber (NEN 962). Het soortelijk gewicht van de melk werd bepaald met de lactodensimeter (NEN 958). Het vetvrije droge stof-gehalte werd hieruit afgeleid met behulp van de omrekenstabellen van Eriks (1913).

4 Mest. Faecesmonsters werden bij voorkeur rectaal afgenomen, door met toegespitste hand in een binnenstebuiten gekeerde plastic zak (20 × 30 cm) voorzichtig de anus te openen en de defaecatie te bevorderen door het rectum slijmvlies aan te raken. De ontlasting werd opgevangen en de zak dichtgeknoopt en koel bewaard. Zo spoedig mogelijk (meestal de volgende dag) werd daarna een hoeveelheid van ongeveer 5 gram mest zeer nauwkeurig afgewogen in een kwartsschaaltje en 1 nacht in de droogstoof geplaatst bij 103–105°C. Na afkoelen in de exsiccator kon het droge stof-gehalte door weging worden bepaald. De gedroogde faeces werden nu verast in een moffeloven bij 500°C gedurende 1½ uur. De veraste stof werd op een kokend

waterbad 2 maal ingedampt met 15 ml 25% HCl-oplossing en 1 maal met 5 ml 36% HCl-oplossing, waarna tot slot nog eens 1 ml 10% HCl-oplossing werd toegevoegd. In de hoop, dat alle kiezelstoring nu verdwenen was werd de inhoud van het kwartsschaaltje overgebracht en met warm gedemineraliseerd water gefiltreerd door een asvrij filter (S & S 589²) in een maatkolf van 250 ml. Na afkoeling aanvullen met gedemineraliseerd water en meten van natrium en kalium (Na-ijklijn van 0-10 ppm Na, K-ijklijn van 0-100 ppm K).

De chloorbepaling in mest vond plaats na verassen bij 500°C in tegenwoordigheid van Na_2CO_3 . Daarna werd met ijzerammoniakaluin, zilvernitraat en kaliumthiocyanaat de bepaling verricht (Davies, 1932; AOAC, 1965).

De N-bepaling vond plaats volgens voorschrift NEN 3145.

5 *Pensvocht*. Met de bestuurbare maagsonde (Van Adrichem, 1962) werd een hoeveelheid pensvocht verzameld in mineraalvrije flessen. 90 ml pensvocht werd gedurende 15 minuten gecentrifugeerd bij 3000 toeren per minuut. Van de bovenstaande vloeistof werd 2 ml gepipetteerd in een maatkolfje van 100 ml en aangevuld met gedemineraliseerd water. In deze vloeistof werd K gemeten (verduunning 1 tot 50). Voor het bepalen van het Na-gehalte werd 10 ml van deze vloeistof verdund tot 100 ml met gedemineraliseerd water (verduunning 1 tot 500) (Na-ijklijn van 0-10 ppm Na; K-ijklijn van 0-100 ppm K).

Voor de bepaling van de vluchtige vetzuren werd 5 ml door een kaasdoek gefiltreerde pensvloeistof vermengd met metafosforzuur (25%) en mierenzuur (98%) en daarna 30 minuten gecentrifugeerd. In 3 ml van de bovenstaande vloeistof werden de vluchtige vetzuren bepaald met een F. en M. gaschromatograaf (M 700) (Erwin e.a., 1961).

Ammoniak werd bepaald door een hoeveelheid pensvloeistof met H_2SO_4 en MgO over te destilleren in een nauwkeurig gestelde zwavelzuuroplossing. De overmaat H_2SO_4 werd teruggetitreerd met een nauwkeurig gestelde NaOH-oplossing.

Het vloeistofvolume van de pens werd bepaald volgens de methode van Hyden (1956) met polyethyleen glycol.

6 *Bloed(plasma)*. Het bloed werd genomen uit de vena jugularis en onstolbaar gemaakt met 200 mg ammoniumoxalaat per 100 ml bloed. Later (paragraaf 5.1.4 en volgende) werd overgegaan op 2 druppels van een 5% Na-heparine-oplossing per 100 ml bloed. Alleen voor het tellen van bloedcellen zoals eosinofiele cellen en erythrocyten werd 30 mg natrium-EDTA gebruikt per 10 ml bloed.

Voor de bepalingen in bloedplasma werd het bloed gecentrifugeerd met een hoeveelheid kunststoffen korrels (Styron 666) die zich als een laagje van 1-1½ cm dikte afzet tussen de bloedcellen en het bovenstaande plasma na afloop van het centrifugeren (3000 toeren per minuut gedurende 15 minuten). Nu kan men zonder kans op vermenging met (rode) bloedcellen het bovenstaande plasma afschenken in een flesje. Ter bepaling van de Na- en K-gehalten werd eerst 2 ml bloedplasma verdund tot 100 ml met gedemineraliseerd water. In deze verduunning (1 tot 50) wordt het K-

gehalte bepaald. Daarna wordt 10 ml van de zojuist genoemde verdunning met gedemineraliseerd water aangevuld tot 100 ml (verdunning 1 tot 500). Hierin kon Na worden bepaald (Na-ijklijn 0-10 ppm Na, K-ijklijn 0-10 ppm K).

Voor de bepaling van chloride in plasma kan worden verwezen naar het voorschrift NEN 2400. Het principe komt overeen met de Cl-bepaling in urine.

De bepaling van kreatinine in plasma vond plaats volgens de methode Cramer (1952). Hierbij werd het plasma-eiwit met zwavelzuur geprecipiteerd, de vloeistof vervolgens gefiltreerd en aan het filtraat werd pikrinezuur en een overmaat natronloog toegevoegd. De rode kleur werd gemeten bij 530 nm.

De bepaling van Ca en Mg in plasma geschiedde met behulp van de Techtron Atomic Absorption Spectrophotometer (model AA-100). Voor de Ca-bepaling werd de oplossing verdund met een 10%-lanthaanchloride-oplossing.

Voor de bepaling van het anorganisch fosfaat werd het plasma onteiwit met trichloorazijnzuur en daarna behandeld met oplossingen van natriummolybdaat en hydrochinonbisulfiet, waarna bij 625 nm gemeten kon worden op een spectrofotometer.

Voor de metingen in het bloed kan eerst de haemoglobine-bepaling worden vermeld van Peters en Van Slijke (1932), waarbij lichtgas wordt geleid door 0,2 ml bloed en de kleur wordt gemeten bij 480 nm op de (Beckman) spectrofotometer.

De haematokriet werd aanvankelijk bepaald door bloed (10 ml) te centrifugeren gedurende 30 minuten op 2750 toeren per minuut. Later (paragraaf 5.1.4 en volgende) werd overgestapt op een methode van de International Equipment Company te Boston. Daarbij wordt bloed in een glascapillair van ± 10 cm opgezogen en na dichtsmelten van één zijde van de capillair gecentrifugeerd op 11.500 toeren per minuut gedurende 3-4 minuten. Met behulp van een 'reader' kan het absolute haematocrietpercentage daarna worden afgelezen. Bij de Hoornse methode is de haematocriet te hoog en slechts relatief: voor klinisch gebruik is ze echter toch wel waardevol.

Voor het tellen van de bloedcellen wordt verwezen naar De Vries (1955). De tellingen vonden in duplo plaats. Bij afwijkingen van 10% en meer werd een derde bepaling gedaan.

Voor het berekenen en uitvoeren van de kreatinine clearance-getallen en het verrichten van de bloeddrukmeting wordt verwezen naar paragraaf 5.2.5.

7 Voedermiddelen. Voor de voorbehandeling van monsters ruw- en krachtvoer wordt verwezen naar het voorschrift NEN 3328.

Van het luchtdroge materiaal werd 2 gram nauwkeurig afgewogen in een kwartschaaltje en verast (zie mest), waarbij uiteindelijk aangevuld werd tot 500 ml in plaats van tot 250 ml. In de verdunningen konden Na en K gemeten worden.

De bepaling van totaal chloor in veevoeders verliep volgens de methode van de AOAC (1965).

Voor de bepalingen van Ca, P, droge stof en luchtdroge stof in veevoeders en in verband met de silages de berekening en bepaling van de schijnbare droge stof, de gecorrigeerde droge stof, de NH_3 -fractie, het percentage vetzuren en melkzuur, de

pH, de techniek van het nemen van boor- en plukjesmonsters, de monsterverwerking en dergelijke kan worden verwezen naar bestaande voorschriften op dit gebied, die bovendien een zekere standaardisatie hebben bereikt (Jaarverslagen IVO 'Hoorn'). Voor de ruwe celstof-bepaling kan worden verwezen naar de methode beschreven door Kemmink (1969).

De vetbepaling in voedermiddelen staat beschreven in NEN 3148, de ruw eiwitbepaling in NEN 3145 en de asbepaling in NEN 3329.

5 Onderzoekingen

5.1 Keukenzout als supplement in natriumarme rantsoenen

5.1.1 Een oriënterende proef met 4 melkkoeien

1 *Doel.* Het doel van de hierna te bespreken proef is, na te gaan welke fysiologische waarnemingen het meest geschikt zijn om bij de melkgevende koe een krappe Na-voorziening vast te stellen. Deze waarnemingen zullen hiertoe worden beoordeeld naar gevoeligheid, betrouwbaarheid en praktische uitvoerbaarheid.

Het motief voor deze proefopzet ligt mede in de omstandigheid, dat het bij het rund op een Na-arm rantsoen, volgens waarnemingen in de praktijk, soms lang kan duren voordat uitwendig zichtbare gebreksverschijnselen zich gaan openbaren. Daarom zullen de biochemische veranderingen in bloed, urine, speeksel, melk e.d. als mogelijke graadmeters voor een te krappe Na-aanvoer moeten dienen. Hierbij gaan we dan van de veronderstelling uit, dat de eventueel waargenomen biochemische veranderingen in het dier op een Na-arm rantsoen de (subklinische) voorboden zijn van een waarschijnlijk later zichtbaar wordend Na-gebrek.

Het keukenzout zal bij deze proef dienen als supplement van het rantsoen in voor- en naperiode.

2 *Werkwijze*

Opzet van de proef. Op 13 november 1963 werden 4 zwartbonte melkgevende koeien uit de grote koestal van de proefboerderij van het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' voor deze proef uitgezocht. De dieren met de nummers 10, 51, 54 en 56 waren respectievelijk 4, 8, 5 en 7 jaar oud en hadden kort tevoren gekalfd, nl. op 30 oktober, 6, 2 en 9 november. De gewichten waren achtereenvolgens 480, 510, 577 en 570 kg, terwijl de melkproduktie aan het begin van de proef 21, 22, 21 en 23 kg per dier per dag bedroeg.

De proefindeling liet de volgende perioden zien:

Aanloop- of voorperiode van 13 nov.-22 nov., 9 dagen

Hoofdperiode op een Na-arm regiem van 22 nov.-14 dec., 22 dagen

Naperiode op 2 verschillende Na-regiems naast elkaar van 14 dec.-21 dec., 7 dagen

De voeding. De dieren kregen voor de voorperiode een rantsoen bestaande uit hooi, krachtvoer en rammenas.

Tabel 1 laat het voederschema zien in gemiddelde waarden per dier per dag over de verschillende perioden.

Tijdens de voorperiode ontvingen de dieren hooi van het proefbedrijf te Hoorn ('H') en gemiddeld 62 g NaCl extra door de meelpap. De totale Na-hoeveelheid in dit rantsoen bedroeg 47,6 gram (= 0,32% in de droge stof). De hoeveelheid K bedroeg 195 gram (= 1,33% in de droge stof van het rantsoen). In deze periode werden de dieren ongeveer 15% onder de ZW-norm gevoerd. De voederwaarde van het ruwvoer was namelijk overschat.

Gedurende de hoofdperiode en daarna kregen de koeien hooi met een laag Na-gehalte, speciaal hiervoor gekocht in Oploo, Noord-Brabant (hooi 'O'). In deze periode werd bovendien het zout uit de meelpap weggelaten, zodat de dieren ge-

Tabel 1. Gemiddelde opname per dier per dag van hooi, krachtvoer en droge stof in kg en van NaCl, Na en K in g. De Zetmeelwaarde is weergegeven in grote eenheden.

	Hooi	Kracht- voer	Droge stof	Zetmeel- waarde	NaCl	Na	K
voorperiode/ control period I	9,4	8,0	14,7	8,2	62	47,6	195
hoofdperiode/ experimental period	10,0	8,8	16,0	9,3	0	9,2	297
naperiode/ control period II	9,8	8,8	15,9	9,2	55	31,0	294
	Hay	Concen- trates	Dry matter	Starch equivalent	NaCl	Na	K

Table 1. Average intake per animal per day of hay, concentrates and dry matter in kg and of NaCl, Na and K in g. The starch equivalent is expressed in big units.

Tabel 2. Het drogestof gehalte en desamenstelling van de droge stof van diverse rantsoenbestanddelen in % (water in mg/l en zetmeelwaarden in gzw per 100 g ds).

	droge stof	Na	K	zetmeel- waarde	vre
hooi 'H'/hay 'H'	82,0	0,22	1,51	39	8,5
hooi 'O'/hay 'O'	83,5	0,04	2,64	43	6,7
krachtvoer/concentrates	87,0	0,03	0,84	65	14,0
rammenas/black radish	10,0	0,72	3,50	—	—
drinkwater/drinking water		43,6	5,0		
	Dry matter	Na	K	Starch equiva- lent	Dig. crude protein

Table 2. The dry matter content and the composition of dry matter of various components of the ration in % (water in mg/l and starch equivalents in small units per 100 g d.m.).

middeld 9,2 gram Na (= 0,06%) en in totaal 297 g K (= 1,85%) per dag ontvingen. Nu werden de dieren wel volgens de ZW-normen gevoerd.

In de naperiode werd het zojuist vermelde Na-arme basis-rantsoen aangevuld met extra keukenzout via de meelpap. De koeien 51 en 54 kregen 37 gram en de nummers 10 en 56: 73 gram NaCl per dier per dag extra. Daardoor namen de eerste koeien in totaal 24,1 gram Na (= 0,15%) en de laatste dieren resp. 37,9 gram Na (= 0,25%) per dier per dag op. Ook nu werden de dieren volgens de ZW-norm gevoerd.

Tabel 2 laat de samenstelling zien van de verschillende rantsoenbestanddelen. Volledigheidshalve is ook het drinkwater geanalyseerd.

's Morgens en 's avonds werd per dier de helft van zijn rantsoen verstrekt (individuele voeding).

Waarnemingen. Drie maal per week werd 's morgens en 's avonds de melk gewogen en apart bemonsterd. Deze monsters werden steeds onderzocht op Na-gehalte. Aan het begin en het einde van iedere week werden de dieren om $\pm$ 11.30 uur gewogen. Dagelijks werd de waterconsumptie om 12.00 uur genoteerd van de gecalibreerde drinkwatervaten. Tevens werd bij het vullen een watermonster genomen en onderzocht op Na- en K-gehalte. Ook werd de hoeveelheid water voor het bereiden van de meelpap opgeschreven.

Dagelijks werden ook de hooi- en krachtvoermonsters verzameld en uiteindelijk als totaal monster geanalyseerd op voederwaarde en Na- en K-gehalte. Drie keer per week werd een bloedmonster uit de halsader afgenomen om ongeveer 10.00 uur en onderzocht op Na-, K-, haemoglobine-gehalte en haematokriet (Het laatste volgens de methode Hoorn d.w.z. 2750 toeren per minuut ged. 30 minuten met NH_4 -oxalaat als anticoagulum). Ook werd drie keer per week om ongeveer 10 uur een speekselmonster van iedere koe genomen en onderzocht op Na- en K-gehalte.

De urine, indien voor 07.00 uur spontaan geloosd, werd eveneens 3 keer per week per koe opgevangen en onderzocht op s.g., Na- en K-gehalte. De urine tussen 10 en 11 uur spontaan geloosd of met de urinecatheter afgenomen, werd twee keer per week verzameld en eveneens onderzocht op s.g., Na- en K-gehalte. De verschillende monsters werden steeds zoveel mogelijk op maandag, woensdag en vrijdag genomen.

Stoornissen. Er hebben zich tijdens de proef geen stoornissen van betekenis bij de dieren voorgedaan.

3 Resultaten. In de figuren 1 en 2 wordt het gemiddelde verloop tijdens de drie perioden weergegeven van de water- en droge stof opneming, de melkopbrengst, het levend gewicht en de samenstelling van urine, melk, bloed en speeksel.

In de voorperiode is de opgenomen hoeveelheid droge stof en voer-K lager dan daarna. Dienovereenkomstig zijn het K-gehalte en het s.g. van de urine evenals het lichaamsgewicht dan verlaagd. De waterconsumptie is daarentegen niet verlaagd. Dit in tegenstelling tot wat het verband tussen de water- en droge-stofopneming gedurende de rest van de proef ($r = +0,51$) zou doen verwachten. In de voorperiode

Fig. 1. Gegevens over water- en droge stof opneming, melkopbrengst en urine samenstelling (gem.)

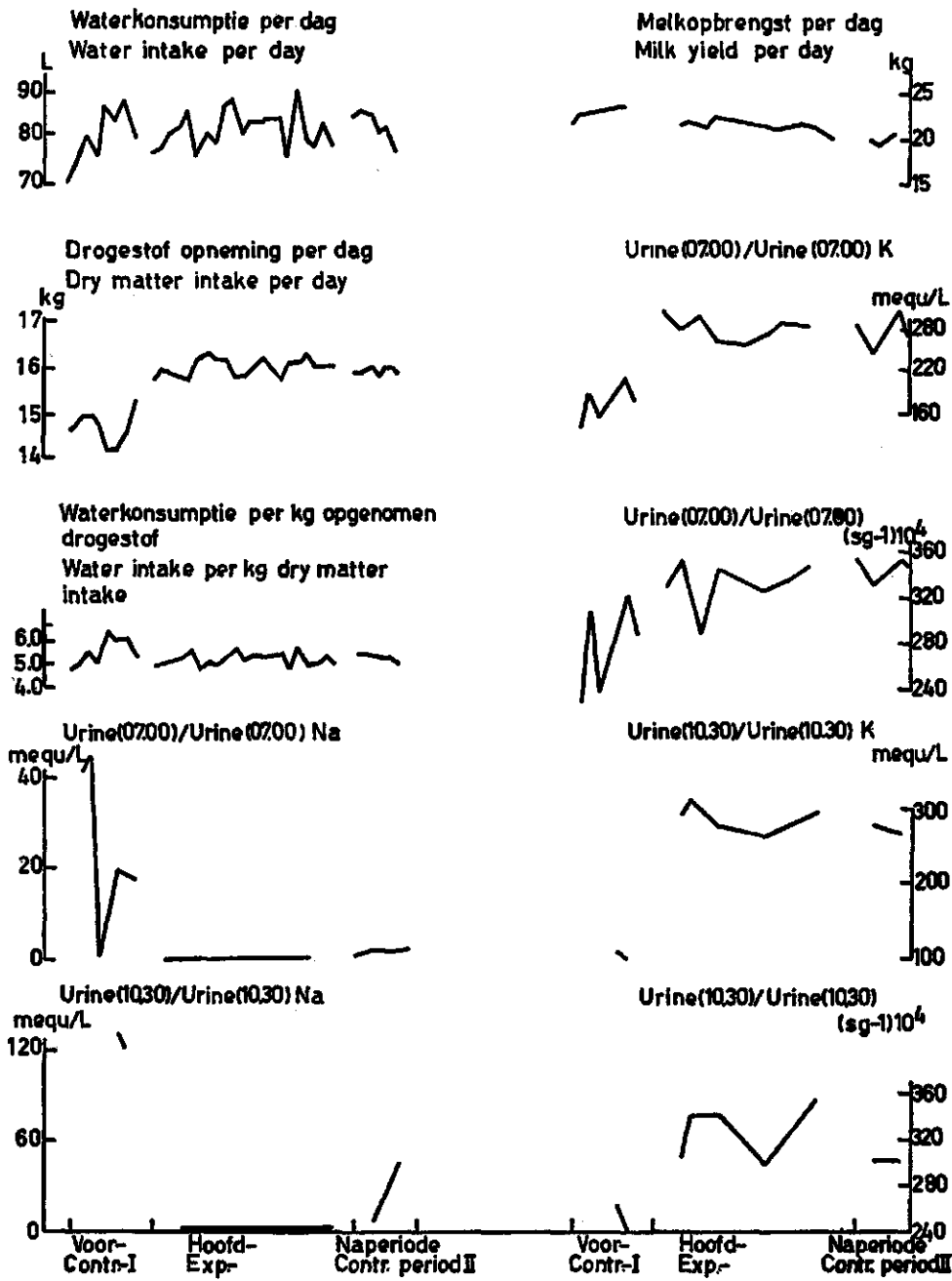


Fig. 1. Data about water- and dry matter intake, milk yield and urine composition (average)

Fig. 2. Gegevens over melk, bloed, speeksel en levend gewicht (gem.)

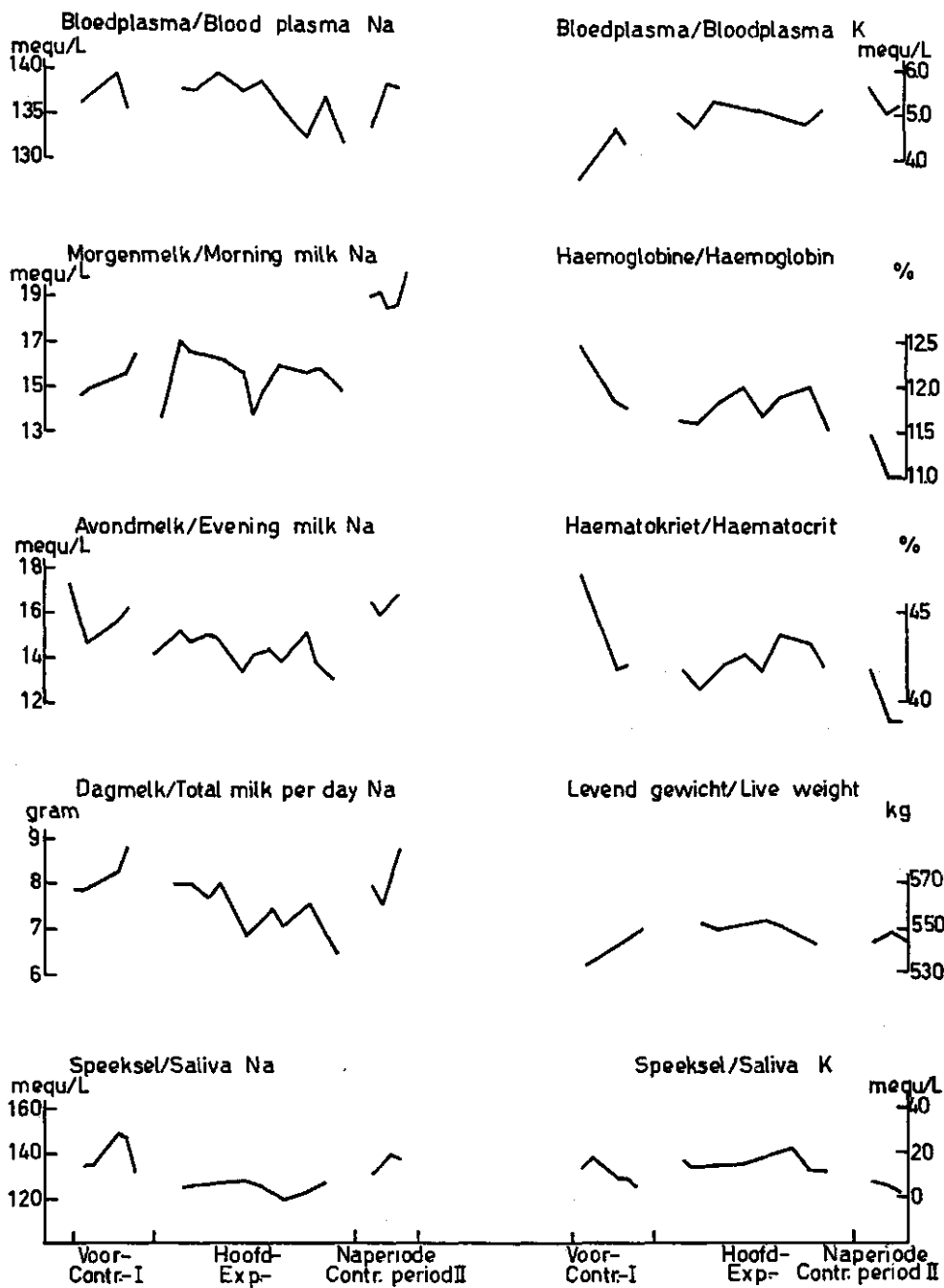


Fig. 2. Data about milk, blood, saliva and live weight (average)

wordt dus per kg opgenomen droge stof meer gedronken dan in de hoofd- en naperiode. Vermoedelijk is dit een gevolg van de kort tevoren plaats gehad hebbende partus. In latere proeven zal dit verschijnsel zich, weer in verband met de partus, duidelijk herhalen.

De K-concentratie in de urine is natuurlijk afhankelijk van het K-gehalte van het rantsoen. Bij een daling van de droge-stof opneming op zich behoeft echter het K-gehalte in de urine niet te veranderen, daar de droge-stofopneming samenhangt met de waterconsumptie en daardoor ook met de urineproductie. Zodoende kan de K-concentratie in de urine uiteindelijk gelijk blijven. In de voorperiode was de totale K-opneming (hooi 'H') echter minder dan in de perioden daarna en de waterconsumptie was relatief wat hoger in de voorperiode vergeleken met de tijd daarna, zodat de verlaagde K-concentratie in de ochtendurine volledig aan de verwachtingen beantwoordt. En omdat het s.g. van de urine behalve door onder andere de ureumconcentratie grotendeels ook door het K-gehalte in de urine wordt bepaald ($r = +0,87$ tussen K en s.g. in de 07.00 uurs urine) is in de voorperiode een daling van het urine-s.g. zeer zeker voor de hand liggend.

De daling van het lichaamsgewicht tijdens de voorperiode kan samenhangen met een geringere buikvulling, ofschoon weefselafbraak vlak na de partus ook niet als een onwaarschijnlijke factor te noemen is.

Tabel 3 geeft vervolgens in dezelfde volgorde als bij de figuren 1 en 2 de gemiddelde gegevens weer per periode van de 4 koeien per groep. Tevens zijn de verschillen tussen de controleperiode(n) en de hoofdperiode in deze tabel aangegeven. Daarbij is het gemiddelde van de uitkomsten in voor- en naperiode verminderd met de uitkomst in de Na-arme hoofdperiode, zodat de aldus ontstane verschillen bij het dier voor- namelijk terug te voeren zijn op verschillen in de Na-voorziening. Mogelijke invloeden van het tijdsverloop of van de partus worden immers op deze wijze zo goed mogelijk geëlimineerd.

Bij de water- en droge-stofopneming, het K-gehalte en s.g. van de urine en bij het levend gewicht zijn uitsluitend de naperiode-gegevens gebruikt ter controle van de hoofdperiode-gegevens, omdat de voorperiode-gegevens, zoals eerder werd gemeld, door diverse omstandigheden hiervoor niet te gebruiken waren.

Bij de beoordeling van het Na-gehalte in de urine is echter uitsluitend gebruik gemaakt van de voorperiode, omdat daar alle dieren 0,32% Na in de droge stof van het rantsoen ontvingen. In de naperiode namelijk was de Na-opneming niet alleen veel lager dan in de voorperiode, maar bovendien per twee dieren verschillend nl.: 0,25% en 0,15%. Zowel voor het gebruik van de t- als van de F-toets is een homogene, normale verdeling van getallen gewenst, zodat om deze reden besloten is tot eliminatie van de naperiode als controleperiode. Dit zou tot gevolg kunnen hebben, dat daardoor de waarde van het Na-gehalte in de urine als mogelijke test ter vaststelling van een krappe Na-voorziening wat te gunstig wordt beoordeeld. Het Na-gehalte in de urine is immers naar beneden gebonden aan de 0-grens maar naar boven volgt zij waarschijnlijk vrij getrouw het uitscheidingsniveau, zoals dit bepaald wordt door het verschil tussen Na-opneming en Na-behoefte. Hoe groter dus het Na-overschot is,

Tabel 3. Gemiddelde gegevens per periode en het verschil (c-h) tussen de controleperiode(n) en de hoofdperiode.

1. wateropneming per dag/water intake per day (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Table 3. Average data per period and the difference (c-e) between the control period(s) and the experimental period.

hoe gunstiger de urine als graadmeter kan fungeren ter vaststelling van een krappe Na-voorziening. Maar ook: hoe kleiner het overschot aan Na is des te minder goed komt de urine voor bedoelde test in aanmerking. Dit laatste is in de naperiode enigszins het geval, terwijl het eerste juist in de voorperiode van toepassing is.

Uit tabel 3 blijkt, dat de grootste verschillen te vinden zijn bij de urine, het speeksel en de melk. Ter verduidelijking van het begrip Na dagmelk in figuur 2 en tabel 3 wordt opgemerkt, dat hier de Na-uitscheiding per dag via de melk is bedoeld.

Ten aanzien van de speekselsamenstelling valt het op, dat tijdens de hoofdperiode de daling van het Na-gehalte in dit sekreet samengaat met een lichte stijging van het K-gehalte (zie ook figuur 2). De Na/K-verhouding wordt hierdoor kleiner, terwijl de som van de milliequivalenten Na en K nagenoeg constant blijft. Zodoende kan de isotonie van het speeksel in elk geval gehandhaafd blijven.

Rest ons nog te vermelden, dat tijdens de naperiode tussen de dieren met 0,15 en 0,25% Na in de droge stof van het rantsoen, behalve voor wat betreft de urine in geen enkel opzicht verschillen aanwezig waren, die dusdanig van betekenis zouden zijn, dat ze hier weergegeven dienen te worden.

In de urine van 10–11 uur waren de verschillen voor het Na + 30 mequ/l, het K —37,5 mequ/l, het 's.g.' —2,5 en in de urine van voor 07.00 uur waren de verschillen voor het Na +16 mequ/l, het K —27,5 mequ/l en het 's.g.' +47,5.

De verschillen in dagelijkse opneming bedroegen voor Na +16,4 g en voor K —47 gram. Dit demonstreert de samenhang tussen de uitscheiding van Na en K met de urine en de voorziening met Na en K via het voer.

4 Bespreking. Voor het stellen van de diagnose bij Na-gebrek, zijn die waarnemingen het best bruikbaar waarvan de variantie tussen de perioden het grootst en de variantie binnen de perioden het kleinst is. De verhouding van deze beide varianties levert de F-waarde op. Het opsporen van de waarnemingen met de hoogste F-waarden vormt het doel van dit onderzoek. Het aantal vrijheidsgraden tussen en binnen de perioden is steeds 1 en 6.

Bij het uitvoeren van de variantie-analyse wordt op dezelfde manier gebruik gemaakt van de gegevens in voor-, hoofd- en naperiode, zoals bij de berekening van de verschillen in tabel 3 reeds is gebeurd. In de meeste gevallen konden dus de na- en voorperiode als 1 controleperiode worden gebruikt voor de hoofdperiode, behalve bij het Na- en K-gehalte van de urine. Hier was sprake van speciale omstandigheden, zoals reeds in de vorige paragraaf werd besproken, die ons noopten van een enkelvoudige controleperiode gebruik te maken.

In bijna alle gevallen voldeed de naperiode dus aan de eis van homogeniteit, die aan een getallenreeks met een normale verdeling gesteld dient te worden. En dit terwijl vrij kort na een Na arme-periode bewust een niveau van 0,15% Na (ongeveer de behoeftenorm) en een niveau van 0,25% Na in het rantsoen werd aangelegd. Blijkbaar is het ontstane tekort aan lichaams-Na tijdens de hoofdperiode van slechts geringe omvang geweest, zodat geen enkele nawerking in de naperiode bij beide Na-regiems zichtbaar werd, of: 0,15% Na voorziet kennelijk ruim genoeg in de

behoefte om tevens een bepaald tekort aan lichaams-Na binnen enkele dagen op te heffen.

Tabel 4 geeft de varianties, afgerond op gehele getallen, weer, tussen en binnen de perioden van die waarnemingen, welke verschillen van enige omvang hebben laten zien in tabel 3. De bijvermelde F-waarden zijn significant als ze hoger zijn dan 5,99 (5% eenzijdige overschrijdingskans $\varphi_1 = 1$ en $\varphi_2 = 6$).

Ter aanvulling van tabel 4 wordt opgemerkt, dat de F-waarden van alle overige waarnemingen beneden 3,4 liggen, hetzij doordat de varianties tussen de perioden te klein of de varianties binnen de perioden te groot waren. Deze getallen zijn echter mede wegens hun onwaarschijnlijkheid achterwege gelaten. Zo moet ook aan de F-waarde van het s.g. van de 10-11 uurs urine (5,2) niet te veel waarde worden gehecht, omdat ze buiten het significantiegebied valt.

Het Na-gehalte van de urine van 10-11 uur heeft de hoogste F-waarde, ondanks de grote binnenvariantie. Dat de F-waarde om 07.00 uur lager is dan daarna, hangt ongetwijfeld samen met de periodiciteit van de Na-uitscheiding gedurende de dag. In de loop van de ochtend zou namelijk de Na-uitscheiding in de urine gaan stijgen. In dit verband zou de latere ochtendurine dus beter geschikt zijn om Na-arme voorzieningen vast te stellen dan de vroege ochtendurine. Bij de waardering van de uitkomsten in tabel 4, dient nogmaals gewezen te worden op de voordelige positie van het Na-gehalte in de urine door de vergelijking van de Na-arme hoofdperiode met een controleperiode waarin 0,32% Na werd verstrekt. Meer onafhankelijk van dit niveauverschil bleek echter het Na- en K-gehalte in het speeksel een betrouwbare graadmeter te zijn om een Na-deficiënte toestand op te sporen. Wat de praktische uitvoerbaarheid aangaat wint het nemen van een speekselmonster het qua eenvoud misschien van de urinebemonstering. Weliswaar zal het speekselmonster zuiver

Tabel 4. De varianties (afgerond) tussen en binnen de perioden van verschillende waarnemingen en de bijbehorende F-waarden.

	Variantie		F-waarde
	tussen	binnen	
Na urine (10-11 u.)/Na urine (10-11 a.m.)	31790	1168	27,2
Na urine (voor 07.00 uur)/Na urine (before 07.00 a.m.)	1060	48	22,2
Na speeksel/Na saliva	325	24	13,3
Na/K speeksel/Na/K saliva	90	15	6,1
(s.g.-1)10 ⁴ urine (10-11 u./10-11 a.m.)	3362	646	5,2
K speeksel/K saliva	110	28	3,9
Na avondmelk/Na evening milk	6	2	3,4
	between	within	F-value
	Variance		

Table 4. The variances (rounded off) between and within the periods of various observations with their F-values.

genomen dienen te worden en liefst niet op een tijdstip kort voor of na of tijdens het voeren. De vroege-ochtendurine echter is in de wei of in de open loopstal niet steeds even gemakkelijk te verkrijgen, terwijl de latere ochtendurine in dezelfde omstandigheden als hiervoor meest met een katheter wordt genomen.

De speekselmonsters kunnen bijna op ieder moment van de dag genomen worden en de speekselsamenstelling, met name de Na/K-verhouding, geeft bovendien enig inzicht in de ernst van het Na-gebrek. Dit in tegenstelling tot de gehalten in de urine. De speekselmonsters kunnen bovendien gemakkelijk door leken worden genomen.

De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof heeft in deze proef geen wezenlijke reacties laten zien. In de volgende proefverslagen is dit enigszins anders, reden waarom hier aandacht aan dit gegeven is geschonken.

5 Conclusie. Het is gebleken, dat ter vaststelling van een lage Na-voorziening gebruik kan worden gemaakt van de bepaling van het Na-gehalte in de urine van 10-11 uur en van voor 07.00 uur.

Ter vaststelling echter van een te lage Na-voorziening bleek onderzoek van het speeksel een goed hulpmiddel te zijn. Bij de beoordeling van het speeksel wordt gelet op het Na- en K-gehalte hierin. Bij een te lage Na-voorziening daalt namelijk het speeksel-Na en stijgt het speeksel-K, zodat naar een isotone speekselsamenstelling gestreefd wordt.

Een eerste aanwijzing is verkregen dat een rantsoen met 0,15% Na in de droge stof de minimumbehoefte aan dit element voor het lacterende rund voldoende lijkt te dekken.

5.1.2 Een opfokproef met vrouwelijk vee

1 Doel. Op de Nederlandse zandgronden is het element Na dikwijls een schaars mineraal. Ofschoon de behoefte aan dit element bij jongvee vermoedelijk niet hoog zal zijn, dringen zich rond hun Na-voorziening toch een tweetal vragen op, namelijk:

a. Welke invloed heeft een krappe Na-voorziening tijdens de opfokperiode op de groei, de ontwikkeling, de gezondheid resp. de vruchtbaarheid en de melkproductie na de eerste partus?

b. Kan een extra keukenzoutverstrekking bij een Na-arm rantsoen voor jongvee het ontstaan van eventuele gebreksverschijnselen voorkomen?

Ter beantwoording van deze 2 vragen is van 1963-1965 onder auspiciën van de dépendance van het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' op de proefboerderij Cranendonck te Maarheeze van de Noord-Brabantse Christelijke Boerenbond een opfokproef met vrouwelijk roodbont vee uitgevoerd.

2 Werkwijze

Opzet van de proef. Op 15 augustus 1963 werden op een gemiddelde leeftijd van 108 dagen en met een gemiddeld gewicht van 95 kg 24 vrouwelijke roodbonte M.R.Y.-vaarskalveren in twee zoveel mogelijk gelijke groepen verdeeld. De ene groep ont-

ving gedurende de gehele opfokperiode tot maximaal 500 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 50 mg $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ per dier per dag extra via het krachtvoer, de andere groep niet. Op 31 oktober 1963 werden deze beide groepen zo goed mogelijk gehalveerd. De ene helft van deze groepen kreeg van dit moment af extra keukenzout in het rantsoen, de andere helft bleef staan op een Na-arme grondrantsoen.

De periode van 15 aug. '63 tot 31 okt. '63 kan voor de zoutproef als een zoutarme voorperiode worden beschouwd. Alle dieren ontvingen immers een zoutarm basisrantsoen in deze tijd. In de winter werd het keukenzout over het ruwvoer (hooi), in de zomer over het krachtvoer gesprendeld in een 10-procentige waterige oplossing. De gegevens betreffende de Cu- en Co-verstreking worden elders gepubliceerd.

Van 1 november 1963 tot 24 april 1964 waren de dieren in een open loopstal gehuisvest, waar groepsvoeding werd toegepast met hooi en eiwitrijk krachtvoer. Van 24 april 1964 tot 8 december 1964 graasden de dieren op uitsluitend Na-arme percelen, terwijl in het najaar, toen de grasgroei gering was, extra hooi, aardappelen en krachtvoer werden verstrekt. Van 12 augustus 1964 tot 8 december 1964 liep een 1½-jaar oude stier van de K.I.-vereniging 'de Kempen' bij de pinken. Van 8 december 1964 tot 1 mei 1965 werden de dieren opnieuw in de open loopstal gehouden. Toen ontvingen ze naast hooi en krachtvoer tevens graskuilvoer en aardappelen in het dagrantsoen. Op 1 mei 1965 begon het weideseizoen weer en in deze periode brachten de meeste dieren een kalf ter wereld, waarna vanaf de tweede lactatieweek de melkproduktie en het melkvetgehalte gedurende 5 maanden werden bepaald. 28 Oktober 1965 werden de vaarzen opgesteld in een hollands melkstal en werden ze volgens de eiwit- en zetmeelwaardenormen van het Centraal Veevoederbureau gevoerd met kuilgras, hooi en krachtvoer. De proef eindigde voor ieder dier apart in de 23ste lactatieweek. Het *voederschema* geeft tabel 5.

Voor de begripsbepaling zij opgemerkt dat de zoutgroep in dit verslag de proefgroep wordt genoemd en de Na-arme groep de controlegroep. Om een indruk te krijgen van de mineralensamenstelling van het grondrantsoen is in tabel 6 hiervan een overzicht gegeven.

Omtrent de *waarnemingen* die werden verricht kan worden meegedeeld, dat iedere maand gewicht, borstomvang en schofthoogte van de dieren werden bepaald. Bij het afkalven van de vaarzen werd voorts gelet op het partusverloop, de voorbereiding op de partus, de ontwikkeling en conditie van de vaars en het gewicht en de conditie van het kalf. Daarna werd tweemaal per week gedurende de tweede tot en met de 23ste lactatieweek de melkopbrengst en het melkvetgehalte bepaald.

Alle gebruikte voedermiddelen werden zowel vooraf als tijdens de voeding regelmatig bemonsterd en in ieder geval op Na- en K-gehalte onderzocht. In oktober 1964 werd van alle dieren een speekselmonster en in juli 1965 een speeksel- en een urinemonster (voor 07.00 uur) genomen en onderzocht op Na- en K-gehalte.

De volgende *stoornissen* hebben zich voorgedaan:

Eind oktober 1963 moesten alle dieren behandeld worden voor een lichte parasitaire infectie van de ingewanden. De behandeling vond indertijd plaats met 25 gram fenothiazine per dier.

Tabel 5. Het voederschema voor beide groepen. De waarden zijn per dier per dag weergegeven

	Gras	Gras- kuilvoer kg	Hooi kg	Aard- appelen kg	Krachtvoer		NaCl voor de proefgroep alleen (g)
					eiwitrijk kg	eiwitarm kg	
vanaf/from							
15- 8-1963	ad lib.					1-1½	
31-10-1963	" "		ad lib.	1½			15
24- 4-1964	" "					½	15
25-11-1964	" "		1	3	1		15
8-12-1964	" "	7,5	4-7	3	1		25
1- 5-1965	" "					1	30
28-10-1965		7,5	8		tot norm		35
	Grass	kg Grass silage	kg Hay	kg Potatoes	kg rich in protein	kg poor in protein	g NaCl for the experi- mental group only
					Concentrates		

Table 5. The feeding scheme for both groups. Values are given per animal per day.

Tabel 6. Het gemiddelde gehalte van enige mineralen in diverse rantsoenbestanddelen, uitgedrukt in % van de droge stof en in water.

	Na	K	Cl	Ca	P	Mg
hooi/hay	0,07	2,15	0,50	0,49	0,38	0,19
gras/grass	0,08	2,80	0,50	0,53	0,39	0,24
graskuilvoer/grass-silage	0,07	2,50				
aardappelen/potatoes	0,006	1,97				
krachtvoer/concentrates	0,08	1,07				
drinkwater/drinking water	0,0008	0,0002				

Table 6. The average content of some minerals in components of the ration as % of the dry matter and in water.

Op 2 november 1963, dus bij het begin van de proef, stierf 1 dier uit de zoutarme groep tengevolge van een ongeval.

27 Maart 1965 verwierp 1 dier uit de zoutarme groep haar kalf, nadat zij daags tevoren was geënt tegen mond- en klauwzeer (Het Brucella Abortus Bang-onderzoek was negatief). 21 Mei 1965 moest een kalf van een dier uit de zoutgroep met behulp van de keizersnede worden verlost. Na de operatie herstelde het dier zich dermate voorspoedig, dat ze voor de proef behouden kon blijven. Van elke groep was 1 dier gуст gebleven. Deze dieren werden daarom in april 1965 uit de proef genomen.

Diverse kalveren van de vaarzen kregen enige tijd na de geboorte difterie en darm-

aandoeningen, waardoor de groeicijfers van deze dieren over de eerste levensperiode niet te gebruiken zijn.

3 Resultaten

Groei en ontwikkeling. Figuur 3 laat het verloop zien van het levend gewicht, de borstomvang en de schofthoofte der dieren in de verschillende perioden. De toename is in het algemeen regelmatig en niet verschillend per groep tot het begin van de afkalfperiode (mei 1965). De verschillen, die dan gaan ontstaan, zijn deels het gevolg van de spreiding der kalfdata, deels van de eliminatie van 2 koeien uit de zoutarme groep (1 zonder kalf en 1 met verworpen kalf) met op het moment van eliminatie gewichten van respectievelijk 365 en 369 kg, borstomvangen van 167 en 168 cm en schofthoogten van 121 en 117 cm en van de ene guste koe uit de zoutgroep met op hetzelfde moment een gewicht van 378 kg, een borstomvang van 166 cm en een schofthoogte van 115 cm. Na de afkalfperiode (eind augustus 1965) worden de groepsverschillen in het algemeen weer wat kleiner.

Opmerkelijk is ook de overeenstemming in het verloop van de lijnen voor het levend gewicht en de borstomvang. Aan het eind van de proef bestaat hiertussen een positieve correlatie van 0,78 ($P < 0,001$).

Fig. 3. Verloop van gewicht, borstomvang en schofthoogte in de verschillende perioden

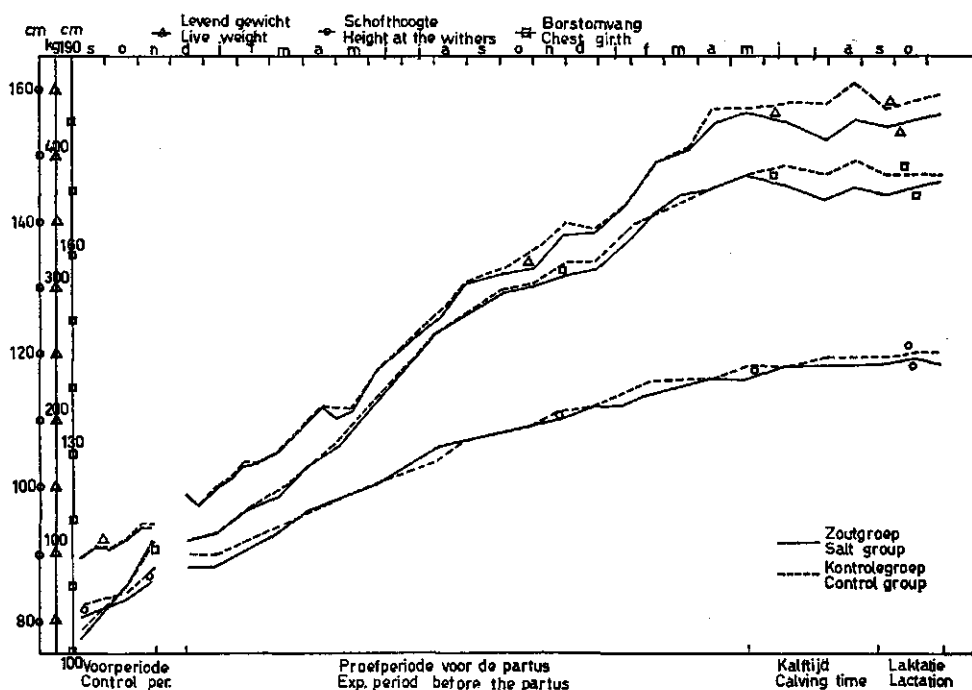


Fig. 3. Course of weight, chest girth and height at the withers in the various periods

Tabel 7 geeft aan de gemiddelden in lichaamsgewicht, groei, borstomvang en schofthoogte van beide groepen tijdens de proef met de onderlinge verschillen. In de gemiddelden van deze tabel zijn niet de dieren berekend, die later uit de proef zijn genomen. Geen van de verschillen is significant. De dagelijkse groei buiten de dracht om is berekend uit D-A gedeeld door 770 dagen. De middelbare afwijking voor de zoutgroep met betrekking tot de groei per dier per dag is 27,4 g, voor de controlegroep is dit 34,0 g. Het groepsverschil is $16,0 \pm 12,4$ g.

Tabel 7. Gemiddeld lichaamsgewicht, groei, borstomvang en schofthoogte met groepsverschillen.

Levend gewicht/Liveweight (kg)									
A. Tijdens voorperiode/during control period (15/8-31/10-1963)									
B. Bij de laatste weging voor de partus/last weighing before calving									
C. Bij de eerste weging na de partus/first weighing after calving									
D. Bij het einde van de proef/at the end of the experiment (2/11-1965)									
E. Dagelijkse groei (in g) (buiten de dracht om)/daily growth (g) (influence of gestation excluded)									
Borstomvang/Chest girth (cm)									
F. Tijdens voorperiode/during control period									
G. Bij het einde van de proef/at the end of the experiment									
Schofthoogte/Height at the withers (cm)									
H. Tijdens voorperiode/during control period									
I. Bij het einde van de proef/at the end of the experiment									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
zoutgroep/saltgroup	111	437	419	429	414	110	171	84	119
controlegroep/controlgroup	113	459	433	444	430	111	173	85	119
verschil/difference	-2	-22	-14	-15	-16	-1	-2	-1	0

Table 7. Average bodyweight, growth, girth of the chest and height at the withers with group differences.

Het verloop van de partus. Tabel 8 geeft de cijfergemiddelden voor bepaalde kenmerken weer, waarop vaars en kalf bij de geboorte zijn beoordeeld. Bij deze beoordeling werd de volgende schaal gebruikt: Zeer goed 9, goed 8, redelijk goed 7, matig 6, slecht 5, zeer slecht 4. De beoordelaar was steeds dezelfde persoon.

Het verschil van 15 dagen in kalfdatum, respectievelijk in leeftijd van afkalven tussen beide groepen wordt veroorzaakt door 2 dieren uit de controlegroep, die beiden eind augustus afkalfden. Deze dieren zijn herhaaldelijk tochtig gezien en werden minstens 4 maal gedekt voordat (blijvende) drachtigheid intrad.

Het verloop van de partus lijkt bij de zoutgroep iets beter (niet significant). Volgens blijkt dat bij de vaars de ontwikkeling en bij het kalf het geboortegewicht en de heupbreedte in beide groepen zo goed als gelijk zijn. De conditie van het kalf lijkt in de zoutgroep wat beter dan in de controlegroep (vergelijk ook het groepsverschil in de beoordeling van de conditie van de vaarzen in tabel 8).

Tabel 8. Cijfergemiddelden voor de beoordeling van de partus.

	Zoutgroep	Controlegroep
<i>Vaars/heifer</i>		
kalfdatum/date of calving 1965	3 juni	18 juni
leeftijd boven 2 jaar in weken/age over 2 years in weeks	5,0	7,3
ontwikkeling/physical development	6,4	6,2
conditie/condition	6,4	5,9
voorbereiding op partus/preparation for calving	6,0	6,1
verloop van de partus/ease of calving	7,4	6,8
<i>Kalf/calf</i>		
geboortegewicht/birth weight (kg)	36,8	37,4
geslacht; mnl.-vrl./sex; male-female	5-6	6-3
heupbreedte/breadth of the haunch (cm)	21,5	21,7
conditie/condition	7,6	7,0
	Salt group	Control group

Tabel 8. Average figures for judgement of calving.

De voorbereiding op de partus, d.w.z. het opuiëren, de vorming van zucht, de kleur van de uier, de veranderingen aan banden en platen is bij beide groepen ongeveer gelijk. Bij het verloop van de partus werd vooral gelet op de totale duur van het kalven, de mate waarin hulp noodzakelijk was, de kracht van de weëen, het afkomen van de nageboorte en het optreden van complicaties (keizersnede, baarmoederprolaps). De ontwikkeling (bekkenmaten, schofthoogte) en de conditie van de vaarzen werd vlak voor het kalven beoordeeld en kan direct in meer of mindere mate invloed uitgeoefend hebben op het verloop van de partus.

Melk- en vetopbrengst. Figuur 4 brengt het verloop van de gemiddelde dagelijkse melk- en vetopbrengst van beide groepen in beeld. Vervolgens laat tabel 9 de gemiddelde produktiecijfers zien van beide groepen berekend over 5 lactatiemaanden en uitgedrukt in hoeveelheden per dier per dag. Omdat de zoutgroep in figuur 4 iets sneller daalt in de melkopbrengst dan de controlegroep, hoewel de gemiddelde melkopbrengst nagenoeg even hoog is, is voor iedere koe de gemiddelde melkproduktiedaling per dag berekend. De groepsgemiddelden staan eveneens in tabel 9.

Het verschil in vetproduktie tussen beide groepen is $5,7 \pm 5,47$ g, dus verre van significant. Omgerekend op standaardmelk (3,33% vet) bedroeg de gemiddelde melkproduktie van de zoutgroep 11,97 kg per dier per dag en die van de controlegroep 12,00 kg per dier per dag over de betreffende lactatieperiode van 5 maanden.

Fig. 4. Verloop van de dagelijkse melk- en vetopbrengst

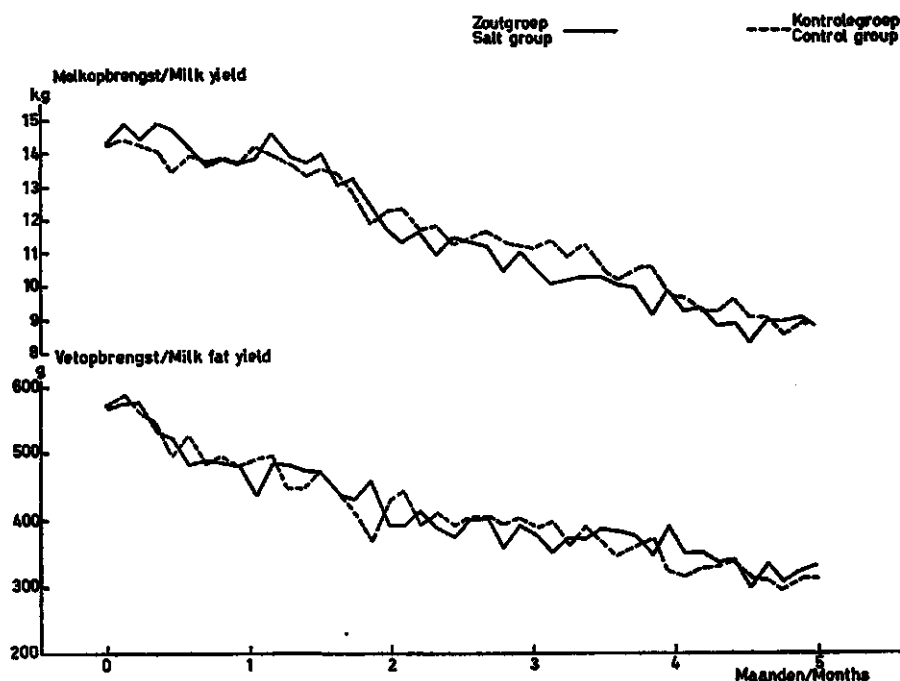


Fig. 4. Course of the daily milk- (kg per cow) and fat yield (g per cow)

Tabel 9. Gemiddelde melk- en vetproductiegegevens per dier per dag.

	Melk	Vet	Vet	Melkproductie- daling
	kg	g	%	g
zoutgroep/salt group	11,5	413,8	3,58	46,2
controlegroep/control group	11,7	408,1	3,49	40,5
	kg Milk	g Fat	% Fat	g Decline in milk production

Table 9. Average milk and fat production per animal per day.

Fysiologische waarnemingen. Tabel 10 geeft de gemiddelde Na- en K-gehalten van speeksel en urine weer met de verhouding tussen de Na- en K-gehalten in het speeksel en de groepsverschillen, waarop tevens een significantieberekening is toegepast.

Terwijl op 15 oktober 1964 slechts kleine, niet wezenlijke verschillen in de speeksel-samenstelling te bespeuren zijn, worden op 29 juli 1965, dus in het begin van de

	Speeksel				Urine			
	15-10-1964		29-7-1965		29-7-1965			
	zout	contr.	verschil	zout	contr.	verschil	zout	contr.
Na	162,4	158,3	4,1 ± 2,9	148,6	126,2	22,4 ± 5,6***	10,4	0,8
K	6,9	8,0	-1,1 ± 1,2	8,6	21,5	-12,9 ± 2,9***	235	195
Na/K	23,5	19,8	3,7 ± 2,4	17,3	5,9	11,4 ± 3,2**		
s.g./Spec. Grav.							1,0305	1,0283
	salt	control	difference	salt	control	difference	salt	control
	15-10-1964			29-7-1965			29-7-1965	
	Saliva						Urine	

*** significant P < 0,001 ** significant P < 0,01 * significant P < 0,05

Table 10. Average Na- and K-levels (mequ/l) in saliva and morning urine (with spec. grav.).

lactatieperiode, deze verschillen groter en zeer significant. In dit verband gedragen Na en K zich weer tegengesteld aan elkaar. In de zoutarme groep ontstaat namelijk een daling in het Na-gehalte van het speeksel en een bijna even grote compensatorische stijging van het speeksel-K-gehalte. 'Bijna' d.w.z. de som van de milliequivalenten Na en K is bij de zoutarme groep lager dan bij de keukenzoutgroep. Vanzelfsprekend is de Na/K-verhouding een zeer gevoelige indicator voor dit soort veranderingen in de speekselsamenstelling.

In de ochtendurine is op 29 juli 1965 een klein (niet significant) verschil in Na-gehalte en een eveneens klein significant verschil in K-gehalte bij beide groepen aanwezig. De zoutgroep heeft 10 mequ Na en 40 mequ K per liter urine meer dan de controlegroep. Het soortelijk gewicht van de urines wijst op een goede urineconcentratie ($> 1,025$).

4 Bespreking. In de proefresultaten zijn geen verschillen van betekenis opgetreden tussen de vaarzen van de beide groepen aangaande de groei, de borstomvang, de schofthoogte of het partusverloop en evenmin ten aanzien van het gewicht of de conditie van de kalveren. Evenmin was dit het geval met de melkproductie en de vetopbrengst. Voor het gewichtsverschil van 22 kg (gemiddeld) tussen beide groepen voor de partus moet gewezen worden op de snelle en zeer variabele gewichtstoename aan het einde van de drachtigheidsperiode. Het verschil is dan ook verre van wezenlijk.

Tijdens de lactatieperiode verandert het gemiddelde verschil in gewicht van beide groepen niet. Dit wijst op een gelijke verstrekking aan voederwaarde van beide groepen, daar ziektegevallen of andere onregelmatigheden zich in deze tijd niet voorgedaan hebben. Opvallend is wel de produktiedaling in de maand augustus. Rond 7 augustus treedt namelijk bij beide groepen een val op in de melkproductie. Het is in de praktijk bekend, dat in deze tijd de grasgroei en de kwaliteit van het gras terug kunnen lopen.

De gedachte dat door Na-gebrek rond de partus moeilijkheden zouden ontstaan is hier dus niet bewaarheid geworden. Misschien zouden de in tabel 8 voorkomende tendenzen bij nog lager Na-niveau in het basisrantsoen en bij grotere aantallen dieren wel tot wezenlijke verschillen hebben kunnen leiden. Men kan zich ten aanzien van deze proef afvragen of rond en speciaal voor de partus werkelijk Na-gebrek heeft bestaan. De speeksel-cijfers van 15 oktober 1964 geven immers geen wezenlijke verschillen tussen beide groepen te zien. Dit is eind juli 1965 wel het geval.

Blijkbaar is de melkproductie verantwoordelijk voor een verhoogde Na-behoefte. Het Na wordt dan allereerst aan de urine onttrokken door een sterkere terugresorptie in de niertubuli. Het urine-Na-gehalte van beide groepen verschilt echter niet wezenlijk door een zeer variabele uitscheiding (en opneming?) bij de zoutgroep. Voorts gaat het dier de voorraad Na in speeksel en pensvocht aanspreken en dit gebeurt met gelijktijdige vervanging van Na door K, zodat de belangrijke processen in de pens en ook verder in de darm ondanks dit gebruik van 'eigen' Na, ongestoord (voorzover we kunnen nagaan) kunnen doorgaan.

Het is niet uitgesloten, dat tengevolge van de toegenomen K-concentratie ter vervanging van het Na in het spijsverteringskanaal, de K-uitscheiding voor een deel

van steeds 5 dagen, nl. de 5 werkdagen. Tijdens de weekeinden vond groepsvoeding plaats, zodat deze waarnemingen buiten de berekening zijn gelaten. De correlatie tussen de water- en de droge-stofopneming aan het begin en aan het einde van de proef is wezenlijk ($r = +0,69$, $P < 0,01$). De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof lijkt in de 0,07%- Na-periode bij de proefgroep iets verhoogd te zijn.

De Na- en K-gehalten in het bloedplasma laten weinig veranderingen zien in tegenstelling tot de haematokriet en het Hb %, die in de voorperiode beide verlaagd waren. Een reden hiervoor is zonder meer niet te geven. Tijdens de 0,07%-periode treedt bij de proefgroep een kleine tendens tot bloedindikking op.

Het Na-gehalte van de melk lijkt in de 0,07%-periode iets verlaagd te zijn. Over het geheel genomen stijgt echter het Na-gehalte in de ochtend- en avondmelk tijdens de proef, maar het blijft bij de proefgroep steeds aanzienlijk lager dan bij de controle-groep. Het K-gehalte van de melk reageert niet op de Na-arme rantsoeninvoeden en lijkt tijdens het verloop van de proef wat te dalen. Het Na-gehalte van het speeksel is in de 0,07%-periode duidelijk verlaagd en wordt gecompenseerd door het speeksel-K.

Het Na- en K-gehalte en het s.g. van de urine lijken volgens de grafiek in de 0,07%-periode verlaagd te zijn. Het Na-gehalte in de urine van de controlegroep heeft tijdens de proefperiode een neiging tot stijgen. Dit in tegenstelling tot de verwachting, omdat steeds 0,25% Na is gevoerd bij een afnemende droge-stofopneming over de gehele proefperiode gezien. Bij deze proef zijn helaas geen mestmonsters genomen, om het verloop van de concentraties van Na en K hierin te kunnen vergelijken met die van de gehalten in speeksel en urine.

In tabel 14 zijn de gemiddelde proefresultaten per periode van beide groepen vermeld. Hierin ontbreken de gemiddelde cijfers voor de conditie der dieren. Aan het einde van de 0,07%-periode had de proefgroep een gemiddeld beoordelingscijfer voor de conditie van 5,7; de controle groep (zonder koe 40): 6,5. Aan het einde van de 0,30%-periode was de proefgroep nog 5,7 en de controlegroep daarentegen 7,3.

De huiddikte-meting — ter hoogte van de rechter 12-13e rib — vond plaats aan het einde van de 0,07%-periode. De proefgroep had een gemiddelde van 9,2 mm; de controlegroep van 8,5 mm. Het verschil is niet significant. De proefgroep had een stuggere, meer plankerige huid en voelde daardoor dikker aan dan de controle-huid. Op 10 februari vond een tweede meting plaats. Toen had de proefgroep een gemiddelde dikte van 8,6 mm en de controlegroep 8,1 mm.

In tabel 15 zijn voor de gegevens uit tabel 14 per periode de groepsverschillen vermeld. Deze verschillen zijn verminderd met de gemiddelde 'natuurlijke' verschillen tussen beide groepen in voor- en naperiode. Deze gecorrigeerde verschillen zijn derhalve voor 4 perioden berekend, nl. de 0,07-; 0,15-; 0,20- en 0,30%-Na-perioden. Het gecorrigeerde verschil tussen proef- en controlegroep ten aanzien van de conditie bedraagt +0,8 en ten aanzien van de huiddikte +0,2. Beide verschillen zijn niet significant.

Tabel 14. Gemiddelde proefresultaten per periode van beide groepen.

	Proefgroep					Volg- no.	Controlegroep						
	0,25	0,07	0,15	0,20	0,25		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
melkophbrengst per dag/milk yield per day (kg)	25,5	23,1	19,4	18,4	16,4	15,1	1	26,2	22,1	18,1	17,9	16,8	16,7
idem melkvet/ditto milk fat (g)	945	885	755	704	654	581	2	960	831	716	690	665	633
levend gewicht/live weight (kg)	565	555	558	559	557	557	3	567	574	576	579	585	585
dagel. wateropneming/daily water intake (kg)	83	82	74	72	69	68	4	85	77	71	73	73	72
dagel. droge stof-opn./daily dry matter intake (kg)	16,0	16,4	15,1	14,6	14,7	14,5	5	16,4	15,8	14,2	14,5	14,7	14,4
water opneming p. kg ds-opn./ water intake per kg dry matter (l)	5,2	5,0	4,9	4,9	4,7	4,7	6	5,2	4,9	5,0	5,0	4,9	5,0
bloedplasma Na/blood plasma Na(meq/l)	147	146	146	148	146	144	7	147	147	146	149	146	144
" K/ " " K (")	5,8	5,4	5,4	5,2	4,9	4,9	8	5,6	5,3	5,2	5,1	4,7	4,8
haemoglobine/haemoglobin (%)	10,5	11,4	11,2	11,1	10,9	11,2	9	10,7	11,4	11,7	11,6	11,4	11,4
haematokriet/haematocrit (%)	35,0	38,3	37,7	39,7	39,2	38,8	10	35,7	37,8	38,7	41,5	41,3	38,8
dagmelk Na/total milk/day Na (g)	9,6	7,8	7,1	6,6	6,2	6,2	11	9,9	8,7	7,2	7,0	6,6	6,7
morgenmelk Na/morning milk Na(meq/l)	16,8	16,2	16,8	17,2	17,2	19,2	12	17,9	20,1	20,2	21,2	20,8	21,1
" K/ " " K (")	43,8	40,8	41,0	40,6	38,4	38,1	13	44,9	41,1	42,1	42,5	39,9	39,2
avondmelk Na/evening " Na (")	15,7	15,2	16,3	16,7	17,1	18,9	14	16,8	18,3	18,8	19,9	20,3	20,0
" K/ " " K (")	41,9	39,2	40,0	40,0	38,4	37,6	15	43,9	40,6	40,1	40,8	39,3	39,6
speeksel Na/saliva Na (")	148	110	149	151	151	151	16	143	150	150	148	154	155
" K/ " " K (")	10,8	41,6	8,4	8,5	6,6	7,0	17	11,2	6,9	7,4	8,2	6,3	5,6
urine Na/urine Na (")	6,4	0,7	1,3	5,8	21,3	22,7	18	5,2	19,0	15,6	25,8	23,7	29,9
" K/ " " K (")	308	258	296	306	318	298	19	290	309	291	287	280	268
" (s.g.-l)10 ⁴ /urine (s.g.-l)10 ⁴	346	300	324	323	364	356	20	324	335	317	314	330	310
	I	II	III	IV	V	VI	Serial number	I	II	III	IV	V	VI
	Experimental group							Control group					

Table 14. Average experimental results per period of both groups.

Tabel 15. De gecorrigeerde verschillen per periode tussen proef- en controlegroep (proef minus controle). De gegevens staan in de volgorde van tabel 14, aangevuld met de opnemingsverschillen betreffende gzw (21) en vre (22), Na (23) en K (24) (g).

Volgnr.	0,07	0,15	0,20	0,30	Volgnr.	0,07	0,15	0,20	0,30	Volgnr.	0,07	0,15	0,20	0,30	Serial No.
1	+ 1,55	+ 1,85	+ 1,05	- 1,05	9	+ 0,4	- 0,2	- 0,2	+ 0,2	17	+ 35**	+ 1	0	+ 1	Serial No.
2	+ 67	+ 52	+ 27	- 39	10	+ 1,9*	+ 0,4	- 0,4	+ 1,4	18	- 18*	- 14*	- 19**	- 7	
3	- 4	- 3	- 5	- 13	11	- 0,6	+ 0,2	0	- 0,2	19	- 79*	- 23	- 9	+ 2	
4	+ 8	+ 6	+ 2	- 1	12	- 1,6	- 1,0	- 1,6	+ 0,4	20	- 63*	- 21*	- 19	+ 18	
5	+ 0,8	+ 1,1	+ 0,3	+ 0,3	13	+ 1,0	+ 0,2	- 0,6	+ 0,2	21	+ 442	+ 435	- 216	- 201	
6	+ 0,3	0	0	- 0,2	14	- 1,0	- 0,4	- 1,0	+ 1,0	22	+ 99	+ 102	- 52	- 52	
7	- 1	0	- 1	0	15	0	+ 1,4	+ 0,6	- 0,6	23	- 23	- 8	- 2	+ 12	
8	- 0,1	0	- 0,1	- 0,1	16	- 41**	- 2	+ 2	- 5	24	+ 10	+ 12	+ 2	+ 6	
Serial No.					Serial No.					Serial No.					

* P < 0,05

** P < 0,01

Table 15. The corrected differences per period between experimental and control groups (exp. minus control). The data are numbered in the same order as in table 14, together with intake differences of starch equivalent in small units (21), digestible crude protein (22), Na (23) and K (24) (g).

4 *Bespreking.* De verschillen in melk- en vetopbrengst zoals vermeld in tabel 15 (volgnr. 1 en 2) zijn niet wezenlijk. Voor het vetgehalte bedragen de gecorrigeerde verschillen (evenmin significant) in de 0,07%-periode: +0,03%; in de 0,15%-periode: -0,11%; in de 0,20%-periode: -0,06% en in de 0,30%-periode +0,20%.

In kg standaardmelk zijn de gecorrigeerde groepsverschillen resp. +1,80, +1,69, +0,92 en -1,12. Hiervoor zouden achtereenvolgens vereist zijn: +450, +422, +230 en -280 gzw en +102, +96, +52 en -160 g vre. Dit stemt redelijk overeen met de gegevens in tabel 15 bij de nrs. 21 en 22.

Een uitzondering geldt wellicht voor de 0,20%-Na-periode. Hier ontving de controlegroep 216 gzw meer dan de proefgroep en gaf ze 0,92 kg standaardmelk minder. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn, dat tijdens de eerste helft van de proef door omstandigheden (uier, klauwen) de controlegroep minder melk produceerde en als gevolg daarvan minder voer kreeg dan de proefgroep. Vanaf de 0,20%-periode echter werden beide groepen met inbegrip van koe 40, die later uit de berekening is verwijderd, gelijk in ZW en vre gevoerd, met de proefgroep als stuurgroep, zodat hier een dergelijk resultaat wel verwacht mag worden. De controlegroep reageert op deze voeding boven haar norm bovendien door in de 0,30%-periode niet alleen meer melk te produceren, maar ook door zwaarder te worden (+ 13 kg) en in conditie toe te nemen (+ 0,8).

De dagelijkse droge-stofopneming is tijdens de 0,07%-periode niet verlaagd in tegenstelling tot de verwachting bij een beginnend Na-gebrek.

De wateropneming per kg opgenomen droge stof lijkt iets (0,3 kg) verhoogd bij de proefgroep ($P < 0,10$).

De gehalten aan Na en K in het bloedplasma blijven onveranderd tijdens de proef. Als diagnosticum bij een eerste begin van Na-gebrek is het Na-gehalte van het bloedplasma blijkbaar ongeschikt. De haematokriet is wezenlijk verhoogd bij de proefgroep in de 0,07%-periode en wel met 1,9%. Het Hb-% verschilt evenwel niet wezenlijk. De haematokriet en het Hb-% zijn voor de praktijk niet geschikt als diagnosticum voor Na-gebrek, maar kunnen eventueel wel de diagnose ondersteunen.

De gehalten aan Na en K in de melk veranderen niet door de Na-voeding. Mocht het Na-gehalte in de melk een geringe tendens tot dalen vertonen bij een krappe Na-voorziening (0,07%), dan zorgen de variaties per koe en per dag er voor, dat van de betrouwbaarheid van het verschil weinig overblijft.

Het Na-gehalte in het speeksel is alleen in de 0,07%-periode bij de proefgroep verlaagd.

Het K-gehalte in het speeksel reageert tegelijkertijd tegenovergesteld, zij het dat er een tekort van $41-35 = 6$ mequ/l blijft bestaan. Daar geen andere kationen in het speeksel zijn bepaald is hieruit niet af te leiden in hoeverre de Na-daling werkelijk onvolledig wordt gecompenseerd.

Het Na-gehalte in de urine van beide groepen verschilt wezenlijk tijdens de 0,07-, 0,15- en 0,20%-Na-perioden. Uit deze gevonden verschillen kan men echter zonder meer niet concluderen dat de koe Na-gebrek heeft. Het zijn namelijk de in het voer aangelegde niveauverschillen van het Na, die in de urine voor 07.00 uur weerspiegeld

worden. Dit suggereert, dat er een correlatie moet bestaan tussen de hoeveelheid Na die aan een dier verstrekt wordt boven zijn behoefte en het Na-gehalte van de ochtendurine. Voor de totale dag-urine is een dergelijke correlatie reeds eerder door Kemp (1964) vastgesteld. Om deze correlatie te kunnen berekenen dient eerst de Na-behoefte berekend te worden (B). Als onafhankelijke variabelen kennen we (0,15-B), (0,20-B), 2 maal (0,25-B) en (0,30-B). Vermenigvuldigen we dit per koe met de droge stof-opneming per dag $\times 10$, dan ontstaan voor 6 dieren in 5 perioden 30 onafhankelijke variabelen (X). De hierbij behorende urinecijfers (Y) worden in een regressieberekening gebruikt, waarbij tenslotte 1 vergelijking met 1 onbekende (B) overblijft. De aldus berekende behoefte komt overeen met 0,148 % Na in de droge stof van het rantsoen. De regressievergelijking luidt:

$$Y = 0,88 X + 0,70$$

Y = Na-gehalte in de ochtendurine (mequ/l)

X = grammen Na in het vervoer boven de behoeftenorm.

De correlatie tussen het voer-Na boven de behoeftenorm van 0,148 % en het urine-Na is +0,66 ($P < 0,001$). Deze behoeftenorm stemt redelijk goed overeen met de norm van Kemp en anderen.

Wat de urinebemonstering waard is als diagnosticum voor Na-gebrek wordt in tabel 16 aan de orde gesteld. Daar worden de F-waarden vermeld berekend uit de varianties van diverse waarnemingen ter vaststelling van een krappe Na-voorziening. De grens voor significantie bij $\varphi_1 = 1$ en $\varphi_2 = 10$ en 5 % eenzijdige overschrijdingskansen = 4,96. Uit tabel 16 blijkt, dat alleen bij grote verschillen in de Na-voorziening zoals 0,30 %-0,07 % en 0,25 %-0,07 %, de urine, indien spontaan geloosd of anderszins verkregen voor 07.00 uur in de morgen, een geschikt middel is om een lage Na-voorziening op te sporen. Bij een verschil van 0,15 %-0,07 % is de F-waarde niet significant. Vanaf 0,20 % Na en meer kan een betrouwbaar verschil met een deficiënte groep worden vastgesteld. Dit is anders met het speeksel. De Na/K-verhouding van

Tabel 16. Waarden van F berekend uit de varianties tussen en binnen de groepen van diverse waarnemingen ter vaststelling van een krappe Na-voorziening

		F-waarde
Na/K speeksel/Na/K saliva	(0,15 %-0,07 %)	78,9
Na urine/Na urine	(0,25 %-0,07 %)	50,8
" "	(0,30 %-0,07 %)	32,0
Na speeksel/Na saliva	(0,15 %-0,07 %)	19,2
K speeksel/K saliva	(0,15 %-0,07 %)	15,4
Na urine/Na urine	(0,20 %-0,07 %)	10,2
Haematokriet/Haematocrit	(0,15 %-0,07 %)	6,7
Na urine/Na urine	(0,15 %-0,07 %)	4,3
		F-value

Table 16. Values of F calculated from the variances between and within the groups of various observations for the determination of a borderline Na-nutrition.

het speeksel blijkt een gevoelige en betrouwbare grootheid te zijn ter opsporing van Na-gebrek. Deze verhouding staat zelfs boven het urine-Na bij grote verschillen als 0,25%-0,07% en 0,30%-0,07%. Dit maakt het speeksel tot een aantrekkelijk middel voor de praktijk ter opsporing van Na-gebrek.

Bij de bespreking van tabel 15 rest ons nog het K-gehalte in de urine en het s.g. te vermelden. Beide zijn bij de proefgroep verlaagd tijdens de 0,07%-periode. Dit in tegenstelling tot wat op grond van de K-voorziening met het voer zou zijn verwacht, omdat die in deze periode verhoogd was (no. 24). Het s.g. tijdens de 0,15%-periode verschilde eveneens wezenlijk tussen beide groepen, terwijl het K-gehalte in de urine in deze periode op bijna overeenkomstige wijze verschilde ($P < 0,10$). Uit deze gegevens is niet af te leiden of het K-gehalte in de urine beïnvloed wordt door uitsluitend een krappe Na-voorziening of ook door een voorziening boven de Na-behoefte-norm. Ook hier moet worden opgemerkt, dat het achteraf gezien jammer is, dat geen mestmonsters zijn genomen ter verdere bestudering van deze interactie tussen Na en K. Het verband tussen het K-gehalte in de urine en het soortelijk gewicht van de urine is opvallend. Berekend over de gehele proef was de correlatiecoëfficiënt $r = +0,93$. Dit wijst er op, dat bij het gebruik van het s.g. ter beoordeling van het concentratievermogen van de nieren op z'n minst het K-gehalte van het rantsoen bekend dient te zijn, daar anders verkeerde conclusies met betrekking tot de gezondheid van het dier kunnen worden getrokken.

5 Conclusies. Het gebied tussen de minimum- en optimum behoeftenorm voor Na lag bij melkgevende koeien in deze proef tussen 0,07 en 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen. Daar gedurende 42 dagen bij 0,07% Na geen klinische afwijkingen zichtbaar werden, kan 0,07% Na althans tijdelijk als een minimum-norm beschouwd worden. Het speeksel had bij deze minimale voorziening een Na-gehalte van ± 110 mequ/l (= 253 mg%), een K-gehalte van ± 42 mequ/l (= 163 mg%) en een Na/K-verhouding van $\pm 2,6$ (resp. 1,6 voor mg%). Bij een Na-voorziening van 0,15% in de droge stof van het rantsoen had het speeksel bij het proef een Na-gehalte van ± 150 mequ/l (= 345 mg%), een K-gehalte van ± 7 mequ/l (= 27 mg%) en een Na/K-verhouding van ± 21 (resp. 13 voor mg%).

Ter vaststelling van een krappe Na-voorziening ($< 0,15\%$ in de droge stof) kan het speekselonderzoek voor de praktijk als een goed middel worden aanbevolen.

Door bepaling van het Na-gehalte in de ochtendurine is niet steeds met zekerheid uit te maken of het rantsoen 0,07 of 0,15% Na bevat.

Verder is het s.g. van de urine sterk gecorreleerd aan het K-gehalte hierin en dus ook aan het K-gehalte van het voer. Bij de beoordeling van het concentratievermogen van de nier dient men zich hiervan terdege bewust te zijn.

5.1.4 Een proef met afkalvende volwassen koeien

1 Doel. De voorafgaande onderzoeken handelden over de verstrekking van keukenzout in Na-arme rantsoenen bij jongvee en bij volwassen melkvee in volle

lactatie. De vraag luidt nu: wat is de invloed van extra keukenzout aan een Na-arm rantsoen voor volwassen koeien in de periode rondom en tijdens de partus?

Nauwkeuriger geformuleerd is het doel van deze proef: welke uitwendig zichtbare en (of) biochemische veranderingen optreden bij het volwassen rund met betrekking tot het afkalven en in de perioden ervoor en erna op een Na-arm rantsoen enerzijds en op een rantsoen met extra keukenzout hierin anderzijds.

De aanleiding voor dit onderzoek vormt de praktijkwaarneming, dat bepaalde moeilijkheden, zoals te vroeg en 'koud' afkalven ofwel het zich onvoldoende 'klaarmaken' voor de partus en de aanstaande melkproductie, te langzame uitdrijving van vrucht en -vliezen, met als gevolg retentio secundinarum, onvoldoende melkproductie, likzucht na het afkalven e.d. verband zouden houden met Na-gebrek. In dergelijke gevallen zou de verstrekking van extra keukenzout, bijvoorbeeld in de vorm van een pekelbak, een gunstige invloed hebben. De verklaring voor deze waarneming zou dan kunnen zijn, dat het kalf, de vruchtvliezen, het vruchtwater, de eerste biest, de zucht van de uier en de vochtinfiltratie rondom de geboorteweg van het moederdier naast water ook Na vereisen. Onder andere Amerikaanse onderzoekers (Taylor e.a., 1939 en 1943) toonden aan, dat bij vrouwen de Na-balans tijdens de graviditeit positief en gedurende de eerste weken na de partus negatief kan zijn.

Wanneer we nu, te beginnen bij de oudmelkse periode de dieren op een Na-arm rantsoen zetten en tijdens de droogstand de Na-voorziening eveneens krap houden, dan rijst de vraag of bij voortzetting van deze lage Na-voorziening de partus en de eerste 2 maanden daarna voor het dier ongestoord zullen verlopen. Omgekeerd is het de vraag of de groep met extra zout in het overigens gelijke rantsoen zich met betrekking tot de partus periode in gunstige, dan wel ongunstige zin zal onderscheiden.

2 Werkwijze

Opzet van de proef. De proef werd genomen met 2 groepen van 9 zwartbonte koeien, die bij de aanvang van de proef aan het eind van de lactatie waren. Op 1 november 1965 werden de dieren zo ingedeeld, dat de proefgroep (tussen haakjes de controlegroep) op dat moment gemiddeld 5,8 (5,0) jaar oud was. De gemiddelde standaardmelkproductie gedurende de eerste zes weken van de nog lopende lactatie in 1965 was afgerond 23 (23) kg. De te verwachten produktie over eenzelfde periode na het afkalven in 1966 zou 24 (24) kg standaardmelk bedragen. Deze te verwachten produktie werd berekend uit de bekende gegevens van de lopende lactatie, gecorrigeerd met een jaar leeftijdsverschil volgens de standaardkoe gegevens (Handboekje voor de Landbouwvoorlichter 3e druk, pag. 141).

De verwachte kalldata, berekend met behulp van een gemiddelde draagtijd van 280 dagen, zouden vallen omstreeks 6 (3) maart 1966 met als uitersten voor beide groepen 17 februari en 5 april. De grote spreiding in de kalldata hangt samen met de aankoop van 12 drachtige dieren. De bij de verkoop opgegeven inseminatiedata bleken achteraf voor een aantal dieren nl. niet te kloppen. Diverse herinseminaties waren dus niet vermeld. Hoewel dit ons pas in het voorjaar bekend werd, bleek de

juistheid van de groepsindeling hierdoor niet ernstig geschaad te worden.

In het algemeen waren alle dieren gezond en hadden goede melklijsten.

De proef kon worden ingedeeld in de volgende perioden:

1. Voorperiode (vp) van september tot november te Hoorn in de weide; daarvóór voor 12 dieren in Friesland op verschillende bedrijven maar met een gemiddeld goede en ongeveer gelijke verzorging; 6 andere dieren waren voor het begin van de proef reeds op het bedrijf te Hoorn aanwezig.

2. Een oudmelkse periode (omp) op stal van 1 nov. '65 tot gemiddeld 28 dec. '65, 58 dagen.

3. Een droogstand periode (dp) van 28 dec. '65 tot gemiddeld 3 maart '66, 65 dagen.

4. De partus (p) met als monsterdag voornamelijk de 2e en de 3e dag daarna.

5. Een vers of nieuwmelkse periode (vmp) op stal van 3 maart tot 3 mei 1966, 61 dagen.

6. Een naperiode (np) in de wei van 3 mei '66 tot 3 juni '66, 31 dagen.

De proefgroep ontving extra keukenzout tot 0,25% Na in de droge stof van een overigens Na-arm basisrantsoen gedurende de gehele stalperiode. De controle-groep ontving uitsluitend dit basisrantsoen. In voor- en naperiode was de voeding gemiddeld gelijk bij beide groepen. De proef werd uitgevoerd in de dubbele Hollandse stal van de proefboerderij te Hoorn behorende bij het Instituut voor Veevoedingsonderzoek.

Voeding. In tabel 17 is van beide groepen de gemiddelde opneming per dier per dag weergegeven over de oudmelkse periode, de droogstandperiode, de partus periode (eerste 8 dagen erna) en de versmelkse periode van achtereenvolgens hooi, meel, zetmeelwaarde, verteerbaar ruw eiwit, NaCl, Na en K.

Het hooi was als 1 partij afkomstig van het vliegveld Vredepeel in N. Brabant en was van goede kwaliteit.

Uitgedrukt in de droge stof had het hooi een ruw eiwitgehalte van 9,56%, een ruwe celstofgehalte van 34,21%, een asgehalte van 5,82% en bijgevolg een restfractie van overige koolhydraten en vet van 50,41%. In tabel 18 worden de minerale samenstelling en voederwaarde vermeld van het gevoerde hooi en krachtvoer.

Het meelmengsel, dat op 1 november 1965 gemaakt werd, had een Na-gehalte van 0,09% in de droge stof. Het cocosmeel hierin bevatte 0,16% Na, zodat bij weglaten van dit produkt het meelmengsel een Na-gehalte van 0,06% bezat. Vanaf 5 november werd dit nieuwe mengsel gebruikt. Het meelmengsel bestond zodoende uit 43% lijnmeel, 30% maismeel, 23% gerstemeel, 3% droge pulp, 1% fosforzure voederkalk, 0,1% vit. AD₃ en 0,01% CuSO₄ 5 aq. Volgens de aanvullingstabel 1967 van de grote veevoedertabel van 1957 van het CVB had dit mengsel een berekende zetmeelwaarde van 70 en een verteerbaar ruw eiwit percentage van 16,6 (ZW/vre = 4,2 : 1). Omdat vervolgens het hooi een absoluut en relatief Ca-tekort bezat (Ca/P = 1,1) en tevens het Cl-gehalte in het rantsoen van de controlegroep ver beneden 1% lag is aan het begin van de droogstand de fosforzure voederkalk (1%) vervangen door

Tabel 17. Gemiddelde opneming per dier per dag over de diverse perioden, van hooi en meel in kg, van zetmeelwaarde (grote eenheden) en van vre, NaCl, Na en K in grammen.

omp = oudmelkse periode, dp = droogstand periode, p = 1e week na partus, vmp = versmelkse periode

	Hooi	Meel	Zetmeel- vre waarde		NaCl	Na	K	
0,25 % Na groep/group								
omp	9,6	3,74	5,576	990	54	29	198	lwl
dp	9,5	2,77	4,869	826	50	26	190	dp
p	8,1	4,93	5,936	1129	49	28	179	p
vmp	9,0	7,64	8,118	1614	66	36	214	fwl
0,07 % Na groep/group								
omp	9,8	3,41	5,420	945	—	8	200	lwl
dp	9,7	2,87	5,009	851	—	7	195	dp
p	9,2	6,90	7,684	1502	—	10	214	p
vmp	9,3	7,64	8,219	1627	—	10	220	fwl
	Hay	Meal	Starch equi- valent	Dig. crude protein	NaCl	Na	K	

Table 17. Average intake per animal per day during the various periods, of hay and meal in kg, starch equivalent (big units), digestible crude protein, NaCl, Na and K in g.

lwl = last 8 weeks of lactation, dp = dry period (9 weeks), p = 1st week after calving, fwl = first 9 weeks of lactation

Tabel 18. Het droge-stofgehalte, de mineralensamenstelling en het vre-gehalte in de droge stof van hooi en meel (%). Zetmeelwaarden in grote eenheden per 100 kg droge stof.

	Droge stof	Na	K	Ca	P	Cl	vre	ZW
hooi/hay	85,5	0,04	2,10	0,34	0,30	0,84	4,5	36,0
meel/concentrates	87,2	0,06	0,69	—	—	0,09	19,0	80,3
	Dry matter	Na	K	Ca	P	Cl	d.c.p.	S.E.

Table 18. Dry matter content, mineral composition and digestible crude protein content in the dry matter of hay and concentrates (%). Starch equivalents in big units per 100 kg dry matter.

0,78% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 0,52% CaCO_3 . Het meel, dat ter voorkoming van verontreiniging met NaCl, evenals voorgaande jaren, steeds in eigen beheer werd gemengd, werd vervolgens in 2 porties per dier per dag afgewogen en met water gemengd (verhouding 1 op 2) tot een brijige pap. In de porties van de proefgroep werd vooraf de vereiste hoeveelheid NaCl gedaan. Bij iedere rantsoenwijziging werd de zoutverstrekking van de proefgroep gecorrigeerd, zodat steeds 0,25% Na in de droge stof van het rantsoen aanwezig was. Hierbij werd rekening gehouden met het Na-gehalte

van het grondrantsoen en van het water. Het laatste alsmede de hoeveelheid water, die werd opgenomen varieerde per periode als volgt: In de oudmelkse periode, de droogstand en de versmelkse periode had het water achtereenvolgens een Na-gehalte van 44, 40 en 36 mg/l en werd er gemiddeld 52, 46 en 81 liter water per dier per dag opgenomen.

Het K-gehalte van het rantsoen in deze proef was ongeveer vergelijkbaar met dat van de proeven van voorafgaande jaren. In de oudmelkse periode bedroeg het op droge stof basis 1,73 %, gedurende de droogstand 1,80 % en in de versmelkse periode 1,49 %. In de voorperiode echter was het K-gehalte (van het najaars weidegras) 3,64 % en het Na-gehalte 0,16 %. In de naperiode bedroeg het K-gehalte (dus in het voorjaarsweidegras) 3,00 % en het Na-gehalte 0,11 %. Over het voedingsniveau kan worden opgemerkt, dat in de oudmelkse periode en in het begin van de droogstand de dieren zoveel zetmeelwaarde ontvingen als nodig was voor onderhoud (G) en voor het produceren van 10 liter standaardmelk. Al spoedig bleek dat de conditie der dieren hierdoor te goed werd, zodat gedurende enige weken op een ZW-niveau werd overgestapt dat nodig was voor onderhoud + 5 liter standaardmelk. 6 Weken voor de vermoedelijke kalfdatum werd het ZW-niveau afgestemd op G + 7,5 liter standaardmelk, 3 weken voor de partus op G + 10 liter standaardmelk en gedurende de periode van 1 week voor de naderende partus tot ± 10 dagen na de partus werd het rantsoen geleidelijk (om de 3 dagen) met een gelijke portie krachtvoer aangevuld tot voorzien werd in de behoefte van G en de verwachte melkproductie. Het is gebleken, dat dit voedingsschema voor de dieren vaak te hoog lag. De conditie bij het afkalven in maart was nl. goed tot zeer goed, de aandrang tot melk geven op de uier was zeer groot gedurende de eerste dagen na de partus, diverse koeien kregen kalfziekte, anderen weigerden in de loop van de eerste 10 dagen voer, zodat uiteindelijk beide groepen gemiddeld ongelijk gevoerd werden in de partus periode, wat uiteraard de bedoelingen van ons schema doorkruiste. Daarom werd besloten om de eerste maand na het kalven vanaf half maart de dieren 5 tot 10 % onder de ZW-norm te voeren, waardoor althans de meeste voedingsstoornissen achterwege bleven, terwijl er steeds naar gestreefd werd beide groepen een gelijke ZW-voorziening te geven.

In principe werd iedere 14 dagen het rantsoen aangepast aan de gewijzigde melk- en vetproductie en aan het levend gewicht, waarbij de groep met de hoogste melkproductie als richtgroep fungeerde. In de naperiode was steeds voldoende gras aanwezig. In de tweede helft van de naperiode (meimaand) werd aan ieder dier eenmaal 100 gram NaCl met de fles gegeven, waarna tevens een pekelpak ter beschikking werd gesteld. Opmerkelijk was, dat een lichte tendens waarneembaar was, dat de pekelpak-opneming toenam bij een verder afgegraasd zijn van het perceel. Overigens is niet nagegaan, hoeveel dieren van de pekelpak gebruik maakten.

In de proefgroep waren 2 koeien, de nummers 84 en 87, die zeer laat afkalfden nl. op 21 maart en 3 april. Omdat de beoordelingstermijn van de versmelkse periode voor deze dieren aanmerkelijk korter zou worden dan bij de overige dieren, met als gevolg een grotere kans van beïnvloeding door het partusverloop, werd besloten beide dieren buiten de berekening te houden van de gemiddelde voederopneming in deze periode

en van de partusperiode van 8 dagen (tabel 17). Eveneens zijn in de controle groep, doordat 2 dieren moesten worden opgeruimd, nl. de nummers 83 en 89, voor dezelfde perioden als bij de proefgroep de gemiddelde cijfers voor de voederopneming berekend uit de gegevens van de 7 overgebleven koeien.

Waarnemingen. Van alle dieren waren, althans over de eerste paar maanden van de lactatie in 1965, melklijsten beschikbaar, die voornamelijk verkregen waren door 3-wekelijkse controles. In de oudmelkse periode werden alle dieren tweemaal per week, telkens gedurende 2 op elkaar volgende etmalen, bemonsterd. Hierbij werd derhalve gedurende 4 dagen per week de melkopbrengst per dier per dag bepaald en in de mengmelk van 2 op elkaar volgende dagen werd bovendien het vetgehalte bepaald. Op overeenkomstige wijze gebeurde dit in de versmelkse periode en in de naperiode. Bovendien werd gedurende de laatste 2 perioden 1 maal per week in de mengmelk van 2 op elkaar volgende etmalen het eiwitgehalte bepaald. Tijdens de stalperiode werden alle dieren iedere week gewogen nl. op woensdagmorgen om ongeveer 11.00 uur.

Op 5 november, 13 januari en 25 april werden alle koeien door een drietal deskundigen op conditie beoordeeld.

Het hooi en de krachtvoerders werden regelmatig bemonsterd en geanalyseerd op o.a. Na- en K-gehalte en voor het bepalen van de voederwaarde.

Dagelijks werd om 12.00 uur de waterconsumptie uit de gekalibreerde drinkwater-vaten genoteerd. De hoeveelheid water voor de meelpap werd eveneens opgeschreven. Regelmatig werd ook het Na-gehalte in het drinkwater bepaald.

Voorts werden iedere maand 1 maal, in de maand maart 2 maal, van alle koeien op dezelfde dag monsters genomen van het bloed en het speeksel te ca. 10 uur, de mest en de ochtendurine voor 07.00 uur, de ochtend- en avondmelk. Van 5 dieren uit iedere groep werden daarbij, behalve in de naperiode, tevens pensvloei-stofmonsters genomen met behulp van een bestuurbare maagsonde. Al deze monsters werden opgevangen in mineraalvrije flesjes of zakjes van plastic en o.a. op Na- en K-gehalte onderzocht. Van het bloed werden het Hb-% en de werkelijke haematokriet met de methode volgens IEC aanvullend bepaald. Als antistollingsmiddel werd heparine gebruikt. Van de urine werd het s.g. bepaald om het concentratievermogen van de nieren te beoordelen.

Van de mest werd ook het percentage droge stof vastgesteld en van de pensvloei-stof werden 2 maal de vluchtige vetzuren bepaald. De buikomvang werd eveneens op deze dagen gemeten. Als plaats hiervoor werd het midden aangehouden tussen de 13e rib en de tuber coxae.

Tijdens de partus werd van een aantal dieren het allantois- en het amnionvocht zo volledig mogelijk opgevangen, gewogen en geanalyseerd op Na en K. Ook de nageboorte werd zo veel mogelijk gewogen en in twee gevallen gedroogd, gemalen en geanalyseerd op Na en K. Het afkomen van de nageboorte in uren na de partus werd eveneens genoteerd. Op de eerste middag na de partus werd een kleurenfoto gemaakt van de uier, van achteren gezien ter beoordeling van de zuchtvorming e.d. De eerste biest werd geanalyseerd op Na en K. De 2e of 3e dag na de partus werd opnieuw als

een volledige monsterdag beschouwd, behalve voor de pensvloeistof.

In verband met stoornissen als melkziekte werden een aantal malen de Ca-, Mg- en P-gehalten in het bloedplasma bepaald, om de eventuele relatie met de Na-huishouding te kunnen onderzoeken.

Stoornissen. In de proefgroep kregen de koeien 1, 84 en 95 melkziekte. Na behandeling met Neo-500, vermindering van de hoeveelheid krachtvoer en matig uitmelken herstelden deze dieren voorspoedig. In de controlegroep echter bleek koe 89 na de melkziekte-behandeling niet meer te kunnen opstaan. Deze koe is tenslotte wegens ernstige 'kruisverlamming' opgeruimd. In beide groepen kwam het vooral rond de partus voor, dat de dieren een deel van het voer weigerden op te nemen. Dit was steeds te verhelpen door tijdelijk de krachtvoergift te verminderen. Ongeveer 4 weken na de partus moest koe 83 uit de controlegroep worden opgeruimd wegens ernstige diarree met beginnende peritonitis. Voorts kwamen in beide groepen aandoeningen voor van uier en klauwen, die steeds snel konden worden verholpen. Koe 85 uit de proefgroep kreeg een tweeling en haar melkproduktie bereikte geen erg hoog niveau.

3 Resultaten. In de figuren 9 t/m 13 wordt het gemiddelde verloop weergegeven van beide groepen tijdens de diverse perioden van de melk-, vet- en eiwitopbrengst, het levend gewicht, de buikomvang, de water- en droge-stofopneming en de samenstelling van bloed, melk, speeksel, pensvocht, mest en urine.

De dagelijkse melk-, vet- en eiwitopbrengsten van beide groepen laten weinig verschillen zien, evenmin als het lichaamsgewicht en de buikomvang. De wateropneming van de Na-arm gevoerde controlegroep is, behalve misschien in de droogstand periode iets hoger dan van de proefgroep en na de partus is het waterverbruik plotseling vrij sterk verhoogd (ongeveer overeenkomstig de droge-stofopneming bij beide groepen). De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof lijkt bij de controlegroep steeds wat verhoogd te zijn, behalve in het laatste deel van de droogstand. De water- en de droge-stofopneming zijn berekend als gemiddelden van 5 dagen nl. de 5 werkdagen. Tijdens de weekeinden vond groepsvoeding plaats, zodat deze waarnemingen buiten beschouwing zijn gelaten. In het algemeen verschilde de droge-stofopneming van de Na-arme controlegroep niet veel van die van de proefgroep, zodat van eetlustdepressie tengevolge van Na-gebrek niet gesproken kan worden. De correlatie tussen de water- en droge-stofopneming over de gehele proefperiode bij de 0,25% Na-groep was hoog, nl. $r = +0,92$ ($P < 0,001$).

Het bloedonderzoek leverde slechts geringe verschillen op tussen de groepen. Gedurende de beide perioden dat de dieren melk produceerden, vertoonde de Na-arme groep een geringe bloedindikking (Hb en haematokriet verhoogd). Direct na de partus heeft bij beide groepen ook bloedindikking plaats benevens een geringe concentratieverhoging van Na en K. Het verband tussen het haemoglobine % en de haematokriet was in deze proef bij beide groepen goed te noemen ($r = +0,91$, berekend van nov. '65 tot half mei '66).

De gehalten aan Na en K in de melk worden sterker beïnvloed door de lactatiefase

Fig. 9. Verloop van de gemiddelde melk-, vet- en eiwitopbrengst, het levend gewicht en de buik-
omvang

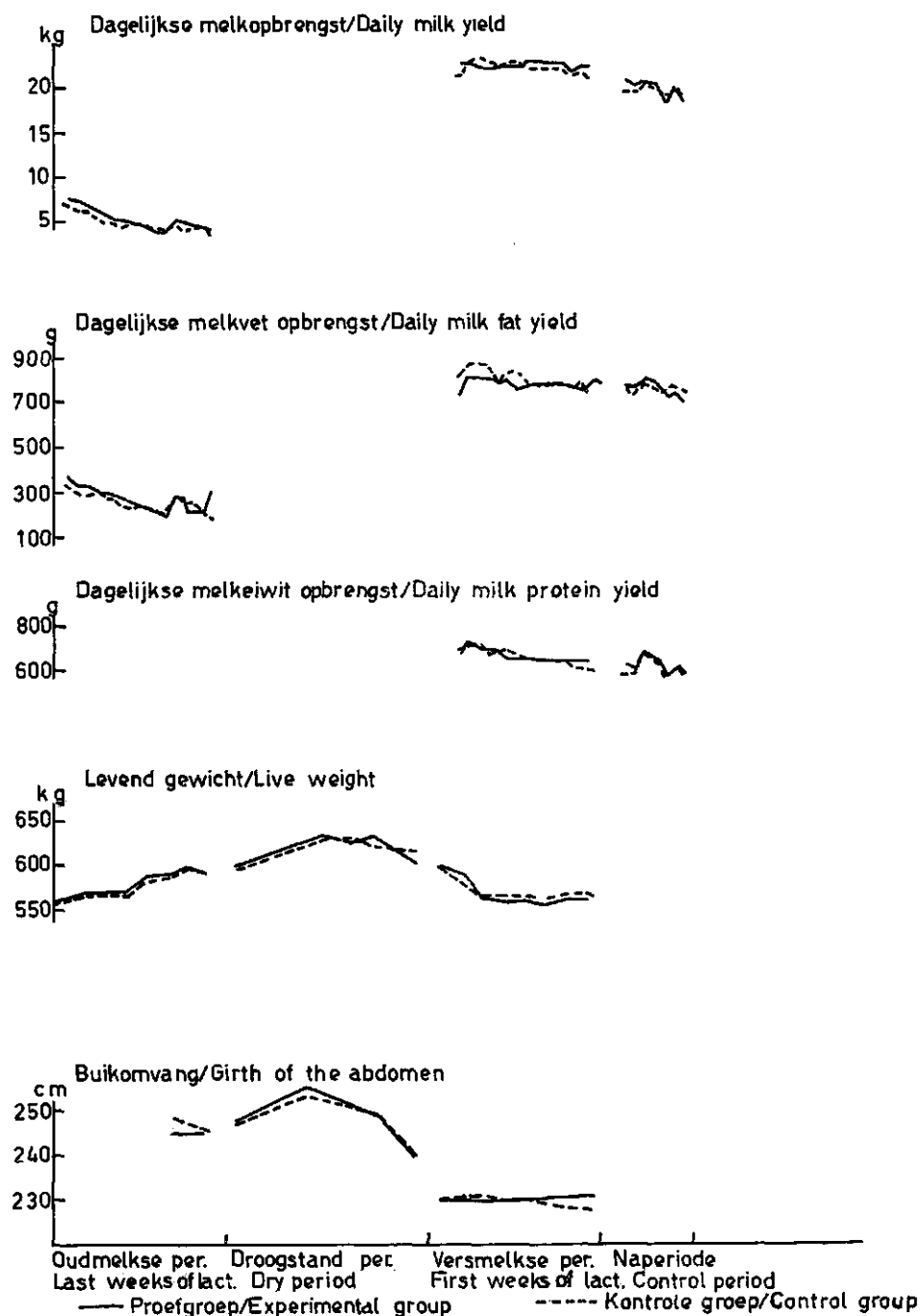


Fig. 9. Course of the average milk-, fat- and protein yield, the live weight and the girth of the abdomen

Fig. 10. Verloop van de gemiddelde water- en droge stof opneming en de bloedsamenstelling

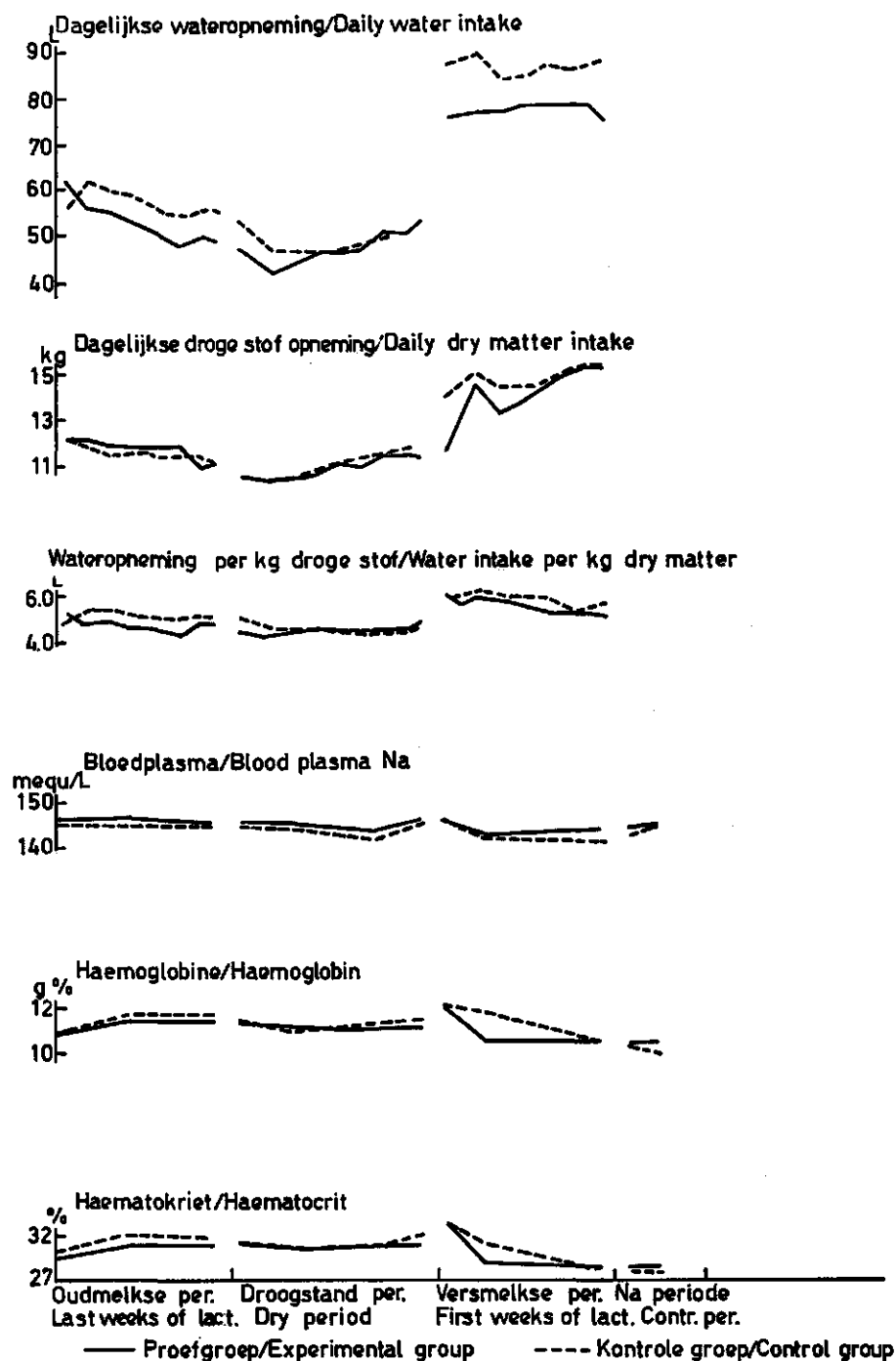


Fig. 10. Course of the average water and dry matter intake and the blood composition

Fig. 11. Verloop van het gemiddelde K-gehalte in plasma en van de Na- en K-gehalten in de melk

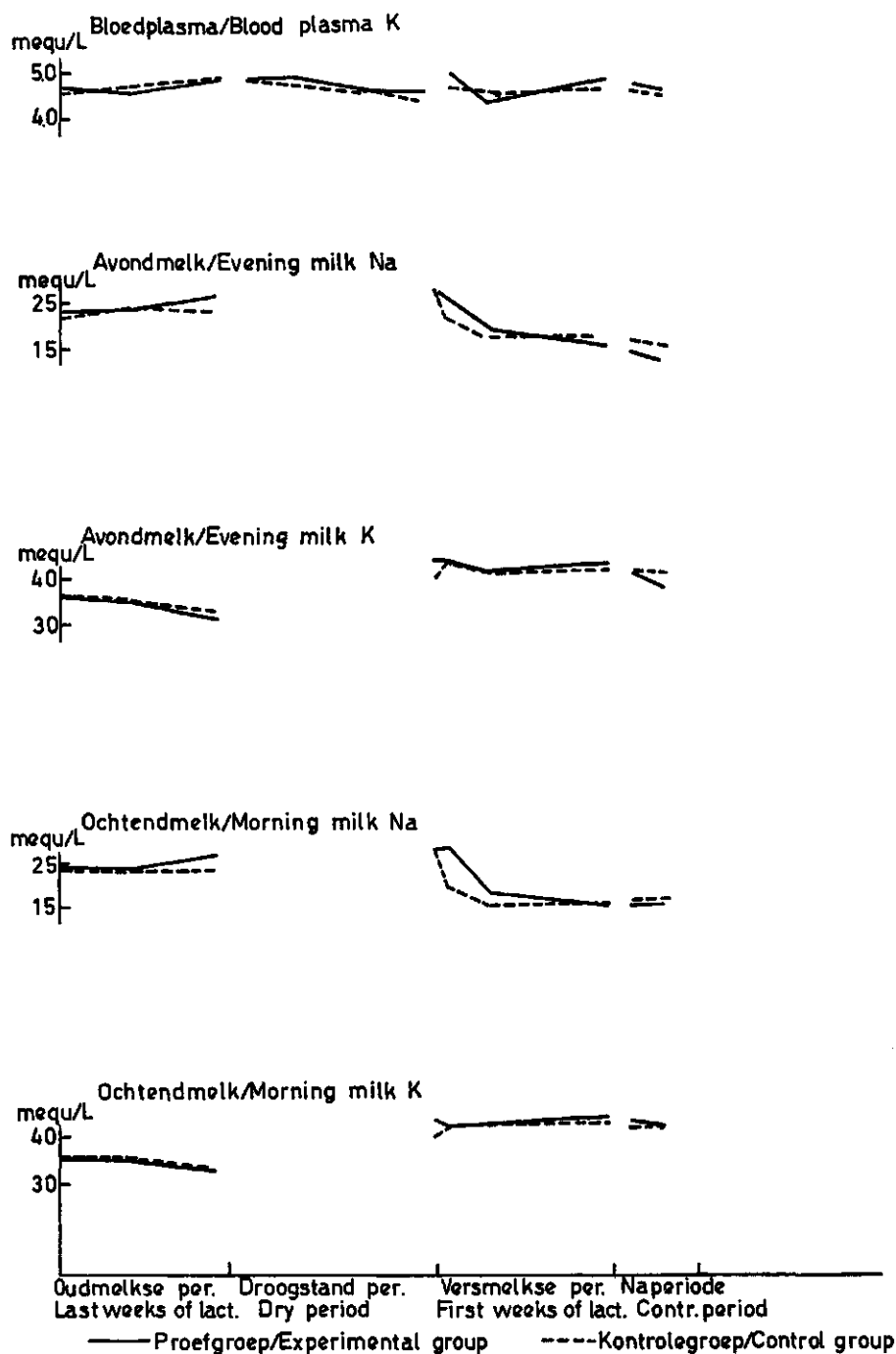


Fig. 11. Course of the average levels of K in plasma and of Na and K in the milk

Fig. 12. Verloop van de gemiddelde Na- en K-gehalten in speeksel en urine (met s.g.)

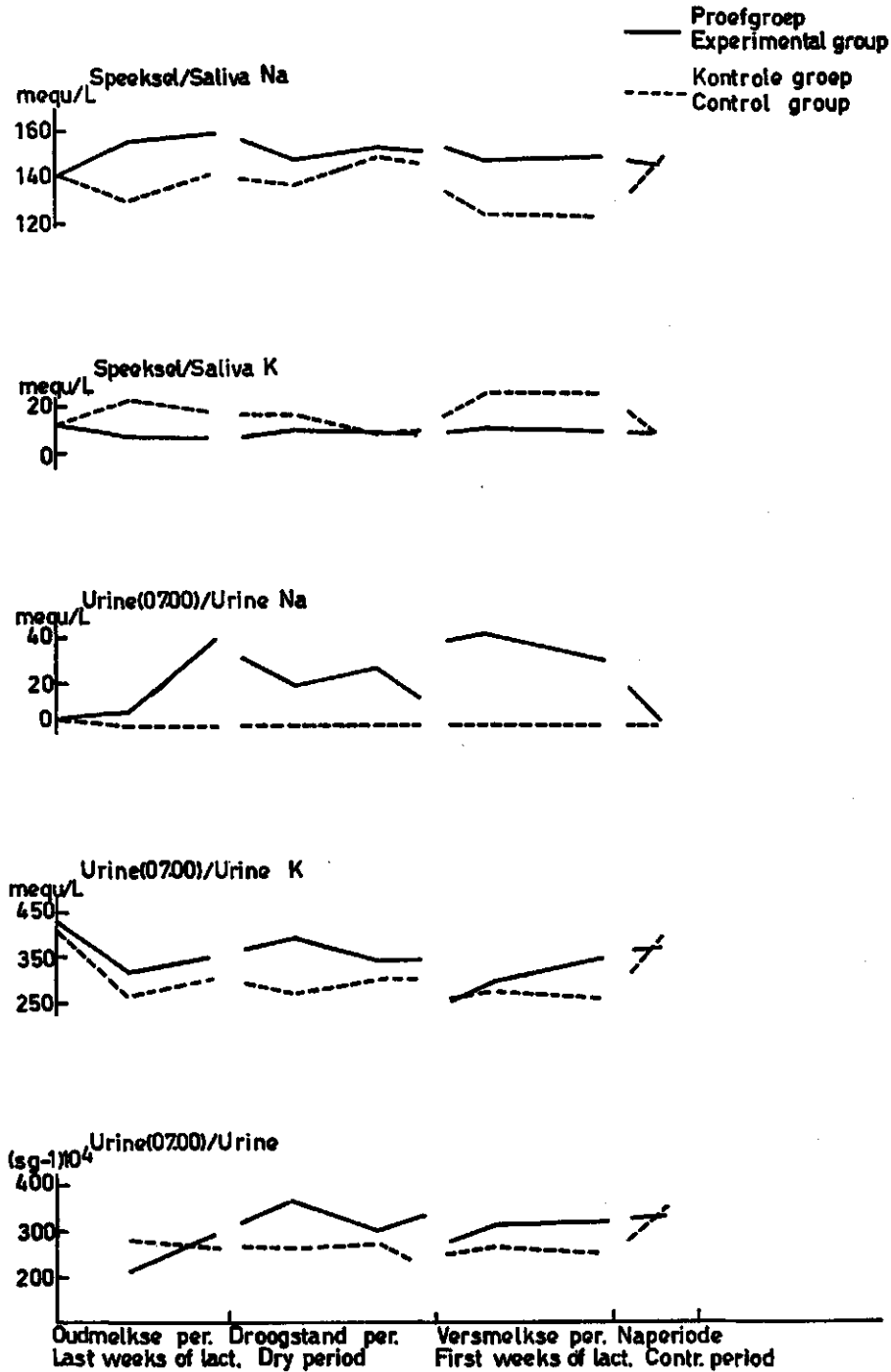


Fig. 12. Course of the average concentration of Na and of K in saliva and urine (with s.g.)

Fig. 13. Verloop van de gemiddelde samenstelling van mest en pensvocht.

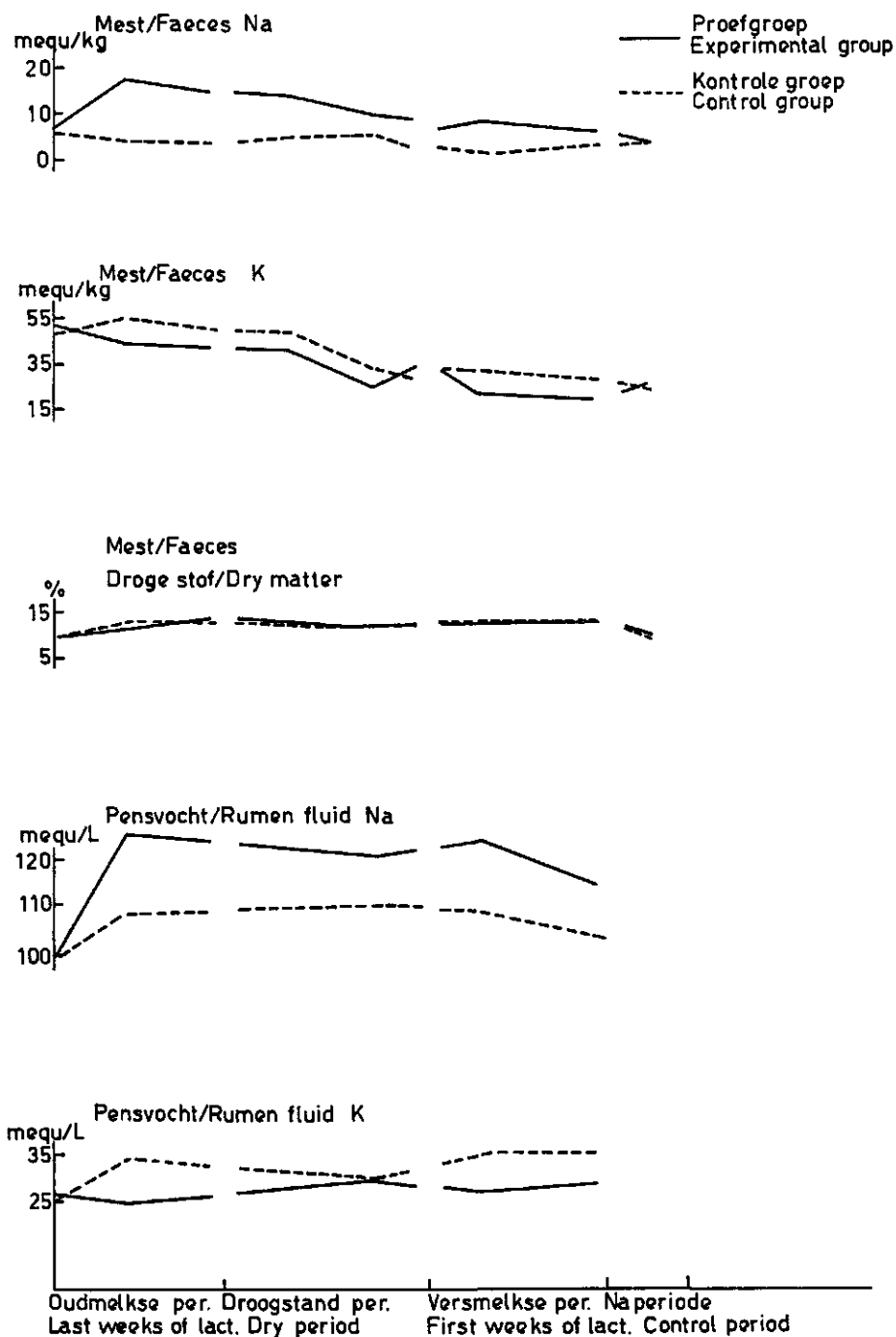


Fig. 13. Course of the average composition of faeces and rumen fluid.

dan door de Na-voorziening, al lijkt soms het Na-gehalte in de melk door een Na-arme voorziening een geringe tendens tot verlaging te vertonen. Er is ook een geringe tendens, dat ochtendmelk iets hogere concentraties aan Na en K bezit dan avondmelk. Daar de hoeveelheid geproduceerde ochtendmelk in kg doorgaans (ook in deze proef) meer is dan de hoeveelheid avondmelk volgt hieruit, dat de Na- en K-uitscheiding in grammen via de ochtendmelk dus groter is dan via de avondmelk.

De gehalten aan Na en K in het speeksel vertonen de grootste verschillen als de dieren in lactatie zijn. In de droogstand periode is de Na-voorziening van de controlegroep zo goed als optimaal, getuige het kleine verschil in de Na-gehalten van het speeksel, ofschoon de Na-uitscheiding via de urine gedurende deze periode laag blijft.

Het Na-gehalte in de urine is in de weide vrij laag bij beide groepen, maar is niet te laag, wanneer de extra Na-toediening in deze perioden in ogenschouw wordt genomen (zie voeding). Het verloop van het gehalte aan K in en het s.g. van de urine vertoont veel overeenkomst ($r = +0,91$). Het K-gehalte in de urine van de controlegroep is vrijwel steeds iets lager dan van de proefgroep, bij praktisch gelijke K-opname (zie voeding).

De gehalten aan Na en K in de mest gedragen zich per groep verschillend en onderling tegenovergesteld. Hetzelfde zien we bij het pensvocht.

In tabel 19 zijn de gemiddelde proefresultaten per periode van beide groepen vermeld. Ter toelichting van tabel 19 wordt opgemerkt, dat de gemiddelde waarden in de voorperiode, de oudmelkse periode, de droogstand en tijdens de partus alle betrekking hebben op 2 groepen van 9 dieren. In de versmelkse- en naperiode zijn de gemiddelden berekend uit 2 groepen van 7 dieren in verband met de twee opgeruimde dieren en de 2 dieren die het laatst afkalfden, en die daarom buiten beschouwing werden gelaten. Voorts hebben de cijfers in de voorperiode voor melk- en vetopbrengst betrekking op de eerste 2 maanden van de lactatie in 1965, dus toen de dieren nog op verschillende bedrijven vertoefden. De gemiddelde percentages aan vet, vetvrije droge stof en eiwit zijn opgenomen in tabel 20. Tevens zijn de groepsverschillen vermeld in de versmelkse periode na correctie van de groepsverschillen tijdens de naperiode. Omtrent het levend gewicht in tabel 19 kan nog worden vermeld, dat de gemiddelde daling tijdens de versmelkse periode voor de proefgroep 23 kg en voor de controlegroep 20 kg bedroeg. Het verschil hiertussen is niet wezenlijk.

De gemiddelde vetzuursamenstelling van de pensvloei stof wordt weergegeven in tabel 21. De gemiddelde gehalten hebben betrekking op 5 dieren per groep. De verschillen tussen de groepen zijn niet wezenlijk.

De gemiddelde gegevens omtrent het kalven bij beide groepen wordt weergegeven in tabel 22.

De cijfers betreffende de allantois- en amnionvloei stoffen hebben betrekking op slechts 2 koeien per groep, aangezien het erg moeilijk bleek de beide blaasinhouden zuiver en volledig op te vangen. Heel gauw treedt nl. vermenging op met urine van de persende koe of met baarmoedersubstanties afkomstig van buiten de vruchtblazen. De hier vermelde cijfers zijn dan ook als de meest betrouwbare gekozen uit

Tabel 19. Gemiddelde proefresultaten per periode van beide groepen.

vp = voorperiode, omp = oudmelkse periode, dp = droogstand periode, p = partus (2e en 3e dag erna), vmp = versmelkse periode, np = naperiode in de weide

	Proefgroep				Volg- nr.	Controlegroep			
	vp	omp	dp	p		vp	omp	dp	p
opbrengst melk per dag/milk yield per day (kg)	21,6	5,9	—	—	20,1	21,1	5,3	—	—
„ melkvet per dag/yield of milk fat per day (g)	783	288	—	—	762	797	272	—	—
„ melkeiwit per dag/yield of milk protein per day (g)	—	—	—	—	624	—	—	—	—
levend gewicht/live weight (kg)	560	580	628	—	—	562	579	628	—
buikomvang/girth of the abdomen (cm)	—	244	256	231	—	—	244	254	230
conditie/condition	6,4	—	7,0	—	6,6	6,8	—	7,7	—
wateropneming per dag/daily water intake (l)	—	50	46	74	77	—	55	47	85
droge stof opneming per dag/ daily dry matter intake (kg)	—	11,2	10,6	12,8	14,3	—	11,2	10,8	14,4
water per kg ds-opn./water intake p. kg d.m. (l)	—	4,5	4,4	5,8	5,4	—	4,9	4,4	5,9
bloedplasma Na/blood plasma Na (mequ/l)	145	145	144	145	143	144	144	143	146
haemoglobine/haemoglobin (%)	10,6	11,1	11,0	12,0	10,5	10,6	11,4	11,1	12,0
haematokriet/haematocrit (%)	29,2	30,2	30,0	33,5	28,9	29,9	31,4	30,9	33,4
bloedplasma K/blood plasma K (mequ/l)	4,7	4,7	4,7	5,1	4,7	4,5	4,8	4,7	4,7
avondmelk Na/evening milk Na (mequ/l)	22,8	25,4	—	25,7	15,8	21,6	24,1	—	22,5
„ K/ „ „ K („)	35,3	32,8	—	43,5	43,5	35,9	33,4	—	43,4
ochtendmelk Na/morning milk Na („)	23,9	25,8	—	23,9	15,7	23,7	25,0	—	20,1
„ K/ „ „ K („)	35,3	33,9	—	42,9	44,3	35,3	35,3	—	42,7
speeksel Na/saliva Na („)	140	157	150	153	147	141	132	145	134
„ K/ „ „ K („)	11,9	6,7	7,7	7,9	9,2	10,1	21,7	9,9	15,9
urine 07.00 u. Na/urine Na („)	3,7	21,4	22,0	37,5	29,8	3,2	0,7	0,9	0,8
„ K/ „ „ K („)	422	333	376	245	331	399	276	369	253
„ (s.g.-l)10 ⁴ /urine (spec. grav.-l)10 ⁴	—	296	316	272	329	—	264	323	238
mest Na/faeces Na (mequ/kg)	6,6	15,5	11,9	6,2	7,1	5,6	3,7	5,3	2,5
„ K/ „ „ K („)	52,1	42,4	32,7	31,6	19,4	45,9	53,0	41,1	32,5
mest droge stof/faeces dry matter (%)	9,3	12,5	11,8	12,3	12,6	9,0	12,7	11,8	12,6
pensvocht Na/rumen fluid Na (mequ/l)	98,0	125,9	121,9	—	118,4	97,2	108,0	110,2	—
„ K/ „ „ K („)	25,5	23,2	27,7	—	27,1	24,3	33,2	27,6	—
Experimental group					Serial No.	Control group			
cp I	lwl	dp	p	fwl		cp I	lwl	dp	p
									fwl
									cp II

Table 19. Average experimental results of both groups.

Tabel 20. Samenstelling van de melk en de gecorrigeerde verschillen tussen proef- en controlegroep tijdens de versmelkperiode (voor afkortingen zie tabel 19).

	omp		vmp		np		Gecorr. verschil in vmp (pr.-contr.) %
	proef	contr.	proef	contr.	proef	contr.	
	%	%	%	%	%	%	
vetgehalte/fat	5,08	5,15	3,56	3,67	3,83	3,88	-0,06 ± 0,081
vetvrije droge stofgeh./solids not fat	—	—	8,74	8,70	8,88	8,92	+0,08 ± 0,041
eiwitgehalte/protein	—	—	3,06	3,02	3,13	3,10	+0,01 ± 0,128
	%	%	%	%	%	%	%
	exp.	contr.	exp.	contr.	exp.	contr.	Corrected diff. in fwl
	lwl		fwl		cp II		

Table 20. Composition of the milk and the corrected differences between experimental and control groups for early lactation (for abbreviations see table 19).

Tabel 21. Gemiddelde vetzuursamenstelling van de pensvloeistof.

	16/2		22/3	
	proef	contr.	proef	contr.
azijnzuur/acetic acid (%)	70,6	70,5	68,3	69,3
propionzuur/propionic acid (%)	16,2	16,0	17,5	16,5
boterzuur/butyric acid (%)	13,2	13,5	14,3	14,2
totaal zuur/total acid (mequ/100 ml)	9,30	9,11	9,63	10,0
	exp.	contr.	exp.	contr.
	16/2		22/3	

Table 21. Average fatty acid composition of the rumen fluid.

een grotere serie, die hier verder als niet ter zake doende achterwege zal blijven.

De analyses in de placentae zijn verricht in 2 gevallen, 1 in elke groep. De placentae werden zo schoon mogelijk opgevangen op een stuk plastic wat op de gruproosters werd gelegd achter de koe. Aanklevende mest, vuil, en bloed werden met leidingwater en daarna met aqua destillata verwijderd, waarna weging, droging en malen plaatsvond. In het luchtdroge gemalen en goed gemengde materiaal werden tenslotte de analyses verricht en de einduitkomst werd weer teruggerekend in de verse placenta als zodanig.

Alle overige gegevens in tabel 22 zijn afkomstig van telkens 9 dieren per groep. Zucht in de uiers werd beoordeeld door de gemaakte foto's op volgorde te leggen en aldus een nummer te geven. De beoordeling geschiedde uiteraard op het gezicht en had plaats met medewerking van een 5-tal deskundigen, die onafhankelijk van elkaar en zonder voorkennis betreffende de groepen hun indeling van minder naar meer zucht maakten. Hoe meer zucht aanwezig was, hoe hoger de puntenscore werd. De plasma-analyses vonden plaats in monsters genomen op de 2e of 3e dag na de partus. Dit ter beoordeling van het in ongelijke mate voorkomen van melkziekte

Tabel 22. Enkele gemiddelde gegevens omtrent het kalven bij beide groepen.

	Proef- groep	Controle- groep
kalfdatum in 1966/calving date in 1966	3/3	3/3
gewicht (kg) allantoisvl. st./weight (kg) allantoic fluid	12	17
„ „ amnion „ „/ „ „ amniotic „	2	2
„ „ nageboorte/ „ „ placenta	5,3	5,0
Na (mg %) amnion	284	278
K „ „	22	22
Na „ allantois	134	120
K „ „	412	484
Na „ placenta	106	119
K „ „	42	48
afkomen nageboorte (uren) na partus/separation of placenta (hours) after calving	3,9	11,3
gewicht (kg) kalf/weight (kg) calf	39,7	40,6
geslacht mnl.-vrl./sex male-female	5-5*	6-3
Na (mg %) eerste biest/Na (mg %) first colostrum	64	78
K „ „ „ /K „ „ „	171	157
zucht uier/oedema of the udder	9,6	8,4
Mg (mg %) plasma	2,2	2,5
Ca „ „	7,8	8,7
P „ „	5,0	4,4
droogstand in dagen/dry period in days	65	64
	Exper.- group	Control group

* inclusief tweelingen/including the twin

Table 22. Some average calving data of both groups.

Tabel 23. De (gecorrigeerde) verschillen per periode tussen proef- en controlegroep (proef minus controle). De volgnummers zijn ontleend aan tabel 19 en aangevuld met 28 (azijnzuur %), 29 (propionzuur %), 30 (boterzuur %), 31 (g vre (32), g Na (33) en g K (34).

Volgnr.	omp	dp	p	vmp	Volgnr.	omp	dp	p	vmp
1	+ 0,1	.	.	- 0,6	18	+ 26***	+ 6	+ 19***	+ 26**
2	+ 30	.	.	- 30	19	- 16,8***	- 4,0(*)	+ 8,0**	- 16,0**
3	.	.	.	.	20	+ 20,2***	+ 20,6***	+ 36,7***	+ 28,8***
4	+ 3	+ 2	.	+ 9	21	+ 34	- 16	- 8	+ 96*
5	0	+ 2	+ 1	+ 1	22	+ 32	- 7	+ 34	+ 91*
6	.	- 0,3	.	- 0,3	23	+ 10,8***	+ 5,6***	+ 3,7**	+ 4,7**
7	- 5	- 1	- 11	- 8	24	- 16,8***	- 14,6**	+ 0,9	- 11,9**
8	0	- 0,2	- 1,6	- 0,6	25	- 0,5	- 0,3	- 0,3	+ 0,6
9	- 0,4(*)	0	- 0,1	- 0,3	26	+ 17,1***	+ 10,9*	.	+ 12,7(*)
10	0	0	- 1	+ 3*	27	- 11,2**	- 1,1	.	- 7,2(*)
11	- 0,3	- 0,1	0	- 0,6*	28	.	+ 0,1	.	- 1,0
12	- 0,5	- 0,2	+ 0,1	- 1,2	29	.	+ 0,2	.	+ 1,0
13	- 0,3	- 0,2	+ 0,4	- 0,1	30	.	- 0,2	.	+ 0,1
14	+ 0,1	.	+ 3,5	+ 2,0***	31	+ 156	- 140	- 1748	- 101
15	0	.	+ 0,1	+ 5,0**	32	+ 45	- 25	- 373	- 13
16	+ 0,6	.	+ 3,8	+ 0,3	33	+ 21	+ 19	+ 18	+ 26
17	- 1,4	.	+ 0,2	+ 0,6	34	- 2	- 5	- 35	- 6
Serial No.	lwl	dp	p	fwl	Serial No.	lwl	dp	p	fwl

t-toets (*) P < 0,05 eenzijdig getoetst ** P < 0,01 tweezijdig getoetst

t-test * P < 0,05 tweezijdig getoetst *** P < 0,001 " "

Tabel 23. The (corrected) differences per period between experimental and control (experiment minus control) groups. The serial numbers are from table 19 and are completed with 28 (acetic acid %), 29 (propionic acid %), 30 (butyric acid %), 31 (g in the rumen fluid and the intake of small units of starch equivalent (31), dig. crude protein (g) (32), Na (g) (33) and K (g) (34). For abbreviations see table 19.

Tijdens de droogstand ontving de controlegroep 7 gram Na en 195 gram K per dier per dag via het voedsel.

Wanneer de schijnbare 'availability' voor Na op 85% wordt gesteld, dan komt 1,05 gram Na per dier per dag in de mest. Wanneer de zweetproductie het dier 2,5 gram Na per dag kost en de verliezen via de urine 0,5 gram bedragen, dan houdt het dier van de 7 gram nog netto $7 - 4,05 = 2,95$ gram Na over. Deze gegevens zijn gebaseerd op de balansproeven van Kemp e.a. (1966). 2,95 gram Na per dag is dus over voor de groeiende vrucht en het moederdier i.v.m. de naderende partus en tevens om het tekort aan Na in de pensvloei stof aan te vullen, wat in de oudmelkse periode is ontstaan. Dit tekort bedraagt volgens tabel 23 (26) 17,1 mequ/l. Dat wil zeggen, bij een pensvloei stofvolume van ± 70 liter: 27,5 gram Na. Bij een gelijkmatige retentie van Na voor de groeiende foetus over de droogstand periode van 64 dagen wordt maximaal $97,8/64 = 1,5$ gram per dier per dag van de 2,95 gram gebruikt. De resterende 1,4 gram kan dan gedurende 19 dagen dienen om de pensvoorraad weer aan te zuiveren tot het oorspronkelijke niveau. Er moet dan in de droogstand op dit rantsoen met 0,065% Na in de droge stof een herstel te verwachten zijn, in b.v. de Na- en K-gehalten van het speeksel, die tijdens de oudmelkse periode van het normale waren afgeweken. In tabel 23 zijn het Na- en K-gehalte van het speeksel (18 en 19) in de droogstand inderdaad duidelijk minder verschillend bij de 2 groepen dan in de overige perioden. Bij eenzijdige toetsing is alleen het speeksel K significant verschillend ($P < 0,05$) in de droogstand. Nu viel de eerste monsterdatum op de 22ste dag van de droogstand en de tweede op de 50ste dag. Het kan daarom zijn, dat nog niet alle verschillen in de droogstand verdwenen waren op de eerste monsterdatum. Opvallend is dat de 2e dag na de partus reeds vrij grote verschillen in het speeksel en ook in de mest zichtbaar worden. Blijkbaar wordt de partus als oorzaak van Na-verlies hierin treffend weerspiegeld. Wat de mest aangaat zien we, dat het Na-gehalte (23) steeds significant verschilt bij beide groepen. Het K-gehalte (24) ook, behalve bij de partus. Het K-gehalte gedraagt zich tegenovergesteld aan het Na-gehalte: Bij de Na-arme groep stijgt in de mest het K-gehalte en daalt het Na-gehalte. Het lijkt alsof ook in de mest sprake is van een neiging tot constant houden van het gehalte aan Na plus K, zoals dat ook met het speeksel het geval is. Maar in de droogstand is het verschil tussen beide groepen in de eenwaardige kationen van de mest eigenlijk te groot om uitsluitend op rekening van een mogelijke Na-deficiëntie, overgebleven van de oudmelkse periode, te kunnen worden geschreven. Zoals bij een volgende proef zal blijken is de mest ook voor een klein gedeelte uitscheidingsmedium van overmaat Na. Het verschil tussen beide groepen tijdens de droogstand, zal daarom voor het grootste deel moeten berusten op de uitscheiding van de overmaat Na d.w.z. van 0,25-0,07%, zijnde het verschil in niveau tussen de 2 groepen. Zo is ook in de ochtendurine tijdens de droogstand het Na-gehalte significant verschillend in beide groepen. Het opge-

nomen Na wordt voor $\sim 15\%$ uitgescheiden via de mest en bij een droge koe voor

Tabel 23. De (gecorrigeerde) verschillen per periode tussen proef- en controlegroep (proef minus controle). De volgnummers zijn ontleend aan tabel 19 en aangevuld met 28 (azijnzuur %), 29 (propionzuur %), 30 (boterzuur %) in de pensvloestof en de opname van gzw (31), g vre (32), g Na (33) en g K (34).

Volgnr.	omp	dp	p	vmp	Volgnr.	omp	dp	p	vmp
1	+ 0,1	.	.	- 0,6	18	+ 26***	+	6	+ 19***
2	+ 30	.	.	- 30	19	- 16,8***	-	4,0(*)	- 8,0**
3	.	.	.	.	20	+ 20,2***	+	20,6***	+ 36,7***
4	+ 3	+ 2	.	+ 9	21	+ 34	-	16	+ 8
5	0	+ 2	+ 1	+ 1	22	+ 32	-	7	+ 34
6	.	- 0,3	.	+ 1	23	+ 10,8***	+	5,6***	+ 3,7**
7	- 5	- 1	- 11	- 8	24	- 16,8***	-	14,6**	- 0,9
8	0	- 0,2	- 1,6	- 0,6	25	- 0,5	-	0,3	+ 0,6
9	- 0,4(*)	0	- 0,1	- 0,3	26	+ 17,1***	+	10,9*	+ 12,7(*)
10	0	0	- 1	+ 3*	27	- 11,2**	-	1,1	- 7,2(*)
11	- 0,3	- 0,1	0	- 0,6*	28	.	+	0,1	- 1,0
12	- 0,5	- 0,2	+ 0,1	- 1,2	29	.	+	0,2	+ 1,0
13	- 0,3	- 0,2	+ 0,4	- 0,1	30	.	-	0,2	+ 0,1
14	+ 0,1	.	+ 3,5	+ 2,0***	31	+ 156	-	140	- 1748
15	0	.	+ 0,1	+ 5,0**	32	+ 45	-	25	- 373
16	+ 0,6	.	+ 3,8	+ 0,3	33	+ 21	+	19	+ 18
17	- 1,4	.	+ 0,2	+ 0,6	34	- 2	-	5	- 35
Serial No.	lwl	dp	p	fwl	Serial No.	lwl	dp	p	fwl

t-toets (*) P < 0,05 eenzijdig getoetst

t-test * P < 0,05 tweezijdig getoetst

** P < 0,01 tweezijdig getoetst

*** P < 0,001 " "

Tabel 23. The (corrected) differences per period between experimental and control (experiment minus control) groups. The serial numbers are from table 19 and are completed with 28 (acetic acid %), 29 (propionic acid %), 30 (butyric acid %) in the rumen fluid and the intake of small units of starch equivalent (31), dig. crude protein (g) (32), Na (g) (33) and K (g) (34). For abbreviations see table 19.

in beide groepen. De overige Ca-, Mg- en P-gehalten in het bloedplasma zullen in hoofdstuk 5.1.5 ter sprake worden gebracht.

Enige aandacht in verband met de partusgegevens van tabel 22 verdient voorts de lichaamstemperatuurmeting van de kalfkoeien gedurende enige dagen voor de partus. Stellen we de partus op dag 0, dan was vanaf dag 6 voor de partus tot dag 0, de gemiddelde ochtendtemperatuur om 08.00 uur achtereenvolgens: 38,8 – 38,8 – 38,9 – 39,0 – 39,3 – 38,8 en 38,5°C. De dieren kalfden gemiddeld om 11.30 u. in de morgen. De gemiddelde avondtemperatuur vanaf dag 6 was achtereenvolgens: 39,1 – 39,3 – 39,4 – 39,5 – 39,5 – 38,7°C. We zien dat de lichaamstemperatuur een hoogtepunt bereikte ± 2 dagen voor de partus, waarna de dag daarop een val van 0,8°C in de avond optrad. De conclusie, die overigens aansluit bij de gegevens van o.a. Van der Kaay (1957) was, dat dergelijke temperatuurschommelingen vlak voor de partus in de meeste normale, dat wil zeggen niet door o.a. infecties beïnvloede, gevallen, de naderende partus aankondigen. De rectaal opgenomen temperatuur kon dan ook bij deze proef als steun dienen om bij benadering voor de nachtelijke uren een eventuele partus te voorspellen. De aanwezigheid van de proefnemer bij het kalven was gewenst voor het beoordelen van het verloop van de partus, het verlenen van de nodige hulp, het vaststellen van het tijdstip van de geboorte van het kalf en het opvangen en bemonsteren van vruchtwater e.d.

Overigens konden geen verschillen in lichaamstemperatuur tussen beide groepen worden vastgesteld.

Tot slot kan worden vermeld, dat bij de moederdieren tijdens het voorbereidende stadium, het openingsstadium, het uitdrijvingsstadium en het puerperium klinisch geen of weinig verschil tussen de groepen waarneembaar was.

In tabel 23 worden nog de verschillen weergegeven die per periode tussen de groepen bestonden met aftrek van de 'natuurlijke' groepsverschillen in voor- en naperiode. Hierbij is zo te werk gegaan, dat de melk- en vetopbrengst in de oudmelkse periode gecorrigeerd werd met de opbrengst gedurende de eerste 2 lactatiemaanden van 1965. De melk- en vetopbrengst van de versmelkse periode werd gecorrigeerd met de naperiode-cijfers van 1966 in de weide en met de cijfers per koe berekend over eenzelfde periode van de lactatie van 1965.

In het algemeen zijn de andere gegevens van de oudmelkse periode en de droogstand periode gecorrigeerd met de cijfers verkregen vlak voor de aanvang van de proef (begin nov. '65). De verschillen bij de partus zijn niet gecorrigeerd, daar de 'natuurlijke' groepsverschillen ons onbekend waren. De verschillen in de versmelkse periode zijn vervolgens gecorrigeerd met de groepsverschillen die tijdens de naperiode aan het licht kwamen.

4 Bespreking. De verschillen in melk- en vetopbrengst tussen de beide groepen zijn slechts gering. Omgerekend op kg standaardmelk met 3,33% vet zijn de verschillen in tabel 23 voor de oudmelkse periode +0,544 kg en voor de versmelkse periode -0,766 kg. Dit vereist achtereenvolgens +136 gzw en +31 g vre in de oudmelkse periode, wat nagenoeg overeenstemt met de werkelijk gevoederde verschillen van

+156 gzw en +45 g vre. In de versmelkse periode is iets soortgelijks het geval. Daar zou -0,766 kg standaardmelk-verschil gedekt moeten worden door een verschil van -192 gzw en -44 g vre. Het feitelijke verschil bedroeg -101 gzw en -13 g vre. Deze getallen stemmen redelijk goed met elkaar overeen. Dat de verschillen in standaardmelkproduktie in de versmelkse periode iets groter schijnen te zijn dan de verschillen in voeder ZW en -vre zouden doen verwachten, kan een gevolg zijn van een iets slechtere voeding van de proefgroep tijdens de droogstand en de partus-periode (zie tabel 23 no. 31 en 32).

Het gewichtsverschil is niet van invloed op de einduitkomsten van de voederbenutting voor melk- en vetproduktie. De daling verschilt in de versmelkse periode tussen beide groepen hiervoor te weinig (3 kg). Overigens is dit verschil niet wezenlijk. De proefgroep is dus niet minder in gewicht gedaald dan de controlegroep, hetgeen bij Na-gebrek toch zeker verwacht had mogen worden. De verschillen in melksamenstelling zijn niet wezenlijk (tabel 20). Het grootste verschil is bij het vetvrije drogestofgehalte te zien. De zoutgroep heeft meer vetvrije droge stof in de melk dan de zoutarme groep. Het verschil is net niet wezenlijk ($P < 0,10$). Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven. De ruime hoeveelheid ZW (en vre) die de dieren van beide groepen tijdens de dracht hebben gehad was vermoedelijk mede debet aan het ontstaan van de melkziektegevallen. In hoeverre de zoutopneming hierbij een rol kan hebben gespeeld laat tabel 22 zien. Hierin worden gemiddelde Ca, Mg- en P-gehalten in bloedplasma vermeld, maar de verschillen hiertussen zijn niet wezenlijk. Het verschil in P-gehalte van 0,6 mg% is bijna significant ($P < 0,10$). De proefgroep is hierbij hoger dan de controlegroep. 3 Koeien met melkziekte op de 9 in de proefgroep verschilt volgens de Chi-kwadraattoets evenmin wezenlijk van 1 melkziektegeval in de controlegroep. Chi-kwadraat is nl. 2 (de grens voor significantie ligt bij 3,84).

Wat het afkomen van de nageboorte betreft bleek, dat 1 dier uit de controlegroep 67 uur met de nageboorte bleef staan. Er waren nog een paar dieren in dezelfde groep van 6 en 8 uur, maar volgens de verdelingsvrije toets van Wilcoxon bleek de ene groep zich zeker niet wezenlijk te onderscheiden van de andere groep. Dus de verschillen zijn toevallig geweest. De zuchtvorming in de uier was evenmin door de proeffactor beïnvloed.

Met behulp van o.a. tabel 22 is een schatting te maken van het Na- en K-verlies dat onze koeien leden tijdens de partus via vrucht, -water, -vliezen en dergelijke:

2 liter amnionvocht bevat 5,6 gram Na en 0,4 gram K

14,5 liter allantoisvocht bevat 18,4 gram Na en 65,0 gram K

5,5 kg placenta bevat 6,2 gram Na en 2,5 gram K

5 liter biest bevat 3,6 gram Na en 8,2 gram K

4 liter lochiën bevat 12,0 gram Na en 0,6 gram K (verdund bloed)

40 kg vrucht bevat 52,0 gram Na en 76,0 gram K*

In totaal betekent dit ca. 97,8 gram Na en 152,7 gram K.

* Volgens Hogan & Niernan (1927) bevatten 18 stieren gemiddeld 0,16% Na en 0,19% K, volgens Lawes & Gilbert (1859) bevat het kalf gemiddeld 0,11% Na en 0,17% K, en volgens Robinson (1961) bevat het rund gemiddeld 0,12% Na en 0,20% K.

Tijdens de droogstand ontving de controlegroep 7 gram Na en 195 gram K per dier per dag via het voedsel.

Wanneer de schijnbare 'availability' voor Na op 85% wordt gesteld, dan komt 1,05 gram Na per dier per dag in de mest. Wanneer de zweetproduktie het dier 2,5 gram Na per dag kost en de verliezen via de urine 0,5 gram bedragen, dan houdt het dier van de 7 gram nog netto $7 - 4,05 = 2,95$ gram Na over. Deze gegevens zijn gebaseerd op de balansproeven van Kemp e.a. (1966). 2,95 gram Na per dag is dus over voor de groeiende vrucht en het moederdier i.v.m. de naderende partus en tevens om het tekort aan Na in de pensvloei stof aan te vullen, wat in de oudmelkse periode is ontstaan. Dit tekort bedraagt volgens tabel 23 (26) 17,1 mequ/l. Dat wil zeggen, bij een pensvloei stofvolume van ± 70 liter: 27,5 gram Na. Bij een gelijkmatige retentie van Na voor de groeiende foetus over de droogstand periode van 64 dagen wordt maximaal $97,8/64 = 1,5$ gram per dier per dag van de 2,95 gram gebruikt. De resterende 1,4 gram kan dan gedurende 19 dagen dienen om de pensvoorraad weer aan te zuiveren tot het oorspronkelijke niveau. Er moet dan in de droogstand op dit rantsoen met 0,065% Na in de droge stof een herstel te verwachten zijn, in b.v. de Na- en K-gehalten van het speeksel, die tijdens de oudmelkse periode van het normale waren afgeweken. In tabel 23 zijn het Na- en K-gehalte van het speeksel (18 en 19) in de droogstand inderdaad duidelijk minder verschillend bij de 2 groepen dan in de overige perioden. Bij eenzijdige toetsing is alleen het speeksel K significant verschillend ($P < 0,05$) in de droogstand. Nu viel de eerste monsterdatum op de 22ste dag van de droogstand en de tweede op de 50ste dag. Het kan daarom zijn, dat nog niet alle verschillen in de droogstand verdwenen waren op de eerste monsterdatum. Opvallend is dat de 2e dag na de partus reeds vrij grote verschillen in het speeksel en ook in de mest zichtbaar worden. Blijkbaar wordt de partus als oorzaak van Na-verlies hierin treffend weerspiegeld. Wat de mest aangaat zien we, dat het Na-gehalte (23) steeds significant verschilt bij beide groepen. Het K-gehalte (24) ook, behalve bij de partus. Het K-gehalte gedraagt zich tegenovergesteld aan het Na-gehalte: Bij de Na-arme groep stijgt in de mest het K-gehalte en daalt het Na-gehalte. Het lijkt alsof ook in de mest sprake is van een neiging tot constant houden van het gehalte aan Na plus K, zoals dat ook met het speeksel het geval is. Maar in de droogstand is het verschil tussen beide groepen in de eenwaardige kationen van de mest eigenlijk te groot om uitsluitend op rekening van een mogelijke Na-deficiëntie, overgebleven van de oudmelkse periode, te kunnen worden geschreven. Zoals bij een volgende proef zal blijken is de mest ook voor een klein gedeelte uitscheidingsmedium van overmaat Na. Het verschil tussen beide groepen tijdens de droogstand, zal daarom voor het grootste deel moeten berusten op de uitscheiding van de overmaat Na d.w.z. van 0,25-0,07%, zijnde het verschil in niveau tussen de 2 groepen. Zo is ook in de ochtendurine tijdens de droogstand het Na-gehalte significant verschillend in beide groepen. Het opgenomen Na wordt voor $\pm 15\%$ uitgescheiden via de mest en bij een droge koe voor bijna 85% via de urine. Dus is het verschil in Na-gehalte van mest en urine tijdens de droogstand geen bewijs voor een Na-deficiënte toestand in deze periode. Wel kan deze droogstand-periode bij uitstek gebruikt worden om de verschillen in de oud- en

versmelkse perioden voor urine, mest en speeksel te corrigeren, zodat van het totale groepsverschil in de beide melkgevende perioden het zuivere verschil overblijft wat op rekening komt van de Na-deficiënte voeding. Tabel 24 laat de F-waarden zien van de verschillende waarnemingen in de oud- en versmelkse periode, gecorrigeerd met de gehalten tijdens droogstand. De grens voor significantie bij $\varphi_1 = 1$ en $\varphi_2 = 32$ ligt boven 4,2. De F-waarde is het produkt van gevoeligheid en betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid is omgekeerd evenredig met de binnengroepsvariantie en deze staat dus in de noemer.

Uit tabel 24 blijkt dat het K/Na van de mest de beste graadmeter is om Na-deficiëntie vast te stellen, dan volgt het K- en Na-gehalte en de Na/K verhouding van het speeksel en tenslotte nog het Na-gehalte van de mest. De F-waarde van het Na-gehalte in de urine was zelfs niet significant, evenmin als die van het K-gehalte van de mest. Dat de gehalten aan Na en K ieder afzonderlijk minder bruikbaar zijn dan hun verhoudingsgetal, komt doordat de Na- en K-gehalten van de mest beide gedurende de lactatie fysiologisch veranderen. In de oudmelkse periode zijn deze kationen in hogere concentratie in de mest aanwezig dan in de versmelkse periode. Daardoor ontstaat een grote variantie binnen de waarnemingen (noemer) en dus een kleine F-waarde. Dit in tegenstelling tot de verhouding van K en Na. Op stal blijkt de verhouding geweest te zijn $3,0 \pm 1,1$. Dit is op basis van mequ/kg. 1,1 is de standaardafwijking van 1 waarneming, dus niet van het gemiddelde. In de weide ligt de verhouding hoger, nl. ongeveer bij 7.

Bij meer Na in het voer zal de verhouding dalen, bij minder Na in het voer treedt een duidelijke en zeer betrouwbare stijging op tot b.v. 13 en 14 (gemiddelde waarden). Het droge-stofgehalte van de mest op stal varieerde van 12–13% en in de weide was het gemiddeld 9%. Mestmonsters zijn uiteraard veel gemakkelijker te nemen dan speekselmonsters. Deze mestmonsters zijn 's morgens genomen. 's Morgens zijn de Na-gehalten van de mest wat verlaagd (zie hoofdstuk 5.1.5). Dat het Na-gehalte van de urine onbruikbaar is om Na-gebrek vast te stellen wisten we reeds. Het Na-

Tabel 24. Waarden van F berekend uit de varianties tussen en binnen de groepen van diverse waarnemingen ter vaststelling van een krappe Na-voorziening.

	F-waarde
K/Na mest/faeces	37,0
K speeksel/saliva	29,6
Na "	20,9
Na/K "	13,5
Na mest/faeces	5,0
Na urine/urine	0,8
K mest/faeces	0,4
	F-value

Table 24. Values of F calculated from the variances between and within the groups of various observations for the determination of a low Na-intake.

gehalte van de urine is alleen geschikt om bij benadering de Na-voorziening boven de norm (van 0,15%) vast te stellen. Alleen het Na-gehalte van om 11 uur verkregen urine kan mogelijk iets meer zeggen over de aanwezigheid van Na-deficiëntie, maar dan nog niets over de ernst ervan. Dit in tegenstelling tot de gehalten van de mest en van het speeksel. Opvallend is weer, dat de K/Na-verhouding van de mest 2 dagen na de partus bij beide groepen hoger is dan daarvoor of daarna. Bij de proefgroep stijgt deze verhouding van 2,8 tot 5,1 en daalt daarna weer tot 2,7 in de versmelkse periode. Bij de controlegroep treedt een stijging op van 7,8 tot 13,0 en daalt dan later weer tot 11,5. Dit illustreert de waarschijnlijkheid van de hypothese waarvan is uitgegaan, nl. dat de partus op de Na-stofwisseling een belangrijke invloed uitoefent, maar ook dat het rund bijzonder zuinig op het Na is, omdat na de partus op een rantsoen met 0,07% Na zelfs een hersteldaling optreedt in de verhouding van K en Na in de mest van 13,0 tot 11,5.

Het K-gehalte van de urine (21) is in de versmelkse periode significant hoger bij de proefgroep. We weten nu dat het K bij de controlegroep minder met de urine uitgescheiden wordt en in het maagdarmkanaal een deel van de Na-functie overneemt. Het s.g. gedraagt zich overeenkomstig het K-gehalte van de urine.

Het pensvocht laat ten aanzien van Na en K een soortgelijk beeld zien als het speeksel en de mest. De gemiddelde vetzuursamenstelling van het pensvocht in tabel 21 laat geen enkel wezenlijk groepsverschil zien. De vetzuursamenstelling gedraagt zich hier dus kennelijk onafhankelijk van de Na- en K-gehalten. Ook het totaal zuur-gehalte wordt er niet door beïnvloed. De pH is niet bepaald.

Het Na-gehalte van de avondmelk is in de versmelkse periode significant beïnvloed door het Na-regiem. Het K-gehalte ook, waarvoor geen bevredigende verklaring ter beschikking staat. Beide zijn volgens tabel 23 (14 en 15) bij de controlegroep verlaagd. Het dier heeft dus toch nog iets (ca. 1 gram per dag) op de Na-uitscheiding via de melk bezuinigd zonder de totale melkgift in te krimpen. Het Na-gehalte van het bloedplasma (10) is eveneens bij beide groepen in de versmelkse periode significant verschillend. Hetzelfde geldt voor de haemoglobineconcentratie. De haematokriet (12) is geen enkele maal significant beïnvloed door de Na-voeding. Toch zal wel gesproken mogen worden van bloedindikking bij het getoonde Hb-verschil en moet niet gedacht worden aan b.v. bloedarmoede bij de hoge zoutgroep (!) mede gezien de resultaten van vorige proeven. Het dier bezuinigt dan dus op zijn Na-status door in het bloed het gehalte aan Na relatief en absoluut te verlagen, zonder zichtbare klinische schade. 3 mequ Na/l plasma verschil betekent bij 30 liter plasma per koe ($\pm 5\%$ van het lichaamsgewicht) 2 gram Na.

Wanneer we een bloedindikking aanhouden van b.v. 2% dan komt er nog eens 3 gram Na bij. Dat is samen 5 gram. Dit is op zichzelf niet veel, maar wanneer de extra-cellulaire vloeistof er bij betrokken wordt (Stevenson, 1963) dan kan de totale besparing wel degelijk betekenis krijgen (de hoeveelheid extra-cellulaire vloeistof wordt geschat op 20% van het lichaamsgewicht).

De wateropneming per kg opgenomen droge stof is bij de hoge zoutgroep significant lager dan bij de lage zoutgroep ($P < 0,05$ bij eenzijdige toetsing). Dit is alleen

in de oudmelkse periode het geval. Een verhoogde aldosteron produktie zou volgens de literatuurgegevens ook een verhoogd watergebruik in de hand werken. Het betreft hier een verschil van 0,4 liter per kg droge stof. Dat is bij een droge stof opneming van 11,2 kg 4,5 liter water per dier per dag. Deze verhoogde waterconsumptie zien we ook in de versmelkse periode, maar daar is het verschil niet wezenlijk. Bij vorige proeven kon door de geringe aantallen koeien de binnengroepsvariantie niet zodanig verkleind worden om ook daar het kleine verschil betrouwbaar te kunnen meten. Overigens is de waterconsumptie tijdens deze proef onderhevig geweest aan grote (fysiologische) schommelingen, waarover in een volgend hoofdstuk nader zal worden gesproken.

5 Conclusies. Gezien het doel van deze proef kan gezegd worden dat gedurende 6 maanden een tweetal groepen van elk 9 koeien op een rantsoen bestaande uit hooi en krachtvoeder, waarin respectievelijk 0,065 en 0,25 % Na uitgedrukt in de droge stof steeds voor iedere koe afzonderlijk, aanwezig was, zich klinisch in geen enkel opzicht van elkaar onderscheidden. Wel paste de lage Na-groep een serie bezuinigingsmaatregelen toe om dit mogelijk te maken. Deze maatregelen waren in het algemeen een daling van het Na-gehalte en een compensatoire verschuiving van het K-gehalte van diverse lichaamsmedia en uitscheidingsprodukten. Zo gingen van de urine, het speeksel, het pensvocht, de mest, het bloed en de melk het Na-gehalte omlaag. Van het speeksel, het pensvocht en de mest ging het K-gehalte compensatoir omhoog. Van de urine en merkwaaardigerwijze ook van de melk ging het K-gehalte daarentegen omlaag.

De droogstand periode betekende een herstelperiode, waarin de veranderingen, die tijdens de oudmelkse periode waren opgetreden, goeddeels verdwenen of althans verminderden. Wat overbleef was een (eenvoudig) niveauverschil van het Na boven de behoeftenorm. De Na-behoefte in de droogstand is dan ook volledig als gedekt te beschouwen bij 0,07 % Na in de droge stof van het rantsoen. In de lactatieperioden lag deze behoefte in ieder geval hoger, ofschoon een 2 maanden durende versmelkse periode niet in staat bleek klinische verschijnselen op te roepen.

Ook bleek de partus, waarbij ± 100 gram Na en ruim 150 gram K ineens het moederdier verlaat, niet alleen een ongestoord verloop te hebben, maar ook geen meetbare schadelijke gevolgen na te laten op b.v. de melkproduktie, de voederopneming en de conditie of het levend gewicht. Vast is komen te staan dat het eerder signaleerde verlaagde K-gehalte van de urine bij een Na-deficiënte voeding samen gaat met een verhoogd K-gehalte van de mest. Het Na-gehalte van de urine blijkt een ongeschikt middel om Na-deficiënte omstandigheden voor het rund op te sporen (urine van voor 07.00 uur). Het speeksel is in dit opzicht opnieuw een betrouwbaar middel gebleken; nog betrouwbaarder aanwijzing echter geeft de K/Na-verhouding van de mest.

Bij een Na-voorziening van 0,25 % in de droge stof van het rantsoen had het speeksel een Na-gehalte van 152 mequ/l (= 350 mg%), een K-gehalte van 8,0 mequ/l (= 31,2 mg%) en een verhouding van Na/K gelijk aan 19,0 (en 11,2).

Bij een zelfde Na-voorziening in dezelfde tijd (oud- en versmelkse periode samen) had de mest een Na-gehalte van 11,3 mequ/kg (= 26,0 mg %), een K-gehalte van 33,9 mequ/kg (= 132,2 mg %) en derhalve een K/Na-verhouding van resp. $3,0 \pm 1,1$ (en $5,1 \pm 1,9$).

Bij een Na-voorziening van 0,07% in de droge stof had het speeksel een Na-gehalte van 129 mequ/l (= 297 mg %), een K-gehalte van 22,6 mequ/l (= 88,1 mg %) en een verhouding van Na/K van 5,7 (en 3,4). Bij een Na-voorziening van 0,07% had de mest een Na-gehalte van 3,1 mequ/kg (= 7,1 mg %), een K-gehalte van 40,9 mequ/kg (= 159,5 mg %) en een verhouding van K/Na van 13,2 (en 22,5). In de weide ligt de verhouding in de mest hoger dan op stal (8 resp. 13,6). De voornoemde waarden zijn als grenswaarden te beschouwen voor de minimum en optimum Na-behoeftenorm.

De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof stijgt iets bij een Na-deficiënte voeding.

Direct voor de partus verraden lichaamstemperatuurschommelingen, dat de koe zich fysiologisch voorbereidt op de partus.

5.1.5 Enkele aanvullende onderzoeken

1 *Doel.* De proeven, die tot nu toe beschreven zijn, zijn onder verschillende omstandigheden genomen, terwijl ook, vooral in de beide laatste proeven, een zekere overeenstemming opvalt in de uitvoering ervan. Dit maakt het mogelijk om de onderlinge samenhang van de verkregen resultaten te bestuderen onder soms nogal uiteenlopende omstandigheden. Hiermee is tegelijk het doel aangegeven van het in deze paragraaf beschreven onderzoek.

Allereerst zal het verloop worden nagegaan van de gehalten van enkele bestanddelen van het bloed, het speeksel en de melk tussen 2 kalldata in. Ook de waterconsumptie per kg opgenomen droge stof zal hierbij aan de orde komen (pag. 88).

Vervolgens zal de invloed van de partus hierop worden bestudeerd (pag. 96). Ook zal het al of niet aanwezig zijn van een dagvariatie worden nagegaan, voor wat betreft de gehalten aan Na en K in speeksel, urine en mest (pag. 101).

Tenslotte zullen nog enige rantsoeninvoeden op de samenstelling van bloed, speeksel, urine en mest behandeld worden (pag. 107).

2 Onderzoek

Variatie in de wateropneming en in de samenstelling van bloed, speeksel en melk in de loop van de lactatieperiode

Opzet. Voor de bestudering van de invloed van het lactatiestadium en de droogstand op de samenstelling van bloed, speeksel en melk en op de waterconsumptie per kg opgenomen droge stof werd gebruik gemaakt van de gegevens uit de periodenproef van 1964/1965 (5.1.3) en van de gegevens uit de oudmelkse-, droogstand- en versmelkse periode van de proef 1965/1966 (5.1.4). Hierbij werd rekening gehouden met de

verschillen tussen de proef- en controlegroepen. Die gegevens uit beide proeven, welke systematisch of wezenlijk afwijken van de overige cijfers ten gevolge van de Na-arme voeding werden bij dit onderzoek dus niet gebruikt. Terwille van de vergelijkbaarheid werden in bepaalde gevallen waarin alleen het Na-gehalte (wezenlijk) beïnvloed werd door de Na-arme voeding ook de bijbehorende K-gehalten buiten de berekeningen gelaten. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de melk in de periodenproef tijdens de lage-zoutvoeding (0,07% Na) en in de versmelkse periode van de afkalproef bij de lage-zoutgroep. Ook wanneer bij de avondmelk een getal werd weggelaten, dan gebeurde ditzelfde met het overeenkomstige getal in de ochtendmelk.

Het aantal dieren dat in dit onderzoek werd gebruikt bedroeg maximaal 30, namelijk 12 van de periodenproef en 18 van de afkalproef. De gemiddelde leeftijd van de dieren was ten tijde van de monsterneming 6,1 jaar, d.w.z. 6,5 jaar bij de periodenproef en 5,8 jaar bij de afkalproef.

Bij de verwerking der gegevens uit de afkalproef werden de waarnemingen, die in de weideperiode zijn gedaan, niet gebruikt, daar deze soms systematisch afwijken van de overige cijfers.

Voeding. De dieren in de perioden- en in de afkalproef kregen steeds hooi, dat gewonnen was op het vliegveld Vredepeel in Noord-Brabant. Gemiddeld werd daarvan 10,0 kg opgenomen, nl. 9,5 kg in 1964/1965 en 10,6 kg in 1965/1966.

Daarnaast werd het rantsoen met krachtvoer aangevuld tot een niveau waarop praktisch aan de ZW- en vre-normen voor onderhoud en produktie werd voldaan (met uitzondering van een korte periode in de versmelkse periode in 1966). Het Na-gehalte van het rantsoen varieerde in 1964/1965 van 0,15 tot 0,30% en bedroeg in 1965/1966 0,25% (uitgedrukt op droge stof basis).

Waarnemingen. De morgenmelk werd bemonsterd tussen 05.30–07.00 uur; de avondmelk tussen 16.00–17.30 uur. Deze monsters werden in mineraalvrije flesjes verzameld en koel bewaard. De analyse vond steeds zoveel mogelijk binnen 24 uur plaats. Er zijn in totaal 480 melkmonsters, dat wil zeggen voor 's morgens en 's avonds elk 240, gebruikt bij het onderhavige onderzoek (In 1964/1965: 400 en in 1965/1966: 80). Het aantal lactatiedagen bedroeg maximaal 370. De bloedmonsters werden te ca. 09.30 uur uit de vena jugularis afgenomen en direct afgecentrifugeerd. Daarnaast werden tevens de haematokriet en het Hb-gehalte zo snel mogelijk bepaald. In 1964/1965 werd per 100 ml bloed 200 mg NH_4 -oxalaat als anticoagulum gebruikt. De haematokriet werd vastgesteld door centrifugereren van 10 ml bloed gedurende 30 minuten met een rotatiesnelheid van 2750 toeren per minuut. Deze z.g. Hoornse methode levert slechts een afgeleide haematokriet op, dus niet de absolute waarde.

In 1965/1966 werden per 100 ml bloed 2 druppels van een 5% Na heparine-oplossing als anticoagulum gebruikt. De haematokriet werd vastgesteld door centrifugereren van een dunne glascapillair, gevuld met bloed en aan één einde dichtgesmolten, gedurende 4–5 minuten met een rotatiesnelheid van 11.500 toeren per minuut. Deze methode volgens de International Equipment Company levert de werkelijke

haematokriet op. Dat wil zeggen na langer of harder draaien treedt geen verandering in de waarde meer op. Tabel 25 laat de invloed op de bloedsamenstelling van het anticoagulum zien, in de zojuist vermelde doseringen. Dit vergelijkend onderzoek is uitgevoerd in het begin van de proef 1965/1966. Uit tabel 25 blijkt, dat bepaalde omrekeningsfactoren gebruikt dienen te worden om oxalaatbloed te kunnen vergelijken met heparinebloed. Vervolgens blijkt uit deze tabel, dat tengevolge van het NH_4 -oxalaat een volumevermeerdering van de cellen optreedt van 5,7% of tengevolge van het Na-heparine een overeenkomstige vermindering. Dit volgt uit het feit, dat bij beide antistollingsmiddelen het Hb% niet en de haematokriet (Hoornse methode) wel significant verschillen. Volgens Van Os (1952) zou 200 mg K-oxalaat per 100 ml bloed juist een vermindering van 5 à 6% van het celvolume veroorzaken. Teneinde na te gaan of het door ons waargenomen effect op de bloedsamenstelling een gevolg is van de heparine- of de NH_4 -oxalaat toevoeging werd een oriënterend proefje genomen. Van een koe werd bloed zonder anticoagulum opgevangen en direct gecentrifugeerd. In het serum werd 338 mg% Na en 19,7 mg% K gevonden. Als direct hierna bloed werd getapt met NH_4 -oxalaat (200 mg per 100 ml) als anticoagulum dan bevatte het plasma 340 mg% Na en 19,8 mg% K. Als tevens bloed werd getapt met heparine ($\pm$ 5 mg per 100 ml) als anticoagulum, dan kwam in het plasma 337 mg% Na en 18,8 mg% K voor. Ofschoon dit enkele voorbeeld geen definitieve conclusies toestaat, lijkt het er op, dat de concentratie-veranderingen ten gevolge van het gebruikte anticoagulum niet verklaard kunnen worden uit de heparine alleen, maar dat vermoedelijk ook het NH_4 -oxalaat een bepaald aandeel hierin heeft.

Rest ons nog de Hoornse haematokriet om te rekenen in de werkelijke haematokriet (IEC-methode). Uit 36 monsters bleek de Hoornse haematokriet gemiddeld 37,0% en de werkelijke 30,6% te zijn. Het verschil is $6,444 \pm 0,60\%$ ($P < 0,001$). De omrekeningsfactor is 0,825956. Dit laatste heeft betrekking op heparinebloed. Om nu de afgeleide (Hoornse) haematokriet in het oxalaatbloed van 1964/1965 te kunnen vergelijken met de werkelijke haematokriet in het heparinebloed van 1965/1966 moeten de 2 omrekeningsfactoren: 0,945571 (tabel 25) en 0,825956 beide in rekening worden gebracht. De uiteindelijke factor is het produkt van de twee: 0,781000. Ten overvloede zij vermeld, dat voor klinisch gebruik de Hoornse haematokriet een zeer betrouwbare waarde oplevert. Voor wetenschappelijk gebruik is de echte haematokriet uiteraard verkieslijker. In de toekomstige proeven wordt dan ook steeds de echte haematokriet gebruikt.

Voor de berekening van de jaarcurven werden tenslotte 162 bloedmonsters verwerkt.

Voor het speeksel werden in totaal 174 monsters gebruikt uit de jaren 1964/1966. Voor de berekening van de jaarcurve van de wateropneming per kg opgenomen droge stof is als volgt te werk gegaan. In het jaar 1964/1965 werden van 12 koeien over 26 weken gedurende steeds 5 dagen 1560 getallen verkregen. In het jaar 1965/1966 van 18 koeien over 26 weken gedurende eveneens telkens 5 dagen 2340 getallen. Deze getallen werden uiteindelijk gemiddeld tot 1 cijfer per week.

Tabel 25. Vergelijking van 2 antistollingsmiddelen in verband met de bloedsamenstelling.

	Aantal monsters	Anticoagulum		Verschil	Stand. afw.	Significantie	Omrek. factor hepar./oxal.
		NH ₄ -oxalaat	Na-heparine				
K (mg %)	45	21,5	18,1	+3,4	±0,28	P < 0,001	0,843048
Na (mg %)	27	337,7	332,8	+4,9	±1,12	P < 0,001	0,985522
Haematokriet/Haematocrit (%)	24	39,0	36,9	+2,1	±0,78	P < 0,01	0,945571
Hb(%)	18	11,5	11,3	+0,2	±0,30	P > 0,05	0,978907
Number of samples		NH ₄ -oxalate	Na-heparine	Difference	Stand. error	Significance	Calculation factor hepar./oxal.
		Anticoagulant					

Table 25. Comparison of 2 anticoagulants in connection with the blood composition.

Tabel 26. Gemiddelde analyse-uitkomsten in bloed, -plasma en speeksel gedurende 4 perioden van 90 dagen na de partus.

	Periode			
	I	II	III	IV
bloedplasma Na/blood plasma Na mequ/l	144,4	144,8	143,8	144,5
" K/ " " K "	4,7	4,3	4,3	4,8
haemoglobine/haemoglobin %	10,6	11,1	11,1	11,1
haematokriet/haematocrit %	28,5	31,0	30,4	30,0
speeksel Na/saliva Na mequ/l	147,0	150,6	154,1	159,0
" K " K "	9,1	7,6	6,3	6,3
" Na/K " Na/K "	16,1	19,8	24,5	25,2
Period		I	II	III
		IV		

Table 26. Average analytical results in blood, plasma and saliva during 4 periods of 90 days after calving.

Fig. 14. Kurven van de Na- en K-gehalten in de melk en van de wateropneming per kg opgenomen droge stof gedurende 12 maanden na de partus. De gemiddelde partus gegevens zijn als punten weergegeven

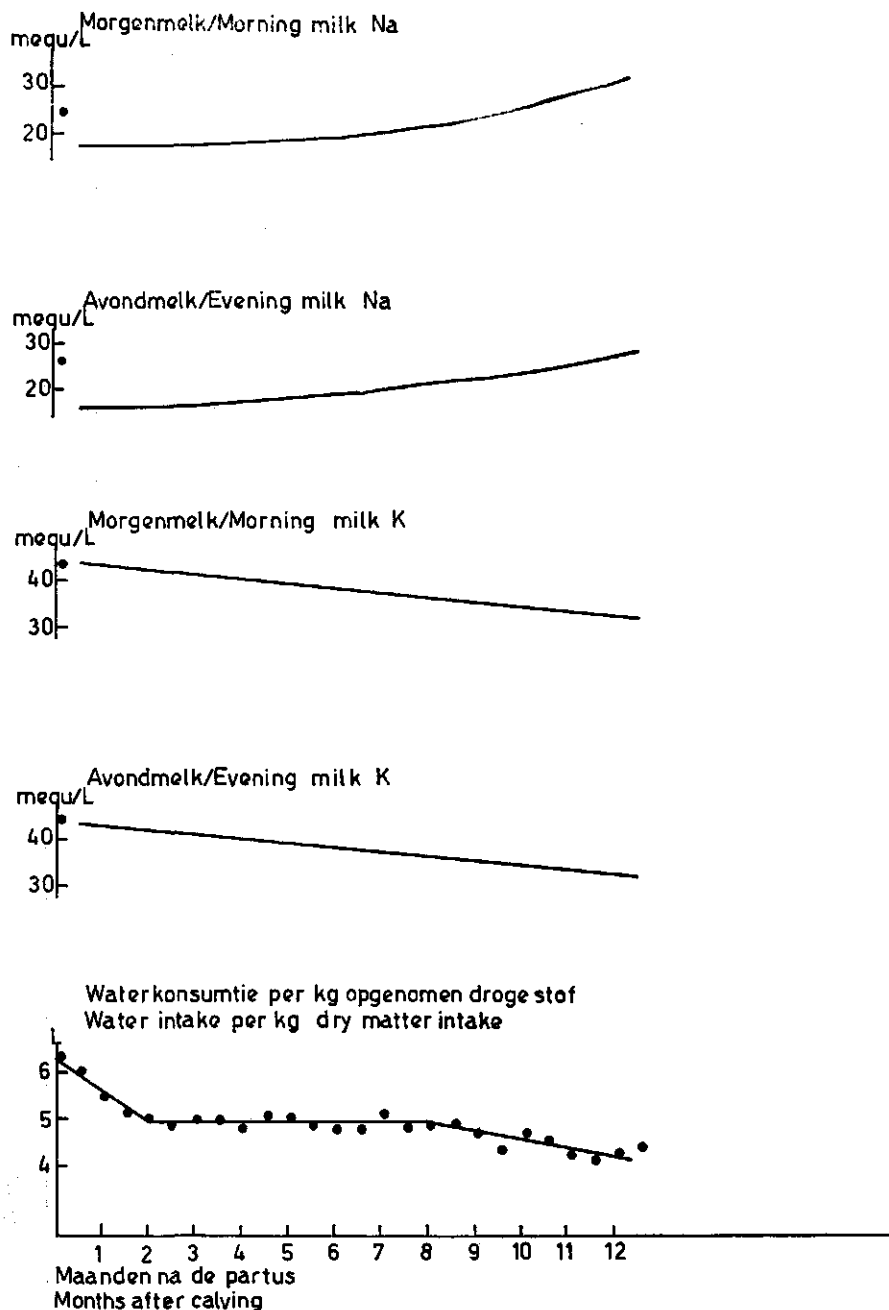


Fig. 14. Curves of the levels of Na and of K in the milk and of the water intake per kg dry matter intake during 12 months after calving. The average data at calving are indicated as points

Fig. 15. Kurven van de bloed en speeksel samenstelling tijdens de lactatie. Droogstand en partus gegevens zijn als punten weergegeven

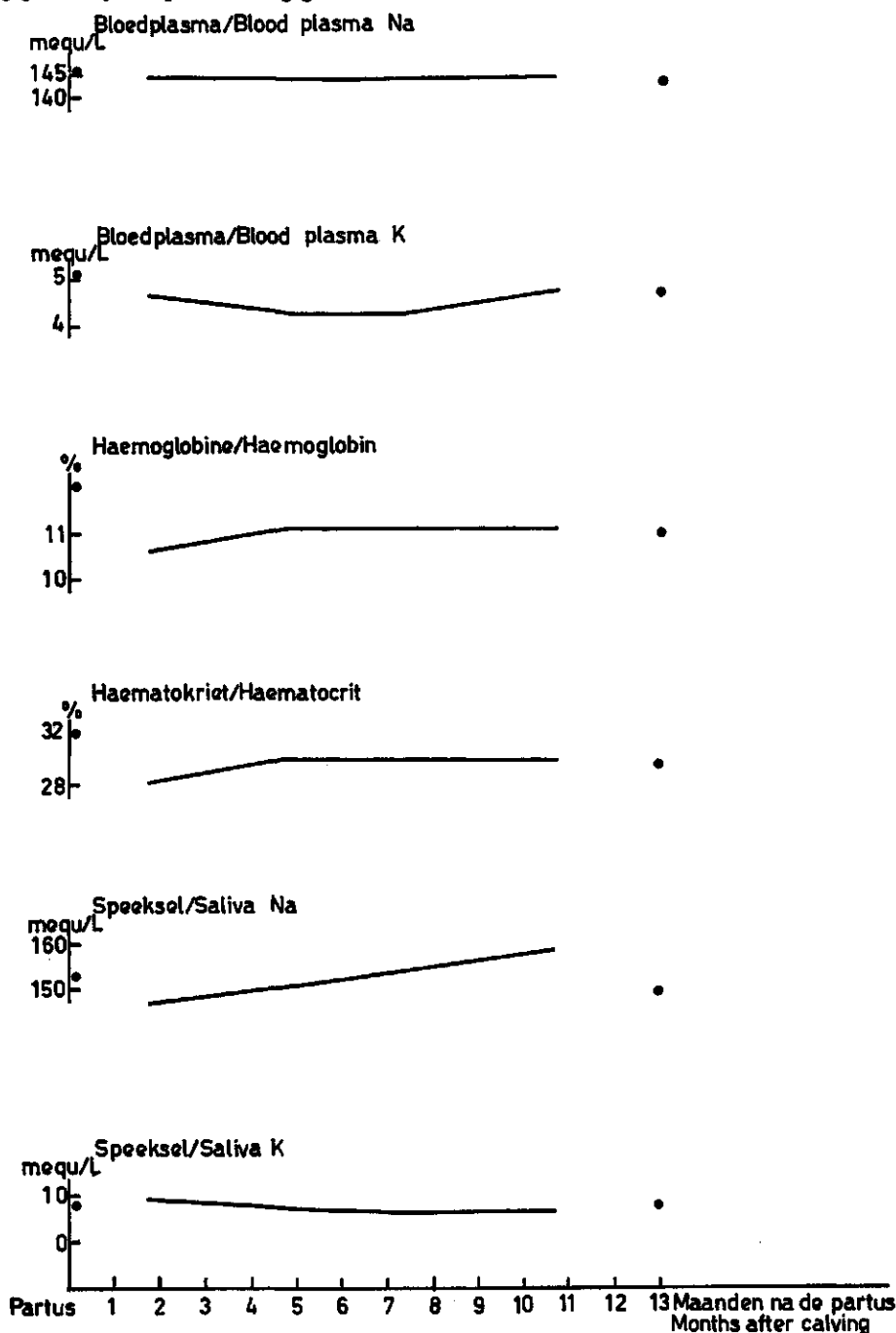


Fig. 15. Curves of the blood and saliva composition during the lactation. Dry period and calving data are indicated as points.

Resultaten. In de figuren 14 en 15 wordt het gemiddelde verloop weergegeven van de samenstelling van ochtend- en avondmelk, bloed en speeksel tijdens de lactatieperiode. De partus- en droogstand gegevens zijn voorzover mogelijk ter vergelijking eveneens vermeld (punten). In figuur 14 is bovendien de waterconsumptie per kg opgenomen droge stof aangegeven gedurende de lactatie en de droogstand periode.

De formules voor de Na- en K-lijnen van de melk zijn als volgt:

Na morgenmelk: $Y = 17,29 - 0,0062 X + 0,000108 X^2 \pm 1,62$

Na avondmelk : $Y = 16,01 - 0,0014 X + 0,000096 X^2 \pm 1,03$

K morgenmelk: $Y = 44,80 - 0,0354 X + 0,000001 X^2 \pm 1,16$

K avondmelk : $Y = 43,50 - 0,0297 X - 0,000004 X^2 \pm 1,12$

Hierbij is Y = Na of K in mequ. per liter melk

X = tijd na de partus in dagen

In het midden van de lijnen (X = 180) bevat de morgenmelk 19,7 mequ/l Na en 38,5 mequ/l K, terwijl de avondmelk dan 18,9 mequ/l Na en 38,0 mequ/l K bevat.

Bij de gegeven standaardafwijkingen van de lijnen zijn deze verschillen niet significant, ofschoon de tendens duidelijk is dat de ochtendmelk iets hogere gehalten heeft dan de avondmelk. De Na-lijnen zijn krommen, de K-lijnen zijn nagenoeg rechten. De lijn, die de waterconsumptie per kg opgenomen droge stof weergeeft (fig. 14) bestaat uit 3 gedeelten. De eerste 2 maanden na de partus wordt veel gedronken. Bij een droge-stofopneming gedurende deze tijd van gemiddeld 14,4 kg per dier per dag wordt 81 liter water gebruikt, dat is 5,6 liter per kg opgenomen droge stof. De volgende 6 maanden wordt een gelijkmatige hoeveelheid gedronken. Bij een gemiddelde droge-stofopneming over deze periode van 14,0 kg per dier per dag wordt 70 liter water gebruikt, dat is 5 liter per kg opgenomen droge stof.

De laatste 4-4½ maand voor de partus wordt het minst gedronken. Bij een gemiddelde droge-stofopneming over deze periode, waarvan 2 maanden droogstand en de rest oudmelkse tijd, van 10,9 kg per dier per dag wordt 49 liter water gebruikt, dat is 4,5 liter per kg opgenomen droge stof.

Volledigheidshalve zij opgemerkt, dat het totale bestudeerde traject 54 weken bedraagt. De dieren die aan het eind van de lijn gaan kalven (3 maart 1966) hadden namelijk op 14 februari 1965 voor de laatste keer gekalfd. Dat de curven van de Na- en K-gehalten in de melk (figuur 14) even lang zijn als de waterconsumptielijn, komt doordat enkele koeien een lactatieperiode hadden van eveneens 54 weken. De lijnen van figuur 15 verbinden steeds 4 punten: op de 52ste, de 145ste, de 218de en de 320ste dag na de partus. Deze punten vormen ongeveer het midden van telkens 3-maandelijks perioden. De lijnen hebben uitsluitend betrekking op de lactatieperiode.

Tabel 26 geeft de gemiddelde analyse-uitkomsten weer in bloed, bloedplasma en speeksel gedurende de 4 driemaandelijks perioden. Het Na-gehalte van het bloedplasma blijft steeds zeer constant. Gemiddeld 144,5 mequ/l. Het K-gehalte van het bloedplasma is gemiddeld 4,5 mequ/l. Voor en na de partus is het K-gehalte van het

plasma wat hoger dan in het midden van de lactatie. Het verschil is $0,45 \pm 0,11$ ($P < 0,001$).

Het Hb-% is de eerste 3 maanden na de partus 0,5% lager dan daarna. Het verschil bedroeg $0,52 \pm 0,15$ ($P < 0,001$).

Ook de haematokriet is 3 maanden na de partus verlaagd. Het verschil met de perioden daarna bedraagt $2,0 \pm 0,44$ ($P < 0,001$). Het Na-gehalte in het speeksel vertoont gedurende de lactatie een constante stijging. Het K-gehalte in het speeksel vertoont daarentegen onder dezelfde omstandigheden een dalende tendens. Deze is niet zo duidelijk en sterk als de stijging van het Na-gehalte van het speeksel. De Na/K-verhouding stijgt derhalve van 16,1 tot 25,2 gedurende de lactatie op voedingsregiems boven 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen. Het speeksel is, gezien de som van Na en K, aanvankelijk minder isotonisch met bloed dan later in de lactatieperiode.

Bespreking. Voor de berekening van de curven tijdens de lactatieperiode van de gehalten aan Na en K in de melk moest de oudmelkse periode, die in feite voorafging aan de versmelkse periode in de proef '65/'66, thans achter de versmelkse periode gezet worden met gebruikmaking van een middenstuk ontleend aan de proef '64/'65. Dit veroorzaakt een systematische fout, die volgens Vanschoubroek e.a. (1964) voor het Na $\pm 0,6$ mequ/l en voor het K $\pm 0,2$ mequ/l bedraagt. Deze fout kan echter voor ons doel verwaarloosd worden, omdat ze binnen de standaardafwijkingen van de lijnen valt.

Interessant is, dat de lijnen voor de Na- en K-gehalten van de melk tijdens de lactatie een tegenovergesteld verloop hebben. In dit opzicht vertonen zij gelijkenis met de Na- en K-lijnen van het speeksel in figuur 15. Dat het aldosteron hier vermoedelijk buiten staat kan afgeleid worden uit het feit, dat bij Na-gebrek het Na-gehalte in de melk slechts zeer gering en het K-gehalte helemaal niet reageert. De Na- en K-lijnen in de melk gedurende de 12 levensjaren vertonen volgens Vanschoubroek e.a. (1964) ook een tegenovergesteld beeld. De jaarcuren en de levenscurven vertonen beide een stijging van het Na- en een daling van het K-gehalte van de melk.

Dat de morgenmelk een hoger Na- en K-gehalte lijkt te hebben dan de avondmelk is moeilijk te verklaren. Wel geven de dieren bij de gebruikelijke melktijden 's morgens enige liters melk meer dan 's avonds. Volgens Mulder e.a. (1959) is het droge-stofgehalte van de ochtendmelk in de regel lager dan van de avondmelk. Dit zou uiteraard sommige mineralenconcentraties kunnen beïnvloeden.

Bij de wateropneming per kg opgenomen droge stof valt op hoe constant het watergebruik tegen de 5 liter per kg droge stof aanzit. De laatste $4\frac{1}{2}$ maand wordt wat minder gedronken. Dit gaat synchroon met het verschijnen van oestron in de urine. De zwangerschapsreactie van Cuboni op oestron in urine wordt immers uitgevoerd vanaf ongeveer de 150ste dag van de graviditeit (Van der Kaay, 1957). Oestrogenen kunnen de waterhuishouding in hoge mate beïnvloeden, evenals de Na-resorptie (Stevenson e.a., 1963). Tijdens de graviditeit zal de moeder het nodige water met Na moeten retineren om zichzelf en de vrucht klaar te maken voor de partus. Na de partus, wan-

neer de oestrogenen (placenta) het lichaam verlaten en de cortisonproduktie door de stress-toestand tijdens en na de partus (Shaw e.a., 1952) hoog is, houdt niet alleen de waterretentie op, maar krijgt het dier ook verschijnselen, zoals polyurie en polydipsie. Hierdoor en mogelijk ook nog door andere hormonale veranderingen na de partus, raakt het dier weefselvocht en andere weefselbestanddelen kwijt (katabolische processen) en 'ontzwangert' daarbij. Cortisonproduktie kan zeer goed samengaan met polyurie, veroorzaakt o.a. verhoogde N- en K-uitscheidingen en geeft een verlaging van het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed, die circa 6 weken kan aanhouden (Zarrow e.a., 1964).

Terwijl de melkproduktie de eerste weken na de partus stijgt gaat de waterconsumptie per kg droge stof van een hoog niveau geleidelijk naar het basis niveau van ± 5 liter per kg.

De verhoogde waterconsumptie, die op kan treden bij Na-gebrek hangt samen met de verhoogde aldosteronproduktie. De voorloper van het aldosteron: het desoxycorticosteron (DOC) heeft volgens Lipsett e.a. (1961) en Zarrow e.a. (1964) nl. een diuretisch effect.

Getuige het verlaagde Hb-% en haematokrietgetal tijdens de eerste 3 maanden na de partus reageert het rund ondanks een uitgebalanceerde voeding (extra mineralen) toch met een lichte bloedarmoede. Vermoedelijk is dit klinisch nog niet van groot belang.

Variatie in de wateropneming en in de samenstelling van bloed, speeksel, melk en mest rond de partus

Opzet. De partus, welke hier bestudeerd wordt, is die van de afkalfproef van 1965/1966 (5.1.4). Het aantal dieren, dat hierbij gebruikt werd was 18.

De invloed van de partus, gezien tegen de achtergrond van het eerder besproken onderzoek heeft vooral betrekking op de bloed-, speeksel-, melk- en mestsamenstelling en op de wateropneming per kg opgenomen droge stof. Bij het bloed werd ook de invloed van een verschillende zoutvoeding nagegaan op de gehalten in het plasma aan Ca, Mg en P. Dit met het oog op een mogelijk verband met het optreden van kalfziekte.

Voeding. De voeding rond de partus lag, zoals beschreven werd in paragraaf 5.1.4, op een behoorlijk hoog niveau. De dieren kalfden af in een zeer goede conditie. Rond de 10e dag na het kalven stonden de meeste koeien op een rantsoen dat voldeed aan de behoeften voor onderhoud en produktie. Dit niveau werd bereikt door vanaf ongeveer 1 week voor de partus regelmatig de krachtvoergift te verhogen. Ten tijde van de partus stonden de dieren op een rantsoen bestaande uit ± 10 kg hooi en 4 kg krachtvoer. Een groep had ongeveer 0,07% Na in het rantsoen, de andere groep 0,25%. Steeds als de krachtvoergift gewijzigd werd, werd de NaCl-gift zodanig aangepast, dat steeds 0,25% Na in het voer aanwezig was.

Waarnemingen. 2 à 3 dagen na de partus werd van iedere koe een bloedmonster (met heparine) genomen en onderzocht op Na-, K-, Ca-, Mg- en anorganisch P-gehalte. Voor wat betreft de overige bloedmonsters kan worden verwezen naar hoofdstuk 5.1.4. De mest-, speeksel- en melkmonsters werden eveneens 2 à 3 dagen na de partus genomen.

Resultaten. Voor nadere documentatie en aanvulling van de punten betreffende de partus en de droogstand, zoals deze zijn aangegeven in de figuren 14 en 15 kan tabel 27 dienen. Hieruit blijkt de grote invloed die de partus van nature heeft op de mineralenhuishouding van het rund. De biest bevat duidelijk meer Na en K dan de melk gedurende de rest van de lactatie. Getuige het Hb% en de haematokriet, vindt direct na de partus bloedindikking plaats. Dit is mogelijk een uitdrogingsverschijnsel en staat vermoedelijk los van de verlaagde Hb- en haematokrietwaarden tijdens de eerste 3 maanden van de lactatie. Het K-gehalte van het plasma lijkt na de partus verhoogd, de Ca- en P-gehalten daarentegen verlaagd te zijn. Het Mg-gehalte van het plasma lijkt in de droogstand wat lager te zijn. Het Na-gehalte van het plasma is steeds constant.

De Na- en K-gehalten van het speeksel blijken rond de partus aan geringe schommelingen onderhevig te zijn.

Direct na de partus is het Na-gehalte van de mest verlaagd. Tijdens de lactatie stijgt het Na-gehalte van de mest (versmelkse periode 7,1, oudmelkse periode 15,5

Tabel 27. Invloed van partus, lactatie en droogstand (gemiddelden) op de mineralenhuishouding van het rund.

	Partus	Lactatie	Droogstand
morgenmelk Na/morning milk Na mequ/l	23,9	19,7	.
„ K/ „ „ K „	42,9	38,5	.
avondmelk Na/evening „ Na „	25,7	18,9	.
„ K/ „ „ K „	43,5	38,0	.
haemoglobine/haemoglobin %	12,0	10,8	11,0
haematokriet/haematocrit %	33,5	29,6	30,0
bloedplasma Na/blood plasma Na mequ/l	145,0	144,5	144,0
„ K „ „ K „	5,1	4,5	4,7
„ Ca/ „ „ Ca mg%	7,8	10,0	10,1
„ Mg „ „ Mg „	2,2	2,2	2,0
„ P „ „ P „	5,0	6,2	6,0
speeksel Na/saliva Na mequ/l	153,0	152,0	150,0
„ K „ K „	7,9	8,0	7,7
mest Na/faeces Na mequ/kg	6,2	11,3	11,9
„ K „ K „	31,6	30,9	32,7
„ droge stof/faeces dry matter %	12,3	12,6	11,8
	Partus	Lactation	Dry period

Table 27. Influence of calving, lactation and dry period (averages) on the mineral metabolism of the cow.

Tabel 28. Invloed van een Na-deficiënt rantsoen op de bloedsamenstelling in verband met melkziekte

vp = voorperiode, omp = oudmelkse periode, dp = droogstand periode, p = partus, vmp = versmelkse periode, np = naperiode (verschil = zoutgroep minus Na-defic. groep).

	vp	omp	dp	p	vmp	np
zoutgroep/ salt group						
Na-deficiënte groep/ Na-deficient group	10,1	10,2	10,1	7,8	9,8	10,7
gecorrigeerd verschil/corrected difference	10,7	10,1	10,2	8,7	10,0	10,5
		+0,7***	+0,5	-0,9*	-0,4*	
zoutgroep/ salt group						
Na-deficiënte groep/ Na-deficient group	2,2	2,1	2,0	2,2	2,4	1,9
gecorrigeerd verschil/corrected difference	2,5	2,4	2,3	2,5	2,8	2,2
		0	0	-0,3	-0,1	
zoutgroep/ salt group						
Na-deficiënte groep/ Na-deficient group	5,6	6,4	6,0	5,0	6,0	3,8
gecorrigeerd verschil/corrected difference	5,7	6,3	6,4	4,4	6,0	4,1
		+0,2	-0,3	+0,6	+0,3	
	cpr	lwl	dp	p	fwl	cpr

* P < 0,05 *** P < 0,001

Table 28. Influence of a Na deficient ration on the blood composition in connection with milk fever.

cpr = control period I, lwl = last weeks of lactation, dp = dry period, p = partus, fwl = first weeks of lactation, cpr = control period II (difference = salt group minus Na-defic. group).

Fig. 16. Wateropneming per kg opgenomen droge stof bij de partus en de invloed van een Na-deficiënt rantsoen op de Ca-, Mg- en P-gehalten van het bloedplasma

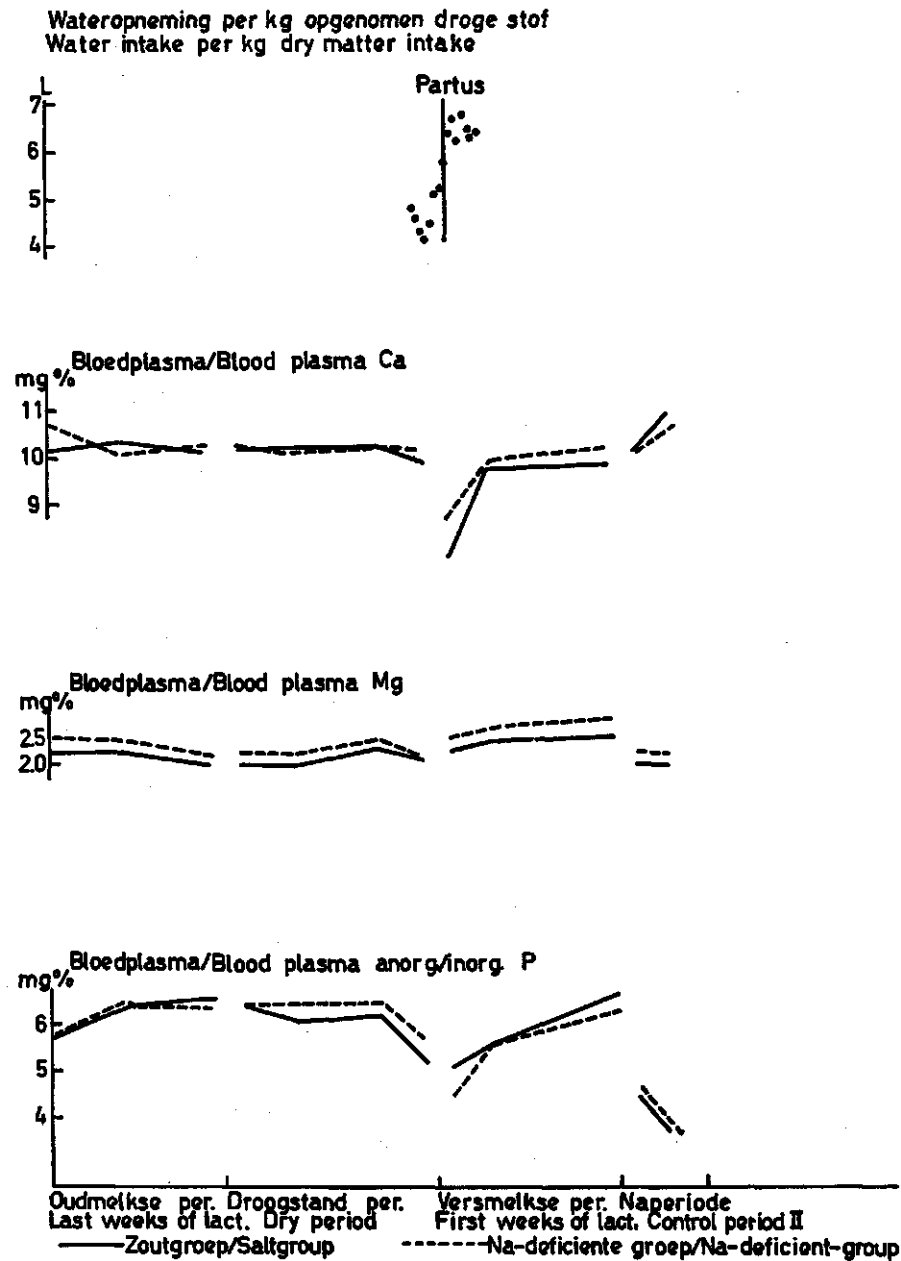


Fig. 16. Water intake per kg dry matter intake just before, during and after calving and the influence of a Na deficient ration on the levels of Ca, Mg and P in blood plasma

mequ/kg). In de droogstand treedt weer een daling op, die haar dieptepunt vindt bij de partus (zie figuur 13 en tabel 20).

Na de partus is het K-gehalte van de mest niet veranderd. Wel vindt tijdens de lactatie een stijging plaats van 19,4 naar 42,4 mequ/kg en zet in de droogstand weer een daling in die echter pas enige tijd na de partus haar dieptepunt bereikt.

In de droogstand-periode lijkt de mest natter te zijn dan er voor of erna. De verschillen zijn echter niet wezenlijk.

Figuur 16 laat in detail zien hoe rond de partus de wateropneming per dag verandert. Duidelijk blijkt hieruit de snelle omschakeling van het dier vanaf een uiterst zuinig watergebruik in de droogstand tot een zeer royaal gebruik per gelijke hoeveelheid te verteren droge stof direct na de partus. Ieder punt stelt een daggemiddelde voor.

Figuur 16 laat tevens de invloed zien, die een Na-deficiënt rantsoen kan hebben op de Ca-, Mg- en P-gehalten in het runderbloedplasma.

Tabel 28 brengt de gemiddelde waarden en de groepsverschillen (zoutgroep min Na-deficiënte groep, gecorrigeerd met de voorperiode gegevens voor de waarden van voor de partus en met de naperiode gegevens voor de waarden verkregen na de partus. De partus gegevens zelf zijn niet gecorrigeerd.) naar voren in de diverse perioden van de proef '65/'66.

Bij Mg en P konden geen significante verschillen aangetoond worden. Bij het Ca daarentegen wel. In de oudmelkse periode is het gecorrigeerde groepsverschil $+0,7 \pm 0,09$ mg% ($P < 0,001$). In de droogstand periode is het verschil $+0,5 \pm 0,25$ mg% ($P < 0,10$). Tijdens de twee dagen na de partus is het verschil niet significant. Met weglaten van de koeien die melkziekte gekregen hebben, ontstaat een verschil in dezelfde richting, maar iets kleiner en evenmin significant. Bij correctie met de naperiode gegevens is dit verschil echter wel significant $-0,8 \pm 0,3$ mg% ($P < 0,05$). In de versmelkse periode is het verschil $-0,4 \pm 0,16$ mg% ($P < 0,05$). Dus voor de partus heeft de Na-arme groep een lager Ca-gehalte van het plasma, na de partus een hoger. De Ca-gehalten na de partus zijn in het algemeen lager dan er voor, maar bij de Na-arme groep is de daling dus minder sterk. In de Na-arme groep kreeg toch nog 1 dier melkziekte (89), met als complicatie een 'kruisverlamming', waarna het dier werd opgeruimd. In de zoutgroep kregen 3 dieren (1, 84 en 95) melkziekte. De gemiddelde bloedsamenstelling van deze 4 dieren was vóór de behandeling 4,8 mg% Ca, 2,5 mg% Mg en 2,6 mg% P.

Bespreking. De stijging van het Hb-% en de haematokriet vlak na de partus staat waarschijnlijk in verband met het ophouden van de graviditeit. Zij maakt dan ook vrij snel plaats voor een bloedverduunning (relatieve bloedarmoede) of voor een afname van corpusculaire elementen in het bloed (werkelijke bloedarmoede).

Opmerkelijk is de fysiologische daling van het Ca- en anorganisch P-gehalte in het bloedplasma na de partus (figuur 16). Dat Na-gebrek voor de partus het plasma-Ca kan verlagen en daardoor zo mogelijk voorbehoedend werkt op het ontstaan van kalfziekte (via een geprikkeld endocrien systeem) wil niet zeggen, dat de adviezen

voor de Na-voorziening in de praktijk daarom herzien moeten worden. Wel geeft het een stimulans om bepaalde stofwisselingsstoornissen, die rond de partus optreden nog eens nader te bestuderen in hun onderlinge samenhang met de voeding of de mineralenvoorziening. Helfferich e.a. (1966) vonden een invloed van Na-arme voeding op de mineralenhuishouding van het rund voor de partus. De schijnbare benuttingscoëfficiënten van Ca en P in de darm bleken gehalveerd te zijn vergeleken met een dier met Na-rijke voeding. Na de partus waren de coëfficiënten weer gelijk.

De Na- en K-gehalten van de mest zijn direct na de partus laag. Opvallend is, dat dan de biest een hoog gehalte aan beide elektrolyten bevat.

Het K-gehalte van het plasma is speciaal bij de partus weer hoog. Volgens Fourman e.a. (1950) kan cortison het intracellulair K vrijmaken, waardoor niet alleen het K-gehalte van het serum stijgt, maar ook K-urese optreedt. De verhoogde K-excretie bleek bij berekening groter te zijn dan de begeleidende eiwitafbraak.

Variatie in de samenstelling van speeksel, urine en mest gedurende het etmaal

Opzet. De eventuele dagvariatie in de samenstelling van speeksel, urine en mest werd bestudeerd bij 4 koeien uit de afkalfproef van 1965/1966 (5.1.4) en wel op 14-4-1966. De koeien 8 en 93 behoorden tot de laag-Na-groep (0,07% Na), de overige 2 dieren, 95 en 88, behoorden tot de hoog-Na-groep (0,25% Na).

Dit onderzoek kon derhalve ook gegevens verschaffen over de vraag op welk moment van de dag het grootste verschil optreedt tussen beide groepen dieren onder invloed van de verschillende Na-regiems. Dit is van groot belang voor de monsterneming bij de diagnostiek van een krappe of deficiënte Na-voorziening.

De leeftijd van de betreffende dieren 8, 93, 88 en 95 was respectievelijk 5, 7, 5 en 6 jaar.

Voeding. Bij de bestudering van de dagvariaties is het nodig de volgende voeder-tijdstippen te kennen:

5.30 uur	$\frac{1}{4}$	portie hooi
7.30	„ $\frac{1}{2}$	„ krachtvoer
8.15	„ $\frac{1}{4}$	„ hooi
15.30	„ $\frac{1}{2}$	„ krachtvoer
16.00	„ $\frac{1}{4}$	„ hooi
17.30	„ $\frac{1}{4}$	„ hooi

Tabel 29 geeft de opneming weer van ZW en vre, Na en K benevens de berekende behoefte aan energie en eiwit.

Koe 95 wordt $\pm 7\%$ onder de ZW- en vre-norm gevoerd, terwijl koe 88 4% boven de ZW- en bijna 9% boven de vre-norm staat. De beide andere dieren worden genoeg volgens de behoeftenormen aan ZW en vre gevoerd. Voor nadere bijzonderheden omtrent voedermiddelen, voederwaarde en voederwijze zie paragraaf 5.1.4.

Tabel 29. Berekening van de voederbehoefte en de voederopneming.

koe nummer/cow number	Laag Na		Hoog Na	
	8	93	88	95
kg levend gewicht/kg live weight	542	610	627	583
kg melkproductie/kg milk yield	21,5	18,3	18,2	27,9
% melkvet/% milk fat	3,70	3,55	3,72	3,37
gzw behoefte/starch equivalent requirement	8511	7773	7933	9961
g vre behoefte/dig. crude protein requirement	1665	1475	1506	1983
gzw opneming/starch equivalent intake	8660	7650	8250	9260
g vre opneming/dig. crude protein intake	1663	1459	1637	1841
kg hooi opneming/hay intake (kg)	11	10	9	10
kg krachtvoer opneming/concentrates intake (kg)	7,5	6,5	7,8	8,8
g Na opneming/intake of Na g	10	9	36	41
g K „ /intake of K g	242	220	209	234
	Low Na		High Na	

Table 29. Calculation of food requirement and of food intake.

Waarnemingen. Vanaf 04.00 uur werd om de 2 uur een urine-, speeksel- en mestmonster genomen tot en met 20.00 uur. De mestmonsters werden rectaal afgenomen en in een plastic zakje bewaard. Het binnenste buiten gekeerde zakje fungeerde bij het afnemen als 'handschoen', zodat de mest nooit met de handen werd aangeraakt.

Voor het verzamelen van urinemonsters werden Bardex ballonkatheters met een balloninhoud van 75–113 cc in de blaas gebracht. De ballon werd met aqua destillata gevuld. De urine kon elke 2 uur vrijuit aflopen; desondanks 'persten' de dieren soms tevens urine langs de slang van de katheter naar buiten. In het algemeen verdroegen de dieren de katheters goed en werd er slechts zelden 'geperst'. Alle monsters werden in mineraalvrije flesjes opgevangen.

Resultaten. Figuur 17 geeft het gemiddelde dagverloop weer van Na- en K-gehalte in urine, mest en speeksel. Bij beschouwing van figuur 17 valt het volgende op.

Bij de dieren van de 0,25%-groep is een stijging waar te nemen, die optreedt hetzij in het verloop van de ochtend, hetzij in het verloop van de dag voor wat het Na betreft in de urine, de mest en het speeksel en voor wat het K betreft in de mest. Een daling treedt op in het K-gehalte van de urine en in zeer geringe mate in het K-gehalte van het speeksel.

De 0,07% Na-groep reageert anders dan de 0,25% Na-groep. Heel duidelijk is dit te zien bij de Na-gehalten van urine en mest. De K-gehalten van urine en mest reageren in beide groepen iets meer overeenkomstig, zij het op verschillend niveau. De Na- en K-gehalten van het speeksel van de dieren van de 0,07% Na-groep variëren meer per uur dan per etmaal.

Wanneer we de waarnemingen van 4 en 6 uur, van 8, 10 en 12, van 14 en 16 en die van 18 en 20 uur samenvoegen, dan kunnen we een vergelijking maken tussen de

Fig. 17. Het gemiddelde dagverloop van Na en K in urine, mest en speeksel

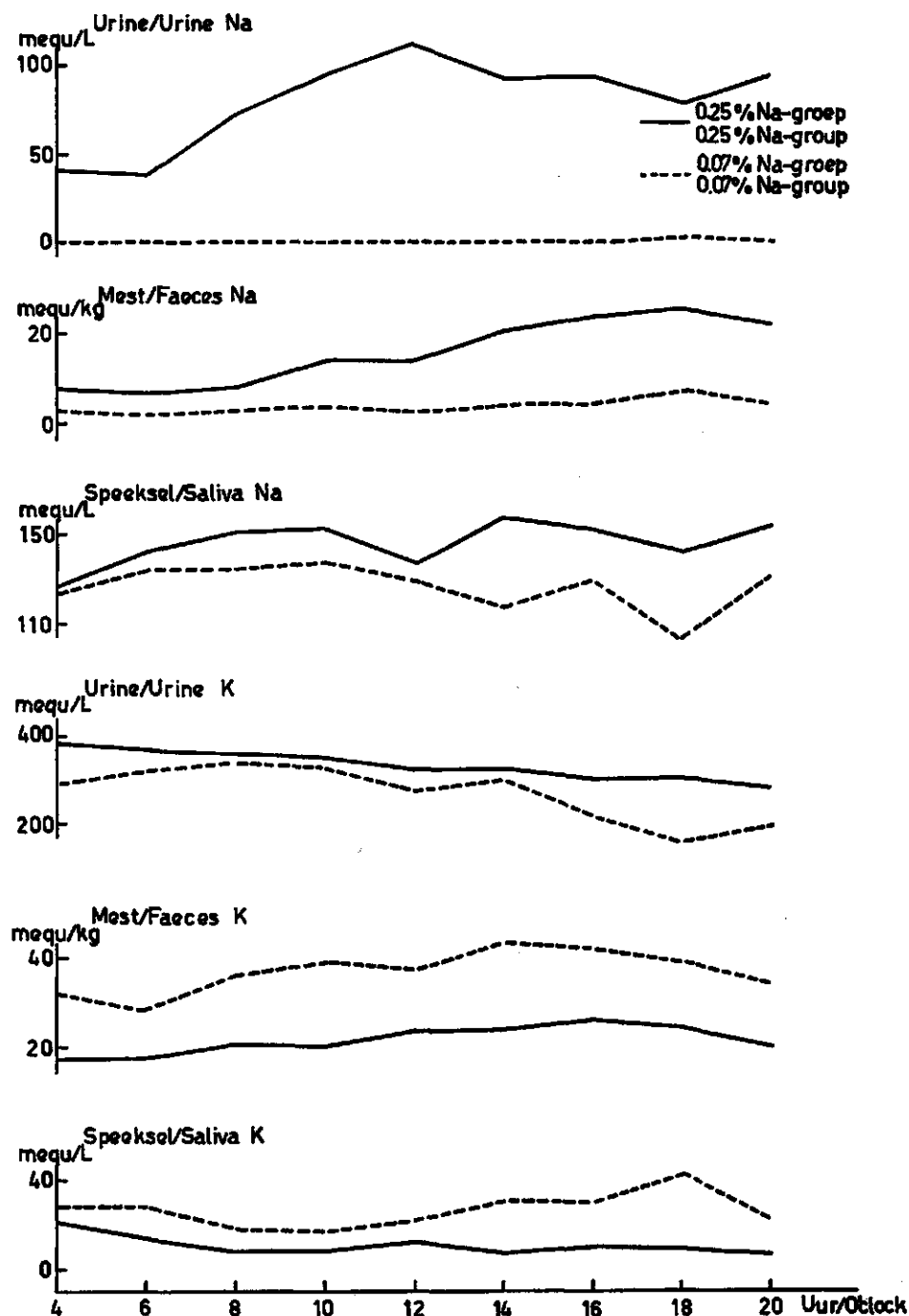


Fig. 17. The average daily course of the content ration of Na and of K in urine, faeces and saliva

Tabel 30. Invloed van de nacht (N), morgen (Mo), middag (Mi) en avond (A) op de samenstelling van urine, mest en speeksel.

	Na-rijk				Na-arm				Verschil			
	N	Mo	Mi	A	N	Mo	Mi	A	N	Mo	Mi	A
urine												
Na mequ/l	39	92	92	86	1,2	1,0	1,1	2,0	38	91	91	84
K "	372	340	308	289	301	310	254	249	71	30	54	40
(s.g.-l)10 ⁴	426	387	363	377	292	293	252	288	134	94	111	89
mest/faeces												
Na mequ/kg	6,7	11,8	21,8	23,4	1,8	2,8	3,9	5,4	4,9	9,0	17,9	18,0
K "	16,7	20,6	24,4	21,2	29,6	36,7	42,1	35,6	-12,9	-16,1	-17,7	-14,4
K/Na	2,5	1,8	1,1	0,9	17,5	13,1	10,9	6,6	-15,0	-11,3	-9,8	-5,7
droge stof/dry matter %	13,7	13,9	14,4	13,8	12,2	12,9	12,8	12,3	1,5	1,0	1,6	1,5
speeksel/saliva												
Na mequ/l	134	146	154	147	128	133	123	117	6	13	31	30
K "	9,3	8,3	7,6	6,9	27,0	18,3	29,2	31,4	-17,7	-10,0	-21,6	-24,5
Na/K "	14	18	20	21	5	7	4	4	9	11	16	17
	N	M	A	E	N	M	A	E	N	M	A	E
	Na-rijk				Na-poor				Difference			

Table 30. Influence of night (N), morning (M), afternoon (A) and evening (E) on the composition of urine, faeces and saliva.

vroege ochtend of de nacht, de morgen, de middag en de avond. Dit is te zien in tabel 30.

Ook uit tabel 30 komt een daginvloed naar voren, zowel bij de urine als de mest en in mindere mate bij het speeksel.

De verschillen tussen de beide Na-groepen zijn doorgaans het grootst in de middag. Dit geldt zeer speciaal voor het Na-gehalte in de urine en voor de Na- en K-gehalten in mest en speeksel. Het verschil in de Na/K-verhouding is bij het speeksel in de middag en avond groot, terwijl bij de mest het verschil in de Na/K-verhouding 's nachts het grootst is.

Het s.g. van de urine en het K-gehalte van de urine gedragen zich grotendeels overeenkomstig aan elkaar. Voor de diagnostiek van een Na-arme voeding spelen zij echter geen belangrijke rol. 's Avonds en 's nachts lijkt de mest iets natter te zijn dan overdag. De som van de mequ Na en K in speeksel en mest is 's nachts lager dan overdag. K vervangt Na dus maar zeer gedeeltelijk tijdens de nacht.

Bespreking. Bij de bespreking van de dagvariabiliteit bij de samenstelling van urine, speeksel en mest moet gewezen worden op de analogie met de jaarvariabiliteit.

Het speeksel-Na en het mest-Na en -K vertonen gedurende het jaar en de dag een stijgend verloop, terwijl het speeksel-K in beide perioden een daling laat zien.

De beide koeien met 0,25% Na in het rantsoen geven 's morgens $\pm 3,5$ liter melk meer dan 's avonds (de melktijdstippen waren ± 17.00 en ± 06.30 uur. De nachtperiode duurde dus 3 uur langer dan de dagperiode). De melkproduktie en de uierspanning zijn in de versmelkse periode in het algemeen ook groter dan daarna. Een soortgelijke redenering geldt voor de voederbehoefte. De voedertijdstippen vallen tussen 05.30 en 17.30 uur (zie voeding). Overdag zijn er 6 voedermomenten en 's nachts geen. In de vroege ochtenduren zal dus het hongergevoel of de voederbehoefte vergroot kunnen zijn. In de versmelkse periode is mogelijk niet altijd het hongergevoel, maar dan toch zeker de voederbehoefte vergroot.

In verband met deze analogieën wordt direct aan cortison gedacht en wel omdat de cortisonproduktie stijgt onder invloed van stresstoestanden (Selye, 1950). De partus, de versmelkse periode en mogelijk de groeiende foetus in de droogstand periode evenals de vroege ochtenduren (denk ook aan koude nachten) kunnen als stressfactoren werken. Bovendien geeft cortison in geringe mate Na-retentie, K-urese en een verhoogde glomerulusfiltratie met als gevolg polyurie (Lipsett e.a., 1961).

De Na-retentie komt tot uiting in een verlaagd Na-gehalte van de ochtendurine en in mindere mate in een verlaagd Na-gehalte van speeksel en mest en in de versmelkse periode in een laag mest-Na-gehalte. De K-urese komt 's morgens tot uiting in een verhoogd K-gehalte in de urine, dat afneemt gedurende de dag. Dit wordt bevestigd door een verlaagd K-gehalte van de mest, dat stijgt gedurende de dag. Het K-gehalte van het speeksel schijnt hieraan niet mee te doen. Dat reageert kennelijk primair op de daling van het Na-gehalte van het speeksel en is 's morgens dus verhoogd. Een mogelijke K-urese in de versmelkse periode zou af te leiden zijn uit het verlaagde K-gehalte van de mest. In de versmelkse periode zijn de K-gehalten

van speeksel en melk beide hoger dan daarna doch dit sluit de K-urese geenszins uit. Dat de som van Na en K uitgedrukt in mequ/kg in de mest tijdens de versmelkse periode en 's morgens lager is dan daarna hangt vermoedelijk samen met veranderde eisen van osmotische druk van het mestvocht of liever van het darmsap.

Of de verhoogde cortisonproduktie uitsluitend optreedt gedurende ± 10 dagen voor en ± 7 weken na de partus is de vraag. Het is zeer goed mogelijk dat de maastaven (eosinopenie en bij onze proef de wateropneming per kg droge stof) dermate grof zijn, dat de lagere cortisonprodukties hierbij niet aan het licht komen. Ongeveer 8 weken voor de partus zien we immers al een daling van de Na- en K-gehalten van de mest en van het Na-gehalte van het speeksel optreden, terwijl de eosinopenie pas 1 tot 2 weken voor de partus begint op te treden (Shaw e.a., 1952). Ofschoon de eosinopenie $\pm 7-8$ weken na de partus opgeheven is zien we ook in het verdere verloop van de lactatie nog een stijging van de Na- en K-gehalten in de mest en van het Na-gehalte in het speeksel optreden. Voor de partus wordt de waterdiurese kennelijk overheerst door de zeer hoge oestronproduktie en de water retinerende invloed die daarvan uitgaat. De verhoogde glomerulusfiltratie komt alleen tot uiting tijdens de eerste 2 maanden na de partus. We kennen het echter ook bij andere stress-toestanden als pijn, kou e.d. Het is niet onmogelijk dat de sterk gespannen uiers 's morgens vroeg of na de partus op zichzelf reeds als (pijn-?) prikkel fungeren. De grotere voederbehoefte werkt bovendien vermoedelijk nog sterker dan de voorgaande prikkels op het vrijkomen van cortison uit de bijnieren. Cortison is namelijk een glucocorticoid en regelt de energiehuishouding primair. De werking op de mineralenhuishouding is slechts secundair.

Volgens Thorn e.a. (1949) zou met de verhoogde glomerulusfiltratie ook natri-urese optreden. Ook andere onderzoekers namen dit waar (Davis e.a., 1953-1; Pitts, 1952). Maar dit behoeft de Na-retentie geenszins uit te sluiten. De Na-balans behoeft daarbij niet negatief te worden. Dit is als volgt verklaarbaar. Volgens Smith (1951) is het meest algemeen aanvaarde schema van de gang van het Na door de nier, dat 85% van het door de glomeruli gefiltreerde Na wordt teruggeresorbeerd in de proximale tubuli en 14% in de distale tubuli; 1% wordt dus in de urine achtergelaten. Bij een verhoogde glomerulusfiltratie van 20% (5 liter wateropneming per kg droge stof wordt 6 liter wateropneming per kg droge stof na de partus), zou dus ook de Na-excretie in de urine met 20% kunnen toenemen (Na-urese). Dit geldt evenwel ook voor de K-excretie. De Na-retentie door cortison komt nu hierdoor tot uiting, dat in sterkere mate dan normaal in de tubuli het Na bij de terugresorptie voorrang krijgt boven het K (Barnett, 1949; Fourman, 1950). Zodoende stijgt bij polyurie tengevolge van cortison de Na-urese maar met bijvoorbeeld 5% en de K-urese met veel meer dan 20%, terwijl de diurese van het water op 20% werd gesteld. Dit betekent een concentratiedaling in de urine van het Na en tegelijk een K-concentratie en s.g.-stijging van de urine. Dit zien we 's morgens vroeg inderdaad optreden. Na de partus ontbreken ons de vergelijkbare omstandigheden om dit urine-effect waar te nemen daar het voedings-Na en -K tijdens lactatie en droogstand aan grote wisselingen onderhevig waren.

De Na-urese door cortison behoeft bij een voldoende hoge Na-voorziening ook niet te leiden tot negatieve balansen van het Na. Er is hier slechts sprake van een versnelde passage van Na en vooral van K door het lichaam. Wanneer Na-gebrek zou optreden begint ongetwijfeld onmiddellijk de aldosteronproduktie op te treden, zoals we dit ook waargenomen hebben na de partus in de Na-arme groep. Het opvallende verschil tussen de werkingen van aldosteron en cortison is, dat door het aldosteron het Na-gehalte in de urine praktisch nihil wordt. Ook heeft het K-gehalte van de mest door aldosteron een neiging tot stijgen in tegenstelling tot wat cortison doet.

Het voordeel van urine-onderzoek (dagurine) boven speeksel- of mestonderzoek ter onderscheiding van primair Na-gebrek van de hier beschreven toestand van versnelde Na-passage is bijna voor de hand liggend. Theoretisch zou het urine-onderzoek daarom nooit geheel vervangen kunnen worden door speeksel- of mest-onderzoek. Volgens Simpson en Tail (1955) verlagen aldosteron en cortison in hogere doses beide de Na/K- verhouding van het speeksel. Uiteraard zou in de praktijk de verwarring tussen aldosteron- en cortison effect op het speeksel het grootst kunnen worden in de grensgebieden van 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen. Ernstig Na-gebrek heeft een veel duidelijker speeksel effect dan ernstige stress, omdat nu eenmaal aldosteron een 1000 maal grotere Na-retentie veroorzaakt dan cortison.

Ter verklaring van de analoge verschijnselen van de dag- en de jaarperiodiciteit kunnen enkele andere hormonen worden uitgesloten. Oxytocine retineert geen Na en is vooral in de droogstand nog weinig functioneel. Het is een hormoon van de neurohypofyse, waar ook het vasopressine van afkomstig is. Vasopressine werkt antidiuretisch en verklaart het waargenomen al evenmin.

Concluderend kan worden gesteld dat een dagvariatie wel degelijk mogelijk is en dat derhalve een willekeurig genomen mest- of urinemonster gedurende de dag ter beoordeling van de daguitscheiding van Na of K aanleiding kan geven tot grote fouten (van meer dan 100%).

Variatie in de samenstelling van bloed, speeksel en mest tengevolge van het rantsoen

Opzet. Er zijn in hoofdzaak 3 rantsoensinvloeden die hierbij aan de orde zullen komen.

1. Op de eerste plaats de invloed van een plotselinge overgang van een hoog Na-regiem (0,25%) naar een laag Na-regiem (0,07%). Dit betrof 3 dieren uit de periodenproef van 1964/1965 (5.1.3) bij de overgang van de voorperiode naar de Na-arme periode. Hierbij ging het uitsluitend om de bloedsamenstelling.

2. Op de tweede plaats was het van belang om de invloed van een voeding beneden de zetmeelwaardennormen op de samenstelling van speeksel, urine en mest na te gaan. In 1966 (5.1.4) bij de afkalfproef werd namelijk in de versmelkse periode tijdelijk ca. 10% beneden de ZW-normen gevoerd, omdat de dieren aanvankelijk bij voeding volgens de ZW-normen stoornissen gingen vertonen. Nu liep toevallig in dezelfde periode te Hoorn een proef met 2 groepen van 12 melkkoeien ter bestudering van de energiebehoefte. Hierbij werd de controlegroep volgens de ZW-norm gevoerd en de

proefgroep 15% daar beneden. Uit beide groepen werden 6 dieren bemonsterd. Een jaar later, dus in de winter 1966/1967 werd bij een herhaling van de zojuist genoemde energieproef opnieuw de proef- en controlegroep bemonsterd. Dit keer werd uitsluitend het speeksel van telkens 5 dieren geanalyseerd en bovendien het bloed onderzocht.

3. Op de derde plaats kon de invloed van de weide worden vergeleken met de stalperiode aan de hand van speeksel- en bloedanalyse. Dit gebeurde met behulp van de gegevens verkregen in de proef 1965/1966 (5.1.4) waarbij de dieren tijdens de voor- en de naperiode in de weide liepen. Ook het beschikbaar stellen van een pekelbak in de wei zal hierbij ter sprake komen.

Voeding. 1. De overgang van de 0,25% Na-periode naar de 0,07% Na-periode viel op 2 december 1964 met het geven van een portie zoutarme pap. De dieren werden volgens de gebruikelijke ZW- en vre-normen gevoerd. Voor nadere details omtrent proefperiodes en voeding kan verwezen worden naar het betreffende proefverslag (paragraaf 5.1.3).

2. Bij het onderzoek naar het verband tussen de voeding beneden de ZW-norm en de speeksel- en mestsamensstelling is het van belang te weten, dat het rantsoen in de energieproef 1965/1966 op de momenten van monsterneming (de hoofdperiode van de proef) bestond uit 8 à 9 kg hooi, 5 kg voordroogkuil (ds: 37,4%, NH_3 -fractie = 15, boterzuur-% = 0,90) en aanvullend krachtvoer (A-mengsel). Eén groep werd volgens de ZW-norm, de andere groep 15% beneden deze norm gevoerd.

Het jaar daarop ontvingen de dieren in een soortgelijke proef 10 kg hooi en aanvullend krachtvoer tot respectievelijk de norm en 15% daar onder. De groepen, welke volgens en onder de ZW-normen gevoerd zijn ontvingen op 10-2-'66 gemiddeld 7,4 en 6,6 kg krachtvoer, op 16-3-'66: 6,6 en 5,8 kg en op 1-2-'67: 7,2 en 4,7 kg. Uit de analysecijfers blijkt dat beide groepen steeds 0,18% Na en 2,38% K in de droge stof van het totale rantsoen hebben gehad. In grammen Na per dier per dag betekent dit voor de juist en onvoldoende gevoerde groep op 10-2-'66: 29 en 26, op 16-3-'66: 27 en 24 en op 1-2-'67: 27 en 21.

3. Voor de bestudering van de weide-invloed op de samenstelling van speeksel en bloed is het gewensd te weten, dat in de najaarsweide gras stond met 3,64% K en 0,16% Na in de droge stof. Het voorjaarsgras bevatte 3,00% K en 0,11% Na in de droge stof. Op stal had de proefgroep in het rantsoen 0,25% Na en de controlegroep 0,07% Na (gemiddeld 0,16%). In het najaar, 3 weken na het opstallen hadden de dieren 1,73% K en in het voorjaar, voordat de dieren in de weide gingen, 1,49% K in de droge stof van het rantsoen. In het voorjaar werd de dieren vlak voordat de pekelbak ter beschikking werd gesteld (2½% NaCl-oplossing) 100 gram NaCl, opgelost in water, met de fles ingegeven.

Waarnemingen. 1. De Na-overgang werd bestudeerd in 1964/1965. De monsters bloed werden onstolbaar gemaakt met NH_4 -oxalaat. Ook werd nog de Hoornse haematokriet gebruikt.

2. Bij de voeding beneden de ZW-norm werden de urine- en mestmonsters voor 07.00 uur genomen. De speekselmonsters om 10.00 uur.
3. Bij de proeven in de weide zijn weer heparine bloedmonsters gebruikt (voorjaar 1966 en najaar 1965). De speekselmonsters werden om $\pm$ 07.00 uur genomen.

Resultaten. 1. Ter bestudering van een plotselinge overgang van 0,25% Na in de droge stof van een hooi-krachtvoer rantsoen naar 0,07% Na is in 1964 bij een drietal koeien bloed afgenomen met NH_4 -oxalaat als anticoagulum. Tabel 31 geeft de gemiddelde resultaten weer. 's Middags om 15.00 uur (op 2/12) ontvingen de dieren voor het eerst meelpap zonder zout.

Het Na-gehalte van het plasma reageert met een geringe verlaging. Het K-gehalte eveneens maar hier zit een grotere dagvariatie in. Het verschil voor en na de overgang is voor K $2,37 \pm 1,3$ mequ/l. Het Hb-% en de haematokriet (volgens Hoorn) reageren prompt met een duidelijke stijging. Een plotseling Na-niveaueverschil in het rantsoen van boven naar onder de Na-behoeftenorm schijnt dus wel degelijk een directe weerslag te hebben op de bloedsamenstelling, wat nog niet betekent, dat onderzoek van het bloed als diagnosticum voor een krappe Na-toestand bij het dier bruikbaar is.

2. Om na te gaan of het energieniveau van de voeding invloed heeft op de mineralen-samenstelling van mest, urine en speeksel en op sommige bloedfactoren wordt verwezen naar tabel 32.

Hierin komt slechts 1 significant verschil naar voren. Dat is het Na-gehalte in het speeksel op 10 februari 1966. Het verschil bedraagt $21 \pm 5,4$ mequ/l ($P < 0,01$). Het Na-gehalte in de urine wijst daarbij niet op een krappe Na-voorziening.

Op 16 maart 1966 zijn de verschillen in de Na-gehalten van het speeksel verdwenen. Op 1 februari 1967 hebben beide groepen een verlaagd Na-gehalte in het speeksel. Het speeksel-K is op die datum echter niet overeenkomstig gestegen.

De voeding onder de norm ving aan op 10 jan. 1966 en 1967 en duurde voort tot in april. Het K-gehalte van de urine is in de laag-energiegroep lager dan in de groep, die volgens de norm gevoerd werd. Dat klopt in verband met een verlaagd voeder-aanbod.

Het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed is tengevolge van de verlaagde energie-aanvoer in elk geval niet lager dan bij de normaal gevoerde groep. Of het desalniettemin verlaagd is, kan niet uit deze gegevens worden opgemaakt, daar een waarneming tijdens de voor- of nap periode ontbreekt.

Tabel 31. Overgang op 2/12 van hoog naar laag Na in het rantsoen en de bloedplasmasamenstelling.

	25/11	1/12	4/12	6/12	11/12	17/12
Na mequ/l	147	147	146	142	142	143
K "	6,0	5,8	5,8	5,5	5,7	5,7
Hb %	11,1	11,5	12,0	11,7	12,0	12,3
haematokriet/haematocrit	37	36	42	41	42	43

Table 31. Change over on 2/12 from high to low Na in the ration and the blood plasma composition.

Tabel 32. Invloed van een voeding volgens en 15% onder de ZW-behoefte op de Na- en K-gehalten (mequ/l of kg) in mest, urine en speeksel, op het Hb %, de haematokriet en op het aantal eosinofiele cellen/mm³ bloed.

	10 februari 1966						16 maart 1966						1 februari 1967					
	mest			urine			speeksel			mest			urine			speeksel		
	Na K		ds	Na K		ds	Na K		ds	Na K		ds	Na K		ds	Na K		ds
	Na	K		Na	K		Na	K		Na	K		Na	K		Na	K	
volgens de norm/standard	9,5	24,2	12,0	3	401		8,3	13,0	28,2	11,2	6	400	146	11,6		11,0	30	769
onder de norm/	4,9	22,6	11,5	7	372		128	13,0	28,3	11,7	19	349	144	11,8		10,2	28	1101
below the standard							149											
** P < 0,01							**											
	Na K			Na K			Na K			Na K			Na K			Na K		
	faeces			urine			saliva			faeces			urine			saliva		
	dm			dm			dm			dm			dm			dm		
	Hb			Hb			Hb			Hb			Hb			Hb		
	blood			blood			blood			blood			blood			blood		
	Hc			Hc			Hc			Hc			Hc			Hc		
	eo's			eo's			eo's			eo's			eo's			eo's		
	Na			Na			Na			Na			Na			Na		
	K			K			K			K			K			K		

Table 32. Influence of feeding according to and 15% below the SE-requirement on the content of Na and of K (mequ/l or kg) in faeces, urine and saliva, on the Hb-% and haematocrit and the number of eosinophylic cells/mm³ blood.

Tabel 33. De invloed van de najaarsweide (1-11-'65) en de stal (24-11-'65) op de speeksel- en bloedsamenstelling.

	Weide 0,16%	Stal 0,25% Na
speeksel Na/saliva Na mequ/l	141	155
" K	11,0	6,5
bloedplasma Na/mequ/l/blood plasma Na	145	146
" K	4,6	4,6
" Ca mg% / " "	10,4	10,3
" Mg " / " "	2,3	2,2
" anorg. P / " " inorg. P	5,6	6,3
Hb %	10,6	11,2
haematokriet/haematocrit	29,5	30,4
	0.16% Pasture	0.25% Na Indoor

Table 33. Influence of autumn pasture (1-11-'65) and indoorfeeding (24-11-'65) on saliva and blood composition.

3. Tabel 33 geeft de vergelijking weer tussen de najaarsweide-invloed op de speeksel- en bloedsamenstelling van oudmelkse koeien en de invloed van 3 weken stalstand en stalvoeding.

Voor bijzonderheden zie de proef 1965/1966 (5.1.4).

Het Na-gehalte van het speeksel is in de wei $14 \pm 2,7$ mequ/l ($P < 0,001$) lager dan op stal. Het K-gehalte van het speeksel is $4,5 \pm 1,5$ mequ/l hoger ($P < 0,01$) dan op stal. Het bloedplasma bevat een hoger P-gehalte op stal vergeleken met de weide. Het verschil is $0,7 \pm 0,4$ mg% ($P = 0,07$).

Het haemoglobine-% is op stal $0,6 \pm 0,27\%$ hoger dan in de wei ($P < 0,05$). Het verschil in haematokriet gaat in dezelfde richting, maar is niet wezenlijk.

Het droge-stofgehalte van de mest gedurende de weidegang was $9,1\%$, op stal bedroeg dit $12,1\%$. Het verschil is $3,0 \pm 0,4\%$ ($P < 0,001$). Tabel 34 geeft de vergelijking weer tussen de voorjaarsweide-invloed op de speeksel- en bloedsamenstelling bij versmelkse koeien, die na 2 mei 1966 werden ingeschaard en de stalinvloed. Bovendien werd extra zout verstrekt op 17-5-'66 na de monsterneming (100 gram per dier met de fles ingegeven, zie 5.1.4).

Het Na-gehalte van het speeksel is in de wei $6 \pm 2,2$ mequ/l ($P < 0,05$) lager dan op stal. Het K-gehalte van het speeksel verschilt niet wezenlijk. Het Na-gehalte van het bloedplasma is in de wei $4 \pm 0,6$ mequ/l ($P < 0,001$) lager dan op stal. Het K-gehalte van het plasma is in de wei ook lager, nl.: $0,2 \pm 0,1$ mequ/l ($P = 0,05$).

Het Hb-% en de haematokriet zijn niet wezenlijk veranderd.

Het Ca-gehalte van het bloedplasma is in de wei $1,1 \pm 0,2$ mg% ($P < 0,001$) hoger dan op stal. Na de zoutgift treedt weer een verlaging op van $0,9 \pm 0,2$ mg% ($P < 0,01$). Het Mg-gehalte van het bloedplasma is in de wei $0,7 \pm 0,1$ mg% ($P < 0,001$) verlaagd. De zoutgift beïnvloedt het Mg-gehalte in het bloed niet.

Tabel 34. Vergelijking tussen de invloed van de voeding op stal (2-5-'66) en in de voorjaarsweide, de laatste zonder (17/5) en met (18/5) extra zout voor wat betreft de samenstelling van speeksel en bloed.

	Stal 0,25 % Na	Weide 0,11 % Na	Weide + zout
speeksel Na/saliva Na mequ/l	148	142	.
" K "	8,2	7,6	.
bloedplasma Na/blood plasma Na mequ/l	143	139	.
" K "	4,8	4,6	.
Hb %	10,3	10,2	.
haematokriet/haematocrit	28,3	28,6	27,7
bloedplasma Ca/blood plasma Ca mg %	9,8	10,9	10,0
" Mg " " "	2,7	2,0	1,9
" P " " "	6,4	3,7	3,8
	0,25 % Na Indoor	0,11 % Na Pasture	+ salt Pasture

Table 34. Comparison between the influence of indoor feeding (2-5-'66) and spring pasture without (17/5) and with extra salt (18/5) on saliva and blood composition.

Het anorg. P-gehalte in het plasma is in de wei $2,7 \pm 0,5$ mg% ($P < 0,001$) verlaagd. De zoutgift beïnvloedt dit P-gehalte in het plasma niet. Het droge-stofgehalte van de weidemest was 8,7% en van de stal mest 12,7%. Het verschil, 4,0%, is zeer wezenlijk ($P < 0,001$). Het spreekt vanzelf dat de begrippen weide en stal verzamelbegrippen zijn. Hierin spelen factoren van voeding, klimaat, beweging, e.d. door elkaar.

Bespreking. 1. Een plotseling overgang van 0,25 % Na naar 0,07 % Na in het rantsoen resulteert vrijwel onmiddellijk in een daling van het Na-gehalte in het plasma. Het kan zijn dat deze daling een prikkel is voor de bijniere om direct met een verhoogde aldosteron produktie te beginnen. Uit de oriënterende proef met 4 melkkoeien (5.1.1) blijkt dat het urine-Na ook onmiddellijk op een dergelijke overgang reageert door tot praktisch 0 te dalen. Ook de gehalten in het speeksel beginnen direct te reageren. De stijging van de haematokriet kan wijzen op een afname van het bloedvolume. Dus er treedt bloedindikking op, onmiddellijk na de overgang, wat de aldosteron produktie eveneens kan stimuleren (Davis e.a., 1962).

2. Of het verschil in energieniveau de speekselsamenstelling consequent beïnvloed heeft is moeilijk te zeggen. Het energieverval zou moeten zijn 15% beneden de totale norm voor onderhoud en voor produktie van melk en melkvet. Bij nauwkeurige berekening aan de hand van het gewicht en de dagproducties op de monsterdagen van de hier in beschouwing zijnde dieren bleek, dat op 10/2 ('66), 16/3 ('66) en 1/2 ('67) de ene groep 4%, 11% en 6% boven de ZW-norm werd gevoerd en de andere groep 5%, 7% en 4% beneden de ZW-norm. De laatste percentages zijn vermoedelijk te klein geweest om duidelijke verschillen te kunnen veroorzaken. Bovendien hebben we gemeten in een traject (versmelkse periode) waarin van nature

de cortison produktie nog hoog is. Dit maakt dat een overheersing hiervan op de proeffactor een duidelijk onderscheid tussen proef- en controlegroep in de weg kan hebben gestaan. De kalldata vielen steeds eind oktober-begin november. Voorafgaande aan de proef op 1/2-'67 is bij beide groepen het speeksel-Na verlaagd. Op 10/2-'66 is bij de laag gevoerde groep het speeksel-Na significant verlaagd.

3. De weide beïnvloedt de speeksel- en bloedsamenstelling en het mest-droge-stofgehalte in meer of mindere mate. De daling in het Na-gehalte van het speeksel en de bloedverdunding zouden kunnen wijzen op een cortisonwerking en niet op een aldosteron werking. (Swingle e.a., 1957) Bij aldosteron zien we eerder bloedindikking optreden. Het Na-gehalte van de urine was bovendien zowel in het voorjaar als in het najaar niet bijna nul. Dobson (1963) beschrijft een soortgelijke weide-ïnvloed op de samenstelling van het speeksel, zonder dat er tekort aan Na was. Deze weide was sterk bemest met zwavelzure ammoniak en kaliumchloride. Theoretisch blijft natuurlijk ook mogelijk dat het speekselmonster in de wei verdund wordt met plantensappen, die in de bek zijn achtergebleven. Ook de dunne mest, de Mg-daling, de P-daling en de Ca-stijging in het plasma doen vermoeden, dat in de wei meerdere invloeden op het organisme werkzaam zijn.

Tengevolge van de extra zoutverstrekking treedt weer bloedverdunding op, benevens een daling van het Ca-gehalte van het bloedplasma. Het Mg-gehalte van het plasma blijft onveranderd (1,9 mg %) .Er treedt dus geen stijging van het Mg-gehalte op zoals wel eens is gesuggereerd door degenen, die het gebruik van een pekelbak aanraden als preventivum tegen kopziekte.

Het anorganisch P-gehalte in het plasma is op stal vaak hoog. De reden hiervoor is niet bekend.

3 *Conclusies.* De Na- en K-stofwisseling werden door het hier beschreven onderzoek opnieuw doorgeelicht.

Het Na-gehalte van de melk stijgt gedurende de lactatie. Het K-gehalte daalt tezelfdertijd zo goed als rechtlijnig.

Het Na-gehalte van het speeksel stijgt rechtlijnig gedurende de lactatie, het K-gehalte vertoont een dalende tendens.

De Na- en K-gehalten in de mest stijgen beide gedurende de lactatie. In de droogstand daalt het Na-gehalte van mest en speeksel, alsmede het K-gehalte van de mest.

Het Hb-% en de haematokriet zijn direct na de partus verhoogd en dalen beneden de normale waarde tijdens de eerste 3 maanden van de lactatie. De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof daalt met het verloop van de graviditeit en stijgt tijdens de eerste 2 maanden na de partus. Een Na-arme voeding kan de Ca-concentratie in het bloedplasma zo beïnvloeden, dat een mogelijke preventie voor het ontstaan van kalfziekte niet bij voorbaat als uitgesloten kan worden beschouwd.

De partus heeft in het algemeen een grote invloed op de mineralenhuishouding van het rund. Ook hormonaal is de partus uiteraard een belangrijk gegeven. De oestrogeenwerking vindt bij de partus in het dier haar hoogtepunt. De cortison-produktie wordt door de partus als stressfactor opgevoerd en kan na de partus nog

lange tijd aanhouden. De aldosteron-produktie zou niet door de partus, maar vooral door de hoge Na-behoefte in de versmelkse periode gestimuleerd kunnen worden vooral bij krappe Na-rantsoenen.

De dagvariaties kunnen in analogie met de variaties gedurende de lactatie en de droogstand redelijk verklaard worden door middel van de cortisonwerking. Cortison heeft een geringe Na-retinerende werking en dit uit zich o.a. ook in de Na/K-verhouding in het speeksel. Ter onderscheiding van de aldosteron-invloed op de speeksel-samenstelling kan het Na in de dagurine dienen. Een Na-arme voeding doet het dier direct reageren met een zeer geringe daling in het Na-gehalte van het plasma en een stijging van de haematokriet. Dit kan hormonaal van grote betekenis zijn. Een voeding $\pm 5\%$ beneden de totale ZW-behoefte van lacterend vee lijkt een geringe daling van het Na-gehalte in het speeksel tot gevolg te kunnen hebben.

De weide heeft in deze proef invloed op de mineralenhuishouding van het dier gehad.

Het is niet bewezen, dat extra zout de Mg-spiegel in het bloed gunstig beïnvloedt.

Het gebruikte antistollingsmiddel kan de uitkomst van de bepaling van de haematokriet evenals het gevonden Na- en K-gehalte van het bloedplasma wezenlijk beïnvloeden.

5.2 Keukenzout als supplement in niet Na-arme rantsoenen

5.2.1 Een rantsoen met een silage van slechte kwaliteit

1 *Doel.* In het voorafgaande is de Na-behoefte bestudeerd bij normaal gangbare rantsoenen tegen de achtergrond van een vermoedelijk deficiënte Na-voorziening. Hierbij bleek een gehalte van 0,15% natrium (in de droge stof van het rantsoen uitgedrukt) in zoverre aan de behoefte te voldoen, dat niet alleen uitwendig zichtbare, maar ook biochemische veranderingen op dit niveau afwezig waren.

Het doel van deze proef is nu om na te gaan of een extra hoeveelheid zout boven de inmiddels verkregen norm van 0,15% Na een mogelijk gunstig effect uitoefent bij enigszins abnormale, maar toch gangbare rantsoenen.

Hierbij wordt gedacht aan een grassilage van een zeer matige kwaliteit. Daaronder wordt verstaan een niet beschimmelde, wat vochtige silage met een laag melkzuur- en een hoog boterzuurgehalte en met een hoge NH_3 -fractie. Wanneer de proef bovendien in de versmelkse periode valt, waarbij de vraag naar energie van nature verhoogd is, dan oefent een dergelijk rantsoen waarschijnlijk een ketogene en bijnierschors-prikkelende werking uit. Om de ketogene werking kracht bij te zetten zal enigszins onder de ZW-norm gevoerd worden. Ook zullen diverse voedselovergangen worden ingevoegd, waarvan ook een zekere prikkel op het dier kan uitgaan.

Het K-gehalte zal ditmaal meer aangepast worden aan de Nederlandse omstandigheden, dat wil zeggen ongeveer 2-2½% K in de droge stof van het rantsoen. Van gras is bekend, dat de schijnbare benutbaarheid van Na hoger ligt dan bij hooi; dat wil zeggen er verdwijnt nog extra meer Na met de urine dan met de mest (Kemp, 1964;

Van der Horst, 1960). Men kan dus spreken van een betere benutting van het in de darm aanwezige Na; anderzijds is een snellere passage door het lichaam van het Na uit het gras hierbij niet onmogelijk. Deze snellere passage werd ook verondersteld aanwezig te zijn bij een verhoogde cortison productie. In dit verband wordt de vraag naar de optimale Na-behoefte opnieuw relevant.

2 Werkwijze

Opzet van de proef. De proef werd genomen met 2 groepen van 9 zwartbonte koeien, die alle bij de aanvang van de proef in de droogstand verkeerden. Op 1 november 1966 werden de dieren zo ingedeeld, dat de proefgroep (tussen haakjes de controle-groep) op dat moment gemiddeld 6,5 (6,4) jaar oud was, 603 (603) kg woog en een beoordelingscijfer voor de lichaamsconditie (handelswaardering) behaalde van 6,5 (6,5). De gemiddelde inseminatiedatum viel op 13 (12) maart 1966. De te verwachten melkproductie gedurende de eerste twee maanden na de partus zou 22,6 (22,5) kg per dier per dag bedragen met een dagelijkse vetproductie van 853 (835) gram. Deze verwachting werd berekend aan de hand van de gegevens van de lactatie die zojuist werd beëindigd, gecorrigeerd met een jaar leeftijdsverschil (Handboekje voor de Landbouwvoorlichter, 3e druk, pag. 142).

Van het totaal werden 10 dieren in september 1966 gekocht in de provincie Friesland, de overige 8 kwamen van het proefbedrijf 'Hoorn'. Van alle dieren waren melklijsten beschikbaar.

De proef kan worden ingedeeld in de volgende perioden:

1. Voorperiode, waarin de melk- en vetproductiegegevens gedurende de eerste 2 maanden van de voorafgaande lactatie werden verzameld.
2. Droogstand periode op stal van 1 november 1966 tot gemiddeld 20 december 1966, 50 dagen.
3. Partus periode met als monsterdag de 2e en 3e dag na het kalven en voor wat betreft het bloed ook ca. 1 dag voor het kalven.
4. Versmelkse periode van 20 december tot 26 maart, 95 dagen.
5. Naperiode op stal van 26 maart tot 24 april, 28 dagen.

De proef werd uitgevoerd in de dubbele Hollandse stal van de proefhoerderij Hoorn.

De proefgroep ontving extra keukenzout in het rantsoen tot 0,35% Na uitgedrukt in de droge stof. De controlegroep ontving 0,15% Na in de droge stof van het totale rantsoen. Dit gebeurde zowel in de droogstand periode als in de versmelkse periode. In de naperiode ontvingen beide groepen 0,40% Na in de droge stof van het rantsoen.

Voeding. Tabel 35 bevat een overzicht van de voederwaarde en de samenstelling van de gebruikte rantsoencomponenten. Tevens is de tijd aangegeven, gedurende welke het betreffende voedermiddel werd verstrekt.

Hooi V '66 is vrij grof hooi, met een lage voederwaarde, afkomstig van het vliegveld Vredepeel in N. Brabant. Deze partij was bovendien wat beschimmeld, vrij stoffig en werd zeer slecht opgenomen. Vandaar dat na 25 december overgestapt moest worden op een betere partij Vredepeel hooi van 1965 (V '65). Dit was een restant van de partij,

Tabel 35. Voederwaarde en samenstelling van de verschillende rantsoencomponenten (ZW in grote eenheden per 100 kg).

	Droge stof %	In de droge stof			Gevoerd van/tot
		ZW	vre %	Na % K %	
hooi V/hay V '66	84,7	28	3,7	0,08	1/11-25/12
hooi V/hay V '65	85,5	34	4,6	0,03	25/12-22/ 3
hooi T/hay T	85,7	39	5,3	0,08	22/ 3-26/ 4
meel/meal	86,7	66	15,5	0,04	1/11-26/ 4
Silage uit/silage from					
silos V	21,1	45	7,4	0,14	1/11- 2/12
" B	24,3	38	5,2	0,10	2/12-20/12
" I	24,5	40	5,7	0,10	20/12- 6/ 2
" II	22,8	48	10,3	0,11	6/ 2- 5/ 3
" III	40,5	39	6,3	0,10	5/ 3-18/ 4
" IV	33,7	48	5,5	0,65	18/ 4-26/ 4
		starch equivalent	dig. crude protein %	Na % K %	
Dry matter		In the dry matter			Fed from/to

Table 35. Nutritive value and composition of the various ration components (S.E. in big units per 100 kg).

	In de droge stof (%)				pH	In het verse materiaal (%)			Ammoniakfractie
	overige koolhydraten + vet	ruwe celstof	as	ruw eiwit		azijnzuur	boterzuur	melkzuur	
silos V	43,68	28,42	14,99	12,91	5,29	0,57	1,46	0,50	28,1
" B	43,56	27,57	18,40	10,47	5,60	0,66	2,24	0,30	42,6
" I	44,12	29,43	15,28	11,16	5,45	0,73	2,13	0,22	38,6
" II	40,78	26,29	17,75	15,19	4,95	0,59	1,03	0,70	17,0
" III	39,78	28,41	20,34	11,47	5,49	0,42	1,79	0,83	22,2
" IV	49,29	27,99	11,90	10,82	4,86	0,21	1,93	0,67	22,3
	N-free extract	crude fiber	ash	crude protein		acetic acid	butyric acid	lactic acid	NH ₃ -N as % of total N
	In the dry matter (%)				pH	In fresh material (%)			

Table 35a. Analyses of the auger samples (average of various layers) of the silages.

Tabel 36. De opgenomen hoeveelheden droge stof hooi, grassilage, meel en vre (kg), ZW (grote eenheden), NaCl, Na en K (grammen) per dier per dag per periode.

	Hooi	Grassilage	Meel	Zetmeelwaarde	vre	NaCl	Na	K
0,35% Na								
droogstand/dry period	1,53	5,35	0,49	3,069	0,493	45	26	212
versnellingsperiode/first weeks of lactation	2,08	5,97	5,65	7,501	1,525	97	48	260
naperiode/control period	1,71	6,21	4,53	6,801	1,413	100	50	288
0,15% Na								
droogstand/dry period	1,52	5,42	0,48	3,092	0,497	8	11	214
versnellingsperiode/first weeks of lactation	2,18	5,73	5,69	7,457	1,515	29	20	256
naperiode/control period	1,71	6,13	4,60	6,822	1,417	100	50	286
	Hay	Grassilage	Meal	Starch equivalent	Dig. crude protein	NaCl	Na	K

Table 36. Intake of dry matter of hay, grass-silage, meal and dig. crude protein (kg), S.E. (big units), NaCl, Na and K (g) per animal per day per period

krachtvoer nu niet verhoogd, na de partus werd getracht in 14 dagen de dieren tot bijna volgens de ZW- en vre-normen te voeren. De voederstoornissen ten gevolge van een te goede voedingstoestand bij het kalven, wat in de vorige proef optrad, bleven nu achterwege. Het drinkwater bevatte 40 mg Na per l. en 4,6 mg K per l.

Waarnemingen. Na de partus werd de melk van alle dieren 2 maal per week, telkens gedurende 2 op elkaar volgende etmalen bemonsterd. Hierbij werd gedurende 4 dagen de melkopbrengst bepaald per dier per dagen in de mengmelk van 2 op elkaar volgende dagen werd het vetgehalte vastgesteld. Eenmaal per week werd in de mengmelk van 2 opeenvolgende dagen het eiwitgehalte bepaald.

Iedere week werden alle dieren gewogen en wel op woensdag om ong. 11.00 uur. Op 1/11, 23/11, 18/1, 17/3 en 20/4 werden de dieren door een drietal neutrale deskundigen op conditie beoordeeld.

De ruwvoerders en het meel werden regelmatig bemonsterd en geanalyseerd op voederwaarde en Na- en K-gehalte.

Dagelijks werd de waterconsumptie uit de gecalibreerde drinkwatervaten genoteerd. Ook de waterhoeveelheid benodigd voor de meelpap werd steeds vastgesteld.

In de maanden november, januari, maart en april werd van elk dier 1 maal speeksel om ong. 10.00 uur, mest om ong. 14.00 uur en ochtendurine om ong. 07.00 uur afgenomen (urine met de katheter) en onder andere op Na- en K-gehalte onderzocht. Eveneens werden op dezelfde dag om ong. 10.30 uur pensvloeistofmonsters van 10 koeien genomen met behulp van een bestuurbare maagsonde en onderzocht op Na-, K-, vluchtige vetzuren- en NH₃-gehalte en werd de pH bepaald.

Op deze dagen en om en nabij de partus werd van alle dieren bloed afgenomen om ong. 9.00 uur en onderzocht op Na, K, Ca, Mg, P, haemoglobine-%, haematokriet en vanaf januari werd tevens een aantal malen het aantal eosinofiele cellen en erythrocyeten per mm³ geteld. Als antistollingsmiddel werd voor de celtellingen in een apart genomen bloedmonster ± 30 mg Na-EDTA per 10 ml bloed gebruikt.

In het andere monster werd Na-heparine als antistollingsmiddel gebruikt in de gebruikelijke dosering. Het bloed werd steeds afgenomen uit de vena jugularis. De 2e of 3e dag na de partus werd bovendien behalve bloed ook speeksel en mest afgenomen op dezelfde uren als voorheen en onderzocht op Na- en K-gehalte. Na het kalven werden het gewicht en het geslacht van het kalf vastgesteld. Het afkomen van de nageboorte werd uitgedrukt in uren na de partus. Ook werden foto's van de uier genomen, om ong. 16.00 uur op een dag zo spoedig mogelijk na het kalven, ter beoordeling van de zuchtvorming.

die in de voorafgaande winterproef was gevoerd. Deze raakte op bij de aanvang van de naperiode, waarna een in de loop van de winter aangekochte nieuwe partij hooi (T) uit Noord-Holland kon worden gebruikt. Hooi T had een hogere voederwaarde en een hoger K-gehalte dan de beide andere partijen.

Het meelmengsel bestond uit 43% lijnmeel, 29% maïsmeel, 22% gerstemeel, 3% droge pulp, 2% fosforzure voederkalk, 0,3% MgO, 0,2% KCl, 0,1% vit. AD₃-preparaat, 0,01% CuSO₄ · 5 aq. en 0,001% CoSO₄ · 7 aq. Uit de chemische analyses van de meelcomponenten kon met behulp van de verteringscoëfficiënten en de waarde-cijfers uit de Aanvullingstabel 1967 behorende bij de Veevoedertabel 1957 van het Centraal Veevoederbureau en met gebruikmaking van de gegevens voor de vetbenutting uit het krachtvoer volgens Kellner (1929) de voederwaarde van het meel berekend worden. Deze voederwaarde is eveneens vermeld in tabel 35. De analyses van de boormonsters van de gevoerde silages staan vermeld in tabel 35 en 35a.

Het droge-stofgehalte van de boormonsters — dus ook van de verschillende lagen in de silo — was gemiddeld 27,2% en varieerde van 19 tot 45%. De pH was gemiddeld 5,3 (variatie van 4,7 tot 5,6). Het azijnzuur-% was gemiddeld 0,53 (0,21–0,94), het boterzuur-% bedroeg gemiddeld 1,76 (0,84–2,44) en het melkzuur-% was gemiddeld 0,54 (0,17–1,10). De NH₃-fractie, uitgedrukt als % NH₃-N van het totaal N, bedroeg gemiddeld 28,5 (12,3–46,0). De kuilen waren dus alle als slecht tot zeer slecht geslaagd te kwalificeren en voldeden derhalve volledig aan de proefseisen, temeer daar geen schimmelvorming te bespeuren was. In silo IV, gevoerd in de laatste week van de naperiode, was gedenatureerde suiker, waarin een flink percentage NaCl aanwezig bleek te zijn, als toevoegmiddel bij het ensileren gebruikt. Alle overige silages zijn zonder toevoeging gemaakt. Het percentage Na in de silage van silo IV was daardoor 0,65% (in de droge stof). Daar dit pas later bekend werd kon niet voorkomen worden, dat de monsterneming van urine, mest e.d. precies in de periode viel waarin deze silage werd verstrekt. Het gemiddelde gevoerde Na als % van de droge stof van het totaal rantsoen steeg nu van 0,35% naar 0,40%. Deze stoornis heeft geen consequenties voor de voederproef als zodanig, maar wel op de monsterneming met betrekking tot de fysiologische aspecten van de proef. In tabel 36 worden de per dier per dag opgenomen hoeveelheden droge stof uit hooi, grassilage en meel voor de beide groepen vermeld, benevens de hoeveelheden ZW, vre, NaCl, Na en K.

Bij de berekeningen behorende bij tabel 36 is de dag van de partus van iedere koe als uitgangspunt genomen en van daaruit werden de opgenomen hoeveelheden per koe over de droogstand- en de versmelkse periode vastgesteld.

In de droogstand periode werden de dieren flink onder de norm gevoerd wat ZW en vre betreft.

Het K-gehalte in de droge stof van het rantsoen bedroeg in de droogstand voor

Stoornissen. Deze proef is niet ongestoord verlopen. In totaal deden zich vanaf 1/11 tot eind maart 33 min of meer op zichzelf staande ziektegevallen voor, soms bij dezelfde koe, soms bij verschillende. In de 0,35% groep kwamen 16 van dergelijke gevallen voor, in de controlegroep 17. Er deden zich 14 gevallen van uierontsteking voor, die alle met penicilline-streptomycine-injecties behandeld werden (proefgroep: 8, controlegroep: 6). Verder 4 retentio secundinarum gevallen (proefgroep: 2, controlegroep: 2), waarbij in een enkel geval een terramycine stift werd gebruikt in de uterus. Vervolgens 5 maagdarmaandoeningen (proefgroep: 3, controlegroep: 2), die door middel van rantsoencorrecties, vasten en in een paar gevallen met kreoline in lijnzaadsljm konden worden genezen.

Ook kwamen 7 urogenitaal aandoeningen voor (proefgroep: 1, controlegroep: 6). De endometritiden, die soms ontstonden na retentio secundinarum, werden behandeld met Sol. Lugoli. Er ontwikkelde zich 2 maal een cystitis bij een koe (controlegroep) met een urovagina, telkens enige dagen na katheterisatie van de ochtendurine. Met intramusculaire penicilline-injecties kon de cystitis worden genezen. Tenslotte kwamen nog 2 klauwaandoeningen voor en 1 koe met 'algemene klachten'. Dit betrof koe 29 (controlegroep), die na het kalven niet meer wilde eten van de slechte silage en bovendien erg vermagerd was door de ondervoeding in de droogstand. Deze koe is vervangen door een reserve koe (56), die de gehele droogstand periode mee heeft gemaakt op de slechte kuil, maar die wat zwaarder was dan haar vervangster. Dit gewichtsverschil compenseerde echter de flinke gewichtsval van koe 73 en koe 43 in dezelfde groep, die flink geleden en slecht gegeten hadden tijdens en enige tijd na de periode van retentio secundinarum.

De totaalindruk is, dat beide groepen veel hinder hebben gehad van de slechte voeding (proefopzet), dat de 0,15%-Na groep mogelijk iets meer te lijden heeft gehad in verband met urogenitaal aandoeningen met inbegrip van de retentio secundinarum-gevallen en dat het verband tussen voeding en gezondheid in het algemeen niet onbelangrijk geacht mag worden.

3 Resultaten. In de figuren 18 tot en met 22 wordt het gemiddelde verloop weergegeven van beide groepen tijdens de diverse perioden van de melk-, vet- en eiwit-opbrengst, het levend gewicht, de waterconsumptie per kg opgenomen droge stof en de samenstelling van bloed, speeksel, mest, urine en pensvocht.

De lijnen, die de melkgegevens aanduiden, beginnen op het moment, dat beide groepen volledig gekalfd hebben (20 januari). De levend gewichtscurven vertonen in de droogstand een dalende tendens in plaats van een stijgende.

De waterconsumptielijn (liters water per kg opgenomen droge stof) is zo geconstrueerd, dat voor alle dieren de partus als gemeenschappelijk uitgangspunt werd genomen. Dan blijkt tijdens de droogstand een stijgende tendens waarneembaar te zijn. De waterconsumptie gedurende de gehele proef lijkt verhoogd te zijn vergeleken met vorige jaren, vooral in de droogstand periode. Bij de bloedanalyses ontbreken helaas de Na- en K-cijfers in het plasma aan het eind van de versmelkse periode.

Fig. 18. Verloop van de gemiddelde melk, vet, en eiwitopbrengst, het lichaamsgewicht en de wateropneming per kg opgenomen droge stof

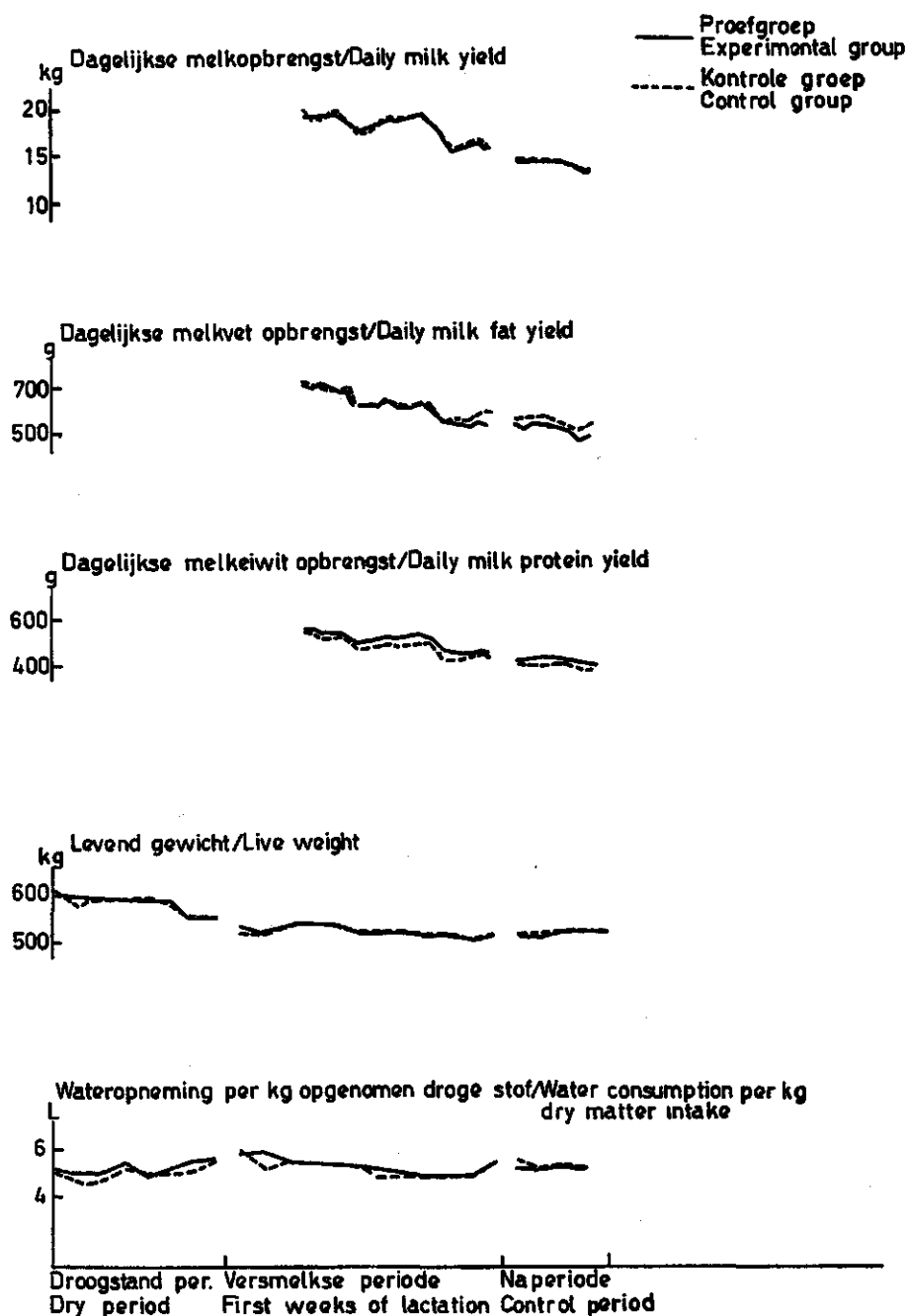


Fig. 18. Course of the average milk, fat and protein yield, the live weight and the water consumption per kg dry matter intake

Fig. 19. Verloop van enkele bloedbestanddelen gedurende de proef

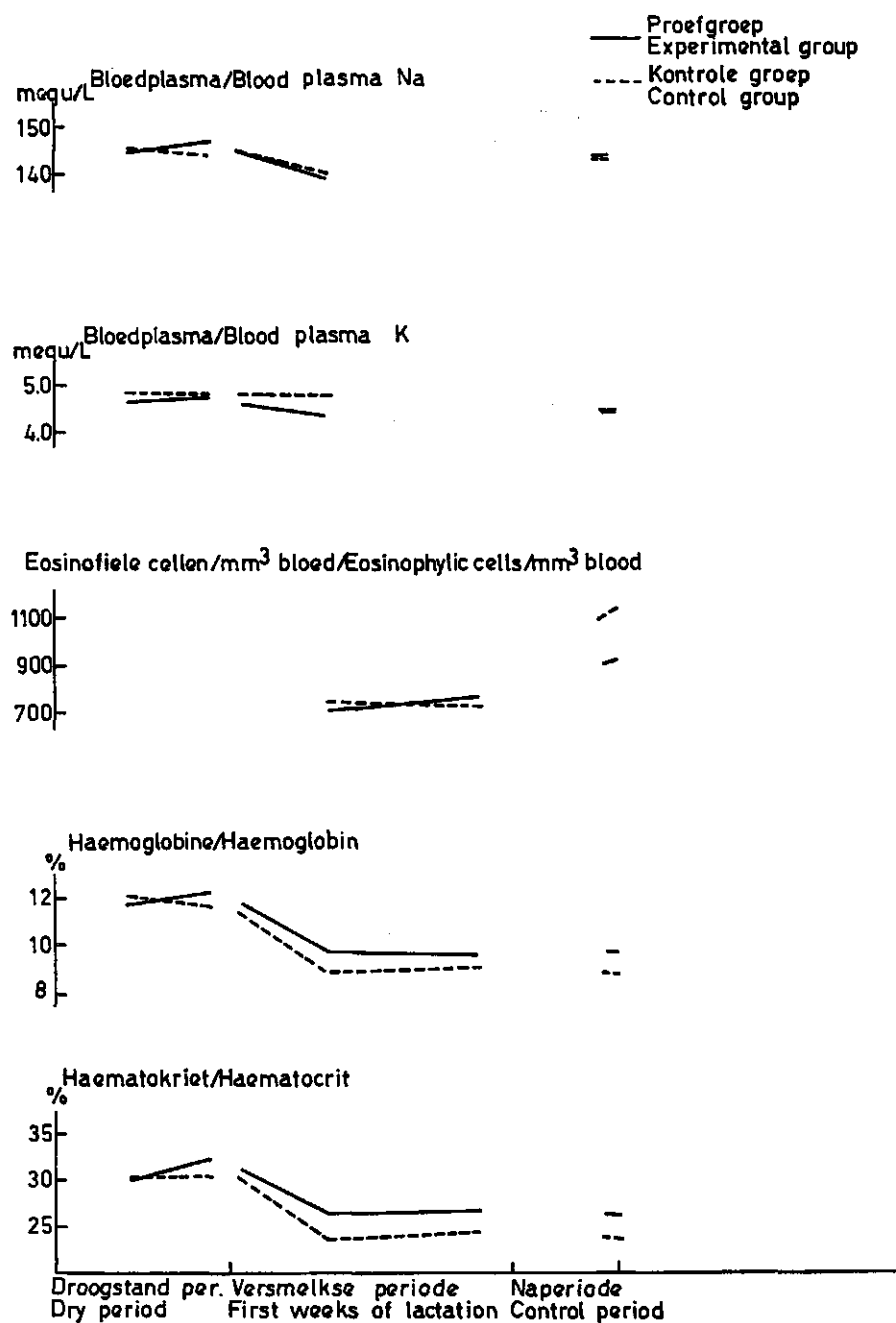


Fig. 19. Course of some constituents of the blood during the experiment

Fig. 20. Verloop van de gemiddelde Na- en K-gehalten in speeksel en urine (met s.g.).

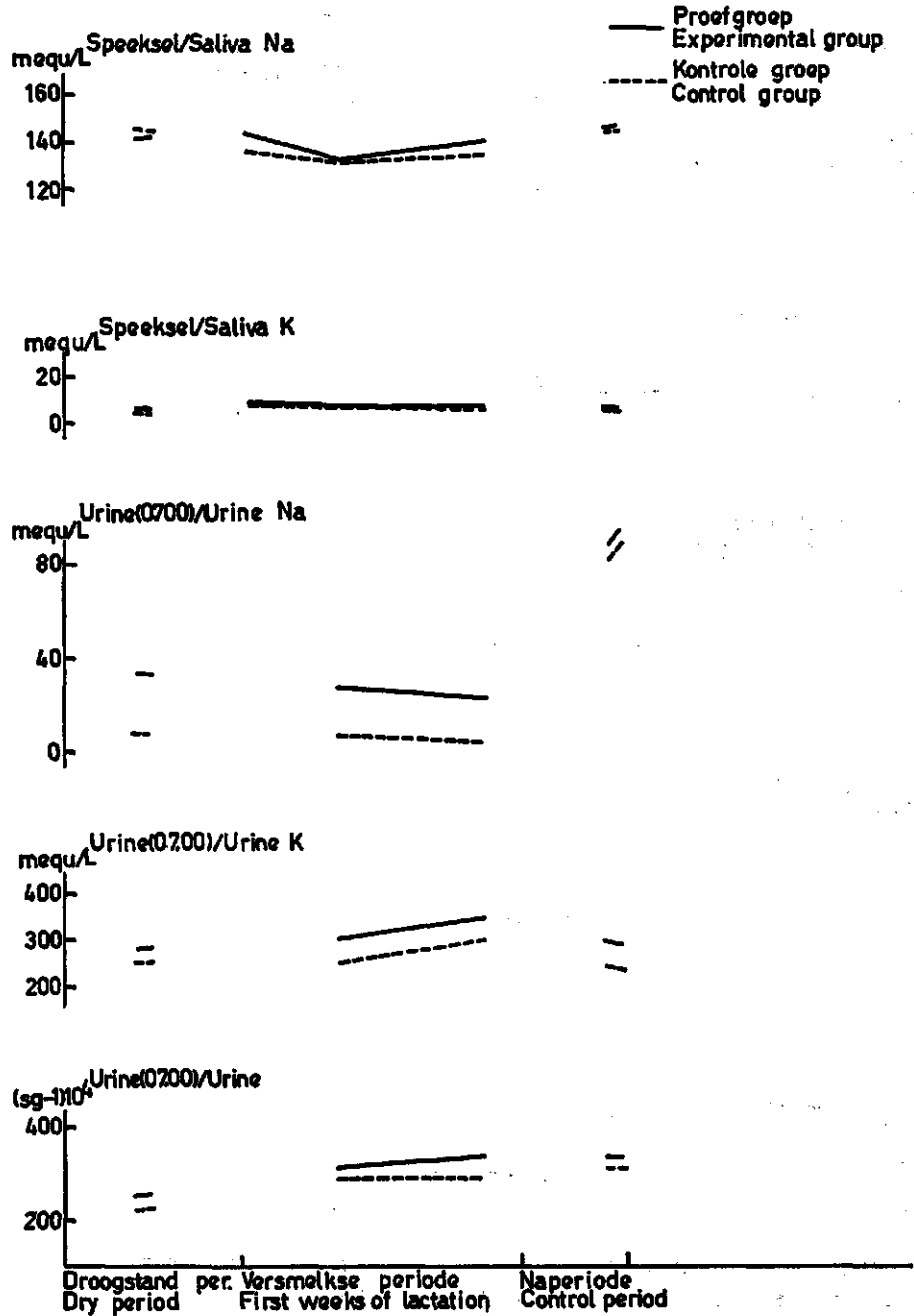


Fig. 20. Course of the average concentration of Na and of K in saliva and urine (with s.g.)

Fig. 21. Verloop van de Na- en K-gehalten in mest (met droge stof %) en in pensvocht

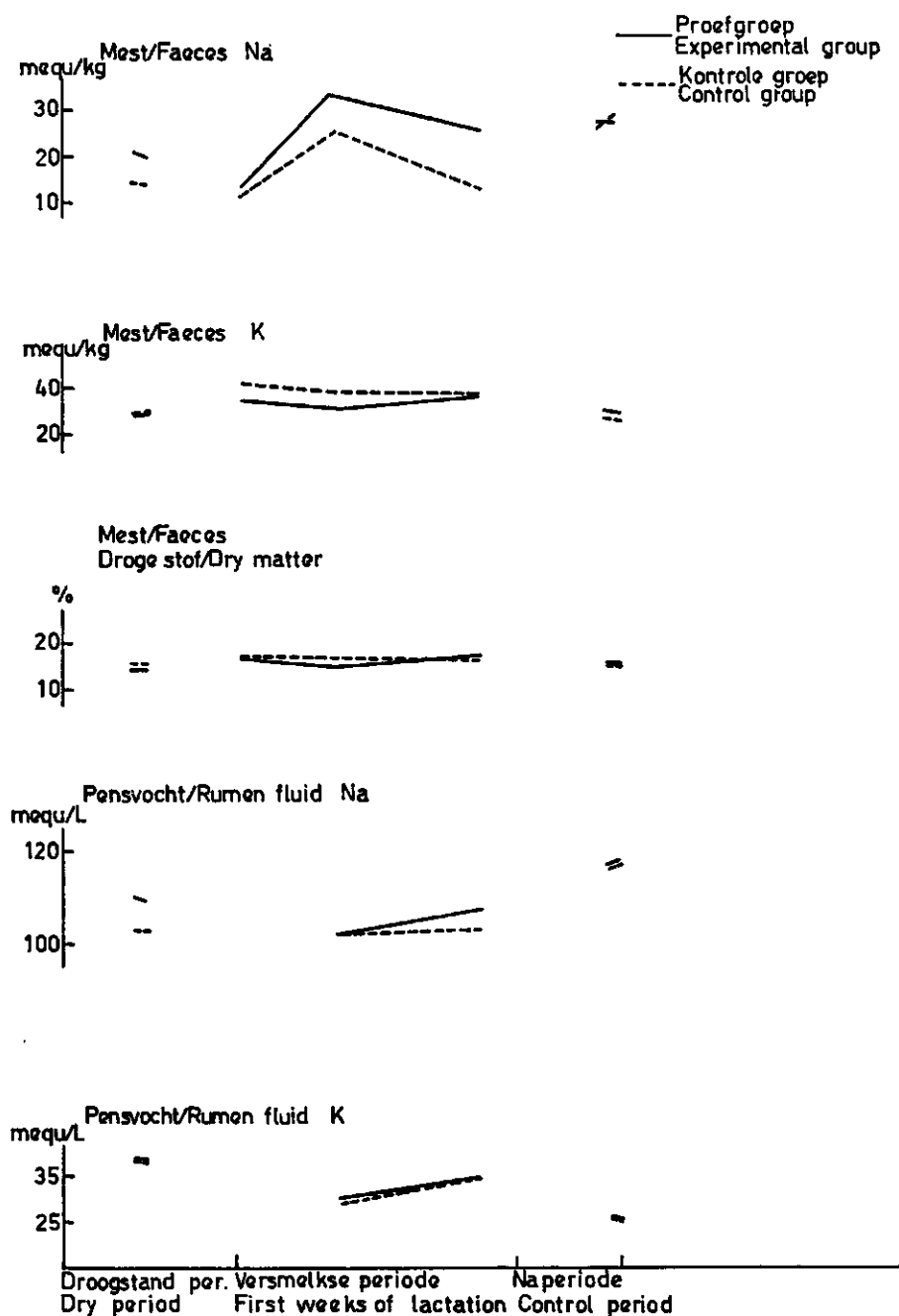


Fig. 21. Course of the concentration of Na and K (with dry matter %) and in rumen fluid

Fig. 22. Verloop van de gehalten aan enige vetzuren en aan NH_3 in het pensvocht

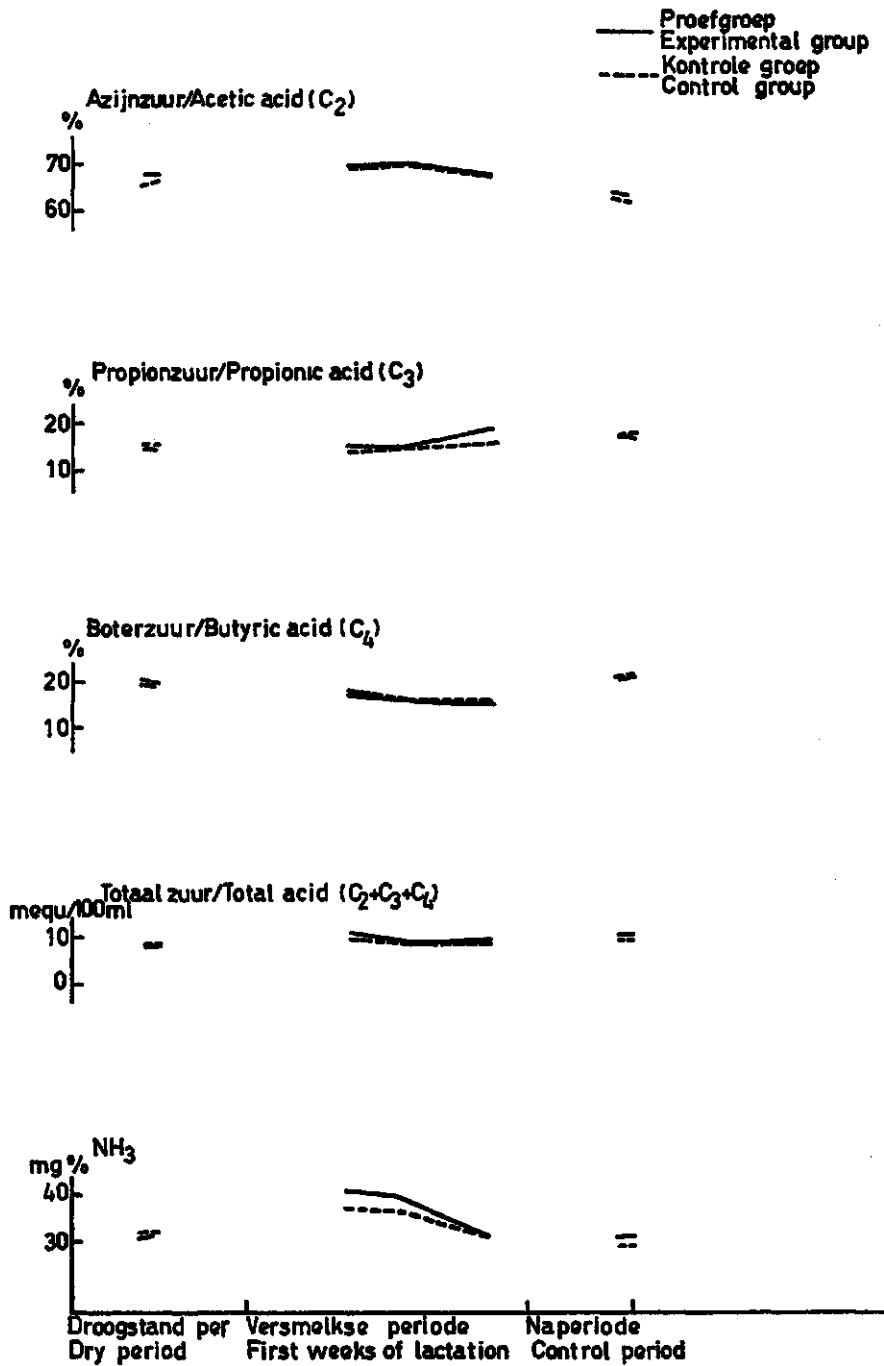


Fig. 22. Course of the concentration of some fatty acids and of NH_3 in rumen fluid

Tabel 37. Gemiddelde proefresultaten van beide groepen.

dp = droogstand periode, p₁ = $\pm$ 1 dag voor de partus, p₂ = 2-3 dagen na de partus, vmp = de eerste 95 dagen na de partus, np = naperiode

Volgno.	Proefgroep	Controlegroep					
		dp	p ₁	p ₂	vmp	np	
1	melkophbrengst per dag/ milk yield per day (kg)				18,4	14,2	
2	idem melkvet/milk fat per day (g)				642	519	18,7 14,5
3	idem melkeiwit/milk protein per day (g)				521	417	660 569
4	idem vetrijke droge stof/ milk solids not fat per day (g)				1550	1186	508 411
5	conditie/condition						1564 1218
6	wateropneming per dag/water intake per day (l)	6,8			5,6	5,7	5,4 5,2
7	droge-stofopneming per dag/ dry matter intake per day (kg)	40			73	65	71 67
8	wateropneming/kg ds/ water cons./kg d.m. intake (l)	7,3			13,7	12,1	13,5 12,3
9	pensvocht Na/rumen fluid Na (mequ/l)	5,4			5,3	5,4	5,3 5,4
10	pensvocht K/rumen fluid K (mequ/l)	110			105	118	103 117
11	pensvocht azijnzuur/rumen fluid acetic acid (%)	39			32	25	32 25
12	pensvocht propionzuur/ rumen fluid propionic acid (%)	67,3			68,2	63,0	68,0 62,3
13	pensvocht boterzuur/ rumen fluid butyric acid (%)	14,0			16,4	16,4	15,4 17,1
14	pensvocht totaal zuur/ rumen fluid total acid (mequ/100 ml)	18,7			15,4	20,6	16,6 20,6
15	pensvocht pH/rumen fluid pH	7,8			9,8	10,3	8,8 9,3
16	pensvocht NH ₃ (mg%)	7,1			6,9	6,9	7,0 7,0
17	urine Na (mg%)	30,6			40,2	30,7	33,2 28,2
18	" K "	35			26	95	5 88
19	" (s.g.-l)10 ⁴ "	282			326	278	277 237
20	mest Na/faeces Na (mequ/kg)	260			326	331	294 316
21	" K/ "	20,6		13,0	29,5	27,4	11,6 19,4
22	" droge stof/faeces dry matter (%)	27,7		34,5	34,2	28,8	28,1 24,6
23	speeksel Na/saliva Na (mequ/l)	14,1		16,2	16,1	15,1	42,4 39,3
24	" K "	141		143	136	147	16,9 16,6
		8,5		8,0	6,7	6,1	136 145
							9,2 7,1
							5,6

"	K	"	"	"	4,0	4,7	4,0	4,3	4,4	4,8	4,8	4,9	4,4
"	Ca (mg %)/blood plasma	28	10,2	9,9	9,2	10,4	10,4	10,0	10,0	9,8	9,2	10,0	9,8
"	Mg	29	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3
"	P	30	5,6	5,7	5,2	5,7	5,6	7,5	6,0	5,2	7,2	7,0	7,0
"	haemoglobine/haemoglobin (%)	31	11,7	12,2	11,9	9,6	9,6	12,1	11,6	11,4	8,9	8,7	8,7
"	haematokriet/haematocrit (%)	32	30,4	32,1	31,2	26,3	25,9	30,5	30,6	30,0	24,3	23,4	23,4
"	aantal eosinofiele cellen/mm ³ blood/ number of eosinophilic cells/mm ³ blood	33				732	918				728	1141	

Table 37. Average experimental results of both groups.

dp = dry period, p₁ = ± 1 day before parturition, p₂ = 2-3 days after parturition, fwl = first 95 days of lactation, cp = control period

Tabel 38. Samenstelling van de melk en de gecorrigeerde verschillen (met de naperiode) tussen proef en controlegroep tijdens de versmelkse periode.

	vmp		np	Gecorrigeerd verschil in vmp (proef-contr.)	
	proef	contr.	proef	contr.	
vetgehalte/fat content % eiwitgehalte/protein content % vetvrije droge stof/solids not fat %	3,49	3,53	3,65	3,92	+0,23 ± 0,086*
	2,83	2,72	2,94	2,83	0,00
	8,42	8,36	8,35	8,40	+0,11 ± 0,060
	exper.	control	exper.	control	Corrected difference in fwl
fwl			cp		

* P < 0,05

Table 38. Composition of the milk and the corrected differences between experimental- and control group during the first weeks of lactation.

Het aantal eosinofiele cellen per mm³ bloed werd in januari niet bepaald. Het verloop van de Ca-, Mg- en P-gehalten in het bloedplasma wordt niet vermeld, omdat in een andere publicatie hierop zal worden ingegaan.

Opvallend zijn de lage Hb- en haematokrietwaarden in de versmelkse periode en daarna.

Ook de Na-gehalten in het speeksel zijn niet hoog. Het urine-K en -s.g. reageren op onderling overeenkomstige wijze.

Het mest-Na reageert met grote schommelingen en afwijkend van vorig jaar. De bemonstering vond dit jaar in de middag plaats en niet in de morgen. Ook andere proefverschillen vergeleken met vorig jaar dragen mogelijk hier toe bij. Hierop wordt later in dit verslag teruggekomen. In tabel 37 worden de gemiddelde proefuitkomsten van beide groepen per periode weergegeven.

Ter toelichting van tabel 37 wordt opgemerkt, dat bij de berekening van de melk-, vet-, eiwit- en vetvrije droge-stofopbrengsten en bij de water- en droge-stofopnemingen voor wat de versmelkse periode betreft steeds is uitgegaan van de totale versmelkse periode, dat wil zeggen per koe vanaf ± 10 dagen na de partus tot 26 maart.

De gemiddelde samenstelling van de melk is vermeld in tabel 38. Tevens zijn hierin enkele gecorrigeerde verschillen met middelbare fout opgenomen.

Wanneer het vetgehalte wordt gecorrigeerd met alleen de gegevens uit de naperiode, dan ontstaat een significant verschil ten gunste (hoger vet %) van de 0,35% groep. Als evenwel tevens de gegevens van de voorafgaande lactatie in rekening worden gebracht dan is het verschil nog slechts $0,04\% \pm 0,09$.

Zowel het eiwit- als het vetvrije droge-stofgehalte verschillen niet van betekenis. In tabel 39 worden enkele gegevens betreffende het afkalven vermeld.

De kalveren waren wat lichter dan vorig jaar (40 kg). Het afkomen van de nageboorte verliep trager dan vorig jaar, ook als de retentio secundinarum-gevallen buiten beschouwing worden gelaten.

De zucht van de uier was bij beide groepen nagenoeg gelijk. De tendens, dat de

Tabel 39. Enkele gemiddelde gegevens betreffende het kalven bij beide groepen.

	Proef-groep	Controle-groep
kalfdatum in 1967/calving date in 1967	20/12	19/12
gewicht kalf/calf weight (kg)	37,4	36,4
geslacht; mnl.-vrl./sex; male-female	6-3	7-2
afkomen v. d. nageboorte na partus (in uren)/ separation of the placenta after calving (in hours)	24	25
zucht van de uier/oedema of the udder	9,9	9,0
gewichtsdaling bij de partus/weight loss at calving (kg)	62	69
	Exper.-group	Control-group

Table 39. Some average data about calving in both groups.

Tabel 40. De gecorrigeerde verschillen (proef minus controle) per periode tussen proef- en controle-groep. De volgnummers zijn ontleend aan tabel 37 en zijn aangevuld met 34 (gzw-eenheden), 35 (g vre) en 36 (g K). Voor afkortingen zie tabel 37.

Volgnr.	dp	vmp	Volgnr.	dp	p ₁	p ₂	vmp
1		0,0	19	+20			+ 17
2		+32	20	+ 7,4		+ 2,1	+ 10,8*
3		+ 7	21	- 5,7		-12,1	- 9,3
4		+18	22	- 1,0		- 0,4	- 0,2
5	- 0,1	- 0,3	23	- 6		+ 5	0
6	+ 5	+ 4	24	+ 1,6		- 1,7	- 0,9
7	+ 0,2	+ 0,4	25	+ 4	- 1	+ 7	+ 5
8	+ 0,3	0,0	26	- 2	+ 2	- 1	- 1
9	+ 6(*)	+ 1	27	- 0,2	-0,1	- 0,2	- 0,6*
10	0	0	28	0,0	-0,1	- 0,2	+ 0,2
11	+ 1,3	- 0,5	29	- 0,1	0,0	0,0	0,0
12	- 0,5	+ 1,7(*)	30	- 0,5	+1,1	+ 1,4	- 0,1
13	- 0,8	- 1,2	31	- 1,3*	-0,3	- 0,4	- 0,2
14	- 1,1	0,0	32	- 2,6*	-1,0	- 1,3	- 0,5
15	+ 0,1	0,0	33				+227
16	- 3,3	+ 4,5(*)	34	- 2			+ 65
17	+19	+14	35	0			+ 14
18	- 9	+ 8	36	- 4			+ 2

Serial No.	dp	fwl	Serial No.	dp	p ₁	p ₂	fwl
------------	----	-----	------------	----	----------------	----------------	-----

(*) P < 0,05 eenzijdig getoetst t-toets/t-test

* P < 0,05 tweezijdig getoetst

Table 40. The corrected differences (experiment minus control) per period between experimental and control group. The serial numbers are from table 37 and are completed with 34 (S.E. small-units), 35 (g d.c.p.) and 36 (g K). For abbreviations see table 37.

hoge zoutgroep iets meer zucht kan hebben gehad wordt mogelijk versterkt door de cijfers betreffende de gewichtsdeling tijdens de partus. De hoge zoutgroep zakt namelijk $7,6 \text{ kg} \pm 4,89 \text{ kg}$ minder dan de lage zoutgroep. Dit verschil is volgens eenzijdige toetsing net niet wezenlijk.

De zuchtvorming werd beoordeeld met behulp van de foto's, die gemaakt waren van de uiers en die door een 3-tal deskundigen op volgorde werden gelegd naar de mate van zuchtvorming. Later werden de plaatsen in de rij per groep verenigd en gemiddeld.

Over het algemeen maakten de dieren zich redelijk goed klaar; de parti verliepen zonder complicaties en voor ca. 75% zonder hulp.

Tabel 40 laat de verschillen ten aanzien van verschillende factoren zien tussen proef- en controlegroep tijdens de droogstand periode, de partus en de versmelkse periode verminderd met de verschillen tussen proef- en controlegroep in de naperiode.

Tijdens de droogstand laat het Na-gehalte van het pensvocht (volgnr. 9), het Hb-% (31) en de haematokriet (32) significante verschillen zien. Bij de partus is geen enkel wezenlijk verschil tussen de groepen aantoonbaar.

Tabel 43. De invloed van 2 rantsoenen (1966 en 1967) op het dier.

	Droogstand		Partus		Versmelkperiode	
	1966	1967	1966	1967	1966	1967
melkproductie/						
" vetgehalte/					22,7	19,1
" eiwitgehalte/					3,56	3,59
" vetvrij droge stofgehalte/					3,06	2,80
" solids not fat content (%)					8,74	8,46
lichaamsgewicht/body weight (kg)					571	523
conditie/condition	628	596			6,6	5,5
ZW-voorziening in kleine eenheden per dier per dag/ S.E.-supply in small units	7,0	6,6				
vre-voorziening per dier per dag/d.c.p. supply per animal per day (g)	4869	3080			8118	7499
pensvocht C ₂ /	826	495			1614	1500
" C ₃	70,6	66,3			68,3	68,1
" C ₄	16,2	14,6			17,5	15,9
" totaal zuur/	13,2	19,1			14,3	16,0
" Na (mequ/l)	9,3	7,8			9,6	9,3
" K	122	106			118	104
" K	28	39			27	32
waterconsumptie per kg ds/water consumption per kg d.m. (l)	4,4	5,2			5,4	5,4
K-gehalte in het rantsoen/K-content in the ration (%)	1,79	2,88			1,50	1,90
Na-	0,25	0,25			0,25	0,25
urine-Na (mequ/l)	22	22			30	16
" K	376	266			331	302
" (s.g.-l)10 ⁴	316	242			329	310
mest droge stof/faeces dry matter (%)	11,8	14,8	12,3	16,6	12,6	16,4
speeksel Na/saliva Na (mequ/l)	150	143	153	138	147	135
" K	7,7	7,5	7,9	8,6	9,2	6,9
bloed Na/blood Na (mequ/l)	144	144	145	144	143	139
" K	4,7	4,7	5,1	4,7	4,7	4,6
" Ca	10,1	10,1	7,8	9,2	9,8	10,2
" Mg	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4	2,2
" P	6,0	6,6	5,0	5,2	6,0	6,4
haemoglobine/haemoglobin (%)	11,0	11,9	12,0	11,6	10,5	9,2
haematokriet/haematocrit (%)	30,0	30,4	33,5	30,6	28,9	25,3
	1966	1967	1966	1967	1966	1967
	Dry period		Partus		First weeks of lactation	

normaal verschijnsel te noemen.

Uit het lichaamsgewicht en de conditie is af te leiden dat het verschil tussen de jaren in de droogstand periode tijdens de versmelkse periode groter wordt. Berekend over de eerste 2 maanden van de lactatie werd in 1966 8% en in 1967 3% onder de ZW-normen voor onderhoud en produktie gevoerd. Desondanks zijn de dieren in 1967 meer achteruit gegaan in gewicht en hebben ze minder geproduceerd. Behalve het verschil in voedermiddelen kan ter verklaring hiervoor gewezen worden op de voeding tijdens de droogstand. In 1966 ontvingen de dieren een energie kwantum voldoende

voor onderhoud ($\frac{G}{300} + 1$) en 7,1 kg standaardmelk. In 1967 ontvingen de dieren

energie voor onderhoud en slechts 0,4 kg standaardmelk. Dit laatste wordt geacht te weinig te zijn voor droogstaande, drachtige dieren (Van Es, 1964; Rijpkema, 1968). De hoeveelheid zetmeelwaarde nodig voor de levering van 1 kg standaardmelk was bij eenzelfde benutting voor onderhoud in 1966 223 gzw en in 1967 over dezelfde periode 239 gzw (7% meer).

De vre-voorziening was in 1967 zowel in de droogstand als in de versmelkse periode iets beter dan de ZW-voorziening. De opnemng per kg standaardmelk was in 1966 53 g vre en in 1967 57 g vre gedurende de eerste 2 maanden van de lactatie. De reden dat het melkeiwit in 1967 9% lager is dan in 1966 zou kunnen samenhangen met een iets slechtere benutting van het eiwit op het silagerantsoen.

In 1967 is het propionzuurpercentage (van het totaalzuur) verlaagd en het boterzuurpercentage verhoogd t.o.v. 1966.

Opvallend is dat het Na-gehalte in het pensvocht in 1967 lager is en het K-gehalte iets hoger dan in 1966. Nu was de Na-voorziening in beide jaren gemiddeld gelijk (gemiddeld 0,25% Na), alleen de toevoer in grammen per dag varieerde. De K-voorziening was in 1967 hoger, niet zozeer in grammen K maar vooral in het % van het rantsoen. Volgens gegevens van het Rowett Research Institute (Scott, 1967) blijkt K een Na-verlagende invloed te hebben in het pensvocht. Het is niet zeker dat dit ook een verlaging van het speeksel-Na in 1967 t.o.v. 1966 ten gevolge heeft gehad. Dat extra K de waterconsumptie beïnvloedt (Kemp, Van der Horst, Hendriks) wordt mogelijk weerspiegeld in de stijging van het watergebruik per kg opgenomen droge stof vooral gedurende de droogstand periode. Merkwaardigerwijs is de mest in 1967 droger dan in 1966. Ook het K-gehalte in de urine is in 1967 lager dan in 1966! Het is niet onmogelijk, dat buiten het voer-K nog andere factoren in het silagerantsoen verantwoordelijk gesteld moeten worden voor de zojuist vermelde verschijnselen. Niet-K-rijke grasrantsoenen kunnen namelijk ook de urineproduktie stimuleren (Van der Horst, 1960). Het bloed laat in beide jaren ook enige verschillen zien, waaruit blijkt, dat inderdaad in het dier veranderingen zijn opgetreden.

Zo zijn het Hb-gehalte en de haematokriet in 1967 lager dan in 1966 en wel speciaal in de perioden na de partus. Het anorg. P-gehalte in het plasma lijkt in 1967 wat verhoogd en het Ca-gehalte in het plasma heeft dezelfde tendens. Het anorg. P-gehalte in het plasma reageert vaak op een dergelijke wijze wanneer het rund in on-

gunstige omstandigheden verkeert.

Het Na-gehalte van het plasma lijkt in de versmelkse periode in 1967 wat lager. Iets soortgelijks werd eerder vastgesteld bij de overgang van stal naar de weide in 1966.

De Na- en K-gehalten van de mest zijn uit tabel 43 weggelaten, omdat in beide jaren de mestmonsters op verschillende uren van de dag werden genomen, zodat de dagperiodiciteit hier doorheen speelt. In 1967 is 's middags de mest afgenomen, omdat immers gebleken was, dat dan de grootste verschillen tussen Na-arme en Na-rijke rantsoenen optreden.

Samenvattend blijkt uit tabel 43, dat in 1967 de dieren inderdaad hebben gereageerd op het enigszins afwijkende rantsoen, zodat aan het in het doel van de proef gestelde is beantwoord. De volgende vraag is nu of onder deze omstandigheden de dieren een grotere Na-behoefte hebben gehad dan waarin het rantsoen van de controle-groep (0,15% Na) voorzag. De hoge zoutgroep heeft weliswaar wat meer vet in de melk geproduceerd. Maar zij heeft ook 65 gzw per dier per dag meer gehad tijdens de versmelkse periode (tabel 40). Volgens tabel 36 komt deze extra ZW-voorziening vooral uit meer (160 g droge stof) opgenomen silage. Dit wordt bevestigd door het NH_3 -gehalte in de pensvloeistof. Dit vertoont een tendens tot stijgen. Ook het propionzuurpercentage is daarin wat verhoogd bij de groep die extra zout kreeg. Volgens literatuurgegevens kan uit boterzuur via β -hydroxyboterzuur bij voldoende energie-toevoer (hoog propionzuurpercentage) melkvet gevormd worden (Luick, 1960; Barry, 1966; Menahan e.a., 1966). Het boterzuurpercentage is op dit silagerantsoen steeds in meer of mindere mate verhoogd geweest, zodat een dergelijke verklaring in deze omstandigheden niet onmogelijk is. De bloedarmoede (Hb%, haematokriet) was in de hoge zoutgroep minder sterk dan in de controlegroep. Ook de stress (eosinofiele cellen, bloedplasma-K?) was in de hoge zoutgroep mogelijk wat minder duidelijk dan in de lage zoutgroep. Wanneer de extra ZW-voorziening in de hoge zoutgroep verantwoordelijk kan worden gesteld voor de extra vetproductie en voor de veranderingen in het pensvocht (het laatste is naar mijn weten nog nooit vastgesteld als zijnde een gevolg van de Na-voorziening), dan kan het ook zeer goed een gunstige invloed hebben uitgeoefend op de bloedarmoede en de stress verschijnselen. Rest nog de vraag of de extra of grotere ZW- of silage-opneming duidt op een betere eetlust van de hoge zoutgroep, doch deze vraag zal in een latere proef nog aan de orde worden gesteld (5.2.6).

Het pensvocht vertoont bij beide groepen een verschillende Na-gehalte (dp), terwijl in de versmelkse periode ook lage urine-Na-gehalten voorkomen. Toch zijn de Na- en K-gehalten van het speeksel niet wezenlijk verschillend. Kennelijk is er dus geen aldosteronproductie opgetreden in de 0,15% Na-groep. Voor een goed begrip kan er aan worden toegevoegd, dat stress als zodanig de aldosteronproductie geenszins behoeft te onderdrukken, omdat bij vorige proeven de aldosteronproductie na de partus wel in staat was de Na- en K-gehalten van urine en speeksel te beïnvloeden. Dat het Na-gehalte van de mest beïnvloed is kan verklaard worden uit het feit, dat de mest uitscheidingsmedium voor het Na is (voor $\pm 15\%$), zoals de urine dit (voor $\pm 85\%$) eveneens is.

Doordat extra KCl aan het krachtvoer werd toegevoegd is een Cl-gebrek wel erg onwaarschijnlijk geworden.

Concluderend kan dus gesteld worden, dat de waargenomen verschillen in gezondheid en produktie van beide groepen waarschijnlijk geheel terug te voeren zijn op verschillen in de voeding buiten het Na om en dat met name de Na-gehalten in speeksel of mest geenszins wijzen in de richting van een Na-gebrek bij de controlegroep. Terwijl de controlegroep een minder gezonde indruk maakte dan de proefgroep na de partus, was de melkproduktie in beide groepen zelfs gelijk.

Tot slot zullen nog enkele kanttekeningen gemaakt moeten worden. Omtrent de bloedarmoede kan worden gesteld, dat Cu-gebrek vermoedelijk niet de oorzaak is geweest. Op 26 april werden Cu-cijfers gevonden in het bloedplasma van 89,2 mg/l bij de controlegroep en van 102,6 mg/l bij de proefgroep. Dit zijn gemiddelden van 5 koeien.

Het aantal erythrocyten per mm^3 bloed bedroeg bij beide groepen gemiddeld $4,1 \times 10^6$ (normaal is $6-7\frac{1}{2} \times 10^6$).

Aangezien hierbij tussen de groepen geen verschillen bestonden, terwijl het Hb-% wel verschilde (tabel 40), moet bij de controlegroep sprake zijn geweest van een hypochrome anaemie. Daar evenwel ook de haematokriet, dat wil zeggen het erythrocytenvolume in procenten van het bloedvolume significant verschilde tussen beide groepen, rijst twijfel aan de betrouwbaarheid van de uitkomsten van de erythrocytentelling. Wanneer echter, zoals in ons geval, zowel het Hb-% als de haematokriet beide verlaagd zijn, moet eerder gedacht worden aan een hydraemie of aan gewone anaemie.

Opmerkelijk is, dat in de naperiode het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed stijgt, terwijl de bloedarmoede blijft of erger wordt. Dit wijst er op dat vermoedelijk de bloedarmoede niet de voornaamste stressfactor is geweest voor deze dieren.

De voornaamste stress-symptomen, vooral bij de controlegroep, zijn waarschijnlijk geweest het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed, dat verlaagd was en het hogere K-gehalte van het bloed. Of Na- en K-verschuivingen in speeksel, mest of urine onder invloed van deze stress zijn opgetreden is moeilijk na te gaan, daar zowel het verschil in Na-niveau van de voeding van beide groepen, het hogere K-gehalte van het rantsoen, de silage-voeding als zodanig en de kwaliteit van de silage bepaalde invloeden kunnen hebben uitgeoefend, die de interpretatie aanzienlijk bemoeilijken.

Ondanks het feit, dat het Na-gehalte van het speeksel nooit significante groepsverschillen heeft laten zien, heeft bij deze proef het pensvocht in de droogstand periode een verhoogd Na-gehalte bij de hoge zoutgroep. Om uit te maken of dit een hormonale of een voedingsachtergrond heeft is het Cl-gehalte in het pensvocht bepaald en wel bij een 6-tal dieren in de versmelkse periode (2 maart). In de controlegroep hadden 3 dieren resp. 62, 68 en 66 mg Cl per 100 ml pensvocht; in de proefgroep hadden 3 andere dieren resp. 71, 101 en 104 mg Cl per 100 ml pensvocht. Het niveauverschil wijst op een voedingsverschil in het toegevoegde zout bij beide groepen. Zo zal het Na-niveauverschil bij beide groepen in de droogstand vermoedelijk eveneens een verschil in zoutvoeding zijn geweest. Het watergebruik in de droogstand is in 1967

hoger dan in 1966 (tabel 43).

Het verschil tussen de groepen: $0,3 \pm 0,2$ liter water per kg opgenomen droge stof is echter niet wezenlijk. In de naperiode wordt meer gedronken dan daarvoor. Het gemiddelde over beide groepen in de naperiode bedraagt 5,4 en van 19 febr. tot 18 maart 5,1 liter water per kg opgenomen droge stof. Het verschil: 0,3 liter water per kg droge stof, is nu zeer significant ($P < 0,001$).

Een belangrijk punt is, dat in de naperiode het aangekochte hooi T met een hoog K-gehalte gevoerd werd. Het K-gehalte van het rantsoen was daardoor in de naperiode 2,31 %, terwijl het daarvoor $\pm 1,90\%$ bedroeg. Dit betekent bij 13 kg droge stof een verschil van 53 g K (= 100 gram KCl). Kemp (1964) zag bij een gift van 400 gram KCl een toename van de urineproductie met 10,6 kg per dag en een daling van het droge stofgehalte van de mest van 18,7 naar 16,9 %. De extra wateropneming kan derhalve misschien verklaard worden uit de extra opgenomen K-hoeveelheden en men behoeft daarbij niet aan hormonale invloeden te denken.

Over het gevonden verschil in vetgehalte van de melk bij beide groepen kan worden opgemerkt, dat voor een verschil van 0,23 % vet bij een produktie van 18,5 l. melk en een gemiddeld vetgehalte van 3,51 %, nodig zijn ongeveer 175 g zw en 43 g vre per dier per dag. Het werkelijke verschil in de voeding bedroeg 65 g zw en 14 g vre. Dit verschil is kleiner dan voor een sluitende verklaring vereist is. Daar staat tegenover dat de ZW en vre van de voedermiddelen berekend zijn uit de chemische analyses, zonder gebruikmaking van de werkelijke verteringscoëfficiënten verkregen door verteringsproeven. Dit impliceert een bepaalde fout. Vervolgens stond de controlegroep onder iets grotere stress dan de proefgroep. Het is niet onmogelijk, dat een deel van het verschil in vet % van de melk reeds op grond hiervan verklaard kan worden.

Over de retentio secundinarum-gevallen kan nog gezegd worden, dat de gevonden verschillen in Na-gehalten van speeksel en mest in verband kunnen staan met de eveneens gevonden verschillen in leeftijd der dieren. Of dit ook met de verlaagde Hb- en haematokrietwaarden het geval is zal in het volgende onderzoek nader worden onderzocht.

5 *Conclusie.* Op een rantsoen bestaande uit 2 kg hooi, grassilage ad libitum en extra krachtvoer, waarbij soms duidelijk beneden (in de droogstand periode), soms bijna volgens de ZW- en vre-normen werd gevoerd (versmelkse periode) zijn enkele kleine verschillen in gezondheid (urogenitaalaandoeningen) en produktie der dieren opgetreden. De silage, welke van zeer matige kwaliteit was, werd evenwel niet in gelijke hoeveelheden aan beide groepen verstrekt, zodat genoemde verschillen in produktie mogelijk voor een deel hierop terug te voeren zijn.

Uit het onderzoek van speeksel, pensvocht, mest, bloed en urine zijn geen conclusies te trekken, die één of andere vorm van Na-gebrek onder deze omstandigheden waarschijnlijk maken.

De dieren met de grotere vetproduktie, de iets minder erge bloedarmoede en de geringere stress-symptomen kregen 0,35 % Na in de droge stof van het rantsoen. De controlegroep ontving 0,15 % Na in de droge stof van het rantsoen.

De silagevoeding of het hogere K-gehalte in het rantsoen geven apart of gezamenlijk een verlaging van het Na-gehalte in het speeksel, terwijl het K-gehalte in het speeksel niet verandert.

Bij rundvee kan ernstige bloedarmoede voorkomen vooral, zoals hier, in de periode na de partus.

Het met de nageboorte blijven staan is bij deze proef uitsluitend voorgekomen bij de oudste dieren, die bovendien een matige bloedarmoede vertoonden tijdens de droogstand.

Een krappe voeding met silage van zeer matige kwaliteit tijdens de droogstand lijkt het ontstaan van retentio secundinarum enigszins te bevorderen.

5.2.2 Betekenis van extra keukenzout in het rantsoen tijdens de droogstand voor het optreden van retentio secundinarum

1 *Doel.* De voeding tijdens de droogstand kan belangrijke gevolgen hebben voor de gezondheid en de produktie van melkvee in de periode daarna. De vorige proef heeft deze stelling in zekere zin bevestigd. Hierbij bleven bijvoorbeeld 4 van de 18 dieren enige tijd aan de nageboorte staan, terwijl zich tevens symptomen als bloedarmoede, conditievermindering en verlaagde melkproduktie voordeden.

Het doel van deze proef is nu om wat meer aandacht te schenken aan het probleem van het met de nageboorte blijven staan en wel speciaal met betrekking tot de mogelijkheid van beïnvloeding van dit euvel door voedingsmaatregelen te nemen tijdens de droogstand periode. Onder praktijkomstandigheden was voorheen de indruk verkregen, dat de verstrekking van keukenzout van betekenis zou kunnen zijn voor het voorkomen van retentio secundinarum. Zo meende Van der Grift (persoonlijke mededeling) een in dit opzicht gunstige invloed bemerkt te hebben van het plaatsen van een pekelbak (2½% waterige keukenzoutoplossing) in de loopstallen van het proefbedrijf de 'C.R. Waiboerhoeve' te Millingen aan de Rijn. Daar ook reeds op verschillende praktijkbedrijven om deze reden tot de verstrekking van extra keukenzout werd overgegaan, ontstond voor ons de behoefte om goed gecontroleerde praktijkgegevens te verzamelen, teneinde een meer gefundeerd oordeel hierover te krijgen.

2 *Werkwijze*

Opzet van de proef. De proef heeft plaatsgevonden op de C.R. Waiboerhoeve te Millingen aan de Rijn en op de proefboerderij Bellestein te Wassenaar. Beide bedrijven hadden de voorafgaande jaren te kampen gehad met het vertraagd afkomen van de nageboorte. Zo bleef in de winter '65/'66 op de C.R. Waiboerhoeve van iedere 6 à 7 afkalfende dieren er 1 aan de nageboorte staan. Op de boerderij te Wassenaar was het een nog vaker voorkomende klacht.

De C.R. Waiboerhoeve bestaat voor onze proef uit 6 eenheden, waarin per eenheid 20 tot 30 dieren binnen de waarnemingsperiode van eind november 1966 tot eind april 1967 afkalfden. Deze eenheden zijn, onderverdeeld naar proef- (extra zout) en controlegroep:

Proefgroep		leeftijd (jaren)
Loopstal 2 (L ₂)	met 26 kalfkoeien	4,1 ± 0,5
Loopstal 3 (L ₃)	„ 31 „	4,1 ± 0,4
Enkele Hollandse stal (EH)	„ 28 „	3,9 ± 0,4
Controlegroep		
Loopstal 1 (L ₁)	met 22 kalfkoeien	4,1 ± 0,5
Loopstal 4 (L ₄)	„ 27 „	4,3 ± 0,4
Dubbele Hollandse stal (DH)	„ 26 „	5,0 ± 0,5

Ter nadere informatie geldt dat de veebezetting in het jaar 1966–1967 op de C.R. Waiboerhoeve varieerde van 2,00 (L₁ t/m L₄)–2,25 (DH) grootvee-eenheden per ha. De melkproduktie per koe per jaar varieerde over deze periode van 3993 kg (L₂) tot 4610 kg (DH) met een gemiddelde van 4314 kg voor het ongeveer 200 melkkoeien tellende bedrijf. De grond is voornamelijk rivierklei, de koeien zijn van het zwartbonte ras.

De boerderij Bellestein is voor onze proef te verdelen in 2 groepen van 19 dieren, die binnen de waarnemingstermijn van eind november 1966 tot begin mei 1967 afkalften en die bovendien wel (B₁) en geen (B₂) extra keukenzout met het rantsoen opnamen. B₁ was 4,2 ± 0,3 jaar oud en B₂ 5,1 ± 0,5 jaar. De veebezetting op deze boerderij schommelt steeds om de 2,5 grootvee-eenheden per ha. De melkproduktie per koe per jaar bedroeg in het jaar 1966–1967 gemiddeld 6019 kg. Het totaal aantal stuks melkvee was 50. De grondsoort is zanderig met een onderlaag van knipklei. De koeien zijn van het zwartbonte ras.

Het volgende staatje laat zien hoe de gemiddelde procentuele verdeling van de kalldata van de proefdieren op beide bedrijven is geweest over de verschillende maanden van onze waarnemingsperiode.

	nov.	dec.	jan.	febr.	mrt.	apr.	mei
proefgroep (met zout)	1	9	9	30	32	18	1
controlegroep	3	12	13	25	32	13	2

Voeding. Tabel 44 geeft de gemiddelde samenstelling en voederwaarde weer van de diverse rantsoencomponenten die gebruikt werden te Millingen en Wassenaar. Het hooi, dat voornamelijk in de controlegroep (speciaal de DH) van de C.R. Waiboerhoeve werd gevoerd werd gemakshalve tezamen genomen en voor het gehele bedrijf gemiddeld. Het hooi was in het algemeen van goede kwaliteit.

Het krachtvoer werd in bulk voor het gehele bedrijf te Millingen in de vorm van brokjes aangevoerd. Het bestond uit 27 delen mais, 21,5 milocorn, 5 johannesbrood, 10 paardebonden, 17 maisglutenvoer, 2 lijnzaad, 5 koolzaadschroot, 0,5 zout, 2 mineralen voor rundvee I en 10 melasse. Berekend vre -gehalte = 111 g/kg; berekende zetmeelwaarde = 682 gzw/kg.

Voor de proefgroep te Millingen werden de grassilages vaak met toevoeging van ± 2½% landbouwszout ingekuuld. Voor de controlegroep werden uitsluitend voor-

Tabel 44. Gemiddelde samenstelling en voederwaarde van de verschillende rantsoencomponenten op de 2 bedrijven (ZW in grote eenheden per 100 kg). p = proefgroep, c = controlegroep

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)					
		ZW	vre	Na	K	Ca	P
<i>Millingen</i>							
hooi (p+c)/hay (e+c)	86,2	46	12,1	0,15	2,39	0,70	0,34
krachtvoer (p+c)/concentrates (e+c)	85,0	80	13,1	0,35	1,06	0,94	0,71
silage + NaCl (p)/(e)	38,4	47	11,5	1,04	2,05	0,65	0,30
„ - NaCl (c)	55,2	49	10,6	0,25	2,31	0,78	0,32
<i>Wassenaar</i>							
silage (p+c)/(e+c)	25,6	51	9,3	0,19	1,93	0,50	0,29
bostel + NaCl (p)/brewer's grains + NaCl (e)	25,0	60	20	5,20	0,08	0,10	0,50
	Dry matter (%)	S.E.	d.c.p.	Na	K	Ca	P
		In the dry matter (%)					

Table 44. Average composition and nutritive value of the various ration components on the 2 farms (S.E. in big units per 100 kg). e = experimental group, c = control group.

droogkuilen zonder toevoeging gemaakt. Vandaar het verschil in droge-stofpercentage. In het algemeen waren de silages slechts matig geslaagd, getuige de volgende analyses in het perssap bij het proefvoeder (tussen haakjes het controlevoeder): pH 5,6 (6,3), azijnzuur-% 0,51 (0,34), boterzuur-% 0,83 (0,59), melkzuur-% 1,46 (0,90). De zuurpercentages zijn zoals gewoonlijk omgerekend op het verse materiaal. De NH_3 -fractie als % van de totale N was 13 (10). In het produkt was 2,8 (3,9) % zand aanwezig. Voorgaande cijfers hebben betrekking op boormonsters van 10 (8) verschillende kuilen. De silages, die voornamelijk werden vervoederd in de controlegroep (vooral de EH) te Millingen, waren niet alle op dezelfde wijze gemaakt. Er werden torensilo's gebruikt (EH), sleufsilo's (loopstallen), vervolgens 'balenkuilen', 'broodkuilen' en 'grondkuilen'. Op nadere details zal hier niet verder worden ingegaan.

In Wassenaar werd uitgegaan van een 2-tal maaikneuskuilen, waaraan droge pulp was toegevoegd tijdens het inkuilen. Deze kuilen waren beide goed geslaagd en praktisch boterzuurvrij. De bostel werd in silo's bewaard en vermengd met 0,7% landbouwsout als conserveermiddel en ter bevordering van de opname (smakelijkheid). De proefgroep kreeg door de bostel per dier per dag 100 g NaCl en daardoor kwam het Na-percentage in de droge stof op 5,2 (tabel 44). In Millingen werden de silages met 2½% zout vooral aan het begin en soms aan het eind van de proef gevoerd. Indien geen met zout geënsileerde silage aan de proefgroep werd verstrekt, werd 100 g NaCl per dier per dag los over het kuilvoer gestrooid. Vermoedelijk werd hiervan maximaal 75 gram opgenomen, gezien de Na-gehalten in de urine. In de loopstallen (L_2 en L_3) ontvingen noodzakelijkerwijs alle dieren, dus ook de niet-droogstaande, 100 g NaCl over de kuilrantsoenen. Om de extra zoutverstrekking veilig te stellen

werd bovendien pekewater (2½%) ter beschikking gesteld. Aanvankelijk werd hiervan door verschillende dieren veel gebruik gemaakt, speciaal in de perioden dat silage, bereid zonder zouttoevoeging, werd verstrekt. Later nam het gebruik weer af. In tabel 45 staan de gemiddelde opgenomen hoeveelheden droge stof krachtvoer, hooi, silage en bostel, benevens de opneming aan ZW, vre en mineralen, uitgedrukt per dier per dag over de gehele droogstand periode.

In Millingen vonden regelmatig bepalingen van de ruwvoederopneming plaats bij het melkvee. Mogelijk zijn deze cijfers voor de droogstaande koeien derhalve iets aan de hoge kant.

In Wassenaar is de opneming van 11,5 kg droge stof silage vermoedelijk ook wat te hoog geschat. De bedrijfsleider was over de opneming echter zeer tevreden. Het rantsoen van de proefgroep (tussen haakjes controlegroep) te Millingen bevatte gemiddeld 0,82 (0,22) % Na, 1,98 (2,12) % K, 0,69 (0,77) % Ca en 0,37 (0,39) % P. In Wassenaar 0,66 (0,34) % Na, 1,78 (1,78) % K, 0,67 (0,67) % Ca en 0,34 (0,34) % P. De rantsoenen bevatten dus vrij weinig K voor Nederlandse omstandigheden en hebben een vrij ruime Ca/P-verhouding (ca. 2,0). In de minimum P-behoefte is evenwel voorzien. Op het bedrijf Bellestein werden de losse mineralen, benevens 5 g vit. AD₃ poeder per dier dagelijks over het kuilvoer gestrooid.

Het Mg-gehalte van het kuilvoer te Wassenaar bedroeg $\pm 0,14\%$ en het Co-gehalte $\pm 0,85$ mg/kg (in de droge stof). Het Mg-gehalte is laag, kopziekte komt evenwel slechts weinig voor op dit bedrijf. Het drinkwater te Millingen bevatte op 3-11-1967 42 mg/l Na en 43 mg/l K.

Tabel 45. De opgenomen hoeveelheden krachtvoer, hooi, silage en bostel in kg droge stof, van ZW (grote eenheden), mineralen, vre, Na, K, Ca en P (g) per dier per dag.

	Millingen groep			Wassenaar groep	
	proef	controle		proef	controle
krachtvoer/concentrates	1,7	1,7	bostel/brewers grains	1,0	1,0
hooi/hay	1,4	5,7	mineralen I/minerals	10,0	10,0
silage	8,0	3,7	silage	11,5	11,5
ZW/S.E.	5,9	5,8	ZW/S.E.	6,5	6,5
vre/d.c.p.	1299	1325	vre/d.c.p.	1273	1273
Na	91	24	Na	82	42
K	221	235	K	222	222
Ca	77	86	Ca	84	84
P	42	43	P	43	43
	experi- mental	control		experi- mental	control
	Group			Group	

Table 45. Intake of dry matter of concentrates, hay, silage and brewers grains in kg, of S.E. (big units), minerals, d.c.p., Na, K, Ca and P (g) per animal per day.

Waarnemingen. Allereerst werden na ongeveer 2-3 weken droogstand van zoveel mogelijk koeien per bedrijfseenheid monsters urine (voor 07.00 uur) opgevangen en speeksel en mest (van 11.00 tot 14.00 uur) afgenomen en van een aantal dieren tevens bloed getapt voor onderzoek op het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed en ter bepaling van de haematokriet. Het bloedmonster werd afgenomen uit de melkader en opgevangen in een buisje met Na-EDTA als antistollingsmiddel (30 mg per 10 ml bloed). Meestal werden dezelfde dieren niet 2-maal per droogstand bemonsterd, ofschoon wel iedere maand op gezette tijden (begin) de monsters werden verzameld en sommige dieren dus de kans liepen nogmaals 'meegenomen' te worden. Het doel van deze monsternemingen was om na te gaan welke invloed van de zoutverstrekking uitging op de mineralensamenstelling van diverse se- en excreta en om naderhand na te kunnen gaan of er vóór de partus ten aanzien van de mineralensamenstelling verschillen hadden bestaan tussen dieren die wel en die niet met de nageboorte bleven staan. Blevен dieren met de nageboorte staan, die vooraf niet waren bemonsterd, dan werd alsnog op de 2e dag na het kalven een monster speeksel en mest afgenomen. Vaak werd binnen enkele weken tevens een bloedmonster afgenomen op dezelfde wijze en met hetzelfde oogmerk als voorheen werd aangegeven. Het aantal eosinofiele cellen werd geteld om een indruk te krijgen van de stress, die voor of na de partus aanwezig zou kunnen zijn bij de dieren welke aan de nageboorte bleven staan. Het speeksel, de urine en de mest, benevens de voedermiddelen en het drinkwater werden op Na en K onderzocht. De voederwaardebepalingen en de verdere gewasanalyses vonden plaats op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek. De overige monsters werden te Hoorn geanalyseerd.

Stoornissen. De proeven zijn in hun uitvoering ongestoord verlopen, zij het dat niet van elke koe die aan de nageboorte bleef staan in de droogstand een monster speeksel e.d. werd verkregen. In verband met het grote aantal dieren kon namelijk slechts een deel hiervan worden bemonsterd. Ook het opvangen van de urine in de open loopstallen leverde nogal moeilijkheden op, zodat uit deze groepen minder monsters voor analyse beschikbaar kwamen. Het totaal aantal dieren dat te Millingen met de nageboorte bleef staan was dit jaar $\pm 10\%$ tegen vorig jaar $\pm 16\%$.

3 Resultaten. In de figuren 23 en 24 wordt het gemiddelde verloop van de uitkomsten te Millingen en te Wassenaar voor de proef- en controlegroep weergegeven van de Na- en K-gehalten van speeksel, mest en urine en van de haematokriet en het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed. Voor de constructie van de lijnen zijn alle beschikbare gegevens gebruikt, met inbegrip van die, welke afkomstig waren van dieren, die met de nageboorte zijn blijven staan. Een aantal daarvan zijn dus na de droogstand bemonsterd, maar de curves hebben toch overwegend betrekking op in de droogstand verzamelde gegevens.

Het valt op dat de proefgroep in de mest een hoger Na- en een lager K-gehalte heeft dan de controlegroep. Bij de ochtendurine is dit nog duidelijker het geval. Over de gehele winterperiode blijkt bovendien het Na-gehalte van de ochtendurine bij beide

Fig. 23. Verloop van de gemiddelde Na- en K-gehalten in speeksel en mest (met droge stof) op de bedrijven te Millingen en Wassenaar tezamen

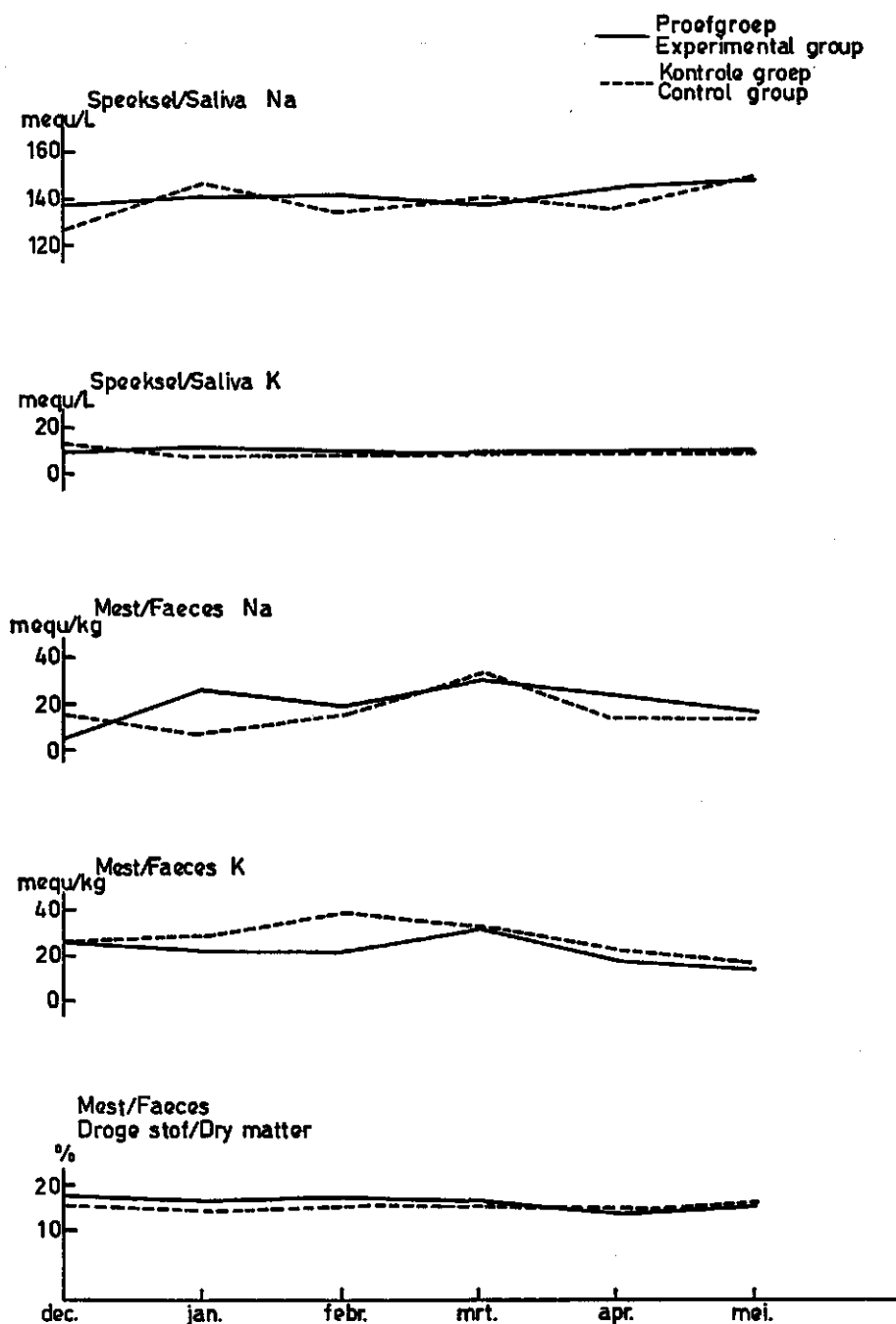


Fig. 23. Course of the average concentration of Na and of K in saliva and faeces (with dry matter) on the farms at Millingen and Wassenaar together

Fig. 24. Gemiddeld verloop van enkele urine- en bloedbestanddelen op beide bedrijven

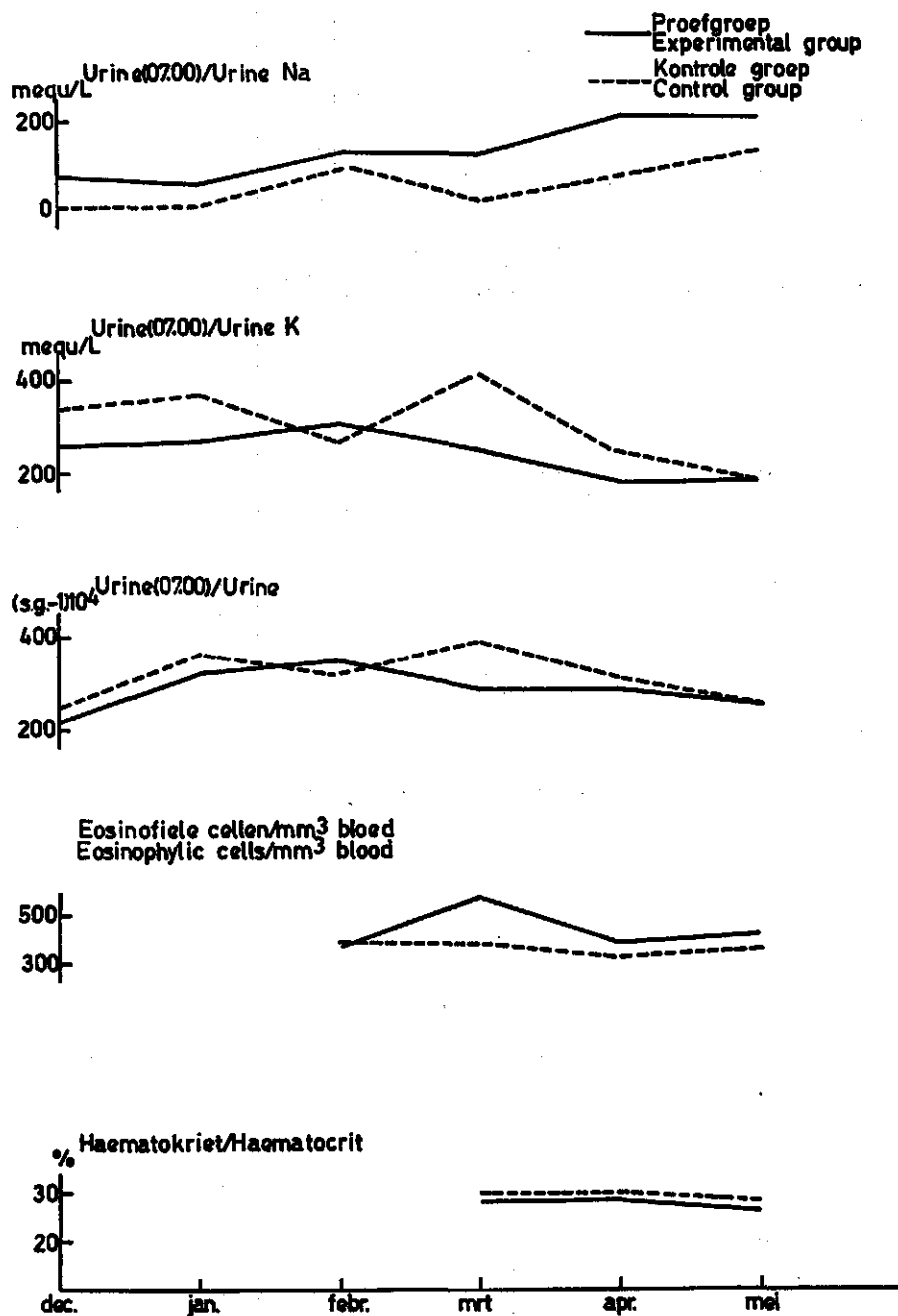


Fig. 24. Average course of some constituents of urine and blood on both farms

Tabel 46. Waarnemingen om en nabij de partus. Gemiddelden over beide bedrijven. Tussen haakjes het aantal waarnemingen.

	Extra zoutgroep retentio secundinarum		Controlegroep retentio secundinarum	
	wel	niet	wel	niet
leeftijd (jaren)/age (years)	6,4	(10)	3,8	(94)
dagen te vroeg (-) of te laat (+) gekalfd/ days early (-) or late (+) calving	-6,4	(10)	+1,1	(94)
speeksel Na/ saliva Na (mequ/l)	143	(10)	142	(53)
" K "	8,6	(10)	8,5	(53)
" Na/K "	16,5	(10)	16,8	(53)
mest Na/ faeces Na (mequ/kg)	13	(10)	27	(51)
" K "	22	(10)	22	(51)
" K/Na "	1,7	(10)	0,8	(51)
" droge stof/faeces dry matter (%)	15,5	(10)	15,3	(51)
urine Na/urine Na (mequ/l)	132	(6)	118	(55)
" K "	275	(6)	280	(55)
" (s.g.-l)10 ⁴	324	(6)	319	(55)
bloed eo's/mm ³ /blood eo's/mm ³	313	(7)	482	(15)
haematokriet/haematocrit %	28,8	(7)	28,4	(12)
yes	yes	no	yes	no
	retained placenta Extra saligroep		retained placenta Controlgroup	

Table 46. Observations just before, during and just after calving. Averages over the 2 farms. In brackets the number of observations.

groepen wat te stijgen in tegenstelling tot het K-gehalte dat juist een dalende tendens vertoont. Afgezien van het Na-K antagonisme hierbij, moet het stijgende verloop van het urine-Na-gehalte een gevolg zijn van het feit, dat in december en januari zo goed als geen urinemonsters binnenkwamen van de proefboerderij te Wassenaar. De urine te Wassenaar bleek een zeer hoog Na-gehalte te bezitten en een vrij laag K-gehalte vergeleken met de urine uit Millingen, waardoor vanaf februari de lijnen op een hoger niveau liggen. In elk geval is in de gemiddelden te Millingen of te Wassenaar afzonderlijk geen stijgende of dalende tendens waarneembaar. De lijnen van het soortelijk gewicht van de urine (verminderd met 1,0 en vermenigvuldigd met 10^4) laten een treffende overeenkomst zien met die van het K-gehalte in de urine. De bloedbemonstering is later begonnen. De curven laten geringe groepsverschillen zien en hebben voornamelijk betrekking op de periode vlak na de partus.

Tabel 46 laat voor de proef- en de controlegroep zien hoe de toestand is bij de dieren, die met de nageboorte zijn blijven staan en bij de dieren, waarbij dat niet het geval was (*normaal*). De monsters van de dieren, waarbij geen retentio secundinarum optrad, hebben uitsluitend betrekking op de droogstand periode, de monsters van de dieren met vertraagd afgekomen nageboorte zijn deels voor en deels na de partus genomen. Bij het bloed zijn de monsters van de *normale* dieren ook deels voor en deels na de partus genomen. In de tabel zijn bij de verhoudingsgetallen van Na en K in speeksel en mest de 'gewogen' gemiddelden gebruikt. Dat wil zeggen de teller en de

Tabel 47. Verschillen tussen gevallen met Retentio Secundinarum (RS) en normaal (norm.) en tussen proef- en controlegroep.

	Proef RS - norm.	Controle RS - norm.	Normaal Pr. - contr.
leeftijd (jaren)/age (years)	+ 2,6***	+ 0,4	- 0,8*
dagen te vroeg (-) gekalfd/days calved early (-)	- 7,5**	- 5,5***	- 1,3
speeksel Na/ saliva Na (mequ/l)	+ 1	- 8*	+ 2
" K " "	+ 0,1	+ 1,6	+ 0,2
" Na/K " "	- 0,3	- 3,6*	- 0,1
mest Na/ faeces Na (mequ/kg)	- 14*	+ 3	+ 11**
" K " "	0	0	- 4*
" K/Na " "	+ 0,9	- 0,3	- 0,9**
" droge stof/faeces dry matter (%)	+ 0,2	+ 1,1	+ 0,9
urine Na/urine Na (mequ/l)	+ 14	+ 46**	+ 52***
" K " "	- 5	- 97***	- 43**
" (s.g.-1)10 ⁴ /urine	+ 5	- 40*	- 18
bloed eo's/mm ³ /blood eo's/mm ³	- 169	- 189*	+ 56
haematokriet/haematocrit (%)	+ 0,4	- 0,1	- 2,0*
	r.p.-norm. Experiment	r.p.-norm. Control	Expt.-contr. Normal

* = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$, *** = $P < 0,001$

Table 47. Differences between cases with retained placenta (r.p.) and normal (norm.) and between experimental and control groups.

noemer van de breuk zijn afzonderlijk gemiddeld. Tabel 47 geeft de voornaamste verschillen weer. Vooreerst de verschillen tussen de dieren met retentio secundinarum en de overige per proef- en controlegroep en voorts de verschillen tussen de *normale* dieren van proef- en controlegroep.

Bij de berekening van de significantie moesten groepen worden vergeleken met verschillende aantallen. Dit geschiedde aan de hand van de volgende formule:

$$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \sqrt{\frac{n_1 \times n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{(n_1 + n_2) \sum x^2}}$$

Voor verklaring der tekens zie Snedecor (1956).

Het aantal dieren dat met de nageboorte is blijven staan bedroeg in de proefgroep 10 van de 104, dat is 9,6% en in de controlegroep 13 van de 93 (13,8%).

De Chi-kwadraat berekening leert dat deze verschillen niet wezenlijk zijn.

4 Bespreking. Uit tabel 47 blijkt dat bij de proefgroep de oudere dieren vaker met de nageboorte blijven staan dan de jongere. Mogelijk heeft het feit dat de proefgroep bijna 1 jaar jonger was dan de controlegroep bovenstaande gevolgtrekking enigszins begunstigd. In elk geval stemt het overeen met het gevondene te Hoorn (5.2.1). De dieren welke met de nageboorte zijn blijven staan brachten hun kalveren bijna 1 week vroeger ter wereld dan de dieren, welke geen last hadden van dit euvel na de partus. De draagtijd bedroeg gemiddeld 277 dagen op beide bedrijven. Bij diverse dieren met vertraagd afkomen van de nageboorte zijn bijzonderheden te vermelden als melkziekte, trekkracht gebruikt, dode vrucht en dergelijke, wat mogelijk, evenals de vroeggeboorte, een bepaald licht op de oorzaken van het ontstaan van de retentio secundinarum werpt. Hoewel men voorzichtig moet zijn met het trekken van vergaande conclusies uit de bij deze proef geconstateerde feiten suggereren deze waarnemingen toch dat de meeste gevallen van retentio secundinarum niet op zichzelf staan maar dat vele uiteenlopende bijkomende factoren tot het ontstaan van het euvel kunnen bijdragen.

Overigens heeft onze poging om door toediening van extra keukenzout tijdens de droogstand periode het optreden van retentio secundinarum te voorkomen tot een negatief resultaat geleid. Wel heeft de proefgroep een lagere haematokriet dan de controlegroep. Of dit tengevolge van de zouttoediening is ontstaan moet worden betwijfeld. Veeleer gaan de gedachten uit naar de silagevoeding te Millingen. Daar kreeg de proefgroep vooral de nattere silages (EH) en de controlegroep meer droge silages of hooi (DH) in het rantsoen. De silages waren van matige kwaliteit. Ook te Hoorn trad bloedarmoede op vooral na voeding met slechte silage in de droogstand, zij het gecombineerd met ondervoeding (5.2.1).

Het Na-gehalte van het speeksel bij de retentio secundinarum-gevallen was iets lager dan bij de overige dieren van de controlegroep. Daar het verschil in Na-gehalte van het speeksel voor en na de partus hierbij niet van invloed blijkt te zijn (voor de partus 128, na de partus 135 mequ/l) is er nog de mogelijkheid, dat hier sprake is van

stress, waarbij al eerder tengevolge van de bijbehorende cortisonproductie een lichte Na-retentie werd vastgesteld.

Het Na-gehalte in de mest is bij de proefgroep verhoogd en dit drukt het K-gehalte. In de proefgroep is evenwel het Na-gehalte in de mest van de dieren met retentio secundinarum lager dan van de overige dieren. Het verschil in Na-gehalte van de mest voor en na de partus bij de dieren met retentio secundinarum is niet significant ($5,3 \pm 8,1$). Splitsing van de gegevens per bedrijf en in voor en na de partus levert te weinig getallen op om dit verschil nader te onderzoeken. Voorzichtigheid in de interpretatie blijft daarom gewenst.

Dat de dieren met retentio secundinarum in de controlegroep meer Na in de urine hebben dan de overige dieren in deze groep geeft aan dat Na bij het ontstaan van dit euvel waarschijnlijk niet als een deficiënte voedingsstof in het geding is. Bij splitsing der getallen per bedrijf blijven de verschillen wel in dezelfde richting wijzen, alleen zijn ze dan niet meer wezenlijk, zodat over de betekenis van voornoemd verschil voorzichtig moet worden geoordeeld (onderlinge bedrijfsverschillen kunnen bij de uitkomsten van de statistische bewerking een rol hebben gespeeld). Dat het K in de urine door het Na verdrongen wordt blijkt zonder meer uit tabel 47. Dat het s.g. van de urine tussen proef- en controlegroep niet wezenlijk verschilt kan mogelijk verband houden met het feit, dat het Na, ofschoon het atoomgewicht lager is dan dat van K, het K in deze ten dele vervangt.

De reactie van het aantal eosinofiele cellen op het vertraagd afkomen van de nageboorte is voor alle beschikbare gegevens te Hoorn, Wassenaar en Millingen vastgelegd in een serie regressieformules. Hierbij is Y het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed op een bepaald tijdstip voor of na de partus en X het aantal weken voor of na de partus. Voor de partus gelden de volgende formules:

$$Y = -26,28 X + 484 \pm \sqrt{234 (X - 4,1)^2 + 3123} \quad n = 5 \text{ monsters van retentio secundinarum-gevallen}$$

$$Y = +7,60 X + 484 \pm \sqrt{1305 (X - 2,1)^2 + 3255} \quad n = 19 \text{ monsters van normale gevallen}$$

Bij $X = 4,1$ is het verschil der beide Y-waarden 139 ± 108 .

Na de partus gelden deze formules:

$$Y = 26,68 X + 223 \pm \sqrt{39,5 (X - 7,6)^2 + 1711} \quad n = 27 \text{ monsters van retentio secundinarum-gevallen}$$

$$Y = 25,90 X + 541 \pm \sqrt{68,0 (X - 10,8)^2 + 2385} \quad n = 63 \text{ monsters van normale gevallen}$$

Bij $X = 7,6$ is het verschil der beide Y-waarden 312 ± 69 ($P < 0,001$)

In figuur 25 worden de regressielijnen in beeld gebracht. De stijging van het aantal

Fig. 25. Verloop van het aantal eosinefiele cellen per mm³ bloed voor en na de partus

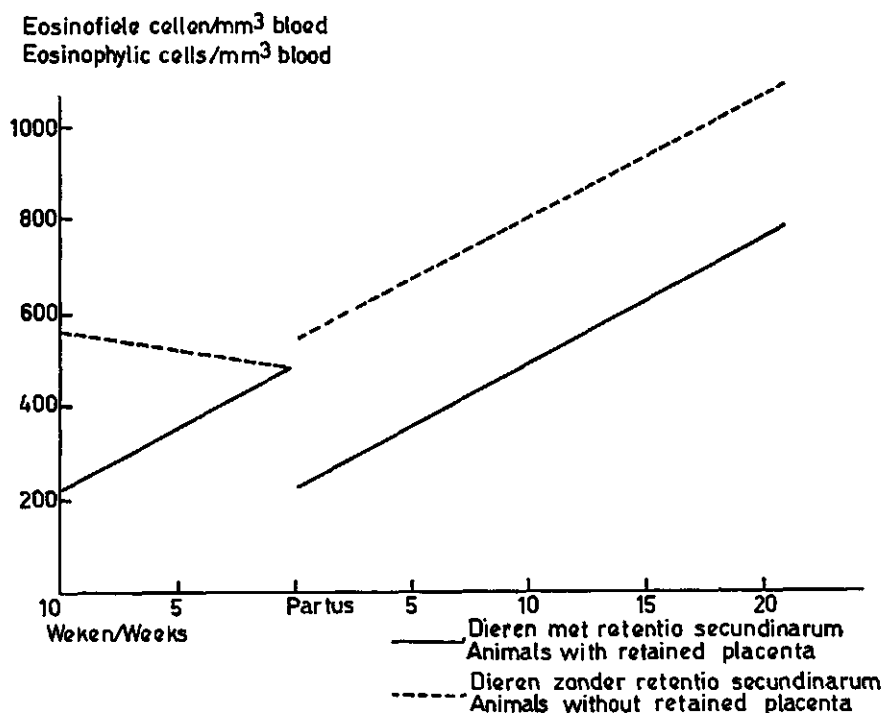


Fig. 25. Course of the number of eosinophils per mm³ blood before and after calving

eosinofiele cellen voor de partus bij de retentio secundinarum-gevallen is waarschijnlijk niet reëel (5 waarnemingen). Bij de normale gevallen treedt voor de partus een lichte daling op. Dit stemt overeen met de waarnemingen van Shaw e.a. (1952). In het verloop van de droogstand treedt met andere woorden een stressreactie op in het dierlijk lichaam. Na het afkalven begint deze reactie geleidelijk af te nemen. Opvallend hierbij is, dat de lijn van de retentio secundinarum-gevallen bijna dezelfde regressiecoëfficiënt heeft als die van de controledieren. Er is dus geen herstelproces waarneembaar in het verloop van de onderste lijn na de partus in die zin, dat ze sneller stijgt dan de bovenste lijn. Men zou kunnen concluderen tot een natuurlijk niveauverschil (denk aan verschil in leeftijd) of aan een geval van zeer langdurige nawerking. Vergeleken met de gegevens van Shaw e.a. (1952) lijkt evenwel het verloop van onze lijnen na de partus minder steil dan door hem werd gevonden. Dit kan er op wijzen dat ook onze normale dieren onder een grotere stress verkeerden dan die van hem. Hij vond bij 20 normale dieren in het verloop van 1 maand na de partus een stijging van 300 tot 800 eosinofiele cellen/mm³. Bij ons doen de dieren daar enkele maanden over. Het kan dus zijn dat onder deze omstandigheden van een werkelijk herstel van de stress tengevolge van de

retentio secundinarum nauwelijks sprake kan zijn.

Tenslotte nog iets over de bedrijven zelf. Uit tabel 45 blijkt, dat de opnemingsaanvang op beide bedrijven goed was. Te Millingen had een koe van 600 kg theoretisch voldoende voer om het gewicht in stand te houden en ruim 11 kg standaardmelk te produceren. Te Wassenaar ontvingen de dieren nog meer. De conditie der dieren bij het afkalven was dan ook redelijk goed te noemen. Of de droge dieren te Millingen van de zoutsilages echter steeds zoveel opgenomen hebben als uit de wegingen (voornamelijk bij lacterend vee) zou kunnen worden afgeleid, mag betwijfeld worden, wanneer we zien, dat de Na-gehalten in de urine van de hoge zoutgroep zoveel lager zijn dan de cijfers te Wassenaar. Overigens liggen de urine-Na-gehalten te Wassenaar ook weer zo hoog, dat hier werkelijk twijfel kan rijzen aan de periodiciteit van de Na-uitscheiding. In elk geval geven praktijkproeven als deze steeds de moeilijkheid van grote variaties in omstandigheden en uitkomsten, zodat vergelijking en interpretatie aan de hand van eigen cijfers, verkregen te Hoorn, slechts weinig houvast bieden.

In Millingen trad de retentio secundinarum op, zoals we gezien hebben, in het kader van meerdere klachten. Er waren voorts soms moeilijkheden met de fertiliteit en er werden kalveren verworpen, dood geboren of moeilijk grootgebracht in percentages die op zichzelf misschien niet verontrustend zijn maar die tezamen zouden kunnen wijzen op een gemeenschappelijke oorzaak.

Op beide bedrijven trad de retentio secundinarum over de gehele kalftijd verspreid op zonder voorkeur voor een bepaalde maand. In Wassenaar leek het aantal gevallen iets groter te zijn tijdens de overgangsperiode van weide naar stal en omgekeerd, maar heel duidelijk was dit niet.

In Wassenaar, evenals in Millingen, was de Ca/P-verhouding in het voer ruim. In Wassenaar hadden de pinken last van likzucht; terwijl de beenstanden en de ontwikkeling der dieren beter konden zijn. Geadviseerd werd daarom een volgend jaar over te gaan op een P-rijker mineralenmengsel. Bij navraag bleek, dat in de volgende winter het aantal gevallen van aan de nageboorte blijven staan aanzienlijk was teruggelopen, terwijl ook de likzucht achterwege was gebleven. Het nieuwe mineralenmengsel had een Ca/P-verhouding van 1:2. In hoeverre hier van een toevalligheid of van een oorzakelijk verband sprake is, is uiteraard niet vast te stellen.

5 Conclusies. Uit dit praktijkonderzoek is niet gebleken, dat een extra keukenzoutverstrekking tijdens de droogstand periode een preventieve werking heeft op het ontstaan van retentio secundinarum.

Wel kwam opnieuw naar voren dat oudere dieren iets gevoeliger waren voor het ontstaan van het euvel en dat de klacht veelal gepaard ging met verschillende andere bijzonderheden, zoals te vroeg afkalven, melkziekte, dode vrucht en dergelijke. Ook bleek dat, getuige het verlaagde aantal eosinofiele cellen per mm³ bloed, de dieren met retentio secundinarum zeer lange tijd onder grotere stress verkeerden dan de controledieren. Of deze stress ook oorzaak van de kwaal is, is moeilijk vast te stellen. Een daling in het Na-gehalte van het speeksel gaf in een enkel geval (controlegroep)

aanleiding tot deze veronderstelling. Na verdringt het K in urine en mest bij hoge keukenzoutdoses, wat waarschijnlijk met een grotere vochtopneming gepaard gaat.

Als gevolg van de zoutverstrekking werden geen verschillen in aandoening van het urogenitaalapparaat geconstateerd (zie 5.2.1).

5.2.3 Mineralenbalansen bij voedselovergangen en overmatige watertoediening

1 *Doel.* Bij de voorgaande proeven op stal en in de wei is slechts weinig aandacht geschonken aan de invloed van plotselinge overgangen van hooi naar gras (-silage) en omgekeerd op de natriumhuishouding van het rund. In ons vochtige klimaat met name in de weidetijd is bovendien een bestudering van de invloed van een overmatige waterconsumptie op b.v. de Na-stofwisseling gewenst.

In het onderhavige proefverslag wordt melding gemaakt van de resultaten van een serie balansproeven met nevenwaarnemingen in het speeksel, pensvocht en bloed bij een viertal runderen.

Deze proeven zouden deels kunnen worden beschouwd als een vervolg op de proeven van Dobson met schapen (1965). Hij bestudeerde achter elkaar de overgangen van grasbrokjes naar bevroren vers gras, vervolgens naar hooi en meel en tenslotte weer terug naar bevroren vers gras. Wij deden iets dergelijks met hooi en grassilage. Onze proefopzet werd zo gekozen, dat enig onderscheid gemaakt kon worden tussen hooi en silage aan de ene kant en de overgang van hooi naar silage (en omgekeerd) aan de andere kant. Ook de invloed van ruwvoerremming werd bij deze proef apart in ogenschouw genomen. Bij Dobson speelden al deze factoren enigszins door elkaar, zodat een nadere analyse naar de verschillende werkzame componenten gewenst leek. Ons rantsoen bestond uit ruwvoer en enig krachtvoer. Verder werden behalve Na ook K, Cl en N in de balansen betrokken. Bovendien werd steeds de verteerbaarheid van het rantsoen bepaald.

2 *Werkwijze*

Opzet van de proef. Er werd gewerkt met 4 zwartbonte koeien, waarvan 2 droogstaand en niet drachtig (39 en 40) en 2 melkgevend en pas enige maanden drachtig (45 en 64). De verwachte kalfdatum lag voor de dieren 45 en 64 in februari 1968. De leeftijd van de 4 dieren varieerde van 4 tot 6 jaar. De conditie van beide melkkoeien was redelijk goed ($\pm 6,5$), de conditie van de beide droge koeien was goed (7,5).

Beide melkkoeien waren voorzien van een pensfistel.

Er zijn in totaal een achttal balansproeven verricht:

1. Van 25/ 7 tot 3/ 8 waarin de koeien 39 en 40 10 kg hooi en 1 kg meel per dier per dag kregen
2. van 3/ 8 tot 13/ 8 waarin de koeien 39 en 40 4 kg hooi en 1 kg meel per dier per dag kregen
3. van 25/ 7 tot 3/ 8 waarin de koeien 45 en 64 10 kg hooi en $2\frac{1}{2}$ kg meel per dier per dag kregen

4. van 3/ 8 tot 13/ 8 waarin de koeien 45 en 64 op hetzelfde rantsoen als bij 3 stonden en per dier door de fistel in de loop van het etmaal 120 liter water toegediend kregen
5. van 28/ 8 tot 30/ 8 als 1 en 3
6. van 30/ 8 tot 9/ 9 waarin alle dieren in plaats van 10 kg hooi, 30 kg maai-kneussilage ontvingen; het krachtvoer bleef als bij de proeven 1 en 3
7. van 9/10 tot 18/10 als proef 6
8. van 18/10 tot 28/10 als de proeven 1 en 3

De proeven zijn in de zomer van 1967 te Hoorn genomen in de dubbele Hollandse stal waarbij extra voorzieningen werden getroffen om een goede opstelling van de balansproeven mogelijk te maken.

Tussen de balansen (2 + 4) en 5 ontvingen de dieren dezelfde rantsoenen als bij 1 en 3 en tussen de balansen 6 en 7 dezelfde als bij 6.

Voeding. Tabel 48 geeft enig inzicht in de samenstelling van de gebruikte rantsoenen c.q. rantsoencomponenten tijdens de diverse balansperioden. De partij hooi was in de zomer (na 15 juli) van 1966 gemaakt en werd in geperste baaltjes op de zolder van de stal bewaard. Ze bleek betrekkelijk homogeen van samenstelling te zijn, maar speciaal het Cl- en in mindere mate de K- en N-gehalten bleken enigszins te variëren. De partij werd zo goed mogelijk tevoren gemengd alvorens de dagporties voor de komende balansen werden afgewogen en in zakken (jute) weggezet.

De grassilage was op 24 mei 1967 met behulp van een maaikneuzer gemaakt. De silage was goed geslaagd, zoals uit het volgende blijkt. Voor de balans 6 (tussen haakjes balans 7) had de silage een pH van 4,0 (4,1), een ammoniakfractie van 8,4 (9,2) een ruw eiwit % (zonder ammoniak) in de droge stof van 13,06 (12,55), een azijnzuurgehalte in het verse materiaal van 0,70 (0,91) %, een boterzuur-% van 0 (0,08) en een melkzuurpercentage van 1,71 (1,50). In tabel 48 staan voor de silages de totale ruw eiwitgehalten (dus met NH_3 erbij) vermeld. Dit in verband met de N-balansen. Bij de berekening van het vre-gehalte, evenals bij de uitwerking van het verteringsproefgedeelte is echter gewerkt met het NH_3 -vrije ruwe eiwit-gehalte (vre = voedernorm ruw eiwit).

Het meel was in hoeveelheid niet toereikend voor de 8 balansperioden gezamenlijk en daarom is voor de laatste 2 balansen een nieuwe partij gemaakt. Het mengsel voor balans 1 t/m 6 (tussen haakjes 7/8) bevatte 42,7 (42,3) % lijnmeel, 29,0 (28,8) % maismeel, 22,2 (21,9) % gerstemeel, 3,5 (3,4) % droge pulp, 2,0 (2,0) % P-zure voederkalk, 0,34 (0,34) % MgO , 0,08 (0,08) % vit. AD_3 preparaat, 0,17 (0,17) % KCl , 0,008 (0,008) % $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq.}$, 0,001 (0,001) % $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{ aq.}$, 0(1) % NaCl . In de laatste partij werd 1 % NaCl gemengd, in de eerste partij niet. Bij de balansen 1 t/m 6 ontving daarom elk dier per dag 30 gram NaCl door de meelpap. Het meel werd aangemaakt met water in de verhouding 1 tot 2.

De voederwaarde van de mengsels werd op de gebruikelijke manier berekend uit

Tabel 48. De droge-stofgehalten, benevens de samenstelling en de uit de chemische analyses berekende voedervaarde van de verschillende rantsoencomponenten en van het totaal rantsoen, uitgedrukt in procenten van de droge stof (ZW in grote eenheden per 100 kg).

	Balans	Droge stof	re	rc	as	Na	K	Cl	ZW	vre
hooi/hay	1 + 3	86,30	10,23	30,53	11,20	0,08	3,15	0,89	37	5,2
"	2 + 4	85,89	10,70	29,66	12,08	0,08	3,22	0,86	37	5,6
"	5	86,20	11,28	30,59	12,17	0,08	3,40	0,60	36	6,1
"	8	84,15	10,68	30,36	11,34	0,09	3,31	1,00	37	5,6
grassilage/grass-silage	6	19,83	14,07	29,69	9,40	0,08	2,23	0,59	56	8,1
"	7	19,91	13,64	29,71	10,22	0,08	2,19	0,55	56	7,6
meel/concentrate	1 t/m 6	86,27	22,23	6,95	6,98	0,03	0,96	0,17	77,4	18,3
"	7 t/m 8	84,96	20,35	6,74	7,84	0,53	0,92	0,92	77,5	16,8
totaal rantsoen/total ration	1	86,31	11,31	28,25	11,10	0,24	2,94	1,08	40,7	6,4
"	2	86,09	12,95	24,88	11,67	0,37	2,73	1,21	45,2	8,2
"	3	86,27	12,62	25,68	10,60	0,21	2,70	0,97	45,2	7,8
"	4	86,05	13,01	24,96	11,29	0,25	2,76	1,04	45,2	8,2
"	6	23,59	14,86	24,97	9,27	0,24	1,95	0,78	60,4	10,2
"	7	23,49	14,11	25,13	9,74	0,18	1,93	0,66	60,3	9,4
"	8	84,32	12,17	26,72	10,80	0,19	2,94	1,06	43,2	7,3
Balance		Dry matter	Crude protein	Crude fiber	Ash	Na	K	Cl	S.E.	fsc*

Tabel 48. Dry matter content, composition and nutritive value calculated from the chemical analyses of the various ration components and of the total ration expressed in % of the dry matter (S.E. in big units per 100 kg, *feeding standard crude protein).

de analyses in de droge stof van de samenstellende componenten. Omdat in het ruwvoer en in de mest bij de verteringsproef niet apart het ruw vet is bepaald, is in tabel 48 geen kolom voor het ruw vet percentage opgenomen.

De onderste helft van tabel 48 (totaal rantsoen) is weergegeven in verband met de schijnbare verterings- c.q. benuttingspercentages zoals deze vermeld worden in tabel 56.

De waterconsumptie werd gemeten met gecalibreerde plastic vaten, die verbonden waren met het drinkbakje van iedere koe.

De balansdag liep van 09.00 tot 09.00 uur. Het voederschema was als volgt:

09.30 $\frac{1}{4}$ portie ruwvoer

15.30 krachtvoer + $\frac{1}{4}$ portie ruwvoer

17.30 $\frac{1}{4}$ portie ruwvoer

07.30 $\frac{1}{4}$ portie ruwvoer

Even voor 09.00 werden de resten ruwvoer verzameld en naderhand gedroogd en gewogen. Het krachtvoer werd steeds volledig opgegeten.

Waarnemingen. Voorafgaand aan elke balansperiode werd bij het vullen van de zakken (silage in plastic) het ruwvoer bemonsterd. Tijdens de balansproeven werden het krachtvoer en het water dagelijks bemonsterd. In de verzamelmonsters werden de nodige analyses verricht. Per abuis werd het Cl-gehalte in het water niet bepaald. Gelukkig had het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland in de betreffende perioden monsters genomen uit het bassin, waaruit wij ons leidingwater betrokken hadden. Deze gegevens zijn, onder voorbehoud van kleine variaties, ons voldoende betrouwbaar voorgekomen om toch de Cl-balans op te maken.

Dagelijks werden vervolgens monsters genomen van de mest (4% van de totaal per dag uitgescheiden hoeveelheid), de urine (5%) en eventueel de melk (6%). Deze monsters werden verzameld in plastic vaten, waaraan een conserveermiddel werd toegevoegd. Voor mest en melk was dit formaline en voor urine toluol. De uiteindelijke analyses werden gecorrigeerd in verband met deze toevoegingen. Van de urine werd dagelijks het soortelijk gewicht bepaald.

Twee dagen voor en 3 dagen na elke balansovergang werden bovendien de mest, de urine en de melk bemonsterd om dagbalansen te kunnen maken. Hierin werd alleen Na, K en Cl bepaald.

Voor iedere balansovergang werd tweemaal bloed, speeksel en pensvocht (het laatste alleen bij de nummers 45 en 64 via de pensfistel) afgenomen. De eerste, tweede en negende dag na de overgang werd dit herhaald. Het bloed werd met heparine onstolbaar gemaakt en hierin werd het haemoglobine-% en de haematokriet bepaald. In het plasma werd vervolgens het gehalte aan Na en K en meestal ook aan Ca en Mg bepaald.

In het speeksel en pensvocht werden uitsluitend Na, K en soms Cl bepaald. Voor de balansen hebben deze monsternemingen weinig invloed gehad, zodat correctie achterwege kon blijven. Anders was het tijdens de laatste balansperiode (8). Hier werden ten behoeve van een ander onderzoek gedurende de laatste dag van balans 7 en gedurende de eerste 4 dagen van balans 8 de pensvochtvolumina gemeten bij de koeien 45 en 64.

Dit geschiedde met polyethyleenglycol (PEG) opgelost in 4 liter water. Dat wil zeggen: dagelijks werd om 8.30 uur 700 gram PEG in 4 liter water toegediend in de pens via de fistels. Dan werden om 10.30, 12.00, 1.30, 2.30, 3.30 en de volgende dag om 8.30 uur, dus in totaal 6 maal 100 cc pensvloeistof genomen om het concentratieverval van het PEG in de pensvloeistof te kunnen meten.

600 cc Pensvocht betekent een balanscorrectie van ong. 1,5 g Na, 0,9 g K, 0,3 g Cl en 0,6 g N. Bij afname van 100 cc bloed per dag komt daar nog ca. 200 mg Na, 13 mg K, 35 mg Cl en 160 mg N bij. Dit betekent dat de dagbalansen van Na en K bij de koeien 45 en 64 een correctie moeten ondergaan van 1,7 g Na en ongeveer 1 g K. De Na-balans wordt hierdoor niet merkbaar beïnvloed bij omrekening op het daggemiddelde ($1,7 \times 4/10 = 0,68$ g). De gevolgen voor de K-, Cl- en N-balansen zijn volgens de voorafgaande berekeningen verwaarloosbaar klein. Van 18 t/m 22 september werd op een rantsoen van 30 kg silage en 2½ kg krachtvoer ook een pensvocht-volume-meting gedaan.

Aan het begin en het einde van iedere balansproef werden de dieren gewogen.

Stoornissen. Ernstige stoornissen hebben zich niet voorgedaan. Een aantal keren waren de urinalen defect, maar dit kon zonder veel overlast steeds tijdig hersteld worden. Bij de toediening van 120 liter water per dag was de watertoevoer eenmaal verstopt. Na herstel van dit euvel ontving koe 64 in een paar uur tijd $\pm$ 100 liter water. 's Avonds en de andere morgen bevatte de urine van deze koe enig bloed. De temperatuur was enkele uren na het 'stootinfuus' 37,8°C (rectaal); van de andere koe 38,5°C. Verdere stoornissen deden zich bij koe 64 niet voor.

Bij de overgang van kuilvoer naar hooi (balans 7 $\rightarrow$ 8) kreeg koe 39 een lichte diarree. Het is mogelijk dat daardoor de verteringscoëfficiënt voor ruw eiwit werd verlaagd. Het dier herstelde overigens zonder dat een behandeling werd ingesteld.

3 Resultaten. In de figuren 26, 27 en 28 worden de gemiddelde balansen en de nevenwaarnemingen vermeld tijdens de diverse balansperioden en -overgangen.

De Na-, K-, Cl- en N-balansen laten bij alle overgangen schommelingen zien, ofschoon de variaties onderling procentueel wel wat verschillen. Wanneer de balansovergangen de darmvulling beïnvloeden, dan zullen in het algemeen de elementen met de laagste benuttingspercentages in het spijsverteringskanaal de meeste reacties te zien geven (Na en N in tegenstelling tot K en Cl; zie verderop). De balansovergangen beïnvloeden ook het levend gewicht enigszins. Door grote spreiding in de individuele gewichten zijn veel gewichtsverschillen helaas niet significant. Bij de vochttoediening (B 4) treedt een enorme verdunning op van het Na- en K-gehalte van het pensvocht. In het speeksel en bloedplasma lijken hierbij zeer geringe concentratieverschillen op te treden in de richting van een verdunning, vooral bij het Na.

Tijdens B₁ en B₂ lijken de Hb- en haematokrietpercentages hoger dan later. Het is mogelijk dat dit een gevolg is van opwinding (miltcontracties).

Tabel 49 geeft een indruk over de balansen van Na, K, Cl en N tijdens de verschillende perioden.

Fig. 26. Verloop van het gemiddelde lichaamsgewicht en de Na-, K-, Cl- en N-balansen tijdens de verschillende balansovergangen

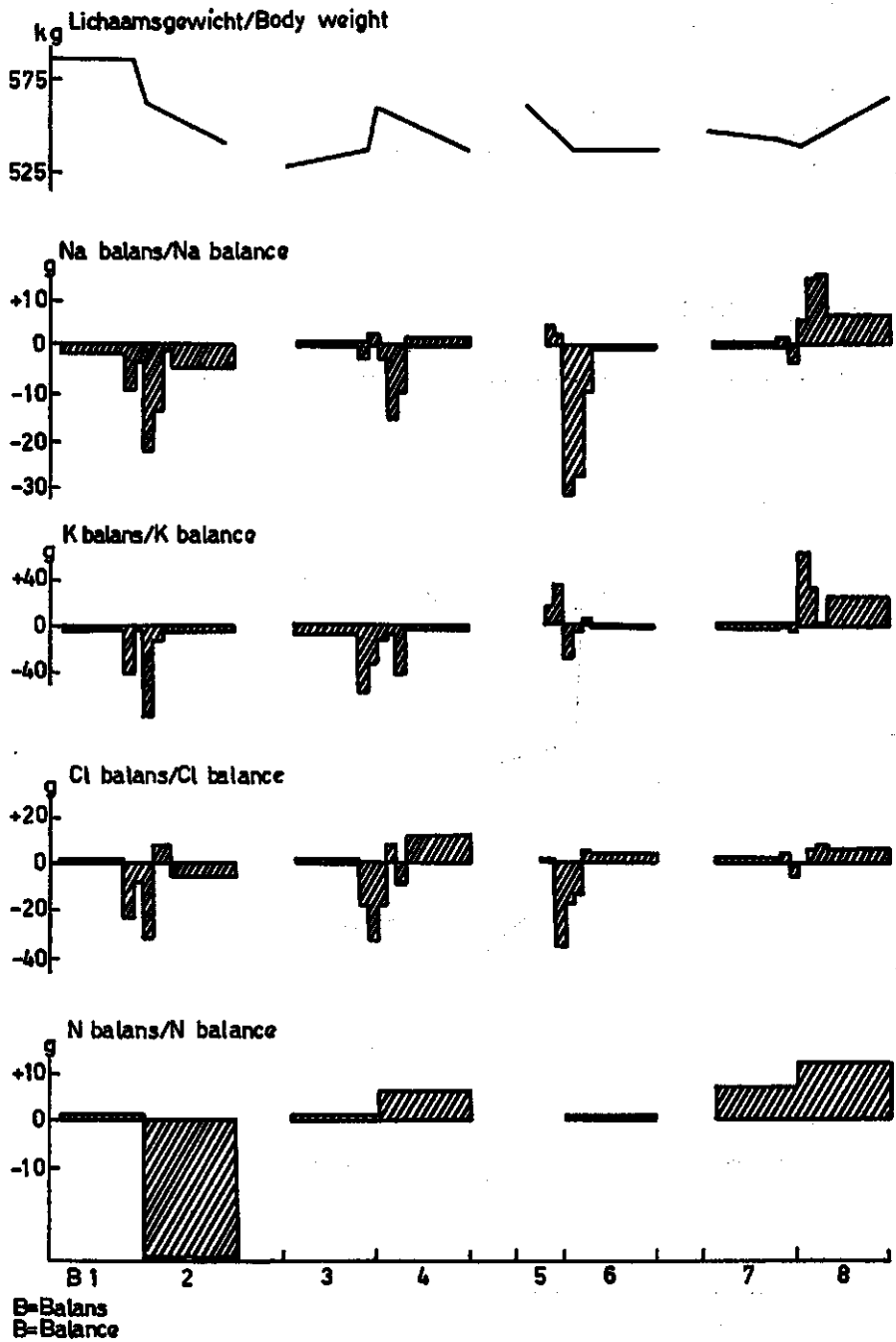


Fig. 26. Course of the average body weight and the Na, K, Cl and N balances during the various changes in balance.

Fig. 27. Verloop van de gemiddelde Na- en K-gehalten in speeksel, pensvocht en bloedplasma

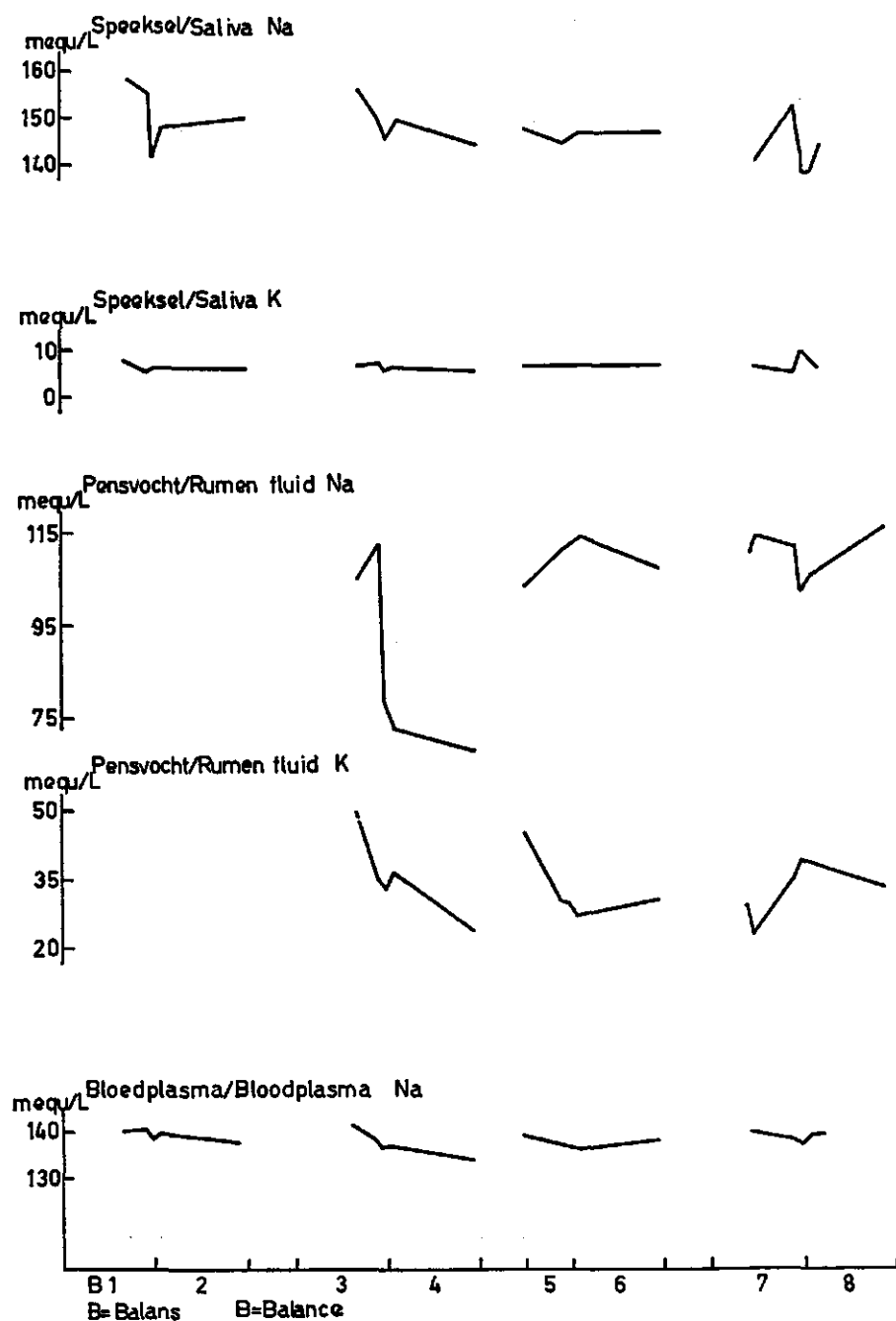


Fig. 27. Course of the average concentration of Na and of K in saliva, rumen fluid and blood plasma

Fig. 28. Verloop van de gemiddelde K-, Ca- en Mg-gehalten in bloedplasma en van het Hb-gehalte en de haematokriet

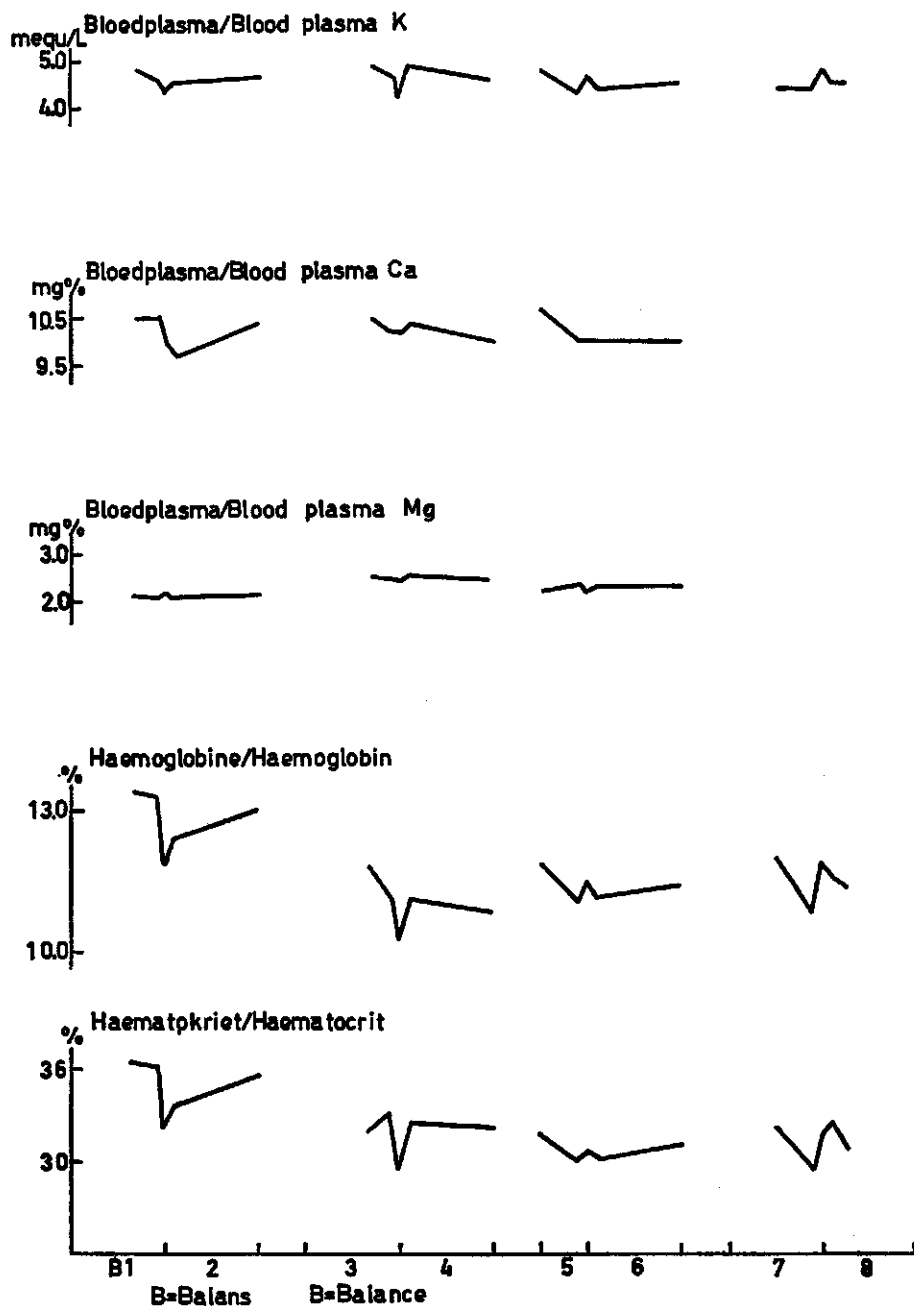


Fig. 28. Course of the average concentration of K, Ca and Mg in blood plasma and of the Hb-% and the haematocrit

In tabel 50 is getracht enige verschillen tussen de diverse balansen vast te stellen en voorzover de geringe aantallen koeien dit toestaan op wezenlijkheid te onderzoeken. De eerste 2 kolommen van tabel 50 bevatten samengestelde verschillen. Dat wil zeggen in ieder verschil is een blijvend rantsoenverschil en een tijdelijk overgangsverschil verdisconteerd. De overige kolommen van tabel 50 bevatten enkelvoudige verschillen, dat wil zeggen ofwel zuivere rantsoenverschillen (kolom 3 en 5 aangegeven met het -teken) ofwel zuivere overgangsverschillen (kolom 4, 6 en 7 aangegeven met het → teken). Aan deze splitsing van de samengestelde verschillen zitten enige voorwaarden verbonden. Vooreerst de tijdfactor. Tussen balans 8 en I (I = balans 1 en 3) zit een tijdsverschil van ruim 2½ maand. Is hierbij geen verandering opgetreden zoals: toenemende graviditeit (geeft mogelijk meer positieve (N) balansen)? Dit bezwaar geldt echter in mindere mate voor de overige verschillen en bij de 2 droogstaande dieren is het verwaarloosbaar.

Tabel 49. De gemiddelde balansuitkomsten in grammen per dier per dag over de verschillende balansperiodes ($I = \frac{1+3}{2}$).

Balansproef/Balance trial	1	3	I	2	4	6	7	8
Na	-2	0	-1	-7	-2	-8	0	+8
K	-6	-14	-10	-12	-7	-3	-2	+26
Cl	-2	-5	-3	-4	+6	0	0	+6
N	+1	0	+1	-34	+6	+1	+7	+12

Table 49. Average balance results in grams per animal per day during the balance periods ($I = \frac{1+3}{2}$).

Tabel 50. Verschil tabel behorende bij tabel 49. Voor verklaring zie tekst.

	Water- infus 4-3	10 en 4 kg hooi 2-1	'4'-10 kg hooi 3-1	10 → 4 kg hooi 2-3	Silage- hooi 7-1	Hooi → silage 6-7	Silage → hooi 8-1
Na	-2	-5*	+2	-7*	+1	-8***	+9***
K	+7	-6	-8	+2	+8	-1	+36***
Cl	+11	-2	-3	+1	+3	0	+9*
N	+6**	-35*	-1	-34**	+6	-6	+11(*)
	Water infusion	10 and 4 kg hay	'4'-10 kg hay	10 → 4 kg hay	Silage- hay	Hay → silage	Silage → hay

* P < 0,05, ** P < 0,01, *** P < 0,001, (*) sign. zonder koe 39

Table 50. Table of differences. Tables 49 and 50 belong together. For explanation see text.

Vervolgens is aangenomen dat de verschillende voederhoeveelheden onder handhaving van een gelijke ruwvoer/krachtvoerhouding bij de balansen 2 en 3 (bij balansproef 2 werd 4 kg hooi en 1 kg krachtvoer gegeven, bij balansproef 3 was dit 10 kg hooi en 2½ kg krachtvoer) geen al te grote verschillen in de balansuitkomsten zal doen ontstaan. Dit houdt echter in dat kolom 4, berekend uit de kolommen 2 en 3, enig inzicht zou kunnen geven in de overgang van 10 naar 4 kg hooi. Hierbij blijken vooral de Na- en N-balans wezenlijk te zijn verstoord. Bij de overgang van 10 kg hooi naar 30 kg silage (6-7) zijn de Na- en N-balansen negatief. Deze overgang is enigszins vergelijkbaar met de zojuist besproken overgang van 10 → 4 kg hooi, als men zich het droge-stofcijfer van de silage ($\pm 20\%$) realiseert. De overgang van silage naar hooi (kolom 7) laat bij alle 4 elementen positieve balansen zien. De N-balans is hierbij positief als de koe met diarree (39) buiten beschouwing wordt gelaten.

Het water-infuus heeft ogenschijnlijk de N-balans beïnvloed.

Een andere methode ter bestudering van de overgangen wordt in de tabellen 51 en 52 weergegeven. In tabel 51 stelt A voor de toestand voor de overgang, B de periode van overgang vastgesteld op maximaal 3 dagen na de omschakeling en C de periode daarna. Het kan zijn, dat bij C nog geen toestand van evenwicht is bereikt doordat de overgangsperiode langer duurde dan 3 dagen. Dit geldt met name voor de balansen. Bij de overige waarnemingen is meestal de 9e dag na de overgang bemonsterd, zodat dit bezwaar van nawerking hierbij mogelijk iets minder telt.

De balansuitkomsten zijn weer vermeld in grammen per dier per dag. In tabel 52 worden de verschillen vermeld tussen B en C en C en A. De som van beide verschillen geeft het samengestelde verschil weer, dat ter wille van de overzichtelijkheid hierbij niet wordt vermeld. B-C stelt steeds de overgang voor, C-A het verschil tussen de 2 rantsoenen. Wanneer de balansovergangsv verschillen in tabel 50, vermenigvuldigd met 10, groter zijn dan de balansovergangsv verschillen in tabel 52 vermenigvuldigd met 3, dan is er sprake van nawerking van B in C.

Speciaal bij de overgang van silage naar hooi kan men zeggen, dat de overgangsperiode langer heeft geduurd dan 3 dagen. Dit blijkt ook uit de significante verschillen, die zouden bestaan tussen hooi en silage (laatste kolom tabel 52).

Bij de overgang van hooi naar silage, evenals bij die van 10 naar 4 kg hooi, is speciaal bij Na enige nawerking in C waarneembaar, maar dit is toch veel minder overtuigend dan bij de overgang van silage naar hooi.

K en Cl geven nogal moeilijkheden met de interpretatie. Zo zou de Cl-balans tijdens de overgang hooi → silage negatief zijn en daarna weer positief. Hetzelfde zien we bij K en Cl gebeuren tijdens de overgang van 51 naar 130 liter water en daarna. Dit wijst er op dat K en Cl op een andere wijze betrokken zijn bij de rantsoenveranderingen dan Na. De N-balans kon in tabel 51 en 52 niet vermeld worden, daar geen N-bepaling heeft plaats gehad tijdens de dagbalansen in de overgangstijd. De grote handicap bij de beoordeling van balansuitkomsten en in dit geval eveneens bij de nevenwaarnemingen tijdens de eerste 4 balansproeven is het kleine aantal dieren. Daarom zijn in de linkerhelft van tabel 52 veel grote verschillen, zoals in het gewicht of in de pensvochtsamenstelling niet significant, ofschoon ze zeer systematisch zijn.

Tabel 51. Proefresultaten voor (A), tijdens (B) en na (C) de diverse balansovergangen. Alles gemiddelden per dier per dag.

	Van 10 naar 4 kg hooi			120 l. water infuus			Van hooi naar silage			Van silage naar hooi		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
balans Na/balance Na (g)	-2	-12	-5	0	-10	+1	+2	-24	-1	0	+11	+6
" K " "	-6	-30	-5	-14	-19	-1	+25	-8	-1	-2	+30	+23
" Cl " "	-2	-4	-5	-4	-6	+12	-17	-8	+4	0	+4	+6
lichaamsgewicht/body weight (kg)	584	563	546	530	558	536	558	534	535	542	538	563
speeksel Na/saliva Na (mequ/l)	157	145	149	154	148	144	147	147	147	147	138	146
" K " "	6,8	6,2	5,8	6,8	6,0	5,5	6,8	6,7	6,6	6,0	9,2	6,4
pensvocht Na/rumen fluid Na (mequ/l)	.	.	.	110	76	68	108	114	108	112	105	118
" K " "	.	.	.	42	35	24	38	28	30	36	39	34
bloedplasma Na/blood plasma Na (mequ/l)	140	139	138	140	138	134	139	138	139	140	139	142
" K " "	4,7	4,4	4,6	4,8	4,6	4,5	4,6	4,4	4,5	4,3	4,6	4,5
Ca (mg %)	10,5	9,8	10,4	10,4	10,3	10,0	10,4	9,9	9,8	.	.	.
Mg "	2,0	2,1	2,2	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,3	.	.	.
Hb/haemoglobin (%)	13,4	12,2	13,0	11,4	10,6	10,8	11,4	11,3	11,4	11,4	11,7	11,4
haematokriet/haematocrit (%)	36,2	33,0	35,6	30,7	28,8	29,5	30,8	30,3	31,3	30,6	32,2	30,8
	From 10 to 4 kg hay			+ 120 l. water infusion			From hay to silage			From silage to hay		

Table 51. Experimental results before (A), during (B) and after (C) the various balance changes. All averages per animal per day.

Tabel 52. Verschil tabel behorende bij tabel 51. Voor verklaring zie tekst.

	10 → 4 kg hooi B-C	'4' - 10 kg hooi C-A	51 → 130 liter water B-C	130 - 51 liter water C-A	Hooi → silage B-C	Silage - hooi C-A	Silage → hooi B-C	Hooi - silage C-A
balans Na/balance Na (g)	- 7	- 3	- 11	+ 1	- 23***	- 3	+ 5**	+ 6***
" K "	- 25	+ 1	- 18*	+ 13*	- 7	- 26***	+ 7	+ 25***
" Cl "	+ 1	- 3	- 18	+ 16	- 12**	+ 21*	- 2	+ 6
lichaamsgewicht/body weight (kg)	+ 17	- 38**	+ 22	+ 6	- 1	- 23	- 25	+ 21
speeksel Na/saliva Na (mequ/l)	- 4	- 8	+ 4*	- 10	0	0	- 8(*)	- 1
" K "	+ 0,4	- 1,0	+ 0,5	- 1,3	+ 0,1	- 0,2	+ 2,8(*)	+ 0,4
pensvocht Na/rumen fluid Na	.	.	+ 8	- 42	+ 6	0	- 13*	+ 6
" K "	.	.	+ 11	- 18	- 2	- 8	+ 5	- 2
bloedplasma Na/blood plasma Na	+ 1	- 2	+ 4*	- 6**	- 1	0	- 3*	+ 2***
" K "	- 0,2	- 0,1	+ 0,1	- 0,3	- 0,1	- 0,1	+ 0,1	+ 0,2
Ca (mg%)	- 0,6	- 0,1	+ 0,3	- 0,4	+ 0,1	- 0,6*	.	.
Mg "	- 0,1	+ 0,2	0	0	- 0,1	+ 0,1	.	.
Hb/haemoglobin (%)	- 0,8	- 0,4	- 0,2	- 0,6	- 0,1	0	+ 0,3	0
haematokriet/haematocrit (%)	- 2,6	- 0,6	- 0,7	- 1,2	- 1,0	+ 0,5	+ 1,4	+ 0,2
	10 → 4 kg hay	'4' - 10 kg hay	51 → 130 liter water	130 - 51 liter water	Hay → silage	Silage - hay	Silage → hay	Hay - silage

(*) P < 0,10; * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Table 52. Table of differences. Table 52 and 51 belong together. For explanation see text.

Bij de overgang van silage naar hooi lijkt het Na-gehalte in het speeksel iets gedaald en het K-gehalte verhoogd te zijn. Ook het pensvocht en het bloedplasma bevatten daarbij een lager Na-gehalte. Het blijkt dat tevens gedurende enkele dagen praktisch geen Na in de urine verschijnt. Dit wijst op een Na-retentie tengevolge van aldosteron-productie in de bijnieren. Dit wordt in deze proef tegelijk bevestigd in de positieve

Tabel 53. De schijnbare waterbalans en de schijnbare resorptie van water in de darm, het droge-stofgehalte van de mest en de wateropneming per kg opgenomen droge stof. Alles per dier per dag. I = 0,5 (balans 1 + 3).

balansproef/balance trial	1	3	I	2	4	6	7	8
'waterbalans' (kg)/ 'water balance' (kg)	+8,0	+9,0	+8,5	+1,9	+10,0	+3,1	+6,6	+10,6
'resorptie %' water/ 'resorption %' water	53,3	63,9	58,6	62,2	85,5	72,2	75,3	61,6
droge stof % mest/ dry matter % faeces	15,30	16,96	16,13	17,61	16,04	18,04	18,83	16,93
wateropneming per kg opgenomen ds (I)/ water intake per kg dry matter intake (I)	4,7	4,8	4,8	5,0	12,0	4,9	4,8	4,8

Table 53. Apparent water balance and apparent resorption of water in the gut, dry matter content of the faeces and water intake per kg dry matter intake. All per animal per day. I = 0,5 (balance 1 + 3).

Tabel 54. Verschil tabel behorende bij tabel 53.

	Water- infuus 4-3	10 en 4 kg hooi 2-1	'4'-10 kg hooi 3-1	10 → 4 kg hooi 2-3	Silage- hooi 7-I	Hooi → silage 6-7	Silage → hooi 8-I
'waterbalans'/ 'water balance' (kg)	+ 1,0	- 6,1	+ 1,0	-7,1*	- 1,9*	-3,5**	+2,1*
'resorptie %' water/ 'resorption %' water	+21,6	+8,9	+10,6(*)	-1,7	+16,7**	-3,1(*)	+3,0
droge stof % mest/ dry matter % faeces	- 0,92	+2,31	+ 1,66	+0,65	+ 2,70*	-0,79	+0,80
wateropneming per kg opgenomen ds/ water intake per kg dry matter intake (I)	+ 7,2**	+0,3(*)	+ 0,1	+0,2	0	+0,1	0
	Water infusion	10 and 4 kg hay	'4'-10 kg hay	10 → 4 kg hay	Silage- hay	Hay → silage	Silage → hay

(*) P < 0,10; * P < 0,05; ** P < 0,01.

Table 54. Table of differences belonging to table 53.

Na-balans tijdens de overgang van silage naar hooi.

Waarom de Ca-spiegel in het bloed is verlaagd bij silagevoeding is niet duidelijk. Daling van het bloedplasma-Na tijdens het waterinfuus (C-A) gaat niet gepaard met een duidelijk positieve balans. Of verlaging van het Na-gehalte van het bloedplasma alleen dan ook voldoende is om de aldosteronsecretie te stimuleren moet betwijfeld worden. Om een indruk te krijgen omtrent het gedrag van het water in het lichaam tijdens de balansovergangen is in tabel 53 een aantal gegevens hierover verzameld. De waterbalans is schijnbaar, omdat het eigenlijk geen balans is. Enerzijds is het waterverlies door respiratie, perspiratie of transpiratie niet meegerekend, anderzijds wordt de waterafgifte van het lichaam 'verrijkt' met water vrijkomend uit de stofwisseling. Zonder dit laatste zou de 'balans' nog sterker positief zijn.

Het resorptiepercentage van water in de darm is ook schijnbaar wegens de secretie van darmsappen, gal e.d. Het 'resorptiepercentage' hangt af van het droge-stofgehalte van de mest en van de hoeveelheid mest, dus ook van de verteerbaarheid van de droge stof van het rantsoen. Tabel 54 geeft een idee van de verschillen in waterhuishouding bij verschillende rantsoenomstandigheden. Uit tabel 54 blijkt dat bij het water de overgang hooi → silage de andere overgang silage → hooi nagenoeg opheft. Er zijn ook duidelijke verschillen tussen silage en hooi die voor een groot deel weer schijnen te worden opgeheven door het verschil in droge-stofopneming (zie hiervoor kolom 3). Alleen de 'waterbalans', het 'resorptie %' van het water en de droge stof van de mest zijn bij het verschil tussen 6 kg droge-stof silage en 10 kg hooi (7-I) duidelijker in het geding (meer + of minder —) dan bij het verschil tussen 4 en 10 kg hooi (3-I). Bij de beoordeling van de verteerbaarheid in tabel 57 zal dit opnieuw ter sprake komen.

Op silage-rantsoenen zou de wateropneming (totaal water in het rantsoen) per kg opgenomen droge stof even groot zijn als op hooirantsoenen, ofschoon de netto-hoeveelheid drinkwater uiteraard veel minder bedraagt. De mest bij silagerantsoenen lijkt wat droger, terwijl de onzichtbare waterafgifte (respiratie, verdamping e.d. minus stofwisselingswater) schijnt te zijn afgenomen. Zie tabel 54 (7-I).

De schijnbare waterbalans en waterresorptie zijn bij de overgang hooi → silage weer vergelijkbaar met de overgang 10 → 4 kg hooi. Bij het waterinfuus lijkt de mest iets natter te zijn geworden. Bij de overgang van silage naar hooi treedt kennelijk onder invloed van het nieuwe rantsoen (hooi) waterretentie op, terwijl vermoedelijk als nawerking van het oude rantsoen (silage) tegelijk een betere darmresorptie en een hoger droge-stofgehalte van de mest ontstaat (vergelijk kolommen 7 en 5). In dit verband zijn de pensvochtvolumemetingen illustratief voor wat er met het gereteneerde water gebeurt. Tabel 55 geeft een overzicht van 2 series pensvocht-volumemetingen.

Van 18 tot en met 22 september had koe 45 om 08.30 uur gemiddeld 60,2 l. pensvocht en koe 64 58,6 liter. Op 16 en 17 oktober was dit nog enkele liters minder. Vanaf 09.00 uur op 17 oktober begint de hooiperiode en de eerste meting van het vocht-volume vindt dus plaats op een hooirantsoen op 18 oktober. Hier blijkt het pensvochtvolume gemiddeld 15 liter gestegen te zijn vergeleken met de voorgaande dagen. Vooral bij koe 45 gaat de stijging zelfs voort en schijnt op een hoger niveau te blijven

Tabel 55. De hoeveelheid pensvocht om 08.30 uur in liters op silage- en hooirantsoenen.

rantsoen/ration	Datum	Koe nr.	
		45	64
silage	18/ 9	58,8	56,1
"	19/ 9	61,7	56,5
"	20/ 9	62,0	58,6
"	21/ 9	61,0	60,4
"	22/ 9	57,5	61,5
"	16/10	56,3	56,3
"	17/10	56,8	52,9
hooi/hay	18/10	69,3	71,9
"	19/10	78,8	60,6
"	20/10	68,7	59,5
		45	64
		Cow no.	

Table 55. The quantity of rumen fluid at 08.30 a.m. in liters on silage- and hay rations.

dan op het silagerantsoen.

Om behalve over het gedrag van het water nog enige informatie te krijgen over het gedrag in het lichaam van de in dit water aanwezige voedselbestanddelen, zullen in tabel 56 enige (schijnbare) resorptie- en verteringscoëfficiënten worden vermeld van anorganische en organische stoffen. Tevens worden in deze tabel de gemiddelde voederwaardecijfers vermeld, zoals zij berekend werden uit de inmiddels verkregen verteringscoëfficiënten. Dit ter vergelijking van de voederwaardecijfers verkregen uit de chemische analyse van de rantsoenen, waarbij géén rekening kon worden gehouden met de rantsoenovergangen (zie tabel 48).

De verteringscoëfficiënten van ruw eiwit en N moeten theoretisch gelijk zijn bij alle kolommen behalve 6 en 7 (silages). Kleine verschillen ontstaan door afrondingsfouten, grotere, zoals bij de silages, ontstaan doordat bij ruw eiwit om voedingsfysiologische redenen het ammoniak niet wordt meegeteld. Dit verlaat vaak groten-deels onbenut het lichaam via de urine (ureum).

De ZW in de droge stof van het rantsoen werd bij de hooi-meelrantsoenen berekend volgens de formule $ZW = \% \text{ verteerbare organische stof} - 0,06 \times \% \text{ voedernorm ruw eiwit} - 0,58 \times \% \text{ ruwe celstof in hooi droge stof} \times \% \text{ hooi in het rantsoen}$, alles in de droge stof (Kellner, 1929; Dijkstra, 1951).

Bij de silage-meelrantsoenen werd gebruik gemaakt van dezelfde formule; alleen omdat het percentage ruwe celstof in de verse silage 5,90% bedroeg luidde het laatste deel van de formule $- 0,34 \times \% \text{ ruwe celstof in silage droge stof} \times \% \text{ silage in het rantsoen}$, alles weer op droge stof basis.

Uit tabel 56 blijkt duidelijk het verschil van de benutbaarheid van Cl en K enerzijds en Na en N anderzijds. Tabel 57 geeft wederom de verschillen weer behorende bij de gegevens van tabel 56. De verteerbaarheid en benutbaarheid van het silagerantsoen

Tabel 56. Resorptie- en verteringscoëfficiënten (schijnbare) van de verschillende rantsoenen (% benevens de hiermee berekende voederwaardecijfers in de droge stof van het rantsoen. Gemiddelden per dier. ZW in grote eenheden per 100 kg (Balansproef I = gemiddelde van de balansen 1 en 3).

balansproef/balance trial	1	3	I	2	4	6	7	8
Na	57,4	70,6	64,0	65,1	75,3	57,3	68,8	76,8
K	88,1	88,8	88,4	91,5	90,5	89,2	90,1	88,8
Cl	95,0	93,8	94,4	96,2	93,6	95,3	95,1	96,3
N	51,0	60,6	55,8	55,1	61,7	71,1	71,9	56,5
droge stof/dry matter	60,7	64,6	62,6	59,6	64,7	70,1	72,5	63,4
organische stof/organic matter	64,0	68,0	66,0	63,6	67,8	74,4	77,3	67,2
ruw eiwit/crude protein	51,0	60,7	55,8	55,0	61,9	69,6	69,6	56,0
overige koolhydraten + vet/ N-free extract + fat	67,8	72,2	70,0	69,7	72,0	77,0	79,1	68,9
ruwe celstof/crude fiber	62,3	63,0	62,6	55,6	62,6	72,0	77,6	69,0
as/ash	34,9	36,1	35,5	30,0	40,0	28,0	28,5	32,1
zetmeelwaarde/starch equivalent	40,5	46,2	43,4	42,1	46,0	58,8	61,0	44,6
voedernorm ruw eiwit/ feeding standard crude protein (%)	5,8	7,6	6,7	7,1	8,0	10,3	9,8	6,8

Table 56. Absorption and digestion coefficients (apparent) of various rations (%) with the calculated figures for nutritive value in the dry matter of the ration. Average per animal. S.E. in big units per 100 kg. (Balance trial I = average of balances 1 and 3).

is aanzienlijk beter dan van het hooirantsoen (7-I). De voederwaarde van het mengsel van silage en meel is eveneens beter dan van het hooi-meel mengsel. Toch komt een gedeelte van deze verschillen ook op rekening van het hogere krachtvoerpercentage in het silagerantsoen. Dit blijkt uit kolom 3, waarbij de invloed van 1½ kg krachtvoer boven een hooimeelmengsel van 10 op 1 duidelijk merkbaar is. De verschillen in kolom 5 zijn groot genoeg om na een bepaalde aftrek vergelijkbaar met die van kolom 3 nog een restantverschil over te houden ten gunste van de verteerbaarheid van silage.

De overgang van silage naar hooi (8-I) laat een nawerking vermoeden van de silage, terwijl de overgang van hooi naar silage (6-7) het tegenovergestelde beeld laat zien, mogelijk soms in iets versterkte mate. De overgang van 10 naar 4 kg hooi (2-3) laat een beeld zien vergelijkbaar met de overgang van hooi naar silage (6-7). Bij het rantsoen van 10 kg hooi was procentueel minder krachtvoer aanwezig dan bij het rantsoen van 4 kg hooi, zodat een nawerking van de lagere verteerbaarheid van het eerste rantsoen op het tweede waarschijnlijk is (kolom 4).

De verteerbaarheid van de as zou op het hooirantsoen beter zijn. De reden hiervan is mij niet bekend.

Het waterinfuus laat weinig veranderingen zien. Sommige auteurs (Suttle en Field, 1966) beschrijven Na- en K-urese bij waterinfusen. Wij zien dit enigermate in tijdelijke vorm optreden. Het natrium laat dit het duidelijkst zien. De positieve verschillen in resorptiepercentages (kolom 1, tabel 57) van Na en K zouden hiervoor een indicatie kunnen zijn. Volgens tabel 52 kunnen ook de balansen tijdelijk verstoord raken door de watertoediening, doch na 3 dagen volgt dan herstel.

Tabel 57. Verschil tabel behorende bij tabel 56.

	Water- infus 4-3	10 en 4 kg hooi 2-1	'4' - 10 kg hooi 3-1	10 → 4 kg hooi 2-3	Silage - hooi 7-1	Hooi → silage 6-7	Silage → hooi 8-1
Na	+4,7	+7,7	+13,2	-5,5	+4,8	-11,5	+12,8
K	+1,7**	+3,4	+0,7	+2,7	+1,7**	-0,9	+0,4
Cl	-0,2	+1,2**	-1,2	+2,4	+0,7	+0,2	+1,9
N	+1,1	+4,1	+9,6**	-5,5	+16,1**	-0,8	+0,7
droge stof/dry matter	+0,1	-1,1	+3,9*	-5,0	+9,9***	-2,4**	+0,8
organische stof/organic matter	-0,2	-0,4	+4,0	-4,4	+11,3***	-2,9***	+1,2
ruw eiwit/crude protein	+1,2	+4,0	+9,7**	-5,7	+13,8**	0	+0,2
overige koolhydraten + vet/N-free extract + fat	-0,2	+1,9	+4,4**	-2,5	+9,1***	-2,1**	-1,1
ruw celstof/crude fiber	-0,4	-6,7	+0,7	-7,4	+15,0***	-5,6**	+6,4*
as/ash	+3,9	-4,9	+1,2	-6,1*	-7,0*	-0,5	-3,4
zetmeelwaarde/starch equivalent	-0,2	+1,6	+5,7*	-4,1	+17,6***	-2,2*	+1,2
voedernorm ruw eiwit/feeding standard crude protein	+0,4*	+1,3*	+1,8**	-0,5	+3,1**	+0,5	+0,1
	Water infusion	10 and 4 kg hay	'4' - 10 kg hay	10 → 4 kg hay	Silage - hay	Hay → silage	Silage → hay

* P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Tabel 57. Table of differences. Table 56 and 57 belong together.

4 *Bespreking.* Iedere overgang in het rantsoen bevat elementen van het nieuwe en van het oude rantsoen. Soms overheerst de invloed van het nieuwe rantsoen zoals bij de retentie-verschijnselen, die waargenomen werden bij de silage → hooi-overgang. In andere gevallen was er meer sprake van nawerking van het oude rantsoen zoals bij de overgang van hooi → silage en van 10 → 4 kg hooi. In een enkel geval overheerste de 'schok' van de verandering zelf als het ware de nieuwe en oude situatie, zoals bij het infuus van een flinke hoeveelheid water. Na deze 'schok' herstelden de dieren zich in het algemeen zo, dat ze er in een totaal tijdsbestek van 10 dagen maar weinig door veranderd zijn (tabel 52). De onzichtbare waterafgifte (verdamping e.d. minus stofwisselingswater) is bij het hooirantsoen wat hoger geweest dan bij het silagerantsoen (tabel 54). Een verband met de geleverde verteringsarbeid op beide rantsoenen ligt voor de hand. De verteringsarbeid is afhankelijk van de verterings-coëfficiënt en de hoeveelheid van een bepaalde te verteren stof, dus uiteindelijk van de verteerde hoeveelheid van die stof. Wanneer we ons bepalen tot de droge-stof-vertering van de rantsoenen, dan werd bij I (hooi) 0,9 kg droge stof meer verteerd dan bij 7 (silage). Maar ook bij 3 (10 kg hooi + 2½ kg krachtvoer) werd meer droge stof (1,2 kg per dier per dag) verteerd dan bij 1 (10 kg hooi en 1 kg krachtvoer). Vandaar dat tabel 54 (3-1) dan ook een positief verschil in de waterbalansen laat zien. Dit vormt een bevestiging van voornoemd verband.

Het volgende overzichtstaatje vertoont het onderlinge verband tussen de verschillen in de bruto waterretentie of waterafgifte, de veranderingen in het lichaamsgewicht, de onzichtbare waterafgifte en de hoeveelheid verteerde droge stof bij 3 rantsoenovergangen, alles berekend over 10 dagen.

2 - 1	6 - I	8 - 7	:	rantsoenovergangen
- 61	- 54	+ 39	:	aantal l. verschil waterbalans
- 38	- 23	+ 21	:	„ kg verschil in lichaamsgewicht
- 23	- 31	+ 18	:	„ l. verschil in onzichtbare waterafgifte
- 31	- 10	+ 8	:	„ kg verschil in hoeveelheid verteerde droge stof

De proeven zijn te grof om bovengenoemde getallen een absolute waarde toe te kennen. Ze geven slechts een globaal beeld. Wanneer de gewichtsveranderingen voornamelijk betrekking hebben op de vulling van het maagdarmkanaal dan is het percentage water hierbij slechts te schatten aan de hand van de meting van het pensvochtvolume. Het volume schijnt na enige dagen met ca. 11 liter te zijn toegenomen. De resterende 10 liters kunnen dan gemakkelijk veroorzaakt zijn door het water dat in het verdere verloop van het spijsverteringskanaal aanwezig is en de extra droge stof op het hooirantsoen vergeleken met het silagerantsoen.

De retentieverschijnselen bij de overgang van silage naar hooi komen overeen met wat Dobson (1965) waarnam bij een overgang van bevroren vers gras naar een hooimeelrantsoen. Er is echter één punt van verschil. Dobson ziet het Na-gehalte in het pensvocht daarbij stijgen en het Na-gehalte van het speeksel dalen. In *dit* onderzoek valt zowel in het pensvocht als in het speeksel een kleine daling van het Na-gehalte en een geringe stijging van het K-gehalte vast te stellen. Bij Dobson zal het verschil

in Na-gehalte dat in het hooi-meel rantsoen hoger was dan daarvoor, vermoedelijk het beeld beïnvloed hebben. Bij Na-retentie zien we steeds een daling van het Na-gehalte optreden in het pensvocht in plaats van een stijging. De Na-retentievervalsingen verraden slechts een schijnbaar Na-gebrek, want er is voldoende Na in het voer. Alleen plaatselijk, in het maagdarmkanaal, is even een grotere vraag en zo kan de vulling van het maagdarmkanaal verantwoordelijk worden gesteld voor veranderingen in de Na-gehalten in speeksel en urine. Mogelijk kan deze hypothese als basiselement gevoegd worden bij de verklaring van de dagvariatie in de Na-uitscheiding via de urine. Voor 100% zal deze hypothese vermoedelijk geen verklaring geven, daar het gehalte in de ochtendurine al laag is vóór de eerste voeding; er treedt dan geen verdere verlaging op, integendeel, in de loop van de ochtend treedt een stijging op van het Na-gehalte van de urine. Ook het K-gehalte van de urine lijkt 's morgens hoger te zijn dan later op de dag, hetgeen niet in overeenstemming is met de Na-retentie, daar dan het K in de urine daalt, terwijl het gehalte in de mest stijgt. Dit laatste blijkt ook duidelijk bij deze proef. Alleen is het K-gehalte van het hooi hoger dan van het silagerantsoen, wat dus een vertroebelende factor is (Het hooirantsoen bevatte 1% meer K in de droge stof dan het silagerantsoen (tabel 48)). De water- en Na-retenties gaan dus in tegen een eerder vermeld en geconstateerd natriuretisch en diuretisch effect van K.

Wanneer de dieren van 10 naar 4 kg hooi overgaan is er een neiging tot iets groter waterverbruik, een grotere waterresorptie in de darm en een iets drogere mest (tabel 54, kolom 2). Tegelijkertijd zien we volgens tabel 52 een daling in het Na-gehalte van het speeksel optreden. Gezien eerder vermelde waarnemingen is dit feit vermeldenswaard, zonder er grote nadruk op te willen leggen.

Bij de silage → hooi overgang werd per dier per dag 9 gram Na gereteneerd; bij de hooi → silage overgang werd 8 gram Na per dag afgestaan. Hierbij is het aandeel van de pens (zie volumemeting) ca. 3 gram zodat voor de rest het verdere verloop van het maagdarmkanaal en eventueel de extra cellulaire ruimte een rol zal moeten hebben gespeeld. De vraag of onze waterinfusen, hetgeen een continu proces was over 24 uur per dag, praktische waarde hebben, kan de volgende berekening leren.

Wanneer in natte seizoenen het droge stofgehalte van het gras door aanhangend water terugloopt tot 10% dan hoeft het dier slechts 13 kg droge stof aan gras op te

nemen om $\frac{90}{10} \times 13 = 117$ liter water binnen te krijgen. Ons infuus bedroeg enige liters meer. Figuur 27 en tabel 51 laten zien welk een verdunning van Na en K dit veroorzaakt in de pensvloei stof. Van de oorspronkelijke concentratie blijft slechts $\pm 60\%$ over. De vraag is of dit geen nadelen geeft voor de vertering. Uit tabel 57 blijkt daar niets van. Ook de balansen zijn niet ernstig verstoord (tabel 50). Iets anders is het, dat de balansen in geringe mate positief lijken te zijn (tabel 52, C-A). Mogelijk hangt dit samen met de waterretentie, zoals dit staat aangegeven in tabel 54 (4-3). Was de overgang hooi → silage vergelijkbaar met de overgang van 10 → 4 kg hooi, de overgang silage → hooi kan in zekere zin vergeleken worden met de overgang

van 51 → 130 liter water. De reacties in speeksel, pensvocht en bloed bij de water-infusen, die een mogelijke aldosteronwerking zouden kunnen voorstellen (tabel 52, C-A) kunnen evenwel ook voor de hand liggend verklaard worden door een geringe verdunning van de lichaamsvloeistoffen. De dieren worden door het infuus 6 kg zwaarder (C-A).

5 Conclusie. Bij een veranderde vulling van het maagdarmkanaal kan Na-retentie optreden. Zowel urine als speeksel evenals mest en pensvocht vertonen daarbij de karakteristieke reacties, die bij alimentair Na-gebrek zijn beschreven (De Na-voorziening was nu bij onze proeven steeds ruim). Gezegd moet worden dat de speeksel-reacties gering waren. Voorzichtigheid bij de beoordeling van de Na-toestand in het dier blijft in het kader van de opsporing van alimentair Na-gebrek in de praktijk met gebruikmaking van speekselonderzoek, maar vooral ook van urine-onderzoek geboden.

Vullingsverandering van het maagdarmkanaal kan ontstaan bij rantsoenwijzigingen zoals overgang van silage naar hooi of opnemng van grote hoeveelheden water. Bij overgang van hooi naar silage ontstaan negatieve Na-balansen, evenals bij de overgang van 10 naar 4 kg hooi. Deze wijzigingen in de Na-balansen worden in het algemeen begeleid door eenzelfde wijziging in de (schijnbare) waterbalans en de N-balans en in mindere mate ook in de K- en Cl-balans.

120 Liter water via een pensfistel toegediend veroorzaakt een ernstige verdunning van urine en pensvocht en in geringe mate van het speeksel. De vertering van de voederbestanddelen werd echter niet benadeeld.

5.2.4 Invloed van extra keukenzout op de verteerbaarheid van het rantsoen

1 Doel. Het doel van deze proeven is om te onderzoeken in hoeverre keukenzout toegevoegd aan ruwvoerders de vertering c.q. de verteerbaarheid van het voer beïnvloedt en daardoor mogelijk ook de voederwaarde ervan. Tevens wordt de invloed op de kwaliteit en samenstelling van het voer nagegaan, in de gevallen waarin het zout werd toegevoegd als conserveermiddel (bij grassilages).

Deze proeven sluiten aan bij de voorafgaande, maar vooral ook bij de hierna nog te bespreken voederproef met melkvee over de invloed van keukenzout in rantsoenen met grassilage (5.2.5).

2 Werkwijze

Opzet van de proeven. Er werd steeds gewerkt met 3 volwassen hamels. Er zijn in totaal 18 verteringsproeven verricht:

MV 154 en 155: hooi met en zonder een dagelijkse besprenkeling met 50 ml van een 10% zoutoplossing, uitgevoerd in dec. 1963 en jan. 1964.

MV 177 en 187: vers gras en silage van dit gras (silo's) met 1% landbouwzout in aug. 1965 en maart 1966.

MV 191, 199, 196 en 197: vers gras en silages hiervan (silo's) met respectievelijk 0, 1 en 2% landbouwsout in aug. 1966 en april, januari en maart 1967.

MV 204, 209, 211, 213 en 215: vers gras en silages van dat gras (grondkuilen) met respectievelijk 0, 2, 4 en 6% landbouwsout in juli 1967 en jan., febr. en maart 1968.

MV 205, 210, 212, 214 en 216: vers gras en silages van dat gras (silo's) met respectievelijk 0, 2, 4 en 6% landbouwsout in aug. 1967 en jan., febr. en maart 1968.

De percentages landbouwsout hebben betrekking op het verse materiaal voor het inkuilen.

De proeven bestonden uit een voorperiode van 10 dagen en een proefperiode van 10 dagen direct daarna. Ze werden uitgevoerd op de dependance van het IVO 'Hoorn' te Maarheeze.

Voeding. De dieren ontvingen uitsluitend ruwvoeder, dat 2 maal daags in afgewogen halve porties werd verstrekt. Bij elk dier werd op het verse gras en op de silages zonder conserveermiddel dagelijks 50 cc van een 10% NaCl-oplossing gesprengd om elke mogelijkheid van Na-gebrek uit te sluiten. De proeven met vers gras vonden plaats enkele dagen voor en na het maaien van het gehele perceel. De proeven met silage werden uitgevoerd tijdens het vervoederen van dit materiaal aan de koeien. De hamels werd tweemaal daags drinkwater aangeboden.

Waarnemingen. Het ruwvoer voor de verteringsproeven werd bemonsterd en geanalyseerd. Om met deze cijfers de voederwaarde van het totaal te ensilieren en geënsileerde gras te kunnen berekenen moest uiteraard ook al het gras en de silage per proefobject worden bemonsterd en geanalyseerd.

Van de silages werden daartoe regelmatig boormonsters en plukjesmonsters verzameld en geanalyseerd ter verkrijging van de voederwaarde, het gehalte aan azijnzuur, boterzuur, melkzuur en NH_3 . Tevens werden de pH en de hoeveelheid zand bepaald. Soms werden Na- en K-bepalingen aanvullend verricht.

Tenslotte werd de mest over de proefperiode in verhouding tot de geproduceerde hoeveelheid per dier bemonsterd, bewaard in flessen met enige formaline bij 4°C en geanalyseerd.

Stoornissen. Door het soms hoge zout- en zandgehalte in de silages en doordat, zoals gebruikelijk, niet continu water ter beschikking werd gesteld, was de opneming vaak aan de lage kant.

3 *Resultaten.* Tabel 58 geeft een overzicht van de uitslag der eerste twee verteringsproeven. De voederwaarde wordt niet beïnvloed door de zouttoevoeging. De, overigens wezenlijke, verschillen in enkele verteringscoëfficiënten zijn te klein om de voederwaarde van het hooi te kunnen veranderen.

Tabel 58. Het droge stof-gehalte, de samenstelling en voederwaarde in de droge stof (%) (ZW in grote eenheden per 100 kg). De verteringscoëfficiënten tussen haken zijn op significantie getoetst.

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Overige koolhydr.	Ruw vet	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	Zetmeel-waarde	vre
Hooi/Hay (MV 155)										
(opneming ds: 858 g)/(intake dry matter)	86,14	91,26	14,20	42,95	2,23	31,88	8,74	11,46	39,9	8,9
samenstelling/composition	62,7	64,6	62,6	62,1	30,1	71,3	42,3	57,3		
gemiddelde verteringscoëfficiënten/ average digestion coefficients										
Hooi + zoutoplossing (MV 154)/ Hay with salt solution										
(opneming ds: 838 g)/(intake dry matter)	84,07	91,20	14,06	43,10	2,21	31,83	8,80	12,62	39,9	8,8
samenstelling/composition	62,1	64,6	62,8	63,3	29,0	69,7	35,9	62,1		
gemiddelde verteringscoëfficiënten/ average digestion coefficients				***		*	*	*		
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	N-free extract	Crude fat	Crude fiber	Ash	True protein	Starch equivalent	Dig. crude protein

* $P < 0,05$; *** $P < 0,001$ (probability of the differences between dig. coeff.)

Table 58. Dry matter content, composition and nutritive value in the dry matter (%) (S.E. in big units per 100 kg). The digestion coefficients between brackets are tested for significance.

Tabel 59. Het droge stof-gehalte, de samenstelling in de droge en de voederwaarde in de zandvrije droge stof (%) (ZW in grote eenheden per 100 kg).

	Droge stof	In de droge stof					In zandvrije droge stof	
		organische stof	ruw eiwit —NH ₃	overige koolhydr.	ruw vet „ celstof	as	werkelijk eiwit	zand
Vers gras/Fresh grass (MV 177)								
(opnemings zandvrije ds: 564 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samenstelling/composition	22,06	75,89	12,66	40,05	23,18	24,11	9,31	15,72
gemiddelde verteringscoëfficiënten/	71,8	72,8	74,2	73,1	71,6	57,4	68,4	56,0
average digestion coefficients								11,1
Silage + 1 % zout (MV 187)/Silage + 1 % salt								
(opnemings zandvrije ds: 282 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samenstelling/composition	26,56	65,36	9,77	33,25	22,34	34,64	5,22	28,37
gemiddelde verteringscoëfficiënten/	63,5	64,7	35,9	68,1	69,1	47,5	.	47,2
average digestion coefficients								4,9
		organic matter	crude protein —NH ₃	N-free extract	crude fat „ fiber	ash	true protein	sand
	Dry matter	In the dry matter						starch equiv- alent protein
								In sandfree dry matter

Table 59. Dry matter content, composition of the dry matter and nutritive value in the sandfree dry matter (%) (S.E. in big units per 100 kg).

	Droge stof	In de droge stof					In zandvrije droge stof	
		organische stof	ruw eiwit minus NH ₃	overige koolhydr.	ruw vet „ celstof	as	werkelijk eiwit	ZW vre
Vers gras/Fresh grass (MV 191)								
(opnemings zandvrije ds: 787 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samestelling/composition	25,00	69,55	12,14	37,19	20,22	30,45	9,63	56,0
gemiddelde verteringscoëfficiënten/	70,5	71,4	69,4	72,3	71,0	59,4	64,4	11,0
average digestion coefficients								
Silage + 0% zout (MV 199)/Silage + 0% salt								
(opnemings zandvrije ds: 379 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samestelling/composition		51,16	6,92	26,36	17,88	48,84	5,35	
gemiddelde verteringscoëfficiënten/		58,2	36,8	61,7	62,2	13,0	20,6	44,30
average digestion coefficients								43,5
Silage + 1% zout (MV 196)/Silage + 1% salt								4,6
(opnemings zandvrije ds: 394 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samestelling/composition	29,60	47,89	6,73	24,80	16,36	52,11	4,92	
gemiddelde verteringscoëfficiënten/	58,4	61,3	40,8	59,7	71,2	35,9	19,9	44,2
average digestion coefficients								5,0
Silage + 2% zout (MV 197)/Silage + 2% salt								
(opnemings zandvrije ds: 353 g/)								
(intake sandfree dry matter)								
samestelling/composition	22,06	55,90	6,99	27,09	21,82	44,10	5,96	
gemiddelde verteringscoëfficiënten/	63,7	67,1	44,8	66,1	75,8	26,7	42,2	39,52
average digestion coefficients								50,6
	***	***	**	*	**	***	***	5,2
		organic matter	crude protein minus NH ₃	N-free extract	crude fat „ fiber	ash	true protein	starch equiv- alent
	Dry matter	In the dry matter					In sandfree dry matter	

* P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001 (probability of the differences between dig. coeff.)

Table 60. Dry matter content, composition in the dry and nutritive value in the sandfree dry matter (%) (S.E. in big units per 100 kg). The digestion coefficients between brackets are tested for significance.

Tabel 61. Het droge stof-gehalte, de samenstelling in de droge stof en de voedervaarde in de zandvrije droge stof (%) (ZW in grote eenheden per 100 kg). De verteringscoëfficiënten tussen haken zijn op significantie getoetst.

	Droge stof	In de droge stof					In zandvrije droge stof		
		organische stof	ruw eiwit — NH ₃	overige koolhydr.	ruw vet „ celstof	as	werkelijk eiwit	ZW	vre
Vers gras/Fresh grass (MV 204) (opnemingszandvr. ds: 756 g) (intake sandfree dry matter)									
samenstelling/composition	19,40	70,70	16,70	32,91	21,09	29,30	14,94	54,3	14,8
gem. verteringscoëff./average dig. coefficients	79,3	80,1	80,9	78,2	82,3	74,2	75,6		
Silage in grondkuil + 0% zout (MV 209)									
Ground silage + 0% salt									
(opnemingszandvr. ds: 780 g)									
(intake sandfree d.m.)									
samenstelling/composition	20,94	73,43	14,32	34,72	24,39	26,57	10,45	17,77	52,5
gem. verteringscoëff./average dig. coefficients	68,5	70,1	62,4	68,3	77,3	54,6	48,9		10,9
Silage in grondkuil + 2% zout (MV 211)									
Ground silage + 2% salt									
(opnemingszandvr. ds: 766 g)									
(intake sandfree d.m.)									
samenstelling/composition	23,72	68,72	13,95	32,53	22,24	31,28	8,47	17,66	50,2
gem. verteringscoëff./average dig. coefficients	72,2	71,5	64,1	70,6	77,2	75,8	45,0		10,8
Silage in grondkuil + 4% zout (MV 213)									
Ground silage + 4% salt									
(opnemingszandvr. ds: 750 g)									
(intake sandfree d.m.)									
samenstelling/composition	25,42	64,53	13,39	30,74	20,40	35,47	8,61	14,67	45,4
gem. verteringscoëff./average dig. coefficients	74,2	71,0	65,2	69,3	77,3	84,6	46,5		10,2
Silage in grondkuil + 6% zout (MV 215)									
Ground silage + 6% salt									
(opnemingszandvr. ds: 702 g)									
(intake sandfree d.m.)									
samenstelling/composition	26,26	61,58	13,25	29,48	18,85	38,42	9,16	13,40	44,4
gem. verteringscoëff./average dig. coefficients	77,5	73,1	66,8	70,9	80,6	89,1	51,7		10,2
Vers gras/Fresh grass (MV 205) (opnemingszandvr. ds: 803 g)									
	***					***	(*)		

gen. verteringscoëff./average dig. coefficients	71,0	72,4	73,7	72,3	71,8	53,6	67,7
Silage in silo + 0% zout (MV 210)/ Silage + 0 % salt (opnemingszandvr. ds: 785 g) (intake sandfree d.m.)							
samenstelling/composition	19,68	77,48	11,17	40,25	26,06	22,52	9,24
gen. verteringscoëff./average dig. coefficients	62,5	63,2	57,6	59,3	70,9	56,6	45,9
Silage in silo + 2% zout (MV 212)/ Silage + 2 % salt (opnemingszandvr. ds: 662 g)/ (intake sandfree d.m.)							
samenstelling/composition	21,95	74,45	11,57	38,10	24,78	25,55	8,83
gen. verteringscoëff./average dig. coefficients	63,6	63,3	61,6	57,9	71,4	65,9	48,1
Silage in silo + 4% zout (MV 214)/ Silage + 4 % salt (opnemingszandvr. ds: 673 g)/ (intake sandfree d.m.)							
samenstelling/composition	24,08	68,92	11,48	35,12	22,32	31,08	7,65
gen. verteringscoëff./average dig. coefficients	68,4	65,8	62,9	64,2	69,7	79,8	49,2
Silage in silo + 6% zout (MV 216)/ Silage + 6 % salt (opnemingszandvr. ds: 710 g)/ (intake sandfree d.m.)							
samenstelling/composition	23,37	67,02	9,96	34,34	22,72	32,98	7,62
gen. verteringscoëff./average dig. coefficients	63,2	59,5	53,2	56,5	65,9	78,7	44,5
	***	**	***	**	*	***	*
		organic matter	crude protein —NH ₂	N-free extract	crude fat " fiber	ash	true protein
	Dry matter					sand	starch equiv-
							alent
							dig. crude protein
							In sandfree dry matter

(*) $P < 0,10$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ (probability of the differences between dig. coeff.)

Table 61. Dry matter content, composition in the dry matter and nutritive value in the sandfree dry matter (%) (S.E. in big units per 100 kg). The digestion coefficients between brackets are tested for significance.

Het gehalte aan werkelijk eiwit van het hooi in de tweede proef (met NaCl, MV 154) was hoger dan bij de eerste proef. Dit was niet het geval met het gehalte aan ruw eiwit, zodat de verteringscoëfficiënten voor ruw eiwit en werkelijk eiwit met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden.

In de droge stof van het hooi was aanwezig 0,06% Na, 0,50% Cl en 2,50% K. In de droge stof van de mest der zoutarm gevoerde dieren was ongeveer 4 keer zo weinig Na, 1,5 keer zoveel K en evenveel Cl aanwezig als bij de meer zoutrijk gevoerde dieren.

Tabel 59 geeft de gemiddelde uitkomsten weer van de volgende 2 verteringsproeven. De samenstelling en voederwaarde hebben niet betrekking op het aan de schapen gevoerde materiaal, maar op het totaal te ensilieren en geënsileerde gras. De zandvrije droge stof-opneming was bij MV 187 erg laag (282 g), zodat de gegevens voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. Het betrof echter een oriënterende proef, daar ook de groep met silage zonder NaCl ontbrak. De kwaliteit van de silage met 1% zout was goed (pH 3,7; azijnzuur 0,44%, boterzuur 0%, melkzuur 0,88% en NH_3 -fractie 8,7). Het was een maaikneussilage, gemaakt in begin augustus en het zout werd op de wagen toegevoegd tot 1% van het verse materiaal. De daling van de ZW in de zandvrije droge stof bedroeg 16%; het vre-verlies 56%. Het totale voederwaardeverlies in de silo kon niet worden vastgesteld, doordat het verlies aan droge stof niet werd bepaald. Tabel 60 geeft de gemiddelde uitkomsten weer van de volgende 4 verteringsproeven. De samenstelling en voederwaarde hebben weer betrekking op het totaal te ensilieren en geënsileerde materiaal. Al het materiaal kwam van 1 perceel. Het gemaaidkneusde materiaal werd in 2 silo's gebracht. Eén silo werd zonder extra zout, de tweede werd in de onderste helft met 2% zout en in de bovenste helft met 1% zout gevuld. De 2 helften werden door middel van een strolaagje van elkaar gescheiden. De onderste helft was wat natter dan de bovenste. De kwaliteit van de silages stijgt met het zoutpercentage, zoals uit het volgende blijkt.

silage		0%	1%	2%
pH		4,3	4,0	4,1
azijnzuur	%	0,23	0,21	0,14
boterzuur	%	0,29	0,13	0,02
melkzuur	%	0,48	0,40	0,33
NH_3 -fractie		7,8	6,6	4,0
kwalificatie		matig	goed	goed

De verteringscoëfficiënten van de 3 silages nemen over het algemeen toe met het stijgen van het percentage zout hierin. De afvoer van de proefsilos (+ zout) was enigszins verstopt. Het hoge zandgehalte van de silage kan hieraan debet zijn geweest. Het zand kan echter ook de verteringscoëfficiënten beïnvloeden hebben. De opneming van zandvrije droge stof tijdens de verteringsproef was laag. Dat de dieren meer op kunnen bewijst een opnemingsproefje dat werd uitgevoerd enige tijd voor de eigenlijke verteringsproef. Hierbij werd tot meer dan 10% resten gegaan. In hoeveelheid droge stof werd van de silage zonder NaCl gemiddeld 1127, de silage met 1% NaCl 971 en de silage met 2% NaCl 825 g (verschil wezenlijk $P < 0,05$) opgenomen.

De silage met 2% NaCl was het vochtigst en er was niet continu water voor de hamels beschikbaar om het zout uit het lichaam te kunnen verwijderen, zodat voormelde opnemingsverschillen hierdoor beïnvloed zouden kunnen zijn.

De ZW-verliezen in de zandvrije droge stof (de verliezen met de droge stof gedurende het ensileringsproces niet meegerekend) bij de silages met 0 en 1% zout zijn nagenoeg gelijk (resp. 22 en 21%). Het ZW-verlies in de met perssap doordrenkte silage met 2% zout bedroeg slechts 10%. De voedernorm ruw eiwit-verliezen in (niet met) de zandvrije droge stof nemen af (resp. 58, 55, 53%) met toenemende zouttoevoeging (resp. 0-1-2%). Tabel 61 geeft de gemiddelde uitkomsten weer van de laatste 10 verteringsproeven. De samenstelling en voederwaarde van het ruwvoer hebben betrekking op het totaal te ensileren en geënsileerde materiaal. Het gras voor de grond- ('brood'-) kuilen werd op 13 juli gemaaid, het zout werd op de wagen toegevoegd en afwisselend werden de wagens op de kuilhoppen met 0, 2, 4 en 6% NaCl gelost. Hetzelfde gebeurde op 15 augustus met het gras voor de 4 silo's. Het gras werd direct na het inkuilen met plastic afgedekt en met een laag zand bedekt. De kwaliteit van de grondkuilen verbeterde significant met het stijgend zoutgehalte (tabel 62). Bij het kuilvoer in de silo's viel weinig te verbeteren, daar alle goed geslaagd waren.

Tabel 62. De kwaliteit van het geconserveerde gras. De getallen tussen haken zijn op significantie getoetst.

	% in vers materiaal			pH	NH ₃ -fractie
	azijnzuur	boterzuur	melkzuur		
silage in grondkuil met/ground silage with					
0% zout/salt	0,90	0,52	0,31	4,8	15,9
2% „	0,70	0,09	0,63	4,3	11,2
4% „	0,46	0	1,08	4,0	6,6
6% „	0,36	0	0,89	3,8	4,7
	***	***	*	***	***
silage in silo met/silage with					
0% zout/salt	0,46	0	1,10	4,0	8,2
2% „	0,32	0	1,32	3,8	6,4
4% „	0,38	0	1,37	3,8	7,0
6% „	0,33	0	1,02	4,0	6,7
	acetic acid	butyric acid	lactic acid	pH	NH ₃ -N as % of total N
	% in fresh material				

* P < 0,05; *** P < 0,001

Table 62. Quality of the silages. The numbers between brackets are tested for significance.

4 *Bespreking.* Bij de laatste proef waren de voederwaardeverliezen (%) in de zandvrije droge stof als volgt (de verliezen gedurende het inkuilproces mét de droge stof zijn hierbij niet inbegrepen):

			% toegevoegd NaCl				
			0	2	4	6	
Verliezen (%) in de zandvrije droge stof	silage in grondkuil	{	zetmeelwaarde	13	17	25	27
			voedernorm	34	35	38	38
			ruw eiwit				
	silage in silo	{	zetmeelwaarde	18	21	22	33
			voedernorm	37	30	28	46
			ruw eiwit				

Hierbij zijn de voederwaardecijfers per 100 kg zandvrije droge stof van het verse gras (tabel 61) gecorrigeerd voor het NaCl-gehalte en berekend op 60,5 ZW, 16,5 kg vre (MV 204) en 57,4 ZW, 12,0 kg vre (MV 205).

Met toenemend zoutgehalte nemen de samenstellende chemische bestanddelen in de zandvrije droge stof verhoudingsgewijs meer af, dan dat de verteringscoëfficiënten toenemen. Dit heeft een toenemend voederwaardeverlies tot gevolg. Los hiervan kan men de vraag stellen of de conserverende werking van zout zich toch uit in voederwaardeverbetering, zoals het dat ook deed in de kwaliteitsverbetering.

In de zand- en zoutvrije droge stof is aanwezig per 100 kg:

		% toegevoegd NaCl			
		0	2	4	6
silage in grondkuil	ZW	53,7	56,0	56,3	58,5
	vre (kg)	11,1	12,1	12,7	13,4
silage in silo	ZW	47,9	49,1	52,5	48,0
	vre (kg)	7,7	9,1	10,1	7,9

Behalve bij de 6%-silage in de silo is steeds sprake van een progressief en gunstig conserveringseffect van het zout. In het algemeen werden de silages door zout ook droger behalve bij de 6%-silage in de silo, waar kennelijk de afvoer van de silo verstoort was geweest.

In 100 kg vers materiaal is aanwezig:

		% toegevoegd NaCl			
		0	2	4	6
silage in grondkuil	ZW	9,05	9,82	9,85	10,11
	vre (kg)	1,87	2,12	2,22	2,32
silage in silo	ZW	7,89	8,20	9,07	7,48
	vre (kg)	1,26	1,56	1,74	1,24

Behalve bij de 6%-silage in de silo is het ruwvoer door het zout in voedingswaarde verbeterd. Dit kwam tot stand doordat de uitdroging groter was dan het voederwaardeverlies. Het hangt nu nog van de opnemings door de koe af, bij welk percentage zout de meeste voedingswaarde uit dit ruwvoer wordt gehaald (5.2.5). Vermoedelijk zal de drinkwatervoorziening hierbij van beslissende betekenis zijn.

5 *Conclusies.* Zout op hooi gesprenkeld verandert de voederwaarde van het hooi niet door beïnvloeding der vertering.

Per kg zandvrije droge stof treden bij 4 à 6% zout, toegevoegd aan het te ensileren gras, aanzienlijk grotere verliezen op aan zetmeelwaarde dan bij 0 en 2% zout.

Per kg zout- en zandvrije droge stof verbetert 1 tot 4 à 6% zout, toegevoegd aan vers gras, de voederwaarde van het geënsileerde materiaal in toenemende mate.

Per kg vers materiaal worden door toevoeging van zout tot 4 à 6% de kwaliteit en de voederwaarde van het geconserveerde gras progressief verbeterd.

Bij beperkte drinkwatervoorziening kan zout de droge-stofopneming afremmen.

5.2.5 Zout als conserveermiddel in grassilages

1 *Doel.* Bij dit deel van het onderzoek is speciaal aandacht besteed aan de invloed van met keukenzout bereide grassilages op gezondheid, produktie, voederopneming en conditie van melkgevende koeien. In de praktijk wordt soms 2 tot 4% keukenzout toegevoegd aan het verse gras om het beter te kunnen conserveren als kuil- of silovoer. De vraag doet zich hierbij voor of de melkkoe de vrij grote hoeveelheden keukenzout, die ze daardoor toegediend krijgt, ook zonder bezwaar verdraagt. Het zou immers mogelijk kunnen zijn, dat wat door een goede conservering aan voederwaarde gewonnen wordt, langs een andere weg weer ongedaan wordt gemaakt (doordat het conserveermiddel in een te grote concentratie werd toegevoegd).

Om de tolerantie van het rund voor zout beter te kunnen onderzoeken zijn behalve silages met 2 en 4% zout ook silages met 6% zout gemaakt. In de voorafgaande paragraaf (5.2.4) zijn de hier bedoelde silages op verteerbaarheid onderzocht met behulp van hamels, zodat bij de berekening van de voederwaarde van het gevoerde materiaal op bedoelde verteringsproeven kon worden teruggegrepen. Ofschoon de de gevoeligheid van schaaap en rund voor grote hoeveelheden keukenzout wat kan verschillen (het schaaap is minder gevoelig voor zoutoplossingen dan het rund (Heller, 1933)) is wegens de bewerkelijkheid afgezien van verteringsproeven met koeien. Overigens staat niet vast dat genoemd verschil in gevoeligheid ook tot uiting komt in de vertering van het voer.

2 *Werkwijze*

Opzet van de proef. De proef werd uitgevoerd met 16 roodbonte koeien, die bij de aanvang van de proef in het begin van de lactatie verkeerden. Aan het einde van de voorperiode werden de dieren ingedeeld in 4 ongeveer gelijke groepen (A t/m D) van elk 4 koeien. Daarbij werd in volgorde van belangrikheid gelet op de volgende punten: de silageopneming per dier per dag, de melkproduktie per dag, het lichaamsgewicht, de conditie, de afkalftatum in 1967, de leeftijd en het melkvet- en -eiwitgehalte tijdens de voorperiode. De groepsgemiddelden aan het eind van de voorperiode zijn aangegeven in tabel 63. Na de voorperiode volgden 4 hoofdperiodes, waarin de 4 groepen afwisselend silages gevoerd kregen waardoor respectievelijk 0, 2, 4 en 6% keukenzout was vermengd op het moment van ensileren.

Tabel 63. Indeling van de 4 diergroepen aan het eind van de voorperiode.

groep/group	A	B	C	D
silage-opneming per dier per dag/ silage intake per animal per day (kg)	18,3	17,3	17,3	18,3
dagelijkse melkproductie/daily milk production (kg)	23,4	23,6	23,4	23,5
lichaamsgewicht/body weight (kg)	556	556	550	549
conditie/condition	6,8	6,5	6,8	6,5
afkalfdatum in oktober 1967/ calving date in October 1967	25	21	23	13
leeftijd (jaren)/age (years)	6,1	6,2	5,9	4,8
melkvet/milk fat (%)	3,70	3,73	3,60	3,63
melkeiwit/milk protein (%)	3,03	2,90	3,00	2,92

Table 63. Grouping of the cows at the end of the control period before the start of the experiment.

Het proefschema zag er als volgt uit:

Periode	% toegevoegd zout, gevoerd aan de groepen:				
	A	B	C	D	duur (dagen)
voorperiode : van 21-11-1967 tot 6-12-1967	2	2	2	2	14
hoofdperiode I : van 6-12-1967 tot 10- 1-1968	0	2	4	6	35
„ II : van 14- 1-1968 tot 18- 2-1968	6	4	2	0	35
„ III : van 22- 2-1968 tot 28- 3-1968	4	6	0	2	35
„ IV : van 1- 4-1968 tot 6- 5-1968	2	0	6	4	35

Tussen de 4 hoofdperioden waren steeds 4 dagen ingelast, waarin de dieren een mengsilage ontvingen met gemiddeld $\pm 3\%$ zout. Een combinatie van silages met 0 en 6 of 2 en 4% zout derhalve. Deze tussenperioden waren bedoeld als een verlichting voor het vee in verband met een al te grote of plotselinge overgang van de ene silage naar de andere. Desondanks kon een lichte neiging tot het optreden van diarree bij sommige voerwisselingen niet geheel worden voorkomen. De proef had plaats op de proefboerderij 'Cranendonck' te Maarheeze.

Voeding. Tabel 64 geeft de gemiddelde opneming weer per dier per dag van de gebruikte voedermiddelen.

De dieren kregen steeds 14 kg grondkuilvoer en 8 kg silovoer per dag verstrekt. De resten werden gezamenlijk voor beide silagesoorten verzameld. Aangenomen werd, dat de verhouding 14 : 8 in deze resten gehandhaafd bleef.

De voedertijden waren als volgt:

15.00 uur: resten terugwegen van voorafgaand etmaal

15.30 „ : 50% van de dagelijkse hoeveelheid krachtvoer

	Voor- periode	Behandeling (% NaCl)				
		0	2	4	6	
grassilage uit grondkuil en silo/grass-silage from clamp and silo (kg)	17,9	17,3	17,4	17,3	14,9	
droge stof uit totaal grassilages/dry matter from total grass-silages (kg)	4,1	3,4	4,0	4,3	3,7	
gzw uit grassilages/starch equivalent from grass-silages (small units)	1652	1494	1607	1660	1365	
voedernorm ruw eiwit uit grassilages/digestible crude protein from grass-silages (g)	343	286	334	354	288	
hooi/hay (kg)	5	5	5	5	5	
rauwe aardappelen/raw potatoes (kg)	5	5	5	5	5	
krachtvoerbrok/concentrate pellets (kg)	6,3	4,9	4,6	4,7	4,5	
droge stof uit totaal rantsoen/dry matter from total ration (kg)	14,8	13,0	13,2	13,6	12,9	
gzw uit totaal rantsoen/starch equivalent from total ration (small units)	8481	7417	7299	7433	7009	
vre " " /dig. crude protein " " (g)	1930	1627	1613	1655	1554	
K " " " " (g)	290	266	263	269	251	
Na " " " " (g)	164	52	154	288	313	
NaCl " " " " (g)	418	133	393	734	798	
		0	2	4	6	
	control period	Treatment (% NaCl)				

Table 64. Average intake per animal per day of the various feeds.

Tabel 65. Het droge stof-gehalte en de samenstelling en voederwaarde van de droge stof van de verschillende rantsoenbestanddelen.

	% NaCl (behandeling)	Droge stof (%)	ZW (per 100 kg)	vre (%)	Na (%)	K (%)
grassilage uit grondkuil en silo/grass-silage from clamp and silo	0	19,86	43,4	8,3	0,65	2,04
" "	2	23,06	40,0	8,3	3,14	1,81
" "	4	24,77	38,6	8,3	6,04	1,80
" "	6	24,93	36,7	7,7	7,68	1,67
hooi/hay		82,66	41,6	9,3	0,25	2,27
rauwe aardappelen/raw potatoes		22,43	75,4	4,4	0,009	2,29
krachtvoer/concentrates		86,98	78,3	21,2	0,44	1,77
	% NaCl (treatment)	Dry matter (%)	Starch equivalent (per 100 kg)	Dig. crude protein (%)	Na (%)	K (%)

Table 65. Dry matter content and composition and nutritive value of the dry matter of the various ration components.

- 16.00 „ : 3 kg hooi per dier
- 17.30 „ : 8 kg silage (uit de silo's)
- 06.30 „ : 2 kg hooi
- 08.00 „ : 5 kg rauwe aardappelen
- 08.15 „ : 50% van de dagportie krachtvoer
- 08.30 „ : 14 kg kuilvoer (uit de grondkuil)
- 15.00 „ : resten terugwegen van voorafgaand etmaal

Tabel 65 geeft de voederwaarde aan, benevens de gehalten aan Na en K van de gebruikte voedermiddelen. De grondkuilen werden in juli 1967 met jong gemaikneusd gras gemaakt. De 4 en 6% zoutkuilen waren goed geslaagd, de 2% kuil had een NH_3 -fractie van 11 maar was verder goed, terwijl de 0% kuil slecht geslaagd bleek (tabel 62).

De conservering in de silo's was voor alle objecten (0 t/m 6) goed geslaagd te noemen. Ze waren gevuld in augustus met ouder gras en bij regenachtig weer. Voor verdere bijzonderheden omtrent bereiding e.d. zie onder 5.2.4.

Tweemaal per week werden afgewogen hoeveelheden silage uit de silo's en kuilen gehaald en bemonsterd. In het voorjaar hadden deze kleine voorraden neiging om te schimmelen. Dit trad bij de silage zonder zouttoevoeging duidelijker op dan bij die, waaraan wel zout was toegevoegd. De droge-stofgehalten van de z.g. plukjesmonsters genomen bij het uithalen van de kuilen en silo's, staan vermeld in tabel 65. Het krachtvoer werd in 4 menghoeveelheden geleverd en had de volgende gemiddelde samenstelling: 20% sojaschroot, 20% lijnschilfers, 20% cocosschilfers, 20% maismeel, 7,5% pulp, 10% melasse, 2% rundveeminerale I en 0,5% keukenzout.

De voederwaarde van de pellets werd berekend uit de chemische analyses van de samenstellende componenten met behulp van de verteringscoëfficiënten en waarde-cijfers uit de Aanvullingstabel 1967 bij de Veevoedertabel 1957 van het CVB. De zetmeelwaarden van de diverse vetten werden ontleend aan Kellner (1929).

Behalve de 'eigen' gehalten aan Na ($\pm 0,25\%$ in de droge stof) en Cl in de gras-silages bleek in de silages als zodanig nog 0,20%, 1,70%, 3,66% en 4,72% NaCl voor te komen. Bij de 0%-silages is kennelijk enig zout per ongeluk toegevoegd. Bij de silages waaraan 6% NaCl is toegevoegd zijn de zoutverliezen groter dan bij de silages waaraan 2 resp. 4% NaCl werd toegevoegd.

De dieren werden zo goed mogelijk volgens de normen van de ZW- en vre-behoeften gevoerd. Elke 2 weken werden de rantsoenen met behulp van de krachtvoergift aan de melkproduktie en het levend gewicht aangepast. Getracht werd de groepen dieren energetisch gelijk te voeren. Dit is achteraf niet geheel gelukt.

Waarnemingen. Gedurende 4 dagen per week werd per koe de melk gewogen en bemonsterd. Twee maal per week werd in de evenredige mengmonsters van 2 op elkaar volgende etmalen het vetgehalte en het vetvrije droge-stofgehalte bepaald. Eenmaal per week werd in één van deze monsters het eiwitgehalte bepaald. Iedere woensdag werden de dieren gewogen. Tijdens de overgangsdagen tussen de diverse

perioden werden de dieren bovendien 3 dagen achtereen gewogen.

Dagelijks werden de voerresten teruggewogen en per groep bemonsterd en onderzocht op luchtdroge-stofgehalte. De resten bestonden praktisch steeds alleen uit silage. Ook werd dagelijks de waterconsumptie per koe gemeten met behulp van watermeters, die vlak bij de drinkbakjes in de leidingen waren aangebracht.

Voor iedere periode werden boormonsters van de silages genomen. In het perssap werden pH, azijnzuur-, boterzuur-, melkzuur- en NH_3 -gehalte bepaald, terwijl het droge materiaal voor voederwaarde-analyses werd gebruikt. Het droge-stofgehalte werd steeds gecorrigeerd op het verlies van vluchtige vetzuren tijdens het drogen.

Alle voedermiddelen werden bemonsterd en de monsters werden per periode verzameld.

Aan het einde van iedere periode werden de dieren op conditie beoordeeld. Bovendien werden een groot aantal fysiologische waarnemingen gedaan.

Zo werd in de voorlaatste en laatste week van elke periode bloed afgenomen uit de halsader en met EDTA onstolbaar gemaakt. Hierin werd de volgende dag het aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed geteld. Op dezelfde 2 dagen werd om ca. 14.30 uur bij het staande dier aan de staarterterie (Arteria coccygea) de maximale (systolische) en de minimale (diastolische) bloeddruk gemeten. De meting gebeurde door middel van een oscillograf, die verbonden was met een manchet, die zo hoog mogelijk aan de staart bevestigd en met lucht gevuld werd. De bloeddruk werd zoveel mogelijk in een ontspannen houding van het dier en de staart en op een rustig moment van de dag gemeten. Bij twijfel werd na enige tijd opnieuw gemeten. De metingen schommelden enigszins, zodat besloten werd tot twee metingen per periode. In de laatste week van iedere periode werd nog een bloedmonster genomen en met heparine onstolbaar gemaakt. Hierin werden het haemoglobinegehalte en de haematokriet en in het plasma het Na-, K- en Cl-gehalte bepaald. Ook werden in de ochtenduren tussen 10.00 en 11.30 uur speeksel- en mestmonsters genomen en op Na- en K-gehalte onderzocht. Van de ochtendurine (voor 07.00 uur verzameld) werden eveneens de Na- en K-gehalten bepaald. Van de melk werd het Cl-gehalte bepaald. Steeds werden alle dieren bemonsterd en individueel in het onderzoek betrokken.

Tenslotte werd aan het eind van iedere periode de kreatinine-clearance bepaald bij 4 koeien, 1 uit elke groep. Hiervoor werden steeds dezelfde koeien gebruikt. Daarbij werd gedurende 30 minuten door middel van een balloncatheter (merk Bardex) de urine verzameld. Dit gebeurde om ong. 13.30 uur. Voor en na het urine-verzamelen werd bloed afgenomen en met heparine onstolbaar gemaakt. De urine werd gewogen en bemonsterd. Aan de monsters werden enkele thymol-kristallen toegevoegd ter conservering. De volgende dag werden de kreatinine-bepalingen van bloedplasma en urine uitgevoerd. Voor bijzonderheden zie Stevenson e.a. (1963).

Stoornissen. Bij de overgang van hoofdperiode II naar hoofdperiode III kregen enkele dieren diarree. Dit was voornamelijk het geval in de groep, die van 4 naar 6% zout ging. Overigens was de mest bij de met 6% zout gevoerde groep meermalen dunner dan bij de andere groepen. De diarree werd bestreden door silage te vervangen door

Tabel 66. Gemiddelde uitkomsten ingedeeld naar voorperiode en de proefbehandelingen daarna. Alle gegevens zijn vermeld per dier en in bepaalde gevallen per dag.

	Voor- periode	Conserveringspercentage NaCl					Invloed	
		0	2	4	6		conser- vering	hoofd- periodes
melkproductie/milk production (kg)	23,5	17,3	17,1	17,1	16,3		*	***
vet " / " fat production (g)	861	620	619	615	581		*	***
eiwit " / " protein production (g)	686	528	514	532	504			***
vetvrije drogestof productie/milk solids-not-fat production (g)	2008	1474	1455	1457	1385		**	***
melkvet/milk fat (%)	3,65	3,61	3,61	3,60	3,59			
" eiwit/milk protein (%)	2,91	3,08	3,01	3,13	3,13			*
" vetvrije droge st./milk solids-not-fat (%)	8,55	8,53	8,53	8,53	8,49			***
lichaamsgewicht/body weight (kg)	554	546	545	542	540			*
lichaamsgew. toename/body weight increase (kg)	+ 4,8	+ 3,2	- 3,3	- 5,2	- 13,5		***	
conditie/condition	6,6	6,0	5,9	5,8	6,0			**
droge stof-opnemning silage/dry matter intake (kg)	4,1	3,4	4,0	4,3	3,7		***	***
drinkwateropnemning/drinking water intake (l)	70	46	54	69	73		***	***
speeksel Na/saliva Na (mequ/l)	149	149	155	158	156		*	**
" K	7,4	6,5	6,8	7,7	6,4			
mest Na/ faeces Na (mequ/kg)	24,1	14,3	22,5	30,2	30,2		***	***
" K	24,3	27,6	26,5	23,0	21,1		***	***
" droge stof/faeces dry matter (%)	14,4	14,0	15,5	14,2	13,7		*	
ochtendurine Na/morning urine (mequ/l)	154	73	186	252	254		***	(*)
" K/ " " K (mequ/l)	222	330	242	180	149		***	***
" (s.g.-l)10 ³ /morning urine (mequ/l)	296	359	323	286	262		***	***
bloedplasma Cl/blood plasma Cl (mequ/l)	99	100	103	104	104		***	***
" Na " " Na " " K " " K	140	145	144	145	145			***
" K " " K	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5		*	
aantal eosinofiele cellen/mm ³ /eosinophylic cells/mm ³ blood	1228	1021	1037	941	1062			
haematokriet (vol. %)/haematocrit (%)	30,4	31,8	31,2	31,0	32,1			
haemoglobine (gew. %)/haemoglobin (%)	11,2	11,6	11,5	11,4	11,8			
systolische bloeddruk/systolic blood pressure (mm Hg)	103	102	106	105	111		*	
diastolische bloeddruk/diastolic blood pressure (mm Hg)	55	52	50	55	55			
totaal-wateropnemning/kg opgen. droge stof/ total waterintake/kg total dry matter	6,0	5,0	5,5	6,4	6,9		***	***
melk Cl/milk Cl (mequ/kg)	28,3	29,7	29,8	30,6	32,4		***	***
melk K/milk K (mequ/kg)	153	164	170	149	160			

hooi en citopogeen tweemaal daags per os toe te dienen.

Na catheterisatie trad soms enige haematurie op; bij één dier werd dit eenmaal zonder aanwijsbare oorzaak waargenomen. Behandeling met 4 milj. E. penicilline deed het euvel snel genezen en voorkwam cystitis.

Twee dieren moesten aan het begin van de voorperiode met antibiotica behandeld worden in verband met uierontsteking, en zij konden daardoor voor de proef behouden blijven.

In november werden alle dieren eenmaal preventief behandeld met G-11-tabletten in verband met leverbot.

3 Resultaten. Voordat de proefresultaten ter sprake komen, dient te worden vermeld, dat in de zomer van 1967 een oriënterend proefje met 4 koeien werd genomen. Hierbij werd een 25 %-keukenzoutoplossing gesprengd over 9 kg hooi, die de dieren per dag aten. In 7 dagen tijd werd in geleidelijk toenemende hoeveelheid tot 1500 g zout per dier per dag verstrekt, zonder dat veel voerresten ontstonden. Wel aten de dieren trager en wilden zeer frequent drinken uit de automatische drinkbakjes. Na nog 3 dagen 1500 g zout te hebben gegeven werd dit oriënterend proefje afgesloten.

Tabel 66 geeft de gemiddelde uitkomsten weer van de voederproef met de gras-silages, waaraan keukenzout als conserveermiddel was toegevoegd. De gegevens van de voorperiode zijn volledigheidshalve vermeld, maar zijn niet in de variantie-analyse gebruikt.

De toename in lichaamsgewicht heeft betrekking op de driedaagse wegingen aan het begin en het eind van elke periode en kwam derhalve tot stand in 35 dagen. In de totaal-wateropneming per kg opgenomen droge stof is behalve het gedronken water ook het voergebonden water begrepen.

Onder kreatinine-clearance wordt verstaan de hoeveelheid plasma die per minuut door de nieren wordt gezuiverd van kreatinine. Deze clearance is ook omgerekend voor de hoeveelheid bloed met behulp van de haematokriet.

De kreatinine-clearance (plasma) wordt verkregen uit de formule

$$\frac{U \times V}{P \times 30} \text{ (ml/min.) (Stevenson, 1963)}$$

U = kreatinine-gehalte in urine (mg %)

V = volume van opgevangen urine gedurende 30 minuten (ml)

P = kreatinine-gehalte in plasma (mg %)

De kreatinine-clearance (bloed) wordt verkregen uit de formule:

$$\frac{C \times 100}{100 - H_e} \text{ (ml/min.)}$$

C = kreatinine-clearance (plasma) (ml/min.)

H_e = haematokriet (%)

Tabel 67. Het gemiddelde verloop (n = 16) van enkele gegevens tijdens de 4 hoofdperioden. Voor graad van significantie zie tabel 66.

	Hoofdperioden			
	I	II	III	IV
melkproductie/milk production (kg)	21,8	18,1	14,8	12,9
„ eiwit/milk protein (%)	2,97	3,11	3,11	3,16
„ vetvrije droge stof/milk solids-not-fat (%)	8,54	8,63	8,50	8,42
lichaamsgewicht/bodyweight (kg)	547	546	541	539
conditie/condition	6,2	5,9	5,7	6,1
droge stof-opneming silage/ dry matter intake silage (kg)	3,8	3,6	4,1	4,0
water opneming/water consumption (l)	67	64	56	55
Na-gehalte speeksel/Na-content saliva (mequ/l)	158	149	159	153
Na-gehalte urine (07.00 uur mequ/l)/ Na-content urine (07.00 a.m. mequ/l)	168	193	205	199
Na-gehalte bloedplasma/ Na-content bloodplasma (mequ/l)	142	146	146	146
Cl-gehalte melk/Cl-content milk (mequ/l)	28,2	29,6	30,6	34,1
Cl-gehalte bloedplasma/ Cl-content bloodplasma (mequ/l)	101	101	108	101
	I	II	III	IV
	Experimental periods			

Table 67. Average course (n = 16) of some data during the 4 experimental periods. For degree of significance see table 66.

Tabel 67 geeft het gemiddelde verloop weer van enkele gegevens tijdens de 4 hoofdperioden. De vermelde waarden zijn volgens de variantieanalyse onderling significant verschillend.

4 *Bespreking.* Een vergelijking tussen de behoefte aan en het aanbod van zetmeelwaarde en voedernorm ruw eiwit in de verschillende perioden levert het volgende resultaat op:

gzw			periode	gvre		
behoefte	aanbod	(%)		behoefte	aanbod	(%)
9035	8481	(94)	voorperiode	1780	1930	(108)
7345	7417	(101)	0	1399	1627	(116)
7292	7299	(100)	2	1387	1613	(116)
7275	7433	(102)	4	1383	1655	(120)
7050	7009	(99)	6	1333	1554	(116)

Bestudering van bovenstaande percentages leert dat er een gering verschil bestaat tussen de voorperiode en de tijd daarna. In de voorperiode lijkt de benutting iets beter te zijn geweest, zowel voor wat de energie als wat het eiwit betreft. Overigens is ondanks de ruime eiwitvoorziening (116% van de behoefte) tijdens de proefperioden het eiwitgehalte van de melk in het algemeen laag (3,1%) gebleven. Er blijkt weinig

invloed uit te gaan van het zoutgehalte op de mate, waarin het voer in de behoefte aan ZW en vre voorziet. Uiteraard is voor de berekening van het aanbod van ZW en vre gebruik gemaakt van de verteringscoëfficiënten, verkregen uit hamelverteringsproeven met silage (5.2.4). Uit tabel 64 blijkt echter dat de hoeveelheid opgenomen ZW en vre uit silage slechts ca. 20% bedraagt van wat totaal is opgenomen. De overige 80% komt uit hooi, krachtvoer en aardappelen. Het zout in de silage heeft de totale benutting en de energetische efficiëntie van deze 80% derhalve onbeïnvloed gelaten. Dit betekent, dat het waarschijnlijk is, dat de invloed van conserveringszout op de verteringscoëfficiënten van verschillende rantsoenbestanddelen en op de ZW ervan (5.2.4) niet plaatsvindt in de darm of in het dier, maar daarvoor: in de silo of de grondkuil. Dit heeft tot gevolg, dat keukenzout in grotere hoeveelheden los bijgevoerd of via het drinkwater gegeven vermoedelijk de voederwaarde van het rantsoen voor het dier niet zal beïnvloeden.

De melkproduktie heeft bij de verschillende conserveringspercentages een neiging tot dalen. Bij 2 en 4% zout is deze daling slechts gering (0,2 kg), bij 6% zout bedraagt ze 1 kg (tabel 66). Uit tabel 65 blijkt, dat de voederwaarde per kg droge stof door de conservering daalt, maar dat de silages tegelijkertijd droger worden. Dit betekent vervolgens, dat de ZW-opneming uit silage bij conservering met toevoeging van 2 en 4% NaCl iets toeneemt, terwijl bij toevoeging van 6% NaCl een geringe daling optreedt (tabel 64). Daardoor wordt het verlies van 1 kg melk reeds voor een deel verklaard, ofschoon door een geringe afwijking van de geschatte voederwaarde van de werkelijke, de 6% NaCl-groep 0,4 kg krachtvoer per dier per dag minder heeft gehad, wat ook tot melkverlies geleid zal hebben. Uit tabel 67 blijkt, dat gedurende 3 hoofdperioden (17 weken) de melkproduktie daalt van 21,8 naar 12,9 kg per dier per dag. Dat is 0,5 kg per week, wat als normaal kan worden beschouwd. De melkproduktie als geheel is door de conserveringsmethoden dus slechts in geringe mate beïnvloed.

Uit tabel 66 blijkt tevens dat het lichaamsgewicht afneemt met toenemend NaCl-percentage. Daar de haematokrieten onbeïnvloed zijn gebleven, wordt een verschil in vochtgehalte van de extracellulaire ruimte daarbij niet waarschijnlijk geacht. Het vochtgehalte van de intra-cellulaire ruimte kan uiteraard wel zijn afgenomen, zoals bij opneming van zeewater wordt beschreven (Forbes, 1962).

De totaal opgenomen hoeveelheid droge stof per dier per dag verschilt bij de diverse conserveringspercentages zo weinig (tabel 64), dat hierin ook moeilijk een verklaring voor het bestaan van de gewichtsverschillen gevonden kan worden. Naast een mogelijk intracellulaire dehydratie is een vermagering door weefselverlies niet uit te sluiten, ofschoon de conditiebeoordeling geen verschillen laat zien die dit laatste zouden kunnen bevestigen.

De dieren drinken meer door de extra zoutgiften. Om de invloed van de drogestofopneming op de waterconsumptie uit te schakelen is in figuur 29 het verband aangegeven tussen de wateropneming per kg opgenomen droge stof en de hoeveelheid zout per kg droge stof opgenomen uit het totaal rantsoen. Uit deze figuur blijkt dat, indien meer dan 15 à 20 g zout per kg opgenomen stof wordt verstrekt, de water-

water/kg opgenomen droge stof
water/kg dry matter intake

Fig. 29. Verband tussen water- en zoutopneming per kg opgenomen droge stof

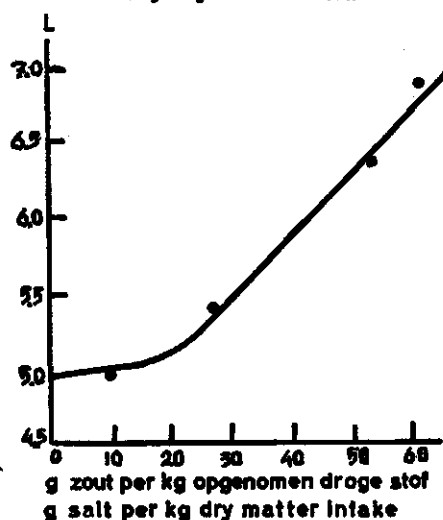


Fig. 29. Relation between water- and salt intake per kg dry matter intake

behoefte snel en rechtevenredig met de hoeveelheid zout in de droge stof van het rantsoen gaat stijgen. Het water betreft zowel drinkwater als rantsoengebonden water. Het blijkt dat voor 45 g zout boven de eerstgenoemde 15 à 20 g zout ongeveer 2 liter water meer gedronken wordt om dit zout weer uit te kunnen scheiden. Dat betekent ca. 44 cc water per g zout en stemt overeen met hetgeen Pfeffer e.a. (1965) gevonden hebben.

Het speeksel en de mest vertonen een verhoogd Na-gehalte door de zoutbehandeling van het voer. In de mest blijkt de som van Na en K in mequ. per kg mest constant rond de 50 te liggen.

Ook in de ochtendurine is de som van Na en K min of meer constant (nl. ca. 415 mequ. per liter) tijdens het voeren van met zout gemaakte silages. Vanaf 2% zout in de silage en hoger heeft de ochtendurine een hoger Na-gehalte dan het bloedplasma. Bij de 6% conservering is het Na-gehalte in de urine 1,75 keer zo hoog als in het bloedplasma, hetgeen het concentrerend vermogen van de rundernieren onderstreept.

De kreatinine-clearance-getallen geven geen aanwijzing, dat de glomerulusfiltratie door de zoutbehandeling meetbaar is verhoogd. De verhoogde urineproductie komt kennelijk voornamelijk tot stand door verminderde terugresorptie van het glomerulusfiltraat in de tubuli. De clearance-getallen geven ook geen aanwijzing, dat de nierfunctie in casu de glomerulusfiltratie is verstoord door bijvoorbeeld nierbeschadiging. Er is hier doelbewust gekozen voor het gebruik van de kreatinine-clearance boven de ureum-clearance, omdat de ureum-clearance door de silagevoeding beïnvloed kan worden wegens het voorkomen van verschillende vre-gehalten in de silages (Stevenson e.a., 1963).

De bloeddruk is bij de 6%-behandeling ca. 10% verhoogd. Dit komt overeen met

gegevens van Sapirstein e.a. (1950) en Meneely e.a. (1957). De polsdruk (verschil tussen maximum en minimum bloeddruk) is evenwel niet verhoogd. Overigens komen de hier gevonden waarden redelijk goed overeen met de reeds door Götze (1920) aan de staart van het rund gevonden normaalwaarden.

Het aantal eosinofiele cellen is door de behandeling niet wezenlijk veranderd. Wel is het niveau ten opzichte van de voorperiode verlaagd en wel gemiddeld 213 ± 82 ($P < 0,05$). De verwachting is na het kalven echter omgekeerd, nl. een geleidelijke stijging (Shaw e.a., 1952). De dieren werden behandeld tegen leverbot voor de proef begon, waardoor een verlaging van het aantal eosinofiele cellen veroorzaakt kan zijn (Koopman, 1968). Overigens mag bij overmatig zoutgebruik een verlaging van het aantal eosinofiele cellen niet bij voorbaat uitgesloten worden geacht. Door nawerking van de voorperiode zouden de onderlinge verschillen tussen de hoofdperioden verdoezeld kunnen zijn. De significante stijging van het K-gehalte van het bloedplasma, kan de aanwezigheid van een mogelijke stress-invloed van het zout onderstrepen. Overigens kan volgens Forbes (1962) extra zout ook leiden tot verhoogde K-uitscheiding en intreden van Na in de cel in ruil voor het K. Het Cl-gehalte van melk en bloedplasma is iets verhoogd bij een hoger zoutgehalte in het rantsoen. Dit kan er op wijzen, dat de nieren moeite hadden met een snelle uitscheiding. Hetzelfde werd gevonden door Meyer e.a. (1954) bij schapen.

Uit tabel 67 blijkt, dat het gemiddelde Na-gehalte van speeksel, urine en bloedplasma bij alle 16 dieren verandert tijdens de diverse hoofdperioden. De verhoogde gehalten van het Na kunnen hierbij samenhangen met een grotere droge-stof opneming van de silage, wat weer samengaat met een grotere opneming van zout.

Dat het Cl-gehalte van de melk in het verloop van de lactatie stijgt, klopt met de gegevens van Lengemann e.a. (1952).

5 Conclusie. Keukenzout als conserveermiddel voor grassilages heeft in de hier gebruikte doseringen en gedurende de vrij korte proefperioden slechts weinig nadelige gevolgen gehad op de melkproductie van het dier. Tevens dient hierbij te worden bedacht, dat de dieren de gehele dag de directe en onbepaalde beschikking hadden over niet te koud leidingwater. Bij het 6%-object bleek bovendien slechts 4,75% zout aanwezig te zijn in het uiteindelijk te voeren materiaal. Vermoedelijk beïnvloedt het zout de vertering van de silage uitsluitend als conserveermiddel en niet als actieve stof, werkzaam in het dier.

De opneming aan droge stof uit grassilages wordt bij toevoeging van 2 en 4% NaCl bij de conservering in toenemende mate verbeterd. Bij 6% NaCl is de verbetering het geringst. De invloed van de conservering op de opneming van de silage loopt ongeveer parallel met de invloed op de verteerbaarheid ervan (zie 5.2.4).

De opneming aan ZW en vre uit de silage wordt alleen verbeterd bij de conservering met 2 en 4% zout, doch niet meer bij 6%. De conservering met 4% zout leidt in dit opzicht tot een iets beter resultaat dan met 2%. Toenemend zoutgebruik heeft geleid tot enig gewichtsverlies. Bij 6% zout in de silage was dit meer dan 2 keer zoveel als bij 2 en 4%.

De mest is bij 6% zout slapper dan bij een geringer conserveringspercentage. In enkele gevallen leidde de overgang van 4 naar 6% silage tot ernstige diarree, waarvoor diergeneeskundige hulp noodzakelijk was.

De bloeddruk (systolisch) is bij 6% NaCl-conservering met 10% verhoogd. Het Cl-gehalte van bloedplasma en melk is bij toenemend zout in het voer mede omhooggegaan.

De nieren hebben een goed concentrerend vermogen ten aanzien van de Na-uitscheiding getoond, terwijl de kreatinine-clearance-getallen niet beïnvloed werden door het zoutgehalte in het voer.

De dieren drinken ca. 44 cc water om iedere g zout uit te scheiden, indien minimaal 1,5 à 2% zout in de droge stof van het rantsoen aanwezig is. Het Na-gehalte van speeksel en urine wordt door de zoutbehandeling hypertoonisch ten opzichte van bloedplasma. In urine en mest daalt het K-gehalte evenredig met het stijgen van het Na-gehalte. Het K-gehalte van het bloedplasma stijgt met toenemend zoutgehalte van het rantsoen. Het aantal eosinofiele cellen is in de 4 hoofdperiodes verlaagd ten opzichte van de voorafgaande voorperiode. De mogelijkheid van het optreden van een stressinvloed, uitgaande van het zout kan niet worden uitgesloten.

5.2.6 Zout als smaakstof

1 *Doel.* De mens gebruikt jaarlijks grote hoeveelheden zout om het voedsel smakelijker te maken en/of om de eetlust op te wekken en te bevorderen.

In de rundveevoeding zou een onsmakelijke of smakeloze grassilage voor het toepassen van een smaakcorrigerend in aanmerking kunnen komen. Daar het begrip 'smakelijkheid' moeilijk kwantitatief uitgedrukt kan worden, is hier eenvoudigheidshalve de voedselopneming als maat gebruikt om het effect van de zouttoevoeging op de smakelijkheid van het voer te meten.

Of het effect van zout bij smakeloos of flauw voer groter is dan bij onsmakelijk en/of kwalijk riekend voer is in deze proef niet nagegaan wegens de ingewikkeldheid van dit probleem. Door het zout op de silage te strooien op het moment dat dit ruwvoer gegeten wordt, onderscheidt deze proef zich van de voorafgaande proeven, waarbij het zout ofwel reeds in de silage als conserveermiddel aanwezig was ofwel in het krachtvoer vermengd gegeten werd naast de silage.

2 Werkwijze

Opzet van de proef. De proef werd uitgevoerd met 12 zwartbonte koeien, die bij de aanvang van de proef in het begin van de lactatie verkeerden. Aan het eind van de voorperiode werden de dieren ingedeeld in twee ongeveer gelijke groepen. Daarbij werd gelet op silage-opneming, gewicht, conditie, leeftijd, afkalftatum en melkproductie. Voor groepsgemiddelden zie tabel 68.

Na de voorperiode, van 19 oktober tot 15 november 1967, waarin beide groepen gelijk gevoerd werden met hooi, silage zonder zouttoevoeging en krachtvoer, volgden 10 proefperiodes, waarin de groepen afwisselend zout en tenslotte ook nog dextrose

Tabel 68. Indeling van de 2 diergroepen aan het eind van de voorperiode.

groep/group	A	B
silage-opneming per dier per dag/silage intake per animal per day (kg)	23,5	23,5
lichaamsgewicht/bodyweight (kg)	564	554
conditie/condition	6,6	7,2
leeftijd in 1967 (jaren)/age in 1967 (years)	4,8	4,2
afkalftdatum in okt. 1967/calving date in Oct. 1967	3	6
melkproduktie per dier per dag/milk production per animal per day (kg)	22,0	22,0

Table 68. Grouping of the cows at the end of the control period before the start of the experiment.

op de silage gestrooid kregen.

Het proefschema zag er als volgt uit:

		groep A	B	duur (dagen)
Periode I	van 15-11			
"	tot 30-11-1967	100 g zout		15
" II	van 30-11			
"	tot 14-12-1967		100 g zout	14
" III	van 14-12			
"	tot 29-12-1967		100 g zout	15
" IV	van 29-12-1967			
"	tot 11- 1-1968	100 g zout		13
" V	van 11- 1			
"	tot 1- 2-1968	100 g zout		21
" VI	van 1- 2			
"	tot 23- 2-1968		100 g zout	22
" VII	van 23- 2			
"	tot 12- 3-1968	30 g zout		18
" VIII	van 12- 3			
"	tot 1- 4-1968		30 g zout	20
" IX	van 1- 4			
"	tot 8- 4-1968		100 g dextrose	7
" X	van 8- 4			
"	tot 13- 4-1968	100 g dextrose		6

De proef vond plaats op de proefboerderij bij het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' te Hoorn.

Voeding. Tabel 69 geeft de samenstelling en de voederwaarde weer van de gebruikte voedermiddelen. De perioden zijn twee aan twee gecombineerd, zoals bij wisselproeven gebruikelijk is, waardoor 2 groepen, bestaande uit 2×12 dieren, ontstaan, die uiteindelijk de proef- en controlegroepen vormen. Alleen de silage met 19,87% droge stof is matig geslaagd, de rest is slecht.

De silages met 40,15 en 19,87% droge stof zijn in mei 1967 gemaakt met behulp van gemaaidneusd gras en in torensilo's bewaard. De silages met 21,76, 18,69 en 23,34% droge stof zijn in september 1967 gemaakt van gemaaidneusd gras en in

Tabel 69. Het droge stof-gehalte en de voederwaarde van de gebruikte voedermiddelen, benevens de kwaliteit van de silages.

silage/silage (grass) 40 % " 20 % " 22 % " 19 % " 23 % hooi/hay krachtvoer/concentrates	Periode	Droge stof (%)	In de droge stof		In perssop pH	% in vers materiaal			% NH ₃ -N van totaal N NH ₃ -fractie
			ZW (per 100 kg)	vre (%)		azijn- zuur	boter- zuur	melk- zuur	
I, II		40,15	50	9,0	5,0	0,27	1,28	1,06	13,1
III, IV		19,87	52	7,6	4,5	1,00	0,49	0,87	12,8
V, VI		21,76	42	5,4	4,9	0,48	1,30	0,56	28,3
VII, VIII		18,69	44	4,9	4,6	0,54	0,95	0,82	27,6
IX, X		23,34	41	5,2	5,3	0,29	1,99	0,21	35,3
I t/m X		86,06	35	3,0					
I t/m X		87,29	81	20,8					
Period		Dry matter (%)	S.E. (per 100 kg)	dig. cr. protein (%)	pH In press- juice	acetic acid % in fresh material	butyric acid	lactic acid	NH ₃ - fraction % NH ₃ -N of total-N
			In the dry matter						

Table 69. Dry matter content and nutritive value of the feeds, with the quality of the silages.

1 grote sleufsilo bewaard. Er zijn geen toevoegingen gebruikt. Het hooi was vrij grof en geoogst in juni 1967. Het bevatte 0,04 % Na en 2,02 % K in de droge stof.

Het krachtvoer werd in pelletvorm verstrekt en bestond uit 20 % sojaschroot, 20 % lijnmeel, 20 % cocosschilfers, 20 % maismeel, 7,5 % gedroogde pulp, 2 % rundvee mineralen I, 0,5 % keukenzout en 10 % melasse. Het gedroogde materiaal bevatte 0,42 % Na en 1,69 % K. De voederwaarde werd berekend aan de hand van de Weender analyse-uitkomsten in de samenstellende componenten en met behulp van de verteringscoëfficiënten en waardecijfers, zoals deze vermeld staan in de Aanvullings-tabel 1967, behorend bij de Veevoedertabel 1957.

De voederwaarde van de ruwvoerders werd berekend uit de Weender analyse-uitkomsten en de omrekenstabellen uit de Handleiding voor de berekening van de voederwaarde van ruwvoedermiddelen (uitgave: Centraal Veevoederbureau).

Tabel 70 geeft de gemiddelde opneming weer per dier per dag van de diverse voeder-middelen en de voederwaarde hieruit (gemiddelden van proef- en controleperioden, gedurende welke de diergroepen gelijk gevoerd werden met hooi, silage en kracht-voer).

Het voederschema was als volgt:

14.30 uur resten terugwegen
15.00 „ 50 % krachtvoer
16.00 „ 3 kg hooi
18.00 „ 1/3 deel silage
05.30 „ 1/3 „ „
07.30 „ 50 % krachtvoer
08.15 „ 1/3 deel silage
14.30 „ resten terugwegen

Tabel 70. Gemiddelde opneming per dier per dag aan voedermiddelen en aan voederwaarde.

	Perioden				
	I, II	III, IV	V, VI	VII, VIII	IX, X
hooi/hay (kg)	3	3	3	3	3
krachtvoer/concentrates (kg)	5,0	4,8	6,1	6,2	5,7
droge stof silage/dry matter silage (kg)	8,8	7,5	7,6	6,4	7,4
ZW uit totaal rantsoen/S.E. from total ration	8,85	8,22	8,43	8,11	7,98
vre uit totaal rantsoen/d.c.p. from total ration (kg)	1,78	1,52	1,60	1,52	1,50
	I, II	III, IV	V, VI	VII, VIII	IX, X
	Periods				

Table 70. Average intake per animal per day of feeds and nutritive value.

In de eerste 4 perioden werd op dinsdag en woensdag het krachtvoer per koe gehalveerd, waardoor de silage-opneming aanzienlijk steeg. Bovendien werd zoveel silage gegeven, dat de dieren 10 à 15% resten overlieten. Gehoopt werd bij deze hoge silage-giften een maximum verschil door de proeffactor te kunnen opwekken. In de volgende perioden is de krachtvoergift niet meer gehalveerd, maar wel is steeds, gedurende 5 dagen per week, gevoerd tot $\pm 10\%$ resten per dier per dag.

Aan de hand van een geschatte voederwaarde der silages werden de dieren zoveel mogelijk volgens de normen gevoerd, rekening houdend met een eveneens geschatte opname-hoeveelheid.

Waarnemingen. De silages werden geregeld geboord. In het perssap van de boormonsters werden analyses verricht om de kwaliteit van de silage te kunnen vaststellen. In de droge stof werd de Weender analyse verricht. Het droge-stof gehalte werd gecorrigeerd voor de vervluchtigde vetzuren tijdens het drogingsprocédé.

Het hooi werd over de gehele winterperiode bemonsterd. Het krachtvoer werd via de componenten tijdens de bereiding van de korrels bemonsterd.

Iedere woensdag werden de dieren gewogen. Op deze dag werden ook de verzamelmonsters van de melk van de voorafgaande 2 dagen onderzocht op vetgehalte en soortelijk gewicht. Hieruit werd later het vetvrije droge stof % berekend.

Stoornissen. Er hebben zich geen stoornissen van betekenis voorgedaan.

3 Resultaten. Tabel 71 geeft de gemiddelde proefuitkomsten weer bij de verschillende silages en proefbehandelingen in de 5 gecombineerde perioden. De opgenomen hoeveelheden silage in tabel 71 zijn gemiddelden over 5 dagen per week.

Tijdens de eerste 4 perioden werd het krachtvoer gedurende 2 achtereenvolgende dagen per week gehalveerd. De silage-opneming tijdens deze 2 dagen was gemiddeld als volgt (kg per dier per dag):

	I, II	III, IV
proefgroep	26,4	48,2
controlegroep	26,8	48,6

Deze cijfers verschillen niet significant door de proefbehandeling.

4 Bespreking. Het volgende staatje laat een vergelijking zien tussen de behoefte aan en het aanbod van zetmeelwaarde en verteerbaar ruw eiwit. Het (%) geeft aan in welke mate het aanbod in de behoefte heeft voorzien.

ZW			droge stofgehalte silage ($\pm$)	kg vre		
behoefte	aanbod	(%)		behoefte	aanbod	(%)
8,70	8,85	(102)	40	1,57	1,78	(113)
8,02	8,22	(102)	20	1,42	1,52	(107)
7,49	8,43	(112)	22	1,30	1,60	(123)
7,10	8,11	(114)	19	1,21	1,52	(126)
6,94	7,98	(115)	23	1,17	1,50	(128)

Tabel 71. Gemiddelde proefuitkomsten bij de diverse silages in de 5 gecombineerde perioden. Gegevens per dier per dag. De getallen tussen haken zijn op significantie getoetst.
p = proef; c = controle

		100 g zout/salt			30 g zout/salt	100 g dextrose
		40	20	22		
± droge stof- % silage/dry matter % silage						
silage-opneming/silage intake (kg)	p/e	21,9	37,6	35,1	34,6	31,7
" " " "	c	21,9	38,0	34,9	33,6	31,6
					(*)	
lichaamsgewicht/body weight (kg)	p/e	565	551	557	559	570
" " " "	c	562	549	555	556	566
				(*)		
melkproductie/milk yield (kg/day)	p/e	20,5	19,0	16,4	14,9	14,1
" " " "	c	20,5	19,0	16,6	14,9	14,0
melkvet/milk fat (%)	p/e	4,06	3,87	4,09	4,15	4,21
" " " "	c	4,23	3,90	4,08	4,19	4,28
melkvetvrije ds/solids-not-fat (%)	p/e	8,75	8,70	8,56	8,60	8,66
" " " "	c	8,74	8,67	8,57	8,62	8,68
(*) P < 0,10 Verschil proef en controle		I, II	III, IV	V, VI	VII, VIII	IX, X

Tabel 71. Average experimental results from the various silages in the 5 combined periods. Data per animal per day. The numbers between brackets are tested for significance.

e = experiment; c = control

Uit bovenstaand staatje blijkt, dat alleen bij de eerste 2 silages volgens de ZW-normen is gevoerd, daarna is 12 tot 15% boven deze norm gevoerd. In elk geval is geen enkele maal onder de normen gevoerd. Het zou denkbaar zijn dat bij ruime voeding een smaakeffect misschien moeilijk voor de dag komt, en zo het aan het licht treedt, hoe zwak ook, dat het dan bezwaarlijk door een bepaald hongergevoel geïnduceerd werd.

Uit tabel 71 blijkt, dat de silage-opneming bij de vochtigste silage (ca. 19% ds) een gering, bijna wezenlijk, effect heeft laten zien van 30 g zout-toevoeging per dier per dag. Het verschil bedroeg slechts 1 kg silage per dier per dag ten gunste van de zoutgroep. Wanneer per week steeds 2 dagen werden uitgekozen waarbij de resten opliepen tot 15% per dier per dag, dan was het verschil in opneming $38,3 - 36,8 = 1,5$ kg silage ($P < 0,05$) ten gunste van de proefgroep. Gezien het feit, dat de dieren hierbij 14% boven de ZW-norm en 26% boven de eiwitnorm werden gevoerd, kan een gering opnemingsbevorderend effect, mogelijk via de smakelijkheidsfactor, aan het zout niet worden ontczgd.

Opvallend is ook, dat de silage-opneming in kg droge stof het laagst is bij de natste en het hoogst bij de droogste silage (respectievelijk 6,4 en 8,8 kg in tabel 70).

Dit komt overeen met waarnemingen van Orth e.a. (1966). Zij menen, dat de fysische structuur van voordroogsilages een hogere speekselproductie tot gevolg heeft, waardoor meer NaHCO_3 in de pens wordt gebracht en de vertering beter verloopt.

Ook bij toediening van 100 g los NaHCO_3 (equivalent met ± 30 liter speeksel) zou een duidelijke verbetering van de silage-opneming optreden. Het azijnzuurgehalte van de pensvloei stof zou hierbij verhoogd zijn en het melkvetgehalte vertoonde een lichte neiging tot stijgen. In de hier beschreven proef is het laagste melkvetgehalte gevonden toen de silage werd gevoerd met 20% droge stof, welke het hoogste azijnzuurgehalte had, maar het laagste boterzuurgehalte (tabel 69). Een samengaan van een hoog boterzuurgehalte van de silage en een hoog melkvetgehalte werd eerder gezien in proef 5.2.1.

Van belang is uiteraard ook, dat hier geen Na-gebrek in het spel is. De droge stof van het totale rantsoen bevatte $\pm 0,20\%$ Na, zodat aangenomen wordt dat de dieren geen reden hadden een eventueel bestaand Na-gebrek door een instinctief gerichte voederkeuze (hier: silage + zout) weer aan te vullen. Volgens Arnold (1964) zou het rund namelijk hiertoe in staat zijn.

De toediening van dextrose heeft niet tot wezenlijke verbeteringen geleid van de silage-opneming. Wellicht was de waarnemingstijd hierbij ook wat aan de korte kant, zodat aan deze uitkomst niet al te grote waarde kan worden toegekend.

Het lichaamsgewicht van de dieren in de proefperioden was steeds 2 à 3 kg zwaarder dan tijdens de controleperioden. 100 g zout per 15 kg droge stof opneming betekent ± 7 g NaCl per kg ds en volgens figuur 29 (5.2.5) neemt het dier ter uitscheiding hiervan $\pm 0,15$ liter water ofwel 2,25 liter per dag extra op. Dit stemt volledig overeen met waarnemingen van Pfeffer e.a. (1965). De hogere waterconsumptie zou dus het gewichtsverschil ongeveer kunnen verklaren.

5 *Conclusie.* De toediening van keukenzout los gestrooid over verschillende gras-silages heeft slechts een zeer gering effect gehad op de silageopneming. Het effect was in 3 van de 4 proeven afwezig. In de 4de proef, waarbij de vochtigste silage van slechte kwaliteit werd gevoerd trad een verhoogde opneming op van 1 à 1,5 kg silage per dier per dag. De hoeveelheid zout die daarbij gegeven werd bedroeg 30 gram per dier per dag. De dieren werden 14% boven de ZW-norm en 26% boven de verteerbaar ruw eiwit-norm gevoerd, zodat het resultaat gemeten werd in een gebied waarbij het dier wellicht weinig behoefte tot extra (ruw)voeropneming zou kunnen hebben.

De dieren waren tijdens de proefperioden steeds enkele kg zwaarder dan tijdens de controleperioden.

Samenvatting en conclusies

1 *Natriumbehoefte* (5.1.) Uit een opfokproef met 2×12 vrouwelijke M.R.Y.-runderen (5.1.2) bleek, dat tot een leeftijd van $2\frac{1}{2}$ jaar geen verschillen optraden in gezondheid en melkproductie als gevolg van een voorziening met 0,07% natrium in de droge stof van het rantsoen. Alleen speeksel- en urine-onderzoek gaven aan, dat tijdens de lactatieperiode deze voorziening als 'krap' gekwalificeerd kan worden. Uit een voederproef met 2×9 tijdens de proef afkalvende zwartbonte koeien (5.1.4) bleken gezondheid en melkproductie niet wezenlijk te veranderen als gevolg van eenzelfde lage voorziening. Wel werden in de beide gevallen 2 maanden durende oud- en nieuwmelkse proefperioden onder andere door de dieren een serie bezuinigingsmaatregelen toegepast om dit mogelijk te maken. Zo ging in de urine, het speeksel, het pensvocht, de mest, het bloed en de melk het Na-gehalte omlaag, terwijl met name in het speeksel, het pensvocht en de mest het K-gehalte compensatoir steeg. In de urine daalde het K-gehalte evenwel. Ook stegen de haematokriet en het haemoglobinepercentage (uitdroging van het dier en vermindering van het circulerend bloedvolume). De waterconsumptie per kg opgenomen droge stof vertoonde een lichte neiging tot stijgen. (waarschijnlijk een hormonaal effect), terwijl de Ca-concentratie in het bloedplasma in de oudmelkse periode verlaagd en in de versmelkse periode relatief verhoogd bleek te zijn (5.1.5). (Dit opent misschien bepaalde perspectieven voor de preventie van melkziekte.) Tijdens de droogstandperiode van 2 maanden verdwenen voornoemde biochemische veranderingen grotendeels, zodat in die tijd kennelijk bij 0,07% Na in de droge stof in de behoefte werd voorzien. Tijdens de partus verliest het lichaam ongeveer 100 g Na en 150 g K.

Uit een periodenproef met 2×6 volwassen zwartbonte koeien (5.1.3) bleken geen verschillen in gezondheid en melkproductie op te treden, wanneer achtereenvolgens gedurende 1 tot $1\frac{1}{2}$ maand 0,07, 0,15, 0,20, 0,25 en 0,30% Na in de droge stof van het rantsoen aanwezig was. Er werd een positieve correlatie gevonden tussen het Na-gehalte van de ochtendurine (voor 07.00 uur) en de hoeveelheid Na in het rantsoen boven de behoeftenorm ($r = + 0,66$; $P < 0,001$). De behoeftenorm kon berekend worden op 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen. Dit stemt overeen met de gegevens van Kemp (1964). Bij 0,15% Na waren alle bezuinigingsmaatregelen afwezig (optimale voorziening), terwijl bij 0,07% Na van een krappe, deficiënte (sub-optimale) voorziening gesproken kon worden, waarbij het dier zijn natrium-reserve aansprak.

2 *Diagnostiek van natriumdeficiëntie* (5.1). Zodra de Na-voorziening onvoldoende wordt, gaat de aldosteronspiegel in het bloed omhoog (Blair West e.a., 1965). Daardoor wordt het mogelijk, dat via de urine in plaats van 2,5 à 3 g Na per dag (minimum-evenwichtsbalans) slechts 0,5 g Na wordt uitgescheiden (Kemp e.a., 1967). Aldosteron is een Na-retinerend, adaptief en mogelijk proflogistisch hormoon van de bijnierschors (Selye, 1954).

Uit eigen experimenten kan worden afgeleid, dat gedurende de dag verkregen urine met minder dan 1–1,5 mequ Na/l ($\pm$ 2,5–3,5 mg%) een belangrijke aanwijzing had kunnen geven voor het deficiënt zijn van de Na-voorziening, ware het niet, dat normaliter het Na-gehalte van de urine aan grote schommelingen onderhevig is en dat daardoor de interpretatie van de uitkomsten bemoeilijkt wordt. Urine, verkregen in de vroege ochtend (voor 07.00–08.00 uur) of bij plotselinge rantsoenveranderingen (overgang van silage naar hooi), stress (partus) en flinke wateropneming (b.v. door aanklevend water op gras) zou bovendien voor de monsterneming ongeschikt zijn.

De eigenlijke diagnose kan dan ook beter door speekselonderzoek gesteld worden, waarbij tevens een indruk omtrent de ernst van het Na-gebrek kan worden verkregen. Het speeksel werd verkregen door een sponsje bij de uitmonding van de afvoerbuiss van een parotisklier te houden. Berekend uit alle gegevens van het onderhavige onderzoek kwam normaal in speeksel voor 146 ± 10 mequ Na/l en 8 ± 3 mequ K/l (spreiding: 310–360 mg% Na en 20–40 mg% K). Bij deficiënte Na-voorzieningen werd in het speeksel aangetroffen 126 ± 17 mequ Na/l en 24 ± 14 mequ K/l (spreiding: 250–330 mg% Na en 40–140 mg% K). De som van Na + K in speeksel bedroeg steeds 154 ± 9 mequ/l, bij deficiënte Na-voorzieningen mogelijk enkele mequ/l lager dan normaal. In het grensgebied tussen deficiënt en voldoende (hier van 310–330 mg% Na) wordt een scherpe diagnosestelling bemoeilijkt. Hier kunnen monsterverontreinigingen door plantensappen of mondslijm, het K-gehalte van het rantsoen, plotselinge rantsoenovergangen (silage naar hooi) en stress-factoren naast de normale dier-variaties mede debet aan zijn. In dergelijke gevallen zou onderzoek van het rantsoen op natriumgehalte uitsluitsel kunnen geven.

Ofschoon Na-deficiëntie in dit grensgebied bij kortdurende proeven nooit met klinische verschijnselen gepaard is gegaan, dient misschien een voortdurend verhoogde aldosteronspiegel in het bloed vooralsnog als minder gewenst te worden beschouwd.

De Na- en K-gehalten van de mest staan meer dan die van het speeksel, onder invloed van dag-, jaar- en rantsoenvariaties, zodat ze voor de diagnostiek van natriumgebrek van minder belang worden geacht. De Na- en K-gehalten van bloedplasma en melk reageren te weinig om diagnostisch van waarde te zijn. De stijging van de haematokriet en het haemoglobine-% zijn voor ons doel niet voldoende specifiek.

3 *Waarnemingen bij het dier met een voldoende Na-voorziening* (5.1.5). Gedurende de lactatieperiode vertonen de Na-gehalten van speeksel en melk een neiging tot stijgen, de K-gehalten een neiging tot dalen.

De waterconsumptie (inclusief het in het voer aanwezige water) per kg opgenomen

droge stof bedraagt normaal ongeveer 5 l. In de eerste 2 maanden na de partus is deze consumptie gestegen tot gemiddeld 5,6 l (cortison-effect), in de tweede helft van de graviditeit daalt de waterconsumptie tot 4,5 l per kg opgenomen droge stof (oestron-effect).

Rond en vlak na de partus zijn de Na-gehalten van speeksel, urine en mest in de regel verlaagd. Het K-gehalte van het bloedplasma is dan wat verhoogd. Het haemoglobinegehalte en de haematokriet zijn enige dagen na de partus verhoogd, maar kunnen tijdens de volgende 3 maanden ca. 10% beneden de normaalwaarden liggen (bedragen dan resp. ± 10 g% en ± 28 vol. %).

In de vroege ochtend (04.00–08.00 uur) zijn de Na-gehalten van urine, speeksel en mest in de regel lager dan tijdens de rest van de dag. Dit kan verklaard worden via de activiteit van het hypothalamus-hypofyse-bijniersysteem (Larvor e.a., 1959), waarbij het cortison vermoedelijk een belangrijke rol vervult. Cortison zou een geringe Na-retinerende en een sterke glomerulus-filtratie bevorderende werking hebben (Lipsett e.a., 1961). Ook rond en na de partus is de cortisonproductie toegenomen (Shaw e.a., 1952).

Het anorganisch fosfaat-gehalte van bloedplasma was op stal vaak aanzienlijk hoger dan in de wei.

Voeding beneden de zetmeelwaardennorm heeft in een enkel geval het Na-gehalte van het speeksel wezenlijk verlaagd.

Het soortelijk gewicht van de urine is sterk gecorreleerd aan het K-gehalte van de urine ($r = +0,93$) en dus ook aan het K-gehalte van het rantsoen. Dit werd vastgesteld bij praktisch gelijke eiwitvoorzieningen van het dier.

Ammoniumoxalaat als anticoagulum verhoogt ten opzichte van Na-heparine het K-gehalte van bloedplasma en de haematokriet met ongeveer 11%.

4 *Het effect van keukenzout in rantsoenen met grassilages* (5.2). Uit een tweede voederproef met 2×9 tijdens de proef afkalvende zwartbonte koeien (5.2.1) bleek, dat de dieren van de groep met 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen na de partus wat minder van de (boterzuurrijke) silage aten, een verlaagd boterzuurpercentage in de pensvloeistof hadden alsook een lager melkvetgehalte, een hoger K-gehalte in het bloedplasma, een lager aantal eosinofiele cellen per mm^3 bloed en een iets lager Na-gehalte in het speeksel vertoonden dan de dieren van de groep die gevoerd werd met een rantsoen, dat 0,35% Na in de droge stof bevatte. De eerste groep had echter ongelukkigerwijs meer last gehad van urogenitaal-aandoeningen in aansluiting op de partus dan de tweede groep, hetgeen de uitkomsten aanzienlijk kan hebben beïnvloed. Volgens urine- en speekselonderzoek was er geen Na-gebrek in het spel. Voornoemde verschillen in frequentie van urogenitaal aandoeningen werden niet vastgesteld in een praktijkproef met 2×100 kalfkoeien (5.2.2), waarbij tevens het aantal retentio secundinarum-gevallen niet bleek te verminderen als extra zout werd gevoerd tijdens de droogstand.

De dieren, die met de nageboorte bleven staan, bleken vaak enkele jaren ouder te zijn dan de overige dieren, enkele dagen vroeger af te kalven, soms een wezenlijk

verlaagd Na-gehalte te hebben in speeksel en mest tijdens de droogstand evenals een 10% verlaagd haemoglobine-gehalte, terwijl na het afkalven gemiddeld 60% minder eosinofiele cellen per mm³ bloed dan normaal aanwezig bleek te zijn. Afgezien van het Hb-gehalte kunnen de veranderingen in bloed, speeksel en mest bij beide voorgaande proeven verband houden met een verhoogde cortisonproductie, veroorzaakt door stress (Lipsett e.a., 1961). Een verhoogd K-gehalte in het rantsoen bleek de waterconsumptie te verhogen, terwijl de Na-gehalten van speeksel en pensvloeistof verlaagd werden.

Uit balansproeven met 4 koeien (5.2.3) bleek een plotselinge overgang van 30 kg 'vochtige' silage naar 10 kg hooi gepaard te gaan met een minstens 3 dagen durende retentie van Na. Dit ging vergezeld van een verlaagd Na-gehalte in speeksel, pensvocht, urine en mest en een geringe compensatoire K-stijging in speeksel en pensvocht. Bij een voorziening van 0,22% Na in de droge stof van het rantsoen hadden de dieren in het lichaam kennelijk een 'lokaal' (maagdarmkanaal) Na-gebrek. Het pensvloeistofvolume steeg hierbij van gemiddeld 55 naar 68 liter. Bij de overgang van 10 kg hooi naar 30 kg silage ontstonden negatieve Na-balansen zonder de begeleidende 'aldosteronachtige' reacties. De verstoorde Na-balansen gingen vergezeld van in dezelfde richting (+ en -) verstoorde 'schijnbare waterbalansen' en N-, K- en Cl-balansen.

120 Liter water per dag toegediend via een pensfistel veroorzaakte een ernstige verdunning van urine en pensvocht en in geringe mate van het speeksel. De vertering van het voeder werd echter in het geheel niet benadeeld.

30 g zout (5.2.6) gestrooid als smaakcorrigen op een slecht geslaagde grassilage met een gehalte van 19% droge stof had een tendens tot verbetering van de opneming (3%). In verschillende andere gevallen was het effect van het strooien van zout over het kuilvoer op de opneming echter nihil. Zoutoplossing gesprengd over het hooi voor het voeren heeft de voederwaarde (via een betere vertering) niet beïnvloed (5.2.4).

Zout als conserveermiddel bij het ensileren (tot 4 à 6% in het verse gras) verbeterde de kwaliteit en de voederwaarde van grassilages bij stijgende hoeveelheden in toenemende mate. De samenstellende chemische bestanddelen in procenten van de droge stof nemen echter af, het materiaal werd droger, de verteerbaarheid nam toe en indien voldoende (continu) drinkwater beschikbaar was, nam ook de droge-stof-opneming toe, evenals de voederwaarde-opneming. Bij 4,7% zout in de uiteindelijke silage ontstond een neiging tot diarree, een (systolische) bloeddrukverhoging van 10%, een verhoogd K- en Cl-gehalte van het bloedplasma, een verhoogd Cl-gehalte van de melk, een verlaagde ZW-opneming en 2,5% gewichtsverlies in 5 weken. In het speeksel en in de urine nam het Na-gehalte door de zoutvoeding meer toe dan in het bloedplasma (5.2.5).

Werd meer dan 1,5 à 2% zout in de droge stof van het rantsoen gegeven, dan dron-

droge stof bedraagt normaal ongeveer 5 l. In de eerste 2 maanden na de partus is deze consumptie gestegen tot gemiddeld 5,6 l (cortison-effect), in de tweede helft van de graviditeit daalt de waterconsumptie tot 4,5 l per kg opgenomen droge stof (oestron-effect).

Rond en vlak na de partus zijn de Na-gehalten van speeksel, urine en mest in de regel verlaagd. Het K-gehalte van het bloedplasma is dan wat verhoogd. Het haemoglobinegehalte en de haematokriet zijn enige dagen na de partus verhoogd, maar kunnen tijdens de volgende 3 maanden ca. 10% beneden de normaalwaarden liggen (bedragen dan resp. ± 10 g% en ± 28 vol. %).

In de vroege ochtend (04.00–08.00 uur) zijn de Na-gehalten van urine, speeksel en mest in de regel lager dan tijdens de rest van de dag. Dit kan verklaard worden via de activiteit van het hypothalamus-hypofyse-bijniersysteem (Larvor e.a., 1959), waarbij het cortison vermoedelijk een belangrijke rol vervult. Cortison zou een geringe Na-retinerende en een sterke glomerulus-filtratie bevorderende werking hebben (Lipsett e.a., 1961). Ook rond en na de partus is de cortisonproductie toegenomen (Shaw e.a., 1952).

Het anorganisch fosfaat-gehalte van bloedplasma was op stal vaak aanzienlijk hoger dan in de wei.

Voeding beneden de zetmeelwaardennorm heeft in een enkel geval het Na-gehalte van het speeksel wezenlijk verlaagd.

Het soortelijk gewicht van de urine is sterk gecorreleerd aan het K-gehalte van de urine ($r = + 0,93$) en dus ook aan het K-gehalte van het rantsoen. Dit werd vastgesteld bij praktisch gelijke eiwitvoorzieningen van het dier.

Ammoniumoxalaat als anticoagulum verhoogt ten opzichte van Na-heparine het K-gehalte van bloedplasma en de haematokriet met ongeveer 11%.

4 Het effect van keukenzout in rantsoenen met grassilages (5.2). Uit een tweede voederproef met 2×9 tijdens de proef afkalvende zwartbonte koeien (5.2.1) bleek, dat de dieren van de groep met 0,15% Na in de droge stof van het rantsoen na de partus wat minder van de (boterzuurrijke) silage aten, een verlaagd boterzuurpercentage in de pensvloeistof hadden alsook een lager melkvetgehalte, een hoger K-gehalte in het bloedplasma, een lager aantal eosinofiele cellen per mm³ bloed en een iets lager Na-gehalte in het speeksel vertoonden dan de dieren van de groep die gevoerd werd met een rantsoen, dat 0,35% Na in de droge stof bevatte. De eerste groep had echter ongelukkigerwijs meer last gehad van urogenitaal-aandoeningen in aansluiting op de partus dan de tweede groep, hetgeen de uitkomsten aanzienlijk kan hebben beïnvloed. Volgens urine- en speekselonderzoek was er geen Na-gebrek in het spel. Voornoemde verschillen in frequentie van urogenitaal aandoeningen werden niet vastgesteld in een praktijkproef met 2×100 kalfkoeien (5.2.2), waarbij tevens het aantal retentio secundinarum-gevallen niet bleek te verminderen als extra zout werd gevoerd tijdens de droogstand.

De dieren, die met de nageboorte bleven staan, bleken vaak enkele jaren ouder te zijn dan de overige dieren, enkele dagen vroeger af te kalven, soms een wezenlijk

verlaagd Na-gehalte te hebben in speeksel en mest tijdens de droogstand evenals een 10% verlaagd haemoglobine-gehalte, terwijl na het afkalven gemiddeld 60% minder eosinofiele cellen per mm³ bloed dan normaal aanwezig bleek te zijn. Afgezien van het Hb-gehalte kunnen de veranderingen in bloed, speeksel en mest bij beide voorgaande proeven verband houden met een verhoogde cortisonproductie, veroorzaakt door stress (Lipsett e.a., 1961). Een verhoogd K-gehalte in het rantsoen bleek de waterconsumptie te verhogen, terwijl de Na-gehalten van speeksel en pensvloeistof verlaagd werden.

Uit balansproeven met 4 koeien (5.2.3) bleek een plotselinge overgang van 30 kg 'vochtige' silage naar 10 kg hooi gepaard te gaan met een minstens 3 dagen durende retentie van Na. Dit ging vergezeld van een verlaagd Na-gehalte in speeksel, pensvocht, urine en mest en een geringe compensatoire K-stijging in speeksel en pensvocht. Bij een voorziening van 0,22% Na in de droge stof van het rantsoen hadden de dieren in het lichaam kennelijk een 'lokaal' (maagdarmkanaal) Na-gebrek. Het pensvloeistofvolume steeg hierbij van gemiddeld 55 naar 68 liter. Bij de overgang van 10 kg hooi naar 30 kg silage ontstonden negatieve Na-balansen zonder de begeleidende 'aldosteronachtige' reacties. De verstoorde Na-balansen gingen vergezeld van in dezelfde richting (+ en -) verstoorde 'schijnbare waterbalansen' en N-, K- en Cl-balansen.

120 Liter water per dag toegediend via een pensfistel veroorzaakte een ernstige verdunning van urine en pensvocht en in geringe mate van het speeksel. De vertering van het voeder werd echter in het geheel niet benadeeld.

30 g zout (5.2.6) gestrooid als smaakcorrigen op een slecht geslaagde grassilage met een gehalte van 19% droge stof had een tendens tot verbetering van de opneming (3%). In verschillende andere gevallen was het effect van het strooien van zout over het kuilvoer op de opneming echter nihil. Zoutoplossing gesprengd over het hooi voor het voeren heeft de voederwaarde (via een betere vertering) niet beïnvloed (5.2.4).

Zout als conserveermiddel bij het ensileren (tot 4 à 6% in het verse gras) verbeterde de kwaliteit en de voederwaarde van grassilages bij stijgende hoeveelheden in toenemende mate. De samenstellende chemische bestanddelen in procenten van de droge stof nemen echter af, het materiaal werd droger, de verteerbaarheid nam toe en indien voldoende (continu) drinkwater beschikbaar was, nam ook de droge-stof-opneming toe, evenals de voederwaarde-opneming. Bij 4,7% zout in de uiteindelijke silage ontstond een neiging tot diarree, een (systolische) bloeddruk verhoging van 10%, een verhoogd K- en Cl-gehalte van het bloedplasma, een verhoogd Cl-gehalte van de melk, een verlaagde ZW-opneming en 2,5% gewichtsverlies in 5 weken. In het speeksel en in de urine nam het Na-gehalte door de zoutvoeding meer toe dan in het bloedplasma (5.2.5).

Werd meer dan 1,5 à 2% zout in de droge stof van het rantsoen gegeven, dan dronken de koeien gemiddeld 44 ml water per g zout extra om het surplus aan NaCl uit te scheiden. Het aantal eosinofiele cellen per mm³ bloed was tijdens de voeding van zoutrijke silage verlaagd, hetgeen zou kunnen wijzen op verhoogde stress-invloed.

Summary and conclusions

Sodium chloride in cattle nutrition

Physiological aspects of the supplementation of NaCl in rations with low and normal sodium contents

1 *Sodium requirement* (5.1). Two groups of 12 heifers were used to assess the effects of low Na intakes (0.07% DM) over a very prolonged period. Differences in health and milk production did not appear even when the animals reached 2½ years old (5.1.2). A second trial using two groups of 9 cows, also showed that equally low Na intakes did not influence health or milk production significantly (5.1.4). In a third trial, using two groups of 6 lactating cows, rations containing 0.07, 0.15, 0.20, 0.25 and 0.30% Na in the DM were fed for periods of 1–1½ months (5.1.3). The level of dietary Na did not affect health or milk production.

Although the animals were not affected clinically, analysis of saliva and urine from lactating animals indicated that Na intakes at 0.07% of the DM were suboptimal. Physiological adaptation to these low intakes occurred. The adaptation was manifested by decreased Na levels in urine, faeces, milk, plasma, saliva and rumen-fluid and compensatory increase in K levels in faeces, saliva and rumen-fluid. The K-level in urine decreased. Packed cell volume (PCV) and haemoglobin (Hb) values increased, indicating that some dehydration and decrease in circulating blood volume occurred. Water consumption per kg DM intake tended to rise slightly (probably a hormonal effect). Plasma Ca levels decreased in the last weeks and increased in the first weeks of lactation (5.1.5). This adaptation was most marked in the first and last 2 months of lactation and generally disappeared during the 2 months of the dry period. Thus, it would appear that Na intakes as low as 0.07% DM may meet the requirements of dry cows. However, serious losses of Na and K follow the dry period. At parturition a cow may lose 100 and 150 g respectively.

In the third trial (5.1.3) a positive correlation was found between the Na levels in the morning urine (before 07.00 h) and the amounts of dietary Na above requirement ($r + = 0.66$; $P < 0.001$). The dietary requirement of lactating cows was estimated at 0.15% DM, a figure which agrees with that of Kemp (1964). The physiological changes associated with the low Na intake (0.07% DM) did not occur at Na intakes of 0.15% DM or higher.

2 *Diagnosis of sodium deficiency* (5.1). Aldosterone is a Na-retaining, adaptive and possible prophlogistic hormone secreted by the adrenal cortex (Selye, 1954). In Na deficiency the aldosterone level in blood increases. Increased aldosterone levels in blood are associated with increased retention of Na by the renal tubules and a change in the Na: K ratio in saliva (Dobson et al. 1963; Blair-West et al. 1965). Thus, apart from direct estimation of Na intake, Na deficiency may be suspected when there is evidence of an aldosterone response.

Normal cows excrete more than 2.5–3 g Na per day in urine. In Na deficiency the output of Na is reduced to about 0.5 g per day (Kemp, 1964) as a result of the renal action of aldosterone. The results from own experiments suggested that mean Na levels of 1–1.5 meq/l in urine sampled throughout the day would be indicative of Na deficiency. However, estimates of the animal's Na status based only on analysis of random urine samples may be quite inaccurate due to the fact that the Na levels in urine vary very widely. This conclusion agrees with the findings of Kemp et al. (1967). Samples of urine taken early in the morning (before 07.00–08.00 h) or during periods of stress (e.g. parturition), sudden dietary changes or when water intakes are high (e.g. adhesive water on grass) may be particularly misleading.

Changes in salivary composition are much better indicators of the sodium status of an animal than low Na concentrations in random urine samples. Saliva samples are readily obtained by sponging the mouth in the area of the parotid duct; discoloured samples should be discarded. The levels of Na and K in saliva samples of normal cows at our laboratory were 146 ± 10 and 8 ± 3 meq/l respectively. When the Na supply was suboptimal these values averaged 126 ± 17 and 24 ± 14 meq/l respectively. The sum of Na + K (meq) in saliva of animals on optimal intake was about 154 meq/l; on suboptimal intakes it was about 150 meq/l.

It may be difficult to classify the Na status of animals whose saliva Na is in the marginal area of 136–143 meq/l. Saliva obtained by the sponge method may be slightly contaminated with plant juice, rumen fluid or oral mucus. Normal animal variation may also confuse the issue. Finally, aldosterone-like changes may occur in saliva of animals of normal sodium status. Sudden changes in the ration (silage to hay) and other stress factors (such as parturition) may stimulate the adrenal to produce more aldosterone. Where there is some doubt as to the Na status of cattle, it would be advisable to include feed samples for Na analysis in the investigation.

The levels of Na and K in faeces are not suitable indicators of the Na status because they are influenced more by day-, year- and ration variations than the levels of Na and K in saliva.

In Na deficiency, the changes which occur in the Na and K levels in plasma and milk are not sufficiently large and the increase in PCV and Hb are not specific enough to be of use for diagnostic purposes in this respect.

3 *Observations on animals on adequate Na intakes* (5.1.5). During lactation the Na level in saliva and milk tended to rise, the K level to fall. On average, the total water consumption was about 5 l per kg DM intake. Water consumption increased to

5.6 l per kg DM (cortisone effect) during the first 2 months of lactation and decreased to 4.5 l per kg DM (oestrogen effect) in the second half of pregnancy.

Just before, during and just after calving when cortisone production is increased (Shaw et al, 1952), the Na levels in saliva, urine and faeces were generally lowered. Plasma K increased somewhat. The PCV and Hb values increased in the first few days after calving but then often fell to more than 10% below normal values (i.e. to 28% and 10 g% respectively).

The Na levels in urine, saliva and faeces were generally lower early in the morning (04.00–08.00 h) than during the rest of the day. This may be explained by the hypothalamus-pituitary-adrenal system (Larvor et al, 1959) in which cortisone presumably plays an important role. Cortisone is believed to have a weak Na-retaining and a strong glomerular filtration stimulating effect (Lipsett et al, 1961).

Feeding below starch equivalent standards sometimes decreased the Na level in saliva.

On similar protein intakes the specific gravity of urine was strongly correlated with the K level in urine ($r = +0.93$) and therefore to the K level in the diet also. Ammonium oxalate as an anticoagulant increased plasma K and PCV by about 11% of the values obtained when Na-heparin was used.

Plasma inorganic phosphate was often considerably higher in housed than in pastured cattle.

4 *The effect of sodium chloride in rations containing grass silage* (5.2). In one experiment calved cows (5.2.1) on a diet containing 0.15% Na in the DM ate less of the silage rich in butyric acid, had lower butyric acid levels in rumen fluid, lower milk fat content, higher plasma K levels, lower eosinophil counts and a somewhat lower level of Na in saliva than the cows receiving 0.35% Na in the DM of the diet. Unfortunately, the former group had more post-partum difficulties involving the urogenital tract than the latter group. This may have influenced the results considerably. Saliva and urine analyses gave no evidence of Na deficiency.

In a field trial with 2 groups of 100 calving cows (5.2.2) differences in the frequency of urogenital disorders between groups was not found. Retention of the foetal membranes was not influenced by previous feeding of extra salt in the dry period. Cows retaining the membranes were often some years older than the others. They calved some days earlier, sometimes had substantially lower Na levels in saliva and faeces in the dry period, had Hb values lower by about 10% and eosinophil counts lower than normal by about 60%. The decreases in saliva and faecal Na levels and the low eosinophil counts may have been related to increased cortisone production caused by stress (Lipsett et al, 1961). An increase in the K level in the ration was associated with increased intake of water and decreased Na levels in saliva and rumen fluid.

In balance trials with 4 cows (5.2.3) a sudden change-over from 30 kg wet silage to 10 kg hay was accompanied by Na-retention for at least 3 days. At the same time the Na levels of saliva, rumen fluid, urine and faeces decreased and there was a slight compensatory increase in the level of K in saliva and rumen fluid. With a supply of

0.22% Na in the dry matter of the ration the animals apparently had a local Na-deficit in their bodies (digestive tract). Associated with this change, the rumen fluid volume increased from an average of 55 to 68 liters. The change-over from 10 kg hay to 30 kg silage caused negative Na-balances without the attendant, aldosteron-like reaction. The 'apparent water balances' Na, K and Cl balances were disturbed in the same direction (+ and -) as the disturbed Na balances.

120 l water per day infused through a rumen fistula caused a severe dilution of urine and rumen fluid and to a lesser extent of the saliva. However, the digestion of the feed was not affected.

30 g salt as a taste correcting substance strewn over a poor-quality grassilage (19% DM) had a tendency to improve the intake of silage (by 3%).

In various other cases, however, the effect on DM intake of strewing salt over the silage was nil.

Salt solution sprinkled over the hay before feeding did not influence the digestibility markedly. Salt as a preservative in silage making (up to 4 to 6% in the fresh grass) improved the quality and feed value of grassilage progressively when strewn in large quantities. The chemical components in the dry matter (%) however decreased, the material became increasingly dry, the digestibility increased and if sufficient drinking water was constantly available, the dry matter intake increased too, as did the intake of feed value.

Cows eating silage containing 4.7% salt in the DM tended to show diarrhoea, an increase of 10% in the systolic blood pressure, an increased K- and Cl-content in the bloodplasma, an increased Cl-content in the milk, a decreased intake of starch equivalents and a 2.5% loss of body weight in 5 weeks. The saliva and urine (07.00 h) contained more Na than bloodplasma. If the dietary DM contained more than 1.5-2.0% salt, the average consumption of water by cows was 44 ml per g salt. The blood eosinophil count decreased when salt intakes were high. This might indicate that the animals were under stress.

Literatuur

- ADRICHEM, P. W. M. VAN
 AOAC
 ANDERSSON, B.
 ARNOLD, G. W.
 ASTWOOD, E. B.
 BABCOCK, S. M.
 BAILEY, C. B. & C. C. BALCH
 BAILEY, C. B., & C. C. BALCH
 BAILEY, C. B. & C. C. BALCH
 BAILEY, C. B. & C. C. BALCH
 BAILEY, C. B. & C. C. BALCH
 BARNETT, H. L. & H. McNAMARA
 BARRY J. M.
 BASILE, G.
 BERGER, E. Y.
 BLAIR-WEST, J. R., E. BOTT, G. W. BOYD,
 J. P. COGHLAN, D. A. DENTON,
 J. R. GODING, S. WELLER,
 M. WINTOUR & R. D. WRIGHT
 BLAXTER, K. L. & W. A. WOOD
 BLOMHERT, G.
 BRANDSMA, S.
 BRANDSMA, S.
 BROUWER, E.
- De invloed van het voeder op enige fermentatieprodukten in de pens van normale runderen en van acetonaemiepatiënten. Thesis (1962) 106.
 Official methods of analysis of the Association of official agricultural chemists. 10 edition, 1965.
 Ref. Kolb (1967), *Acta Physiol. Scand.* 33 (1955) 50-65.
 Selection of diet by grazing sheep and cattle. *Proc. Austr. Soc. of Animal Prod.* 5 (1964) 258.
 A Six Hour assay for the quantitative determination of estrogen. *Endocrin.* 23 (1938) 25.
 The addition of salt to the ration of dairy cows. *Wisconsin Agr. Exp. Sta. Ann. Rep.* 22 (1905) 129.
 Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. *Brit. J. Nutr.* 15 (1961-1) 371.
 Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. *Brit. J. Nutr.* 15 (1961-2) 383.
 Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. *Brit. J. Nutr.* 15 (1961-3) 443.
 Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. *Brit. J. Nutr.* 15 (1961-4) 489.
 Electrolyte balances on a male infant with adrenal cortical insufficiency and virilism. The effect of doca and salt therapy with special reference to potassium. *J. Clin. Invest.* 28 (1949) 1498.
 The synthesis of milk from components of blood. *Outlook on Agriculture* 5 (1966).
 Ref. Blair-West e.a. (1965). *The Pentameron* London Spring Books (1575-1632) 123.
 The effect of Desoxycorticosterone on the Unidirectional Transfers of Na and K into and out of the dog Intestine. *J. Clin. Invest.* 38 (1959) 987.
 General biological aspects of salivary secretion in ruminants in: *Phys. of digestion in the ruminant*, Washington (1965).
 Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhoea in calves. *Vet. Rec.* 65 (1953) 889.
 Over de zogenaamde waterdiurese. Thesis Amsterdam (1951).
 De mineralen in de voeding van het rundvee, *Jaarboek Alg. Bond oudleerl. van Inr. v. M. Landb. O.* (1953-1954).
 Over de minerale bestanddelen en hun onderlinge betrekkingen in weidegras van „normale” bedrijven. *Meded. L.H. Wageningen* 54 (6) (1954) 245.
 Over de natriumvoorziening van het vee. *De Nieuwe Veldbode* 42 (1935).

- BROUWER, E.
 BROUWER, E.
 BRUNN, F.
 BRUNN, F.
 BUNGE, G.
 CLARK, W. G.
 CRAMER, J. S. M.
 CRAMER, J. S. M.
 CUNNINGHAM, H. M., G. L. FREDERICK
 & G. J. BRISSON
 DAVIES, W. L.
 DAVIS, J. O., W. C. BALL, R. C. BAHN
 & M. J. GOODKIND
 DAVIS, J. O., PH. M. HARTROFT,
 E. O. TITUS, C. J. CARPENTER,
 C. R. AYERS & H. E. SPIEGEL
 DAVIS, J. O. & D. S. HOWELL
 DAVIS, J. O. & D. S. HOWELL
 DAVIS, J. O. & D. S. HOWELL
 DENNIS, C. & E. H. WOOD
 DENTON, D. A.
 DEJUS, W. B. & S. BOSCH
 DICKER, S. E. & A. L. GREENBAUM
 DICKER, S. E. & A. L. GREENBAUM
 DICKER, S. E. & A. L. GREENBAUM
 DI RAIMONDO, V. C. & P. H. FORSHAM
 DOBSON, A.
 DOBSON, A.
 Mineralen en hun onderlinge betrekkingen. Syllabus
 no. 29. Curs. Spec. Weide en Voederb. (1958-'59).
 Problemen der toekomstige voedingsleer. Laatste Les
 Wageningen (1964).
 Beiträge zur Diuresefrage I: Wie beeinflussen Koch-
 salzzulagen die Diurese im Wasserversuch? Zentr. bl. f.
 inn. Med. (1920-1) 657.
 Beiträge zur Diuresefrage II: Über diurese hemmende
 und diuretische Wirkung des Pituitins. Zentr. bl. f. inn.
 Med. (1920-2) 674.
 Über die Bedeutung des Kochsalzes und das Verhalten
 der Kalisalze im menschlichen Organismus. Zsch. für Biol.
 9 (1873) 104.
 Effect of adrenal ectomy upon intestinal absorption of
 sodium chloride. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 40 (1939) 468.
 Bepaling van kreatinine en kreatine in urine in: Chemie en
 Kliniek van E. C. Noyons, dl. II (1951) 91.
 Bepaling van kreatinine en kreatine in serum in: Chemie
 en Kliniek van E. C. Noyons, dl. III (1952) 213.
 Application of an inflatable urethral catheter for urine
 collection from cows. J. Dairy Sci. 38 (1955) 997.
 Determination of chloride in dairy products and biological
 materials. The Analyst 57 (1932) 79.
 Relationship of adrenocortical and anterior pituitary
 function to fecal excretion of sodium and potassium. Am.
 J. Physiol. 196 (1959) 149.
 Ref. Doorenbos (1966), J. Clin. Invest. 41 (1962) 378.
 Mechanisms of fluid and electrolyte retention in experi-
 mental preparations in dogs. II With Thoracic Inferior
 Vena Cava Constriction. Circ. Research I (1953) 171.
 Comparative effect of ACTH, cortisone and DCA on
 renal function, electrolyte excretion and water exchange in
 normal dogs. Endocrin. 52 (1953-1) 245.
 Diuresis during maintenance of adrenal ectomized dogs
 with ascites with cortisone. Endocrin. 53 (1953-2) 653.
 Intestinal absorption in the adrenal ectomized dog. Am.
 J. Physiol. 129 (1940) 182.
 The study of sheep with permanent unilateral parotid
 fistulae. Quart. J. Exp. Physiol. 42 (1957) 72.
 Voorlopige mededeling betreffende seizoenschommelingen
 in gehalten aan minerale bestanddelen van weidegras
 8 (1951) 381.
 Ref. Larvor e.a. (1959), J. Physiol. London 124 (1954) 35.
 Ref. Larvor e.a. (1959), J. Physiol. London 127 (1955) 39.
 Inactivation of antidiuretic activity of vasopressin by
 tissue homogenates. J. Physiol. 132 (1956) 199.
 Some clinical implications of the spontaneous diurnal
 variation in adrenal cortical secretory activity. Am. J.
 Med. 21 (1956) 321.
 Changes in composition of the saliva of cows on grazing
 heavily fertilized grass. Research in Vet. Sci. 4 (1963) 238.
 Physiological changes associated with dietary change and
 grazing. Physiol. of dig. in the ruminant, Washington
 (1965) 88.

- DOBSON, A., KAY & McDONALD
 The relation between the composition of parotid saliva in sheep during the induction of sodium deficiency. *Res. Vet. Sci.* 1 (1960) 103.
- DOBSON, A. & I. McDONALD
 Changes in composition of the saliva of sheep on feeding heavily fertilized grass. *Res. Vet. Sci.* 4 (1963) 247.
- DOE, R. P., E. B. FLINK & M. G. GOODSELL
 Ref. Larvor e.a. (1959), *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 16 (1956) 196.
- DOORENBOS, H.
 Aandoeningen van hypofyse en bijnierschors. *Stafleu Leiden* (1966) 77.
- DORHOUT MEES, E. J.
 De betrouwbaarheid van het Soortelijk Gewicht als maat voor de concentratie van urine bij verschillend zoutgebrek. *Ned. T. v. Gn.* 101 (1957) 2164.
- DUNCAN, L. E., G. W. LIDDLE & F. C. BARTTER
 The effect of changes in body sodium on extracellular fluid volume and aldosterone and sodium excretion by normal and edematous men. *J. of Clin. Invest.* 35 (1956) 1299.
- DU TOIT, P. J., A. I. MALAN & J. W. GROENEWALD
 Minimum mineral requirements of cattle. *Onderstepoort J. Vet. Sci.* 2 (1934) 565.
- DIJKSTRA, N. D.
 Wat deed het R.L.P.S. te Hoorn voor het onderzoek omtrent de voederwaarde van ruwvoeder. in: *De veevoeding in nieuwe banen*, Den Haag (1951).
- ELKINTON, J. L. & T. S. DANOWSKI
 'The Body Fluids', Williams and Wilkins, Baltimore (1955).
- ELKINTON, J. R. & A. W. WINKLER
 Transfer of intracellular potassium in experimental dehydration. *J. of Clin. Invest.* 23 (1944) 93.
- ELMADJIAN, F. & G. PINCUS
 Ref. Larvor e.a. (1959), *J. Clin. Endocrinol.* 6 (1946) 287.
- EMERSON, K., S. S. KALM & D. JENKINS
 The role of the gastrointestinal tract in the adaptation of the body to the prevention of sodium depletion by cation exchange resins. *Ann. of the N.Y. Acad. of Sci.* 57 (1954) 280.
- ERIKS, P. J.
 Tabellen voor het berekenen van melkstaten ten dienste van rundveefokverenigingen, controleverenigingen enz. Hoorn (1913).
- ERWIN, E. S., G. J. MARCO & E. M. EMERY
 Volatile fatty acid analyse of blood and rumen fluid by gaschromatography. *J. Dairy Sci.* 44 (1961) 1768.
- ES, A. J. H. VAN
 Energiewaardering bij rundvee. *Landbouwk. Tijdschr.* 76 (1964) 692.
- ESTERGREEN, V., B. K. SONI, T. H. BLOSSER & R. E. ERB
 Ref. Larvor e.a. (1959), *Washington Agric. Exp. Sta. Inst. Agric. Sci. State College Washington Techn. Bull.* 23 (1957) 114.
- EVERSOLE, W. J., J. M. BIRNIE & R. GAUNT
 Inactivation of posterior pituitary antidiuretic hormone by the liver. *Endocrinol.* 45 (1949) 378.
- FARRIES, E.
 Zum Einfluss steigender Kaliumgaben auf den Stoffwechsel wachsender und gravider Schweine. *Kali-Briefe* 13 (1958) 1.
- FORBES, E. B., F. M. BEGGLE, C. M. FRITZ, L. E. MORGAN & S. N. RHUE
 The mineral metabolism of the milk cow. *Ohio Bull* 308 (1917).
- FORBES, G. B.
 'Sodium'. *Mineral Metabolism* vol. II B (1962).
- FOURMAN, P., F. C. BARTTER, F. ALBRIGHT, E. DEMPSEY, E. CARROL & J. ALEXANDER
 Effects of 17-hydroxy-corticosterone ('Component F') in man. *J. Clin. Invest.* 29 (1950) 1462.
- FRENS, A. M.
 Zouthoudend drinkwater voor het vee. *Landbouwk. Tijdschr.* 56/57 (1944-45) 465.
- FRENS, A. M.
 Zouthoudend drinkwater voor koeien. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 71 (1946) 6.

- SELYE, H.
- SELYE, H.
- SHAW, J. C., B. C. HATZIOLOS,
E. C. LEFFEL, A. C. CHUNG,
W. M. GILL & J. GILBERT
- SILVER, L., I. E. SCHWARZ,
C. T. O. FONG, A. F. DEBONS &
K. L. DAHL
- SIMPSON, G. E.
- SIMPSON, G. E.
- SIMPSON, G. E.
- SIMPSON, S. A. & J. F. TAIT
- SJOLLEMA, B., J. GRASHUIS,
E. E. VAN KOETVELD & J. J. LEHR
SMIDT, W. J. e.a.
- SMITH, H. W.
- SMITH, S. E. & P. D. AINES
- SNEDECOR, G. W.
- SPRAGUE, R. G., M. H. POWER,
H. L. MASON, A. ALBERT,
D. R. MATHIESON, E. C. KENDALL,
C. H. SLOCUMB & H. F. POLLEY
- STANBURY, S. W. & A. E. THOMSON
- STANLEY, E. B.
- STEVENSON, D. E. & A. A. WILSON
STUTINSKY, F.
- SUTTLE, N. F. & A. C. FIELD
- SWINGLE, W. W., C. J. BRANNICK,
M. OSBORN & D. GLENISTER
- SUBESMA, W.
- SZEGO, C. M. & S. ROBERTS
- TAYLOR, H. C., R. C. WARNER &
C. A. WELSH
- TAYLOR, H. C., R. C. WARNER &
C. A. WELSH
- The Physiology and Pathology of Exposure to stress.
Acta Inc. Med. Publ. Montreal (1950).
- Stress: Experimentelle Ergebnisse und deren Bedeutung
für die Klinik. Triangel I 10 (1954) 214.
- Pituitary adrenal cortical syndrome in ketosis of dairy
cows. Agr. Expt. Sta. Un. Maryland 139 (1952).
- Disappearance of plasma radioactivity after injection of
 H^3 or I^{131} labelled arginine vasopressin. J. Appl. Physiol.
16 (1961) 1097.
- Diurnal variations in the rate of urine excretion for 2 hrs.
intervals: some associated factors. J. Biol. Chem. 59
(1924) 107.
- The effect of sleep on urinary chlorides and pH. J.
Biol. Chem. 67 (1925) 505.
- Changes in the composition of urine brought about by
sleep and other factors. J. Biol. Chem. 84 (1929) 393.
- The possible role of electrocortin in normal human
metabolism. Ciba Foundation Colloq. Endocrinol.
8 (1955) 204.
- Onderzoekingen over kopziekte. Tschr. v. Diergeneesk.
80 (1955) 579.
- De natriumvoorziening van het rundvee in Overijssel.
P.O.C. Zwolle, 1968.
- 'The Kidney, Structure and Function in Health and
Disease'. Oxford Univ. Press.
- Salt requirements of dairy cows. Cornell University.
Bulletin 938 (1959).
- Statistical Methods. IOWA (1956).
- Observations on the physiologic effects of cortisone and
ACTH in man. A.M.A. Arch. int. Med. 85 (1950) 199.
- Diurnal variations in electrolyte excretion. Clin. Sci.
10 (1951) 267.
- Adding salt to cottonseedmeal regulates feed intake.
Progr. Agr. 3 (1949).
- Metabolic disorders of domestic animals. Oxford (1963).
- Rapports de la IVe Reunion des endocrinologistes de
langue française. Paris, juni (1957) 193.
- Studies on magnesium in ruminant nutrition. 6. Effect
of intake of water on the metabolism of Mg, Ca, Na, K
and P in sheep. Br. J. Nutr. 20 (1966) 609.
- Effect of gluco- and mineralo corticoid adrenal steroids on
fluid and electrolytes of fasted adrenal ectomized dogs.
Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 96 (1957) 453.
- Veranderingen in de bijnierschors van het zieke rund.
Thesis 1961.
- Steroid action and interaction in uterine metabolism.
Rec. Progr. in Hormone Research 8 (1953) 419.
- The relationship of the estrogens and other placental
hormones to sodium and potassium balance at the end of
pregnancy and in the puerperium. Am. J. of Obstetrics
and Gynaec. 38 (1939) 748.
- The relationships of the estrogens and progesterone to the
edema of normal and toxemic pregnancy. Am. J. of
Obstetrics and Gynaec. 45 (1943) 547.

TERROINE & REICHERT

THEILER, A., H. H. GREEN &
P. J. DU TOIT

THORN, G. W.

THORN, G. W., & L. L. ENGEL

THORN, G. W., P. H. FORSHAM,
L. L. BENNETT, M. ROCHE,
R. S. REISS, A. SLESSOR,
E. B. FLINK & W. SOMERVILLE

THORN, G. W., P. H. FORSHAM,
P. T. G. PRUNTY & A. G. HILLS

THORN, G. W., J. C. LAIDLAW &
A. GOLDFIEN

THORN, G. W., E. J. ROSS, J. CRABBE &
W. VAN T'HOFF

VANSCHOU BROEK, F., A. WILLEMS &
P. H. LAMPO

VERNEY, E. B.

VERNEY, E. B.

VIERSMA, H. J.

VRIES, S. I. DE

VRIJHOF, B. & A. M. FRENS

WEERDEN, E. J. VAN

WEETH, H. J., J. E. HUNTER &
E. L. PIPER

WELSH, J. H.

WIESNER, E.

WOLF, A. V.

ZARROW, M. X., J. M. YOCHIM &
J. L. MCCARTHY

Ref. Frens (1945), Arch. internat. de Physiol. 32 (1930) 391.

Minimum mineral requirement in cattle. J. Agric. Sci. 17 (1927) 291.

Ref. Sybesma (1961). Het Hormoon 15 (1950) 77.

The effect of sex hormones on the renal excretion of electrolytes. J. Expt. Med. 68 (1938) 299.

Clinical and metabolic changes in Addison's Disease following the administration of Compound E acetate. Trans. Assoc. Am. Physicians 62 (1949) 233.

Ref. Doorenbos (1966), J.A.M.A. 137 (1948) 1005.

Studies on the sodium retaining effect of adrenal cortical steroids. Ciba Foundation Colloq. Endocrin. 8 (1955) 343.

Studies in aldosterone secretion in man. Brit. Med. J. I (1957) 955.

The effect of age on milk yield and milk composition in the cow. The Neth. Milk and Dairy Journ. 18 (1964) 79.

Absorption and excretion of water: the antidiuretic hormone. Lancet 251 (1946) 781.

Croonian Lecture. The antidiuretic hormone and the factors which determine its release. Proc. Roy. Soc. B 135 (1947) 25.

De water- en zouthuishouding en het zuur-base-evenwicht. Chemie en Kliniek IV (1953) 1.

Haematologisch onderzoek. Wetsch. Uitg. N.V. A'dam (1955).

Een onderzoek naar de betekenis van het zoute slootwater in Nederland voor de drenking van het vee. Commissie Veedrenking C.O.L.N., Den Haag, 1954.

Over de osmotische waarde en de gehalten aan enige opgeloste bestanddelen van de darminhoud en de mest bij het rund, in verband gebracht met de resorptie der mineralen. Proefschrift Wageningen (1959).

Effect of salt water dehydration on temperature, pulse respiration of growing cattle. J. An. Sci. 21 (1962) 688.

Ref. Larvor e.a. (1959), Quart. Rev. of Biol. 13 (1938) 123.

Ernährungsschäden der Landwirtschaftlichen Nutztiere. Jena. G. Fisher (1967).

Thirst-physiology of the urge to drink and problems of water lack. Springfield C. C. Thomas (1958) 358.

Experimental endocrinology. Acad. Press N.Y.-Lond. (1964).

Curriculum Vitae

De schrijver van dit proefschrift werd op 21 januari 1937 te Zoeterwoude geboren. In 1953 behaalde hij aan het R.K.-Lyceum Sint Bonaventura te Leiden het diploma H.B.S.-B. De studie in de diergeneeskunde werd voltooid in 1961 aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. Daarna vervulde hij tot oktober 1963 de militaire dienstplicht. Sindsdien is hij als wetenschappelijk onderzoeker verbonden aan het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' te Hoorn.