

STUDIE OVER DE FACTOREN OP HET VOCHT-  
GEHALTE DER BOTER VAN INVLOED.

STUDIE OVER DE FACTOREN OP HET  
VOCHTGEHALTE DER BOTER VAN INVLOED.

---

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN  
DOCTOR IN DE TECHNISCHE WETENSCHAP  
AAN DE TECHNISCHE HOOGESCHOOL  
TE DELFT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-  
MAGNIFICUS DR. J. CARDINAAL W.I., HOOG-  
LEERAAR IN DE AFDEELING DER ALGEMEENE  
WETENSCHAPPEN, VOOR DEN SENAAAT TE  
VERDEDIGEN OP ZATERDAG 24 JUNI 1911,  
DES NAMIDDAGS TE 4 URE, DOOR WILLEM  
MEIJERINGH, SCHEIKUNDIG INGENIEUR, GE-  
BOREN TE HOOGVEEN.       \*       \*       \*

□ □  
□ □

'S-GRAVENHAGE — DE GEBROEDERS VAN CLĒEF — 1911

20  
~~11~~





AAN MIJNE OUDERS

EN

MIJNE VERLOOFDE

*Bij het voltooren van dit Proefschrift betuig ik mijnen welgemeenden dank aan de Hooggeleerden der Technische Hoogeschool, die tot mijn vorming hebben bijgedragen.*

*U, Professor REINDERS, hooggeachten Promotor, betuig ik in het bijzonder mijn hartelijken dank voor den steun en de vele blijken van belangstelling, welke ik van U mocht ondervinden bij het uitwerken van dit onderwerp.*

*Ook tegenover U, hooggeleerde BOËSEKEN, voel ik mij zeer verplicht. Het onderricht, dat ik van U mocht ontvangen, dat reeds een aanvang nam op de Hoogere Burgerschool te Assen, zal bij mij steeds in dankbare herinnering blijven.*

*Hooggeleerden, ARONSTEIN, TER MEULEN, HOOGWERFF en SMITS, het werken op Uwe laboratoria, benevens het onderricht dat ik van U mocht ontvangen, heeft veel tot mijne ontwikkeling bijgedragen.*

*Hooggeleerde BEYERINCK, de tijd, welke ik op Uw laboratorium werkzaam was en kennis maakte met de bacteriologie, behoort zeker tot de aangenaamste van mijn studietijd aan de Technische Hoogeschool.*

*Ook aan U, hooggeleerde VAN ROYEN, een woord van dank voor de hulp, welke ik van U mocht ondervinden.*

*Aangenaam is het mij ten slotte mijn dank te betuigen aan mijne mede-commissieleden en aan allen uit de practijk, die mij bij mijne practische proeven behulpzaam waren. Aan de firma B. VETH & Co., Zuivelfabrikanten te Delft, en meer in het bijzonder aan den Heer B. OVERSLUYS een woord van welgemeenden dank voor de welwillendheid, waarmede hij mij in het practische gedeelte van het onderwerp ter zijde stond.*

---

## INHOUD.

---

	Pag.
Inleiding . . . . .	I
Plan van onderzoek . . . . .	4
I. De mechanische bewerking van den room . . . . .	8
A. De invloed van het vetgehalte van den room op het vochtgehalte der boter . . . . .	10
B. De invloed van de grootte der vetbolkjes op het vochtgehalte der boter . . . . .	15
C. De invloed van den zuurgraad van den room op het vochtgehalte der boter . . . . .	23
D. De invloed van de karntemperatuur op het vochtgehalte der boter . . . . .	26
E. De invloed van den karnduur . . . . .	34
F. De invloed van de karntemperatuur bij wisselend vetgehalte van den room op het vochtgehalte der boter . . . . .	35
G. De invloed van de kneedtemperatuur op het vochtgehalte van de boter (bereiding van de kunstmatige emulsies; invloed van het smeltpunt van het botervet; invloed van de consistentie der boter). . . . .	39
<i>De bereiding van de kunstmatige roomemulsie . . . . .</i>	42
<i>De invloed van het smeltpunt van de boter op het vochtgehalte bij kneding bij dezelfde temperatuur . . . . .</i>	46
H. De invloed van den duur van het kneden op het vochtgehalte.	65
I. De invloed van het wasschen der boter op het vochtgehalte.	67

II. De oppervlaktespanning botervet-water . . . . .	70
1. De invloed van de samenstelling van het vet . . . . .	74
2. De invloed van de samenstelling van het water . . . . .	78
III. De invloed van de samenstelling der boter en van die van het waschwater op het vochtgehalte der boter . . . . .	87
<i>a.</i> De invloed van de samenstelling van het botervet op het vochtgehalte . . . . .	87
<i>b.</i> De invloed van de samenstelling van het boterserum op het vochtgehalte . . . . .	98
<i>c.</i> De invloed van de samenstelling van het waschwater op het vochtgehalte . . . . .	101
<i>d.</i> De invloed van het zouten der boter op het vochtgehalte .	109
IV. De invloed van het jaargetijde op het vochtgehalte der boter . . . . .	110
V. De invloed van de grondsoort op het vochtgehalte der boter.	116
VI. De invloed van de lactatieperiode op het vochtgehalte der boter . . . . .	118
VII. De invloed van de voeding op het vochtgehalte der boter	121
Resumé . . . . .	123
Stellingen . . . . .	125

## INLEIDING.

---

In 1889 kwam de eerste boterwet tot stand, ten doel hebbende vervalsching van boter met vreemde vetten tegen te gaan. De wet werd in 1900 herzien en in 1907 nader gewijzigd, in dier voege, dat de bereiding van boter en margarine streng van elkander gescheiden werd, en beide bereidingsplaatsen aan Rijkstoezicht onderworpen werden.

Bij de uitvoeringsbepalingen van die wet werden nadere eischen gesteld aan de samenstelling van margarine, terwijl voor boter een minimum vetgehalte van 80 0/0 werd bepaald. Sluit die laatste bepaling tot op zekere hoogte in eene beperking van het vochtgehalte, een nader voorschrift voor het vochtgehalte in boter werd gegeven bij ministerieel voorschrift van 1 November 1907, voor boter, bereid door aangeslotenen bij de botercontrôlestations. Botercontrôlestations zijn opgericht uit particulier initiatief van zuivelbereiders, die zich vrijwillig aan eene scherpe contrôle onderwerpen en aan wie door de Regeering de bevoegdheid is verleend tot het voeren van het Rijksbotermerk.

In de naburige landen heeft de wetgever voorschriften omtrent het watergehalte in de boter gegeven.

Bij besluit van den Bondsraad van 1 Maart 1902 mag in Duitschland boter met minder dan 80 % vetstof, of ongezouten boter met meer dan 18 % water en gezouten boter met meer dan 16 % water niet ten verkoop worden aangeboden.

Bij de wet van 4 Mei 1900 werd de verkoop van boter, bevattende meer dan 18 % water, lactose en caseïne, in België verboden.

Op 1 Januari 1908 is in Engeland de nieuwe « Butter and Margarine Act » in werking getreden, waarbij bepaald wordt, dat boter niet meer dan 16 % water mag bevatten.

Waar Nederland jaarlijks groote hoeveelheden boter naar het buitenland uitvoert, is het voor den Nederlandschen boterhandel van belang, dat de botercontrôle zoo streng mogelijk werkt en alle fraude tegengaat. Het bleek echter lang niet altijd even gemakkelijk voor den eerlijken boterproducent om boter te bereiden met een vochtgehalte beneden het vastgestelde maximum en de oorzaken van het hooge vochtgehalte zijner boter bleven hem dikwijls verborgen. Zoodoende vormden deze een brandend vraagpunt, waarbij nog vele andere kwamen op zuivelgebied.

Op het landhuishoudkundig congres, in 1909 te Hoorn gehouden, werd door den « Algemeene Nederlandsche Zuivelbond » een praeadvies uitgebracht over de vraag: « Wordt hier te lande de wetenschappelijke zijde van de zuivelbereiding voldoende beoefend en, zoo neen, op

welke wijze moet hierin dan verbetering gebracht worden?»

Dientengevolge kwam tot stand eene centrale commissie voor de uitvoering van proefnemingen in het belang van het zuivelbedrijf. Deze werd verdeeld in vier subcommissies, elk belast met de behandeling van één vraagpunt.

Eén dezer subcommissies zou zich bezighouden met het vraagpunt: Onderzoek naar de technische en natuurlijke oorzaken, die het watergehalte der boter beheerschen.

Als lid dezer commissie geassumeerd, werd ik belast met een groot deel der onderzoekingen tot de oplossing van het vraagpunt betrekkelijk, waarvan de resultaten in dit proefschrift zijn neergelegd.

---



## PLAN VAN ONDERZOEK.

---

De eerste vraag, die zich bij het zoeken naar de oorzaken van het wisselend vochtgehalte in de boter voordeed, was deze: Op welke wijze is het vocht in de boter aanwezig? Gaan wij daarom de bereiding der boter na.

Als uitgangspunt dient gewoonlijk de room, met behulp der centrifugaalkracht uit de melk verkregen.

Nadat deze room door toevoeging van cultures van melkzuurbacteriën en daardoor na verloop van korten tijd een zekeren zuurgraad heeft verkregen, welke bevorderlijk is voor de boterwinning en waardoor een groot deel der eiwitstoffen onoplosbaar is geworden, wordt zij gekarnd. De room is eene emulsie van vetbolletjes in melkserum. Door den slag en den stoot, welke deze in de karn ondervinden, vormen zich conglomeraten van vetbolletjes en hieruit de boter. Bij het samenkomen der vetbolletjes wordt een gedeelte van het omringende vocht ingesloten, wat ten gevolge heeft, dat, na het zich vormen van de boter eene nieuwe emulsie is ontstaan, en wel, van vochtbolletjes in botervet. Aan de hand van bijgaande microphotographiën kan dit duidelijk gemaakt worden.

*Fig. 1* geeft de vetbolletjes te zien, zooals zij in den gezuurden room vóór het karnen aanwezig zijn.

*Fig. 2.* Deze fotografie werd genomen van gezuurden room, welke 6 minuten gekarnd was. Reeds is een gedeeltelijk samenballen der vetbolletjes waar te nemen.

*Fig. 3* vertoont het beeld van room welke 15 minuten gekarnd is. De boterkorrel begint zich te vormen en de fotografie geeft de dicht op elkaar gedrongen vetbolletjes in de boterkorrel te zien.

*Fig. 4* eindelijk geeft ons boter te zien, zooals zij zich onder het microscoop bij 680-voudige vergrooting (lineair) voordoet. Het is boter, welke nog geen bewerking ondergaan heeft. Duidelijk vertoonen zich de vochtbolletjes. In het vet zijn nog zwak omljnd vetbolletjes te onderscheiden.

De boter is dus te beschouwen als een mengsel van minstens vier fasen:

- 1<sup>o</sup>. Het water met de daarin opgeloste stoffen.
- 2<sup>o</sup>. Het vloeibare botervet.
- 3<sup>o</sup>. Het vaste botervet indien dit nu maar als één enkele phase beschouwd wordt, ofschoon er bij het stollen van het botervet wel meer dan één enkele kristalsoort zal uitkristalliseeren.
- 4<sup>o</sup>. De neergeslagen eiwitten, waarvan in hoofdzaak de caseïne.

Van de beide vloeistofphasen is de eerste in den vorm van kleine bolletjes aanwezig in het botervet, dat in gedeeltelijk vasten toestand verkeert.

De beide vaste fasen zijn hier zóó tusschen verdeeld, dat de eiwitten geheel omgeven zijn door water en het vaste vet gemengd is met het gesmolten vet.

Microscopisch konden de eiwitten zichtbaar gemaakt worden met behulp van Naphtolgroen; zij bleken in de vochtbolletjes verdeeld te zijn.

Het vochtgehalte der boter wordt dus bepaald door de afmeting en het aantal der daarin aanwezige vochtbolletjes en door de neiging, die de waterbolletjes hebben om zich tot grootere druppels te vereenigen.

Is deze neiging groot, dan zullen zij bij de verschillende bewerkingen, die de boter ondergaat, gemakkelijk daaraan gevolg geven en grootere druppels vormen, die bij het kneden gemakkelijk uitgeperst kunnen worden.

Is ze gering, dan blijft het water zeer fijn verdeeld; het kan moeilijk uitgekneed worden en men kan een hoog vochtgehalte verwachten.

Deze neiging zal men in de eerste plaats afhankelijk mogen stellen van de oppervlaktespanning aan de grens botervet-water. Hoe grooter deze oppervlaktespanning is, des te sterker het streven om een zoo klein mogelijk totaal oppervlak te vormen, des te gemakkelijker zullen zich dus vele kleine druppels tot één groote vereenigen en des te moeilijker zal één groote druppel zich in kleinere splitsen.

Als de factoren, waarvan een invloed op het vochtgehalte van de boter kon worden verwacht, kwamen dus voor nadere studie in aanmerking:

1°. De verschillende mechanische bewerkingen, die de room en de boter ondergaan.

2°. De oppervlaktespanning botervet-water en de verandering die deze ondergaat door wijziging in de samenstelling van het botervet en van het water.

3<sup>o</sup>. De lactatieperiode, de voeding en het ras van het vee, het jaargetijde enz., die van invloed kunnen zijn op de samenstelling van de melk. Zij zullen de grootte der vetbolletjes in de melk en de samenstelling van het botervet en het melk- en boterserum kunnen veranderen.

Gedeeltelijk ware deze invloed dus terug te brengen tot factor 2.

Naar deze verschillende factoren werd nu het onderzoek in verschillende deelen gesplitst.

---

## I.

# DE MECHANISCHE BEWERKING VAN DEN ROOM.

---

Allereerst moge hier eene beschrijving volgen van de werkwijze, welke gevolgd werd om den room in boter om te zetten.

De ruimte, waarin dit geschiedde, was een z. g. kamer van constante temperatuur in den kelder van het Scheikundig Laboratorium der Technische Hoogeschool en voorzien van dubbele wanden. Door stoomverwarming kon zij op eene bepaalde temperatuur gebracht worden en deze behouden. Op deze wijze kon een der voornaamste factoren bij de boterbereiding, de temperatuur, constant worden gehouden.

*De karn.* Wat de verschillende werktuigen betreft, bij de boterbereiding gebruikt, hierin heb ik zooveel mogelijk de practijk nagevolgd. De karn werd niet van hout, maar van glas genomen, om een beter overzicht over het karnproces te hebben.

Nadat verschillende modellen beproefd waren, bleek ten slotte het volgende de beste resultaten op te leveren. De karn (*zie fig. 5*) bestond uit een cylindervormig dikwandig bekersglas, hoogte = 21.5 cM., dia-

meter = 11.5 cM., voorzien van een houten deksel, aan welks onderkant vier ijzeren reepen waren bevestigd op gelijke afstanden van elkaar en met den smallen kant juist tegen den binnenwand van het bekersglas aansluitende. De vier reepen zijn op den bodem van het bekersglas kruislings verbonden; op het kruispunt is een busje gesoldeerd waarin de as van den pols, het roerwerktuig, haar steunpunt vindt. Breedte van een ijzeren reep, slaglijst genaamd, = 1 cM.

De pols bestaat uit een houten raampje, hoogte = 9 cM., breedte = 8 cM., dat onwrikbaar bevestigd is op de as, welke as weder door eene opening in het deksel gaat. De aandrijving geschiedde door eene electromotor, waarvan de omwentelingsnelheid en dus ook die van den pols geregeld werd door de stroomsterkte met een waterweerstand te varieeren. De omwentelingsnelheid van den pols werd steeds op ongeveer 300 omwentelingen per minuut gebracht. Deze karn komt overeen met de Holsteinsche karn in de praktijk gebruikt.

*Het wasschen.* Hiervoor werden twee porseleinen schalen gebruikt, de eene met een diameter van 34 cM., de andere met een diameter van 25 cM. Steeds werd in elk 1 L. waschwater gedaan. De boter wordt met eene fijne zeef uit de karn geschept, de karnemelk loopt af, waarna ze in de eerste schaal wordt gebracht. Na eenige malen goed doorschudden met het waschwater wordt ze in de tweede schaal gebracht en ook hier nog eens gewasschen.

*Het kneden.* Door de welwillendheid van Prof. VAN ROYEN kwam ik in het bezit van eene kneedmachine,

die in het klein eene getrouwe nabootsing is van de in de praktijk gebruikelijke (*zie fig. 6*). Zij bestaat uit een kneedbord, dat naar het midden hooger oploopt en voorzien is van een opstaanden rand. Boven dit bord kan eene geribde kegelvormige wals draaien, wier schuine zijde evenwijdig loopt aan de helling van het bord. Door middel van eene as met zwengel kan de wals en met behulp van tandradoverbrenging tevens het kneedbord in beweging gebracht worden. De omdraaiingsnelheid van het kneedbord verhoudt zich tot die van de wals als 1 : 5. Deze snelheid is zoodanig gekozen, dat de omtreksnelheid bij wals en kneedbord dezelfde is. Op deze wijze wordt de boter wel gedrukt, maar niet gewreven.

Bij enkele proeven was het noodzakelijk van de melk uit te gaan. In deze gevallen werd de room verkregen met eene  $\alpha$ -Colibri centrifuge met 6000 omwentelingen per minuut; overigens ontving ik steeds den room met het gewenschte vetgehalte van de zuivelfabriek der firma B. VETH & Co. te Delft.

Bij het nagaan der verschillende factoren, welke bij de mechanische bewerking een invloed op het vochtgehalte kunnen uitoefenen, zal de gewone gang van het proces der boterbereiding gevolgd worden, dus eerst behandeld worden:

#### **A. De invloed van het vetgehalte van den room op het vochtgehalte der boter.**

Daar deze proef niet met de kleine proefkarn te nemen is, vooral niet voor een vetgehalte van den room

boven 15 ‰, werd zij met toestemming der firma B. Veth & Co. in hare fabriek te Delft uitgevoerd.

De proeven werden genomen met twee Holsteinsche karns van verschillenden inhoud n<sup>o</sup>. 1 van 400 L., n<sup>o</sup>. 2 van 300 L., omdraaiingsnelheid van den pols van n<sup>o</sup>. 1 95 omwentelingen per min., van n<sup>o</sup>. 2 120 omw. per min.

De room werd 's morgens 8 uur aangezuurd, 's avonds werd de temperatuur opgenomen en deze geregeld voor den nacht, om den volgenden morgen de gewenschte karntemperatuur te hebben. De twee soorten room met verschillend vetgehalte in de beide karns gekarnd, werden geheel gelijk behandeld, dus alle factoren, behalve het vetgehalte van den room gelijk genomen. Daar op beide dagen dat de proef werd genomen, tevens gezuurde melk werd gekarnd, werden ook hiervan de verschillende factoren gelijk genomen. Daar echter de karntemperatuur voor melkboter veel hooger moet zijn dan voor roomboter is het resultaat van roomboter niet direct vergelijkbaar met dat van melkboter. De proeven met room werden genomen bij 15<sup>o</sup> C, die met melk bij 19<sup>o</sup> C. Alle karns werden gevuld tot even onder de bovenste slaglijst van den pols.

Het wasschen bij alle boters geschiedde op dezelfde wijze, n.l. door ze met eene zeef uit de karn te schep-  
pen en in den waschbak te brengen, bevattende  $\pm$  400 L. water, waarin ze flink doorgeschud worden. Daarna wordt het water ververscht, de boter wordt voor de tweede maal gewasschen en dan in een kuip gebracht, waarna ze naar het kneedlokaal gaat om kort daarop gekneed te worden. Dit geschiedt door de boter 5 maal



onder de wals door te laten gaan, waarbij ze telkens opgerold wordt, daarna wordt ze gezouten en passeert nog 2 maal de wals. De melkboters worden dan gedurende 6 uren weggezet en daarna afgekneed; bij de roomboters had het afknedden eerst na 24 uren plaats. In de tabel zijn de vochtcijfers na 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> kneding voor elke roomboter onder elkaar aangegeven. Bij het afknedden gaat de boter 16 maal onder de wals door ook weer onder voortdurend oprollen.

De bepaling van het vetgehalte van den room en van de karnemelk geschiedde steeds volgens de methode GERBER <sup>1)</sup>, een enkele maal als de vloeistof zeer kleine vetbolletjes bevatte werd gebruik gemaakt van de methode RÖSE-GOTTLIEB <sup>2)</sup>.

Het vochtgehalte der boter werd bepaald zooals dat is aangegeven in de Codex Alimentarius. Voor eene goede monstername werd zorg gedragen door met de boterboor op verschillende plaatsen uit de boter monsters te nemen. Deze worden in een goed gesloten monsterfleschje gebracht en in het waterbad op  $\pm 40^{\circ}$  C. verwarmd. Na goed doorschudden wordt van de half gesmolten massa de voor de analyse benoedigde hoeveelheid uitgegoten.

De zuurgraad van de karnemelk werd bepaald door titreeren van 10 cM.<sup>3</sup> karnemelk met 0.1 N loog, phenolphtaleïne als indicator.

De zuurgraad wordt steeds uitgedrukt in cM.<sup>3</sup> normaal loog per 100 c.M<sup>3</sup> karnemelk.

Dit geldt ook voor zuurgraadsbepalingen van room.

1) Lehrbuch der Milchwirtschaft van Dr. W. FLEISCHMANN, pag. 78.

2) CHR. BARTHEL. Revue Générale du Lait. 15 Juli 1904

TABEL I.

No.	Vet- gehalte room.	Vocht- gehalte boter.	Karn.	Zuringstemp.		Karntemp.		Karn- duur.	Korrel- vorm.	Vet- gehalte karne- melk.	Zuur- graad karne- melk.	Temp. karn- lokaal.	Temp. wasch- water.	Temp. kneed- lokaal.
				's morg. 8 uur.	's morg. 5 uur.	begin	einde							
1	33.5%	15.57 14.60	I	16° C	15° C	14.75° C	16° C	15.5'	grof	0.95%	8.4	11° C	11° C	10.5° C
2	12.9	14.28 13.74	I	16	15.5	15	16.5	16'	hagel	0.55	8.3	12.75	11.5	12
3	12.9	13.64 13.33	II	16	15.5	14.75	16.25	17'	hagel	0.55	8.3	12.75	11.5	12
4	1.8	14.18	II	18	19	19	19.5	17'	fijn	0.50	8.1	12	11.5	12
5	2.8	14.88	II	18	19	19	19.75	15'	fijn	0.45	8.7	12	11.5	12

Het verschil in vetgehalte van de gezuurde melk n<sup>os</sup>. 4 en 5 is niet groot; ook niet het verschil in vochtgehalte der beide boters. De melk met het hoogste vetgehalte geeft boter met een hooger vochtgehalte. Dit komt in sterkere mate bij den room uit.

De vetste room geeft zoowel na eerste als na tweede kneding het hoogste vochtgehalte in de boter, wanneer alle andere omstandigheden gelijk genomen worden.

Verder valt op te merken, dat het vetgehalte van de karnemelk hooger is bij den vetteren room.

Ook ziet men nog uit deze proef, dat eene verlaging in vochtgehalte kan verkregen worden door de boter gelegenheid te geven om uit te pekelen; de boter na 24 uur afgekneed is steeds lager in vochtgehalte, dan die na 6 uur afgekneed.

Bij het karnen van den vetten room viel op te merken, dat het proces der korrelvorming in veel korteren tijd afliep, dan bij den minder vetten room; de karnduur is bij beide vrijwel gelijk. Terwijl men bij de melk na het vormen van de eerste boterkorrels nog wel 5 minuten door kan karnen en toch eene fijne korrel houdt, geschiedt bij den vetten room de vereeniging van de afzonderlijke boterkorrels zoo snel, dat de korrel zich nauwelijks gevormd heeft of het karnproces is al klaar en dan wordt nog eene grove korrel verkregen.

In het algemeen is uit deze proeven te leeren, dat het voordeelijker is voor den fabrikant om niet te vetten room te karnen, want niet alleen voorkomt hij hierdoor dat de boter een te hoog vochtgehalte heeft, maar tevens verkrijgt hij meer karnemelk met lager vetgehalte.

Proeven over het vetgehalte van den room in verband met het vochtgehalte der boter werden genomen door M. HENSEVAL en L. MARCAS <sup>1)</sup>, L. F. ROSENGREN <sup>2)</sup>, en MESDAG <sup>3)</sup>. Ook deze onderzoekers vonden bij den vetteren room een hooger vochtgehalte in de boter en tegelijk een hooger vetgehalte in de karnemelk.

Bij het bespreken van den invloed der karntemperatuur vindt men nog meerdere bijzonderheden over den invloed van het vetgehalte van den room op het vochtgehalte der boter, maar dan in verband gebracht met de karntemperatuur.

### **B. Invloed van de grootte der vetbolletjes op het vochtgehalte der boter.**

A priori was te verwachten, dat bij het karnen van room met kleine vetbolletjes het vochtgehalte der boter hooger zou kunnen zijn, daar de kleine vetbolletjes door het grooter aantal tusschenruimten meer vocht zullen kunnen insluiten, dan dit bij het karnen van room met groote vetbolletjes het geval zal zijn.

De kleine vetbolletjes treden in de melk op, wanneer de koeien in het einde der lactatieperiode verkeerden, dus tegen den tijd, dat ze droog gezet worden.

---

1) Contribution à l'étude du barattage. Revue Générale du Lait, 30 Juli 1903.

2) Sur la teneur de beurre en eau. Revue Générale du Lait, 28 Febr. 1903.

3) Friesch Weekblad n<sup>o</sup>. 359.

FLEISCHMANN <sup>1)</sup> merkte een geval op, waarin de room van oudmelksche koeien niet onder 24° C. te karnen was.

MARCAS en HUYGE <sup>2)</sup> maakten onder gelijke omstandigheden boter uit room met kleine en uit room met groote vetbolletjes, welke verkregen werd door partieel ontroomen met de centrifuge van volle melk.

Het vochtgehalte der boter uit room met groote vetbolletjes bereid, bedroeg 13.8 ‰; vetgehalte karnemelk = 0.29 ‰.

Het vochtgehalte der boter gemaakt uit room met kleine vetbolletjes, was 14.2 ‰; vetgehalte karnemelk = 1.25 ‰.

Hunne conclusie luidt:

«De kleine vetbolletjes laten zich moeilijk en onvol-  
«maakt vereenigen.»

«De verkregen boter is moeilijk en onvolledig van de  
«karnemelk te bevrijden en als gevolg van het te lang  
«karnen ontstaat eene weeke boter. In de samenstelling  
«van het vet kon geen verschil geconstateerd worden.»

Bij de door mij genomen proeven heb ik geen invloed van de grootte der vetbolletjes op het vochtgehalte kunnen constateeren, zelfs niet bij de melk van eene oudmelksche koe, wel echter bij gehomogeniseerde melk, welke niet verboterd kon worden.

Bij de eerste proef, welke genomen werd in de Coöp. Zuivelfabriek te Roermond, werd eene scheiding in de grootte der vetbolletjes verkregen door middel van de centrifuge. Het vochtgehalte van de boter uit room met

1) Lehrbuch der Milchwirtschaft.

2) Revue Générale du Lait, 5 Sept. 1910.

grootte vetbolletjes verkregen, bedroeg 14.35<sup>0</sup>/<sub>10</sub> dat van de boter uit den room met kleine vetbolletjes 16.75<sup>0</sup>/<sub>10</sub>. Daar echter de karntemperatuur 17—19° C. abnormaal hoog was en de grootte der vetbolletjes niet bepaald kon worden, zal deze proef buiten beschouwing gelaten worden.

De daaropvolgende proef had plaats in de fabriek «Hollandia» te Bolsward. Room uit groote vetbolletjes werd verkregen door melk in groote bassins te laten staan gedurende  $\pm$  20 uren. De afgeschepte room bevat dan de grootste vetbolletjes, de afgeroomde melk de kleinste. Deze laatste werd door centrifugeeren ontroomd en de room met afgeroomde centrifugemelk op hetzelfde vetgehalte gebracht als de scheproom. Beide, de centrifugeroom C en de scheproom S, werden onder dezelfde omstandigheden gekarnd en de boters C en S op dezelfde wijze gewasschen, gezouten en gekneed.

De gemiddelde grootte der vetbolletjes in den room en in de melk werd bepaald door telling van het aantal vetbolletjes in een bepaald volume, waaruit dan de gemiddelde diameter van de vetbolletjes werd berekend, gegeven het vetgehalte der vloeistof <sup>1)</sup>.

Het tellen der vetbolletjes geschiedde door de melk 50 maal te verdunnen en na goed doorschudden een druppel in een telkamertje volgens THOMA te brengen. Deze telkamertjes worden door de firma CARL ZEISS te Jena in den handel gebracht. De diepte van het kamertje is 0.1 mM., terwijl de bodem in vierkantjes verdeeld is, waarvan elke zijde  $\frac{1}{20}$  mM. lang is.

---

1) Zie Dr. W. FLEISCHMANN. Lehrbuch der Milchwirtschaft. p. 44.

Men kan zich het kamertje dus denken te bestaan uit naast elkaar liggende paralellopedums van  $\frac{1}{4000}$  mM.<sup>3</sup> inhoud.

Met den microscoop (vergrooting lin. = 360) wordt ingesteld op den bodem van het telkamertje en met behulp van een teekenprisma volgens Abbe de vierkantjes geteekend.

Vervolgens wordt ingesteld op de vetbolletjes die zich tegen het dekglasje verzameld hebben en deze als stippen in de geteekende vierkantjes aangegeven.

De vetbolletjes worden geteld en gedeeld door het aantal vierkantjes, waardoor dus eene gemiddelde waarde voor het aantal vetbolletjes per  $\frac{1}{4000}$  mM.<sup>3</sup> verkregen wordt.

Met de door FLEISCHMANN aangegeven formule:

$$d = 0.277 \sqrt[3]{\frac{f}{z}} \text{ micra}$$

kan dan bij bekend vetgehalte der melk de gemiddelde diameter der vetbolletjes berekend worden.

In deze formule stelt  $f$  voor het percentische vetgehalte der melk en  $z$  het aantal vetbolletjes per kubieke micron.

Hierbij worden het s. g. der melk  $s = 1.03165$  en het s. g. van het melkvet  $\tau = 0.925$  als constant aangenomen.

De gemiddelde grootte der vetbolletjes in centrifuge-room  $d = 1.76 \mu$  en in scheproom  $d = 2.16 \mu$ .

Room C had 19 % vet, room S 20.5 % vet, toegevoegd werd 10 % zuur, aanvang zuringstemperatuur was 17° C.

's Avonds 8 uur afgekoeld op 11° C.

Zuurgraad van room C = 7.6, van room S = 8.1.

Hoeveelheid room van elk 280 L., inhoud Holsteinsche karn  $\pm$  500 L.

Karnduur bij C = 27 minuten, bij S = 26 minuten.

Aantal slagen der pols = 148.

Karntemperatuur voor beide 12–15° C. (eind)

Fijne korrel.

Vetgehalte karnemelk C = 0.60 %, S = 0.65 %.

Driemaal gewasschen, uit het derde waschwater direct naar den kneder, waar de boter 3 maal bewerkt werd: de eerste maal ongezoeten, de tweede maal gezouten en de derde maal 24 uur later. De boter werd weggezet in rollen van 25 K.G. bij 15° C. in den kelder.

Bij de 1° kneding ging de boter 6 maal onder de wals door, bij de 2° weer 6 maal, nu met zout, en bij de 3° kneding 11 maal.

Vochtgehalte boter C = 12.85 %, boter S = 12.92 %, in beide gevallen werd een boormonster genomen.

Bij eene volgende proef werd 5 L. melk van eene oudmelksche en 5 L. melk van eene nieuwmelksche koe verwerkt. De eerste heeft gekalfd 4 Sept. 1910 en kalft weer in Aug. 1911; de laatste kalfde 2 Febr. 1911. De melk werd ontvangen 30 Mrt. 1911.

Zij werd ontroomd bij 30° C., waarbij van elk ongeveer 1 L. room werd verkregen. Wordt de nieuwmelksche room n<sup>o</sup>. 1 genoemd, de oudmelksche n<sup>o</sup>. 2, dan was:

n<sup>o</sup>. 1, grootte vetbolletjes  $d = 2.63 \mu$ . vetgehalte = 7 %.

n<sup>o</sup>. 2, » »  $d = 2.38 \mu$ . » = 8.5 %.

Beide aangezuurd met 6 % karnemelk bij 18° C.



Temperatuur lokaal 14° C.

Karntemperatuur n<sup>o</sup>. 1 14—16.5° C. Duur 27.5 minuut.

» n<sup>o</sup>. 2 14—18.5° C. » 41.5 »

Zuurgraad karnemelk n<sup>o</sup>. 1 8.35. Fijne korrel.

» » n<sup>o</sup>. 2 8.56. » »

n<sup>o</sup>. 1 Vetgehalte karnemelk = 0.45 %.

n<sup>o</sup>. 2 » » = 0.58 %.

Nadat beide 20 uren bij 14° C. gestaan hadden, werd elk 16 maal gekneed.

Vochtgehalte n<sup>o</sup>. 1 = 15.28 %. Van n<sup>o</sup>. 2 = 14.96 %.

Bij een vierde proef werden de vetbolletjes van den room verder verkleind door den zoeten room bij 50° C. in de karn sterk te slaan. <sup>1)</sup>

N<sup>o</sup>. 1. 1 L. room met 11.5 % vet werd verwarmd op 50° C. en gedurende 1/2 uur gehomogeniseerd. De karn stond in een waterbad van 52° C. De tempera-

---

1) Deze methode werd toegepast door CHR. BARTHEL, Sur l'émiettement des globules gras du lait. Revue générale du Lait, 15 Juli 1904. Hij verkrijgt eene vergrooting van het aantal vetbolletjes in de melk door deze bij 55° C. in eene Holsteinsche karn te slaan. Na een half uur karnen is het aantal drie maal zoo groot geworden en blijft bij langer karnen vrijwel gelijk. Hij paste deze methode toe om te onderzoeken welke vetgehaltebepaling in melk met kleine vetbolletjes de beste was, die volgens GOTTLEB of die volgens ADAMS, en kwam tot de conclusie dat laatstgenoemde te lage cijfers gaf.

Hetzelfde vond M. HENSEVAL, Revue générale du Lait, 15 Sept. 1904. Ook de methode GERBER gaf te lage resultaten.

Daarom paste ik, bij de bepaling van het vetgehalte bij deze proeven, steeds de methode GOTTLEB toe.

tuur van den room aan het einde der bewerking was  $41^{\circ}$  C.

N<sup>o</sup>. 2. 1 L. room met 11.5 % vet werd verwarmd op  $50^{\circ}$  C. zonder te schudden. Daarna werden beide afgekoeld op  $18^{\circ}$  C. en aangezuurd met 6 % karnemelk. Den volgenden dag waren ze karnrijp en was de temperatuur  $15^{\circ}$  C.

N<sup>o</sup>. 1 Begin karntemp.  $15^{\circ}$  C. Duur 33 min. Fijne korrel. Eindtemp.  $17.5^{\circ}$  C. Vetgehalte karnemelk = 0.95 %.

Diameter vetbolletjes in den room  $d = 1.66 \mu$ .

Vochtgehalte = 15.47 %.

N<sup>o</sup>. 2. Begin karntemp.  $15^{\circ}$  C. Duur 36.5 min. Flinke korrel. Eindtemp.  $17^{\circ}$  C. Vetgehalte karnemelk = 0.59 %.

Diameter vetbolletjes in den room  $d = 2.22 \mu$ .

Vochtgehalte = 15.48 %.

Elke boter werd 16 maal gekneed, na 20 uur bij  $13^{\circ}$  C. gestaan te hebben.

Ten slotte werd nog eene proef genomen met melk, die volgens het systeem GAULIN gehomogeniseerd was.

Ik ontving tot dat doel 5 L. van deze melk van de fabriek «Nutricia» te Zoetermeer, tegelijk met 5 L. van dezelfde melk, welke deze bewerking niet ondergaan had. Beide werden ontroomd bij  $30^{\circ}$  C.

N<sup>o</sup>. 1. 5 L. gehomogeniseerde melk gaf  $899 \text{ cm}^3$  room.

N<sup>o</sup>. 2. 5 L. melk gaf  $1066 \text{ cm}^3$  room.

Beide aangezuurd met 7 % karnemelk en weggezet bij  $18^{\circ}$  C.; den volgenden morgen was de temperatuur  $15^{\circ}$  C.

N<sup>o</sup>. 2. Grootte der vetbolletjes  $d = 2.59 \mu$  (in de melk).

Begin karntemp. =  $15^{\circ}$  C. Duur 10.5 min. Goede korrel.

Eindtemp. = 17° C. Vetgehalte karnemelk = 0.45 %.

N<sup>o</sup>. 1. Grootte der vetbolletjes  $d = 1.15 \mu$  (in de melk).  
 Begin karntemp. = 15° C. } Na 52 minuten karnen, geen  
 Eindtemp. = 18.5° C. } botervorming.

Daarna werd verwarmd op 22° C. Na 30 minuten karnen geen botervorming. Wel schift de room, maar de boterkorreltjes vormen zich niet. Ook na 20 minuten karnen bij 24° C. werd nog geen boter verkregen. Het microscopische beeld van den room vertoonde wel enkele grootere vetbolletjes en combinaties van kleinere, maar gaf geen botervorming te zien, zoodat de poging om deze gehomogeniseerde room te karnen opgegeven werd.

Het resultaat van de genomen proeven vindt men in de volgende tabel.

TABEL 2.

N <sup>o</sup> .	Soort room.	Gemiddelde diameter vetbolletjes.	Vochtgehalte boter.	Vetgehalte karnemelk.
C	Centrifugeroom.	1.76 $\mu$	12.85 %	0.60 %
S	Scheproom.	2.16 $\mu$	12.92	0.65
2	Van melk van eene oudmelksche koe.	2.38 $\mu$	14.96	0.85
1	Van melk van eene nieuwmelksche koe.	2.63 $\mu$	15.28	0.45
1	Geslagen bij 50° C.	1.66 $\mu$	15.47	0.95
2	Alleen verwarmd op 50° C.	2.22 $\mu$	15.48	0.59

Uit deze proeven blijkt niet van een invloed van de grootte der vetbolletjes (binnen de grenzen, waarin ze in de natuurlijke melk voor kunnen komen) op het vochtgehalte der boter. Wel schijnt er een invloed te zijn op het vetgehalte der karnemelk. Worden de vetbolletjes kleiner, dan wordt het vetgehalte der karnemelk grooter. Tot dezelfde conclusie kwamen MARCAS en HUYGE.

De dikwijls geuite meening als zou aan boter, gemaakt uit melk van koeien in het einde der lactatieperiode verkeerende, een hoog vochtgehalte moeten worden toegeschreven, wordt dus door deze proeven niet bevestigd.

Trouwens de grootte der vetbolletjes ondergaat slechts eene geringe verandering in den loop van een jaar, als het n.l. gewoonte is de koeien het geheele jaar door te laten kalven, zooals blijkt uit een door mij ingesteld onderzoek naar de grootte der vetbolletjes in de melk, afkomstig uit een stal van  $\pm$  40 koeien (*zie onder VI*).

### **C. Invloed van den zuurgraad van den room op het vochtgehalte der boter.**

Deze werd alleen nagegaan voor room, welke karnrijp was, daar bij niet lang genoeg gezuurden room de invloed van de karntemperatuur te zeer op den voorgrond treedt. Het is n.l. een bekend feit, dat zoete room altijd bij lagere temperatuur gekarnd moet worden dan zure.

Voor de proef werden vier hoeveelheden room, elk

groot 1 L., weggezet bij 15° C. met 7 % karnemelk. Het vetgehalte der room was 10 %.

Na 16 uur gestaan te hebben was de zuurgraad van room n<sup>o</sup>. 1 7.00, na 20 uur van room n<sup>o</sup>. 2 8.24; van room n<sup>o</sup>. 3 na 25 uur 8.77 en van room n<sup>o</sup>. 4 na 45 uur 9.31. Dit is wel ongeveer de hoogste zuurgraad, welke de room bereiken kan, want na 93 uur bleek de zuurgraad van een monster van denzelfden room niet meer te zijn toegenomen.

Room met kleineren zuurgraad dan 7, was niet karnrijp en zou dus bij veel lagere temperatuur gekarnd moeten worden.

De temperatuur van het lokaal, waar de room stond te zuren, was 15° C.

Elke boter werd na het karnen gewasschen in leidingwater en na 3 uur staan 16 maal gekneed.

TABEL 3.

No.	Karntemp.		Duur	Zuurgraad room	Vochtgeh. boter	Zuurgraad botervet
	Begin	Einde				
1	15° C.	17.5° C.	23 min.	7.0	13.95	1.41
2	15	17	20	8.24	14.32	1.45
3	15	17	19	8.77	14.44	1.54
4	15	17	22	9.31	14.01	1.45

Met het stijgen van den zuurgraad van den room, wordt eene geringe stijging in het vochtgehalte der boter waargenomen, uitgezonderd bij n<sup>o</sup>. 4. Deze wijziging is echter slechts zeer klein, evenals die van den zuurgraad van het botervet.

MARCAS <sup>1)</sup> vond met stijgenden zuurgraad van den room een hooger vochtgehalte der boter. De zuurgraad varieerde van 2.29—6.09 ‰ melkzuur, waarmee waarschijnlijk cM<sup>3</sup> N. melkzuur per 100 cM<sup>3</sup> room bedoeld worden, het vochtgehalte der boter van 11.08 ‰—12.22 ‰. Dus bij dit betrekkelijk groote verschil in zuurgraad, slechts een gering verschil in vochtgehalte. Ook HENSEVAL en MARCAS <sup>1)</sup> verkregen een soortgelijk resultaat.

TAVE BERG en WILLIAM SMITH <sup>2)</sup> namen op de groote tentoonstelling te Glasgow in 1901, o.a. proeven met het karnen van ongezuurden en gezuurden room bij dezelfde temperatuur. De boter werd in beide gevallen gelijk behandeld. Zij vonden voor het vochtgehalte van boter uit ongezuurden room 11.90 ‰, voor dat van boter uit gezuurden room 13.32 ‰.

Volgens STORCH <sup>3)</sup> is het vochtgehalte van gezuurde boter dikwijls veel grooter dan van zoete boter.

Bij deze proeven moet echter in het oog gehouden worden, dat door het langere staan niet alleen een hoogere zuurgraad van den room verkregen wordt, maar dat andere stoffen van de melk (eiwitten) door de bacteriewerking eene belangrijke verandering onder-

---

1) l. c.

2) Milchzeitung 1902, p. 246.

3) Milchwirthschaftliches Zentralblatt, 1908, pag. 321.

gaan, die naast den zuurgraad van invloed kunnen zijn op het vochtgehalte der boter.

#### **D. Invloed van de karntemperatuur op het vochtgehalte der boter.**

Deze invloed werd nagegaan bij gelijkblijvend vetgehalte van den room en verder bij wisselend vetgehalte.

Alvorens echter deze proeven te bespreken, zal eerst een overzicht worden gegeven van de theorieën van het karnproces <sup>1)</sup>. De oudste theorie is die van ROMANET <sup>2)</sup>. Hij nam aan, dat de vetbolletjes voorzien waren van vaste huidjes van kaasstof. Bij het karnen zou de zuurstof der lucht het oplossen der kaasstofomhulsels bespoedigen en daardoor het vloeibare vet in vast vet doen overgaan.

BAUMBAUER <sup>1)</sup> verwerpt het idee als zou de luchtzuurstof van invloed zijn op het karnproces. Hij neemt eenvoudig aan, dat de vetbolletjes bij het karnen door slag en stoot tegen elkaar geslagen worden en tot boterklompjes samenkleven.

A. MÜLLER <sup>1)</sup> neemt aan dat door de melkzuurgisting de omhulsels der vetbolletjes worden opgelost en deze zich nu kunnen samenballen. De kleinste vetbolletjes zijn niet te verkarnen, daar hunne omhulsels te dik zijn en zij waarschijnlijk een ander vet bevatten dan de grootere.

---

1) Zie ook Dr. F. HESSE. Die Theorien der Butterbildung. Milchzeitung, 1902.

2) Zie hierover FLEISCHMANN. Molkereiwesen.

B. MARTINY <sup>1)</sup> meent dat door de heftigheid van het op elkaar stooten van twee vetbolletjes de aanhangende kaasstof op het aanrakingsvlak op zijde wordt gedrukt en zoo de vereeniging plaats heeft.

SOXHLET <sup>2)</sup> verwierp deze theorieën, door aan te nemen dat de vetbolletjes niet door een vast omhulsel omgeven zijn. Het vet is in onderkoelden toestand in den room. Laat men melk bevrozen en bij kamertemperatuur ontdooien, dan hebben de melkvetbolletjes volgens hem hun bolvorm verloren.

Melk, welke bij 4° C. bevroren was en bij 20° C. ontdooid, waarin dus vaste vetbolletjes zouden moeten zijn, was na 2 minuten uitgekard. Deze proef vond bij latere onderzoekers geen bevestiging.

Als uitvloeisel van deze theorie heb ik beproefd gezuurden room sneller te karnen door enting met 2 à 3 % op 0° C. afgekoelden room. Verschillende proeven gaven echter geen resultaat, de room karnde niet in het minst sneller.

Was SOXHLET'S theorie juist, dan moest die temperatuur, waarbij zich de vetbolletjes het gemakkelijkst vereenigen, de beste karntemperatuur zijn en de grootste boteropbrengst geven. Zij verklaart bovendien niet waarom gezuurde room hooger gekard moet worden dan zoete.

STORCH <sup>3)</sup> kwam met eene geheel andere theorie. Hij keerde weer gedeeltelijk tot de oude meening terug

---

1) Zie Dr. F. HESSE. Die Theorie der Butterbildung. l. c.

2) SOXHLET. Landw. Versuchsstationen XIX, 1876.

3) Zeitschr. f. Unt. der Nahr. und Genussm, 1891. Ref. The Analyst XXII No. 257. Aug. 1897. Ref.



door aan te nemen, dat zich om de vetbolletjes een gelatineus omhulsel bevond, bestaande uit eene bijzondere eiwitstof, welke door hem werd afgescheiden.

Deze eiwitstof zou bij het karnen zorgen voor het samenkleven der vetbolletjes. De overgang van het vet in den vasten toestand greep dan eerst na het kneden plaats.

SIEDEL <sup>1)</sup> is de eerste welke de oppervlaktespanning in verband brengt met het karnproces. Hij zegt echter, dat door het karnen de oppervlaktespanning zoo gering wordt, dat de vetdruppeltjes hun ronden vorm verliezen en in elkaar vloeien en nu, daar ze in grootere druppels aanwezig zijn, gemakkelijk vast kunnen worden. Waarschijnlijk verwacht hij hier oppervlaktespanning en oppervlakte-energie.

Naar mijne meening laat zich de opvatting van STORCH, als zou om de vetbolletjes eene condensatie van eiwitten plaats vinden, zeer eenvoudig verklaren door de verlaging welke zij teweegbrengen in de oppervlaktespanning vet-melkserum; men behoeft daarbij echter geen bijzondere eiwitsoort aan te nemen. De verlaging van de oppervlaktespanning hangt nl. samen met eene adsorbtie van opgeloste stoffen op deze oppervlakte. Hoe grooter die adsorbtie, des te grooter de verlaging van de oppervlaktespanning. Het laagje eiwitten dat STORCH om de vetbolletjes aanneemt, kan men dus beschouwen als een adsorbtie laagje.

Zoo beschouwd valt de theorie van de omhullende

---

1) Molkerei-Zeitung No. 28, 29 en 30, 1902. Revue Générale du Lait, 15 Sept. 1902.

vliesjes, welke het samenkomen der vetbolletjes zouden beletten, terug te brengen tot de opvatting, dat vereeniging der vetbolletjes niet mogelijk is door de geringe oppervlaktespanning.

Beschouwen wij nu nog eens het karnproces, in verband met de oppervlaktespanning.

Twee gevallen moeten hierbij onderscheiden worden, n.l. het karnen van zoeten en van zuren room. In beide gevallen is dus de «roomtoestand» instabiel en gaat ze door het karnen in een stabielere over, n.l. den boter-karnemelktoestand. De overgang zal des te gemakkelijker plaats grijpen, naarmate de oppervlaktespanning vet-serum grooter is, omdat naar die mate meer oppervlakte-energie (oppervlakte-spanning  $\times$  oppervlak) verloren gaat.

Zooals bij het karnen van den vetten room (*pag. 14*) vermeld wordt, heeft er gedurende het karnen eene coagulatie der eiwitten plaats. De eiwitten zijn door het verzuringsproces in een gezwollen toestand gekomen, door het slaan in de karn gaan ze in den vasten toestand over.

Waar nu in zure oplossing de oppervlaktespanning in het algemeen hooger is en opgeloste eiwitstoffen de oppervlaktespanning verlagen, daar is het begrijpelijk, dat bij gezuurden room, waar een groot deel der eiwitten zijn neergeslagen, de oppervlaktespanning grooter zal zijn, dan in zoeten room en dat daar dus ook het karnen veel gemakkelijker geschiedt.

Door het karnen komen dus de vetbolletjes samen; echter zal door de heftige beweging van het karnen een tweede verschijnsel optreden, dat de botervorming

tegenwerkt, n.l. het uiteenslaan van de bestaande grootere vetdruppels in kleinere. Dit zal des te gemakkelijker plaats grijpen, indien zoowel de oppervlaktespanning als de cohesie der vetdeeltjes kleiner is.

Bij zoeten room van een temperatuur boven het smeltpunt van het botervet, waar zoowel de oppervlaktespanning als de cohesie heel gering zijn, dus zeer gemakkelijk. Van deze eigenschap werd dan ook gebruik gemaakt bij het verkrijgen van room met kleinere vetbolletjes (*zie pag. 20*). Bij temperaturen beneden het smeltpunt van het botervet, wordt de cohesie der vetbolletjes grooter en des te grooter naarmate meer vast vet uitkristalleert. Daar zal dus het emulgeeren moeilijk, het boteren gemakkelijk plaats grijpen.

Bij temperaturen eindelijk beneden het eindstolpunt zullen de aparte korreltjes door het ontbreken van vloeibaar vet moeilijk meer samenkleven en zal een samenballen tot grootere boterkorrels niet mogelijk zijn.

Een ander geval is het met zuren room. Hierin is, zoowel door het coaguleeren van een groot deel der eiwitten als door de zure reactie van het serum, de oppervlaktespanning groot.

Gaat men nu karnen boven het smeltpunt van het botervet, dus bij 40° C., dan treedt door de groote oppervlaktespanning toch een samenballen der vetbolletjes op en vormt zich na eenigen tijd een laagje gesmolten vet aan de oppervlakte. Bij microscopisch onderzoek bleek dit te bestaan uit verschillende bestanddeelen n.l. botervet, water met neergeslagen eiwitten en vetbolletjes en verder lucht.

Vergeleken met den zoeten room, treedt hier dus de

groote invloed van een verschil in oppervlaktespanning duidelijk aan den dag.

Bij het karnen van gezuurden room bij temperaturen beneden het smeltpunt van het botervet, wordt nu niet alleen de cohesie der vetbolletjes grooter, maar door de grootere oppervlaktespanning in de zure vloeistof, zal het karnen van zuren room bij deze temperaturen veel gemakkelijker en vollediger plaats grijpen, dan dit met zoeten room het geval is.

Om den invloed van de karntemperatuur, bij gelijkblijvend vetgehalte van den room, op het vochtgehalte der boter na te gaan, werden 6 L. room met 10 % vet in hoeveelheden van 1 L. weggezet en aangezuurd met 8 % karnemelk bij 12° C.

Toen de room den volgenden dag karnrijp was, werd n<sup>o</sup>. 1 op 5° C. afgekoeld, de karn in ijswater geplaatst en gekarnd. Na 2 uren karnen werd nog geen boter verkregen, daarom werd op 9° C. aangewarmd en bij die temperatuur verder gekarnd. N<sup>o</sup>. 2 heeft gedurende 3 uren bij 15° C. gestaan, n<sup>o</sup>. 4 bij 18° C., n<sup>o</sup>. 5 en n<sup>o</sup>. 6 werden een half uur van te voren aangewarmd op 21 resp. 25° C. en bij die temperaturen gekarnd.

Nadat de boters 3 uren bij 15° C. gestaan hadden en deze temperatuur hadden aangenomen, werden ze gekneed, elk 16 maal en direct daarop de consistentie <sup>1)</sup> bepaald. Na 24 uren bij 12° C. gestaan te hebben, werden ze weer elk 16 maal gekneed en consistentie en vochtgehalte bepaald.

1) Zie over consistentie pag. 55.

TABEL 4.

No.	Begin karnemp.	Eind karnemp.	Duur.	Korrel.	Vetgeh. karnemelk	Zuurgraad karnemelk.	Consistentie <sup>1)</sup> boter (15° C.).	Vochtgeh. na 1 <sup>e</sup> kneding	Consistentie (12° C.) na 2 <sup>e</sup> kneding.	Vochtgeh. na 2 <sup>e</sup> kneding
1	9° C.	9,5° C.	63 min.	zeer fijn	3,10 %	8,43	25	20,48 %	35	17,09 %
2	12	15	41	fijn	0,70	8,45	35	15,96	72	15,21
3	15	16,5	24	goed	0,45	8,61	27	15,17	72	14,86
4	18	18,5	13,5	iets grof	0,75	8,89	14	15,70	52	15,10
5	21	22,5	6,5	grof, week	1,10	8,82	9	18,85	18	16,38
6	25	25,5	5	zeer grof en week.	1,50	9,09	6	25,95	18	21,90

1) Zie over consistentie pag. 55.

In de graphische voorstelling (*fig. 7*), is het verband tusschen karntemperatuur en vochtgehalte geteekend (*lijn I*). De lijn heeft een zeer duidelijk minimum liggende bij 15° C. Bij lagere en hogere karntemperatuur wordt het vochtgehalte der boter grooter.

De boterkorrel, welke zich door karnen bij 9° C. vormde, was zeer fijn en kwam niet boven drijven, maar bleef verdeeld in de karnemelk, zoodat ze moeilijk hiervan was te scheiden.

Verder blijkt, dat ook het vetgehalte van de karnemelk afhangt van de karntemperatuur en wel op soortgelijke wijze als het vochtgehalte van de boter dit doet. Dit vetgehalte bereikt ook bij 15° C. een minimum.

Met toenemende karntemperatuur wordt ook de korrelgrootte van de boter grooter. Bij hogere karntemperatuur wordt ze licht overkarnd.

Eene tweede proef werd nog genomen, waarbij de boter na het wasschen gedurende 12 uren werd weggezetz bij 12° C., om ze dus vóór het kneden eene zoo gelijk mogelijke vastheid te geven. Zooals later (*pag. 56*) zal blijken, is n.l. de consistentie van de boter bij het kneden van veel belang voor het vochtgehalte.

TABEL 5.

No.	Begin karntemp.	Eind karntemp.	Duur.	Korrel.	Consistentie <sup>1)</sup> bij 15° C.	Vochtgehalte.
A	12° C.	14° C.	42 m.	goed.	34	15.75 %
B	16	17.5	23	goed.	23	14.85
C	18.5	19.5	12	week.	18	15.14
D	21	22	8	id.	14	15.86
E	24	24	5.5	grofen week	14	17.13

1) Zie pag. 55.

De graphische voorstelling vindt men gegeven door lijn II. Zij heeft hetzelfde verloop als lijn I, maar ligt lager. Het wegzetten van de boter in korrelvorm vóór het kneden, heeft dus een gunstigen invloed op het vochtgehalte.

J. SIEDEL <sup>1)</sup> nam eveneens proeven met het karnen van room bij verschillende temperaturen. Hij kwam echter juist tot het tegengestelde resultaat, maar nam telkens slechts twee vergelijkende proeven, waarbij de karntemperatuur varieerde.

Zoo vond hij bij het karnen van room met 22 % vet, bij een aanvangskarntemperatuur van 14° C., een vochtgehalte = 13.76 %, bij 18° C. 13.35 % vocht.

Bij eene andere proef bij 13° C. 14.05 % vocht en bij 18° C. 13.79 % vocht.

MARCAS <sup>2)</sup> vindt echter met stijgenden karntemperatuur van 11—18° C. een stijgend gehalte aan niet-botervet en daarmee van het vochtgehalte. Bij deze proeven ontbreekt eene opgave van het vetgehalte van den room.

### E. Invloed van den karnduur.

Zooals uit het in Tabel 4 medegedeelde wel blijkt, hangt de korrelgrootte van de boter van de karntemperatuur af en verder van het vetgehalte van den room (*pag. 13*).

Volgens MARCAS <sup>2)</sup> en ROSENGREN <sup>3)</sup> beïnvloedt de

---

1) Jahresbericht der Milchwirtschaftl. Centralstelle zu Güstrow 1902.

2) Le proportion de non-beurre dans le beurre normal. Revue Générale du Lait, 30 Juli 1904.

3) L. F. ROSENGREN. Sur la teneur du beurre en eau l. c.

korrelgrootte van de boter het vochtgehalte, vooral als de korrelstructuur niet meer is te onderkennen. Zij vinden dat de verschillende trappen van samenballing der boterkorreltjes, vóór deze «limiet van overkarnd zijn» bereikt is, zonder grooten invloed zijn op het vochtgehalte der boter. Daarom kan men altijd zonder groot gevaar de boter doen samenkomen in de karn.

De proeven, welke ik nam over den invloed van den karnduur en de daarmede samenhangende korrelgrootte van de boter, bij gelijkblijvend vetgehalte en dezelfde karntemperatuur van den room, gaven overeenkomstige resultaten, zooals uit Tabel 6 blijkt.

TABEL 6.

No.	Vetgeh. room.	Karntemp.	Karn- duur.	Zuurgraad karnemelk.	Korrel- grootte.	Vocht.
1	17 %	15—16.5	22 m.	8.32	mosterdzaad	14.21 %
2	17	15—17	25	8.38	graankorrel	14.14
3	17	15—17	27	8.35	boon	15.03
4	17	15—17.5	38	8.52	overkarnd	17.19

**F. Invloed van de karntemperatuur bij wisselend  
vetgehalte van den room op het vochtgehalte  
der boter.**

Deze proef werd genomen in de fabriek der firma VETH & Co., door gedurende vier achtereenvolgende



dagen, telkens vetten en mageren room onder dezelfde omstandigheden naast elkaar te karnen. Om alle omstandigheden zoo gelijk mogelijk te maken, werd de room steeds in dezelfde Holsteinsche karn gekarnd, waarvan de inhoud 400 L. was en de pols 95 omwentelingen per minuut maakte.

Om den invloed van de karntemperatuur goed tot zijn recht te doen komen, werd de room 's morgens bij zoodanige temperatuur aangezuurd, dat zij 's avonds 8 uur bijna karnrijp was, waarna 's nachts de temperatuur zoo geregeld werd, dat de room den volgenden morgen 5 uur ongeveer op karntemperatuur was.

Bij de proef over den invloed van het vetgehalte van den room, bij dezelfde karntemperatuur, op het vochtgehalte der boter, welke proef ook in bovengenoemde fabriek genomen werd, werd de gang van het bedrijf reeds geschilderd.

De temperatuur van het waschwater was  $12^{\circ}$  C., van het karnlokaal  $11-13^{\circ}$  C.

Het kneden bestond ook nu weer uit twee bewerkingen. Bij de eerste bewerking werd de boter 8 maal gekneed zonder zout, daarna 4 maal met zout. Na deze eerste kneding werd steeds een monster genomen, dat in de tabel aangegeven is met den index 1.

Bij de tweede bewerking, welke 6 uur later plaats greep, ging de boter 15 maal onder de wals door, waarna ze afgewerkt is. Het monster wordt aangegeven door den index 2.

TABEL 7.

Datum der proef.	N <sup>o</sup> . van het monster	Vetgeh. room.	Vocht-gehalte boter.	Karn-temperatuur.		Karn-duur.	Korrel-vorm.	Vetgehalte karnemelk.	Zuurgraad karnemelk.
				Begin.	Einde.				
24 Apr. 1911	A <sub>1</sub>	25 %	14.89 %	11.75° C.	14.25° C.	24 min.	zeer fijn	0.30 %	7.81
	A <sub>2</sub>		14.34						
	B <sub>1</sub>	12 %	15.50	11.75	14.25	25.5	zeer fijn	0.30	8.15
	B <sub>2</sub>		13.77						
25 April	C <sub>1</sub>	25 %	14.90	14° C.	15.50° C.	19 min.	goed	0.50 %	7.56
	C <sub>2</sub>		13.70						
	D <sub>1</sub>	12 %	14.52	14	16	23	iets fijner	0.35	8.32
	D <sub>2</sub>		13.65						
26 April	E <sub>1</sub>	25 %	14.19	16° C.	17° C.	13 min.	iets grof	1.10 %	7.90
	E <sub>2</sub>		13.29						
	F <sub>1</sub>	12 %	13.89	16	17.3	20	goed	1.30	8.34
	F <sub>2</sub>		13.36						
27 April	G <sub>1</sub>	25 %	16.11	18° C.	19° C.	16 min.	grof	1.30 %	7.81
	G <sub>2</sub>		14.96						
	H <sub>1</sub>	12 %	15.17	18	19.75	17	zeer grof	1.20	8.32
	H <sub>2</sub>		14.55						

Het laagste vochtgehalte van de afgewerkte boter uit den vetten, zoowel als uit den mageren room, ligt bij de karntemperatuur van 16° C.

Zoowel na eerste als na tweede kneding, is het vochtgehalte van de boter uit den mageren room lager dan dat van de boter uit den vetten room, uitgezonderd bij het monster B<sub>1</sub>. Waarschijnlijk is dit een gevolg van foutieve monsternamen, daar het vochtgehalte na tweede kneding bijzonder sterk gedaald is. Deze daling bedraagt gewoonlijk niet meer dan 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>.

Bij de karntemperaturen 14 en 16° C., nadert het vochtgehalte van de boter uit den vetten room, tot dat van de boter uit den minder vetten room. Bij 12 en 18° C. liggen de vochtgehaltenes verder uit elkaar en komt het laagste vochtgehalte ten gunste van de boter uit den minst vetten room.

Wat de gunstigste karntemperatuur voor den fabrikant betreft, deze zal, behalve op het vochtgehalte der boter, op den uitkarningsgraad, dus op het vetgehalte der karnemelk te letten hebben. Dit blijkt het gunstigst te zijn bij 12° C., en is voor den minder vetten room nog zeer gunstig te noemen bij 14° C. (*Zie ook pag. 13*). Natuurlijk is geen bepaalde karntemperatuur aan te geven, waarbij de boter het minste vocht en de karnemelk het minste vet bevat, daar, wat het vochtgehalte der boter betreft, de karntemperatuur zich ook regelen moet naar de consistentie van het vet.



Alle boters passeerden bij het kneden 16 maal de wals, bij dezelfde temperatuur, waarbij ze gestaan hadden. Ook werd steeds gezorgd, dat het kneedbord vóór het kneden met water van die temperatuur werd bevochtigd.

TABEL 8.

BOTER A.		BOTER B.	
Kneedtemp.	Vochtgehalte.	Kneedtemp.	Vochtgehalte.
5° C.	14.24 %	3° C.	13.56 %
11	14.14	10.5	12.97
14	13.96	19	13.32
17	14.68		

Boters A en B zijn afkomstig van verschillende karns en kunnen daarom niet onderling vergeleken worden.

Bij beschouwing der graphische voorstelling (*fig. 8*), aangevend het verband tusschen kneedtemperatuur en vochtgehalte, valt direct op dat de lijnen A en B een minimum vertoonen, liggende tusschen 10 en 14° C. Deze temperatuur schijnt dus de meest gunstige te zijn voor het verkrijgen van een laag vochtgehalte.

Het lag voor de hand te veronderstellen, dat deze invloed van de temperatuur toegeschreven moest worden aan den graad van hardheid van de boter.

Te weeke boter biedt bij het passeeren van de wals te weinig weerstand, zoodat het vocht niet uitgeperst wordt. Te harde boter zal bij het kneden niet samen willen plakken, de boterkorrels blijven afzonderlijk en zullen dus niet door de wals samengedrukt kunnen worden.

Om dezen invloed stelselmatig te kunnen bestudeeren, moesten in de eerste plaats verschillende soorten boter onderzocht worden, die bij dezelfde temperatuur eene verschillende hardheid hadden en in de tweede plaats moest deze hardheid in eene bepaalde maat worden uitgedrukt.

Boter van verschillenden graad van hardheid in korrelvorm uit de practijk te verkrijgen, was zeer bezwaarlijk. Wel wisselt de hardheid van de boter met de voeding en het jaargetijde, maar dat zijn factoren, die men niet in zijne macht heeft. Men zou de proeven in verschillende fabrieken en op verschillende tijdstippen moeten doen, waarbij dan echter de andere factoren, die op het vochtgehalte van invloed zijn, niet gelijk zouden kunnen worden genomen.

Er werd daarom besloten, de hardheid van de boter kunstmatig te veranderen, door toevoeging van hardere of van weekere vetten, waarvoor tristearine en Delftsche slaolie werden gebezigd. Deze vetten werden met botervet samengesmolten en met afgeroomde melk tot een room van normaal vetgehalte geëmulgeerd, die daarop geheel op dezelfde wijze als de natuurlijke room, door zuren en karnen tot boter werd verwerkt.

*De bereiding van de kunstmatige roomemulsie.*

De bereiding van eene goede emulsie <sup>1)</sup> en het vinden van een goed emulgens, gaf mij in den beginne nog al veel moeite.

Daar het eiwit bekend staat als een goed emulgens, werd beproefd afgeroomde melk (verkregen door centrifugeeren van volle melk) bij 70° C. met botervet in de karn flink door elkaar te slaan. Werd dit gedurende 15 minuten gedaan en de aldus verkregen emulsie in ijswater op 15° C. afgekoeld, dan hield deze zich gedurende eenigen tijd. Na het aanzuren had zich den volgenden dag echter eene dikke laag vet afgescheiden.

Met arabische gom als emulgens, werd eene in uiterlijk met room vrijwel overeenstemmende emulsie verkregen.

Om 1 L. room met 7.5 % vet te maken, werd 30 gram gom gebruikt. Het botervet wordt verwarmd tot 70° C. en in een mortier van 2 L. inhoud, met de gom samengewreven tot alle kluitjes verdwenen zijn.

Voor het verkrijgen eener goede emulsie is het noodig, dat  $\frac{3}{4}$  van het gewicht vet als afgeroomde melk wordt toegevoegd. Deze wordt eerst verwarmd op 60° C. en dan met het botervet en de gom aangewreven gedurende 10 minuten tot een homogeen uitziend beslag. Daarna kan langzaam de rest van de afgeroomde melk toegevoegd worden. Het verdient aanbeveling eerst het botervet in den mortier te brengen en dan de gom, anders balt deze zich te veel samen.

---

1) Zie over het maken van emulsies. M. J. SCHRÖDER. Receptuur, p. 57.

Uit het volgende blijkt, dat de toevoeging van arabische gom, op het vochtgehalte der boter geen grooten invloed uitoefent.

Bij deze proef werd eene emulsie van botervet en afgeroomde melk gemaakt met 3 % arabische gom. Ter vergelijking werd 1 L. room met hetzelfde vetgehalte gekarnd en afkomstig van dezelfde melk als de afgeroomde melk, en ten slotte nog 1 L. van dezen room, waaraan 30 gram arabische gom was toegevoegd. Alle drie hoeveelheden room werden op dezelfde temperatuur gebracht en met eene gelijke hoeveelheid karnemelk aangezuurd en den daarop volgenden morgen, toen de room karnrijp was, gekarnd.

TABEL 9.

Soort room.	Vetgehalte room.	Begin karn temp.	Eind karn temp.	Duur.	Zuurgraad karnemelk.	Vetgehalte karnemelk.	Vochtgehalte boter.
Natuurlijke room	7.5 %	16° C.	17° C.	30 m.	100	0.6%	20.2
Room + 3 % arab. gom	7.5 %	16	17	30	94	0.6	19.8
Geëmulgeerde room	7.5 %	16.25	17.5	33	75	1.0	20.5

Op te merken valt echter, dat de kunstmatig gemaakte room steeds langer gekarnd moet worden en de karnemelk meer vet bevat. Daar ik, toen ik deze proeven nam, nog niet in het bezit eener kneedmachine was, werd deze bewerking achterwege gelaten en werden de



boters eenvoudig op eene schuin staande plank geplaatst om uit te lekken. Na verloop van 24 uur werd dan van de geheele hoeveelheid het vochtgehalte bepaald, om fouten met monsternamen te voorkomen.

Meerdere proeven werden nog gedaan met deze emulsies, en wel om een verband tusschen het smeltpunt van het vet en het vochtgehalte der boter te zoeken. Eenige malen werd nog de grootte der vetbolletjes in den room bepaald. Deze was:  $d_1 = 3.21 \mu$ ,  $d_2 = 3.17 \mu$ ,  $d_3 = 3.33 \mu$ , welke dus vrijwel overeenstemt met die van de vetbolletjes in den natuurlijken room; deze hebben iets kleiner diameter (*zie onder VI*).

Ook werden nog proeven genomen met tragacant gom, bekend om zijn sterk emulgeerend vermogen. De arabische gom heeft het nadeel, eene vrij sterke verlaging der oppervlaktenspanning tusschen botervet en de omringende vloeistof teweeg te brengen; de tragacant gom doet dit niet. Men heeft hiervan slechts 0.1—0.2 % noodig voor het verkrijgen eener goede emulsie.

Het aangewezen emulgens bij deze proeven is de melk zelf. Zooals reeds vermeld werd, is met haar als zoodanig geen goede emulsie te verkrijgen. Wordt zij echter tot op  $\frac{1}{5}$  van haar gewicht ingedampt, zoodat zij eene dikke brei vormt, dan heeft men een uitstekend emulgens. Het indampen geschiedt, door de melk onder voortdurend omroeren te verwarmen, waarbij het aanzetten van eiwitten op den bodem der pan voorkomen moet worden. De gecondenseerde melk blijft eenige uren staan, om de melksuiker gelegenheid te geven uit te kristalliseeren. Daarna wordt de brei in een aan-

gewarmden mortier gebracht en worden de eiwitten met de kristallen melksuiker fijn gewreven. Op 70° C. aangewarmde afgeroomde melk en botervet worden dan beurtelings daaraan toegevoegd, waarbij gezorgd moet worden, dat de emulsie eene goede consistentie behoudt. Het beste emulgeert men op een warm waterbad. Is al het vet in emulsie gebracht, dan wordt het beslag langzamerhand verdund met afgeroomde melk, om zoodoende room met een bepaald vetgehalte te verkrijgen. Heeft men goed geëmulgeerd, wat geheel afhangt van de juiste consistentie, welke de emulsie in den mortier had, dan gedraagt de aldus verkregen room zich geheel als de natuurlijke. Door het condenseeren zijn natuurlijk de eiwitten onoplosbaar geworden, zoodat door eene fijne zeef gefiltreerd moet worden na afloop van het emulgeeren.

In de tweede plaats moest nu de hardheid in eene zekere maat worden uitgedrukt.

Als zoodanig zou wellicht het smeltpunt van de boter kunnen dienen. Eene weeke boter zal toch een grooter percentage vloeibaar vet bevatten dan eene hardere en er kan dus verwacht worden, dat zij ook bij lagere temperatuur geheel zal smelten. Boters met opklimmend smeltpunt zullen dus bij eenzelfde temperatuur een opklimmenden graad van hardheid bezitten. Op deze wijze de hardheid varieerende en alle boters knedende bij dezelfde temperatuur zou dus ook een regelmatig dalen en weer stijgen van het vochtgehalte mogen worden verwacht.

*Invloed van het smeltpunt van de boter op het vochtgehalte bij kneding bij dezelfde temperatuur.*

De bepaling van het smeltpunt van het botervet geschiedde oorspronkelijk volgens de bekende methode, waarbij het vloeibare vet in eene capillair werd opgezogen, deze van onder dichtgesmolten en nadat het vet gelegenheid had gehad uit te kristalliseeren, het smeltpunt bepaald werd door de capillair aan een thermometerreservoir te bevestigen, deze in een waterbad te plaatsen en langzaam te verwarmen.

Juist wat dit langzame verwarmen betreft, bleek het mij, dat ik verschillende uitkomsten verkreeg, al naar mate de snelheid van verwarming. Door als warmtebron gebruik te maken van de warmte-ontwikkeling door den elektrischen stroom, in een draad van bepaalden weerstand, had ik de verwarming van het waterbad geheel in de hand.

Om warmteverlies door uitstraling zooveel mogelijk tegen te gaan, werd het bekeerglas met water binnen een tweede bekeerglas geplaatst en zodoende eene isoleerende luchtlaag aangebracht. Een roerder, door een electromotor in beweging gebracht, zorgde steeds voor eene gelijkmatige verwarming. Het botervet werd, nadat het 24 uur bij een temperatuur van  $\pm 15^{\circ}$  C. gestaan heeft, in een capillair aan een thermometerreservoir in het waterbad gehangen. De thermometer was in  $0,1^{\circ}$  C. verdeeld. Als smeltpunt werd aangenomen de temperatuur, waarbij geen troebeling in het gesmolten vet meer was waar te nemen, wat soms echter lastig te zien was.

Hier volgen eenige opgaven van de variatie van het smeltpunt met de snelheid van verhitting.

smeltpunt in °C.	snelheid van verwarming in graden per sec.
37.15	0.00137
37.40	0.00384
38.15	0.00666
38.20	0.01429
39.40	0.02941
39.90	0.03704

In de graphische voorstelling (*fig. 9*) is het aantal graden met 10.000 vermenigvuldigd. De afhankelijkheid van het smeltpunt van de snelheid van verhitting is hier duidelijk te zien.

Eene tweede proef met een ander botervet, gaf het volgende resultaat:

smeltpunt in °C.	snelheid van verwarming in graden per sec.
35.90	0.00143
35.50	0.00250
36.40	0.01429
37.20	0.03704

Beide lijnen vertoonen bij grootere snelheid van verwarming zeer duidelijk eene stijging, maar ook bij langzame verwarming blijkt het smeltpunt niet constant te zijn. Eenige achtereenvolgende proeven genomen bij eene verwarming van 0.1° C. in 26 sec. met capillaire

buisjes gevuld met éénzelfde botervet gaven overeenstemmende resultaten voor het smeltpunt.

Ook de invloed van den duur van afkoeling van het vet op zijn smeltpunt werd nog nagegaan, waarbij de verwarmingsnelheid was 0.1° C. in 26 seconden.

Smeltpunt in °C.

34.45	gesmolten botervet van 40° C. na 10 min. in de capillair op ijswater te hebben gestaan.
34.50	na 1 uur op ijswater te hebben gestaan.
34.50	» 2 » » » » » »
34.60	» 4 » » » » » »
36.00	» 20 » » » » » »
36.00	» 24 » » » » » »

Het botervet moet dus een bepaalden tijd gegund worden, liefst 24 uur, om geheel uit te kristalliseeren.

Het smeltpunt van het botervet werd nu gewijzigd door aan het natuurlijke botervet wisselende hoeveelheden tristearine (Merck) toe te voegen.

Met behulp van arabische gom (3 0/0) werden nu 3 emulsies gemaakt:

N <sup>o</sup> . 1	100 gram botervet	+ 1 L. afgeroomde melk.
N <sup>o</sup> . 2	id.	+ 4 gram tristearine + 1 L. afgeroomde melk.
N <sup>o</sup> . 3	id.	+ 8 gram tristearine + 1 L. afgeroomde melk.

Aan elk werd bij 18° C. 6 0/0 karnemelk toegevoegd en na 16 uren gekarnd; de zuurgraad van den room was toen 8.55.

TABEL IO.

No.	Karntemperatuur.		Duur.	Vetgehalte karnemelk.	Vocht- gehalte.	Smeltpunt botervet
	Begin.	Einde.				
1	18° C.	19° C.	27 m.	3.0 %	12.65 %	39.10° C.
2	23	24	23	2.4	12.90	42.95
3	25	25	30	2.1	12.91	44.85

Alle boters werden 16 maal bij 15° C. gekneed, nadat ze 20 uren bij 15° C. gestaan hadden.

Van een invloed op het vochtgehalte is niet veel te bespeuren. Opmerkelijk is de hooge karntemperatuur bij de stearineboter en evenals in het vorige geval (*pag. 43*) de slechte uitkarningsgraad der emulsies met arabische gom. Dit is dan ook eene van de redenen geweest, dat ik tot het emulgeeren met gecondenseerde melk ben overgegaan.

Hier volgt eene proef, waarbij van dit emulgens gebruik werd gemaakt en waarbij ook weer een invloed van het smeltpunt van het botervet op het vochtgehalte bestudeerd werd. Er werden 3 emulsies gemaakt met 0,5 L. afgeroomde melk welke tot op  $\frac{1}{5}$  van haar gewicht gecondenseerd was.

De eerste emulsie bestond uit 100 gram botervet met 1 L. afgeroomde melk, de tweede uit 100 gram boter-

vet + 3 gram tristearine met 1 L. afgeroomde melk, terwijl bij de derde aan 100 gram botervet 6 gram tristearine was toegevoegd. De room werd op dezelfde wijze als in het voorgaande geval aangezuurd, terwijl de boters op overeenkomstige wijze werden behandeld.

TABEL II.

No.	Karntemperatuur.		Duur.	Vetgehalte karnemelk.	Vocht- gehalte.	Smeltpunt botervet.
	Begin	Einde.				
1	15° C.	17.5° C.	27 m.	0.65 %	14.15 %	37.35° C.
2	23	23	30	0.70	13.82	39.12
3	25	24	29	0.70	13.93	41.78

Ook hier blijkt het smeltpunt van geen invloed op het vochtgehalte der boter te zijn.

Men zou nu door toevoeging van nog meer stearine of van eene weekere vetsoort als Delftsche slaolie de hardheid van de boter in nog ruimere mate kunnen varieeren en dan wellicht bij dezelfde temperatuur knedend een verband tusschen de hardheid en het vochtgehalte vinden. Het is echter duidelijk, dat, op deze wijze werkend, bij den invloed van de hardheid komt de invloed van de gewijzigde samenstelling van het botervet en dat het effect van dezen laatsten

factor, dat van den eerste geheel kan overdekken.

Deze proeven werden daarom niet voortgezet, maar inplaats daarvan nagegaan hoe bij verschillende botersoorten, die bij eenzelfde temperatuur een verschillenden graad van hardheid hebben, de optimum kneedtemperatuur afhankelijk is van de hardheid van deze boter. Er werd dus bij eenzelfde boter verband gezocht tusschen het vochtgehalte en de consistentie, die deze boter bij de verschillende kneedtemperaturen heeft.

Hiervoor was noodig de consistentie van de boter in eene directe maat uit te drukken. Daarvoor bestaan verschillende methodes, <sup>1)</sup> die echter alle op hetzelfde principe berusten n.l. het meten van de inzinking van eene staaf bij belasting van deze met een bepaald gewicht.

Het door mij gebruikte toestel (*zie fig. 10*) bestond uit eene glazen buis, aan het eene einde gesloten, welke gevuld wordt met kwik en opgehangen wordt aan een koord, dat over eene koperen schijf loopt, die met zeer weinig wrijving draait om eene horizontale as.

Aan het andere einde van het koord hangt een schaalje, waarop gewichten geplaatst kunnen worden om het gewicht van de buis te regelen. De wrijvingsweerstand van de schijf, die ongeveer 350 mG. bedroeg werd in rekening gebracht. De lengte van de glazen buis bedroeg 300 mM.; zij had over eene lengte van 225 mM. eenen diameter van 11,5 mM., verkreeg dan eenen diameter van 5,75 mM. en eindigde in eene conische punt van 15 mM. lengte en 2 mM. diameter aan den onder-

---

1) Zie hierover: BRULLÉ. Compt. rend. 116. pag. 1255; SOHN. Analyst 1893. pag. 218; KISZLING. Chem. Zeitg. 15. 1891. pag 298.



kant. Deze vorm van punt bleek, na eenige genomen proeven, het beste te voldoen.

De boter wordt voor de consistentiebepaling gebracht in een aan beide uiteinden open, metalen cilindertje van een diameter van 8 cM. en hierin door een zuigertje aangeporst, nadat de cylinder op eene glazen plaat gezet is. Hierop ontstaat zodoende een cilindertje boter van 3 cM. lengte, dat nu midden onder de punt van de glazen drukbuis geplaatst wordt, zóó dat de onderkant van de buis het bovenvlak van het zuiltje raakt. De glazen buis draagt eene in mM. verdeelde schaal en hangt in een metalen ring van iets grooteren diameter, dienende voor de aflezing en tevens om te zien of de buis vertikaal hangen blijft. Door nu het tegenwicht te verkleinen, kan men de buis in de boter laten zakken.

Uit genomen proeven bleek, dat, bij een bepaald tegenwicht, de buis gedurende de eerste minuut het snelst in de boter zakt, zij ondervindt dan de minste weerstand; in de tweede minuut wordt de inzakking slechts weinig grooter en in de derde minuut is zij nagenoeg nul.

Onder consistentie van de boter wordt verstaan:

Het gewicht dat eene staaf van den bovenomschreven vorm moet hebben, om in drie minuten 10 mM. in de boter te zakken.

Het was echter wenschelijk, de consistentie nog nader te definieeren en zich onafhankelijk te maken van den vorm van het indringende lichaam. Dit zou kunnen, door bij éézelfde boter den invloed van den diameter der indringende punt te bepalen. Is het gewicht van de indringende staaf daarmee evenredig, dan kan dus

de consistentie worden uitgedrukt in grammen per  $\text{cm}^2$ . weerstandbiedend oppervlak.

Bij dit onderzoek was het te prefereeren geen conisch toeloope glazen punt te gebruiken, zooals bij het vorige toestel beschreven werd, daar dan het weerstandbiedend oppervlak moeilijk te bepalen is.

Ik nam dus een indringende staaf van cilindrischen vorm; zij werd niet van glas, maar van messing gemaakt. Ook het toestel voor de consistentiebepaling onderging hierbij eene wijziging (*zie fig. II*).

Het werd gemaakt naar het model van de Westphaalsche balans. Het dompellichaam is hier de indringende staaf, welke een gewicht had van 200 gram. Over den langen arm van de balans kan een loopgewicht verschoven worden van 100 gram, een van 10 gram en een van 1 gram, waarmede het gewicht der staaf geregeld wordt. In het draaipunt van de balans is een wijzer bevestigd, loopende over eene verdeelde schaal, waarop de inzinking der staaf in de boter afgelezen kan worden. Bij het toestelletje behooren 4 staven, respect. van 2, 4, 6 en 8 mM. diameter.

Het verdient aanbeveling, het toestel zoo in te richten, dat zich boven het dompellichaam een schaalje bevindt, waarop de gewichten komen te staan, welke direct de consistentie aangeven. Het loopgewicht dient dan alleen om vóór de proef de balans in evenwicht te brengen.

In de eerste plaats werd bepaald, of er eene betrekking bestond tusschen het gewicht van de messing staaf en den diameter van de indringende staaf, bij éézelfde boter, bij verschillende temperaturen. Als consistentie werd hierbij genomen het gewicht in

grammen, dat de staaf moet hebben om in 1 minuut 10 mM. in de boter te zakken. Ter vergelijking werd eene bepaling met de glazen staaf gedaan.

TABEL 12.

Diameter van de staaf in mM.	Boter van 14° C. Consistentie in gr.	Boter van 15° C. Consistentie.	Boter van 16° C. Consistentie.	Boter van 18° C. Consistentie.	Stearineboter (14° C.) Consistentie.
2	9.98	9.27	5.99	3.71	27.09
4	19.25	17.11	12.83	6.42	57.04
6	29.94	28.52	15.69	10.27	84.85
8	41.35	37.79	22.82	12.83	115.51
glazen staaf	27	25	15	7	81

Het blijkt hieruit, dat het gewicht in grammen, dat elke staaf moet hebben om in een bepaalden tijd over een bepaalden afstand in de boter in te zakken, ongeveer evenredig is met de lengte der doorsnede, en niet, zooals verwacht werd, met het oppervlak der doorsnede. Dit wijst er op, dat de wrijving, die de zijkant van de staaf, dus het ronde oppervlak van den cilinder, bij het indringen der staaf in de boter, ondervindt, van zeer grooten invloed is op den totalen weerstand.

Het was daardoor echter niet mogelijk de consistentie uit te drukken in grammen per  $\text{cm}^2$  weerstandbiedend

oppervlak. In plaats daarvan moest nu worden aangegeven, de weerstand, die eene goed gedefinieerde en gemakkelijk te vervaardigen staaf van bepaalde afmetingen, ondervindt bij het indringen in de boter.

Daarvoor is eene messing staaf <sup>1)</sup>, die gemakkelijk in iederen gewenschten vorm te maken is, beter geschikt dan eene glazen staaf. Als eenheidsstaaf werd nu gekozen eene cilindervormige messing staaf van 6 mM. doorsnede, die aan het ondereinde recht is afgevijld.

Onder consistentie wordt nu verstaan:

Het gewicht in grammen, dat eene dergelijke staaf hebben moet om in 1 minuut 10 mM. in de boter te zinken.

Alle hier volgende getallen zijn in deze maat uitgedrukt.

De invloed van de consistentie der boter bij het kneedproces op het vochtgehalte werd nu nagegaan door 5 verschillende hoeveelheden boter, elk van 100 gram en afkomstig van eenzelfde karnsel bij verschillende temperaturen gedurende minstens 3 uren weg te zetten. Daarna werden ze bij die temperatuur gekneet en direct na het kneden de consistentie bepaald. Bij het kneden passeerde elke boter 16 maal de wals.

---

1) Dat het materiaal waarvan de staaf gemaakt is, van veel invloed is, bleek bij vergelijking van den weerstand, die eene messing en eene glazen staaf van volkomen denzelfden vorm in dezelfde boter ondervinden. Deze was bij de glazen staaf 52, bij de messing staaf 18.5 gram. Messing biedt dus veel minder weerstand dan glas.

Boter C.

TABEL 13.

Kneedtemperatuur.	Consistentie.	Vochtgehalte.
2° C.	160	13.14 %
4	100	12.67
11	29	11.75
12.6	27	12.55
19.2	7	12.90

Lijn C in de graphische voorstelling (*fig. 8*), het verband aangevende tusschen kneedtemperatuur en vochtgehalte, heeft hetzelfde verloop als de lijnen A en B.

De graphische voorstelling lijn C (*fig. 8a*) doet zien hoe het vochtgehalte varieert met de consistentie der boter. Het minimum ligt bij eene consistentie van 29 gram.

Bij hoogere consistentie van de boter neemt het vochtgehalte langzaam toe. Wordt de consistentie klein, dus bij weeke boter, dan neemt het vochtgehalte snel toe.

Voor eene andere boter heb ik het verband tusschen kneedtemperatuur, consistentie en vochtgehalte ook nog eens nagegaan.

In Tabel 14 vindt men de temperaturen, waarbij deze gekneet werd, de consistentie direct na het kneeden bij de kneedtemperatuur bepaald en het vochtge-

halte. Elke boter werd 16 maal gekneet. Lijn D geeft in figuur 8 en 8a de graphische voorstelling tusschen vochtgehalte en kneedtemperatuur en vochtgehalte en consistentie.

Boter D.

TABEL 14.

Kneedtemperatuur	Consistentie.	Vochtgehalte.
6,5° C.	62	14,56 %
8	52	14,16
12	29	13,72
17	13	15,21
20	6	15,85

Het verloop van deze lijn stemt geheel overeen met dat der lijnen A, B en C. Boter C had waarschijnlijk in korrelvorm een laag vochtgehalte, daar lijn C bij lage consistentie slechts weinig naar boven loopt. Bij boter D werd voor het vochtgehalte der boter in korrelvorm 20,25 % gevonden. Bij geringe consistentie gaat lijn D dan ook vrij steil omhoog.

Nu werd getracht eene hardere boter te maken en wel door toevoeging van tristearine aan den room. Uit voorloopige proeven was gebleken, dat, om eene aanmerkelijke afwijking in consistentie te verkrijgen,  $\pm 10$  % stearine moest worden toegevoegd. De stearine werd in eenen verwarmden mortier met afgeroomde centrifugemelk geëmulgeerd, geconden-

seerde melk als emulgens. Op deze wijze werd eene 10 0/0 tristearine-emulsie in afgeroomde melk bereid, welke geheel het uiterlijk had van 10 0/0 room en zich, wat betreft ontroomen, geheel als deze gedroeg. Aan deze 1 L stearineroom werden 9 L room met 12 0/0 vet toegevoegd, zoodat dus een room verkregen werd met 11.8 0/0 vet, van welk vet 10 0/0 tristearine was en de rest botervet.

Met de methode GERBER werd in de eerst gemaakte zuivere tristearineroom 9.5 0/0 vet gevonden; dus 0.5 0/0 te weinig, waarschijnlijk een gevolg van ontleding der stearine door het sterke  $H_2SO_4$ . Bij het aflezen stolde het vet reeds in den butyrometer. De aldus verkregen room werd 's avonds 5 uur 30 m. aangezuurd met 10 0/0 karnemelk en weggezet met een begintemperatuur van 18° C. Den volgenden middag 3 uur was de room karnrijp, temperatuur 12° C. Zij werd aangewarmd op 25° C. en gekarnd in eene karn van 20 L. inhoud, model Holsteinsche karn met handkracht bewogen. Deze hooge karntemperatuur werd genomen, omdat uit vroegere proeven <sup>1)</sup> was gebleken, dat room met 10 0/0 stearine, bij 18—20° C gekarnd, geen boter gaf. Hier was echter de stearine eerst met het botervet gemengd en dit vetmengsel werd met afgeroomde melk geëmulgeerd. Zooals uit het volgende zal blijken levert dit een groot verschil op.

Na 11 minuten karnen had de boter zich reeds gevormd, vetgehalte karnemelk = 2,0 0/0. De verkregen boter was, tegen de verwachting, zeer week.

---

<sup>1)</sup> Zie pag. 49.

Smeltpunt. botervet =  $40.65^{\circ}$  C. Joodgetal = 45.72

Smeltpunt van het botervet van den room, welke aan den stearineroom werd toegevoegd =  $38.96^{\circ}$  C., joodgetal = 46.54.

Het is dus vrij duidelijk wat hier heeft plaats gevonden. In den op deze wijze verkregen kunstmatigen room, waren botervetbolletjes en stearinebolletjes in emulsie. Door het karnen vereenigden zij zich niet allen tot boter, maar voornamelijk de botervetbolletjes en kwam dus slechts weinig stearine in de boter.

Er bleef nu niets anders over, dan den meer omslachtigen weg te volgen en eerst het botervet te mengen met de tristearine en dit mengsel met afgeroomde melk te emulgeeren.

Het emulgeeren geschiedde op dezelfde wijze als de eerste maal. Er werden dus 900 gram botervet + 100 gram tristearine met afgeroomde melk geëmulgeerd, met behulp van 400 gram gecondenseerde melk. Deze emulsie werd met zooveel water aangevuld, als er bij het condenseeren der 2 L. melk verdamp was, daarna verder met afgeroomde melk <sup>1)</sup> tot een volume van 10 L.

De room werd door eene fijne zeef gegoten om onoplosbare eiwitten tegen te houden; zij werd vervolgens aangezuurd met 10 % karnemelk bij  $18^{\circ}$  C.; 17 uur later was ze karnrijp en werd toen gekarnd, na aanwarmen op de karntemperatuur.

---

1) Waar hier bij het maken van emulsies over afgeroomde melk gesproken wordt, wordt steeds met de centrifuge zoo scherp mogelijk ontroomde melk bedoeld, welke dus hoogstens 0,1 % bevat.



Beginkarntemp. 23° C.; eindtemp. 20° C.; duur 15 min.; fijne boterkorrel.; vetgeh. karnemelk = 1.3 %.

Door iets hooger te karnen was de korrelgrootte waarschijnlijk beter geweest.

Van de op deze wijze verkregen boter, die I genoemd zal worden (hierbij is dus de stearine gelijkmatig in het botervet verdeeld), werden verschillende monsters, nadat ze eerst twee malen met leidingwater van 12° C. gewasschen waren, bij verschillende temperaturen weggezet. Voor elk monster werd  $\pm$  100 gram genomen. Zij werden in eene met waterdamp verzadigde ruimte gebracht, hetgeen het gemakkelijkst te verkrijgen is, door elk schaalte met boter in eene exsiccator, welke water bevat, bij de betreffende temperatuur te laten staan. De boter bleef zoolang bij die temperatuur staan, tot zij deze zelf had aangenomen (3 à 6 uren). Daarna werd de kneedmachine, wanneer dit mogelijk was, in dezelfde ruimte gebracht waar de exsiccator stond en werd de boter dus bij dezelfde temperatuur, waarbij ze gestaan heeft, gekneed. Mogelijk was dit niet altijd, daar ook twee monsters waren weggezet bij lagere temperatuur dan buiten heerschte, het eene n.l. in de ijskast bij 3.5° C., het tweede op ijs.

Elke boter werd 16 maal gekneed.

TABEL 15.

STEARINEBOTER.

Boter I.

No.	Temp. boter vóór kneden	Temp. boter na kneden.	Consistentie. na kneden.	Vocht- gehalte.	Elke boter 16 maal gekneed.
a	2° C.	3° C.	—	40.62 %	
b	7	8	107	28.42	
c	8	9	97	14.46	Smeltpunt
d	12	12	65	13.30	botervet = 45.10° C.
e	15	14.5	47	13.22	Joodgetal = 41.91.
f	19	20	19	12.89	
g	23.5	20	15	14.12	

De consistentie van de boter bij 2° C. kon niet bepaald worden, daar door het kneden bij deze lage temperatuur de boterkorrels niet samengekleefd waren. Het vloeibare gedeelte van het botervet, dat dit anders bewerkstelligde, was uitgekristalliseerd; ten gevolge daarvan kon met de wals geen vocht uitgeperst worden en had dit monster boter zulk een hoog vochtgehalte.

Het verband tusschen vochtgehalte en kneedtemperatuur is ook weer het gemakkelijkst te overzien in de graphische voorstelling (*fig. 8*). De lijn I heeft een minimum bij een vochtgehalte van 12.89 % en een kneedtemperatuur van 19.5° C.

Voor de kneedtemperatuur wordt het gemiddelde

genomen van die bij het begin en het einde der kneding.

Het minimum vochtgehalte wordt bij deze stearineboter dus verkregen door bij eene hoogere temperatuur te kneden dan bij de normale boters, voorgesteld door de lijnen A, B, C en D.

Ook voor deze stearineboter werd eene graphische voorstelling gemaakt van het verband vochtgehalte-consistentie. In fig. 8A wordt zij voorgesteld door lijn I. Het minimum vochtgehalte ligt bij eene consistentie 19, welke weinig afwijkt van die, waarbij de normale boter C haar minimum heeft.

Ten slotte werd nog eene weeke boter bereid en ook deze bij verschillende temperaturen gekneed. Deze werd gemaakt door 10 % Delftsche slaolie aan het botervet toe te voegen en te emulgeeren met 2 L. melk, ingedampt tot 400 gram.

Totaal: 910 gram botervet + 91 gram slaolie + 400 gram gecondenseerde melk + 7 L. afgeroomde melk en met water aangevuld tot 10 L. De emulsie had zich goed gevormd en hield zich ook na afloop van het zuren goed,

Aangezuurd werd met 10 % karnemelk 's avonds 5½ uur bij 20° C.

De room was 's morgens 7 uur dik, bij eene temperatuur van 15° C.; afgekoeld tot 10° C. en voor het karnen opgewarmd tot 12,3° C. Bij deze temperatuur werd 30 min. gekarnd, maar geen boter verkregen. Ook door 32 min. karnen bij 16° C. niet; eerst na opwarmen tot 20° C. en langzaam karnen, kwam de boter er uit.

Vetgehalte karnemelk = 3.6 %. Waarschijnlijk zijn bij het maken der emulsie de vetbolletjes te klein geworden, waardoor de room zoo lastig uitkarnde. De grootte der vetbolletjes in de karnemelk werd bepaald; deze bleek niet groot te zijn:  $d = 2.18 \mu$ , aantal vetbolletjes per  $\mu^3 = 7.4 \times 10^{-3}$ .

De boter had echter eene goede korrel, was wel zacht, maar na 2 maal gewasschen te zijn en eenige uren in den kelder gestaan te hebben bij 8° C., zag ze er uit als normale boter met goede korrel. Deze boter werd nu in hoeveelheden van 100 gram verdeeld en weggezet bij verschillende temperaturen en daarna elk monster bij die temperatuur 16 maal gekneed, geheel op dezelfde wijze als reeds beschreven is.

TABEL 16.

Boter II.

Slaolieboter.

No.	Temperatuur boter vóór kneden.	Temperatuur boter na kneden.	Consistentie na kneden.	Vochtgehalte
A	2° C.	10.5° C.	28	14.02 %
B	11	13.5	14	14.13
C	13	14	11	15.15
D	20	17	3	16.15

Daar de temperatuur der buitenlucht  $11^{\circ}$  C. was, kon eene lagere temperatuur gedurende het kneden niet verkregen worden. Het minimum vochtgehalte zal echter dicht bij deze temperatuur gelegen zijn, daar het verschil met het vorige vochtgehalte gering is. De consistentie van deze boter met het laagste vochtgehalte was 28, wat zeer goed overeenstemt met die voor het minimum vochtgehalte bij de vorige boters (*zie lijn II fig. 8 en 8a*).

De uitkomsten dezer proefnemingen kon ik nog vermeerderen met een praktisch geval.

Op de tentoonstelling voor hotel-industrie, Maart 1911 in Den Haag gehouden, was in de zuivelafdeeling boter tentoongesteld van buitengewone hardheid. Op mijn schrijven aan de fabriek, waar deze boter was bereid, ontving ik door tusschenkomst van den zuivelconsulent in Limburg gewasschen boter in korrelvorm. Ook deze boter bleek hard te zijn. Volgens het schrijven van den directeur der fabriek lag dit niet aan de bereiding. Zuringstemperatuur  $14^{\circ}$  C. — Vetgehalte room 26.4  $\frac{0}{100}$ . — Zuurgraad room  $75^{\circ}$  Dornic. — Karntemperatuur  $15^{\circ}$  C. — Temperatuur waschwater  $11^{\circ}$  C. De hardheid der boter is dus waarschijnlijk een gevolg van de voeding van het vee. Deze bestond voornamelijk in koolrapen, zemelen en hooi.

Elk monster boter ging weer 16 maal onder de wals door.

TABEL 17.

No.	Temperatuur boter vóór kneden.	Temperatuur boter na kneden.	Consistentie na kneden.	Vochtgehalte
1	5° C.	9° C.	163	20.24 %
2	10.5	10.5	127	15.88
3	17.5	17.5	32	15.80
4	19	19	24	16.54
5	25	20	14	19.67

Deze natuurlijke harde boter verkrijgt door kneden bij 17.5° C. het laagste vochtgehalte, de consistentie der boter was toen 32 gram.

Uit deze kneedproeven bij verschillende temperaturen, valt dus de volgende conclusie te trekken:

1°. De boter kan door kneden bij eene bepaalde temperatuur, afhangende van de consistentie, een minimum vochtgehalte verkrijgen.

2°. De consistentie, welke de boter in dat geval voor het kneden moet hebben, ligt tusschen enge grenzen; bij deze proeven 19—32 gram.

#### H. Invloed van den duur van het kneden op het vochtgehalte.

Boter in korrelvorm, afkomstig van een en hetzelfde karnsel, werd, na gewasschen te zijn, in hoeveelheden van elk 100 gram verdeeld en verschillende malen gekneed. Kneedtemperatuur 15° C.

TABEL 18.

No.	Aantal malen de wals gepasseerd bij 1e kneding.	Uiterlijk der boter.	Vochtgeh. na 1e kneding.	Vochtgeh. na 2e kneding.	Afgegeven vocht door 2e kneding
1	6 maal	vochtig	13.83 %	11.52 %	2.31 %
2	12 »	glanzend	13.38	11.09	2.29
3	20 »	matglanzend	12.45	11.72	0.73
4	30 »	zalfachtig	12.58	12.26	0.32
5	40 »	id en z. week	13.30	13.15	0.15

Na een bepaald aantal malen onder de wals door te zijn geweest, verkrijgt de boter een minimum vochtgehalte. Kneedt men te kort, dan wordt niet al het vocht, dat er uit kan, er uit gekneet; kneedt men te lang, dan wordt de boter week en zalfachtig en het vochtgehalte hooger dan in het normale geval.

Dit laat zich niet anders verklaren, dan dat vocht van het kneedbord door de boter gekneet wordt. Door te lang kneden, wordt de boter wat men noemt «overwerkt». Hieronder leidt niet alleen de kwaliteit, maar is het vochtgehalte der boter na eerste kneding hoog, dan zal dit, in het geval van overwerken, door eene tweede kneding slechts weinig verlaagd kunnen worden, zooals uit de cijfers in bovenstaande tabel blijkt. Hierbij werd de boter na eerste kneding 24 uur

bij 15° C. weggezet. Bij de tweede kneding werd elk monster zoolang gekneed tot geen vocht meer vrijkwam.

Om een laag vochtgehalte te krijgen, is het dus van belang, de boter bij de eerste kneding slechts weinig te bewerken.

Bij de proeven over den invloed van de karntemperatuur op het vochtgehalte der boter (*pag.* 33), bleek een lager vochtgehalte verkregen te worden, wanneer men de boter in korrelvorm eenigen tijd bij gemiddelde temperatuur liet staan, alvorens ze te kneden.

### I. Het wasschen der boter.

Het wasschen der boter heeft geen ander doel dan de aanhangende karnemelk van de boterkorrels te verwijderen. Dikwijls ook nog om de boter, als ze te week is, eene betere consistentie te geven.

Voor het onderzoek naar den invloed van de temperatuur van het waschwater op het vochtgehalte werd boter genomen afkomstig van hetzelfde karnsel. Deze werd verdeeld in hoeveelheden van  $\pm$  100 gram en gewasschen met leidingwater van verschillende temperatuur, elk twee malen, telkens in 1 L. water. Elk monster bleef 5 minuten met het waschwater in kontakt. Daarna werden ze elk 16 maal ge kneed en de consistentie en het vochtgehalte bepaald. Temperatuur van het lokaal 14° C.



TABEL 19.

No.	Temperatuur 1 <sup>e</sup> waschw.	Temperatuur 2 <sup>e</sup> waschw.	Temperatuur boter n. kned.	Consistentie bij die temp.	Vochtgeh.
1	1 <sup>o</sup> C.	13.5 <sup>o</sup> C.	12.5 <sup>o</sup> C.	21	13.20%
2	4	3	11	27	13.84
3	13	13	13.5	20	13.41
4	22	22	15	4	16.67
5	19	6	11	23	13.70

Het eerste en tweede waschwater heb ik in twee gevallen verschillend in temperatuur genomen, daar ik op enkele boterfabrieken de werkwijze toegepast vond het eerste waschwater nooit te koud te nemen, want dit zou het oppervlak der boterkorrels verharden en dientengevolge het uittreden der karnemelk bij het kneden tegengaan.

Dit wordt bij deze proeven niet bevestigd. Alleen als de temperatuur in beide gevallen hoog is en de boter dientengevolge eene geringe consistentie heeft, is het vochtgehalte hoog. De invloed van de temperatuur van het waschwater is geheel terug te brengen tot een invloed van de consistentie der boter. Bij deze proeven ligt de consistentie der boter voor een normaal vochtgehalte tusschen de grenzen 20 en 27, dus overeenstemmende met die welke de boter bij de kneedproeven (*pag. 65*) had voor een minimum vochtgehalte.

Over den invloed van de temperatuur van het wasch-

water luiden de conclusies van MARCAS <sup>1)</sup> en ROSENGREN <sup>2)</sup> hetzelfde, n.l. dat deze invloed onbeteekenend is tusschen 4 en 15<sup>o</sup> C. De laatste onderzoeker vindt bij niet wasschen der boter een hooger vochtgehalte dan bij wel wasschen. Het verschil is als gemiddelde van 4 proeven 0.5 0/0. Verder vindt hij een hooger vochtgehalte bij boter, welke tusschen de knedingen in koud water blijft staan, inplaats van in eene afgekoelde ruimte.

ORLA JENSEN legt er den nadruk op, dat het waschwater vooral koud moet zijn, opdat de boterkorreltjes zich niet te innig vermengen alvorens de karnemelk verwijderd is.

MESDAG <sup>3)</sup> waarschuwt echter tegen te koud waschwater vooral wanneer de boter bij te hooge temperatuur gekarnd is.

---

1) l. c.

2) l. c.

3) Het watergehalte van onze boter. Uitgegeven door de Friesche Maatschappij van Landbouw.

## II.

### DE OPPERVLAKTESPANNING BOTERVET- WATER.

---

Voor de bepaling der oppervlaktespanning volgde ik de methode van den vallenden druppel <sup>1)</sup>).

Bij deze methode wordt het volume van den druppel gemeten en uit het verschil in S. G. der beide vloeistoffen kan dan het gewicht berekend worden.

Het druppelgewicht is eene vrij ingewikkelde functie van de oppervlaktespanning <sup>2)</sup>), zoodat door deze metingen dan ook slechts relatieve waarden voor de oppervlaktespanning worden gevonden en geen absolute.

LOHNSTEIN geeft voor het druppelgewicht de volgende formule:

$$G = 2 \pi r a f \left( \sqrt{\frac{r}{2 \alpha}} \right)$$

Hierin stelt G voor het gewicht van den druppel.

---

1) Zie MORGAN en STEVENSON. Z. f. physik. Ch. 63. 151 (1908).

2) Zie LOHNSTEIN. Ann. d. Physik. 20. 237 (1906).

$a$  = oppervlaktespanning.  $r$  = straal van het cirkelvlak, waaraan de druppel hangt.  $\sigma$  = verschil in S. G. der beide vloeistoffen.

Volgens MORGAN en STEVENSON kan binnen zekere grenzen  $f \left( \sqrt{\frac{r}{2\alpha}} \right)$  als eene constante beschouwd worden, waardoor dus  $G = k a$ , dus het druppelgewicht evenredig aan de oppervlaktespanning wordt.

Bij de gedane metingen werd alleen het druppelgewicht bepaald en niet de oppervlaktespanning, daar alleen de relatieve verandering der oppervlaktespanning hier van belang is.

De meting van het druppelgewicht geschiedde volgens de door REINDERS <sup>1)</sup> gewijzigde methode van MORGAN en STEVENSON, met eene horizontaal opgestelde gecalibreerde capillair. Aan het eene einde was zij omgebogen en aan dit uiteinde bijgeslepen volgens een afgeknotten kegel, waarvan het afgeslepen vlak, goed gepolijst, het druppelvlak vormde.

Door de capillair laat men de waterige vloeistof stroomen. Heeft zich aan het cirkelvormige druppelvlak een druppel gevormd, dan wordt de capillair aan het andere uiteinde met een caoutchouc buis en klemkraan afgesloten en het omgebogen deel in het gesmolten vet of de olie gedompeld, zoodanig dat de waterige vloeistof alleen het druppelvlak bevochtigt. Met de klemkraan wordt de uitvloeiselheid van de vloeistof nauwkeurig geregeld en wel zoodanig dat de meniscus zich ongeveer 1 mM. per seconde verplaatst. Dit wordt

1) Gedenkboek aangeboden aan J. M. VAN BEMMELEN, pag. 333.

gemeten op een meetlat, welke onder het horizontale deel der capillair ligt.

Op het oogenblik dat de druppel valt, worden de stand van de meniscus en de tijd genoteerd en dit eenige keeren herhaald. Uit deze waarnemingen wordt de gemiddelde druppellengte en de gemiddelde tijd, welke de druppel noodig heeft om te vallen, berekend en deze druppellengte op eene bepaalde snelheid gecorrigeerd. Daarvoor was het noodig, eerst het verband tusschen druppellengte en uitvloeisnelheid vast te stellen. Uit de graphische voorstelling (*fig. 12*) blijkt dat deze in geringe mate met de snelheid toeneemt. Door interpolatie in deze graphische voorstelling werden alle druppellengtes teruggebracht tot de druppellengte bij de snelheid van 1 mM. per seconde.

Het druppelgewicht  $G$  werd gevonden door de druppellengte te vermenigvuldigen met de doorsnede der capillair en het verschil in soortelijk gewicht tusschen vet en oplossing.

De doorsnede der capillair bedroeg 1.801 mM<sup>2</sup>.

De temperatuur van het vet bedroeg steeds 40° C.

De bepaling van het soortelijk gewicht van de olie of van het vet geschiedde steeds met den pyknometer, die van de waterige vloeistof met de Westphaalsche balans.

De oppervlaktespanning hangt af van de samenstelling der beide fasen. Alvorens tot de bepaling der oppervlaktespanning botervet-water werd overgegaan, werden eerst eenige oriënteerende proeven met verschillende oliën gedaan, waarvoor genomen werden rauwe lijnolie, raapolie, amandelolie en botervet.

Deze bepalingen vindt men vereenigd in tabel 20. Hierbij is de zuurgraad van elke olie opgegeven. Blijkens het onderzoek van DONNAN <sup>1)</sup> is toch de verlaging der oppervlaktespanning, welke eene base teweegbrengt, in hoofdzaak toe te schrijven aan den zuurgraad van de olie. Het vrije vetzuur kan met de base een zeep vormen, welke de oppervlaktespanning verlaagt. DONNAN vond n.l. dat bij olie, die van het opgeloste vetzuur ontdaan is, de toevoeging van eene base slechts geringe verandering in de oppervlaktespanning veroorzaakt. Dit resultaat is door de proeven van REINDERS, voor zoover het zwak alkalische oplossingen betreft, bevestigd. Ik heb nu bepaald de oppervlaktespanning van de olie ten opzichte van gedestilleerd water, verdunde basen en verdunde zuren. In dit laatste geval kan geen sprake zijn van zeepvorming en moet dus de oppervlaktespanning slechts weinig van die bij zuiver water verschillen, hetgeen in Tabel 20 voor iedere olie bevestigd wordt.

Toevoeging van zwavelzuur in de aangegeven concentratie aan het gedestilleerde water, blijkt van zeer geringen invloed te zijn op het druppelgewicht. Bij de base verandert dit direct. Raapolie, de olie met den hoogsten zuurgraad, heeft het kleinste druppelgewicht bij 0,001 N. NaOH; bij 0,002 N. NaOH is de druppellengte reeds niet meer te meten, daar de druppel zich niet meer aan het geheele druppelvlak hecht. Bij de base regelt zich dus het druppelgewicht geheel naar den zuurgraad der olie.

---

1) Z. f. physik. Chem. 31. 42 (1899).

TABEL 20.

Soort olie.	Zuurgraad olie.	Druppellengte in mM.							Verschil in S. G.
		gedestilleerd water.	0.001 N $H_2SO_4$ .	0.002 N $H_2SO_4$ .	0.005 N $H_2SO_4$ .	0.001 N NaOH.	0.002 N NaOH.	0.005 N NaOH.	
raapolie	8.07	108	113	113	109	70	—	—	0.0797
rauwe lijnolie	7.23	99	103	103	100	93	22	—	0.0625
amandelolie	4.50	145	147	149	147	142	32	6.2	0.0766
botervet	2.12	184	187	182	186	159	97	18	0.0906
		Druppelgewicht in mgr.							Joodgetal.
raapolie		15.50	16.22	16.22	15.65	10.05	—	—	101.2
rauwe lijnolie		11.14	11.59	11.59	11.26	10.47	2.48	—	161.5
amandelolie		20.00	20.28	20.56	20.28	19.59	4.41	0.86	96.0
botervet		30.02	30.51	29.70	30.35	25.94	15.83	29.37	41.5

Rangschikt men de oliën naar hun joodgetal, dan valt bij gedestilleerd water en  $H_2SO_4$  wel eene regelmatigheid waar te nemen. Naarmate het joodgetal daalt, neemt het druppelgewicht toe.

De oppervlaktespanning botervet-water werd nu nader onderzocht in verband met de samenstelling van elk der vloeistoffen.

### 1. Invloed van de samenstelling van het vet.

De samenstelling van het botervet werd gewijzigd door:

a. Den zuurgraad van het vet te veranderen en de oppervlaktespanning te meten ten opzichte van zuur, gedestilleerd en alkalisch water.

De zuurgraad werd veranderd door aan de boter toenemende hoeveelheden oliezuur toe te voegen. Ook werd het druppelgewicht bepaald ten opzichte van botervet, dat van nature reeds een wisselenden zuurgraad bezat.

Als zure vloeistof werd 0,01 N  $H_2SO_4$  genomen, als alkalische vloeistof een mengsel van  $\frac{1}{60}$  gram molec.  $Na_2HPO_4$  +  $\frac{1}{60}$  gram molec.  $NaH_2PO_4$  welke oplossing een H-ionen concentratie van  $9 \times 10^{-8}$  had.

TABEL 21.

	Zuurgraad vet.	Druppellengte in mM.			Verschil in S. G. met a. (b)	Verschil in S. G. met c.	Druppelgewicht in mgr.		
		0,01 N $H_2SO_4$ a.	gedest. $H_2O$ b.	fosfaatopl. c.			0,01 N. $H_2SO_4$ .	gedest. $H_2O$ .	fosfaatopl.
Botervet	1.20	203	200	136	0.0898	0.1313	32.83	32.35	32.16
› + 0.1% oliezu.	1.58	195	199	127	0.0899	0.1314	31.57	32.22	30.05
› + 0.5% ›	3.08	194	194	123	0.0897	0.1312	31.34	31.34	29.06
› + 1% ›	4.06	186	186	110	0.0910	0.1325	30.48	30.48	26.25
› + 2% ›	8.73	177	175	94	0.0922	0.1337	29.39	29.06	22.63
› + 3% ›	12.48	174	172	88	0.0934	0.1349	29.27	28.93	21.38



Het S. G. van 0.01 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  werd gelijk aan dat van gedestilleerd water genomen, zoodat het verschil in S. G. met het vet voor beide hetzelfde kan worden genomen (*zie kolom 6*).

Met de verandering in zuurgraad van het vet verandert bij zuur en gedestilleerd water het druppelgewicht slechts weinig.

Wordt de vloeistof alkalisch, dan wordt het druppelgewicht met den zuurgraad der olie kleiner in overeenstemming met de resultaten van DONNAN bij paraffineolie en van REINDERS bij Delftsche slaolie.

*b.* Het oleïnegehalte van het vet wordt gewijzigd.

Daar het in de bedoeling lag hierbij den zuurgraad van het vet niet te veranderen, werd aan het botervet gezuiverde Delftsche slaolie toegevoegd. De olie was door schudden met barytwater, gevolgd door opnemen in aether, scheiden, drogen van de olie-aetheroplossing met  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en afdestilleeren van den aether eerst op het waterbad, later in vacuum, bevrijd van het vrije vetzuur.

TABEL 22.

	Zuurgraad.	Druppellengte			Verschil in S. G. met a. (b)	Verschil in S. G. met c.	Druppelgewicht.		
		0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a.	gedest. H <sub>2</sub> O b.	fosfaatopl. c.			0.01 N. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	gedest. H <sub>2</sub> O.	fosfaatopl.
Botervet	1.29	203	200	136	0.0898	0.1313	32.83	32.35	32.14
» + 1%	1.30	202	200	137	0.0896	0.1311	32.60	32.27	32.35
» + 2%	—	200	199	135	0.0892	0.1307	32.13	31.97	31.78
» + 4%	—	196	198	133	0.0893	0.1308	31.52	31.84	31.33
» + 6%	—	195	192	130	0.0897	0.1312	31.50	31.02	30.72
» + 10%	1.33	194	188	128	0.0896	0.1311	31.31	30.22	30.22

De hier verkregen uitkomsten zijn eene bevestiging van hetgeen bij de verschillende oliën opgemerkt werd. Ofschoon hier de invloed van het oleïnegehalte lang zoo sterk niet uitkomt als bij de oliën, daalt ook hier de oppervlaktespanning iets bij verhooging van het oleïnegehalte.

Ten slotte heb ik nog nagegaan of er andere factoren waren, welke betrekking hebben op de samenstelling van het botervet en of deze eene verandering teweegbrengen in de oppervlaktespanning. Als zoodanig heb ik onderzocht de esters van vluchtige vetzuren, welke in de boter voorkomen en wel den invloed van het tributyrine en van het tricaprone (Kahlbaum).

TABEL 23.

	Druppellengte.		Verschil in S. G. met a.	Verschil in S. G. met b.	Druppelgewicht.	
	gedest. H <sub>2</sub> O a.	fosfaat- opl. b.			gedest. H <sub>2</sub> O.	fosfaat- opl.
Botervet	182	116	0.0887	0.1302	29.06	27.19
> +0.2% butyrine	184	114	0.0887	0.1302	29.38	26.72
> +0.5% >	179	111	0.0889	0.1304	28.64	26.06
> + 1% >	172	109	0.0891	0.1306	27.59	25.62
> + 2% >	170	102	0.0894	0.1309	27.36	24.03

De toevoeging van tributyrine aan het botervet heeft eene geringe verlaging van het druppelgewicht ten gevolge. Ook bij toevoeging van tricaprone nam de druppellengte een weinig af.

## 2. Invloed van de samenstelling van het water.

De invloed hiervan op de oppervlaktenspanning botervet-water werd onder 1 reeds nagegaan voor zuur, gedestilleerd en alkalisch water.

Nader werd de invloed van de H-ionen concentratie bepaald door gebruik te maken van de oplossingen der zure fosphaten, welke als vloeistoffen van constanten zuurgraad reeds meermalen aangewend werden 1).

Gebezigd werd eene oplossing van  $\frac{1}{10}$  N.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , die, zooals uit de H-ionen concentratie bleek, zuur reageerde; een oplossing van  $850 \text{ cM}^3 \frac{1}{10}$  N.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

+ 150 cM<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$ N. Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub>, die ongeveer neutraal reageerde en eene oplossing van  $\frac{1}{10}$  N. Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub>, die basisch reageerde.

TABEL 24.

		Botervet A.		Zuurgraad = 1.15.	
Gebruikte oplossing.		Concentratie H—ionen.	Druppel- lengte.	Vershil in S. G.	Druppel- gewicht.
$\frac{1}{10}$ N. NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . .		$1.7 \times 10^{-4}$	174	0.0974	30.49
850 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + 150 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> } }		$3.7 \times 10^{-6}$	176	0.0977	30.95
$\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . .		$6.6 \times 10^{-9}$	102	0.0990	18.18
		Botervet B.		Zuurgraad = 1.10.	
$\frac{1}{10}$ N. NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . .		$1.7 \times 10^{-4}$	173	0.0992	30.89
850 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + 150 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> } }		$3.7 \times 10^{-6}$	181	0.0995	31.42
$\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . .		$6.6 \times 10^{-9}$	121	0.1008	21.95
		Botervet C.		Zuurgraad = 1.27.	
$\frac{1}{10}$ N. NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . .		$1.7 \times 10^{-4}$	169	0.0977	29.72
850 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + 150 cM <sup>3</sup> $\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> } }		$3.7 \times 10^{-6}$	165	0.0980	29.12
$\frac{1}{10}$ N. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . .		$6.6 \times 10^{-9}$	98	0.0993	17.52

1) E. SALM, Studien über Indikatoren. Z. f. physik. Chem. 57. 471.  
W. E. RINGER, Chem. Weekbl. 1909, 446.

Ook hieruit blijkt, dat het druppelgewicht weinig verandert zoolang de vloeistof zuur reageert, d. i. een H-ionen concentratie heeft grooter dan  $10^{-6}$ , maar dat bij de alkalisch reagerende vloeistof eene sterke daling van het druppelgewicht valt waar te nemen.

Tot dezelfde conclusie komt W. REINDERS <sup>1)</sup> bij zijn boven aangehaald onderzoek.

Met behulp van de indicatorenmethode van SALM heb ik nog de H-ionen concentratie van eenige in de praktijk gebruikte boterwaschwaters nagegaan en in verband daarmede het druppelgewicht van die waschwaters ten opzichte van zuiver botervet.

TABEL 25.

Aard van het waschwater.	Concentratie H-ionen.	Druppelgewicht in mgr.
Geleidbaarheidswater (CO <sub>2</sub> -vrij) . . . . .	$3 \times 10^{-7}$	29.16
Gedestill. water . . . . .	$5.4 \times 10^{-6}$	29.16
Delftsch leidingwater . . . . .	$3 \times 10^{-8}$	25.68
Waschwater uit de fabriek der firma B. VETH & Co. . . . .	$4.4 \times 10^{-9}$	15.21

Het verband tusschen druppelgewicht en H-ionen concentratie is hetzelfde als reeds boven opgemerkt werd. Het Delftsche leidingwater reageert zeer zwak alkalisch, het waschwater der firma B. VETH & Co.

1) l. c. pag. 333.

veel sterker; gevolg is dan ook het kleiner worden van het druppelgewicht.

Bij de in de practijk gebruikte boterwaschwaters zal, behalve de H-ionenconcentratie, ook nog het zoutgehalte zijn invloed op de oppervlaktetension kunnen doen gelden.

De invloed van zoutoplossingen van verschillende concentraties op het druppelgewicht vindt men in de volgende tabel. De metingen geschieden ten opzichte van zuiver botervet.

TABEL 26.

Zuiver botervet.

	Druppel- lengte	Verschil in S. G.	Druppel- gewicht.
Gedest. water . . . . .	200	0.0898	32.33
0.001 N. NaCl . . . . .	198	0.0898	32.00
0.01 N. NaCl . . . . .	195	0.0898	31.52
0.1 N. NaCl . . . . .	191	0.0935	32.13
1 N. NaCl . . . . .	142	0.1215	31.05
12.5 % NaCl . . . . .	105	0.1765	33.35
25 % NaCl . . . . .	76	0.2570	35.16

De invloed van het zout op de oppervlaktetension botervet-water is gering. Alleen bij hoog zoutgehalte is het druppelgewicht groot. Dus aan den invloed van

eene verdunde zoutoplossing, is de vermindering van het vochtgehalte niet toe te schrijven. Men moet de verlaging in vochtgehalte, door het zouten der boter teweeggebracht, veeleer zoeken in de werking van het vaste zout. De vaste zoutkristallen, welke geheel door de boter gewerkt worden, trekken de vochtdeeltjes aan, zoodat zich grootere vochtdruppels vormen, waarin het vaste zout oplost. Deze grootere druppels zijn gemakkelijker uit te kneden dan de oorspronkelijke kleine vochtbolletjes.

Het lag voor de hand, dat bij de beschouwing der oppervlaktespanning botervet-serum eveneens den vloed van eiwitten op de oppervlaktespanning nagegaan werd.

Daartoe werd gebezigd kippeneiwit, nadat dit door filtratie van de daarin aanwezige vliezen bevrijd was.

In KÖNIG vond ik voor kippeneiwit de volgende samenstelling opgegeven: 85.50 %  $H_2O$  — 12.87 % N-houdende stoffen — 0.25 % vet — 0.77 % N-vrije extractiestoffen — 0.61 % asch. De reactie bleek zeer zwak alkalisch te zijn.

Het kippeneiwit werd in verschillende verhoudingen verdund met gedestilleerd water, welke verdunningen in Tabel 27 aangegeven worden door het gehalte aan N-houdende stof der gebruikte oplossing.

TABEL 27.

Zuiver botervet.

	Druppel- lengte.	Vershil in S. G.	Druppel- gewicht.
Gedestilleerd water	200	0.0898	32.33
6.4 % N-houdende stof.	50	0.1294	11.65
4.29 %    >    >	52	0.1278	11.96
3.22 %    >    >	62	0.1246	13.91
2.14 %    >    >	74	0.1220	16.25
1.43 %    >    >	77	0.1178	16.33
0.53 %    >    >	108	0.0920	17.88
0.1 %    >    >	136	0.0905	22.15
1 dl. 1 % + >    > } 1 dl. $\frac{N}{I}$ NaCl	83	0.1215	18.15
1 dl. 1 % N-houdende stof } 1 dl. 12.5 % NaCl	64	0.1750	20.16

De eiwitten verlagen dus sterk de oppervlakte-  
spanning. Eene oplossing, welke slechts 0.1 % stikstof-  
houdende stof bevat, verlaagt het druppelgewicht reeds  
met 10.18 mG.

De beide laatste oplossingen zijn samengesteld om eene  
vloeistof te verkrijgen, welke eenige overeenkomst met  
het boterserum heeft; men ziet ook hier weer, dat de  
oppervlaktenspanning van de NaCl-oplossing door het  
eiwit verlaagd wordt, terwijl de oppervlaktenspanning



van de eitwitoplossing door toevoegen van NaCl iets verhoogd wordt.

Het is bekend, dat eiwitten een uitstekend emulgens vormen bij het maken van emulsies en over 't algemeen neemt de stabiliteit eener emulsie toe met de vermindering der oppervlaktespanning <sup>1)</sup>.

Daar ik nog al eens gebruik moest maken van kunstmatig bereide emulsies van botervet, volgen hier nog eenige onderzoekingen over den invloed van het emulgens op de oppervlaktespanning.

TABEL 28.

Botervet.

	Druppel- lengte.	Vershil in S. G.	Druppel- gewicht.
Gedest. water	109	0.0902	17.70
» + 1 % arab. gom	73	0.0932	12.25
» + 2 % » »	66	0.0972	11.55
» + 3 % » »	57	0.1002	10.28

1) Zie W. REINDERS l. c. pag. 342.

T. BRAILSFORD ROBERTSON, Z. f. Ch. und Ind. der Kolloide, 1910, p. 7.

## Botervet.

	Druppel- lengte.	Vershil in S. G.	Druppel- gewicht.
Gedest. water	109	0.0902	17.70
» » + 0.01 % traga- canth gom	109	0.0902	17.70
» » + 0.02 % »	108	0.0902	17.54
» » + 0.1 % »	102	0.0902	16.56

Zeer opmerkelijk is het, dat tragacanthgom, welke bekend staat om zijn sterk emulgeerend vermogen, de oppervlaktespanning zoo goed als niet verlaagt. Bij het maken van emulsies van botervet in afgeroomde melk, bleek het mij, dat waar 3 % arabische gom toegevoegd moest worden om eene goede emulsie te verkrijgen, ik met 0.01 % tragacanthgom kon volstaan.

Het schijnt dus, dat de stabiliteit eener emulsie niet altijd gepaard gaat met eene verlaging in oppervlaktespanning.

De resultaten van de gedane onderzoekingen over de oppervlaktespanning aan de grens water-botervet, kunnen in het volgende worden samengevat:

a. De oppervlaktespanning is bij neutraal en zuur water onafhankelijk van den zuurgraad van het vet. Bij alkalisch water daalt ze bij verhooging van den zuurgraad van het vet en verhooging van de alkaliteit van het water.

*b.* Neutrale bestanddeelen aan het botervet toegevoegd, hebben eene geringe verlaging van de oppervlaktespanning ten gevolge, zoowel ten opzichte van zuur, neutraal, als alkalisch water.

*c.* Keukenzout in hooge concentratie (12 % en hooger) aan het water toegevoegd, verhoogt de oppervlaktespanning.

*d.* Eiwitten aan het water toegevoegd, verlagen sterk de oppervlaktespanning.

---

### III.

## INVLOED VAN DE SAMENSTELLING DER BOTER EN VAN DIE VAN HET WASCH- WATER OP HET VOCHTGEHALTE DER BOTER.

---

Gaan wij nu na, in hoeverre de verschillende wijzigingen in de samenstelling van het botervet en het serum, die van invloed zijn op de oppervlaktespanning, ook van invloed zijn op het vochtgehalte van de boter.

#### *a.* **Invloed van de samenstelling van het botervet.**

Om deze te kunnen nagaan, moest ik weer mijne toevlucht nemen tot de kunstmatige emulsies van botervet in afgeroomde melk, waarbij dan de samenstelling van het botervet gewijzigd werd. Deze emulsies werden weer gemaakt met gecondenseerde melk, als zijnde het emulgens, dat de minste verandering in de kunstmatige emulsie teweegbrengt en deze het meest op de natuurlijke, den room, doet gelijken.

In de eerste plaats werd de invloed van den zuurgraad van het botervet op het vochtgehalte der boter nagegaan. Daartoe werden aan 270 gram botervet 15 gram oliezuur toegevoegd en dit vet werd met afgeroomde melk geëmulgeerd tot een volume van 3 L., waarbij als emulgens werd gebruikt 0.5 L. afge-

roomde melk, welke tot op  $\frac{1}{5}$  van haar gewicht was ingedampt. De 400 cM<sup>3</sup> verdampt water werden na het emulgeeren weer toegevoegd in den vorm van gedestilleerd water.

De alsdan verkregen room, met een vetgehalte van 9.5 % en een oliezuurgehalte van 5.5 % ten opzichte van het botervet, werd in drie hoeveelheden, elk van 1 L., verdeeld en 's avonds 8 uur aangezuurd met 10 % karnemelk bij 25° C. Den volgenden morgen 7 uur werd afgekoeld op 12° C en de room om 10 uur gekarnd.

TABEL 29.

No.	Begin karn-temp.	Eindtemp.	Duur.	Waschwater.	Zuurgr, botervet.	Vocht- gehalte.
1	14° C.	16° C.	17 min.	Gedest. H <sub>2</sub> O	18.78	17.20 %
2	15	16.5	16	$\frac{1}{10}$ N. KOH	0.98	26.27
3	15	16.5	17	$\frac{1}{10}$ N. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17.51	18.73

De boters hadden na het karnen alle eene goede fijne korrel, welke in het waschwater bij de boters 1 en 3 nog iets grooter werd; boter 2 bleef in het waschwater echter zeer fijn verdeeld en was bovendien week. Dit was geen temperatuursinvloed, want alle drie boters werden tweemaal gewasschen telkens in 1 L. waschwater van 13° C.

De boters bleven na het wasschen 3 uur bij 13° C staan en werden toen elk 16 maal gekneed. Boter n<sup>o</sup>. 2 verliest veel water, wit gekleurd door de opgeloste eiwitstoffen.

De invloed van het alkalische waschwat<sup>er</sup> op het zure botervet is, zooals uit de vochtcijfers blijkt, duidelijk merkbaar. Door het alkalische waschwat<sup>er</sup> wordt de oppervlaktespanning ten opzichte van het zure botervet sterk verlaagd.

Thans werden emulsies gemaakt met botervet, waarin het oliezuurgehalte wisselde en de daaruit verkregen boters gewassen respect. met gedestilleerd water, leidingwater en 0.1 N. NaOH.

A. 300 gram botervet werden geëmulgeerd met 3 L. afgeroomde melk, met behulp van 0.7 L. afgeroomde melk ingedampt tot op  $\frac{1}{5}$  van haar gewicht, waarbij het verdamp<sup>t</sup>e water later weer werd toegevoegd als gedestilleerd water.

Zuurgraad van het botervet = 1.15, smeltpt. =  $39.82^{\circ}\text{C}$ , gemiddelde diameter van de vetbolletjes in den room =  $1.99 \mu$ .

B. 280 gram van hetzelfde botervet + 20 gram oliezuur werden met 3 L. afgeroomde melk geëmulgeerd, waarbij dezelfde hoeveelheid gecondenseerde melk als bij A als emulgens werd gebruikt.

Zuurgraad van het vet = 25.56, smeltpt. =  $38.40^{\circ}\text{C}$ , gemiddelde diameter van de vetbolletjes in den room  $d = 1.55 \mu$ .

De room A, zoowel als B, werd aangezuurd met 6 % karnemelk, bij  $18^{\circ}\text{C}$ , en den volgenden morgen, toen zij karnrijp was en eene temperatuur van  $15^{\circ}\text{C}$ . had, gekarnd. Telkens werd 1 L. room gekarnd. De boters van room A afkomstig, werden met verschillende waschwaters behandeld en genoemd  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$ , op dezelfde wijze bij B:  $B_1$ ,  $B_2$  en  $B_3$ .

TABEL 30.

No.	Karttemperatuur.		Duur.	Korrel- vorm.	Waschwater (14° C.)	Vocht- gehalte.	Consis- tentie bij 13° C.	Druppelgewicht in mgr. t. o. v. h. waschwater.
	Begin.	Einde.						
A <sub>1</sub>	15° C.	17.50° C.	33 min.	goed	gedest. H <sub>2</sub> O	14.66 %	33	32.33
A <sub>2</sub>	15.75	17.50	34	id.	leidingwater	14.86	33	24.25
A <sub>3</sub>	15.75	17.50	33	id.	$\frac{1}{10}$ N. NaOH	31.35	—	vloeistofdrup.
B <sub>1</sub>	15.50	17.00	30.5	id.	gedest. H <sub>2</sub> O	16.59	22	20.32
B <sub>2</sub>	15.50	16.75	31.5	id.	leidingwater	16.88	21	14.85
B <sub>3</sub>	15.50	16.75	31	id.	$\frac{1}{10}$ N. NaOH	31.38	—	straal.

De boters werden bij  $13^{\circ}$  C. elk 16 maal gekneed en direct daarop de consistentie bepaald. De korrel van  $A_3$  werd zeer fijn in het alkalisch water, hoewel ze oorspronkelijk dezelfde was als die van  $A_1$  en  $A_2$ . Nadat  $A_3$  32 maal gekneed was, was het vochtgehalte 19.36 % geworden, de consistentie, welke na 16 maal kneden niet te bepalen was, werd na 32 maal kneden 14 gram. Verder vertoonde  $A_3$  neiging zich met het waschwater te emulgeeren, hetgeen werkelijk het geval was bij  $B_3$ ; daarbij werd slechts weinig boter na het wasschen overgehouden.

Vóór het kneden hadden de boters 20 uren bij  $13^{\circ}$  C. gestaan; het verschil in korrelvorm was toen duidelijk zichtbaar. Die, welke in gedestilleerd water gewasschen waren, gaven mooie afzonderlijk liggende korrels, bij de boters  $A_2$  en  $B_2$  kwamen ze reeds meer samen, terwijl bij  $A_3$  en  $B_3$  geen afzonderlijke korrelvorm meer viel te onderscheiden.

Wat het vochtgehalte betreft, is dit bij de boters in gedestilleerd en in leidingwater gewasschen, vrijwel gelijk, bij die in het alkalische water gewasschen veel hoger. De oppervlaktespanning van het alkalische water ten opzichte van het botervet, is zeer klein, zoowel ten opzichte van het zure botervet  $B_3$ , als ten opzichte van het zeer zwak zure botervet  $A_3$ . Verder blijkt, dat de oliezuurboters  $B_1$  en  $B_2$  een hoger vochtgehalte hebben dan de oliezuurvrije boters  $A_1$  en  $A_2$ .

Dit is in overeenstemming met het feit, dat de oppervlaktespanning van het waschwater ten opzichte van het eerste botervet aanmerkelijk lager is dan bij de neutrale boter.

Ook de consistentie van de boters met kleinere oppervlaktespanning ten opzichte van het waschwater



is kleiner geworden, gedeeltelijk ten gevolge van het hoogere vochtgehalte, maar voornamelijk, dunkt mij, hare oorzaak vindende in de fijnere verdeeling van het vocht. Ook bij den invloed van de karntemperatuur op het vochtgehalte werd waargenomen, dat eene boter, hoewel bij lage temperatuur ( $9^{\circ}$  C.) gekarnd, toch eene geringere consistentie had dan eene bij hoogere temperatuur gekarnde boter; ook hier was dat waarschijnlijk een gevolg van de fijnere vochtverdeling.

In elk geval blijkt uit deze proef, dat verlaging der oppervlaktespanning tusschen botervet en waschwater, eene verhooging van het vochtgehalte van de boter ten gevolge heeft.

Wenschelijk was het echter, deze proef te herhalen met een waschwater, welks alkaliteit meer in overeenstemming was met een boterwaschwater uit de practijk, waarvoor 0.01 N NaOH genomen werd.

Bij deze proef werd met behulp van 100 gram gcondenseerde melk, 300 gram botervet geëmulgeerd met 3 L. afgeroomde melk. De zuurgraad van het botervet was 1.54.

Verder werden 285 gram botervet + 15 gram oliezuur op overeenkomstige wijze geëmulgeerd met 3 L. afgeroomde melk. De zuurgraad van het botervet was 15.35.

De emulsies werden op dezelfde wijze als bij de vorige proef aangegeven is, aangezuurd en den volgenden morgen gekarnd. Ook werd deze keer eene boter gewasschen met 0.01 N  $H_2SO_4$ , ter vergelijking met gedestilleerd water en leidingwater. Alle boters werden, na 12 uren bij  $14^{\circ}$  C. gestaan te hebben, elk 16 maal gekneed. De gewone boters worden in Tabel 31 aangeduid met A, de oliezuurboters met B.

TABEL 31.

No.	Kamertemperatuur,		Duur.	Korrel- vorm.	Waschwater (14° C.)	Vocht- gehalte.	Druppelgewicht in mgr. t/o v/h waschwater.
	Begin.	Einde.					
A <sub>1</sub>	15° C.	17° C.	26 min.	Zeer fijn	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11.23	30.37
A <sub>2</sub>	15.5	17	27	fijn	gedest. water	11.24	30.23
A <sub>3</sub>	15.5	17	29	goed	leidingwater	11.66	22.99
A <sub>4</sub>	15.75	17	29	goed	0.01 N. NaOH	15.41	1.60
B <sub>1</sub>	15	17	26	goed	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14.12	19.11
B <sub>2</sub>	15	16.75	25	goed	gedest. water	13.99	18.98
B <sub>3</sub>	15	17	26	goed	leidingwater	14.44	11.18
B <sub>4</sub>	15.5	17	26	goed	0.01 N. NaOH	16.10	Druppeltjes.

De korrel van  $B_4$ , welke in de karn goed van grootte was, verdeelde zich fijn in het alkalische waschwater. Ook hier is weer in het alkalische waschwater het vochtgehalte het hoogst en zien wij bij vergelijking der op gelijke wijze gewasschen boters A en B, dat verhooging van den zuurgraad der boter, eene verhooging van het vochtgehalte ten gevolge heeft.

De invloed van zuur en gedestilleerd water op het vochtgehalte der boter is vrijwel gelijk, het Delftsche leidingwater, dat zeer zwak alkalisch reageert, doet het vochtgehalte der boter eenigszins stijgen, wat beter bij de oliezuurboter  $B_3$  uitkomt.

Naar den zuurgraad der natuurboter worden geregeld onderzoekingen ingesteld <sup>1)</sup>. Zoo vond ik in eene Regeeringsopgave uit Rusland, voor Russische boter van Januari 1911, als hoogsten zuurgraad 4.2, als laagst 0.8.

De zuurgraadbepalingen zijn waarschijnlijk alle verricht bij afgewerkte boter. Het is de vraag of dit juist is, daar alkalisch waschwater ook bij de natuurboter eene verzeeping van het vrije vetzuur veroorzaakt en dus den zuurgraad verlaagt.

Bij het nemen van proeven over den invloed van het vetgehalte van den room bij wisselende karntemperatuur op het vochtgehalte der boter heb ik namelijk ook den invloed van het alkalische waschwater op den zuurgraad van het botervet nagegaan. Daarbij werd een botermonster uit de karn genomen en van dezelfde boter een monster, nadat ze met het alkalische wasch-

---

1) M. FRITZSCHE. Holländische und nord-russische Butter. Zeitschr. f. Unters. der Nahr. und Genussmittel, Bd. 20, Heft 7, 10 Oct. 1910.

water van de firma VETH & Co gewasschen en vervolgens afgewerkt was; van beide werd de zuurgraad bepaald.

TABEL 32.

Zuurgraad karnemelk.	Zuurgraad botervet vóór wasschen.	Zuurgraad botervet ná wasschen.
7.81	1.02	1.04
8.15	1.52	1.26
8.32	1.13	0.98
8.34	1.19	0.86

Bij hooger en zuurgraad van den room ontstaat meer vrij vetzuur in de boter en heeft door het alkalische waschwasser inderdaad eene gedeeltelijke neutralisatie van dit vrije vetzuur plaats.

G. DORNIC <sup>1)</sup> schrijft het ontstaan van vrije vetzuren in de boter toe aan verzeeping van het botervet in den room door het ontstane melkzuur. De ontstane vetzuren zijn voornamelijk capronzuur en boterzuur. Een hooge zuurgraad van den room geeft eene grootere hoeveelheid vrije vluchtige vetzuren, welke de boter een ransigen smaak geven.

Behalve de zuurgraad van het vet werd het oleïnegehalte van de boter gewijzigd. Daar geen zuiver

1) Revue Générale du Lait, 1906, pag. 298.

trioleïne beschikbaar was (het aanwezige trioleïne had een zuurgraad van 8.29) werd gezuiverde Delftsche slaolie genomen.

Dit zuiveren van de slaolie geschiedde door ze met barytwater te schudden en de olie met aether te extraheren. Vervolgens werd de aether afgedestilleerd, eerst op het waterbad, daarna in vacuum.

Achtereenvolgens werden drie emulsies gemaakt, eene van 100 gram botervet in 1 L. afgeroomde melk, eene tweede van 95 gram botervet + 5 gram gezuiverde Delftsche slaolie in 1 L. afgeroomde melk en eene derde van 90 gram botervet + 10 gram gezuiverde olie in 1 L. afgeroomde melk. De emulsies werden tot stand gebracht met 3 % arabische gom.

Aan elke hoeveelheid room werd 6 % karnemelk toegevoegd, de beginzuringstemperatuur was 15° C., bij welke temperatuur de room 17 uren stond te zuren. Daarna was ze karnrijp en werd gekarnd.

TABEL 33.

No.	Karn-temp.		Duur.	Vetgeh. karnemelk.	Diameter vetbolletjes in de room.	Vochtgehalte.	Smelt-punt botervet.	Consistentie (13° C.)
	Begin.	Einde.						
1	15° C.	16.5° C.	30 min.	2.15%	3.21 $\mu$	14.24 %	38.32° C.	28
2	15	16.5	30	1.85	3.17	15.13	36.69	18
3	15	17	45	1.50	3.33	15.82	36.25	12

De zuurgraad van het gebruikte botervet was 1.42; elke boter werd 16 maal gekneed bij 13° C. en na het kneden de consistentie bepaald. Deze neemt met het slaoliegehalte af, evenals het smeltpunt.

Het vochtgehalte neemt toe, de weekste boter heeft het hoogste vochtgehalte.

Deze uitkomsten waren te verwachten. Bij de bestudeering van den invloed der kneedtemperatuur bleek immers, dat eene weekere boter bij lagere temperatuur gekneed moet worden, om een minimum vochtgehalte te geven. Hoe wordt het echter, wanneer elke boter bij de meest gunstige consistentie gekneed wordt?

Om dit na te gaan werden vier emulsies gemaakt, elk van 1 L., met gecondenseerde melk als emulgens. De eerste bevatte 10 % botervet, de tweede 97 gram botervet + 3 gram gezuiverde slaolie, de derde 95 gram botervet + 5 gram gezuiverde olie, en de vierde 90 gram botervet + 10 gram gezuiverde olie. Het te zuren zetten geschiedde geheel als de vorige maal.

Nadat de boters gewasschen waren, werden de slaolieboters 2, 3 en 4 bij 8° C., boter no. 1 bij 14° C. weggezet gedurende 4 uren, en daarna ging elk bij het kneden 16 × onder de wals door. Het kneden geschiedde bij de temperatuur, welke de boter had en daarbij werd ook de consistentie bepaald.

TABEL 34.

No.	Kartemperatuur.		Duur.	Vetgehalte karnemelk.	Vochtgeh.	Consist. na knedn.
	Begin.	Einde.				
1	14 <sup>0</sup> C.	15.5 <sup>0</sup> C.	25 min.	0.70 %	14.95 %	26
2	14	16	26	0.85	14.82	30
3	14	16	27	0.90	15.12	28
4	14	16	26	0.80	14.89	27

De consistentie der slaolieboters bij het kneden is dus zoo gunstig mogelijk geweest. Het blijkt, dat in dat geval het oleïnegehalte van de boter van zeer geringen invloed is op het vochtgehalte.

De uitkomsten dezer proef zijn dus geheel in overeenstemming met de resultaten van de bepaling van het druppelgewicht. Ook daar bleek het oleïnegehalte van het vet van zeer geringen invloed te zijn.

Andere invloeden van de samenstelling van het botervet, die de consistentie daarvan veranderen, zijn reeds besproken bij den invloed van de kneedtemperatuur (*pag. 39*).

#### *b.* Invloed van de samenstelling van het boterserum.

De verandering in samenstelling van het boterserum werd bereikt door de samenstelling van de afgeroomde melk, waarmede het botervet geëmulgeerd

werd, te wijzigen. Daarbij werd niet de verhouding der opgeloste stoffen veranderd, maar wel hunne concentratie, wat verkregen werd door de afgeroomde melk te verdunnen met water. Daar bij de proeven omtrent de oppervlaktespanning gebleken is, dat vooral de eiwitstoffen van grooten invloed zijn, komt dus deze wijziging neer op eene verandering in de concentratie der opgeloste eiwitstoffen.

Achtereenvolgens werden de volgende drie emulsies met 3  $\frac{0}{10}$  arabische gom gemaakt.

n<sup>o</sup>. 1 botervet (100 gram) + 1 L. afgeroomde melk

n<sup>o</sup>. 2           «           +  $\frac{1}{2}$  L. afger. melk +  $\frac{1}{2}$  L water

n<sup>o</sup>. 3           «           + 1 L. water.

Aan elk werd 6  $\frac{0}{10}$  karnemelk toegevoegd, de beginzuringstemperatuur was 18° C, temperatuur van het lokaal 14° C. Nadat de room 18 uren gestaan had werd ze gekarnd. N<sup>o</sup>. 1 en n<sup>o</sup>. 2 waren na het rijpingsproces dik geworden, n<sup>o</sup>. 3 was natuurlijk dun vloeibaar gebleven en bovendien sterk opgeroomd. Elk der 3 boters werd 16 maal gekneed na 12 uren staan bij 14° C.

TABEL 35.

No.	Karntemperatuur.		Duur.	Zuurgraad karnemelk.	Vetgehalte karnemelk.	Vochtgeh.
	Begin.	Einde.				
1	15° C.	17° C.	40 m.	8.23	0.6 $\frac{0}{10}$	15.60 $\frac{0}{10}$
2	15	16.5	35	5.13	1.7	11.64
3	15	15.5	10	1.07	3.4	11.58



Daar hier echter van arabische gom als emulgens gebruik was gemaakt, leek het mij wel wenschelijk, deze proef nog eens te herhalen op andere wijze. Dit geschiedde eenvoudig door uit te gaan van room met wisselend vetgehalte en deze met water te verdunnen, zoodanig dat de room hetzelfde vetgehalte verkrijgt, maar de andere bestanddeelen, waaronder dus de eiwitten, verdund worden. Genomen werd 1 L. room met 10 % vet; 0,5 L. room (20 % vet) + 0,5 L. water en  $\frac{1}{4}$  L. room (40 % vet) +  $\frac{3}{4}$  L. water. Zij worden achtereenvolgens aangeduid door 1, 2 en 3. Aan elk werd bij 18° C 6 % karnemelk toegevoegd en na 17 uren staan gekarnd. Elk der 3 boters werd na 12 uren staan bij 14,5° C 16 maal gekneed.

TABEL 36.

No.	Karntemperatuur.		Duur.	Zuurgraad karnemelk.	Vetgehalte karnemelk.	Vochtgeh.
	Begin.	Einde.				
1	15° C.	17° C.	25,5 m.	8,58	0,5 %	16,54 %
2	15	16,5	19	5,03	0,5	16,32
3	15	16,5	14	2,46	1,1	15,93

Deze proef bevestigt, zowel wat vochtgehalte der boter als vetgehalte der karnemelk betreft, de resultaten der vorige proef, hoewel de optredende verschillen niet zoo groot zijn.

Verlaging van het eiwitgehalte van den room versnelt dus het karnen en verlaagt het vochtgehalte in de

gevormde boter. Maar het sneller uitkarnen gaat ook hier weer, evenals bij eene hooge karntemperatuur, ten koste van den uitkarningsgraad. Hieruit volgt, dat de eiwitten van den room een nuttigen rol spelen bij het karnproces; zij vertragen het uitkarnen van de boter en geven daardoor de vetbolletjes, ook de kleinere, gelegenheid zich te vereenigen. Verder gaat met verlaging van het eiwitgehalte van den room, verlaging van het vochtgehalte der boter gepaard. Dit laat zich gemakkelijk verklaren als men bedenkt, dat een hoog vochtgehalte der boter ten deele ook te wijten is aan de kaasstof, die daarin terugblijft bij het wasschen, en doordat zij geheel omgeven is met water, dit als een spons terughoudt. Bevat de room oorspronkelijk minder kaasstof, dan zal daarvan ook minder terugblijven in de boter, en dus het vochtgehalte lager zijn.

Het eiwitgehalte der melk is jaarlijks aan schommelingen onderworpen. Onderzoekingen hierover werden verricht door SHERMAN <sup>1)</sup>. Hij vond, dat over eene kudde van 600 stuks eene sterke jaarlijksche schommeling in het eiwitgehalte optrad. Indien men het gemiddelde eiwitgehalte op 100 stelt, zijn de schommelingen door SHERMAN waargenomen gelegen tusschen 103.8 in December en 95.4 in Juli.

### c. Invloed van de samenstelling van het waschwater.

Bij de bespreking van den invloed van den zuurgraad van het botervet werd reeds opgemerkt, dat

---

1) Journal Am. Chem. Soc. 1906, 17/19. Zie ook Genootschap ter bevordering der Melkkunde 1909, deel I.

het vochtgehalte van de boter zeer sterk verhoogd kon worden, indien bij het wasschen alkalisch water werd gebruikt. Deze invloed was des te grooter naarmate het vet zuurder was.

Dat de in de praktijk gebruikte waschwaters dikwijls een groot verschil in zuurgraad kunnen vertoonen bleek reeds bij de proeven omtrent het druppelgewicht. Dit was ten opzichte van zeker botervet bij gedestilleerd water 29.16 mgr., bij Delftsch leidingwater 25.68 mgr. en bij het door de firma B. VETH en Co. te Delft gebruikte waschwater 15.21 mgr.: een aanzienlijk verschil dus met de beide voorgaande. Dit waschwater is met kalk gezuiverd nortonwater en bezit dientengevolge een vrij hoogen graad van alkaliniteit. Bij titratie met phenolphthaleïne als indicator bedroeg deze: 0.15 cM<sup>3</sup> N. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> per 100 cM<sup>3</sup> water. Bij het nagaan van bovengenoemden invloed werd uitgegaan van natuurboter, waarbij dus de zuurgraad van het vet laag is en weinig varieert.

Ongewasschen boter in korrelvorm afkomstig van eenzelfde karnsel werd met onderstaande waschwaters op dezelfde wijze behandeld en daarna werd elke boter 16 maal gekneed.

TABEL 37.

No.	Soort waschwater.	Temperatuur waschwater.	Vochtgehalte boter.
1	Leidingwater	12 <sup>o</sup> C.	13.41 %
2	0.01 N. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13	13.82
3	0.01 N. NaOH	12	14.63

Ook bij de natuurboter geeft het alkalische waschwater een hooger vochtgehalte in de boter.

Door de vriendelijkheid van de firma VETH en Co. werd ik in staat gesteld op hare fabriek te Delft te onderzoeken of de grootere alkaliniteit van het waschwater ook bij de bereiding in het groot haren invloed op het vochtgehalte der boter doet gelden.

De bijzonderheden van deze proef vindt men in het volgende vermeld.

De room werd ongepasteuriseerd verwerkt. Het karnen geschiedde in eene Holsteinsche karn, met een inhoud van 370 L. tot den bovenkant der slaglijsten. De pols maakte 139 slagen per minuut. De temperatuur in het karnlokaal was 16.5<sup>o</sup> C. De boter werd gekneed op een kneedbord van 127 cM. diameter; afstand tusschen wals en kneedbord 2.3 cM.

Van eenzelfde karnsel werd een gedeelte der boter gewasschen met het alkalische waschwater, een ander gedeelte met hetzelfde water, maar zwak aangezuurd, zoodat met rosolzuur eene verkleuring werd verkregen.

Daarvoor werden op 50 L. waschwater 10 cM<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> s. g. 1,84 gebruikt en bij de proef op 4 Juni op 70 L. waschwater 93 cM<sup>3</sup> geconc. HCl. s. g. 1,126.

Het uitwasschen geschiedde 2 maal in een grooten waschbak. Op 70 L. waschwater werd 4 KG. boter gewasschen, zij bleef er 1,5 uur mede in aanraking. Temperatuur van het waschwater 10,5° C. De boter onderging 3 maal de bewerking op het kneedbord, 1 maal ongezouten, waarbij ze 6 maal de wals passeerde, 1 maal gezouten, waarbij ze twee malen onder de wals doorging; dan werd ze na 24 uur afgekneed en ging 29 maal onder de wals door. Er werd 2 0/0 zout gebruikt. Nadat de boter gezouten was, werd ze in rollen op een plank bij 8° C. weggezet.

In de volgende tabel geeft A de boter aan, die gewasschen werd in het alkalische water, Z die in het zure.

TABEL 38.

Datum van het karnen.	Merk van het monster.	Watergehalte na 1 <sup>e</sup> kneding.	Watergehalte na 2 <sup>e</sup> kneding.	Vetgeh. room.	Toegevoegd zuur.	Begin zurings-temp.	Zuurgraad room vóór karnen.	Hoeveelheid verkarnde room.	Duur karnen.	Karntemperatuur.	
										Begin.	Einde.
1 Juni	A	17.2 %	15.4 %	24.5 %	7 %	16.5° C.	5.8	330 L.	21 m.	15.25° C.	17.25° C.
	Z	18.0	16.4								
2 Juni	A	16.4	13.0	15.5	id.	18	5.9	id.	21	14.5	16.25
	Z	14.2	12.8								
3 Juni	A	15.1	13.3	12.2	id.	18	7.2	id.	22	14.25	16.5
	Z	14.3	13.0								
4 Juni	A	15.7	14.0	14.6	id.	18.5	6.3	id.	22	14.25	16.5
	Z	14.3	13.6								

De room werd 's morgens 10 uur aangezuurd bij de in *Tabel 38* opgegeven temperaturen en 's avonds 8 uur op de beginkarntemperatuur gebracht.

De korrelvorm was bij de eerste proef (1 Juni) grof, de boter was erg week. Er is dan ook eene fout gemaakt. De room, welke een nog al hoog vetgehalte had, werd bij te hooge temperatuur gekarnd. Naast den invloed van het waschwater, treedt nu die van de karntemperatuur op en de boter heeft een hoog vochtgehalte. Wil men den invloed van het waschwater op het vochtgehalte der boter leeren kennen, dan is het eerste vereischte niet alleen dat alle overige factoren gelijk zijn, maar tevens, dat zij zoo gekozen worden, dat het proces zoo gunstig mogelijk verloopt.

In de proeven op 2, 3 en 4 Juni werd hier voor gezorgd.

2 Juni. De boter was mooi van korrel. Opmerkelijk was het dat de boter, zoodra zij in het zure waschwater kwam, tot grovere kluitjes samenbalde dan in het alkalische waschwater. In dit laatste bleef zij fijner verdeeld. Dit werd ook opgemerkt bij de proef op 1 Juni.

*Zuurgr.* 1° zure waschw. = 0.78 1° alk. waschw. = 0.12  
2° » » = 0.56 2° » » = alk.

3 Juni. De boter had eene fijne korrel; in het zure waschwater had weer samenballen der korrels plaats.

*Zuurgr.* 1° zure waschw. = 0.72 1° alk. waschw. = alk.  
2° » » = 0.58 2° » » = id.

4 Juni. De boter was fijn van korrel. Bij deze proef werd het waschwater aangezuurd met geconc. HCl, wat echter in de resultaten der proef geen verandering bracht. Ook hier bleef de boter in het alkalische waschwater fijner verdeeld.

Zuurgr. 1° zure waschw. = 0.76 1° alk. waschw. = 0.18  
 2° » » = 0.61 2° » » = alk.

De uitkomsten van deze proefnemingen stemmen overeen met de theoretische veronderstelling. De boter in het alkalische water gewasschen, heeft steeds een hooger vochtgehalte, dan die met het zure waschwater behandeld is. Het verschil is het grootst na 1° kneding en wordt na 2° kneding klein. Onder 1° kneding wordt hier verstaan de bewerking, welke de boter ondergaan heeft, als ze 6 maal zonder zout en 2 maal met zout onder de wals door is gegaan.

Dat het verschil in vochtgehalte na 2° kneding zoo veel kleiner is geworden, zal dan ook wel voornamelijk aan de werking van het zout moeten worden toegeschreven. Als de boter, flink doorgewerkt met zout, gedurende 24 uren weggezet wordt, zullen de zoutkristallen de vochtdruppeltjes in de boter, groote zoowel als kleine, aantrekken en tot groote druppels vereenigen, welke dan gemakkelijk uitgekneet kunnen worden.

Daar, waar in de praktijk ongezoeten boter wordt gemaakt, zal de invloed van het alkalische waschwater meer op den voorgrond treden, en verdient het dus aanbeveling, indien men last heeft van een hoog watergehalte in de boter, het waschwater vooraf te neutraliseeren of wel zwak zuur te maken met  $H_2SO_4$  of HCl.



Het fijner verdeeld blijven van de boter in het alkalische waschwater is waarschijnlijk een gevolg van de verlaging in oppervlaktespanning.

Veel sterker werd dit waargenomen bij de kunstmatige emulsies, waar aan het botervet oliezuur werd toegevoegd (*zie pag. 87*). Zoodanige boter met alkalisch water gewasschen, bleef zeer fijn verdeeld in het waschwater en had neiging in emulsie te gaan. Hier was de oppervlaktespanning dan ook zeer klein geworden.

Ook werd nog de invloed van NaCl en eiwitten aan het waschwater toegevoegd, op het vochtgehalte der boter nagegaan, door ongewasschen boter in korrelvorm van eenzelfde karnsel met onderstaande verschillende waschwaters op dezelfde wijze te behandelen.

TABEL 39.

No.	Soort waschwater.	Temperatuur waschwater.	Vochtgehalte boter.
1	Leidingwater	12° C.	13.41 %
2	0.1 N. NaCl	12	13.53
3	{ 1/2 leidingwater + 1/2 afger. melk.	12	13.36

Elke boter werd 2 maal in de aangegeven vloeistof gewasschen en passeerde daarna bij het kneden 16 maal de wals.

Zooals uit de Tabel blijkt, hebben deze toevoegsels geen invloed op het vochtgehalte der boter.

*d. Invloed van het zouten der boter op het vochtgehalte.*

Daar hierover reeds talrijke proeven genomen zijn, welke allen wijzen op eene verlaging van het vochtgehalte der boter door toevoegen van zout, zou ik slechts in onnoodige herhalingen vervallen door dit nog eens te gaan onderzoeken. Zooals uit de inleiding blijkt, mag in Duitschland ongezoeten boter tot 18 0/0 vocht bevatten, gezouten boter tot 16 0/0. De wetgever staat hier dus de ongezoeten boter een hooger vochtgehalte toe dan de gezouten.

Voor een uitgebreid onderzoek naar het verschil in watergehalte tusschen gezouten en ongezoeten boter mag b. v. verwezen worden naar het verslag hierover van de Friesche Coöperatieve Zuivel-Exportvereniging van April 1908.

Uit dit onderzoek bleek:

1<sup>o</sup>. Het watergehalte bij de ongezoeten boter was steeds hooger dan bij de gezouten; het kleinste verschil bedroeg 0.08 0/0, het grootste 2.25 0/0, het gemiddelde van 108 monsters 0.88 0/0.

2<sup>o</sup>. Door tusschen de opeenvolgende knedingen de boter 10 uren te laten staan, wordt zoowel bij gezouten als ongezoeten boter een lager vochtgehalte verkregen, dan door slechts 2 uren te wachten.

---

#### IV.

### INVLOED VAN HET JAARGETIJD OP HET VOCHTGEHALTE DER BOTER.

---

Om dezen invloed te leeren kennen, heb ik gebruik gemaakt van de vochtcijfers, welke door de botercontrôlestations in de laatste jaren verzameld zijn. Van het aantal onderzochte monsters werden alleen genomen die, welke 15.5 % en meer vocht hadden. De grens van 15.5 % werd hier gekozen, daar vooruit te verwachten was, dat bij het stellen der grens op 16 % te weinig materiaal voorhanden zou zijn om daaruit conclusies te trekken.

De monsters met 15.5 % en meer vocht werden voor iedere provincie, voor elk jaar in iedere maand opgeteekend, waarbij tevens aanteekening gehouden werd van het totaal aantal genomen monsters in elke maand. <sup>1)</sup>

Wat het aantal monsters betreft, kan ik hier nog aan toevoegen, dat het gewoonte is, ieder aangeslotene bij een botercontrôlestation minstens tweemaal per

---

1) Zie Dr. A. MULDER. Jaarverslagen van de Vereeniging Botercontrôlestation Assen, 1907, 1908, 1909 en 1910.

maand te bemonsteren, zoodat ik geloof uit het aldus verkregen cijfermateriaal wel eene conclusie te mogen trekken over den invloed van het jaargetijde op het vochtgehalte der boter. De vochtgehaltecijfers, welke een gevolg zijn van slechte bereidingswijze, zullen door het groote aantal wel geëlimineerd worden.

De door mij verkregen uitkomsten zijn voor eenige provincies graphisch voorgesteld. Daar het mij niet om de absolute waarde der hooge vochtgehaltenes (boven 15.5 %) te doen was, maar om de verhouding van het aantal monsters met hoog vochtgehalte in de verschillende maanden en in de verschillende jaren, zijn deze cijfers in de graphische voorstellingen dus niet als absolute op te vatten.

*Fig. 13.* geeft het verband tusschen het aantal monsters met een vochtgehalte boven 15.5 % en het jaargetijde voor eene provincie.

De gestreepte lijn geldt voor ongezouten boter, als gemiddelde van 3 jaren, de getrokken lijn voor gezouten boter als gemiddelde van 6 jaren. In de graphische voorstelling valt het volgende op te merken:

In elke maand is bij de gezouten boter het aantal gevallen met een vochtgehalte boven 15.5 % kleiner dan bij de ongezouten boter. Het verschil is het kleinst in April, het grootst in September. Duidelijk is bij beide een minimum waar te nemen in Maart—April, een maximum in Augustus—September, terwijl ook in Januari neiging schijnt te bestaan voor een hoog vochtgehalte.

Duidelijker komt deze opeenvolging van maxima en minima uit in *fig. 14*, waar gedurende eenige achter-

eenvolgende jaren de lijn voor ongezuouten boter voor eene andere provincie is uitgezet. Behalve de voor de maanden April en September eigenaardige minima en maxima vertoont deze lijn eene duidelijke daling van 1907—1910. Hier doet zich sterk de goede werking der botercontrôle gevoelen, waardoor het aantal gevallen met hoog vochtgehalte in het aangegeven tijdvak zoozeer is afgenomen. Nu den 21<sup>sten</sup> Febr. 1910 bij ministerieele aanschrijving aan de contrôlestations de maximum vochtgrens op 15.5 % gesteld is, in plaats van op 16 % en het eigen onderzoek der boter op vochtgehalte aan de fabrieken dientengevolge is toegenomen, is te verwachten, dat over 1911 de lijn nog eene verdere daling zal vertoonen.

In *fig. 15* is hetzelfde verband aangegeven als in de beide vorige figuren, maar nu voor de boter over geheel Nederland. Opmerkelijk is het bijna evenwijdige verloop der beide lijnen, waardoor beide zeer overtuigend den invloed van het jaargetijde op het vochtgehalte aangeven.

September blijkt dus de gevaarlijke maand voor het vochtgehalte der Nederlandsche boter te zijn. Ook Januari kenmerkt zich, in het bijzonder voor de ongezuouten boter, door een hoog vochtgehalte.

April kenmerkt zich door een laag vochtgehalte in de boter.

Bij het zoeken naar het waarom, kunnen voorloopig natuurlijk niet meer dan veronderstellingen gemaakt worden.

Het lage vochtgehalte in April is waarschijnlijk toe te schrijven aan het feit, dat deze maand het einde der stalperiode vormt, de fabricatie der hooiboter dus

in het laatste stadium is. Het botervet heeft omstreeks dezen tijd eene goede consistentie; dit in verband gebracht met eene goede temperatuur van de buitenlucht, niet te warm en niet te koud, maar bovenal in verband met de gewoonlijk geringe vraag naar boter in deze maand, waardoor de botermaker tijd heeft het product goed af te werken, zijn, dunkt mij, factoren welke het lage vochtgehalte der boter in de hand werken.

Bij deze beschouwingen moet ik verwijzen naar de uitkomsten der onderzoekingen van J. SIEDEL <sup>1)</sup> naar het joodgetal der boter, welk getal in 1900 wekelijks tweemaal en in October bijna dagelijks, in 1901 en 1902 wekelijks eenmaal en in het voorjaar ten tijde van den overgang naar het groenvoeder, evenals in den herfst bij den overgang naar het stalvoeder, langen tijd dagelijks bepaald werd.

Uit deze onderzoekingen, loopende over 3 jaren, blijkt het joodgetal van Januari tot Mei vrijwel constant te blijven, begint dan echter snel te klimmen en bereikt in de maand September zijn hoogste punt, waarna het snel weer daalt.

Ook uit de onderzoekingen van KLEIN en KIRSTEN-PROSKAU <sup>2)</sup> naar een verband tusschen de samenstelling van het melkvet en de lactatieperiode, waarbij van de boter van 5 koeien o. a. ook maandelijks het joodgetal bepaald werd, blijkt het joodgetal in de maand September een maximum te bereiken.

---

1) Jahresbericht der Milchwirtschaftlichen Centralstelle zu Güstrow, 1902.

2) Milchzeitung 1902. p. 578.

Het hooge vochtgehalte van de boter in September valt dus samen met een hoog oleïnegehalte. De oorzaak van dit laatste verschijnsel wordt door velen toegeschreven aan de werking van het nieuwe gras. Uit de proeven op pag. 96—99 beschreven, waarbij het oleïnegehalte van het botervet gewijzigd werd, blijkt dat deze wijziging geen verhooging van het vochtgehalte ten gevolge behoeft te hebben, mits maar de temperatuur van het karnen en kneden zóó laag wordt gekozen, dat de consistentie van deze weekere boter haar optimum waarde bereikt.

Wanneer de botermaker geen rekening houdt met de geringere consistentie van het melkvet, en de karntemperatuur te hoog wordt genomen, dan is het gevolg dat de room spoedig overkarnd is. Hierbij komt nog dikwijls eene tweede reden. Vele boterfabrieken zijn n.l. in het bezit van een ijshuis, waarin 's winters de voorraad voor de warme dagen opgeslagen wordt. Heeft men 's winters weinig ijs kunnen verzamelen en is hierop een warme zomer gevolgd, dan is dikwijls vóór September al het ijs voor koelwater verbruikt. Komen er dan nog warme dagen in September, dan moet men een te warm waschwater voor de boter gebruiken. Men is dan niet in staat de boter de meest gunstige consistentie voor het kneden te geven en het vochtgehalte blijft daardoor hoog.

Of de oorzaak voor een hoog vochtgehalte in Januari in de voeding van het vee (knollen), dan wel in de temperatuur der buitenlucht of in eenig ander punt moet gezocht worden, zou ik niet durven beslissen. Bij het opstellen der vochtcijfers voor de verschillende

provinciën bleek een hoog vochtgehalte der boter in Januari niet geregeld voor te komen, in September wel.

Om deze kwestie op te lossen, zou het noodig zijn, dat gedurende een of meer jaren een geregeld onderzoek werd ingesteld naar de verandering in samenstelling welke het botervet ondergaat, speciaal met het oog op de consistentie.

---



## V.

### INVLOED VAN DE GRONDSOORT OP HET VOCHTGEHALTE DER BOTER.

---

Het had de opmerkzaamheid getrokken van den directeur van het botercontrôle-station Zuid-Holland, Dr. H. van Gulik, dat de boter afkomstig van zandgrond over het algemeen een lager vochtgehalte had, dan die, welke op andere grondsoorten gefabriceerd werd.

Daarnaar heb ik in de boeken met vochtcijfers van het botercontrôlestation Z.-H. een nader onderzoek ingesteld. Dit werd verdeeld in een onderzoek naar fabrieksboter en in een naar boter door boeren gemaakt, waarbij de producenten gerangschikt werden naar de grondsoorten van welke ze de melk ontvingen, onderscheidenlijk zandgrond, kleigrond en veengrond.

Voor de fabrieken bleek deze rangschikking niet scherp doorgevoerd te kunnen worden, daar het gebied waaruit ze de melk ontvingen gewoonlijk over verschillende grondsoorten liep. Bij de boeren ging het beter; het aantal monsters dat elke maand genomen werd, was echter niet groot.

Er werd nu bepaald voor elke grondsoort, het ge-

middeld aantal monsters met 15.5 % en meer vocht, uitgedrukt in % van het totaal aantal genomen monsters in elk jaar, en over de verschillende jaren voor elke grondsoort het gemiddelde cijfer vastgesteld. Bij den zand- en den veengrond strekte dit onderzoek zich uit over de jaren 1904—1910, bij den kleigrond over de jaren 1906—1909. De verhouding van het gemiddeld aantal monsters met 15.5 % en meer vocht, uitgedrukt in % van het totaal aantal genomen monsters over deze jaren was voor zand-, klei en veengrond als: 14.3 : 23.3 : 23.3 <sup>1)</sup>

Uit deze cijfers volgt wel, dat op den zandgrond minder hooge vochtgehalte voorkomen dan op een van de beide andere grondsoorten. Het aantal bemonsterde boeren bedroeg elk jaar echter hoogstens 7, zoodat het gering aantal monsters in elke maand andere invloeden op het vochtgehalte dan de grondsoort, zooals b. v. die van de bereiding, niet geheel zal hebben kunnen uitsluiten.

Het is wel te verwachten, dat de grondsoort invloed zal uitoefenen op de samenstelling van het botervet, waarschijnlijk dus ook op de consistentie en zodoende op het vochtgehalte der boter. Echter zal deze vraag eerst beantwoord kunnen worden door een langdurig onderzoek, waarbij melk van de verschillende grondsoorten onder dezelfde omstandigheden op boter wordt verwerkt.

---

1) Aan deze cijfers is uitsluitend eene relatieve waarde te hechten.

## VI.

### INVLOED VAN DE LACTATIEPERIODE OP HET VOCHTGEHALTE DER BOTER.

In de practijk der boterbereiding wordt over het algemeen aan melk, afkomstig van koeien, welke in het einde der lactatieperiode verkeerden, een ongunstige invloed toegeschreven wat betreft het vochtgehalte der daaruit bereide boter. Deze melk kenmerkt zich voornamelijk door vetbolletjes van geringen diameter, welke bij koeien van het Hollandsche ras, die toch reeds kleine vetbolletjes hebben, dan al zeer klein wordt.

Volgens onderzoekingen van E. GUTZEIT <sup>1)</sup> naar de grootte der vetbolletjes bij verschillende rassen, werd als gemiddelde van vele onderzoekingen over een geheele lactatieperiode het volgende verkregen.

<i>Ras.</i>	<i>Diameter der vetbolletjes.</i>	<i>Vetgehalte der melk.</i>
Jersey	3.5 micron	5.2 ‰
Angler	2.92 „	3.6 „
Shorthorn	2.76 „	4.2 „
Hollandsch	2.58 „	3.1 „
Breitenburger	2.46 „	3.4 „

<sup>1)</sup> E. GUTZEIT, Landw. Jahrbücher 1895, S. 539—667.

Hoewel uit de door mij genomen proeven (*pag.* 15) niet gebleken is van een hooger worden van het vochtgehalte der boter bij kleinere vetbolletjes in de melk, wil ik hier toch de uitkomsten van mijn onderzoek naar den gemiddelden diameter der vetbolletjes, loopende over een groot gedeelte van het jaar, mededeelen. De onderzochte melk was afkomstig van een veestapel van  $\pm$  40 koeien.

Het melkmonster, waarin de grootte der vetbolletjes bepaald werd, was een gemiddeld monster van de morgenmelk van den geheelen veestapel. De koeien worden 's morgens 4 uur en 's middags 2 uur gemolken, vandaar het lage vetgehalte in de nieuwe melk. (Juni en Juli).

Gemiddeld 8 weken vóór het kalven worden de koeien drooggezet. De meeste koeien worden oudmelksch in December, Januari en Februari. Het blijkt uit Tabel 40 niet, dat in deze maanden, of kort daarvoor, de grootte der vetbolletjes veel verschilt van die in de andere maanden.

TABEL 40.

Datum van het onderzoek	Datum van het kalven van een der koeien.	Aantal vetbolletjes per kubieke micron. z.	vetgehalte der melk.	Gemiddelde diameter der vetboll. in micra. d.
14 Juni 1910.	20 Mei 1910.	2.00 × 10 <sup>-3</sup>	2.80%	3.09
29 » »	9 Juni »	3.40 × 10 <sup>-3</sup>	2.70	2.57
9 Juli »	7 Aug. »	3.02 × 10 <sup>-3</sup>	2.60	2.63
20 » »	27 » »	4.31 × 10 <sup>-3</sup>	2.50	2.31
13 Aug. »	4 Sept. »	8.47 × 10 <sup>-3</sup>	2.90	1.95
14 Sept. »	12 Sept. »	3.73 × 10 <sup>-3</sup>	2.70	2.49
25 Oct. »	13 » »	4.34 × 10 <sup>-3</sup>	3.20	2.50
14 Dec. »	23 Oct. »	3.48 × 10 <sup>-3</sup>	3.40	2.75
14 Jan. 1911.	6 Nov. »	3.78 × 10 <sup>-3</sup>	3.00	2.56
	3 Dec. »			
23 Febr. »	4 » »	3.54 × 10 <sup>-3</sup>	2.92	2.59
	6 » »			
» » »	één versche koe.	3.86 × 10 <sup>-3</sup>	3.30	2.62
» » »	één oudmelksche koe	80 × 10 <sup>-3</sup>	5.70	1.49

Bij een veestapel van een groot aantal koeien, waar de gewoonte niet bestaat deze in bepaalde maanden te laten kalven, kan niet gezegd worden, dat de lactatieperiode een merkbaaren invloed uitoefent op de grootte der vetbolletjes.

## VII.

### INVLOED VAN DE VOEDERING VAN HET VEE OP HET VOCHTGEHALTE DER BOTER.

---

Een dergelijke invloed zal natuurlijk steeds teruggebracht moeten worden tot eene verandering in samenstelling der melk en meer speciaal tot die van het melkvet.

Deze verandering in samenstelling van het vet kan als eene verandering der consistentie, maar ook als eene verandering van den zuurgraad van het vet, van invloed zijn op het vochtgehalte der boter.

Een groot verschil in de consistentie der boter openbaart zich reeds bij de winter- en de zomervoeding der koeien. Is de hoiboter over het algemeen wit, vrij hard en van weinig smaak, de grasboter kenmerkt zich door eene geringe consistentie, eene goudgele kleur en veel aroma.

Het is echter uit genomen voederproeven gebleken, dat de harde winterboter, evenzeer als de weeke zomerboter, door het toedienen van een bepaald voedsel aan het vee eene andere consistentie kunnen verkrijgen.

ORLA JENSEN <sup>1)</sup> vond dat sesamkoeken en tarwezemelen het oleïnegehalte van het botervet verhoogden.

Uitvoerige beschouwingen over den invloed van verschillende voedermiddelen op de boter worden door BURR <sup>2)</sup> gehouden. Achtereenvolgens wordt de invloed van den weidegang, van groenvoeding en van krachtvoedermiddelen nagegaan. Spoelingsvoeding geeft over het algemeen eene weekke boter.

WEIGMANN <sup>3)</sup> zegt, dat de weekheid der boter, als gevolg eener verkeerde voeding van het vee, dikwijls zulk een graad kan bereiken, dat zij eene zalfachtige hoedanigheid verkrijgt. Dit kan zich gemakkelijk voordoen in laag gelegen weilanden, wanneer ten gevolge van overstroming of bij vochtig warm weer in het voorjaar, of ook ten gevolge van sterke bemesting, het gras «geil» omhoog schiet. Men verkrijgt dan meest eene z. g. «geile» boter. Dit is, naar mijne meening, eene der voornaamste oorzaken van het hooge vochtgehalte in de maand September hier te lande. Dan doet zich de invloed van het nieuwe «geile» gras op de consistentie van het botervet sterk gevoelen.

Een zeer vast vet ontstaat daarentegen bij sterke stroo-, aardappel- enz. voeding, welke eene harde, dikwijls brokkelige boter geeft.

---

1) La composition du lait peut-elle être influencée par l'affouragement, *Revue Générale du Lait*, pag. 103, 1905—1906.

2) Dr A. BURR. Die Beeinflussung der Qualität der Butter durch die Futtermittel. *Milch-Zeitung* 1907, pag. 289.

3) Dr. H. WEIGMANN. *Mykologie der Milch*, 1911, p 195.

## RESUMÉ.

---

Wij hebben gezien, dat het vochtgehalte der boter zeer afhankelijk is, zoowel van de mechanische bewerking die zij ondergaan heeft, als van de samenstelling van het botervet, het melkserum en het waschwater.

Bij de mechanische bewerking van den room en van de boter bleek naast eene goede karntemperatuur en vetgehalte van den room, vooral de consistentie of hardheid van de boter bij het kneden van zeer grooten invloed te zijn. De consistentie is echter afhankelijk van de temperatuur, waardoor het mogelijk is voor iedere boter eene temperatuur aan te geven, waarbij ze de gunstigste consistentie heeft om een minimum vochtgehalte te verkrijgen door kneden.

De vraag deed zich nu voor, wat de oorzaak is van de verandering in consistentie van de boter. De voeding en het jaargetijde zullen hierbij eene belangrijke rol spelen. Het door het uitwerken van statistische gegevens gevonden maximum in September vindt waarschijnlijk zijne oorzaak in de in dien tijd geringe consistentie van de boter, waarmede in de practijk geen rekening gehouden wordt. Wenschelijk zou het zijn, een onderzoek in te stellen naar de verandering in samenstelling, welke het botervet in den loop van een jaar onder-



gaat; waarschijnlijk wordt dan eene oorzaak gevonden voor het hooge vochtgehalte in September.

Bij het nagaan van den invloed der verandering in samenstelling van het botervet en het water werd eerst bepaald de oppervlaktespanning botervet-water, omdat te verwachten was, dat, hoe grooter deze oppervlaktespanning was, des te grooter de vochtdruppels in de boter zouden zijn en des te lager het vochtgehalte der boter en omgekeerd.

Het bleek, dat de practijk geheel in overeenstemming was met de theorie. Daar waar de zuurgraad van het botervet gewijzigd en met alkalisch water gewasschen werd, waar dus de oppervlaktespanning botervet-water zeer klein was, had de boter vooral een hoog vochtgehalte.

Werd de samenstelling van het botervet gewijzigd, zonder de oppervlaktespanning noemenswaard te veranderen, hetgeen het geval was bij verhooging van het oleïnegehalte der boter door toevoeging van Delftsche slaolie, dan bleek de verandering in vochtgehalte der boter uitsluitend een gevolg te zijn van de verandering in consistentie. Door slechts te zorgen, dat de weeke boter vóór het kneden eene goede consistentie had door ze voldoende langen tijd bij lage temperatuur te laten staan, kon deze boter even goed een laag vochtgehalte krijgen. Heeft het botervet in de maand September een hoog oleïnegehalte, dan is het dus zaak, alle middelen toe te passen om te zorgen, dat de boter vóór het kneden eene goede consistentie bezit; alleen dan kan voorkomen worden, dat zij een te hoog vochtgehalte heeft.

---

## STELLINGEN.

---

### I.

Om eene juiste opgave van het smeltpunt van botervet te verkrijgen, is het noodig hierbij tevens de snelheid van verwarming op te geven.

### II.

De meest gewenschte karntemperatuur van den room hangt ten nauwste samen met de consistentie van het botervet en met de oppervlaktespanning daarvan ten opzichte van het serum.

### III.

Om vergelijkbare cijfers voor den zuurgraad van versch botervet te verkrijgen, verdient het aanbeveling de zuurgraads-bepalingen te verrichten bij boter, welke nog niet gewasschen is, daar de alkaliteit van het waschwater den zuurgraad van het botervet verlaagt.

## IV.

Bij de vereeniging van waterstof en zuurstof onder de katalytische werking van het platina, is de verklaring door middel der condensatie-theorie, met het aannemen eener eventueele verandering in den moleculairen toestand van de geadsorbeerde stoffen (BODENSTEIN) (*Zeitschr. f. physik. Chem.*, **60** (1907) pag. 1.), te verkiezen boven de aanname van hypothetische tusschenproducten (DE LA RIVE, ENGLER en WÖHLER) (*Pogg. Ann.* **46**, (1839), pag. 489. *Zeitschr. f. anorg. Chem.*, **29**, (1903) pag. 1).

## V.

Door de goede werking der botercontrôle hier te lande is in de laatste zes jaren bij de boterbereiding het aantal gevallen met hoog vochtgehalte sterk verminderd.

## VI.

De oorspronkelijke benzolformule van KÉKULÉ, met afwisselende dubbele binding, is in overeenstemming met de theorie der optische isomerie van VAN 'T HOFF en LE BEL, en verdient als zoodanig de voorkeur boven andere bestaande formules.

## VII.

De verklaring van de salicylzuursynthese door BRUNNER (*LIEB. Ann.* **351** (1907), pag. 313), is beter met bestaande feiten in overeenstemming te brengen dan andere tot dusverre gegeven zienswijzen.

## VIII.

Bij het opgeven van den zuurgraad van vloeistoffen is het in vele gevallen gewenscht niet den potentiëelen, maar den actueelen zuurgraad op te geven.

## IX.

Het is gewenscht en in vele gevallen noodzakelijk, bij het opgeven van den zuurtiter van vloeistoffen de indicator te vermelden.

## X.

Het streven van den «Algemeene Coöperatieve Nederlandsche Zuivelbond», om in de zuivelindustrie goed onderlegde werkkrachten te verkrijgen, verdient alle aanbeveling.

## XI.

De verliezen aan oplosbaar natrium, welke optreden bij het causticeeren der soda door kalk, zijn beter te verklaren door aan te nemen, dat zich mengkristallen vormen uit Na- en Ca-zouten, dan door de vorming van dubbelverbindingen. (LUNGE EN SCHMIDT, *Ber.* (1885) pag. 3288), (BODLÄNDER, *Chem. Zeit.* 78, (1904), pag. 927), (R. WEGSCHNEIDER, *Lieb. Ann.* 351, (1907) pag. 87).

## XII.

Het spoedig afnemen van den zuurgraad van een aanstelkultuur van melkzuurbacteriën in melk, afkomstig uit het begin der lactatieperiode, welk verschijnsel dikwijls in het zuivelbedrijf optreedt, moet worden toegeschreven aan het verminderde eiwitgehalte in dien tijd. Door pepton-toevoeging zou dit verholpen kunnen worden.

## XIII.

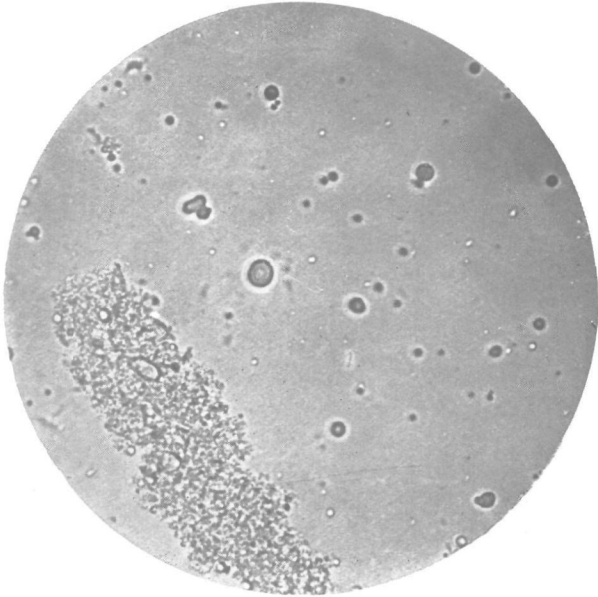
Het verkrijgen van een talkachtigen smaak van de boter wordt versneld door de inwerking van het licht; het rans worden is aan de werking van micro-organismen toe te schrijven.

## XIV.

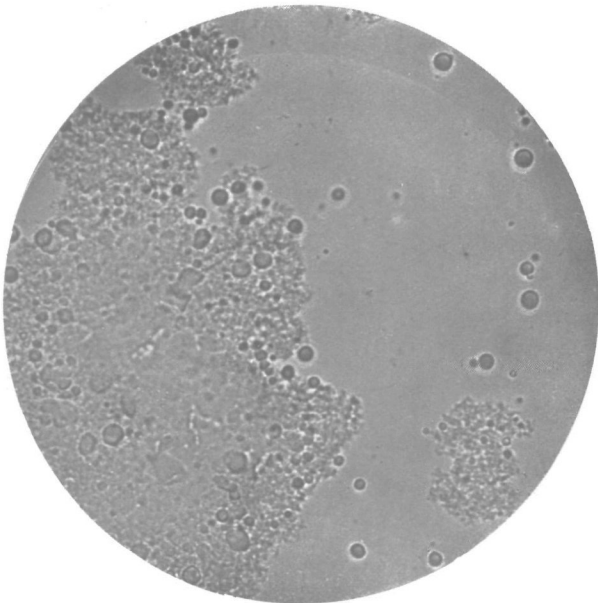
Het leucocyten-onderzoek van het afgeroomde gedeelte van melk, afkomstig van koeien met uiergebreken, verdient de voorkeur boven het onderzoek volgens de Trommsdorff'sche methode, de katalase-, diastase- of reductaseproef.

---

FIGUUR 1.

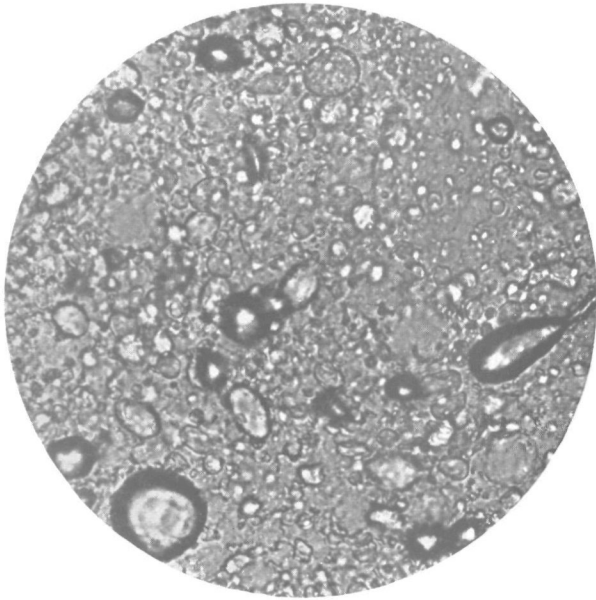


FIGUUR 2.

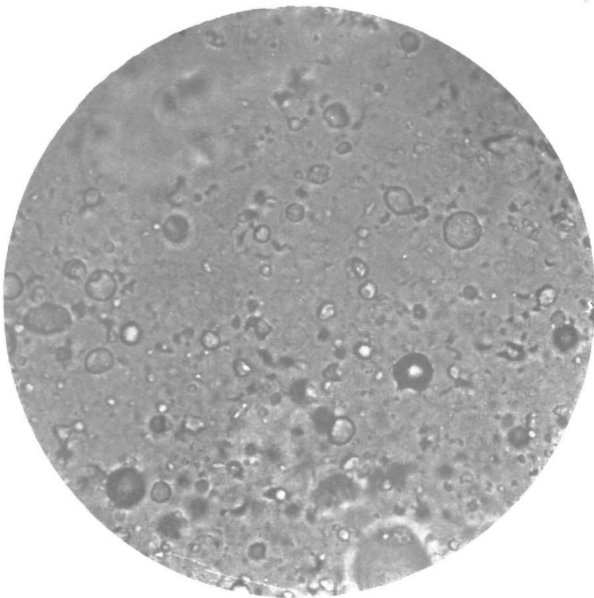


Vergrooting: 680 maal.

FIGUUR 3.

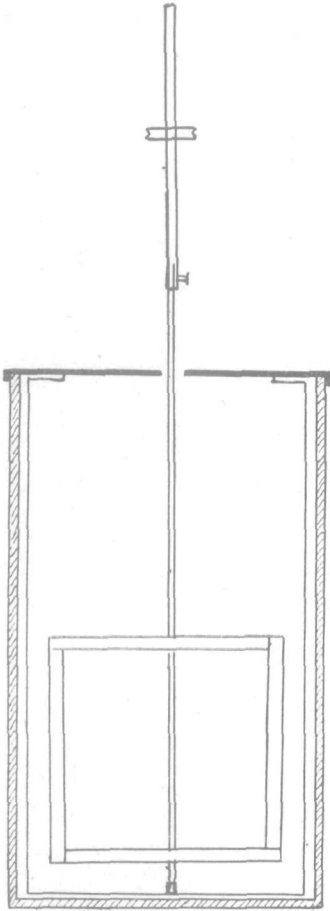


FIGUUR 4.

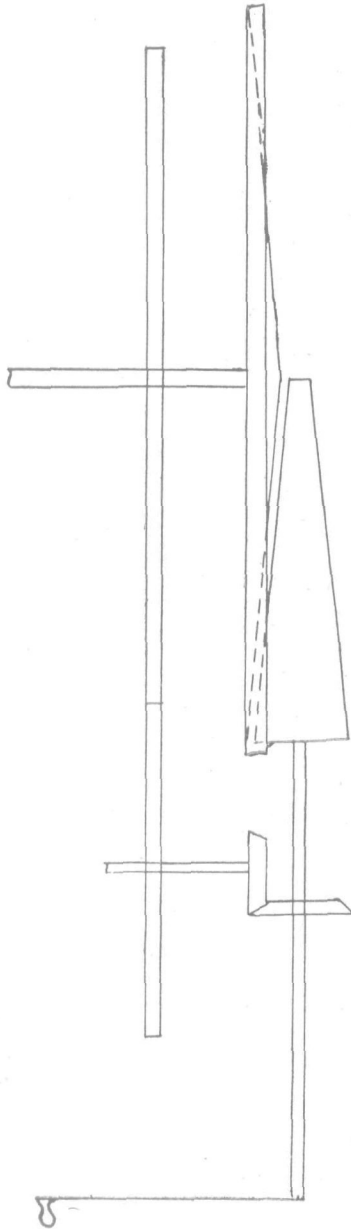


Vergrooting: 680 maal.

FIGUUR 5.

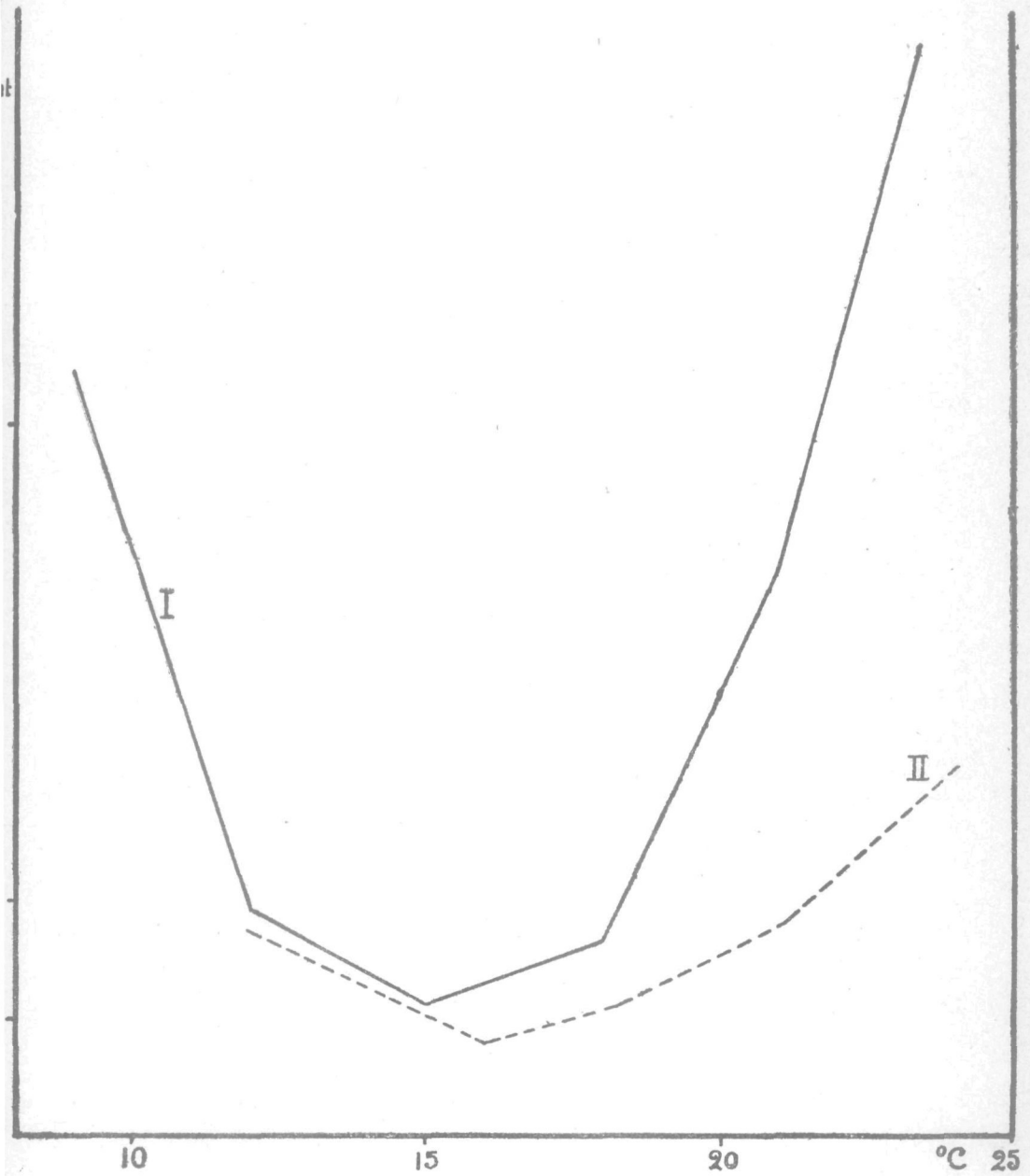


FIGUUR 6.



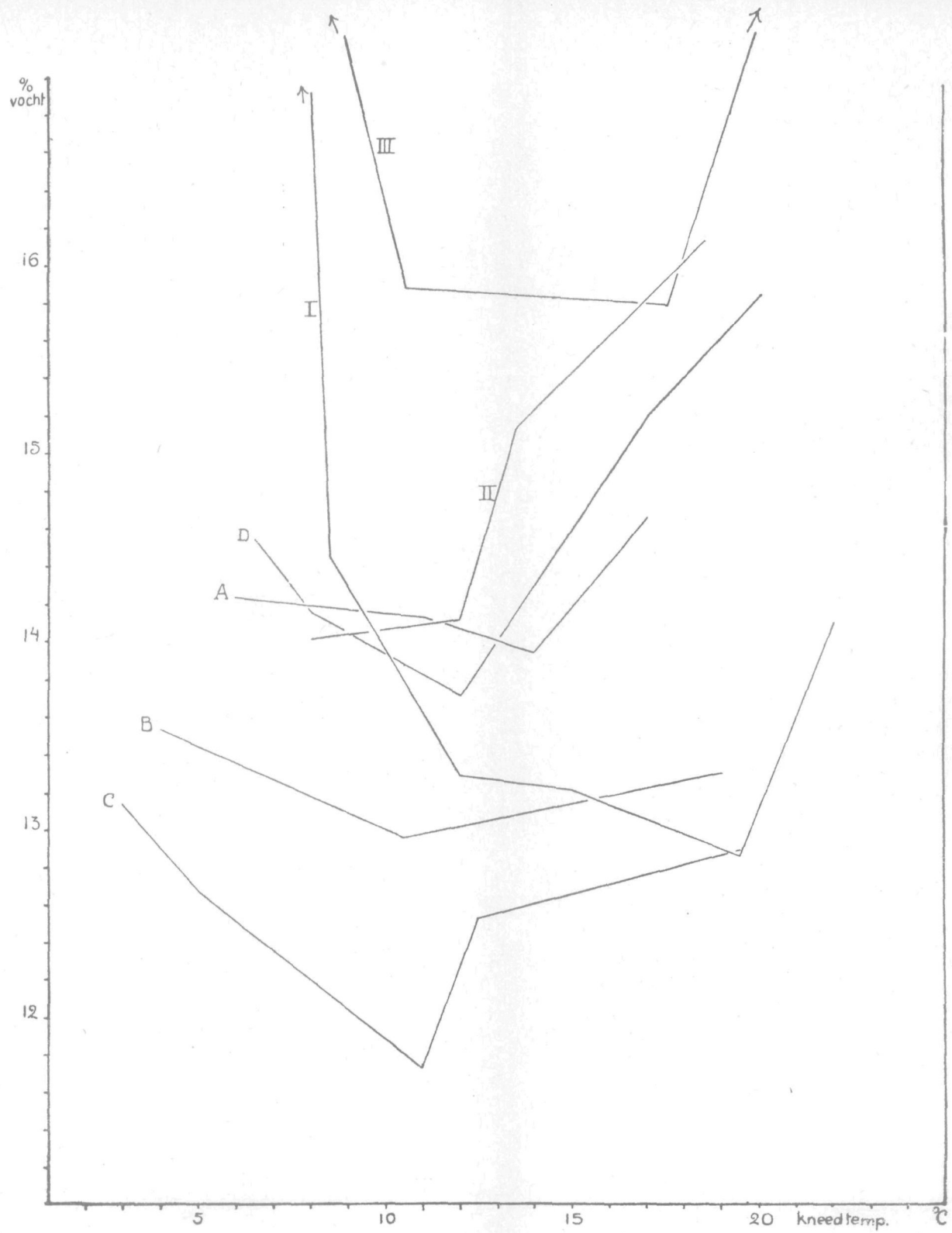


FIGUUR 7.



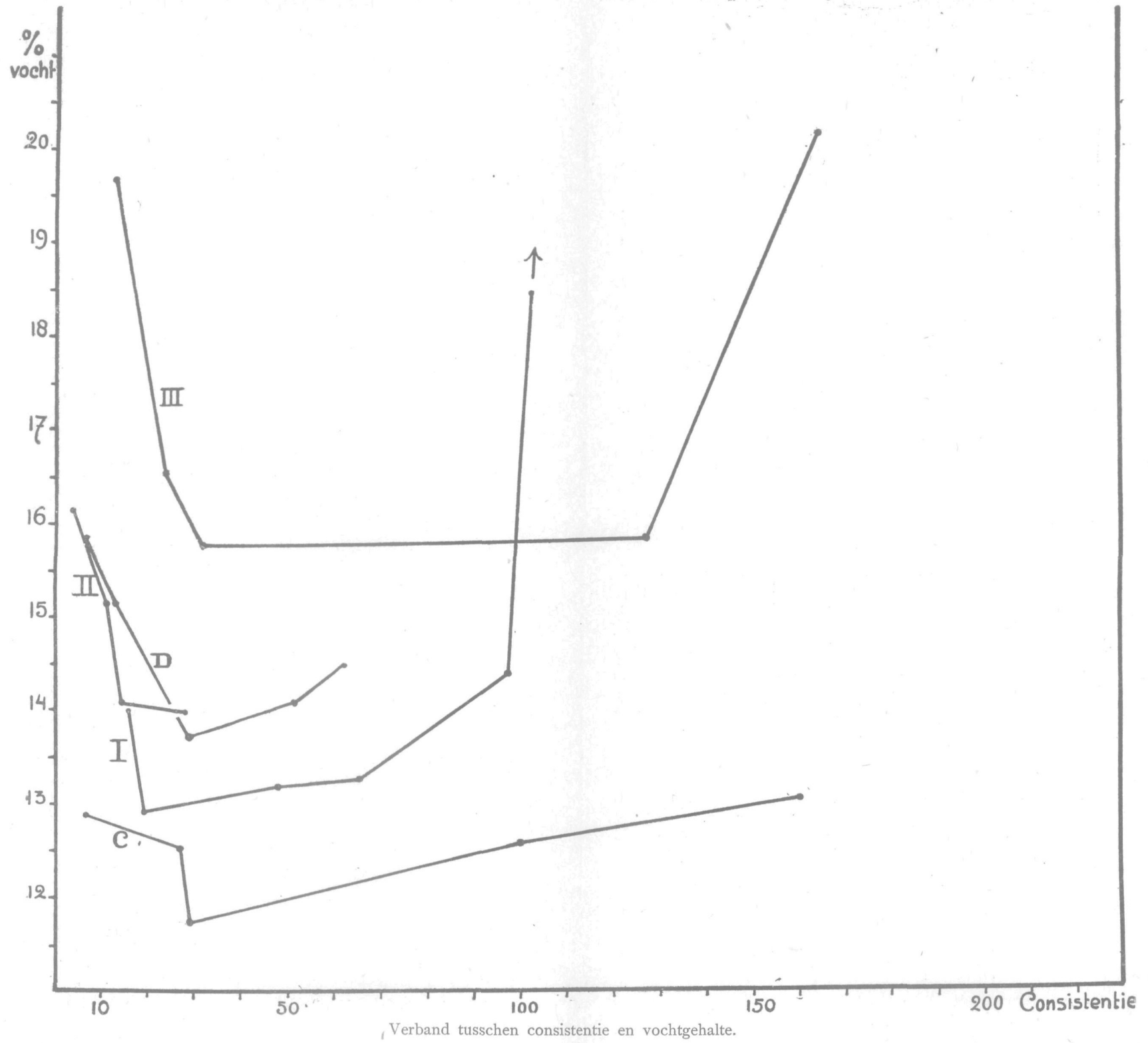
Verband tusschen karntemperatuur en vochtgehalte.

FIGUUR 8.



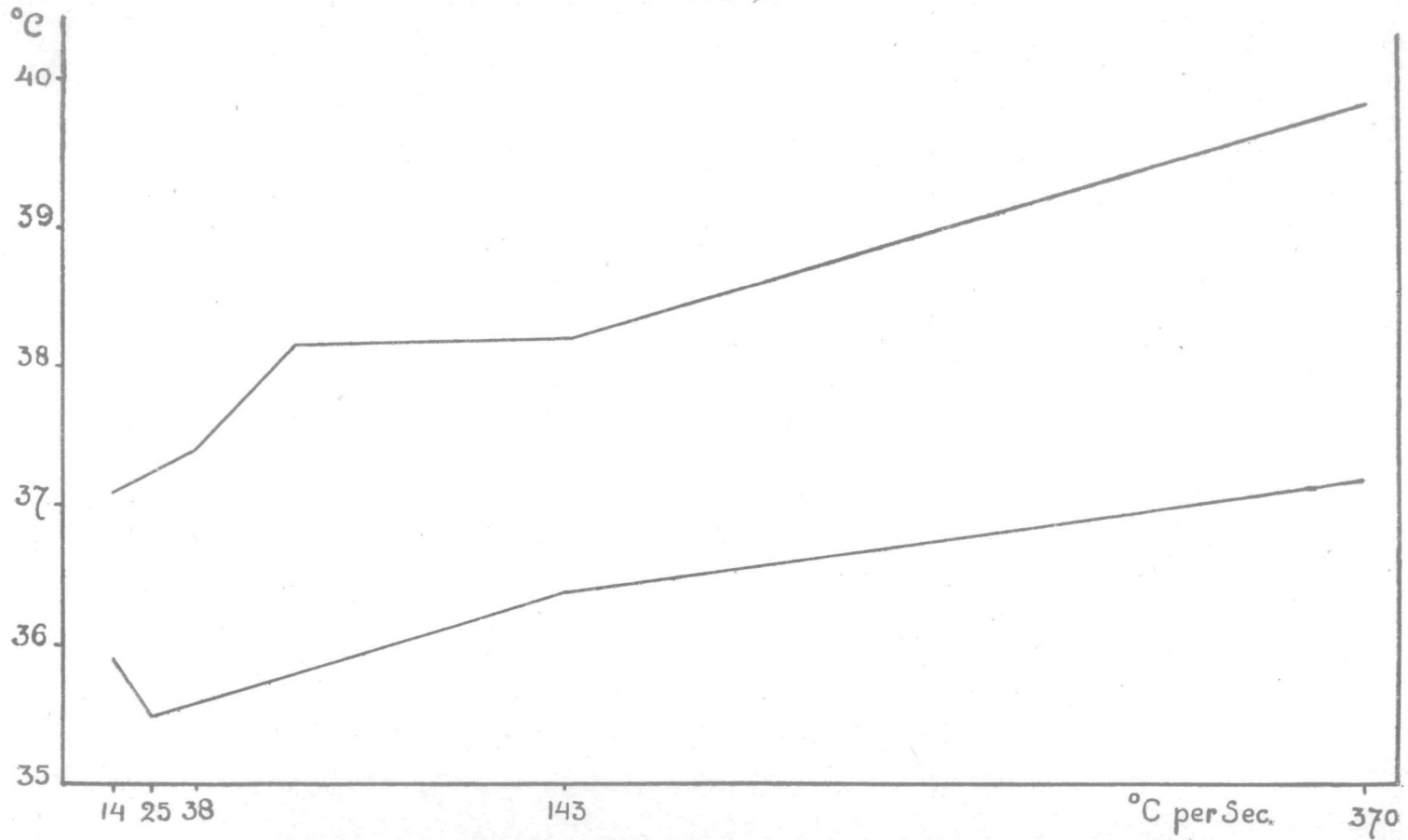
Verband tusschen kneedtemperatuur en vochtgehalte.

FIGUUR 8a.



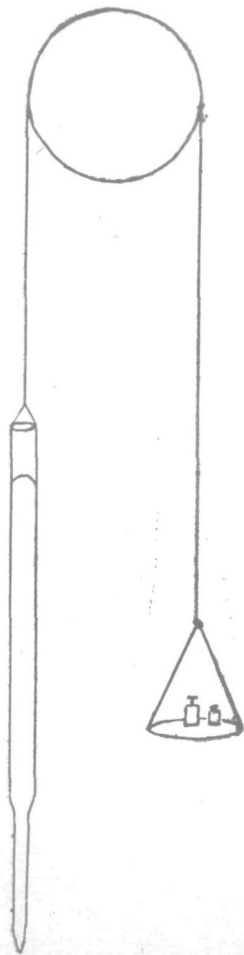
Verband tusschen consistentie en vochtgehalte.

FIGUUR 9.

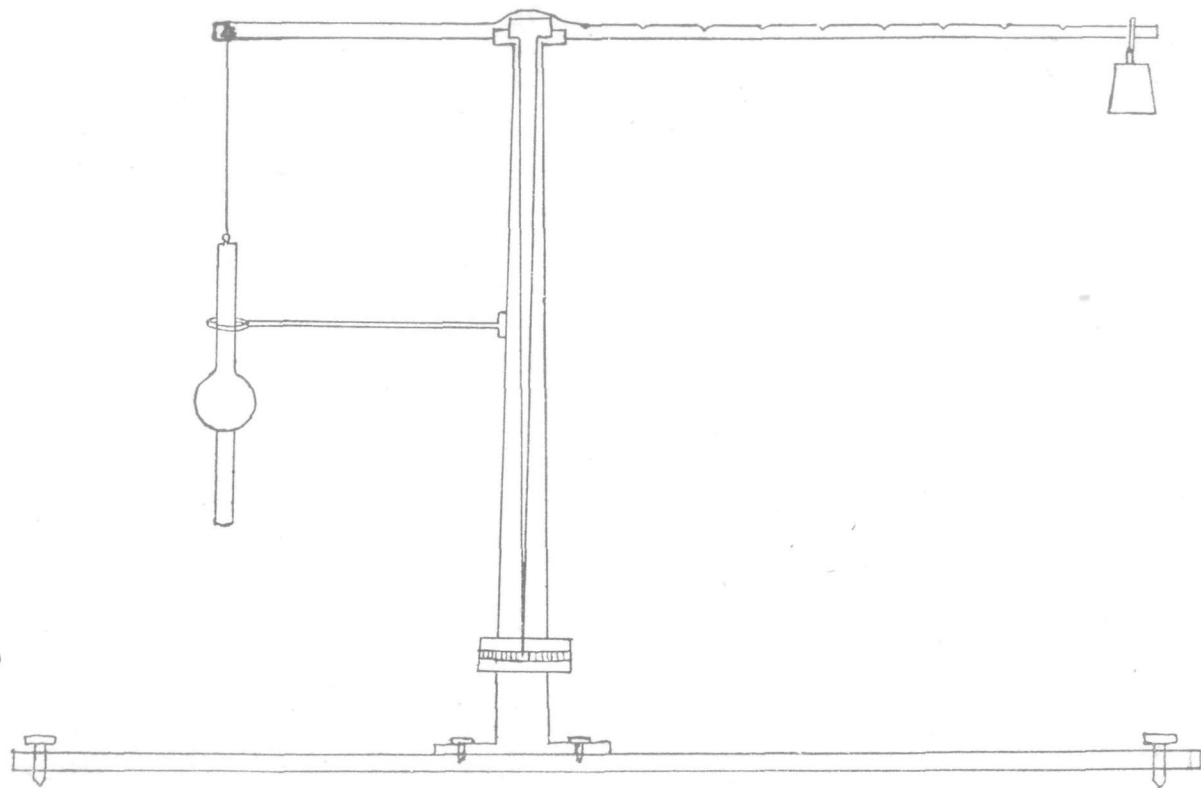


Verband tusschen smeltpunt en verwarmingsnelheid.

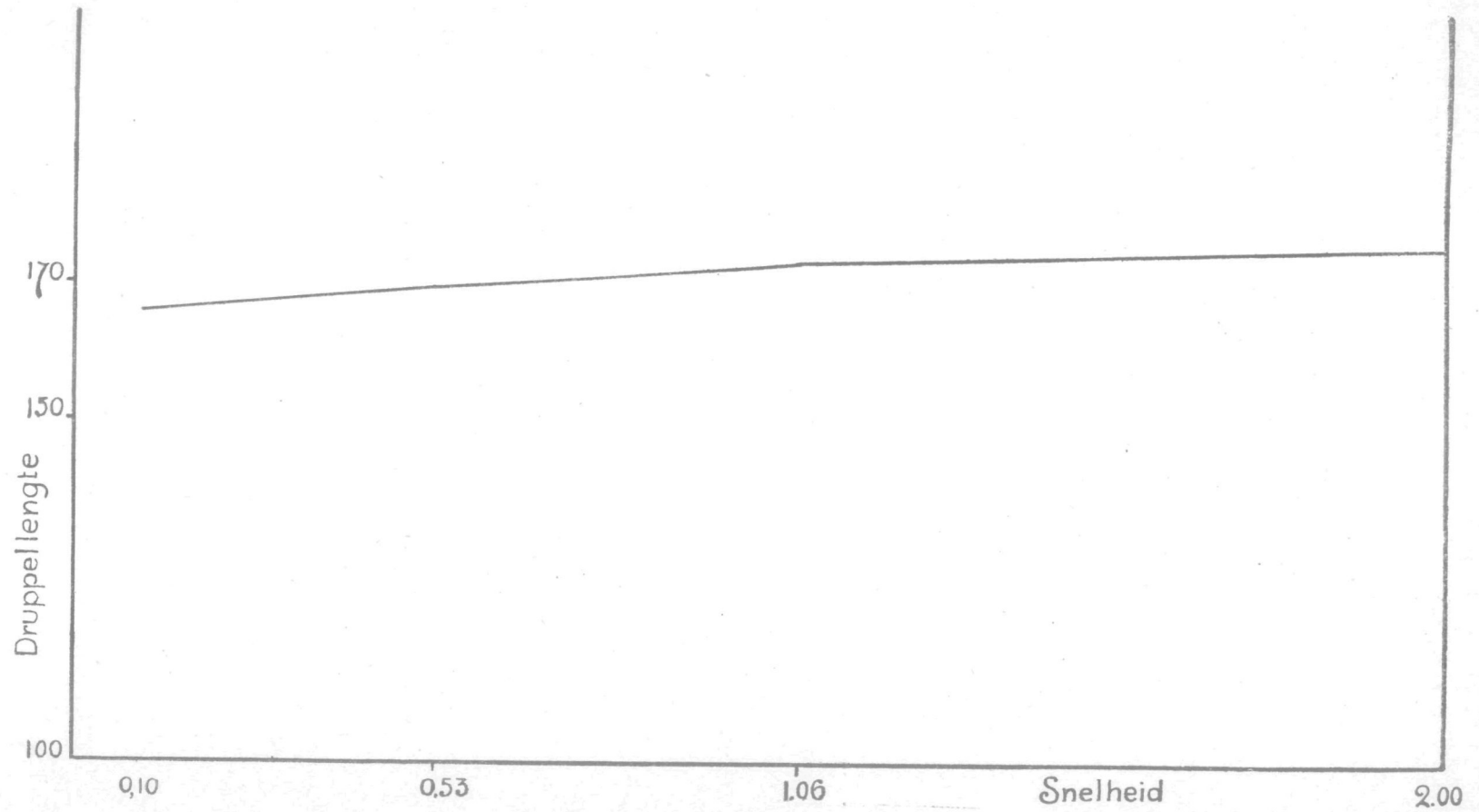
FIGUUR 10.



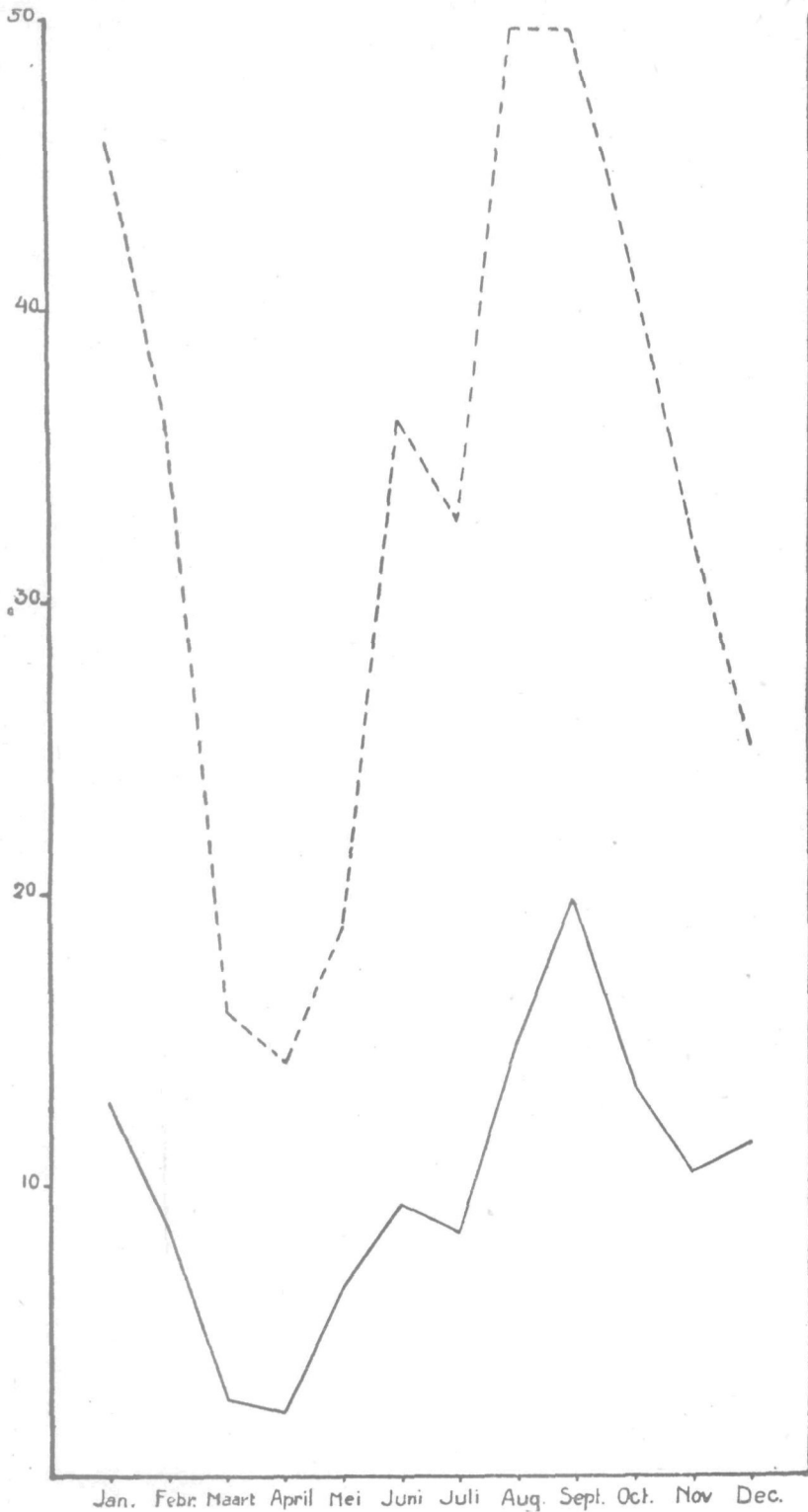
FIGUUR 11.



FIGUUR 12.

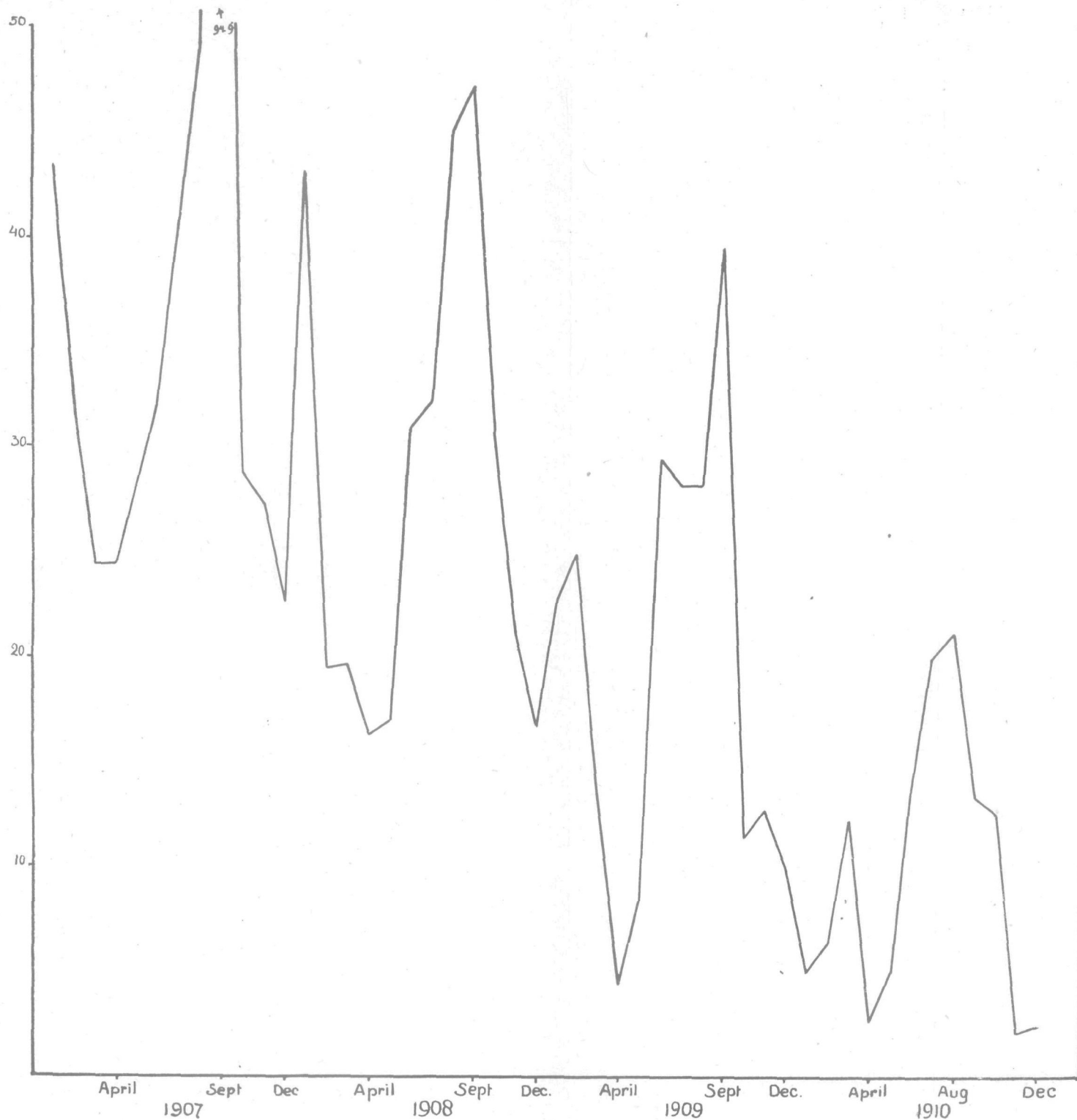


FIGUUR 13.



Verband tusschen het aantal monsters met hoog vochtgehalte en het jaargetijde van gezouten en ongezouten (gestreepte lijn) boter uit ééne provincie, als gemiddelde van 6 jaren voor de gezouten en van 3 jaren voor de ongezouten boter. Totaal aantal monsters voor de gezouten boter = 3812; voor de ongezouten boter = 1293.

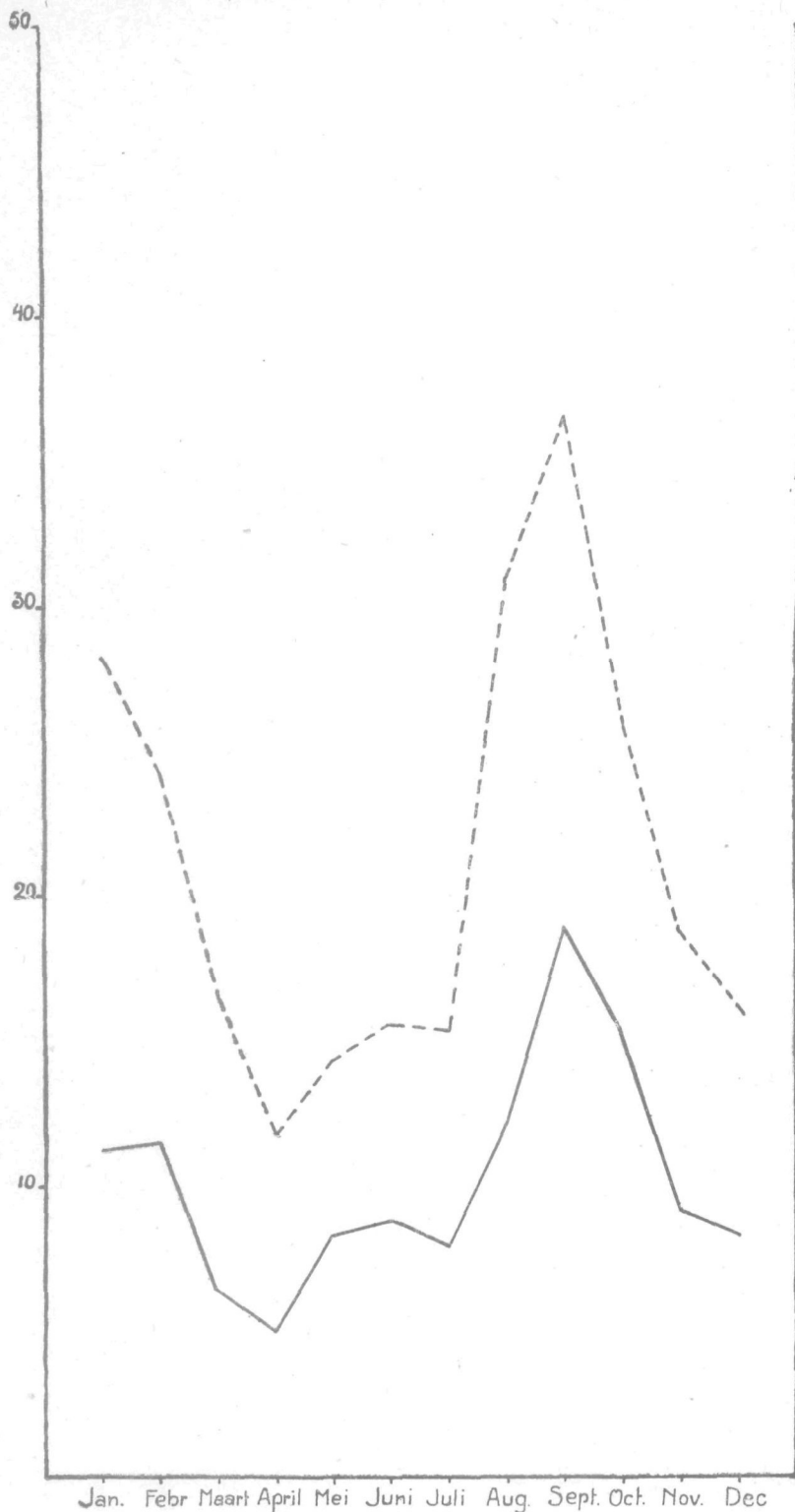
FIGUUR 14.



Verband tusschen het aantal monsters met hoog vochtgehalte en het jaargetijde van ongezoeten boter uit ééne provincie, gedurende 4 jaren achtereen uitgezet. Totaal aantal monsters = 2101.



FIGUUR 15.



Verband tusschen het aantal monsters met hoog vochtgehalte en het jaargetijde van gezouten en ongezouten (gestreepte lijn) boter in Nederland over de laatste 6 jaren. Totaal aantal monsters voor de gezouten boter = 19476; voor de ongezouten boter = 19685.