

298213

DE INVLOED VAN ERFELIJKHEID EN MILIEU
OP DE SAMENSTELLING VAN DE MELK
BIJ FRIESE KOEIEN EN DE PRAKTISCHE
MOGELIJKHEID VAN SELECTIE OP HET
EIWITGEHALTE

Biblioschaaf
van
Landbouw Hogeschool
WAGENINGEN

R. D. POLITIEK

218
NN08201.218

koopabij

DE INVLOED VAN ERFELIJKHEID EN MILIEU
OP DE SAMENSTELLING VAN DE MELK
BIJ FRIESE KOEIEN EN DE PRAKTISCHE
MOGELIJKHEID VAN SELECTIE OP HET
EIWITGEHALTE

*The influence of heredity and environment on the
composition of the milk of Friesian cows
in the province of Friesland and the practical
possibilities of selection on the protein content*

Dit proefschrift met stellingen van

ROMMERT DOUWE POLITIEK,

landbouwkundig ingenieur, geboren te Wons, 27 december 1926, is goedgekeurd door de promotor, Ir. W. de Jong, hoogleraar in de veeteeltwetenschap.

De Rector Magnificus der Landbouwhogeschool,
W. DE JONG

Wageningen, 2 februari 1957.

DE INVLOED VAN ERFELIJKHEID EN MILIEU
OP DE SAMENSTELLING VAN DE MELK
BIJ FRIESE KOEIEN EN DE PRAKTISCHE
MOGELIJKHEID VAN SELECTIE OP HET
EIWITGEHALTE

*THE INFLUENCE OF HEREDITY AND ENVIRONMENT ON THE
COMPOSITION OF THE MILK OF FRIESIAN COWS
IN THE PROVINCE OF FRIESLAND AND THE PRACTICAL
POSSIBILITIES OF SELECTION ON THE PROTEIN CONTENT*

WITH A SUMMARY IN ENGLISH

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS IR. W. DE JONG,
HOGLERAAR IN DE VEETEELTWETENSCHAP,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
DER LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 15 MAART 1957 TE 16 UUR

DOOR

ROMMERT DOUWE POLITIEK

STELLINGEN

I

Niet alleen in Nederland, maar ook in andere landen, bestaat het gevaar van een zekere overwaardering van het melkvet ten opzichte van het melkeiwit.

II

Verhoging van het eiwitgehalte van de melk door teeltkeus behoeft in de praktijk geen extra voerkosten met zich mede te brengen.

III

De berekeningen van Robertson, Waite en White geven een onzuivere (biased) schatting van de erfelijkheidsgraad van de melkbestanddelen en de melkhoeveelheid.

Robertson, A., Waite, R. en White, J. C. D.
J. of Dairy Res. 23, 1 (1956) 82 — 91.

IV

De door Janse gesignaleerde stijging van het vetvrije-droge-stofgehalte van de melk als gevolg van de selectie op het vetgehalte, is kleiner dan door hem is aangegeven.

Janse, L. C. The Neth. Milk and Dairy J. 4, 1 (1950) 1 — 10.

V

Uit voedingsoogpunt gezien is de melkconsumptie van de Nederlandse bevolking nog onvoldoende. Indien in het gezin bezuinigd moet worden, mag dit niet ten koste van de melk gaan.

VI

Bij de beoordeling van de produktie-afstamming van een stier wordt aan de produktievererving van de vader in de praktijk dikwijls nog te weinig aandacht besteed.

VII

Als ongeveer de helft der door een stier verwekte kalveren met een letale eigenschap behept blijkt te zijn, moet worden aangenomen, dat deze stier door een mutatie heterozygoot is geworden voor een dominante letale factor.

K. I. station Bjerringbro, Denemarken
Oversigt over Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums
arbejder i året, 1955—'56, Oct. '56, blz. 40.

VIII

Het is niet juist stieren, die dragers zijn van de aanleg voor een ongewenste eigenschap, bij voorbaat uit te sluiten voor het praedicaat preferent.

IX

De moderne hooiwinning met toepassing van nadroging in de schuur opent zeer goede perspectieven met het oog op een meer rationele bedrijfsvoering; het valt echter te betwijfelen of verwarming van de lucht noodzakelijk en economisch verantwoord is.

X

Voor het opstellen van een statistisch overzicht of voor de berekening van een produktievererving is het gebruik van afzonderlijke leeftijdsklassen van 3½- en 4½-jarige koeien ongewenst.

XI

Vóór de definitieve inschrijving in het stamboek dient een onderzoek naar dekvermogen, geslachtsorganen en sperma van de stieren verplicht gesteld te worden.

Dissertatie R. D. Politiek.

Wageningen 1957.

Oan ús Heit en Mem

EEN WOORD VOORAF.

Bij het voltooien van dit proefschrift gaan mijn gedachten allereerst uit naar degenen, die mij mijn opleiding hebben mogelijk gemaakt en tot hen, die aan mijn vorming hebben bijgedragen. Op deze plaats betuig ik hiervoor mijn hartelijke dank.

Een bijzonder woord van dank ben ik verschuldigd aan hen, die het ontstaan van dit proefschrift hebben mogelijk gemaakt.

In de eerste plaats geldt dit U, Hooggeleerde *De Jong*, hooggeachte promotor, voor de steun die ik van U heb mogen ondervinden. Uw kennis en Uw praktische instelling zullen voor mij een voorbeeld blijven. Uw grote belangstelling voor mijn onderzoek is voor mij steeds een sterke stimulans bij mijn werk geweest.

U, Hooggeleerde *Hartmans*, breng ik mijn grote dank voor de wijze, waarmede U mij terzijde hebt gestaan, bij de bespreking van de vraagstukken op zuivelgebied.

U, Zeergeleerde *De Groot*, betuig ik mijn oprechte dank voor al Uw tijd, welke U mij hebt willen geven. Uw belangstelling voor mijn werk en Uw waardevolle adviezen, heb ik op zeer hoge prijs gesteld.

Het bestuur van het *Friesch Rundvee-Stamboek* wil ik mijn grote erkentelijkheid betuigen voor het mij geschonken voorrecht het materiaal van de eiwitproef te mogen verwerken. De zeer grote mate van vrijheid, mij bij deze studie gegeven, doet me met dankbaarheid en genoegen op de afgelopen periode terugzien.

In hoge mate heb ik hierbij steun ondervonden van de zijde van de *staf van het Stamboek*, hetgeen mijn werk ten zeerste heeft verlicht.

Ook de *Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland* betuig ik mijn erkentelijkheid voor de ondervonden medewerking.

Een bijzonder woord van dank ben ik verschuldigd aan de commissie, die oorspronkelijk is begonnen met het onderzoek naar het eiwitgehalte.

Zeergeleerde *Janse*, onder Uw leiding werd het scheikundig onderzoek bij deze proef verricht. Steeds heeft mij Uw warme belangstelling voor dit werk getroffen en menigmaal mocht ik van Uw rijke ervaring gebruik maken. Zeer veel dank voor al hetgeen U voor mij deed.

Grote steun heb ik ondervonden van het Boter- en Kaascontrôle station; speciaal de directeur *Van Balen Walter* ben ik hier zeer erkentelijk voor.

Niet ongenoemd mogen blijven de fokkers, die spontaan hun medewerking hebben verleend bij het eiwitonderzoek; de directeuren van de zuivelfabrieken te Giekerk en te Jelsum, de heren *Schenk* en *Nijboer*; al degenen, die met toewijding de werkzaamheden van de monstername en het scheikundig onderzoek verricht hebben; de hoofdcontroleur *Wiersma* van de P.M.D., die zich belast heeft met het toezicht op- en de regeling van het onderzoek; de administrateur *Stroosma*, die met grote nauwgezetheid de vele gegevens heeft geregistreerd; de heer *J. de Jong*, die behulpzaam is geweest bij het rekenwerk en het tekenen van de grafieken; mej. *Repko*, die het nodige typewerk heeft verricht, en verder al degenen, die op een of andere wijze geholpen hebben bij het totstandkomen van dit werk, zij allen mijn hartelijke dank.

INHOUD

I	INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	9
II	LITERATUUROVERZICHT	13
III	EIGEN ONDERZOEK EN LITERATUUR	21
	HOOFDSTUK 1. Opzet van de proef	
	a. Materiaal	23
	b. Methoden van onderzoek	25
	c. Registratie en verwerking van de gegevens	26
	HOOFDSTUK 2. De lactatiecurve	
	a. Algemeen	27
	b. De invloed van het lactatiestadium	27
	c. Het verband tussen de melkbestanddelen	30
	d. De eiwit-/vetgehalte-verhouding gedurende de lactatieperiode	30
	e. De caseïne-/eiwitgehalte-verhouding gedurende de lactatieperiode	31
	f. Het berekende aspercentage gedurende de lactatieperiode	31
	g. De overgang van biest naar normale melk	32
	h. Enkele bijzondere factoren die de samenstelling van de melk beïnvloeden	34
	i. Kan voor het bepalen van het gemiddelde eiwitgehalte met een vierweekse controle worden volstaan?	37
	HOOFDSTUK 3. Milieufactoren, van invloed op het verloop van de lactatiecurven van vet-, eiwit-, en melksuikergehalte	
	a. Seizoens- en voedingsinvloeden op het eiwitgehalte	42
	b. Seizoens- en voedingsinvloeden op het vetgehalte	46
	c. Seizoens- en voedingsinvloeden op het melksuikergehalte	49
	d. Seizoens- en voedingsinvloeden op het vetvrije droge stof-gehalte	50
	e. Seizoens- en voedingsinvloeden op de gemiddelde vet- en eiwitgehaltecurven van groepen koeien, die op één bedrijf gehouden worden	50
	HOOFDSTUK 4. Milieufactoren, van invloed op de gemiddelde samenstelling van de melk	
	a. De invloed van de maand van afkalven op de gemiddelde samenstelling van de melk	54
	b. De invloed van de leeftijd op de gemiddelde samenstelling van de melk	57
	c. De invloed van de lengte van de lactatieperiode op de gemiddelde samenstelling van de melk	62
	d. De invloed van jaarverschillen	64
	e. De invloed van bedrijfsverschillen	67

HOOFDSTUK 5.	Samenvatting van de invloeden van de niet-erfelijke factoren	69
HOOFDSTUK 6.	De variaties in en het verband tussen de melkbestanddelen bij individuele koeien	
	a. Variaties in het vet- en eiwitgehalte	76
	b. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte	82
	c. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte met de melkhoeveelheid	89
	d. Het verband tussen het eiwit- en caseïnepercentage	91
	e. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte met het berekende vvds-percentage	92
	f. De variatie in het melksuikerpercentage en het verband tussen melksuiker- en vetgehalte	93
	g. Samenvatting	94
HOOFDSTUK 7.	De invloed van erfelijke factoren op de samenstelling van de melk	
	a. Algemene inleiding	96
	b. De erfelijke invloed van de stier op de gemiddelde samenstelling van de melk bij de dochters	98
	c. Moeder-dochtervergelijkingen	104
	d. Familiegroepen te Jelsum	105
	e. Berekening van de erfelijkheidsgraad	110
	f. Samenvatting	116
HOOFDSTUK 8.	Zuiveltechnische en economische problemen bij een eventuele uitbetaling naar- en selectie op vet- en eiwitgehalte	
	A. De wenselijkheid om de melk naar vet- en eiwitgehalte uit te betalen	
	a. Inleiding	121
	b. Bestemming van de melk	122
	c. Enkele statistische gegevens	123
	d. Uitbetaling naar samenstelling	125
	e. De prijsverhouding tussen melkvet en eiwit	129
	f. De gemiddelde vet- en caseïnepercentages in de mengmelk van 44 veehouders-bedrijven in Friesland	135
	g. Consequenties van het uitbetalingssysteem voor de fokkerij	141
	B. Onderzoek van de melk op eiwitgehalte	
	a. Algemeen	145
	b. De formoltitratie	145
	c. Enkele nieuwe methoden voor eiwitonderzoek	150
	d. De mogelijkheid en wenselijkheid van massaonderzoek op eiwitgehalte	151
IV	ALGEMENE SAMENVATTING EN BESPREKING VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	155
	DISCUSSION AND GENERAL SUMMARY OF THE RESULTS OF THE INVESTIGATION	162
V	LITERATUUR	168

I. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Melk is het belangrijkste product van de Nederlandse landbouw. De ca. 1.5 miljoen melkkoeien produceren elk jaar ongeveer 5.800 miljoen kg melk. Deze enkele cijfers geven reeds de grote economische betekenis van de melk aan. Melk en zuivelproducten nemen een zeer vooraanstaande plaats in bij de menselijke voeding. Melk is een voedingsmiddel, met een rijke en zeer gevarieerde samenstelling van hoogwaardige voedingsstoffen.

Ons onderzoek richt zich nu speciaal op de samenstelling van de melk in het algemeen en de variaties in deze samenstelling bij individuele koeien in het bijzonder. Er valt een grote variatie in de productie van deze dieren te constateren, niet alleen wat de hoeveelheid melk betreft, maar ook in de samenstelling.

In Nederland wordt de productie van de koeien reeds tientallen jaren uitgedrukt in kg melk en het vetgehalte hiervan. De vetvrijdroge-stof bestanddelen zijn tot nu toe buiten beschouwing gebleven. De voedingsdeskundigen evenwel vestigen de laatste jaren hoe langer hoe meer de aandacht op het melkeiwit. Dit is nl. één van de voornaamste en goedkoopste bronnen van dierlijk eiwit met een hoge biologische waarde, gepaard aan een grote verteerbaarheid. Uit een voedingsoogpunt is het melkeiwit zelfs als het belangrijkste bestanddeel van de melk te beschouwen.

Ook de mineralen en vitamines bezitten een zeer specifieke voedingswaarde, doch de kwantitatief geringe hoeveelheden, waarin deze stoffen in de melk voorkomen, maken dat het economisch geen belangrijke bestanddelen zijn.

Er wordt nl. onderscheid gemaakt bij de waardering van de verschillende bestanddelen, voornamelijk op grond van de economische betekenis die deze hebben voor het doel, waarvoor de melk gebruikt wordt. De bestemming van de melk bepaalt dus in hoofdzaak de economische waardering van de bestanddelen.

Hieruit is ook de dominerende rol van het melkvet te verklaren. De boterbereiding heeft van oudsher een zeer belangrijke plaats ingenomen. Het vetgehalte van de melk is daarbij van overwegende betekenis. Toen het mogelijk werd om met een eenvoudige methode het vetgehalte in de melk te bepalen (Gerber-methode), zijn hier op gevolgd de uitbetaling van de melk naar dit bestanddeel en de selectie op vetgehalte. Doordat het vetgehalte sterk door erfelijke factoren bepaald wordt en er bovendien een belangrijk individuele variatie aanwezig is, zijn de resultaten van

de selectie in deze richting spectaculair geweest. Door de grotere mogelijkheden van een scherpere selectie is het gemiddelde vetgehalte in Nederland de laatste jaren sneller gestegen dan vroeger ooit het geval is geweest.

Nu wordt echter niet alleen de melk, die voor de boterbereiding bestemd is, voor een groot deel of uitsluitend uitbetaald naar vetgehalte, maar ook alle melk bestemd voor de bereiding van kaas en gecondenseerde melk en voor directe consumptie. De voornaamste reden is, dat het melkvet door middel van de centrifuge naar believen aan de melk te onttrekken is, waardoor al het melkvet voor de waarde die het heeft voor de boterbereiding verrekend wordt.

De kaasopbrengst wordt echter hoofdzakelijk bepaald door het eiwitgehalte (caseïnegehalte) van de melk, terwijl de totale vetvrijdroge-stof bij de bereiding van gecondenseerde melk de grootste rol speelt. Er is reeds op gewezen, dat vanuit een voedingsoogpunt gezien, het melkeiwit als het belangrijkste bestanddeel van de consumptiemelk te beschouwen is. Gezien deze bestemmingen rijst de vraag of men niet te veel het vetgehalte van de melk bij de uitbetaling en de selectie op de voorgrond heeft gesteld en daarbij de verdere samenstelling, met name het eiwitgehalte, te veel heeft verwaarloosd. Natuurlijk zijn in de van oudsher bekende kaasdistricten nl. Noord-Holland en Friesland, reeds vroeg onderzoeken verricht om het verband tussen het vet- en het eiwitgehalte bij de mengmelk te bepalen. In de mengmelk werd over het algemeen een voldoende positieve correlatie tussen het vet- en eiwitgehalte gevonden, wat verder onderzoek niet stimuleerde. Bovendien leende de Kjeldahl-methode zich niet voor massa-onderzoek op eiwitgehalte. Om deze reden bleef het vetgehalte zijn dominerende rol spelen en werden geen uitgebreide onderzoeken over de verdere samenstelling van de melk bij individuele koeien verricht.

De laatste jaren vindt echter een onmiskenbare verandering plaats in de waardering van de melkbestanddelen, waardoor het melkvet in betekenis afneemt, terwijl het melkeiwit steeds meer naar voren komt.

De volgende factoren werken in dit opzicht ten gunste van de waardering van het eiwitgehalte:

1. de steeds toenemende productie van kaas en gecondenseerde melk in Nederland;
2. de grote voedingswaarde die de voedingsdeskundigen aan het melkeiwit zijn gaan toeschrijven.

De volgende factoren werken ongunstig voor het vetgehalte:

1. de goedkopere vetten van plantaardige en dierlijke oorsprong, verwerkt in de vorm van margarine, nemen een steeds groter plaats in bij de vetvoorziening. Dit gaat zeer ten koste van de boterconsumptie (in Nederland wordt 19 kg margarine per hoofd per jaar geconsumeerd tegenover slechts 3 kg boter);
2. in het algemeen wordt door de voedingsdeskundigen sterk gewaarschuwd tegen overmatig vetgebruik. Dit is mede een gevolg van het feit, dat de toenemende mechanisering minder „zwaar” voedsel vraagt. Bij de voedingsgewoonten is dan ook de tendens naar minder verbruik van dierlijke vetten merkbaar;
3. in tegenstelling tot de productie van kaas en gecondenseerde melk neemt de boterproductie in Nederland steeds meer af.

De economische betekenis van het melkvet neemt dus af, die van het melkeiwit toe. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat dit proces zich in de toekomst nog verder zal voortzetten. Hiermee wordt dan de vraag urgent, of het verantwoord is bij de selectie op de samenstelling van de melk alleen aandacht te schenken aan het vetgehalte.

Internationaal staat dit vraagstuk de laatste jaren in het brandpunt van de belangstelling. *Waite, c.s.* ¹⁵¹⁾ 1956 (Schotland) schreven b.v.: "In recent years the solids-not-fat content of milk has come to be regarded as of equal, or of greater importance, than the fat percentage. This change is the result of an increased awareness of the nutritive value of milk protein and other non-fatty constituents in particular calcium and vitamins".

Hansson ⁵⁴⁾ 1956 (Zweden) zegt o.a.: "The growing competition between fats of animal and plant origin has also led to the conclusion that the non-fat components of the milk will be emphasized more correctly in future".

In Nederland is de meer volledige samenstelling van de melk bij individuele koeien slechts zeer onvolledig onderzocht. Ook in andere landen zijn pas de laatste jaren meer uitgebreide onderzoeken op dit gebied verricht. Het doel van ons onderzoek zal dan ook zijn: „Bestudering van de meer volledige samenstelling van de melk bij individuele koeien onder de in Friesland heersende praktijkomstandigheden". Hierbij zal in het bijzonder aandacht worden besteed aan de vraag, in hoeverre selectie op eiwitgehalte tot de praktische mogelijkheden behoort. Dit probleem heeft vele facetten, o.a. op het gebied van de:

1. *Erfelijkheidsleer*: Hoe groot is de invloed van erfelijke factoren op de samenstelling van de melk en in het bijzonder op het eiwitgehalte?

2. *Fysiologie*: Welke zijn de invloeden van verschillende milieu-factoren op de melk secretie?

Er zal dus getracht worden een inzicht te verkrijgen in het zeer samengestelde probleem: „De invloed van erfelijkheid en milieu op de samenstelling van de melk bij Friese koeien”. Het literatuur-onderzoek zal zich echter niet tot dit veeslag beperken.

3. *Zuiveltechniek en economie*: Wanneer men in de praktijk tot uitbetaling naar- en selectie op vet- én eiwitgehalte zal overgaan, komen zuiveltechnische en economische problemen aan de orde. De economische betekenis van het melkeiwit in verhouding tot het melkvet en een bespreking van de huidige en eventueel nieuw te volgen uitbetalingssystemen vormen een onderwerp met verschillende facetten.

Hierbij komt o.a. naar voren dat uitbetaling naar- en selectie op eiwitgehalte slechts doorgevoerd kunnen worden, wanneer het praktisch mogelijk zal zijn massa-onderzoek op eiwitgehalte toe te passen.

Het gehele onderzoek heeft dus in de eerste plaats de bestudering van de variaties in de samenstelling van de melk bij individuele koeien tot doel. Daarna zullen de mogelijkheden voor het toepassen van een eventuele selectie op eiwitgehalte, naast de bestaande selectie op vetgehalte, in de praktijk onder ogen gezien worden.

Het hoofddoel van ons onderzoek, nl. de bestudering van de invloed van erfelijkheid en milieu op de samenstelling van de melk, vormt een veelomvattend onderwerp. Vooral de laatste jaren zijn vele publikaties op dit gebied verschenen, die, meer of minder uitgebreid, verschillende onderdelen van dit vraagstuk behandelen.

Het lag misschien voor de hand, alvorens met de bespreking van de resultaten van het eigen onderzoek te beginnen, eerst een zo volledig mogelijk literatuuroverzicht te geven. Wil men echter zowel in het literatuuroverzicht als bij de bespreking van de resultaten van het eigen onderzoek, de verschillende facetten van het onderwerp afzonderlijk behandelen, dan zal zeer dikwijls naar het literatuuroverzicht verwezen moeten worden en bestaat het gevaar onnodig in herhalingen te vervallen. Daarom hebben wij besloten in het literatuuroverzicht alleen een korte samenvatting van de belangrijkste onderzoekingen te geven. Bij het eigen onderzoek kunnen dan de desbetreffende literatuurgegevens naar voren gebracht worden. Deze werkwijze zal het verkrijgen van een meer aaneengesloten geheel bevorderen.

In Nederland zijn reeds zeer vroeg onderzoekingen verricht op het gebied van de samenstelling van de melk. De aandacht concentreerde zich evenwel bijna uitsluitend op het vetgehalte, omdat de boterbereiding steeds op de voorgrond stond. Na het vinden van een eenvoudige en goedkope methode om het vetgehalte in de melk te bepalen (Gerbermethode), is men langzamerhand overgegaan tot uitbetaling van de melk naar vetgehalte. De Coöperatieve Zuivelfabriek te Wirdum ging in 1897 als eerste hiertoe over. Men is hierna ook spoedig op grotere schaal begonnen met het onderzoek van de melk bij individuele koeien, waarna selectie op het vetgehalte mogelijk werd. Deze nieuwe selectierichting betekende destijds een grote verandering in de fokkerij, die in het begin dan ook op tegenstand stuitte. Vooral de zuivelconsulent Mesdag heeft in Friesland veel pionierswerk verricht, waarbij het hem niet aan enthousiaste medestanders ontbrak. De Wirdumer directeur Kuperus schreef: „Fokkers van Friesch vee! Wij kunnen niet nalaten U met kracht toe te roepen: Fok Boterkoeien!“. Waarschijnlijk heeft men in die tijd niet durven voorspellen, dat na ruim 50 jaren het gemiddelde vetgehalte in Friesland van ca. 3 tot ca. 4 % gestegen zou zijn.

Gaat men nu na, wat er verder aan onderzoek gedaan is op het gebied van de samenstelling van de melk, dan blijkt, dat tot 1950 praktisch alleen de mengmelk op caseïne- of eiwitgehalte onderzocht is. De in vergelijking tot het melkvet ondergeschikte rol van het melkeiwit en de vrij dure en omslachtige Kjeldahlmethode voor het eiwitonderzoek, zijn hiervan de oorzaken geweest.

In de van oudsher bekende kaasdistricten, Noord-Holland en Friesland, zijn geregeld onderzoekingen verricht. In Noord-Holland ¹⁰⁷⁾ heeft men zelfs een tijdlang de melk naar vet- en vvds- *) gehalte uitbetaald. In die streek bestond nl. de gewoonte, dat de boeren een deel van de melk eerst thuis lieten opromen. De afgeroomde melk werd dan later aan de kaasfabriek geleverd. Omdat op deze manier het verband tussen vet en vvds verbroken was, heeft men van 1910—1919 de melk uitbetaald naar „berekend vet”. Hierbij werd aangenomen, dat $1/3$ vvds de meest juiste waarde voor de kaasopbrengst gaf, zodat „vet + $1/3$ vvds” gelijk was aan het „berekend vet”.

In Friesland, waar eveneens veel kaas gemaakt werd, is dit systeem nooit toegepast. Een commissie van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland, die in 1917 ¹⁴⁶⁾ deze problemen onderzocht, kwam tot de conclusie, dat de verdeling van de netto-opbrengst in evenredigheid met het vetgehalte uitkomsten geeft, die zeer dicht bij de werkelijke netto-opbrengst liggen. Een op dit gebied zeer uitgebreid onderzoek van *van Dam* en *Janse* (1931) ³²⁾ behandelt de resultaten van de onderzoekingen betreffende de mengmelk van 40 boerderijen in Noord-Holland en 44 boerderijen in Friesland. Gedurende een geheel jaar (1927/28) werd geregeld de mengmelk op vet-, caseïne- en vvds-gehalte onderzocht. Het caseïne-gehalte bleek een zeer nauwkeurige maatstaf te zijn voor de kaasopbrengst. Bovendien werd in de mengmelk een vrij belangrijke positieve correlatie gevonden ($r = ca + 0.7$) tussen het vet- en caseïnegehalte. Men kwam tot de conclusie, dat de verdeling van het melkgeld op grond van het „berekend vet” iets nauwkeuriger zou zijn dan uitbetaling alleen naar vetgehalte, maar dat de verschillen zo gering waren, dat de beide methoden als gelijkwaardig beschouwd mochten worden.

Aan onderzoek van de melk bij individuele koeien werd in deze periode geen aandacht besteed. Op grond van de positieve correlatie, die men steeds in de mengmelk tussen het vet- en caseïnegehalte vond, werd algemeen aangenomen, dat met de selectie op vetgehalte ook het caseïnegehalte belangrijk mee omhoog getrokken zou worden.

*) vetvrije-droge-stof afgekort tot vvds.

Uiteindelijk bevorderde de hoofdbestemming van de melk, nl. de boterbereiding, ook geen verder onderzoek. In de crisisjaren na 1930 werden de boterprijzen van overheidswege gesteund. Wanneer men de zogenaamde „eiwitwaarde” berekende, door de waarde van het in de kaas verwerkte melkvet van de kaasprijs af te trekken, dan was deze zelfs negatief! Vooral na de 2e wereldoorlog is een verandering in de waardering van de verschillende melkbestanddelen opgetreden. In de inleiding zijn reeds de verschillende factoren genoemd, die het melkeiwit steeds meer op de voorgrond plaatsen en het melkvet in betekenis doen afnemen. Een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte en een eventuele selectie op eiwitgehalte hebben nu een reële praktische betekenis gekregen. De verdere samenstelling van de melk kwam hiermee weer in de volle belangstelling te staan ¹¹⁶).

Janse ⁶⁴) onderzocht gedurende een geheel jaar (1948/49) de mengmelk van dezelfde 44 bedrijven als in 1927/28. In de mengmelk werden alleen het vet- en vvds-gehalte bepaald. Het onderzoek bij 44 bedrijven werd voortgezet van januari—mei 1950 ¹¹⁹), waarbij naast het vet- en vvds- ook het caseïnepercentage bepaald werd. Daar dit laatste onderzoek zich slechts over een gedeelte van het jaar uitstreckte, werd in de periode februari 1952/februari 1953 (3258 analyses) het onderzoek door *Janse* ⁶⁵) voortgezet. Ook de mengmelk van 16 fabrieken werd geregeld gedurende een geheel jaar (1948/49) op vet- en caseïnegehalte onderzocht ⁶³). In 1953/54 was de samenstelling van de kaasmelk bij een aantal fabrieken het onderwerp van een nader onderzoek ¹²⁰), terwijl na mei 1956 druppelmengmelkmonsters (elke week, apart voor avond- en morgenmelk) van een groot aantal Bondsfabrieken onderzocht werden op vet-, eiwit-, caseïne- en vvds-gehalte. Al deze onderzoeken hebben dus betrekking op de mengmelk, waarbij vooral zuiveltechnische vragen op de voorgrond staan. Het gaat hierbij om een meer volledige kennis van de variaties in de samenstelling van de mengmelk, mede in verband met de verdeling van het melkgeld.

In 1950 ⁶⁶) besloten de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland en het Friesch Rundvee-Stamboek een begin te maken met het onderzoek naar de samenstelling van de melk bij individuele koeien. De melk van 83 koeien (afstammelingen van 5 K.I.stieren) werd gedurende een volledige lactatieperiode op vet- en vvds-gehalte onderzocht.

In 1952 ⁸⁸) werd het onderzoek voortgezet met 40 koeien, waarbij nu het vet- en het eiwitgehalte van de melk gedurende een lactatieperiode bepaald werden. Deze voorlopige proeven wezen

uit, dat bij individuele koeien een vrij belangrijke variatie in het vvds- en eiwitgehalte aanwezig is, terwijl het verband tussen deze beide bestanddelen met het vetgehalte minder sterk is dan vaak aangenomen wordt.

In 1953, 1954 en 1955 werd het onderzoek op grote schaal voortgezet, waarbij in het eerste jaar de melk van een groot aantal koeien op vet-, eiwit-, caseïne-, lactose- en vvds-gehalte onderzocht werd. In totaal zijn 729 koeien bij het onderzoek betrokken geweest.

De verwerking van de gegevens van deze proef vormt het onderwerp van deze studie.

De proefopzet zal daarom naderhand meer in bijzonderheden worden besproken (zie pag. 21).

Niet alleen in Friesland, maar in geheel Nederland staat het vraagstuk van de bestemming van de melk en de verdeling van het melkgeld in de belangstelling (117, 118, 39, 142, 133).

Het onderzoek van de melk bij individuele koeien werd ook elders ter hand genomen. *Ketelaars* ⁸¹⁾ onderzocht in 1952/53 de melk van 2 groepen dochters van K.I.stieren van het F.H. veeslag in Gelderland. Bij de regelmatige 14-daagse melkcontrôle werd de melk bij resp. 31 en 26 dochters op het vet-, vvds- en eiwitgehalte onderzocht (eiwitgehalte volgens de formoltitratie). Bij respectievelijk 113 en 61 dochters werd alleen het vet- en vvdsgehalte in de melk bepaald.

In Overijssel ¹²²⁾ is men in 1955 met een onderzoek begonnen, waarbij het materiaal uit moeder-dochterparen bestond. Het vet- en eiwitgehalte werd het eerste jaar bepaald bij resp. 25 moeder-dochterparen van het F.H.- en 21 paren van het M.R.IJ.veeslag.

Na dit algemene overzicht van de achtergronden en de ontwikkeling van het onderzoek in Nederland en in Friesland in het bijzonder, volgt nu een overzicht van de voornaamste literatuurgegevens uit andere landen. Wij zullen ons hierbij voornamelijk beperken tot de onderzoeken waarbij de samenstelling van de melk bij individuele koeien werd bestudeerd.

Zweden.

Bonnier en *Hansson* begonnen in 1946 met hun fundamentele onderzoeken op het gebied van de vererving van de verschillende melkbestanddelen. Zij gebruikten hierbij hoofdzakelijk de eeneïge tweelingen op het proefstation te Wiad, maar ook wel minder verwante dieren uit één veebeslag (Hamra fokbedrijf). Niet alleen de invloed van erfelijkheid en milieu op het vet-, eiwit- en lactosegehalte werd bestudeerd, maar zelfs de samenstellende delen van het eiwit. Sinds 1946 is een hele reeks publikaties van

hun hand verschenen 22, 23, 24, 49, 50, 51, 52). In een recente publikatie kwam *Hansson* 54) tot de conclusie: "Earlier as well as the present investigation show that the content of fat, protein and lactose in milk and the interdependency between the contents of these constituents are to a high degree genetically determined". Dit laatste onderzoek berustte o.a. op gegevens afkomstig van 45 paren eeneïge tweelingen, waarbij een erfelijkheidsgraad voor het vet-, eiwit- en lactosegehalte van resp. 0.87, 0.88 en 0.62 gevonden werd. De schrijver wijst hierna op de mogelijkheid door selectie de samenstelling van de melk te wijzigen en zegt dan: "Whether it will be possible or not to make use of this fact in practical breeding mainly depends upon the methods available for determining these components of the milk in practice".

Winzenried 153) publiceerde de resultaten van een onderzoek uitgevoerd bij 14 paren eeneïge tweelingen te Wiad (vet-, eiwit-, lactosegehalte). Vooral op het gebied van de vererving van de melkbestanddelen heeft men in Zweden dus veel onderzoeken verricht.

Groot Brittannië.

In Groot Brit. concentreert men zich hoofdzakelijk op onderzoeken naar het vvds-gehalte van de melk. Sinds 1901 kent men nl. een wettelijk vastgesteld minimum van 8.50 % vvds voor de consumptiemelk. Verschillende onderzoekers hebben nu op het feit gewezen, dat het gemiddelde vvds-gehalte de laatste 20 jaar steeds is afgenomen: *Davis* 34), *Kay* 79), *Provan* en *Jenkins* 113).

Dit verschijnsel heeft het onderzoek van de mengmelk, maar ook dat van de melk van individuele koeien sterk gestimuleerd. Vooral aan de invloeden van het ras, de leeftijd, stadium van de lactatie, seizoen en voeding is veel aandacht geschonken.

Drakeley 40) 1927, *Cranfield* c.s. 31) 1927, *Black* en *Voris* 18) 1934, 12 dieren, *Azarme* 8) 1938, 380 monsters bij 27 koeien, *Baily* 9), Dairy Shorthorn veebeslag van ca. 80 koeien van 1935—1946, onderzochten het vet- en vvds-gehalte in de melk bij afzonderlijke koeien.

Provan 115) (M.M.B.) onderzocht de koeien van 9 veestapels (gem. 415 koeien per jaar) gedurende de jaren 1948—1952. Hierbij werd het vet- en vvds-gehalte éénmaal per maand bepaald.

Waite c.s. 60, 128, 151) onderzochten in Schotland (Hannah Dairy Res. Inst.) de melk van ca. 500 moeder-dochterparen (878 Ayrshires, ca. 6000 analyses). De monsternamen vond om de 5 weken plaats, waarbij dan het vet-, eiwit-, caseïne-, lactose- en vvds-gehalte bepaald en het aspercentage berekend werden. Uit deze laatste proefopzet blijkt, dat men in Engeland de laatste jaren

eveneens aandacht heeft besteed aan de erfelijke invloeden op de samenstelling van de melk.

Duitsland.

In tegenstelling tot Engeland kent men in Duitsland geen wettelijk voorgeschreven minimum vvds-gehalte in de consumptiemelk. Men heeft daarom praktisch alleen het eiwit- en lactosegehalte in de melk bepaald. Pas na de tweede wereldoorlog zijn er onderzoeken van enige omvang bij individuele koeien verricht, o.a. door *Bartsch* ¹⁵⁾ 10 koeien, *Piel* ¹¹⁰⁾ 29 vaarzen, *Haring* ⁵⁶⁾ 2 groepen van 17 dochters. *Leydolph* en *Ulrich* ^{91, 92)} onderzochten het vet- en eiwitgehalte in de melk bij 81 zwartbonte vaarzen gedurende een gedeelte van de lactatieperiode (2e—4e maand) en later bij 23 volledige en 93 gedeeltelijke lactaties het vet- eiwit- en lactosegehalte.

Leydolph ⁹³⁾ wijst erop (onderzoek bij 52 vaarzen) dat er een vrij grote individuele variatie in de gemiddelde samenstelling van de melk voorkomt. Het idee is zelfs wel eens geopperd om „Butterkühe” te fokken in streken waar de boterbereiding een belangrijke plaats inneemt (hoog vet — laag eiwit) en „Käsekühe” voor de kaasdistricten (laag vet — hoog eiwit).

In Oost-Duitsland onderzocht *Comberg* ^{29, 30)} de melk gedurende een volledige lactatieperiode bij 88 zwartbonte koeien op vet-, eiwit-, melksuiker-, vvds- en asgehalte.

Vooraf *Schulz* c.s. ^{139, 140)} hebben veel onderzoeken verricht om een eenvoudige en betrouwbare methode voor de eiwitbepaling te ontwikkelen (formoltitratie). Volgens deze door *Schulz* ontwikkelde methode voor de eiwitbepaling is het recente grote onderzoek bij het „Landeskontrollverband Schleswig-Holstein” doorgevoerd. *Marckmann* en *Witt* ¹⁰¹⁾ beschikten hier over een materiaal van ca. 1750 koeien, verdeeld over 99 bedrijven. Er bleken uiteindelijk 1498 koeien gedurende een volledig lactatiejaar onderzocht te zijn (jaar periode systeem; november 1953—november 1954). De monsternamen vond elke drie weken plaats. Vooral het verband tussen het eiwitgehalte en de melkhoeveelheid resp. het vetgehalte en de invloed van kalftijd, stadium van de lactatie en leeftijd stond in de belangstelling. De invloed van erfelijke factoren op de samenstelling van de melk werd bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Frankrijk.

Meer dan 80 % van de melk van het ras „Pie rouge de l'Est” in de Franse Jura wordt verwerkt tot kaas (Gruyère de Comté en Emmenthal).

Auriol 5, 6, 7) heeft sinds 1952 onderzoeken verricht om de mogelijkheid na te gaan door selectie het eiwitgehalte in de melk te verhogen. Gedurende volledige lactatieperioden werd bij 235 koeien, verdeeld over 84 stallen, het eiwit-percentages in de melk onderzocht (drie-weekse controle). Bij dit onderzoek werd de Kjeldahl-methode gebruikt. *Auriol* 7) kwam tot de uitspraak. „Il ne semble pas possible de sélectionner efficacement sur la teneur en matière azotée totale par l'intermédiaire du taux butyreux. Par contre, une sélection directe du taux en matière azotée totale est sans doute réalisable, du moins si on admet que ce caractère a un taux d'héritabilité voisin de celui du taux butyreux”.

Jarrige 67, 68) onderzocht vooral de fysiologische invloeden op de samenstelling van de melk, zoals de invloed van het ras, stadium van de lactatie, overgang stal naar weide, enz. Op het „Centre National de Recherches Zootechniques” analyseerde men ca. 6000 monsters op vet-, eiwit- en lactosegehalte.

Nieuw-Zeeland.

Van 1947 af onderzocht *Hancock* 46, 47) de samenstelling van de melk o.a. bij 15 paren eeneïge tweelingen (vet- en caseïnegehalte).

Campbell c.s. 28) onderzochten het vvd's-gehalte in de melk bij 495 afzonderlijke lactaties van 161 koeien. Op grond van de "repeatability" en de uitkomsten bij eeneïge tweelingen kwam men tot de conclusie: "Genetic factors have major influence in determining differences between cows in average solids-not-fat percentage levels".

In de volgende landen werden onderzoeken op kleinere schaal verricht:

België: *Van Schoubroek* en *Willems* 136, 137, 152).

Italië: *Maymone* 102) o.a. 11 koeien, volledige lactaties.

Zwitserland: *Kästli* 78) o.a. 10 koeien, volledige lactaties.

Noorwegen: Verschillende onderzoekers onderzochten op grote schaal de samenstelling van de mengmelk. *Hadland* en *Solberg* 45) *Valen* 147). Men is in Noorwegen op vrij grote schaal begonnen met het onderzoek bij individuele koeien.

Zuid-Afrika: Evenals in Engeland besteedt men veel aandacht aan het vvd's-gehalte in de melk (wettelijk minimum van 8.50 %). *Bakalor* 10, 11) verrichtte op vrij grote schaal onderzoeken bij mengmelk.

Het blijkt dus, dat in verschillende landen de meer volledige samenstelling van de melk in de volle belangstelling staat. Zeer algemeen is de tendens, de hoge voedingswaarde van het melkeiwit sterker op de voorgrond te plaatsen. Verschillende onderzoeken zijn opgezet om zuiveltechnische redenen (kaasbereiding, uitbetaling van de melk), terwijl ook een wettelijk vastgesteld minimum voor het vvds-gehalte in een aantal landen oorzaak van de belangstelling is geweest. In een enkel land wordt de mogelijkheid van een selectie op het eiwitgehalte naar voren gebracht. Een uitbetalingssysteem waarbij tevens rekening gehouden wordt met het eiwitgehalte van de melk, wordt, voor zover bekend, nog in geen enkel land toegepast.

III EIGEN ONDERZOEK EN LITERATUUR.

HOOFDSTUK 1.

OPZET VAN DE PROEF.

In het begin van 1950 besloten het Friesch Rundvee-Stamboek en de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland gezamenlijk een oriënterend onderzoek in te stellen naar de variatie in het vvds-gehalte van de melk bij individuele koeien. De gemengde commissie, die verantwoordelijk was voor de opzet en de uitvoering van deze proef, bestond uit *Dr. E. T. Roelofs* en *Ir. H. G. A. Leignes Bakhoven* voor het F.R.S. en *Dr. L. C. Janse* en *H. Radema* voor de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland. Het proefmateriaal was samengesteld uit 5 groepen dochters van K.I.-stieren uit verschillende delen van de provincie. Het was nl. tevens de bedoeling een inzicht te verkrijgen omtrent de invloed van erfelijke factoren op het vetvrije-drogestof-gehalte van de melk. In totaal waren 94 koeien voor dit onderzoek aangewezen, waarvan 83 gedurende een volledige lactatieperiode onderzocht werden. De bepaling van het vet- en vvds-gehalte vond plaats aan de zuivelfabrieken, omdat het vervoer van de monsters uit verschillende delen van Friesland naar het laboratorium van de Bond te Leeuwarden vrij grote bezwaren met zich meebracht.

De commissie publiceerde het verslag van deze proef in 1953 ⁸⁸).

De resultaten van dit eerste onderzoek, o.a. dat het vvds-gehalte van de melk bij individuele koeien vrij belangrijk kan variëren, terwijl het verband tussen het vet- en vvds-gehalte niet sterk was, deed de commissie besluiten verdere proeven te nemen. Hierbij zou dan voornamelijk het belangrijkste gedeelte van de vvds, nl. het eiwit, nader bestudeerd worden.

Aangezien de fabriekslaboratoria zich niet lenen voor uitvoering van de Kjeldahl-methode, moesten de bepalingen van het eiwitgehalte centraal geschieden op het laboratorium van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland.

In mei 1952 werd een proef opgezet met 40 koeien, verspreid over het werkgebied van een 4-tal zuivelfabrieken. Elke 14 dagen werd een melkmonster genomen tijdens de normale proefmelkingen en opgestuurd naar het laboratorium van de Bond. Onder leiding van *Dr. L. C. Janse* werden de melkmonsters onderzocht op vet- en eiwitgehalte.

Reeds op grond van de voorlopige uitkomsten van deze „40

koeien-proef" ⁶⁶⁾ werd besloten het onderzoek op grote schaal voort te zetten. Het Boter- en Kaascontrôle station in Friesland verklaarde zich bereid in belangrijke mate dit onderzoek financieel te steunen.

De commissie, die met de opzet en de uitvoering van deze grote „eiwitproef" belast was (*Dr. L. C. Janse, Dr. E. T. Roelofs en Ir H. G. A. Leignes Bakhoven*) stelde zich ten doel de samenstelling van de melk zo volledig mogelijk te onderzoeken, waarbij vooral aan de vererving van het eiwitgehalte bijzondere aandacht geschonken zou worden. Om dit doel te bereiken was in overleg met *Prof. Dr. G. M. v. d. Plank* een 2-jarige proef geprojecteerd, waarbij in hoofdzaak groepen dochters van K.I.-stieren werden gebruikt. In eerste instantie wilde men 6 groepen van ca. 50 dochters van K.I.-stieren uit Giekerk nemen. Bovendien werd besloten alle koeien van twee stamboekbedrijven uit Jelsum in de proef te betrekken (ca. 60 koeien).

Het bleek al spoedig, dat het moeilijk was om zes dochtergroepen van 50 stuks te vinden, die na 1 januari 1953 afkalfden en die bovendien in het rayon van de zuivelfabriek Giekerk voorkwamen. Deze laatste beperking was gekozen, om de monsternamen en het vervoer van de monsters naar het centrale laboratorium eenvoudiger te kunnen regelen.

Uiteindelijk omvatte de proef voor het eerste jaar twee grote en vier kleine groepen nakomelingen van K.I.-stieren. Er werden in Giekerk 232 koeien gedurende een volledige lactatieperiode onderzocht. De twee bedrijven in Jelsum leverden elk 19 koeien met een volledige melklijst.

Bij de bewerking van de gegevens, welke werden verkregen gedurende het eerste jaar, bleek de wenselijkheid de volgende wijzigingen en aanvullingen in het vervolg van de proef aan te brengen:

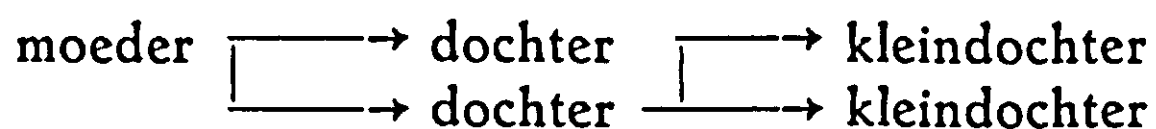
1. De zeer geringe variaties in de gemiddelde caseïne-/eiwitgehalteverhouding in de melk van individuele koeien en de zeer constante verhouding er van gedurende de lactatieperiode maken een verder onderzoek naar het caseïne-gehalte bij de voortzetting van de proef overbodig;
2. Het melksuikergehalte vertoont geen grote variaties. Het is verantwoord te volstaan met de reeds vrij talrijke gegevens van het eerste jaar;
3. De proef voor het tweede jaar als volgt op te zetten:
Giekerk.
 - a. Aanvulling van de kleine dochtergroepen tot een aantal van ca. 35 stuks;

- b. Op de stamboekbedrijven te Giekerk moeder/dochterparen in de proef te betrekken.

(Wanneer reeds 2 dochters van een koe onderzocht zijn in de dochtergroepen van de K.I.-stieren, dan levert het betrekken van de moeder in de proef, meteen nog twee moeder/dochtervergelijkingen op).

Jelsum.

- a. Voortzetting van het onderzoek van alle aanwezige koeien op de twee bedrijven. Men verkrijgt dan niet alleen opeenvolgende lijsten van dezelfde koeien, maar ook familiegroepen;
- b. Een uitbreiding van het onderzoek in Jelsum tot ca. 10 fokbedrijven. Op deze bedrijven worden alleen familiegroepen bij de proef betrokken, b.v.:



(In dit voorbeeld verkrijgt men dus met 5 koeien 4 moeder/dochtervergelijkingen uit één familiegroep. Bovendien zijn op deze bedrijven, die in een klein gebied liggen, vaak dezelfde stieren gebruikt, zodat men ook nog kans heeft om vergelijkbare dochtergroepen te verkrijgen).

In principe betekende deze opzet eigenlijk een aanvulling en een ombuiging van de oorspronkelijke proef. Op grond van berekeningen was gebleken, dat de bepaling van de erfelijkheidsgraad van een eigenschap niet eenvoudig kan worden gedaan met alleen dochterproeven (blz. 110).

Vanaf 1 oktober 1953 begon nu het tweede deel van de grote eiwitproef, terwijl het eerste deel voortgezet werd tot maart/april 1954, toen de laatste koeien drooggezet werden.

Vanaf 1 maart 1954 werden geen melkmonsters meer op caseïne- en lactosegehalte onderzocht. Er waren toen nog maar enkele koeien in de eerste proef, waarvan de lactatieperiode nog niet afgesloten was.

De „grote eiwitproef” werd beëindigd in het voorjaar van 1955, toen de koeien successievelijk drooggezet werden.

Alleen de beide eerste bedrijven in Jelsum werden voor het derde opeenvolgende jaar bij de proef betrokken tot april 1956.

a. Materiaal.

Na de meer globale omschrijving van de opzet van de proeven en de keuze van het materiaal volgt hier gedetailleerd de verdeling

van de groepen koeien. Deze gegevens hebben alleen betrekking op de „grote eiwitproef” vanaf januari 1953. Hierbij is een verdeling naar de beide gebieden gemaakt.

TABEL 1. Giekerk.

Naam v. de stier:	No.	Totaal aantal koeien	Normale lijsten (260-360 dg.)			Lijsten langer dan 360 dg.	Lijsten van 200-260 dg.	Enkele proefmelkingen	Kalf verworpen
			1953	1954	tot.				
Donald	30000	118	96	6	102	3	1	10	2
Manus	32290	75	60	5	65	6	1	3	—
Bûtenmoark Ster	36792	43	24	8	32	2	1	8	—
Kaatje's Sikkema	32781	41	17	18	35	1	3	1	1
Keres	35571	42	18	16	34	1	4	2	1
Camm. Tommy's Adema	35462	41	17	16	33	2	3	3	—
Aanvulling (M/D vergelijkingen)		40	—	29	29	3	2	6	—
Totaal		400	232	98	330	18	15	33	4

In Giekerk zijn in totaal 400 koeien bij de proef betrokken geweest, waarvan 330 met een normale lijst van 260—360 dagen. Er kwamen 18 koeien met een langere en 15 met een kortere lijst voor, terwijl 72 moeder/dochterparen verkregen werden.

TABEL 2. Jelsum.

Fokkers: No.	Aantal koeien	normale lijsten 260-360 dg.	Lijsten langer dan 360 dg.	Lijsten van 200-260 dg.	Enkele proefmelk.	Kalf verworpen	Aantal M/D
1	83	66	10	2	5	—	36
2	85	59	16	8	2	—	42
3	4	4	—	—	—	—	2
4	23	21	—	—	2	—	14
5	18	12	4	2	—	—	11
6	29	26	3	—	—	—	18
7	18	12	6	—	—	—	10
8	9	6	2	—	1	—	5
9	19	17	1	1	—	—	14
10	8	6	1	—	—	1	3
11	13	6	3	1	3	—	4
12	20	17	2	1	—	—	9
Totaal	329	252	48	15	13	1	166

In totaal waren er dus 329 koeien in Jelsum bij de eiwitproef betrokken, waarvan 252 met een normale lijst van 260—360 dagen en 48 met meer dagen. Hierbij bleken 166 vergelijkbare moeder/dochterparen aanwezig te zijn. Bovendien waren er 20 dochtergroepen van 5 en meer dieren.

Het gehele verwerkte cijfermateriaal heeft dus betrekking op 729 koeien, waarvan 582 met een normale lijst van 260—360 dagen en 66 met een volledige lijst met meer dan 360 dagen. In totaal zijn er 238 moeder/dochterparen, 6 grote groepen dochters van K.I.-stieren en 20 vrij kleine dochtergroepen van natuurlijk dekkende stieren bij de proef betrokken geweest.

b. Methoden van onderzoek.

Reeds de monsters van de z.g. „40 koeien-proef” werden op het laboratorium van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland onderzocht op vet- en eiwitgehalte. Het gehele verdere onderzoek is op dit laboratorium verricht onder leiding van *Dr. L. C. Janse*. In totaal werden hiervoor 16683 monsters onderzocht, waarvan 6547 volledig. Gedurende het eerste deel van de proef werd het melkmonster onderzocht op vet-, eiwit-, caseïne-, lactose- en vetvrije-drogestofgehalte. Bij de latere voortzetting verviel het caseïne- en lactose-onderzoek.

De monstername.

De monsternemer nam tijdens de gebruikelijke 14-daagse proefmelkingen twee extra monsters nl.:

1. een monster van 720 cc melk, geconserveerd met formaline. Dit was bestemd voor het onderzoek op soortelijk gewicht, vet-, eiwit- en lactose-gehalte;
2. een monster van 240 cc melk, geconserveerd met ammonium bichromaat voor de bepaling van het caseïne-gehalte. Bovendien werd hierin nogmaals het vetgehalte onderzocht om een extra contrôle op de monstername te hebben.

Scheikundig onderzoek.

De scheikundige bepalingen werden volgens de hierna te noemen standaard methoden verricht:

1. het vetgehalte volgens de Gerber-methode; (alle vetgehalte bepalingen werden in duplo uitgevoerd)
2. het eiwitgehalte volgens de Kjeldahl-methode ($N \times 6,38$); (op alle 40 bepalingen 10 in duplo)
3. het caseïne-gehalte volgens de methode Rowland (precipitatie met azijnzuur en Na-acetaat); ³⁰).
(Eveneens op elke 40 bepalingen 10 in duplo)

4. het lactosepercentage volgens de polarimetrische methode;
5. het gehalte aan vetvrije droge stof werd berekend uit het soortelijk gewicht bij 20° C volgens de formule:

$$\text{Vetvrije droge stof} = 0.23 \text{ Vet} + \frac{2.6 \times 100 (d^{20} - 0.9982)}{d^{20}}$$

$$d^{20} = \text{s.g. bij } 20^{\circ} \text{ C. (Normaalblad N 1616)}$$

c. Registratie en verwerking van de gegevens.

De melkcontroleur/monsternemer had de namen van de koeien, die voor de eiwitproef bemonsterd moesten worden, met rode inkt in zijn „zakboekje” geschreven. Na de monstername vulde hij de naam van de koe en de eigenaar in op een aan de fles bevestigde label. Bovendien werd het nummer van de gebruikte fles vastgelegd.

Na het eigen onderzoek zond de melkcontroleur een lijst op naar het stamboekkantoor, waarop de namen van de onderzochte koeien met de hoeveelheden morgen- en avondmelk en het gevonden vetgehalte voorkwamen. Ook eventuele bijzonderheden (tochtigheid enz.) werden hierop vermeld.

Na aankomst van de flessen op het laboratorium van de Bond werden de labels, voorzien van het analysenummer, opgezonden naar het stamboekkantoor, evenals de analyse-lijsten van de onderzochte monsters.

Uiteindelijk werden bij de Provinciale Melkcontrôle Dienst de gegevens over de melkproductie en de samenstelling van de melk op kaarten vastgelegd. Men kan deze kaarten vergelijken met uitgebreide melklijsten, waarop, naast de melkhoeveelheid en het vetgehalte, ook het caseïne-, eiwit-, vetvrije-drogestof- en lactosegehalte voorkomen. De berekening van de gemiddelde gehalten werd overeenkomstig de voorschriften voor de berekening van het vetgehalte uitgevoerd.

Bij de verwerking van de gegevens werd het cijfermateriaal, al naar gelang het doel waarvoor het gebruikt moest worden, gerangschikt. Dus:

1. voor de bestudering van de invloed van milieu-factoren, stadium van de lactatieperiode, variaties in de samenstelling bij opeenvolgende proefmelkingen, enz., zijn vnl. de uitkomsten van afzonderlijke proefmelkingen gebruikt;
2. voor de bestudering van de invloed van erfelijke factoren en de berekening van verschillende correlaties zijn vnl. de gegevens van de einduitkomsten van de melklijsten van individuele koeien gebruikt.

HOOFDSTUK 2.

DE LACTATIECURVE.

a. Algemeen.

Wanneer men in een grafiek de percentages van de melkbestanddelen of de hoeveelheid melk op achtereenvolgende proefmelkingen door punten aangeeft en deze met elkaar verbindt, ontstaat een lactatiecurve. Dit kan men doen voor individuele koeien, maar ook voor een groep koeien, door de gemiddelde gegevens van de eerste, tweede, derde, enz. proefmelkingen te nemen, waaruit dan een gemiddelde lactatiecurve ontstaat. Met behulp van deze curven kan men de variaties in de melkhoeveelheid en de samenstelling bestuderen.

De dagelijkse variaties in de melkproductie en de samenstelling van de melk worden door twee groepen factoren veroorzaakt:

1. door het stadium van de lactatie. Hierbij treedt een systematische verandering in de melkhoeveelheid en de melksamenstelling op;
2. door verschillen in voeding, tezamen met veranderingen in weersomstandigheden, ziekte en andere factoren, waardoor meer van dag tot dag fluctuaties in de productie voorkomen.

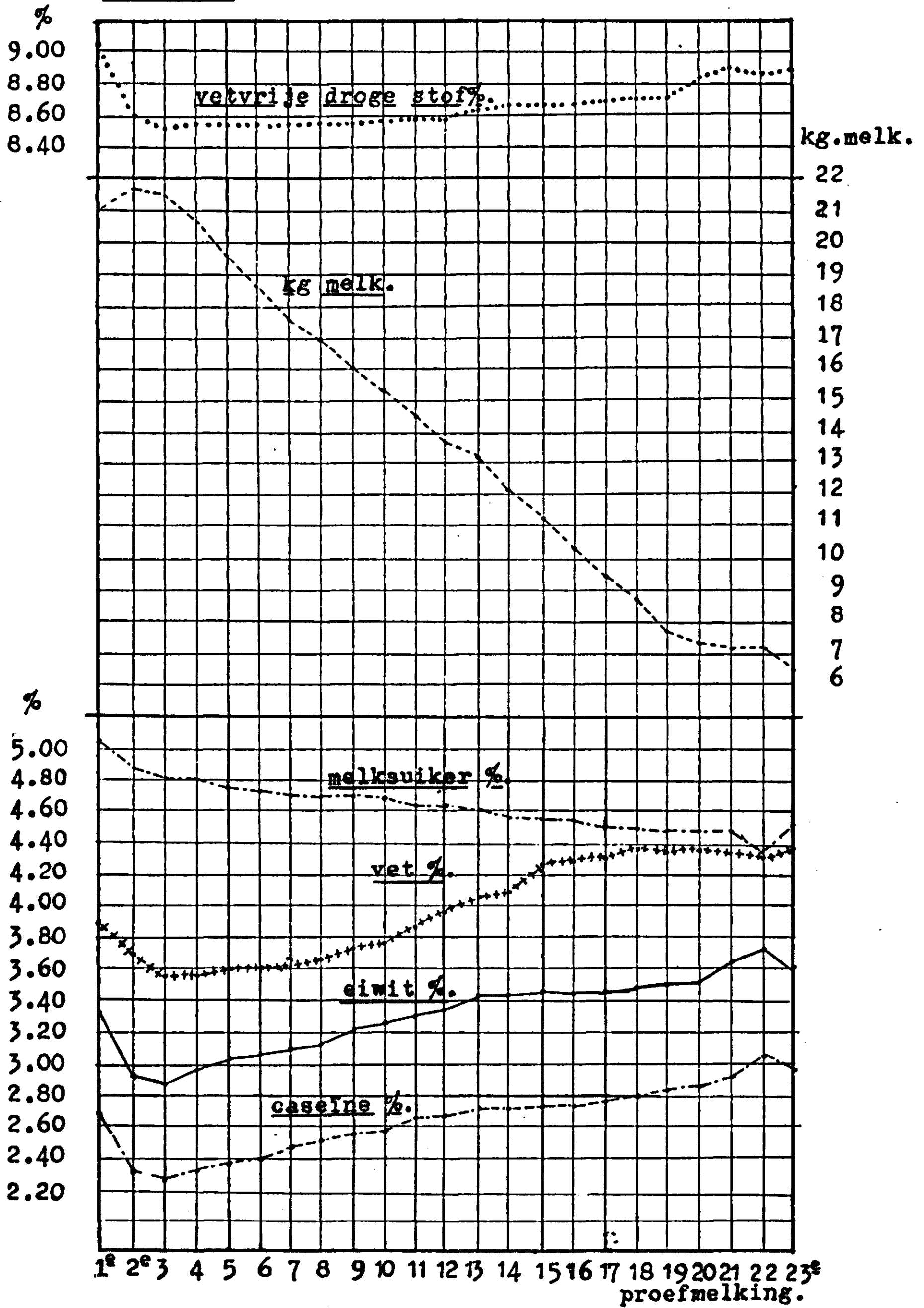
b. De invloed van het lactatiestadium.

Als studiemateriaal is de gemiddelde lactatiecurve van 111 dochters van Donald No. 30000 genomen. Dit waren alle dochters die in 1953 in Giekerk bij de proef betrokken waren. De koeien hebben afgekalfd in de periode januari—juni 1953, waarvan de meesten in maart en april. Zoals later nog zal blijken, heeft de tijd van afkalven invloed op het verloop van de lactatiecurve. Deze kalftijd kan evenwel als een gemiddelde voor de praktijk in Friesland aangenomen worden, zodat het materiaal in dit opzicht wel representatief is.

Door het grote aantal zijn de individuele variaties genivelleerd, wat blijkt uit de grote regelmaat in het verloop van de curven. Afgezien van de mogelijkheid, dat het verloop van de curven door de keuze van het materiaal (alleen halfzusters), iets beïnvloed kan zijn, verkrijgt men toch een duidelijk beeld van de invloed van het lactatiestadium.

Gemiddelde lactatie-curve van 111 dochters van DONALD no. 30000

Grafiek 1.



GRAFIEK I.

Gemiddelde lactatiecurve van 111 dochters van Donald No. 30000 F.R.S.

Korte beschrijving.

1. De melkhoeveelheid.

Men vindt ongeveer $3\frac{1}{2}$ week na het afkalven een top in de melkproductie, waarna een regelmatige daling inzet tot het einde van de lactatieperiode.

2. Het vetpercentage.

Het vetpercentage daalt de eerste 6 weken van 3.88 % tot 3.56 % (ca. 0.3 %). Hierna zet een langzame stijging in, die later vrij sterk toeneemt. Tegen het einde van de lactatieperiode wordt het hoogste vetgehalte bereikt (ca. 4.40 %).

3. Het eiwitpercentage.

Bij de eerste proefmelking is dit hoog (3.35 %). Na een snelle daling, vooral na de eerste proefmelking, volgt ca. 6 weken na het afkalven een minimum (2.89 %). Hierna volgt een regelmatige stijging tot het einde van de lactatieperiode (ca. 3.65 %). Deze stijging is vooral in het laatste gedeelte van de lactatieperiode minder sterk dan bij het vetgehalte.

4. Het caseïnepercentage.

Gedurende de gehele lactatieperiode vindt men een verloop, parallel aan dat van de eiwitcurve.

5. Het lactosepercentage.

Hier treft men een regelmatige daling aan gedurende de gehele lactatieperiode van 5 tot ca. 4.45 %.

6. Het vetvrije-drogestof-percentage.

Deze curve weerspiegelt de som van de invloeden van het eiwit- en lactosepercentage. Na een snelle daling na de eerste proefmelking wordt een minimum gevonden bij ca. 6 weken (8.50 %). Hierna treedt een zeer regelmatige en langzame stijging op tot ca. 8.85 %. De variaties in het eiwitgehalte blijken een groter invloed te hebben dan die van het lactosegehalte.

Opgemerkt kan worden, dat het vetpercentage, maar ook het eiwit- en vvd's-percentage gedurende het allerlaatste deel van de lactatie gemiddeld iets sterker stijgen dan hier is aangegeven. Dit vlakke verloop moet toegeschreven worden aan het feit, dat na de

22e proefmelking nog een aantal dieren in lactatie bleven. De kleine daling van het eiwitgehalte bij de 23e proefmelking zal waarschijnlijk ook hieraan toegeschreven moeten worden.

Over het algemeen blijken onze gegevens goed in overeenstemming te zijn met die in de literatuur. Ook daar vindt men b.v. een minimum in het eiwit- en vetvrije drogestof gehalte ca. 6 weken na afkalven o.a. (*Waite c.s.* 151), *Comberg* 30) en *Jarrige* 68).

De literatuurgegevens berusten soms op vrij kleine groepen. Ook wordt niet altijd de afkalfdatum en stal- of weideperiode genoemd. In onderdelen zijn er dan ook wel eens verschillen.

Winzenried 153) vond b.v. bij een groep van 14 paren eeneïge tweelingen een plotselinge stijging in het melksuikergehalte van ca. 0.6 % in de tiende en elfde maand van de lactatie, waarvoor bij ons materiaal geen enkele aanwijzing bestond.

c. Het verband tussen de melkbestanddelen.

Vele onderzoekers hebben het verband berekend, dat er tussen de verschillende melkbestanddelen onderling en de melkhoeveelheid bestaat. Wanneer men dit doet aan de hand van de gegevens van mengmelkmonsters of melkmonsters van individuele koeien, is dit o.a. uit een zuivel-technisch oogpunt interessant. Deze correlaties geven grotendeels het fysiologisch verband aan. Hieruit kunnen geen betrouwbare conclusies ten aanzien van een erfelijk verband getrokken worden. Uit het literatuur-onderzoek is gebleken, dat hier niet altijd voldoende rekening mee gehouden is. Ook *Willems* en *van Schoubroek* 152) hebben hierop gewezen.

Het heeft dan ook weinig nut deze berekeningen voor een erfelijkheidsonderzoek uit te voeren. Uit het verloop van de curven van grafiek I laat zich wel afleiden welke correlaties er gevonden worden.

Bij een berekening vindt men over het algemeen een positieve correlatie tussen vet/eiwit, vet/vvds, eiwit/vvds en een kleine positieve correlatie tussen melk/lactose. Een negatieve correlatie vindt men tussen melk/vet, melk/eiwit en melk/vvds, terwijl ook tussen vet/lactose en eiwit/lactose een kleine negatieve correlatie gevonden wordt.

d. De eiwit-/vetgehalte verhouding gedurende de lactatieperiode.

Als uitgangsmateriaal is de gemiddelde lactatiecurve van grafiek 1 genomen. De volgende eiwit-/vetgehalte verhouding gedurende de lactatieperiode werd gevonden:

TABEL 3.

proefmelking	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
eiwit-/vetgehalte verhouding	0.86	0.80	0.81	0.84	0.84	0.85	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
vervolg	0.84	0.84	0.83	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.82	0.84	0.83	

De eiwit-/vetgehalte verhouding blijkt gedurende de lactatieperiode niet constant te zijn. In het begin van de lactatieperiode daalt het eiwitgehalte in verhouding tot het vetgehalte sneller (0.86 tot 0.80). Daarna neemt de eiwit-/vetgehalte verhouding weer toe, om dan gedurende het grootste gedeelte van de lactatieperiode vrij constant te blijven (in dit geval ca. 0.85). In het laatste deel van de lactatie daalt de verhouding weer tot ca. 0.80. Hier blijkt dus ook, dat de stijging van het vetgehalte tegen het einde van de lactatieperiode in verhouding groter is dan die van het eiwitgehalte.

e. De caseïne-/eiwitgehalte verhouding gedurende de lactatieperiode.

Hier is dezelfde methode gevolgd als bij de eiwit-/vetgehalte verhouding.

TABEL 4.

proefmelking	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
caseïne-/eiwit- gehalte verhouding	0.79	0.80	0.79	0.79	0.79	0.78	0.79	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
vervolg	0.79	0.80	0.80	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.83	0.83	

De caseïne-/eiwitgehalte verhouding blijft gedurende de lactatieperiode tot aan de 19e proefmelking zeer constant en schommelt van 0.78—0.80. De beide laatste cijfers zijn door het geringe aantal dieren minder betrouwbaar, terwijl mogelijk het opstallen van de dieren ook een rol gespeeld kan hebben. Over het algemeen verloopt de caseïnegehaltecurve dus parallel met die van het eiwitgehalte.

f. Het berekende aspercentage gedurende de lactatieperiode.

Het aspercentage werd berekend door van het vvds-gehalte, het eiwit- en suikergehalte af te trekken: $as = (vvds - (eiwit + suiker))$.

Bij hetzelfde uitgangsmateriaal, nl. de gemiddelde lactatiecurve van 111 koeien, werd het volgende resultaat verkregen:

TABEL 5.

proefmelking	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
aspercentage	0.69	0.81	0.83	0.77	0.78	0.76	0.74	0.73	0.69	0.70	0.67	0.65
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
vervolg	0.66	0.68	0.68	0.69	0.71	0.74	0.71	0.73	0.73	0.75	0.84	

Het berekende aspercentage variëert slechts weinig gedurende de lactatieperiode. Na de tweede en derde proefmelking neemt het af van ca. 0.82 % tot ca. 0.65 % bij de 12e proefmelking. Hierna neemt het weer geleidelijk iets toe, vooral tegen het einde van de lactatieperiode.

Het aspercentage van 0.69 % bij de eerste proefmelking is, ook gezien de literatuur gegevens, te laag, wat misschien ook nog geldt voor de 2e proefmelking. Biestmelk bezit nl. een aspercentage van ca. 1 % en het is niet aan te nemen, dat na de biestperiode eerst enige tijd melk geproduceerd zou worden met een abnormaal laag asgehalte. Waarschijnlijk moeten deze lage waarden toegeschreven worden aan „berekenningsfouten”, omdat vrij zeker zowel de formule voor het berekenen van het vvds-gehalte uit het s.g., als de omrekeningsfactor ($N \times 6.38$) van de Kjeldahl-methode bij de eiwitbepaling, niet geheel juist zijn.

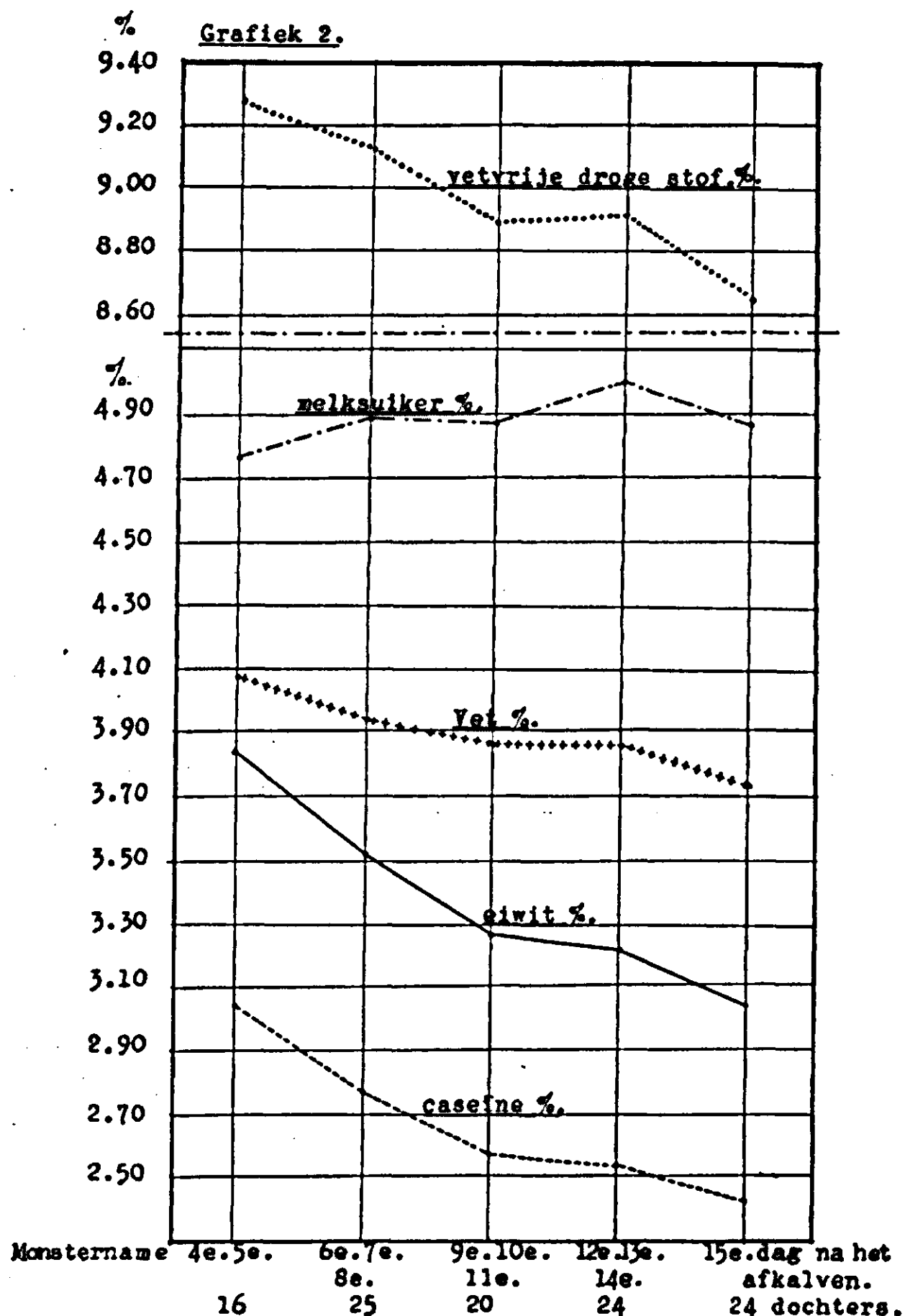
g. De overgang van biest naar normale melk.

Men kan zich afvragen of de samenstelling van de melk bij de eerste proefmelking, die op zijn vroegst op de vierde dag na het afkalven valt, reeds normaal is. Vooral ten aanzien van het eiwitgehalte is dit wel van belang, want uit literatuurgegevens is bekend, dat de biestmelk een zeer hoog eiwitgehalte bezit, waarbij het albumine- en globulinegehalte sterk op de voorgrond treden.

De eerste proefmelking valt volgens de voorschriften van de melkcontrôle op de 4e tot 18e dag na het afkalven. Wij hebben nu het gemiddelde vet-, eiwit-, caseïne-, melksuiker- en vvds-gehalte berekend voor de groepen dochters van Donald, waarbij de eerste proefmelking op de 4e-5e, 6e t/m 8e, 9e t/m 11e, 12e t/m 14e en 15e t/m 18e dag na afkalven viel.

Het was juister geweest, als een bepaalde groep koeien elke dag bemonsterd was om een gemiddeld verloop van de samenstelling van de melk te verkrijgen. Hier zijn evenwel groepen dochters van 1 stier genomen uit hetzelfde gebied. Ook met dit materiaal kan men een zeker inzicht verkrijgen in de veranderingen van de samenstelling, die in deze periode optreden.

De overgang van biest naar normale melk.



GRAFIEK 2.

De overgang van biest naar normale melk.

Uit deze grafiek blijkt duidelijk, dat vooral het eiwit- en caseïnepercentage op de 4e en 5e dag na het afkalven nog zeer hoog zijn. In deze korte periode daalt het eiwitgehalte b.v. van 3.82 % tot 3.04 %.

Het is opmerkelijk, dat de caseïne-/eiwitgehalte verhouding resp. 0.80, 0.79, 0.79, 0.80 en 0.80 bedraagt. Dit zijn dezelfde waarden die bij het verdere verloop van de lactatie gevonden worden. Uit deze gegevens zou men dus kunnen afleiden, dat de samenstelling van het eiwit in deze periode reeds als normaal beschouwd moet worden.

Bij het vetgehalte wordt ook een zekere daling gevonden, maar veel kleiner dan die van het eiwitgehalte.

Het melksuikerpercentage neemt in deze periode met ca. 0.2 % toe.

Het berekende aspercentage van resp. 0.68, 0.71, 0.76, 0.72 en 0.73 blijkt hier ook weer te laag te zijn in vergelijking tot de 2e en volgende proefmelkingen.

Dit materiaal geeft ook nog een praktische aanwijzing voor een eventueel onderzoek op eiwitgehalte. Zoals hierna nog zal blijken, wordt t.o.v. het eiwitgehalte een even zuiver beeld verkregen bij een vierweekse contrôle, als bij het vetgehalte bij een tweeweekse contrôle.

Om te voorkomen, dat juist deze eerste proefmelking een storende invloed zal hebben op de vergelijkbaarheid van het gemiddelde eiwitpercentage, zou besloten kunnen worden het eerste monster voor het eiwitgehalte op de tweede proefmelking te nemen. Op deze manier zou het eiwitgehalte dus alleen op de even proefmelkingen bepaald worden. Hiermee zouden dan iets betrouwbaarder cijfers verkregen worden (zie opmerking 2 blz. 40).

h. Enkele bijzondere factoren die de samenstelling van de melk beïnvloeden.

Voordat meer in het algemeen de variaties in de samenstelling van de melk bij opeenvolgende proefmelkingen worden nagegaan, volgen hier eerst enige opmerkingen over de variaties veroorzaakt door enkele speciale factoren.

Algemeen bekend is, (*Johansson c.s.* ⁷³), dat de eerste melkstralen een zeer laag vetgehalte bezitten, terwijl de laatste melk van de koe een zeer hoog vetpercentage bevat. Tijdens het melken verandert dus het vetgehalte van de melk belangrijk.

Om ditzelfde verschijnsel te onderzoeken voor het eiwitgehalte, zijn tijdens de proef, bij 27 koeien melkmonsters genomen van de eerste en de laatste melk.

TABEL 6.

	eerste melk (ca. ½ l.)	laatste melk (ca. ½ l.)
gem. vetgehalte	1.81	5.50
gem. eiwitgehalte	3.49	3.33
gem. eiwitgehalte vetvrije melk	3.55	3.52

Indien men met de absolute eiwitgehaltenes rekent, dan is het eiwitgehalte van de laatste vetrijke melk iets lager dan van de eerste vetarme melk, maar berekend als percentage van de vetvrije melk, dan is het eiwitgehalte zeer constant gedurende het melken. Het vetgehalte varieert zeer sterk, nl. van 1.81 % bij het begin van het melken tot 5.50 % bij de laatste melk. *Hansson c.s.* 51) kwamen tot soortgelijke resultaten.

Het ligt voor de hand dat bij onvolledig uitmelken, of wanneer de koe de laatste melk "ophoudt", een gemiddeld lager vetpercentage gevonden wordt, maar een normaal eiwitgehalte.

Een overeenkomstig beeld ziet men optreden bij vergelijking van de morgen- en avondmelk. Over het algemeen is het in de praktijk zo, dat de tussenmelktijd voor de morgenmelk langer is dan die voor de avondmelk. De melkplas is dan 's morgens groter maar bezit een lager vetgehalte en 's avonds kleiner met een hoger vetgehalte. Het eiwitgehalte is hierbij slechts zeer weinig hoger bij de avondmelk.

De volgende gemiddelde gegevens van 10 druppelmengmelkmonsters van een week, bepaald bij een 30-tal zuivelfabrieken in Friesland tonen dit aan (dus ca. 300 waarnemingen). (Voorlopige resultaten van een onderzoek van de Bond van Coöp. Zuivelfabr. in Friesl. gedurende 1956).

TABEL 7.

	gem. vet- gehalte	gem. eiwit- gehalte	verhouding eiwit/vet
morgenmelk	3.71	3.22	0.87
avondmelk	4.02	3.25	0.81
gem. verschil	0.31	0.03	

Tussen de fabrieken onderling bestaan, volgens dezelfde gegevens, ten aanzien van de eiwit-/vetgehalte verhoudingen nog zeer opmerkelijke verschillen, wat uit de volgende tabel blijkt (elk gemiddelde berust op 10 waarnemingen van druppel mengmelkmonsters).

TABEL 8.

	fabriek A			fabriek B		
	vet %	eiwit %	eiwit/vet	vet %	eiwit %	eiwit/vet
morgenmelk	3.85	3.22	0.84	3.65	3.18	0.87
avondmelk	4.20	3.28	0.78	3.76	3.22	0.86
gem. verschil	0.35	0.06		0.11	0.04	

Fabriek A. met een hoger gemiddeld vetgehalte ontvangt melk met een eiwitgehalte dat maar nauwelijks hoger ligt dan van fabriek B. De eiwit-/vetgehalte verhouding ligt belangrijk ongunstiger bij fabriek A.

Wisselende weersinvloeden, enz. zijn volgens *Hansson c.s.* 51) ook factoren, die groter invloed op de dagelijkse schommelingen van het vetgehalte hebben, dan op die van de andere melkbestanddelen.

Invloed van de tochtigheid.

Wanneer tijdens de proefmelking een koe tochtig is, kunnen vergeleken met een normale proefmelking, grote verschillen in melkgift en vetgehalte verkregen worden. Hierbij zijn grote individuele verschillen mogelijk. Het komt b.v. dikwijls voor, dat de koe bij tochtigheid een gedeelte van de melk niet geeft. Het resultaat is dan natuurlijk een kleine melkgift, met soms een lager vetgehalte. Bij de volgende melking kan de koe ook nog tochtigheidsverschijnselen vertonen, maar laat nu b.v. haar melk wel schieten. In dit geval kan zelfs een grotere hoeveelheid melk met een hoger vetgehalte dan normaal verkregen worden. Het is dus vooraf niet te zeggen welke invloed tochtigheid op de melkplas en het vetgehalte van een proefmelking zal hebben; dit hangt van de bijzondere individuele reacties af.

De volgende tabel geeft een inzicht op de gemiddelde invloed van tochtigheid tijdens de proefmelking (dit is nagegaan bij 40 koeien).

TABEL 9.

	normale proefmelking voor de tochtigheid	tochtig tijdens proefm.	normale proefmelking na de tochtigheid
gem. melkhoeveelheid	17.4	15.9	17.—
gem. vetgehalte	3.65	3.84	3.83
gem. eiwitgehalte	2.99	2.98	3.05

De gegevens wijzen in de richting, dat de melkhoeveelheid gemiddeld dus lager is, maar dat de samenstelling van de melk gemiddeld geen grote afwijkingen laat zien.

De gegevens van de afzonderlijke proefmelkingen vertoonden zeer grote variaties ten aanzien van melkgift en vetgehalte, waarbij het eiwitgehalte normaal bleef.

Dit is opnieuw een bevestiging van het verschijnsel, dat het vetgehalte grotere variaties ondergaat dan het eiwitgehalte.

Invloed van kalfverwerpen.

Het is in de praktijk vaak gebleken dat voortijdig afkalven een zeer sterke invloed heeft op de melkproductie en de samenstelling van de melk in de volgende lactatieperiode. Meestal is de melkgift sterk verlaagd, maar het vetgehalte sterk verhoogd.

Dit hangt ook weer van de individuele omstandigheden af. In de praktijk vindt men meestal de grootste afwijkingen als de koe het kalf verwerpt, wanneer ze nog maar pas drooggezet is.

Het volgende voorbeeld demonstreert duidelijk dat niet alleen het gemiddelde vetgehalte zeer hoog kan zijn, maar dat ook de verdere samenstelling van de melk abnormaal is.

Productie kalf-verwerper: 1611 kg melk, 5.33 % vet, 4.69 % eiwit, 9.86 % vvds, berekend melksuikerpercentage 4.45 % in 246 dagen.

Bij vier normale lijsten had dezelfde koe gemiddeld 4 % vet en een melkproductie van ca. 5000 kg.

Wij vinden dus naast een abnormaal lage melkgift en een hoog vetgehalte, ook een zeer hoog eiwitgehalte. Het berekende lactosepercentage is echter weer laag.

Het hier aangehaalde voorbeeld is wel een extreem geval, maar gewoonlijk heeft een lijst van een koe die verworpen heeft, als vergelijkingsmateriaal, niet veel waarde.

Hansson ⁴⁸⁾ beschreef een dergelijk geval met soortgelijke uitkomsten.

i. Kan voor het bepalen van het gemiddelde eiwitgehalte met een vierweekse contrôle worden volstaan?

Bovenstaande vraag is zeer belangrijk in verband met een eventueel onderzoek op eiwitgehalte van de melk bij individuele koeien. Een bevestigend antwoord zou betekenen dat de kosten ten opzichte van een tweeweekse contrôle tot de helft teruggebracht kunnen worden.

In het voorgaande hebben wij enkele factoren besproken, die de samenstelling van de melk beïnvloeden. Hierbij is nog geen aandacht besteed aan de eventuele invloeden van de voeding, die naderhand nog besproken worden.

Om nu in het algemeen de variaties in de samenstelling van de melk bij individuele koeien te bestuderen, hebben wij nagegaan de verschillen in vet- en eiwitgehalte bij twee opeenvolgende proefmelkingen. Hierbij zijn twee steekproeven genomen:

1. de verschillen in vet- en eiwitpercentage bij twee opeenvolgende proefmelkingen in juli, dus in de zomerperiode;

2. dezelfde verschillen in een winterperiode (november—december).

TABEL 10

	Zomerperiode	Winterperiode
Aantal paren opeenvolgende monsters	170	163
Gemiddeld verschil vetgehalte \bar{v}	+ 0.046	+ 0.007
„Variance” σ^2v vet	0.181	0.237
Gemiddeld verschil eiwitgehalte \bar{v}	+ 0.011	+ 0.002
„Variance” σ^2v eiwit	0.034	0.085
Verhouding „Variance” $\frac{\sigma^2v \text{ vet}}{\sigma^2v \text{ eiwit}}$	5.25	2.78

Beide perioden zijn zo gekozen, dat het gemiddelde verschil in vet- en eiwitgehalte van de twee opeenvolgende proefmelkingen zeer klein is. Het blijkt overduidelijk, dat de spreiding van de toevallige verschillen bij het vetgehalte belangrijk groter zijn dan bij het eiwitgehalte. In de winterperiode (in het algemeen ook tegen het einde van de lactatieperiode) is de spreiding van de verschillen, zowel bij het vet- als ook bij het eiwitgehalte, groter dan in de zomerperiode.

Wat dan de verhouding tussen de spreiding van de verschillen in het vet- en eiwitgehalte betreft, deze zijn resp. 5.25 (in de zomer) en 2.78 (in de winter) maal zo groot als die in het eiwitgehalte.

Theoretisch zou men kunnen volstaan met het $1/5.25$ en het $1/2.78$ deel van het aantal waarnemingen om een even nauwkeurige schatting voor het gemiddelde eiwitgehalte te verkrijgen als bij het vetgehalte.

Dit is wel iets eenvoudig voorgesteld, omdat de vet- en eiwitcurven geen rechte lijnen zijn. Bovendien zijn de verschillen in het eiwitgehalte b.v. groter bij de overgang van stal naar weide.

Maar toch is het wel verantwoord met de helft van het aantal waarnemingen te volstaan en het eiwitgehalte één keer in de vier weken te onderzoeken.

Hansson c.s. ⁵¹⁾ kwamen ook tot de conclusie, dat een onderzoek om de 6 weken voor het eiwitgehalte dezelfde nauwkeurigheid zou geven als die voor het vetgehalte om de drie weken.

De variaties van het melksuikergehalte bleken bij onze gegevens over het algemeen nog kleiner te zijn dan die van het eiwitgehalte.

Aan de hand van 100 volledige melklijsten is nu nagegaan wat het effect zou zijn op de gemiddelde uitkomsten, indien men om de vier weken een monster genomen had.

Van iedere tweeweekse melklijst zijn twee vierweekse melklijsten gemaakt ,door een „A”-lijst samen te stellen van de oneven proefmelkingen en een „B”-lijst van de even proefmelkingen.

Van deze A- en B-lijsten is de totale melkopbrengst en het gemiddelde vet-, eiwit- en vvds-gehalte berekend. Bij deze vergelijking is uitgegaan van hetzelfde aantal dagen als de oorspronkelijke tweeweekse melklijst.

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde uitkomsten van de 100 melklijsten vergeleken.

TABEL 11.

	originele melklijsten	vierweekse A-lijsten	vierweekse B-lijsten
gem. melkhoeveelheid	4742	4774	4707
gem. vetgehalte	4.14	4.15	4.14
gem. eiwitgehalte	3.34	3.36	3.33
gem. vvds-gehalte	8.80	8.82	8.78

De verschillen tussen de A- en B-lijsten zijn slechts gering t.a.v. het vet-, eiwit- en vvds-gehalte. De gemiddelde melkhoeveelheid van de A-lijsten ligt iets hoger dan van de B-lijsten.

Verder zijn berekend de gemiddelde verschillen van de A- en de B-lijsten met de originele lijsten. De + en — tekens zijn hierbij verwaarloosd.

TABEL 12.

	orig. lijst	gem. verschil A-lijst		gem. verschil B-lijst	
		absoluut	procent	absoluut	procent
kg melk	4742	75.17	1.59	78.24	1.65
% vet	4.14	0.0548	1.32	0.0585	1.41
% eiwit	3.34	0.0275	0.82	0.0290	0.87
% vvds	8.80	0.0279	0.32	0.0287	0.33

In procenten uitgedrukt zijn de gemiddelde verschillen bij het vvds-gehalte het kleinst, daarna volgt het eiwitgehalte. De gemiddelde verschillen bij het vetgehalte zijn groter evenals die van de melkhoeveelheid.

Werkt men dit nog verder uit, door de individuele procentuele afwijkingen van de A- en B-lijsten t.o.v. de originele melklijsten te plaatsen, dan verkrijgt men de volgende tabel:

TABEL 13.

afwij- kingen in %	melk			% vet			% eiwit			% vvds		
	A	B	tot.	A	B	tot.	A	B	tot.	A	B	tot.
+ 5 — 6½	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+ 3½ — 5	7	1	8	1	1	2	—	1	1	2	—	2
+ 2 — 3½	13	2	15	11	12	23	5	1	6	—	—	—
+ ½ — 2	31	25	56	28	20	48	44	17	61	18	2	20
+ ½ tot — ½	17	18	35	25	22	47	33	27	60	77	78	155
— ½ — 2	26	35	61	20	32	52	17	50	67	3	20	23
— 2 — 3½	2	10	12	13	11	24	1	4	5	—	—	—
— 3½ — 5	2	7	9	2	2	4	—	—	—	—	—	—
— 5 — 6½	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
totaal	100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200

Uit deze tabel blijkt zeer duidelijk de verhouding van de aantallen afwijkingen in de procentenklassen voor vvds-, eiwit-, vetgehalte en melkhoeveelheid.

De conclusie van dit onderzoek mag dan ook zijn, dat voor koeien, welke volgens de tweeweekse contrôle worden gecontroleerd, de eiwitbepaling wel één keer in de vier weken kan plaats vinden om een voldoende nauwkeurige selectiebasis te krijgen.

Opmerkingen:

1. De gemiddelden, welke bij de tweeweekse melklijsten gevonden worden, zijn natuurlijk geen absolute waarden. Ten opzichte van de absolute waarden hebben deze gemiddelden nl. ook weer afwijkingen.
2. Bij het onderzoek naar de samenstelling van de melk bij de eerste proefmelking is aanbevolen (blz. 33) deze proefmelking bij een eventueel eiwit-onderzoek uit te sluiten, door systematisch de even-proefmelkingen te nemen.

In tabel 11 hebben wij gezien dat, vergeleken met de tweeweekse contrôle, gemiddeld 0.02 % lager eiwitgehalte verkregen zou worden. Dit is geen verschil dat voor de praktijk van betekenis is,

maar wel kunnen bij individuele koeien vrij belangrijke toevallige verschillen voorkomen worden.

Toch is het geen praktische oplossing om alleen op de even proefmelkingen monsters voor het eiwitgehalte onderzoek te nemen, omdat dan iedere 2 weken de helft van de koeien onderzocht moet worden. Beter is, éénmaal in de 4 weken alle koeien van het bedrijf bij het onderzoek te betrekken, waarbij eventueel bepaald zou kunnen worden, dat de eerste proefmelking niet vóór de 8e dag na afkalven mag vallen.

HOOFDSTUK 3.

MILIEUFACTOREN, VAN INVLOED OP HET VERLOOP VAN DE LACTATIECURVEN VAN VET-, EIWIT- EN MELKSUIKERGEHALTE.

a. Seizoens- en voedingsinvloeden op het eiwitgehalte.

In het voorgaande hoofdstuk is de gemiddelde lactatiecurve van 111 dochters van de stier Donald besproken. Het verloop van de curven was zeer regelmatig, omdat het grote aantal koeien de individuele schommelingen goed nivelleerde. Bij de bespreking is naar voren gebracht, dat de koeien afkaldden in de periode januari tot juni van 1953, waarvan de meesten in maart en april. In Friesland komt de gemiddelde kalftijd hier goed mee overeen, zodat in dit opzicht de curven representatief genoemd kunnen worden.

Door deze spreiding in de kalftijd komen in deze gemiddelde lactatiecurve de seizoens- en voedingsinvloeden niet naar voren, wat voor het nagaan van het normale lactatie-verloop trouwens niet gewenst zou zijn.

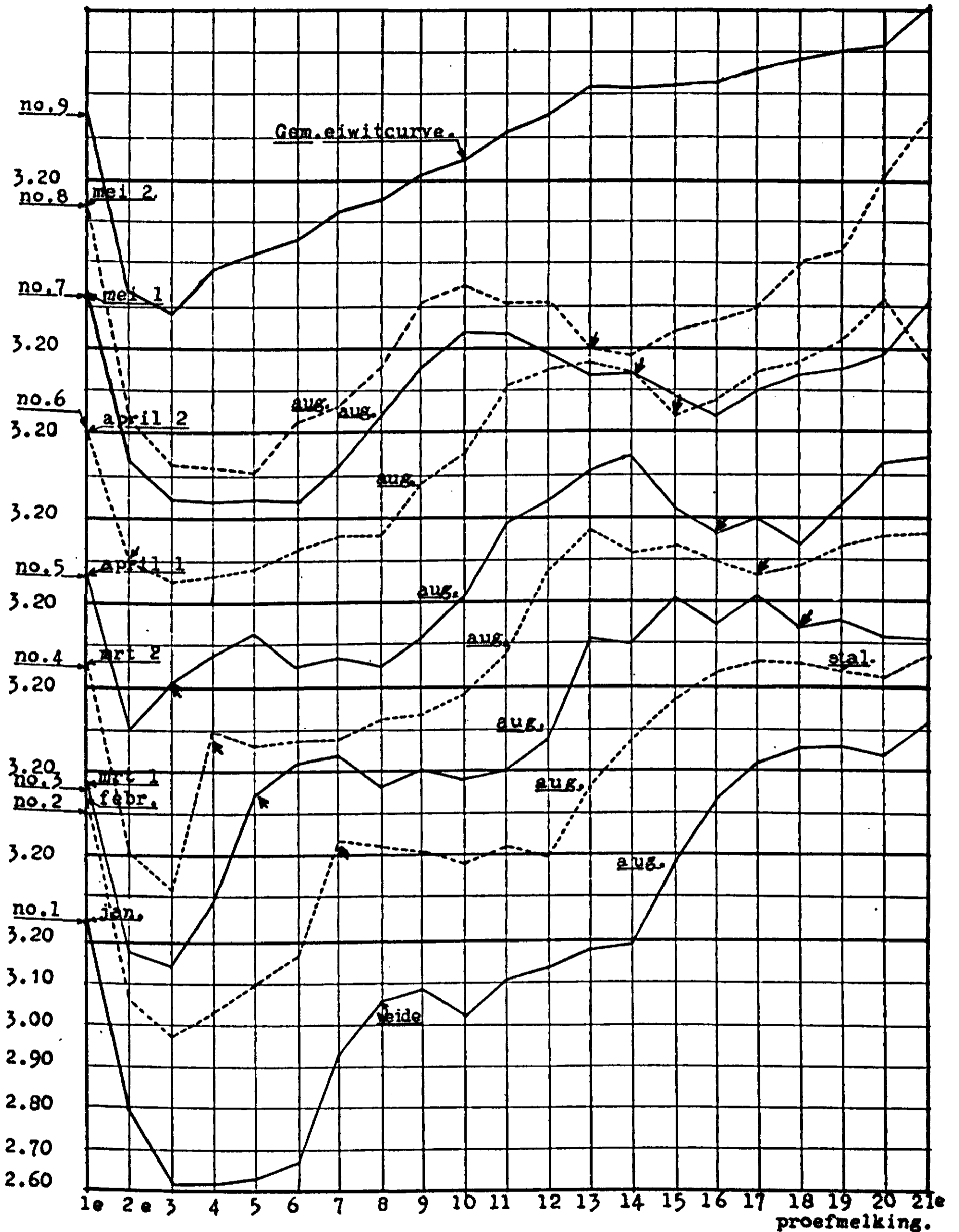
Er zijn echter wel degelijk seizoens- en voedingsinvloeden, die op het eiwitgehalte van de melk inwerken. Om deze op de voorgrond te laten treden hebben wij de gemiddelde eiwitcurve ontleed en wel in gemiddelde eiwitcurven van groepen koeien, die in dezelfde periode afgekald hadden. Om nog enigszins nauwkeuriger een bepaalde invloed naar voren te laten komen, zijn wij hierbij uitgegaan van de datum van de eerste proefmelking. Op grond hiervan werden 8 groepen gevormd. Voor de maanden januari en februari elk één groep en voor maart, april en mei elk twee, waarbij de maand in een eerste en tweede helft verdeeld werd. Door de regelmatige 14-daagse contrôle vallen de volgende proefmelkingen in dezelfde periode, zodat de seizoensinvloeden op hetzelfde tijdstip op de eiwitcurve inwerken.

Als uitgangsmateriaal zijn dus weer dezelfde 111 dochters van Donald gebruikt en wel om de volgende redenen:

1. De gemiddelde lactatiecurve van deze groep was reeds getekend, zodat bij een ontleding gezien kan worden in hoeverre de curve van de ondergroep hiervan afwijkt;
2. De dochters van Donald kwamen op verschillende bedrijven voor, zodat men hierdoor ook een vrij goed gemiddelde van de bijzondere milieu-invloeden verkrijgt.

Invloed van het seizoen op de gemiddelde eiwitgehaltecurve.

% Grafiek 3.



GRAFIEK 3.

Invloed van het seizoen op de gemiddelde eiwitgehaltecurve.

Er zijn geen dochters van andere stieren uit Giekerk bij deze vergelijking betrokken, omdat een kleine kans bestaat, dat door erfelijke factoren het verloop van de curven beïnvloed zou worden.

Bij grafiek 3 op blz. 43, over de invloed van het seizoen op de gemiddelde eiwitgehaltecurve, moeten de volgende opmerkingen worden gemaakt: Om te voorkomen, dat de eiwitcurven te veel door elkaar heen zouden lopen, is hier een enigszins ongebruikelijke methode gevolgd bij het samenstellen. Horizontaal zijn de proefmelkingen en verticaal is het eiwitpercentage uitgezet, echter met dien verstande, dat elke volgende curve 0.2 % omhoog geschoven is. Het eiwitgehalte van 3.20 % is telkens aangegeven. Onderaan de grafiek is begonnen met de januari groep, terwijl bovenaan de gemiddelde eiwitcurve van alle dochters getekend is. De overgang van stal naar weide, de maand augustus en de tijd dat de koeien weer gestald werden, zijn bij de curven aangegeven.

Uit het verloop van de curven zijn de volgende conclusies te trekken:

1. de overgang van stal naar weide heeft een sterk verhogende invloed op het eiwitgehalte. Hoe groot de stijging, uitgedrukt in procenten, zal zijn, hangt evenwel in vrij sterke mate van het stadium van de lactatie af. Vinden wij bij de curven No. 1 t/m 4 een stijging van ca. 0.3—0.4 %, bij curve No. 5 is dat nog slechts 0.1 %, terwijl bij No. 6 alleen het van nature aanwezige lactatie-minimum afgezwakt wordt. De verschillen in het verloop van het eerste gedeelte van de curven No. 1 t/m 6 geven een zeer duidelijk beeld van de invloed, die de factor „overgang stal naar weide” op het eiwitgehalte heeft.
(Omdat de eerste proefmelking in dit verband geen verdere aanwijzingen geeft, is deze buiten beschouwing gelaten);

2. de zomerperiode (de maanden juni, juli en begin augustus) heeft een verlagende invloed op het eiwitgehalte.
De curven No. 2 t/m 5 geven een zwak minimum in deze periode aan. Ook de curven No. 7 en 8 geven hiervoor een bevestiging, want het van nature aanwezige lactatieminimum bij de 3e proefmelking wordt verschoven tot resp. de 6e en 5e proefmelking.

Jarrige ⁶⁸⁾ vond bij een droge zomer een grotere daling in het eiwitgehalte dan bij een regenrijke zomer.

Bakalor ¹¹⁾ wees op hetzelfde verschijnsel in Zuid-Afrika. In gebieden met zomerregens en overvloedige grasgroei vond hij om-

gekeerd in deze perioden een flinke stijging in het vvds-gehalte. Hij meende dit hoofdzakelijk aan een stijging in het lactose gehalte te moeten toeschrijven, wat echter niet in overeenstemming is met onze gegevens.

Bij het vergelijken van eiwitcurven vonden wij in de regenrijke zomer van 1954 een kleinere verlagende invloed, dan in de meer normale zomer van 1953.

3. tegen het eind van augustus treedt er meestal een belangrijke stijging op in het eiwitgehalte, die zich voortzet t/m oktober. Vooral in september is de stijging groot. In oktober wordt meestal een maximum bereikt;
4. op stal vertoont het eiwitgehalte een tendens tot dalen; Opnieuw treedt hier de invloed van het lactatie-stadium naar voren. Bij de curven No. 5, 6, 7 en 8 vindt men een daling van ca. 0.2 procent. De koeien geven nog een flinke hoeveelheid melk, omdat ze nog volop in lactatie zijn. Bij de curven No. 2, 3, en 4 is wel een kleine daling aanwezig, maar hier is de invloed van de stijging in het eiwitgehalte tegen het einde van de lactatieperiode duidelijk te merken;
5. bij de koeien die in januari-februari afgekald hebben, is het algemene verloop van de eiwitcurven steiler dan bij de koeien die in mei afgekald hebben. In de grafiek ziet men dit bij de vergelijking van de curven No. 1 en 2 met No. 7 en 8.

Hoe tenslotte al deze krommen resulteren in een gemiddelde eiwitcurve, waaruit weinig of niets van al deze invloeden af te lezen valt, laat de bovenste lijn zien.

Het is niet verwonderlijk, dat in de literatuur wel eens verschil van mening bestaat over de vraag, hoe de gemiddelde eiwitgehalte-curve precies verloopt. Meestal zal dit het gevolg zijn van verschillen tussen de gemiddelde afkalldata van de bij het onderzoek betrokken koeien.

Bij de overgang van stal naar weide constateert de ene onderzoeker een groter stijging dan de andere. Zoals wij gezien hebben heeft hier het lactatiestadium een belangrijke invloed. Wanneer hier geen rekening mee gehouden is, dan ligt het voor de hand dat hierover verschil van mening kan ontstaan.

Zo vond *Valen* ¹⁴⁷⁾ b.v. een daling in het eiwitgehalte bij de overgang van stal naar weide.

Bij het vergelijken van literatuurgegevens moet men er bovendien rekening mee houden, dat de proefomstandigheden niet altijd vergelijkbaar zijn.

De seizoensinvloeden op de samenstelling van de melk zijn vaak nagegaan aan de hand van mengmelkmonsters. Dit kan op zichzelf een duidelijk beeld geven, maar hierbij zijn seizoensinvloeden met lactatie-invloeden verweven.

Men kan zich afvragen, wat nu precies de oorzaken zijn van de variaties in het eiwitgehalte, die ten gevolge van seizoensinvloeden optreden. Hier moet in de eerste plaats aan voedingsinvloeden gedacht worden. Er zijn misschien nog wel meer factoren als b.v. temperatuur, specifieke stoffen in het gras, enz. die invloed uitoefenen.

Jarrige ⁶⁸⁾ schreef: „les premières semaines de pâturage, et notamment le début Mai, semblent très favorables à la richesse du lait, aussi bien en protéines qu'en matières grasses, et ceci même si elles n'augmentent pas le niveau d'alimentation et, par là, la quantité de lait: on peut donc attribuer cette influence à des qualités spécifiques de l'herbe de printemps telles que sa richesse en glucides solubles (sucres et fructosanes) ou en facteurs stimulants plus ou moins mal connus (oestrogènes), sans exclure une certaine intervention de l'ambiance (climat, exercice)“.

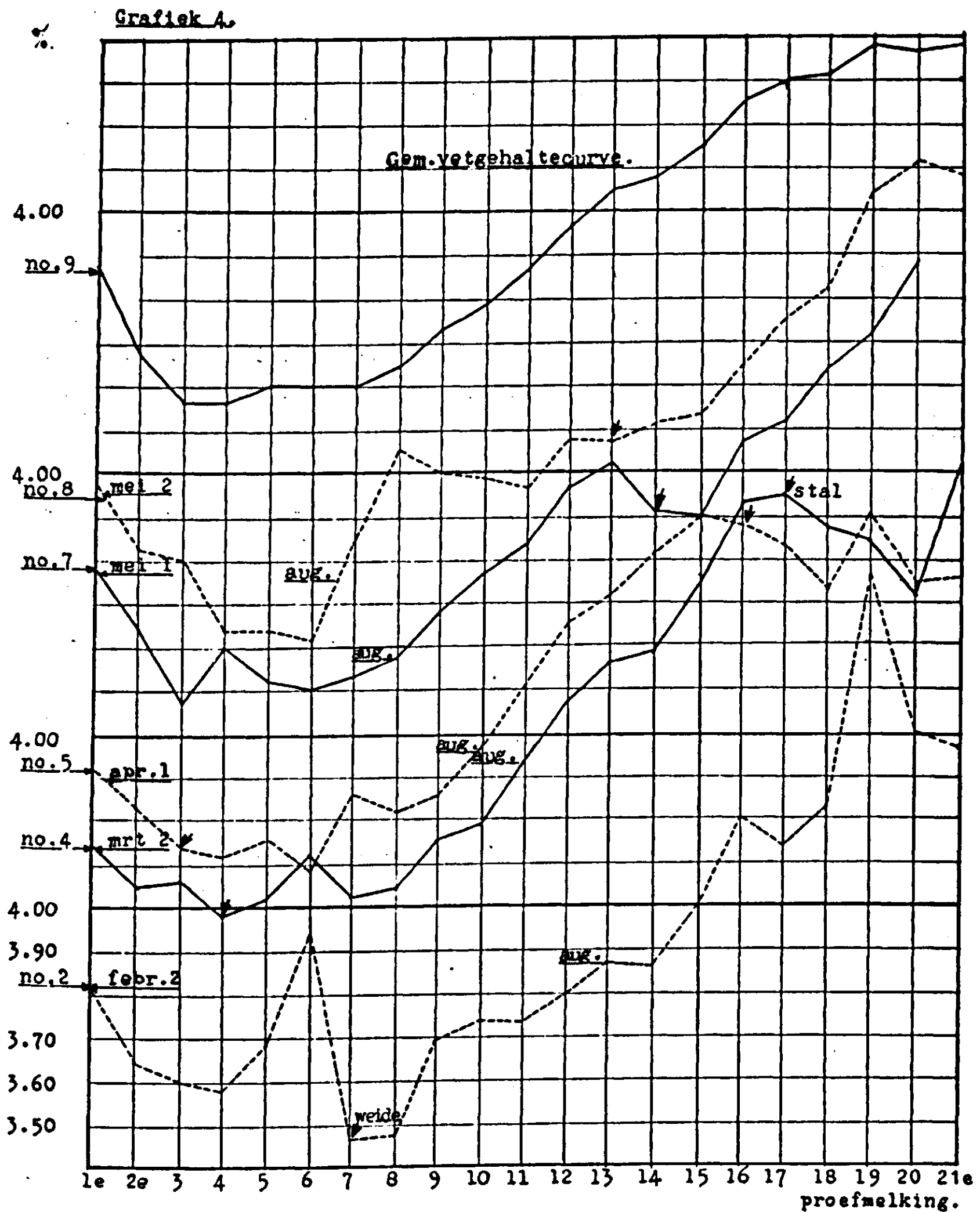
Waite c.s. ¹⁵¹⁾ schreven: "The rise in protein content, and hence S.N.F., in milk from cows on grass in May and June may be the result of an improvement in the plane of nutrition, the change in the mode of life of the cow, and the composition of the grass at that time. Such grass would, from its chemical composition, be expected to contain a greater proportion of easily available energy than successive growths later in the year, and may give rise to an increase in milk-protein content in a manner similar to that when high-energy concentrates are fed“.

Deze twee literatuuraanhalingen laten wel zien, dat de diepere oorzaken van de variaties in het eiwitgehalte nog niet volkomen vaststaan. Het doel van ons onderzoek is ook niet deze oorzaken op te sporen, maar meer om aan te tonen, wat de uitwerking van het milieu op het eiwitgehalte onder normale praktijkomstandigheden is.

b. Seizoens- en voedingsinvloeden op het vetgehalte.

De gemiddelde vetgehaltecurve kan op dezelfde manier ontleed worden als de gemiddelde eiwitgehaltecurve.

Invloed van het seizoen op de gemiddelde vetgehaltecurve.



GRAFIEK 4.

Invloed van het seizoen op de gemiddelde vetgehaltecurve.

Het verloop van de curven is veel onregelmatiger dan bij het eiwitgehalte. Dit wordt veroorzaakt door de grotere schommelingen in het vetgehalte bij opeenvolgende proefmelkingen. Om te voorkomen dat de grafiek te onoverzichtelijk zou worden, zijn alleen de curven No. 2, 4, 5, 7 en 8 getekend.

De invloed op het vetgehalte bij de overgang van stal naar weide is niet erg duidelijk. Soms scheen het vetgehalte zelf iets te dalen, maar er kwamen ook stijgingen voor.

Zoals wij reeds aangehaald hebben, vond *Jarrige* ⁶⁸⁾ een stijging, maar *Waite, c.s.* ¹⁵¹⁾ een daling, evenals *Provan* ¹¹⁵⁾. In ieder geval ontbreekt hier een vaste lijn, zoals die bij het eiwitgehalte gevonden werd.

Er zijn in de literatuur voldoende cijfers over het gemiddelde vetgehalte bij mengmelk te verkrijgen. Volgens een rapport van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland ¹²⁰⁾, werden bij een 60-tal fabrieken o.a. de volgende vet- en caseïne-gehaltenes in de kaasmelk gevonden: (tijdvak 21 febr. t/m 7 aug. 1954, gem. per 14 dgn.).

TABEL 14.

Periode:	21 febr.—20 mrt.		21 mrt.—17 apr.		18 apr.—15 mei	
Vetgehalte	3.82	3.75	3.68	3.65	3.65	3.73
Cas.gehalte in de kaasmelk	2.67	2.59	2.50	2.47	2.44	2.45
Periode:	16 mei—12 juni		13 juni—10 juli		11 juli—7 aug.	
Vetgehalte	3.79	3.69	3.72	3.78	3.87	3.89
Cas.gehalte in de kaasmelk	2.65	2.63	2.60	2.62	2.63	2.65

Uit deze gegevens blijkt, dat bij de overgang van stal naar weide (periode 16 mei) het caseïnegehalte in de kaasmelk met 0.2 % steeg. Het vetgehalte vertoonde nauwelijks enige reactie, misschien een zeer geringe verhoging.

De vetgehalte-cijfers voor juni en juli schijnen iets verlaagd volgens deze gegevens, welke tendens ook bij de curven in grafiek 4 aanwezig is.

De stijging in het vetgehalte, die evenals bij het eiwitgehalte ongeveer eind augustus begint, is aanvankelijk in verhouding niet veel sterker dan bij het eiwitgehalte. In september, oktober en begin november stijgt het vetgehalte zeer snel. Deze stijging is groter dan die bij het eiwitgehalte en schijnt zich ook iets langer voort te zetten.

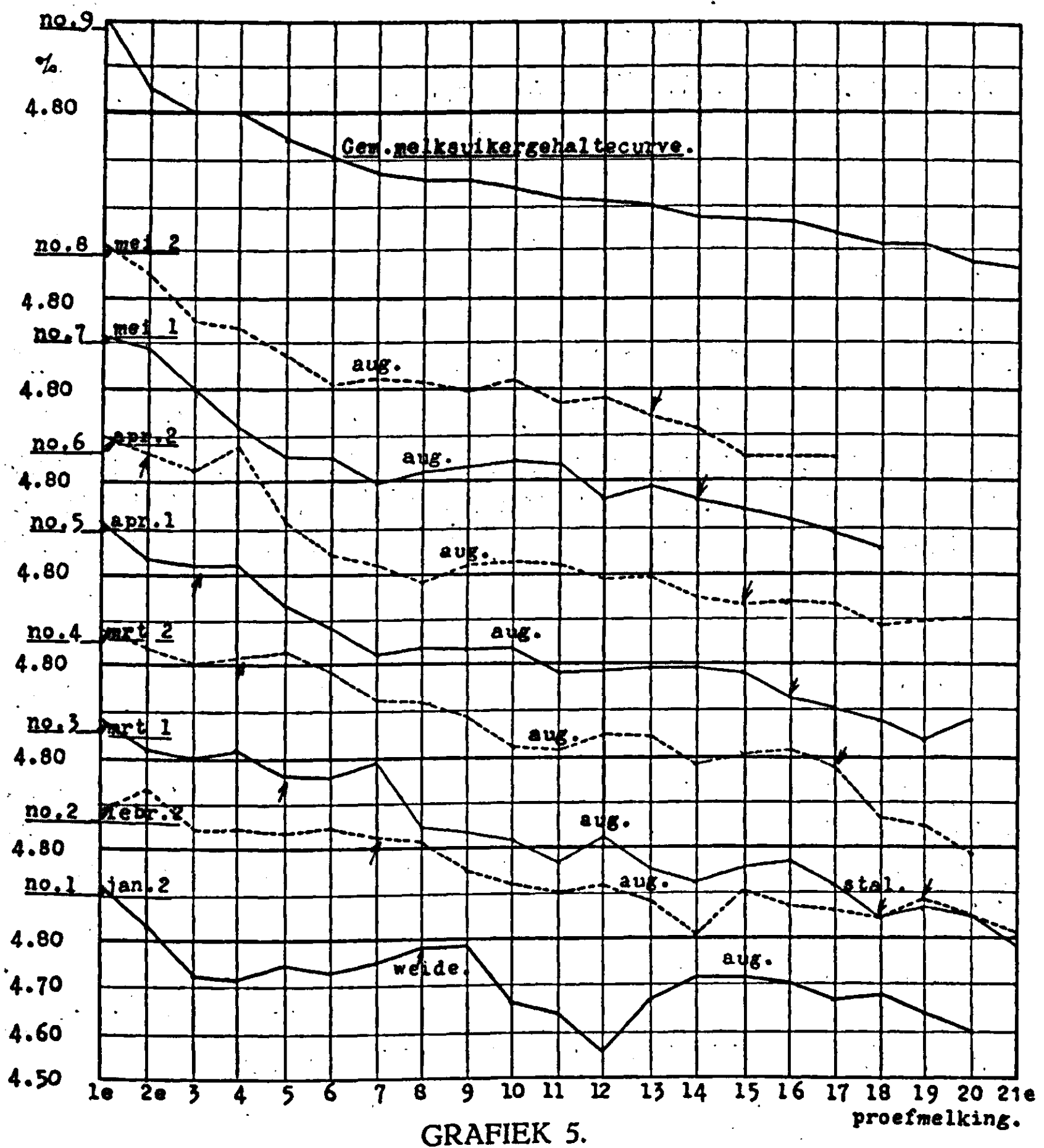
Over het algemeen volgt op stal weer een daling, vooral bij de koeien die dan nog volop in lactatie zijn. De vetgehaltecurven verlopen steiler dan die van het eiwitgehalte, wat vooral aan de stijging in het laatste deel van de lactatieperiode toegeschreven moet worden.

Er valt evenwel een zeker parallelverloop tussen de vet- en eiwitcurven te constateren. Dit wijst er op, dat de seizoens- en voedingsfactoren beide bestanddelen in dezelfde richting beïnvloeden. Alleen de overgang van stal naar weide vormt hierop een uitzondering. Wanneer men nu een positieve correlatie tussen het vet- en eiwitgehalte vindt, dan zal dus een gedeelte hiervan toegeschreven kunnen worden aan de milieufactoren, die beide bestanddelen in dezelfde richting beïnvloeden.

c. Seizoens- en voedingsinvloeden op het melksuikergehalte.

Op dezelfde manier als voor het vet- en eiwitgehalte is de gemiddelde melksuikergehaltecurve ontleed.

Invloed van het seizoen op de gemiddelde melksuikergehaltecurve.
Grafiek 5.



Invloed van het seizoen op de gemiddelde melksuikergehaltecurve.

In de eerste plaats valt het zeer regelmatige verloop van de curven op. Het melksuikergehalte vertoont van proefmelking tot proefmelking bij individuele koeien slechts geringe schommelingen. Bovendien blijkt het melksuikergehalte zeer weinig door seizoens- en voedingsfactoren beïnvloed te worden.

Bij de overgang van stal naar weide lijkt de regelmatige daling van het melksuikergehalte iets geremd te worden (curven No. 1, 2, 4, en 5). Zelfs in de herfst vindt men practisch geen veranderingen, wellicht in augustus en september een geringe verhoging (curven No. 1, 4, 5 en 6). Wanneer het vetgehalte tegen het einde van de lactatie-periode snel stijgt, lijkt het melksuikergehalte sneller te dalen.

Men kan dus concluderen, dat de seizoens- en voedingsfactoren het melksuikergehalte zeer weinig beïnvloeden. Voor zover dit onderwerp bestudeerd is, komt men in de literatuur meestal ook tot deze conclusie o.a. *Waite c.s.* ¹⁵¹), maar *Bakalor* ¹¹) vond daarentegen een belangrijke invloed van de voeding op het lactosegehalte.

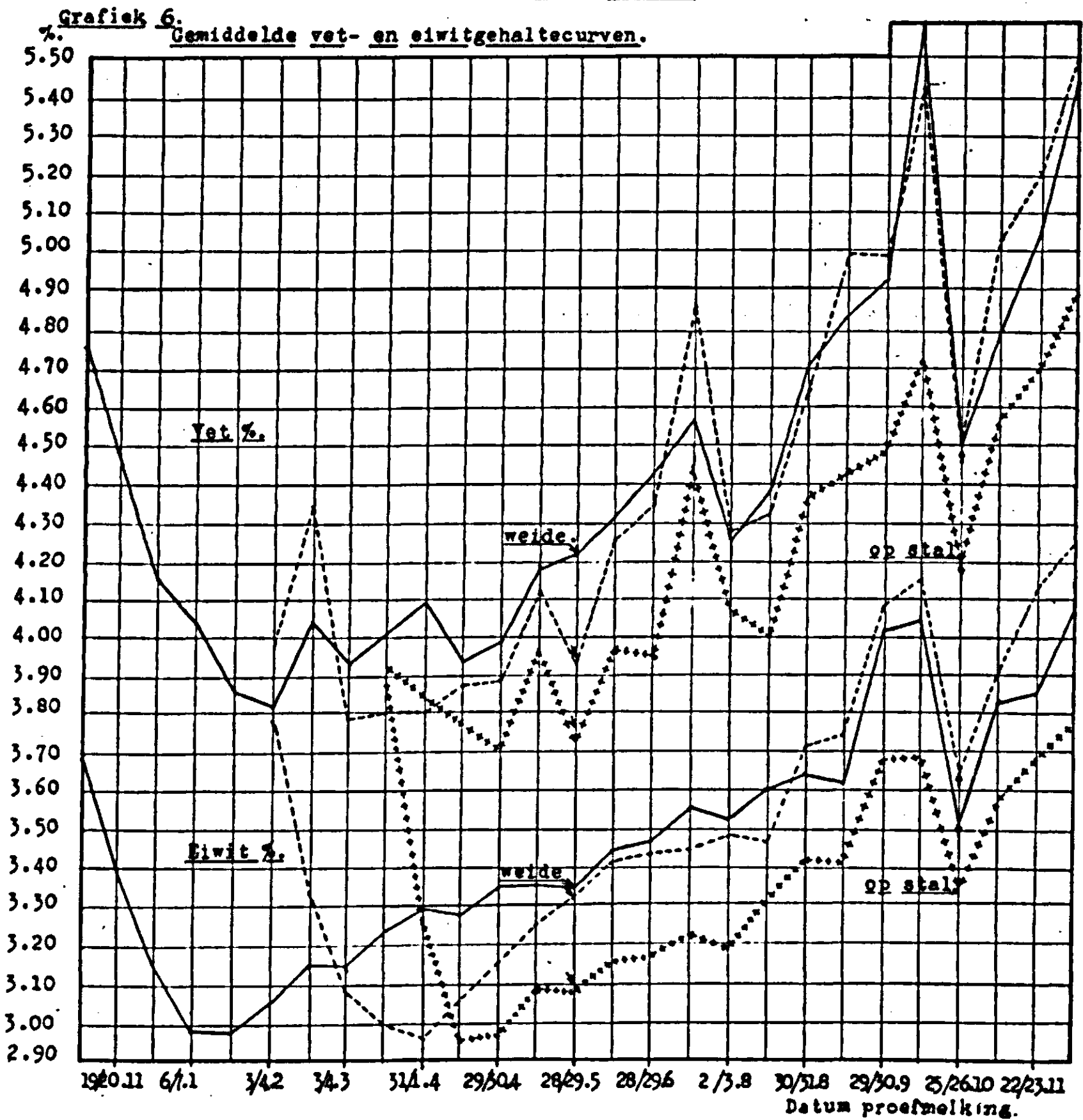
d. Seizoens- en voedingsinvloeden op het vetvrije droge stofgehalte.

Het eiwitgehalte wordt duidelijk door seizoens- en voedingsfactoren beïnvloed, wat niet gezegd kan worden van het melksuikergehalte. Uit deze beide gegevens laat zich afleiden, dat het verloop van de vvds-gehalte-curven zeer sterk met die van het eiwitgehalte overeenkomt. Het is alleen veel vlakker. De variaties in het vvds-gehalte worden dus voornamelijk door die van het eiwitgehalte veroorzaakt.

e. Seizoens- en voedingsinvloeden op de gemiddelde vet- en eiwitgehaltecurven van groepen koeien, die op één bedrijf gehouden worden.

In Giekerk waren de groepen koeien van verschillende bedrijven afkomstig. Hiermede is dus een gemiddelde verkregen van de milieu-invloeden in een bepaalde periode op verschillende bedrijven.

De volgende grafiek is getekend om aan te tonen, dat de invloed van milieu-factoren op één bedrijf en op bepaalde proefmelkdagen een van het gemiddelde afwijkend beeld kan geven.



GRAFIEK 6.

Gemiddelde vet- en eiwitgehaltecurven van drie groepen koeien op bedrijf B te Jelsum.

De gemiddelde curven van de volgende 3 groepen koeien afkomstig van bedrijf B zijn getekend:

1. een groep van 7 koeien, die in november en december 1954 afgekalfd hebben;
2. een groep van 9 koeien, die in februari en begin maart 1955 afgekalfd hebben;
3. een groep van 13 koeien, die in de 2e helft van maart en in de maand april 1955 afgekalfd hebben.

Verticaal zijn de percentages uitgezet en horizontaal de data van de proefmelkingen. Het gemiddelde vet- en eiwitpercentage van de groep, op de datum van de proefmelking, is berekend. Alle koeien van één groep werden dus niet op dezelfde datum voor de eerste maal bemonsterd. De eerste proefmelkingen van de curve geven dan ook niet nauwkeurig het lactatieverloop aan, maar het deel dat hierna komt, benadert sterk een gemiddelde lactatiecurve.

Wat ons bij de eiwitcurven in de eerste plaats opvalt is de sterke overeenkomst in de algemene vorm en het parallel verloop. Door voedings- en seizoensinvloeden worden de curven b.v. niet teruggedrongen tot een bepaald minimum, maar elke curve blijft op het hoogteniveau, dat overeenkomt met het stadium van de lactatie. Hieruit kan men concluderen, dat de invloed van het stadium van de lactatie belangrijker is, dan de seizoens- en voedingsinvloeden zijn. Het algemene verloop van de eiwitgehaltecurven doet zelfs veronderstellen, dat het gemiddelde eiwitgehalte over een gehele lactatieperiode ongeveer in dezelfde mate door deze milieu-factoren beïnvloed wordt, met andere woorden, dat het seizoen van afkalven nagenoeg geen invloed heeft op het gemiddelde eiwitpercentage. Op dit punt zullen wij naderhand nog terugkomen. (blz. 54)

Bij het vetgehalte valt ook een parallel verloop van de curven op.

Vervolgens willen wij wijzen op de invloeden van milieu-factoren, die specifiek voor dit bedrijf en op deze bepaalde proefmelkdagen naar voren kwamen.

Hier rijst b.v. de vraag, waarom er plotseling een stijging in het vetgehalte op 13/14 mei optrad, toen de koeien nog niet in het land liepen. Een aannemelijke verklaring is hiervoor niet te vinden.

Waarom trad er geen grotere stijging op in het eiwitgehalte, toen de koeien op 28/29 mei in de weide gemolken werden? Wellicht is hier wel een verklaring voor. De koeien liepen toen nl. reeds ca. 14 dagen in het land, waardoor de eventuele stijging in het eiwitgehalte, die in de regel vlak na de overgang van stal naar weide optreedt, weer verloren was gegaan.

Op bedrijf A te Jelsum, waarvoor wij eveneens een dergelijke grafiek getekend hadden, vonden wij op 21/22 mei, toen de koeien nog maar korte tijd in het land liepen, een stijging voor alle groepen van ca. 0.3 % eiwit. Op de volgende proefmelking van 8/9 juni was deze stijging weer verloren gegaan. Het vetgehalte steeg op bedrijf A ook voor alle groepen met ca. 0.4 %. Op 8/9 juni was deze stijging ook weer volledig weggevallen. In onze grafiek van bedrijf B vonden wij bij twee van de groepen een daling in het vetgehalte op 28/29 mei.

Uit het bovenstaande blijkt dus, dat het niet zo eenvoudig is om het effect van de weidegang op de samenstelling van de melk na te gaan. Men kan dit pas nauwkeurig bestuderen, wanneer men dagelijkse proefmelkingen bij een voldoende grote groep koeien op een aantal bedrijven zou toepassen.

Tijdens de proefmelking van 12/13 juli wordt een zeer grote en plotselinge stijging in het vetgehalte gevonden en op 2/3 augustus een opmerkelijke daling. Veranderingen in het eiwitgehalte treden er bij deze proefmelkingen praktisch niet op.

Wat zijn de oorzaken van deze, door de herhaling bij alle groepen, zeer duidelijke variaties in het vetgehalte? Mogelijk spelen hier weersinvloeden of andere bijzondere factoren, zoals verweiden, een rol.

Het eiwitgehalte stijgt op 29/30 september met ca. 0.3 % terwijl het vetgehalte ongeveer gelijk blijft. Bij de volgende proefmelking op 11/12 oktober, stijgt het vetgehalte met 0.3 tot 0.6 %.

De daling zowel in het vet- als in het eiwitgehalte is bij de eerste proefmelking op stal zeer groot.

Conclusie: De grafiek heeft ons dus duidelijk laten zien, dat elk bedrijf zijn typische variaties in de samenstelling van de melk op bepaalde proefmelkdagen kent. In het algemeen blijken de variaties in het vetgehalte veel groter te zijn dan die in het eiwitgehalte. Waarschijnlijk hebben bijzondere factoren, als weersinvloeden e.d. een grotere invloed op het vetgehalte. Vergelijkt men de eiwit- en vetgehaltecurven in zijn geheel, dan blijkt er een zeker parallel verloop te bestaan, wat er op wijst, dat in het algemeen de seizoens- en voedingsinvloeden beide bestanddelen in dezelfde richting beïnvloeden.

HOOFDSTUK 4.

MILIEU-FACTOREN, VAN INVLOED OP DE GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN DE MELK.

In de beide voorgaande hoofdstukken zijn bij de bestudering van de milieu-invloeden op de variaties in de samenstelling van de melk, voornamelijk de gegevens van afzonderlijke melkmonsters gebruikt. In dit hoofdstuk zullen de milieu-invloeden op de gemiddelde samenstelling van de melk over een volledige lactatieperiode het onderwerp van bespreking zijn.

Bij een erfelijkheidsonderzoek vormt de gemiddelde samenstelling van de melk bij individuele koeien nl. de vergelijkingsbasis. Het is dan noodzakelijk van te voren na te gaan, of correcties toegepast moeten worden om de invloeden van niet-erfelijke factoren te nivelleren. De invloed van de maand van afkalven, de leeftijd, lengte van de lactatieperiode, jaarverschillen en bedrijfsverschillen op de melkhoeveelheid en de gemiddelde samenstelling hiervan, zullen besproken worden.

a. Invloed van de maand van afkalven op de gemiddelde samenstelling van de melk.

De lactatieperiode strekt zich over een groot gedeelte van het jaar uit. Het is dan ook te verwachten, dat de seizoensinvloeden een veel geringer uitwerking zullen hebben op de variaties in de gemiddelde samenstelling van de melk over een gehele lactatieperiode dan op de melk verkregen bij afzonderlijke proefmelkingen. Bij de bespreking van de lactatiecurven van groepen koeien, die op bedrijf B gehouden werden, hebben wij hier al op gewezen.

Keestra en Leignes Bakhoven ⁸⁰⁾ onderzochten de invloed van de maand van afkalven aan de hand van 45573 Friese melklijsten (1927—1928). De afkalldata vielen hoofdzakelijk in de maanden februari, maart en april. De hoogste melkproductie werd gevonden voor de koeien, die in september en oktober afkaldden en de laagste in april en mei. Dit is een bekend verschijnsel, dat algemeen in verband wordt gebracht met de voeding op stal en het beschikbaar komen van vers gras op een verschillend tijdstip in de lactatieperiode.

Bovendien speelt hier nog een andere factor een rol en wel de lengte van de lactatieperiode. De in de herfst kalvende dieren krijgen over het algemeen de langste lactatieperiode. Dit komt

vooral door de minder uitgesproken tochtigheidsverschijnselen op stal, waardoor deze vooral in de stalperiode minder goed te onderkennen is.

In absolute zin gezien zal een langere lactatieperiode de totale melkproductie verhogen en een positieve invloed kunnen uitoefenen op het gemiddelde vetgehalte.

Shimy ¹⁴⁴), die zijn onderzoek eveneens in Friesland heeft uitgevoerd, besprak ditzelfde onderwerp. Hij wees hierbij op het feit, dat een zeer groot gedeelte van de koeien in het voorjaar afkalfde. Een weinig betrouwbare correctiefactor voor de maand van afkalven in te voeren heeft dan ook niet zoveel zin. Hij kwam tot de conclusie: "there was no reason found sound enough to use correction factors to standardize the effect of the month of calving in the present data. It is not expected that, under the conditions of the material, the heritability estimates were significantly highly effected by the contribution of the month of calving on the production records of the material".

Waite, c.s. ¹⁵¹) vonden het volgende bij 814 koeien met een volledige lactatie.

Constituent	Month of calving giving highest and lowest values		Range	Remaining variation S.D.
yield	March	August	61 gal.	175 gal.
Fat	August	February	0.10 %	0.35 %
S.N.F.	May	November	0.04 %	0.26 %
Crude protein	May	December	0.08 %	0.19 %
Lactose	January	August	0.06 %	0.17 %

Grote verschillen in de melksamenstelling werden dus niet gevonden, maar toch menen zij hiermee rekening te moeten houden bij de verwerking van hun materiaal.

Provan ¹¹⁵) vond wel een klein verschil bij het vetgehalte, maar geen invloed op het vvds-gehalte. Hij zegt nl.: "The month of calving had only a slight influence on the lactation butter-fat averages, with a tendency for the lower figures to be obtained with cows calving in mid winter, but did not seem to affect the lactation solids-not-fat averages. Ook *Baily* ⁹) vond geen noemenswaardige verschillen.

In tegenstelling tot de Britse onderzoekers wijzen *Marckmann* en *Witt* ¹⁰¹) op een zeer grote invloed van de maand van afkalven. In „Feststellung 4" schrijven zij: „Der Fettgehalt der Herbstkühe liegt um 0.3 % über dem der Frühjahrskühe und um 0.2 % über dem der Winterkühe; etwa halb so hoch liegen die jewei-

ligen Mehrleistungen beim Eiweissgehalt". In hoeverre het jaarperioden-systeem (nov.—nov.) invloed gehad heeft, valt niet te zeggen, maar het is opmerkelijk, dat de Britse onderzoekers meer in het voorjaar de hoogste eiwit- en vvds-gehalten vinden, terwijl bij dit onderzoek in deze periode juist de laagste waarden gevonden worden.

Wij hebben dit onderdeel iets uitgebreider besproken, omdat de eigen gegevens, mede door de ongelijke verdeling van de afkalldata over het jaar, zich niet bijzonder voor het berekenen van eventuele correctiefactoren lenen. Gerangschikt naar de maand van afkalven werden de volgende gemiddelde producties berekend.

TABEL 15.

Giekerk.

Maand van afkalven	Aantal lijsten	Kg melk	Vet %	Eiwit %	vvds %
januari	19	3978	3.93	3.22	8.77
februari	40	4467	3.85	3.20	8.71
maart	81	3833	3.86	3.17	8.67
april	55	3571	3.83	3.21	8.70
mei en juni	29	3943	3.76	3.12	8.58
Gemiddeld	224	3908	3.84	3.18	8.68

TABEL 16.

Jelsum.

Maand van afkalven	Aantal lijsten	Kg melk	Vet %	Eiwit %	vvds %	Aantal dagen
september	3					
oktober	10	5235	4.30	3.35	8.88	333
november	11	5850	4.11	3.25	8.76	336
december	19	4752	4.18	3.34	8.88	330
januari	28	4781	4.24	3.36	8.84	325
februari	50	4953	4.14	3.30	8.77	321
maart	59	4697	4.19	3.33	8.78	318
april	45	4867	4.14	3.40	8.83	320
mei	15	4748	4.19	3.41	8.85	314
juni	1					
Gemiddeld	241	4865	4.18	3.34	8.81	322

De bovenstaande tabellen geven geen duidelijke aanwijzingen, dat de maand van afkalven invloed heeft op de gemiddelde samenstelling van de melk. Er zijn echter tekenen die doen vermoeden,

dat er in dit opzicht een verschil tussen de beide gebieden kan bestaan. In tegenstelling tot Jelsum kan men in Giekerk van een tendens tot dalen spreken voor het vet-, eiwit- en vvds-percentage bij het later in het voorjaar afkalven.

Conclusie:

Bij het literatuuronderzoek is naar voren gekomen, dat de invloed van de maand van afkalven zeer verschillend beoordeeld wordt. Gezien de zeer geringe variatie in de maanden van afkalven bij ons materiaal en de minder duidelijke aanwijzingen, dat er in deze periode verschillen optreden, bestaat er geen aanleiding voor deze factor correcties toe te passen.

b. De invloed van de leeftijd op de samenstelling van de melk.

Het is genoegzaam bekend, dat oudere koeien een hogere melkproductie hebben dan jonge koeien. Wanneer het nodig zal zijn, dan kunnen de op het F.R.S. gebruikelijke leeftijdscorrecties van *Groeneveld* ⁴⁴⁾ toegepast worden om de melkproducties van jonge en oudere koeien vergelijkbaar te maken.

Gaat het evenwel om de samenstelling van de melk, dus om het vet-, eiwit-, lactose- en vvds-percentage, dan zijn pas de laatste jaren literatuurgegevens verschenen, die op een vrij groot aantal lactaties berusten.

Voorals Britse onderzoekers hebben op een duidelijke invloed van de leeftijd op de samenstelling van de melk gewezen.

Waite, c.s. ¹⁵¹⁾ publiceerden b.v. de volgende tabel over de invloed van de leeftijd op de melksamenstelling.

TABEL 17.

Lactatie No.	Aantal koeien	Vet %	Eiwit %	Cas. %	Lactose %	vvds %
1	187	4.11	3.36	2.72	4.72	9.01
2	138	4.06	3.35	2.66	4.62	8.92
3	108	4.03	3.28	2.63	4.59	8.82
4	102	4.02	3.30	2.61	4.57	8.84
5	75	3.90	3.26	2.54	4.53	8.72
6	65	3.91	3.30	2.62	4.48	8.74
7	44	3.94	3.25	2.53	4.44	8.67
8	45	3.82	3.23	2.50	4.48	8.65
9 en later	50	3.92	3.28	2.51	4.47	8.67
Totaal	814	4.01	3.30	2.63	4.59	8.84

Op grond van deze gegevens kwamen de schrijvers tot de conclusie, dat bij het erfelijkheidsonderzoek (moeder/dochter-vergelijkingen), leeftijdscorrecties toegepast moeten worden.

De dalingen van de eerste op de negende of latere lactaties waren voor het vet-, caseïne- en lactosepercentage resp. 0.19, 0.21 en 0.25 %.

Baily ⁹⁾ had al eerder op een vrij sterke leeftijdsinvloed gewezen ten aanzien van het vvds-gehalte. (Onderzoek Dairy Short-horns (1935—46), gedeeltelijk dezelfde dieren).

	1e	2e	3e	4e	5e	6e	7e	lactatie
aantal koeien	137	97	79	52	31	16	11	
Vet %	3.83	3.77	3.68	3.73	3.68	3.57	3.65	
Vvds %	9.31	9.21	9.15	9.11	8.95	8.86	8.94	

Baily wijst op de mogelijkheid, dat er bij de oudere dieren vaker mastitis opgetreden kan zijn (mastitis verlaagt sterk het vvds-gehalte).

Provan ¹¹⁵⁾ wijst eveneens op een zeer belangrijke invloed van de leeftijd op het vvds-gehalte. "The solids-not-fat lactation average decreased from one lactation to the next by about, 0.1 per cent for lactations up to the third, with smaller decreases in following lactations". Dit betekent dus een daling van 0.3—0.4 % op oudere leeftijd. De invloed van de leeftijd op het vetgehalte was ook duidelijk, maar kleiner. Met verschillende andere Britse onderzoekers meent *Waite* ¹⁵⁰⁾, dat de praktijk ter voorkoming van overschrijding van het wettelijk vastgestelde minimum voor het vvds-gehalte van 8.50, de leeftijdsopbouw van de veestapel in acht zal moeten nemen, gezien de uitspraak: "These results emphasise the necessity for maintaining a balanced age distribution in the herd, particularly where the number of cows kept is small".

Marckmann en *Witt* ¹⁰¹⁾ (ca. 1750 dieren) komen tot geheel andere resultaten voor het vet- en eiwitpercentage. In „Feststellung 7" staat nl. „Der Fett- und auch der Eiweissgehalt ist bei Kühen im Alter von vier bis sechs Jahren — also in der zweiten und dritten Laktation — am höchsten". Op oudere leeftijd nam het vet- en eiwitpercentage weer iets af.

Zwartbonten te Eutin (sept.—nov. afgekald).

Leeftijd	tot 3 j.	4	5	6	7	8	8-9	boven 10 j.
Vet %	3.90	3.89	4.01	3.92	3.94	3.85	3.90	3.77
Eiwit %	3.25	3.28	3.29	3.24	3.28	3.21	3.20	3.21

Op dit gebied zijn verder niet veel onderzoeken verricht, omdat men in de regel te weinig proefdieren ter beschikking had. Wanneer men de invloed van de leeftijd op de gemiddelde samenstelling van de melk wil bestuderen, dan zou men het beste kunnen uitgaan van opeenvolgende lijsten van een groot aantal koeien.

Men moet al van een grote hoeveelheid materiaal uitgaan om tot betrouwbare conclusies te kunnen komen, waarop eventuele correcties te baseren zijn. Een dergelijk materiaal hebben wij niet ter beschikking. Daarom zullen wij ons, evenals andere onderzoekers, moeten behelpen met enkelvoudige lijsten, die op verschillende leeftijden der dieren verkregen zijn.

Giekerk.

Er waren 4 dochtergroepen van K.I.-stieren, die op 2-jarige leeftijd afkalfden. Deze kunnen dus geen verdere gegevens ten aanzien van de leeftijdsinvloed opleveren. De dochters van de stieren Manus en Donald waren evenwel voor een deel ouder. Gerangschikt naar de leeftijd, werd de volgende gemiddelde samenstelling van de melk berekend:

TABEL 18.

	Gemiddeld				
	Aantal	Vet %	Eiwit %	vvds %	lact. %
2-jarige dochters v. Manus	26	3.93	3.10	8.68	4.88
3-jarige dochters v. Manus	36	3.92	3.20	8.72	4.82
3-jarige dochters v. Donald	35	3.83	3.17	8.61	4.74
4-jarige dochters v. Donald	39	3.86	3.23	8.64	4.71
5-jarige dochters v. Donald	28	3.86	3.24	8.65	4.71

Uit deze gegevens blijkt dus niet, dat de samenstelling van de melk met het toenemen van de leeftijd armer wordt. Het vetgehalte en het vvds-percentage blijven ongeveer op het zelfde peil en het lactosepercentage schijnt iets te dalen. Het eiwitgehalte van de oudere dochters is niet lager, maar eerder iets hoger. Dit kan in dit geval ook niet aan selectie toegeschreven worden.

Het verschil van 0.10 % tussen de 2-jarige en 3-jarige dochters van Manus (resp. 3.10 en 3.20 %) bleek bij een waarschijnlijkheidsberekening zelfs significant te zijn.

$$\left\{ \begin{array}{l} t = \frac{d}{S_d} = 2.719 \\ d.f. = 60 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} P_{0.05} = 2.000 \\ P_{0.01} = 2.660 \end{array} \right\}$$

Het gaat om vrij kleine aantallen dieren, daarom moet men hieraan niet een te grote waarde hechten, maar van een tendens tot dalen is in elk geval geen sprake.

Het materiaal in Jelsum leverde de volgende gegevens op:

TABEL 19.

Jelsum.

Leeftijd	Aantal lijsten	Kg melk p. dag	Kg melk	Gemiddeld			Dagen
				Vet %	Eiwit %	vvds %	
2.1	63	11.64	3771	4.21	3.32	8.87	324
3	38	13.73	4366	4.22	3.37	8.87	318
4.1	37	15.74	5073	4.21	3.40	8.85	320
5	29	16.78	5454	4.17	3.31	8.80	325
6.1	21	16.71	5364	4.21	3.31	8.76	321
7.1	14	17.63	5747	4.09	3.36	8.73	326
8.2	10	17.84	5584	4.25	3.30	8.73	313
8.11	7	18.98	6036	3.93	3.31	8.70	318
10.2	9	17.17	5426	4.09	3.42	8.74	316
11	12	16.38	5242	4.15	3.40	8.81	320
11.11	10	16.41	5399	4.04	3.34	8.76	329
12.10	3	20.75	6495	4.06	3.22	8.66	313
Totaal 5.1	253	15.06	4834	4.18	3.35	8.82	321

Samengevat in 4 leeftijdsklassen:

2-jarigen.							
2.1	63	11.64	3771	4.21	3.32	8.87	324
3- en 4-jarigen.							
3.6	75	14.72	4696	4.22	3.39	8.36	319
5—t/m 8-jarigen.							
6.2	74	17.06	5493	4.18	3.32	8.77	322
9—j. en ouderen.							
10.11	41	17.33	5546	4.07	3.36	8.75	320

Voor de melkhoeveelheid blijkt dus zeer duidelijk de leeftijdsinvloed. Hiervoor kunnen de gebruikelijke F.R.S. leeftijdscorrecties toegepast worden.

Het vetgehalte van de oudste klasse koeien is iets lager, maar tot en met de 8-jarigen daalt het vetgehalte niet noemenswaard.

Nu wordt meestal de selectie-invloed ook naar voren gebracht. Op het vetgehalte wordt geselecteerd, dus, zo redeneert men, het verschil zou groter geweest zijn, wanneer er geen selectie plaats gevonden had. Op zich zelf is dit wel juist, maar men dient

te bedenken, dat er ook nog een indirecte invloed van de selectie op het vetgehalte bestaat, die, in tegenstelling tot de directe selectie, de leeftijdsinvloed juist vergroot. Bij de teeltkeus en vooral bij de stierenkeuze wordt vrij sterk rekening gehouden met het vetgehalte. Het is dan ook te verwachten, dat de jongere generatie gemiddeld een hoger vetgehalte verkrijgt, wat dan berust op erfelijke grondslagen. Hierdoor wordt de leeftijdsinvloed waarschijnlijk vrij belangrijk vergroot.

Op grond van onze gegevens menen wij te moeten besluiten dat er slechts een zeer kleine invloed van de leeftijd op het vetgehalte uitgaat. Leeftijdscorrecties zijn dan hiervoor ook niet nodig.

Op het eiwitgehalte is niet geselecteerd. Onze gegevens wijzen er niet op, dat de melk van oudere koeien een lager eiwitgehalte zou hebben. Het eiwitgehalte van de 3- en 4-jarigen is zelfs iets hoger dan dat van de 2-jarigen wat overeenstemt met de gegevens van *Marckmann* en *Witt*. Ditzelfde hadden wij ook voor de twee dochtergroepen van *Manus* gevonden. Voor het eiwitgehalte zijn dus geen leeftijdscorrecties nodig.

Het vvds-gehalte schijnt op oudere leeftijd wel iets te dalen. De verschillen zijn echter niet zo groot, dat er voldoende redenen aanwezig zijn om leeftijdscorrecties in te voeren.

Bij de moeder/dochtervergelijkingen in *Jelsum* hebben wij geen gegevens ter beschikking over het lactosegehalte, omdat dit in het 2e jaar van het onderzoek niet meer bepaald werd. Het heeft dan ook geen zin om na te gaan of hiervoor leeftijdscorrecties nodig zijn.

Toch is het interessant het lactosegehalte voor de 4 leeftijdsgroepen eens te berekenen. Wanneer men het aspercentage op 0.7 % stelt, dan is het lactosegehalte op 4.85, 4.77, 4.75 en 4.60 % voor de resp. 2 j., 3 en 4 j., 5 t/m 8 j. en 9 j. en oudere groep te berekenen. Het lactose-gehalte schijnt dus wel duidelijk merkbaar door de leeftijd beïnvloed te worden.

Baily ⁹⁾ vond een vrij belangrijk verschil tussen de gemiddelde vvds-curve van jonge en oude koeien. De vvds-curve van de groep oude koeien verliep nl. veel vlakker.

Waite c.s. ¹⁵¹⁾ hebben ditzelfde nagegaan voor de eiwit- en lactose-curve. Men vond geen verschil bij de gemiddelde eiwit-curve, maar wel een zeer gering verschil bij de melksuiker-curve, die bij oudere koeien in het laatste deel van de lactatie iets sneller scheen te dalen.

Comberg ³⁰⁾ had ook de gemiddelde vet-, eiwit- en lactose-curve van 9 jonge en 15 oudere koeien getekend. Een duidelijk verschil in vorm kwam hier niet naar voren.

Zelf hebben wij de gemiddelde vet-, eiwit- en vvds-curve van 10 jonge en 18 oudere koeien berekend. De vorm van de curven kwam zeer sterk met elkaar overeen, zodat wij ook geen aanwijzingen voor een verschil in het verloop kunnen vinden.

c. De invloed van de lengte van de lactatieperiode.

In de eerste plaats kan men het verloop van de vet-, eiwit- en vvds-curven bij lange en korte lactatieperioden nagaan. Wij zijn uitgegaan van een groep van 10 koeien met een normale lengte van de lactatieperiode (316—326 dagen) en 18 koeien met een lactatieperiode, die langer was dan 360 dagen (370—445 dagen).

Volgens *Baily* ⁹⁾ treedt ca. 2 maanden na het opnieuw weer dragend worden een stijging in het vvds-gehalte op. Bij guste koeien en koeien die lang gust gebleven zijn, zou de vvds-curve vlakker verlopen. Bij onze groepen bleek de vorm van de gemiddelde vet-, eiwit- en vvds-curven echter niet noemenswaard te verschillen. Als voorbeeld worden hier de gemiddelde vvds-cijfers vanaf de 17e proefmelking gegeven:

TABEL 20.

Gem. vvds %	17e	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28e proefm.
Lange lijsten	8.92	8.91	8.97	9.00	9.00	9.07	9.09	9.18	9.16	9.12	9.23	9.27
Norm. lijsten	8.87	8.94	8.91	8.99	9.08	9.08						

In dit geval was er geen sprake van een vlakker verloop van de gemiddelde vvds-curve bij de lange lijsten.

Hiermee willen wij niet ontkennen, dat het door *Baily* gesignaleerde verschijnsel in ons land niet zou bestaan. Wel zouden wij er op willen wijzen, dat het hier waarschijnlijk om zeer geringe verschillen gaat, die de vorm van de vet-, eiwit- en vvds-curve maar weinig beïnvloeden.

Op grond van het voorgaande is te verwachten, dat het gemiddelde vet-, eiwit- en vvds-gehalte bij lange lijsten hoger zal zijn dan bij lijsten met minder dagen.

De melkhoeveelheid is echter in het laatste deel van de lactatieperiode sterk afgenomen, waardoor de hoge gehalten van de melkbestanddelen niet zoveel invloed meer kunnen uitoefenen op de gemiddelde samenstelling van de melk over de gehele lactatieperiode.

Om dit te demonstreren aan de hand van een voorbeeld, zijn de gemiddelde uitkomsten van 28 lange volledige lijsten vergeleken met de uitkomsten van dezelfde lijsten, maar dan op 360 dagen afgesloten.

TABEL 21.

	Dagen	Kg melk/dg	Vet %	Eiwit %	vvds %
Lange, volledige lijsten	412	16.15	4.36	3.45	8.87
Afgesloten op 360 dagen	354	17.24	4.29	3.38	8.83
Vershil		— 1.09	+ 0.07	+ 0.07	+ 0.04

De gemiddelde melkhoeveelheid per dag vertoont een vrij belangrijk verschil, maar voor vet-, eiwit- en vvds zijn de volledige lijsten slechts weinig hoger. In verhouding loopt de vvds-curve in het laatste deel van de lactatie vlakker dan de vet- en eiwitcurve. Voor het vvds-gehalte is om deze reden ook het kleinste verschil te verwachten.

Meer in het algemeen is de invloed van de lengte van de lactatieperiode te bestuderen aan de hand van de gemiddelde samenstelling van de melk van groepen koeien met dezelfde lengte van de lactatieperiode.

Giekerk: De beide dochtergroepen van de stieren Donald en Manus, ingedeeld naar de lengte van de lactatieperiode.

TABEL 22.

Lengte v. d lact. periode	Gemiddeld		
	Aantal	Vet %	Eiwit %
260—280 dagen	10	3.76	3.17
280—300 dagen	53	4.—	3.17
300—320 dagen	51	3.82	3.15
320—340 dagen	20	3.86	3.16

Jelsum: Een groot gedeelte van het materiaal ingedeeld naar de lengte van de lactatieperiode.

TABEL 23.

Lengte v. d lact. periode	Gemiddeld			
	Aantal	Vet %	Eiwit %	vvds %
280—300 dagen	17	4.01	3.33	8.78
300—320 dagen	72	4.10	3.34	8.80
320—340 dagen	61	4.14	3.34	8.84
340—360 dagen	35	4.17	3.34	8.78
meer dan 360 dg	38	4.26	3.41	8.84

Zoals te verwachten was, ligt het vetgehalte bij de langere lactatieperiode iets hoger dan bij de kortere. De verschillen zijn evenwel maar klein voor de marge van 280—360 dagen.

Het is zeer opvallend, dat in Giekerk bij 53 lijsten tussen 280—300 dagen een vetgehalte van 4 % gevonden werd, terwijl het vetgehalte van de langere lijsten belangrijk lager ligt. Het toeval speelt dus ook een grote rol.

De geringe verschillen geven dan ook geen aanleiding om correcties voor het vetgehalte toe te passen voor lijsten tussen 260—360 dagen.

Opmerking 1: Eventuele correcties zullen het algemene beeld ook zeer weinig veranderen, omdat een zeer groot gedeelte van de lijsten toch een lengte tussen 280—340 dagen bezit, waarvoor in ieder geval geen correcties nodig zijn.

Voor het eiwit- en vvds-percentages bestaan volgens onze gegevens eveneens geen gegronde redenen om correcties in te voeren tussen 260—360 dagen.

De melkproduktie kan het beste gecorrigeerd worden naar de lengte van de lactatieperiode, door gebruik te maken van de gemiddelde dag-produktie.

Over het algemeen zijn de lijsten met meer dan 360 dagen als abnormaal te beschouwen. Volgens tabel 21 en 23 bestaat er echter geen bezwaar tegen, om de op 360 dagen afgesloten lijsten te gebruiken, waardoor het materiaal zo volledig mogelijk blijft.

De abnormaal korte lijsten (beneden 260 dagen) vallen uit, evenals de afgebroken lijsten en de om andere redenen abnormale lijsten (b.v. kalfverwerpen, ernstige ziekte, enz.).

Opmerking 2: Wanneer de invloed van de lengte van de lactatieperiode nagegaan was aan de hand van de samengevoegde gegevens van Jelsum en Giekerk, dan was een onjuist beeld ontstaan. De gemiddelde lengte van de lactatieperiode is in Giekerk nl. belangrijk korter dan in Jelsum. De verkregen cijfers zouden dan op een grote invloed van de lengte der lactatieperiode wijzen, terwijl in werkelijkheid andere factoren, als b.v. erfelijke verschillen tussen het materiaal van beide gebieden, hier verantwoordelijk voor zijn.

d. De invloed van jaarverschillen.

In Giekerk strekte het onderzoek zich uit over 1953 en 1954; in Jelsum op de bedrijven A en B na alleen over 1954.

Het is nu de vraag of de gegevens van 1953 en 1954, en eventueel die van 1955, zonder meer met elkaar vergeleken kunnen worden.

Het is bekend, dat de melkhoeveelheid, onder invloed van milieu-factoren, van jaar tot jaar variaties kan vertonen. In de oorlogs-

jaren, met een groot tekort aan kunstmest en krachtvoer, was de daling van de melkproduktie b.v. zeer belangrijk. Het vetgehalte wordt lang niet in die mate door de milieufactoren beïnvloed, maar toch bleek uit de plotselinge stijging van het vetgehalte na de oorlog, dat ook dit bestanddeel van de melk, waarschijnlijk door de zeer ongunstige omstandigheden, iets gedrukt werd. De jaren 1953, 1954 en 1955 kunnen, hiermee vergeleken, als normaal beschouwd worden.

In het jaarverslag van de C.M.D. (1955) ¹⁴⁵⁾ wordt over de jaarverschillen het volgende opgemerkt: „Na 1 juli 1948 is de melkhoeveelheid per koe per jaar vrij constant gebleven, nl. ca. 4000—4100 kg. De invloed van iets minder gunstige produktiejaren is vrij goed vast te stellen”.

Uit de produktiecijfers valt af te leiden, dat 1953 als een vrij gunstig produktiejaar beschouwd moet worden. De herfst van 1953 was uitzonderlijk droog en zeer zacht, waardoor het vee laat gestald kon worden.

In 1954 was het voorjaar zeer droog en schraal, met als gevolg, dat het vee laat in de weide kwam. De zomermaanden waren koud en zeer regenrijk, waardoor de hooi-oogst zeer slecht uitviel. De herfst was ook nog nat, zodat het vee vroegtijdig gestald moest worden. Voor de klei en vooral voor de lage veengronden staat dientengevolge het jaar 1954 bekend als een minder goed produktiejaar. Het gemiddelde vetgehalte wordt slechts zeer weinig door deze factoren beïnvloed.

Produktiegegevens van de Stamboekkoeien in Friesland (Mededelingenblad F.R.S. nov. 1956).

Lactatieperiode	1952	1953	1954	1955
Aantal koeien (Leeftijdsklasse 2 j.)	10544	11820	13136	14870
Gem. melkproduktie	3256	3308	3192	3237
Gem. vetgehalte	3.98	4.—	3.98	4.02
Gem. vetgehalte (alle koeien)	3.99	4.01	3.99	4.04

Uit deze cijfers blijkt dus inderdaad, dat de gemiddelde melkproduktie van de 2-j. stamboekkoeien in 1954 ca. 100 kg lager lag dan in 1953 en tevens, dat het vetgehalte t.o.v. 1953 en 1955 iets gedrukt was.

Uit onze grafieken kregen wij de indruk, dat het eiwitgehalte in de natte zomer van 1954 iets vroeger begon te stijgen dan in de zomers van 1953 en 1955. Misschien heeft dit een geringe verhogende invloed op het gemiddelde eiwitgehalte uitgeoefend.

De gemiddelde samenstelling van de melk is nagegaan bij het volgende materiaal:

Giekerk.

Alleen de kleine dochtergroepen van 4 K.I.-stieren in 1953 (76 dieren) werden het volgende jaar (in totaal met 58 dieren) tot grotere groepen aangevuld. Gesplitst naar het jaar van onderzoek werd voor deze beide aantallen de onderstaande gemiddelde samenstelling van de melk berekend.

TABEL 24

Productiejaar	Aantal	Vet %	Eiwit %	vvds %
1953	76	3.81	3.18	8.76
1954	58	3.76	3.21	8.75

Jelsum.

Op de bedrijven A. en B. werden de koeien vanaf 1953 t/m 1955 onderzocht. Voor dit doel hebben wij de groepen koeien vergeleken, die zowel in 1953 als in 1954 onderzocht werden en de dieren, die zowel in 1954 als in 1955 bij de proef betrokken waren. Dit zijn dus twee groepen opeenvolgende lijsten van dezelfde koeien.

TABEL 25

Productiejaar	Aantal	Vet %	Eiwit %	vvds %
1953	25	4.19	3.33	8.86
1954	25	4.18	3.40	8.89
1954	35	4.25	3.39	8.90
1955	35	4.31	3.35	8.82

Voor het aantonen van eventuele jaarverschillen is een dergelijke hoeveelheid materiaal zeer klein. Wel krijgen wij vooral bij de laatste gegevens de indruk, dat het gemiddelde eiwitgehalte in 1954 iets hoger lag dan in 1953 en 1955. Deze verhoging zou ook enigszins bij het vvds-gehalte doorwerken.

Over het vetgehalte is nog moeilijker iets te zeggen. De gegevens wijzen in de richting, dat het voor 1954 iets verlaagd was.

De kleine verschillen, die niet betrouwbaar aan te wijzen zijn, maken eventuele correcties niet verantwoord.

Opmerking: Bovendien hebben wij zeer weinig met correcties voor deze factor te maken, omdat de moeder/dochtervergelijkingen in Jelsum voor het overgrote deel van één jaar, nl. 1954, afkomstig

zijn. Bij het vergelijken van de gegevens van Giekerk (1953) en Jelsum (1954) kan dit eventuele jaarverschil een rol spelen.

e. De invloed van bedrijfsverschillen.

De bedrijfsverschillen vormen een zeer belangrijk punt bij eventuele correcties. Het is bekend, dat het milieu op de bedrijven zeer veel kan verschillen, wat ongetwijfeld in mindere of meerdere mate van invloed zal zijn op de samenstelling van de melk.

Vooraf bij het vetgehalte kunnen erfelijke factoren naast milieuverschillen een zeer belangrijke rol spelen.

Voor directe correcties komen deze milieu- en erfelijke verschillen niet in aanmerking, omdat zich slechts bij zeer grove benadering laat vaststellen in welke mate deze factoren een rol spelen. Bij de opzet van een proef moet hier, zo mogelijk direct, rekening mee gehouden worden.

Het erfelijkheidsonderzoek werd in het eerste jaar vooral gericht op dochtergroepen van K.I.-stieren. Alleen bedrijven, die reeds vrij vroeg bij de K.I.-vereniging aangesloten waren, kwamen hiervoor in aanmerking. Om technische redenen werd het onderzoek ook nog beperkt tot het werkgebied van de zuivelfabriek Giekerk. Gemiddeld is dit materiaal dus afkomstig van een beginnend fokgebied van de lichte grond. Natuurlijk zijn er wel variaties in de bedrijfsvoering en daarmee in de milieu-omstandigheden tussen de bedrijven onderling. Ook zal het ene bedrijf met de selectie op het vetgehalte groter resultaten behaald hebben dan het andere.

Al deze factoren worden echter grotendeels gecorrigeerd door de omstandigheid, dat de dochters van alle K.I.-stieren regelmatig verspreid over de bedrijven voorkwamen. Gemiddeld kan er dan ook van uitgegaan worden, dat de dochtergroepen bij dezelfde bedrijfsvoering, dezelfde milieu-invloeden ondergaan hebben; terwijl ook aangenomen kan worden, dat de gemiddelde erfelijke aanleg van de moeders ongeveer gelijk was. Op deze manier hebben wij dus niet met correcties te maken, omdat de aard van het materiaal, nl. dochtergroepen van K.I.-stieren, dit overbodig maakt.

In het tweede jaar werd de proef omgebogen in de richting van moeder/dochtervergelijkingen om beter de erfelijke factoren te kunnen bestuderen. Thans konden echter eventuele bedrijfsverschillen een grotere rol gaan spelen. Hier is dan ook rekening mede gehouden bij de keuze van het proefmateriaal in Jelsum. Alle bedrijven, die daar bij de proef betrokken zijn, waren vooraanstaande fokbedrijven uit een zeer beperkt gebied op de zware kleigrond. Er bestond een grote overeenkomst in de bedrijfsvoering. Wij kunnen dan ook aannemen, dat de milieu-omstandigheden op de bedrijven in sterke mate met elkaar overeenkwamen.

Op de fokbedrijven in Jelsum is reeds lange tijd intensief op het vetgehalte geselecteerd. Het is daarom niet te verwonderen, dat het gemiddelde vetgehalte belangrijk hoger ligt dan in Giekerk, wat dus voornamelijk aan erfelijke factoren toegeschreven moet worden. Op alle bij de proef betrokken bedrijven werd bij de groepen proefdieren een gemiddeld vetgehalte van meer dan 4 % gevonden. Doordat op verschillende bedrijven ook nog dezelfde stieren gebruikt zijn, komt het erfelijk bepaalde hoogteniveau van het vetgehalte vrij sterk met elkaar overeen (zie blz. 110).

Gemiddelde samenstelling van de melk in beide gebieden.

TABEL 26

	Aantal koeien	Vet %	Eiwit %	vvds %
Giekerk	330	3.85	3.20	8.70
Jelsum	252	4.18	3.34	8.82

Conclusie:

Het materiaal te Jelsum en te Giekerk moet geheel afzonderlijk beschouwd worden, wegens:

1. milieuverschillen,
2. erfelijk bepaalde verschillen.

Voor de moeder/dochtervergelijkingen corrigeert men zeer vaak de bedrijfsverschillen door de berekeningsmethode van de "variantie analyse" toe te passen en daarbij de variatie "between herds" uit te sluiten. Wij menen dat dit voor ons materiaal, ook met het oog op de beschreven omstandigheden, niet nodig is.

*Lush en Gilliard*⁹⁹⁾ stelden in 1955 een uitgebreid overzicht samen over de verschillende methoden die gebruikt worden voor het nakomelingenonderzoek. Zij kwamen hierin o.a. tot de conclusie: "Where management varies little between neighbouring farms, but the environment varies much from one locality to another, a group of similarly managed herds in the same locality might be treated as a single herd". Dit geldt o.i. wel in zeer sterke mate voor het proefmateriaal in Jelsum, waar ook nog het erfelijk bepaalde selectieniveau op de bedrijven veel overeenkomst vertoont.

Voor de moeder/dochtervergelijkingen op de stamboekbedrijven in Giekerk gaat dit binnen dit gebied ook wel op.

Conclusie:

De gegevens van de bedrijven kunnen binnen één gebied zonder correcties met elkaar vergeleken worden.

HOOFDSTUK 5.

SAMENVATTING VAN DE INVLOEDEN VAN DE NIET-ERFELIJKE FACTOREN.

Het hoofddoel van ons onderzoek is, de invloed van erfelijkheid en milieu op de samenstelling van de melk na te gaan, onder de normale praktijk-omstandigheden in Friesland.

Hier is dus van de veronderstelling uitgegaan, dat de quantitative eigenschappen, zoals de melkhoeveelheid per lactatieperiode en de gemiddelde vet-, eiwit-, lactose- en vvds-percentages door erfelijke, zowel als door niet-erfelijke factoren bepaald worden. Het gaat nu vooral om de vraag voor welk deel de erfelijke factoren de totale variatie in een eigenschap bepalen (de z.g. erfelijkheidsgraad), en voor welk deel deze variatie toegeschreven moet worden aan niet-erfelijke factoren.

Voor de eigenschappen: melkhoeveelheid en vetgehalte kwam Shimy¹⁴⁴) tot de slotconclusie: „dat ongeveer 35 % van de gevonden variatie in de gemiddelde melkproduktie per lactatie en ongeveer 76 % van de variatie in het gemiddeld vetgehalte bij het Friese stamboekvee een gevolg zijn van erfelijke verschillen, terwijl de rest van de variatie moet worden toegeschreven aan niet-erfelijke oorzaken”.

In de voorgaande hoofdstukken hebben wij ons vooral bezighouden met de bestudering van niet-erfelijke invloeden op de samenstelling van de melk. Het gaat hierbij vooral om de vergelijking van de gedragingen van het vetgehalte met die van het eiwitgehalte.

Interessant is b.v. de vraag, hoe de beide bestanddelen op verschillende milieu-factoren reageren. Op zich zelf geeft deze vergelijking reeds aanwijzingen, hoe sterk het eiwitgehalte in verhouding tot het vetgehalte door de niet-erfelijke factoren beïnvloed wordt. Tevens moet op het verband tussen het vet- en eiwitgehalte gelet worden, omdat niet-erfelijke factoren hier ook invloed op kunnen hebben.

Wij zullen trachten de voorgaande hoofdstukken, die in dit verband belangrijk zijn, samen te vatten. Deze zullen aangevuld worden met literatuurgegevens, om zodoende een dieper inzicht te krijgen in de uitwerking van niet-erfelijke factoren op de samenstelling van de melk.

Bij de bestudering van de lactatiecurven is opgevallen, dat de

eiwitgehaltecurve in vorm vrij sterk overeenkomt met de vetgehaltecurve. De laatste verloopt steiler, zodat de variatie in het vetgehalte gedurende de lactatieperiode groter is dan die van het eiwitgehalte.

Wat de andere melkbestanddelen, nl. het vvds- en lactosegehalte betreft, kan gezegd worden, dat de vvds-curve sterk met die van het eiwitgehalte overeenkomt, maar alleen veel vlakker verloopt door het steeds dalende lactosegehalte.

Bij de bestudering van de gegevens van de afzonderlijke proefmelkingen is zeer duidelijk gebleken, dat in het algemeen het eiwitgehalte van proefmelking tot proefmelking belangrijk constanter is dan het vetgehalte. Het lactosegehalte blijkt echter nog minder te variëren.

Als verklaring voor de grotere variatie in het vetgehalte kan gewezen worden op het verschil in afscheiding van het melkvet ten opzichte van het melkeiwit. De eerste en laatste melk van een proefmelking bevat nl. een constant eiwit- en lactosegehalte, maar het vetgehalte stijgt zeer sterk gedurende het melken. Grote variaties in het vetgehalte vindt men ook bij onvoldoende uitmelken, tochtigheid, enz.

Maar afgezien van deze storende invloeden blijft het vetgehalte toch sterker variabel dan het eiwitgehalte. Men tracht dit wel te verklaren door de theorie van de melkvorming naar voren te brengen.

In korte trekken komt deze hierop neer: De melk wordt gevormd in levende kliercellen, die na hun groeiproces gedeeltelijk vervloeien en hiermee de melk leveren.

In de kliercellen komt het melkvet voor in een emulsiëphase, dus als kleine inactieve druppeltjes in de waterige phase van het protoplasma. Door deze inactieve vorm, waarin het melkvet voorkomt, zou er veel meer variatie mogelijk zijn in de totale hoeveelheid en in de samenstelling, dan bij de echte protoplasma bestanddelen, die wel actief deelnemen aan de levensprocessen van de cel. Het is dan ook een bekend feit, dat de samenstelling van het melkvet beïnvloed wordt door de voeding (producten die harde en zachte boter leveren), maar ook dat bestanddelen, die in vet oplosbaar zijn, gemakkelijk met de melk afgescheiden worden o.a. verschillende reuk- en smaakstoffen. Ook geven bepaalde voedermiddelen een verhoging van het vetpercentage (cocoskoeken).

Het melkeiwit en de lactose komen in een zodanige vorm voor, dat deze wél invloed uitoefenen op de evenwichten, die er binnen de cel heersen en deelnemen aan de levensprocessen van het protoplasma. De caseïne komt in een kolloïdale phase voor en de

melksuiker en de melkzouten in opgeloste vorm. Deze stoffen zouden dan tot de relatief stationnaire bestanddelen behoren. Er blijven nog wel variaties mogelijk, maar bij grotere storingen zou de groei van het protoplasma stagneren, zodat de hoeveelheid geproduceerde melk dan afneemt. De mogelijke variaties zouden nog het grootste zijn voor de stoffen, die in kolloïdale toestand voorkomen.

Deze theorie kan met de praktijk getoetst worden door de seizoens- en voedingsinvloeden op de samenstelling van de melk te bestuderen. Voor dit doel is de algemene lactatiecurve ontleed in lactatiecurven van groepen koeien, die in dezelfde tijd gekalfd hebben. Hierbij is zeer duidelijk naar voren gekomen, dat het vet- en het eiwitgehalte door de voeding beïnvloed worden. De stijging van het eiwitgehalte was vooral duidelijk bij de overgang van de stal- naar de weideperiode. Het vetgehalte bleek op deze milieuverandering niet zo duidelijk te reageren. Zowel voor het eiwit- als voor het vetgehalte bleek de tendens tot dalen in de zomerperiode en de sterke stijging in de herfst specifiek te zijn. Wanneer de koeien op stal kwamen had deze milieuverandering weer een daling van beide bestanddelen tengevolge. Over het algemeen valt er dus een zeker parallel verloop van de vet- en eiwitgehaltecurve te constateren. Dit wijst er op, dat de milieufactoren over het algemeen de beide bestanddelen in dezelfde richting beïnvloeden. Hiermee zou dan ook een gedeelte van de positieve correlatie te verklaren zijn, die tussen het gemiddelde vet- en eiwitgehalte gevonden wordt.

Het lactosegehalte bleek zeer weinig door het milieu veranderd te worden.

Bij de bestudering van de gemiddelde lactatiecurven van groepen koeien, die op één bedrijf op bepaalde dagen bemonsterd werden, is opnieuw gebleken, dat het vetgehalte sterker, door meestal onbekende milieufactoren, beïnvloed wordt dan het eiwitgehalte. Waarschijnlijk hebben weersomstandigheden, verweiden, enz. dus een groter invloed op het vetgehalte, waardoor dit bestanddeel ook onafhankelijk van het eiwitgehalte kan variëren.

Hiermee hebben wij de variaties in het vet- en eiwitgehalte, tengevolge van seizoens- en voedingsinvloeden onder normale praktijkomstandigheden, aangetoond.

Dit onderzoek strekte zich alleen uit over de weideperiode en geeft geen gegevens over de invloed van de stalvoeding. Hierover hebben wij ook geen exacte gegevens, omdat het onderzoek op een praktijkproef berust, waarbij de voeding op de bedrijven niet

precies bekend is. Om hieromtrent te worden ingelicht, zal men literatuur gegevens over voederproeven moeten raadplegen.

In Groot Britannië besteedt men de laatste jaren veel aandacht aan het vvds-gehalte van de melk. Bij de bestudering van de factoren, die de variaties in het vvds-percentage veroorzaken, neemt de invloed van de stalvoeding een belangrijke plaats in.

Rowland ¹³¹⁾ wees er op, dat men wel steeds aangenomen had, dat een onvoldoende voeding weinig invloed had op het vvds-gehalte van de melk, maar dat toch in de oorlogsperiode (met weinig krachtvoer) gebleken was, dat er vaker lage vvds-gehalten in de stalperiode gevonden werden. Hij nam gedurende 4-5 weken voederproeven bij 18 koeien, waarbij hij aantoonde, dat bij onvoldoende rantsoenen niet alleen de melkhoeveelheid, maar ook het vvds-gehalte daalde. Een tekort aan Z.W. had een ernstiger effect dan tekorten aan v.e.a.s.

Resultaten:

	Samenstelling van de melk		
	vvds %	eiwit %	lact. %
1) groep koeien volgens de normen gevoerd	8.68	3.07	4.71
2) voldoende eiwit, 75 % Z.W.	8.34	2.86	4.61
3) voldoende Z.W., 60 % v.e.a.s.	8.50	2.95	4.65

Een rantsoen met 75 % van de benodigde Z.W. gaf een daling van 32 lb melk per week en van 0.34 % in het vvds-gehalte. Tweederde deel van de daling van het vvds-gehalte moest aan de daling van het eiwitpercentage toegeschreven worden.

Rook ¹²⁹⁾ en later *Holmes, c.s.* ⁶⁰⁾ toonden aan, dat het omgekeerde ook waar was. Bevatte het rantsoen boven de normen aan Z.W., dan nam het vvds-gehalte toe. Gaf men boven de normen aan v.e.a.s., dan had dit praktisch geen effect op het vvds-gehalte.

In een tweede proef, uitgevoerd door *Holmes, c.s.* ⁶⁰⁾ op het Hannah Dairy Research Institute in Schotland, gaf men een grondrantsoen van hooi en gedroogd gras, waarbij de koeien zoveel kuilvoer konden opnemen als ze wilden. Men gaf nu resp. 2, 4 en 6 lb krachtvoer voor elke gallon geproduceerde melk. Als resultaat gaf deze krachtvoertoevoeging resp. 17, 42 en 56 lb melk/week extra en een stijging van resp. 0.08, 0.34 en 0.45 % in het vvds-gehalte.

In de inleiding van het rapport van de Milk Marketing Board (1956) schreef *Provan* ¹¹⁵⁾: "It would therefore appear that underfeeding, particularly in energy value of the ration, is a major cause of solids-not-fat deficiencies under winter feeding conditions".

In het rapport werden de resultaten van een uitgebreide praktijkproef besproken, waarbij de individuele koeien van 9 grote bedrijven betrokken waren. (1948—1952, ca. 415 koeien/jaar). Tussen de 9 bedrijven bestonden vrij grote verschillen in de bedrijfsvoering. Zeer opmerkelijke verschillen in het vvds-percentage, die te wijten zijn aan de voeding, kwamen echter niet naar voren. *Provan* ¹¹⁵⁾ schreef hierover: "There are indications that feeding influences the herd level of solids-not-fat and in some cases the monthly deviations from the lactation average". Over het vetgehalte werd opgemerkt: "The data given in this paper indicates that poor feeding can result in a depression of 0.1 per cent or more in the butter-fat level during the early months of lactation".

Ook in andere landen heeft men het probleem van de invloed van de voeding op de samenstelling van de melk onderzocht.

Op het proefstation te Wiad (Zweden) onderzochten *Hansson*, c.s. ⁵³⁾ een paar eeneïge tweelingen gedurende 5 opeenvolgende jaren. Tweeling A ontving een nauwkeurig gecontroleerd rantsoen volgens de voedernormen (0.45 V.E. en 60 gr. v.e.a.s./kg melk) en tweeling B: (0.35 V.E. en 45 gr. v.e.a.s./kg melk). Als resultaat werd gevonden, dat gemiddeld over 5 lactaties tweeling A 0.10 % hoger vet, 0.14 % hoger eiwit en 0.06 % lager lactose geproduceerd had. Op dit station zijn tevens verschillende voederproeven genomen met eeneïge tweelingen, waarbij geen grote veranderingen in de melksamenstelling gevonden werden.

Hancock ⁴⁷⁾ nam in Nieuw Zeeland ook voederproeven met 15 paar eeneïge tweelingen. Hij verdeelde deze in drie groepen, waarvan 1 groep een voeding volgens de normen ontving, een tweede groep een arme voeding, die overeenkwam met de praktijkomstandigheden op overbezette bedrijven en een derde groep gaf hij een rijke voeding. Over een volledige lactatieperiode vond hij een verschil tussen de arm gevoerde groep en de groep, die boven de normen gevoerd werd van ca. 30 % in de melkhoeveelheid, maar tussen de vetpercentages was slechts een gering verschil (4—5 %), terwijl het caseïnepercentage praktisch niet beïnvloed werd (1—2 %).

Winzenried ¹⁵³⁾ schreef: „Der Einfluss der Fütterung auf die Höhe des Eiweissgehaltes in der Milch ist Gegenstand zahlreicher Arbeiten; in allen wird übereinstimmend angegeben, dass die verschiedenen Futtermittel im allgemeinen die Höhe des Eiweissgehaltes wenig beeinflussen".

Grabisch ⁴³⁾ gaf ook aan, dat vele onderzoekers gevonden hebben, dat milieufactoren (voeding, enz.) meest groter veranderingen in het vetpercentage geven dan in het eiwitgehalte.

Marckmann en Witt ¹⁰¹⁾ stellen tenslotte vast: „Ein Einfluss der Fütterung auf den Eiweissgehalt ist nicht festzustellen, wenn man nicht in dem relativ hohen Eiweissgehalt in den Weidemonaten neben anderen Ursachen eine spezifische Wirkung der frischen Grünmasse sehen will“.

Wanneer wij deze voornaamste literatuurgegevens overzien, dan blijkt wel dat er geen eenstemmig oordeel gegeven wordt over de invloed, die de voeding heeft op de samenstelling van de melk. M.i. moet men ook voorzichtig zijn met een te grote waarde te hechten aan proeven, die onder iets extreme en van de normale praktijk afwijkende omstandigheden genomen zijn.

Eigen onderzoek en literatuurgegevens samenvattend, blijkt zowel het vet- als het eiwitpercentage door de voeding beïnvloed te worden, maar in verhouding tot de melkhoeveelheid, over een langere termijn slechts in zeer geringe mate.

De invloed van de voeding schijnt onder normale praktijkomstandigheden minstens even groot te zijn op het gemiddelde vetgehalte als op het gemiddelde eiwitgehalte, waarbij beide bestanddelen op overeenkomstige wijze reageren.

Het bovenstaande is ook van belang voor het erfelijkheidsonderzoek. Shimy ¹⁴⁴⁾ vond, zoals op blz. 69 werd opgemerkt, dat ca. 24 % van de variatie in het vetgehalte toegeschreven moet worden aan niet-erfelijke factoren, terwijl dit voor de melkhoeveelheid ca. 65 % bedroeg.

Gezien de relatief geringe voedingsinvloeden op het eiwitgehalte is, bij een belangrijke variatie in dit bestanddeel, een erfelijkheidsgraad te verwachten, die eerder van dezelfde grootte zal zijn als die voor het vetgehalte, dan als die voor de melkhoeveelheid.

Correctiefactoren.

Bij het berekenen van een erfelijkheidsgraad tracht men wel vooraf correcties aan te brengen om het deel van de variatie, dat door de niet-erfelijke factoren veroorzaakt wordt, te verkleinen. De erfelijke aard van een eigenschap kan dan duidelijker naar voren komen. De invloed van de leeftijd op de melkproductie is hier een sprekend voorbeeld van.

Het is echter aan te bevelen zo weinig mogelijk correcties toe te passen, omdat het vaak om kleine verschillen gaat, die moeilijk vast te stellen zijn. De foutenbron wordt hiermee vaak niet verkleind. Bovendien zijn er geen nauwkeurige correcties vast te stellen voor voeding, bedrijfsvoering, gezondheidstoestand, enz.

Het is daarom beter om direct bij de keuze van het materiaal

hiermee rekening te houden. De gevonden erfelijkheidsgraad moet nl. zo representatief mogelijk zijn voor de populatie en de bedrijfsomstandigheden van de praktijk.

De verschillen in erfelijke aanleg en milieu tussen de gebieden Giekerk en Jelsum hebben ons daarom ook doen besluiten de gegevens van beide gebieden afzonderlijk te behandelen. De bedrijven binnen één gebied beschouwen wij echter wel als vergelijkbaar.

Wat dan de correctiefactoren betreft: alleen correcties ten aanzien van de leeftijdsinvloed en de lengte van de lactatieperiode op de melkhoeveelheid lijken verantwoord. Abnormale lijsten kunnen geheel buiten beschouwing gelaten worden, terwijl een uitzondering geldt voor de lijsten, die langer zijn dan 360 dagen. De gegevens hiervan zijn te gebruiken, wanneer de lijsten op 360 dagen afgesloten zijn.

Wij besloten dus geen correcties op de samenstelling van de melk toe te passen voor de invloeden van maand van afkalven, leeftijd, lengte van de lactatieperiode (260—360 dgn) en jaar van afkalven.

In de volgende hoofdstukken zullen wij nu de variaties in de gemiddelde samenstelling van de melk bij individuele koeien bestuderen en trachten na te gaan hoe groot de erfelijkheidsgraad is.

Het is misschien wel nuttig er op te wijzen, dat men zo zonder meer niet een te grote waarde moet hechten aan de uitkomsten van sommige berekeningen. Daarom hebben wij ook getracht de omstandigheden, die bij de berekeningen een rol kunnen spelen, zo nauwkeurig mogelijk te ontleden.

In de literatuur is hier ook wel eens op gewezen. *Fisher* (1951) zegt ergens over de erfelijkheidsgraad "one of those unfortunate short-cuts, which have often emerged in biometry for lack of a more thorough analysis of the data". *Johansson* ⁷⁵) waarschuwt: "A warning may be needed against any uncritical calculation of this coefficient".

HOOFDSTUK 6.

DE VARIATIES IN EN HET VERBAND TUSSEN DE MELKBESTANDDELEN BIJ INDIVIDUELE KOEIEN.

In de voorafgaande hoofdstukken zijn vooral de invloeden van de milieufactoren op de samenstelling van de melk het onderwerp van bespreking geweest. Hierbij is ook naar voren gebracht, dat het cijfermateriaal van Giekerk en Jelsum afzonderlijk behandeld moest worden. Niet alleen zijn de milieu-omstandigheden op de 12 vooraanstaande fokbedrijven in Jelsum beter, maar ook is in Jelsum gemiddeld veel intensiever en gedurende een langere tijd, o.a. op het vetgehalte, geselecteerd, waardoor ook belangrijke erfelijke verschillen ontstaan zijn. Het gemiddelde vet- en eiwitgehalte bedroeg voor het materiaal te Jelsum resp. 4.18 % en 3.34 %, terwijl dit voor Giekerk resp. 3.85 % en 3.20 % was.

Gemiddelde cijfers geven slechts een globaal beeld en nog geen inzicht in de variaties in de verschillende melkbestanddelen bij de verschillende dieren. Ook het verband, dat er tussen de melkbestanddelen gevonden wordt, vormt een zeer interessant gegeven, evenals de relatie met de melkhoeveelheid. Voordat de invloed van erfelijke factoren op de samenstelling van de melk besproken zal worden, kunnen het beste eerst de variaties in- en het verband tussen de melkbestanddelen aan een nader onderzoek onderworpen worden, waarbij wij vooral denken aan het vet- en eiwitgehalte.

a. Variaties in het vet- en eiwitgehalte van de melk.

Over het vetgehalte bestaat een zeer uitgebreide literatuur. Het is algemeen bekend, dat de variatie in het gemiddelde vetgehalte bij individuele koeien zeer belangrijk kan zijn en ook dat een groot deel hiervan door erfelijke factoren bepaald wordt (76 % volgens *Shimy* ¹⁴⁴). Juist aan deze twee eigenschappen, nl. de belangrijke variatie en de grote invloed van erfelijke factoren, is het succes van de selectie op deze eigenschap te danken.

Uit de gegevens van omstreeks 1900 blijkt, ^{128 a)} dat het gemiddelde vetgehalte in die tijd ca. 3 % bedroeg. Wanneer in 1955 een gemiddeld vetgehalte van 4.04 % voor alle bij het F.R.S. ingeschreven koeien (68967) gevonden wordt (Med. blad F.R.S. Nov. 1956), dan blijkt hieruit overduidelijk de enorme vooruitgang. Vooral de laatste jaren is het gemiddelde vetgehalte van alle aangevoerde melk in Nederland sterk gestegen. *Rijssenbeek* ^{132 a)} wees

er op, dat de stijging na de laatste wereldoorlog in 8 jaar tijds 0.3 % bedroeg, terwijl voor dezelfde stijging vóór de oorlog 30 jaar nodig was (1910 - 1940).

De mogelijkheden voor een scherpere en een meer algemene selectie zijn de laatste jaren zeer sterk toegenomen. Waren er in de beginperiode van de selectie op het vetgehalte slechts enkele fokkers bij de melkcontrôle aangesloten, momenteel worden er in Friesland reeds 81 % (1955) van alle koeien gecontroleerd, terwijl dit percentage voor geheel Nederland 62 % bedraagt.

Het ligt niet in de bedoeling hier verder over uit te wijden, omdat over dit onderwerp voldoende gegevens bekend zijn. Wat ons in verband met ons onderzoek sterk interesseert is de vraag, hoe groot de variatie in het vetgehalte in de beginperiode van de selectie in Friesland was en hoe groot deze momenteel is. Deze beide gegevens maken ook een vergelijking mogelijk, nl. in welke verhouding de variaties in het vetgehalte van het proefmateriaal te Giekerk en te Jelsum hiermee staan.

In tegenstelling tot het vetgehalte is over de variatie in het eiwitgehalte slechts weinig bekend. Het is één van de voornaamste doelstellingen van dit onderzoek om de variaties in het eiwitgehalte te bestuderen in vergelijking tot die van het vetgehalte. Zeer belangrijk is de vraag, voor welk deel deze variatie in het eiwitgehalte door erfelijke factoren bepaald wordt en hoe sterk het verband met het vetgehalte is.

Misschien geeft dit laatste ook een inzicht in de kwestie, hoe sterk het gemiddelde eiwitgehalte gestegen zal zijn door de selectie op het vetgehalte.

Bij dit onderzoek is uitgegaan van het volgende materiaal:

1. 4051 melklijsten van 2-jarige volbloed koeien van het jaar 1907. In het jaar 1906 had er een reorganisatie bij de melkcontrôle plaats gevonden, waardoor het onderzoek in sterke mate uitgebreid werd. Een belangrijk gedeelte van de koeien is dan ook afkomstig van bedrijven, die voor de eerste maal bij de melkcontrôle aangesloten waren. Hiermee hopen wij een inzicht te krijgen in de variatie van het vetgehalte in de beginperiode van de selectie op het vetgehalte in Friesland;
2. 13136 melklijsten van 2-jarige volbloed koeien van het jaar 1954. Het resultaat van ca. 50 jaar selectie op het vetgehalte kan hieruit afgelezen worden, terwijl dit materiaal bovendien een vergelijking mogelijk maakt met de gegevens van de eiwitproef;

3. De variatie in het vet- en eiwitgehalte van 330 melklijsten afkomstig van het proefmateriaal uit Giekerk en 252 melklijsten afkomstig uit Jelsum.

De frequentiecurven voor het vet- en eiwitgehalte zijn in grafiek 7 (blz. 79) getekend, waarbij horizontaal de vet-, resp. eiwitgehalteklassen uitgezet zijn (0.1 %), terwijl verticaal het aantal dieren, uitgedrukt in procenten van het totaal, aangegeven is.

Resultaat in cijfers.

Materiaal	Aantal melkl.	Gem. vet %	Spreiding	Variatie coëff.	Variatie breedte ($\bar{x} \pm 3 \sigma x$)
1907	4051	3.16	$\sigma = 0.30$	9.5 %	(2.26—4.06) 1.80 %
1954	13136	3.98	$\sigma = 0.27$	6.8 %	(3.17—4.79) 1.62 %
Giekerk	330	3.85	$\sigma = 0.26$	6.8 %	(3.07—4.63) 1.56 %
Jelsum	252	4.18	$\sigma = 0.27$	6.7 %	(3.37—4.99) 1.62 %
Eiwitgehalte					
Giekerk	330	3.20	$\sigma = 0.16$	5. %	(2.72—3.68) 0.96 %
Jelsum	252	3.34	$\sigma = 0.17$	5.1 %	(2.83—3.85) 1.02 %

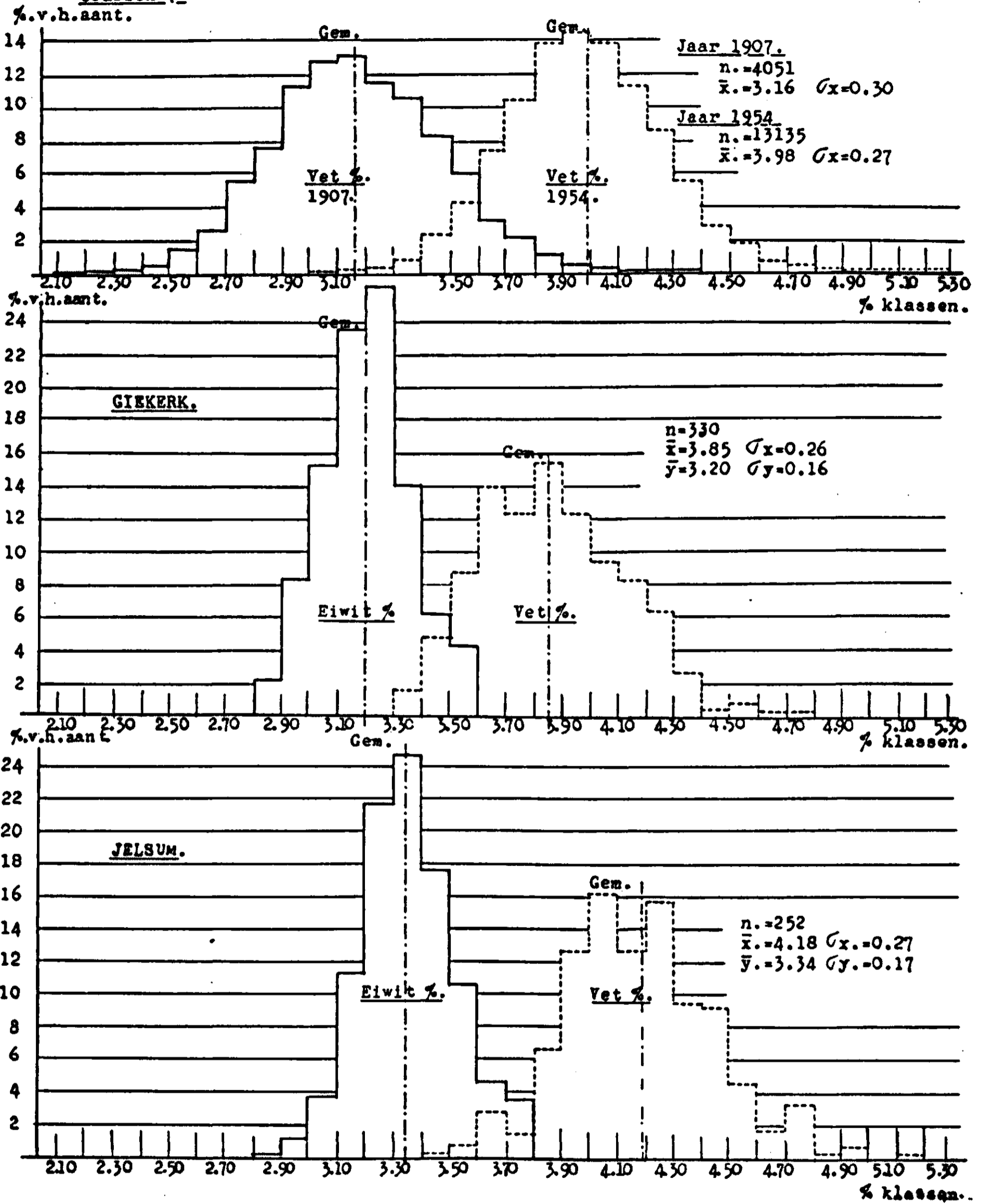
Bij de vergelijking van de frequentiecurven voor de vetgehalten van 1907 en 1954 valt meteen het grote verschil in het gemiddelde vet-gehalte op (0.82 %).

Wat de variatie-breedte betreft kan gezegd worden, dat in 1907 ca. 99.7 % van het materiaal volgens de waarschijnlijkheidsberekening ($\bar{x} \pm 3\sigma x$) binnen de grenzen 2.26 — 4.06 % lag, en dat er dus slechts ca. 0.2 % van het materiaal boven het vetpercentage van 4.06 % zal uitkomen. In werkelijkheid blijkt het percentage boven 4.06 iets groter te zijn, wat zeer waarschijnlijk grotendeels aan abnormale lijsten (abortus b.v.) toegeschreven kan worden. Het is interessant op te merken, dat bij het maximum van 1907, bijna het gemiddelde van 1954 ligt, vooral wanneer men er rekening mee houdt, dat de Gerbermethode in 1952 iets gewijzigd is, en dus met de oude methode in plaats van 3.98 een gemiddeld vetgehalte van 4.06 gevonden zou zijn.

Met de selectie op het vetgehalte zijn de grenzen van de oude populatie dus ver overschreden. Het lijkt dan ook waarschijnlijk, dat er door een combinatie van vetverhogende factoren nieuwe vormen ontstaan, die buiten de grenzen van de oude populatie vallen. In ieder geval blijkt uit dit voorbeeld, dat men bij de selectie niet gebonden behoeft te zijn aan de grenzen van de populatie, zoals die zich op een gegeven ogenblik aan ons voordoen. Wanneer dit voor het vetgehalte geldt, dan zal dit eveneens voor het eiwitgehalte kunnen gelden.

De variatie in het vet-en eiwitgehalte.

Grafiek 7.



GRAFIEK 7.

De variatie in het vet- en eiwitgehalte.

Volgens de theorie wordt de totale variatie bij selectie verkleind. Bij de vergelijking van de spreiding in 1907 en 1954 blijkt deze tegenwoordig slechts zeer weinig kleiner te zijn dan vroeger ($\sigma_x = 0.30$ resp. 0.27). Wanneer er in de gehele populatie even sterk op het vetgehalte geselecteerd zou zijn, dan was hier waarschijnlijk ook wel een belangrijk verschil naar voren gekomen. In de praktijk is er nl. zeer ongelijkmatig geselecteerd. Op sommige fokbedrijven heeft men b.v. al een gemiddeld vetgehalte van $4.30 - 4.40$ bereikt, terwijl andere bedrijven nog maar kort bij de melkcontrôle aangesloten zijn en alleen, door het voorgeschreven gebruik van stieren afkomstig van stamboekbedrijven, een vetgehalte van b.v. 3.80% bereikt hebben.

De frequentiecurve kan ook nog inlichtingen geven over de mate waarin geselecteerd werd. Bij selectie worden de koeien met het laagste vetgehalte uitgeschakeld, dus zal er een verstoring van de normale verdeling optreden, wat dan te zien is aan een zekere scheefheid van frequentiecurve. In het algemeen blijkt inderdaad dat de curven links iets steiler verlopen dan rechts, hoewel het verschil niet groot is.

Leignes Bakhoven veronderstelde, dat in het materiaal van 1907 nog zeer weinig geselecteerd zou zijn, omdat een belangrijk gedeelte van de koeien afkomstig was van bedrijven, die voor de eerste maal bij de melkcontrôle aangesloten waren. (ref. *Roelofs* ^{128a})

Het is m.i. echter de vraag, of er al geen selectie plaats gevonden had, voordat de melklijsten afgesloten waren. Wanneer uit de lopende melklijst duidelijk blijkt, dat het gemiddelde vetgehalte laag zal worden, dan kan dit een reden zijn om het dier te verkopen, vóórdat de melklijst afgesloten wordt. Een zekere scheefheid valt dan ook op bij de frequentiecurve van 1907, wat er op wijst, dat het gemiddelde vetgehalte van 3.16% iets te hoog is voor de toenmalige populatie. De gemiddelde vetgehaltecijfers van de coöperatieve zuivelfabriek te Jelsum waren in de jaren 1905 - 1910 resp. $3.09, 3.10, 3.07, 3.08$ en 3.07 . Deze cijfers ondersteunen de bovenstaande veronderstelling.

De frequentiecurven voor het vetgehalte van het proefmateriaal te Giekerk en te Jelsum komen sterk met elkaar overeen, wat b.v. de spreiding betreft, maar de gemiddelden van beide gebieden vertonen een duidelijk verschil (0.33%). Dit verschil zal voor een zeer groot deel aan erfelijke factoren toegeschreven moeten worden, terwijl wellicht de gemiddeld betere milieuomstandigheden te Jelsum hier ook iets toe bijdragen. Het is verder duidelijk, dat bij het materiaal in Giekerk een lager vetgehalte gevonden wordt dan bij het vol-

ledige stamboekmateriaal; terwijl te Jelsum het vetgehalte boven dit stamboekgemiddelde ligt.

Opmerking: Bij een combinatie van het materiaal van beide gebieden zou, bij een gemiddeld vetgehalte van 4 %, een grotere spreiding, nl. $\sigma_x = 0.31$, gevonden zijn.

Bij de bestudering van de frequentiecurven voor het eiwitgehalte valt in de eerste plaats op, dat de curven smaller en hoger zijn dan die voor het vetgehalte, dus dat de spreiding kleiner is ($\sigma_y = 0.16$ resp. 0.17). De variatie in het eiwitgehalte is wel kleiner, maar zeker nog zeer belangrijk, met een variatiebreedte van ca. 1 %.

Het verschil van 0.14 % in het gemiddelde eiwitgehalte tussen Giekerk (3.20) en Jelsum (3.34) is significant ($t = \text{ca. } 35$, $P_{0.01} = 2.58$), wat ook uit de frequentiecurven blijkt. Men kan zich hierbij de vraag stellen in hoeverre dit verschil aan erfelijke factoren, b.v. een erfelijk verband tussen het vet- en eiwitgehalte en/of aan een verschil in milieufactoren, toegeschreven moet worden.

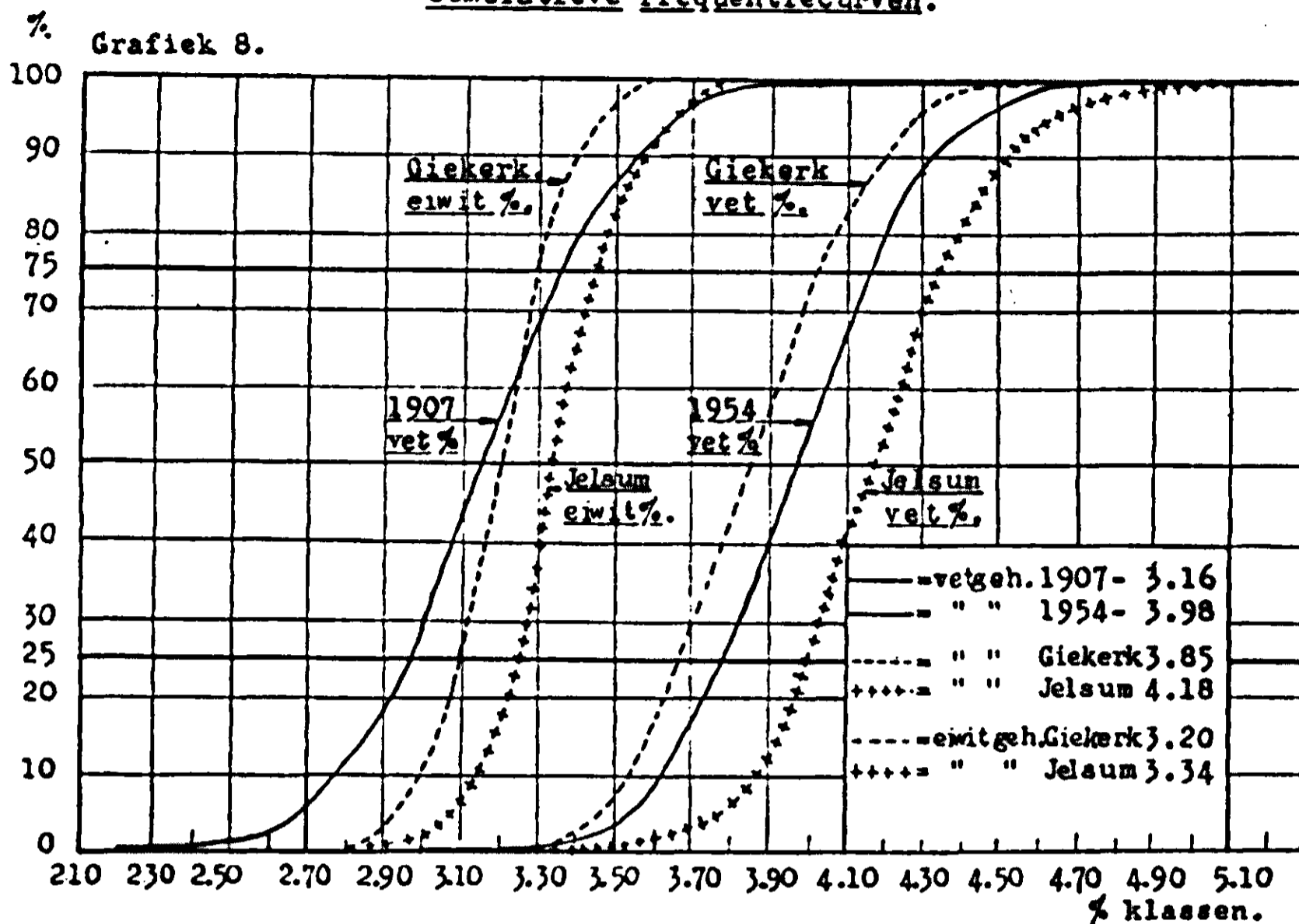
Grafiek 8 geeft een samenvatting van de voorafgaande frequentiecurven. Duidelijk is aan het steilere verloop van de eiwitcurven te zien, dat de spreiding in het eiwitgehalte kleiner is dan die in het vetgehalte.

De gemiddelden komen duidelijk naar voren, terwijl de variatie van de gehalten van b.v. 25 - 75 % van het materiaal rondom het gemiddelde ook eenvoudig af te lezen is.

De vetgehaltecurve in 1907 ligt als meest linkse in de grafiek, terwijl die van Jelsum geheel rechts ligt. Er heeft dus een zeer grote verschuiving ten gevolge van de selectie op het vetgehalte plaats gevonden. Onwillekeurig rijst de vraag, in hoeverre de eiwitcurven, die nu bij gem. 3.20 % en 3.34 % liggen, door de invloed van erfelijkheid en milieu sinds 1907 opgeschoven zijn en in hoeverre deze door een eventuele directe selectie op het eiwitgehalte verder naar rechts te verschuiven zullen zijn.

In de eerste plaats kan in het algemeen het verband tussen het vet- en eiwitgehalte bepaald worden, door middel van een correlatie berekening.

Cumulatieve Frequentiecurven.



GRAFIEK 8.

De cumulatieve frequentiecurven voor het vet- en eiwitgehalte.

b. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte.

Men zou eenvoudig het resultaat van een correlatie berekening in een enkel cijfer kunnen uitdrukken, maar om een goed inzicht te verkrijgen in het verband dat er tussen het vet- en eiwitgehalte bij individuele koeien bestaat, is het nuttig ook een visueel beeld te geven door middel van een grafiek. Daarom is hier voor de beide gebieden Giekerk en Jelsum een grafiek getekend, waarin de gemiddelde vet- en eiwitgehaltenes van de koeien tegen elkaar uitgezet zijn. (Grafiek 9, blz. 84)

Resultaat in cijfers.

Aantal koeien	Gem. vet %	Gem. eiwit %	Correlatie Coëff.	Regressieformule
Giekerk 330	3.85 $\sigma = 0.26$	3.20 $\sigma = 0.16$	$r = + 0.54 \pm 0.0396$	$E = 0.33V + 1.93$
Jelsum 252	4.18 $\sigma = 0.27$	3.34 $\sigma = 0.17$	$r = + 0.51 \pm 0.0467$	$E = 0.32V + 2.01$

De correlatie-coëfficiënt en de regressieformule zijn voor beide gebieden goed met elkaar in overeenstemming. Een significante posi-

tieve correlatie van ca. + 0.5 geeft aan, dat het verband tussen het vet- en eiwitgehalte niet sterk is. Uit de puntenverdeling van de grafiek kan dit ook afgelezen worden. Bij een vetgehalte van b.v. ca. 3.90 varieert het eiwitgehalte in Giekerk nog tussen 2.82 - 3.62 en in Jelsum van 3.00 - 3.65. Omgekeerd kan bij een eiwitpercentage van ca. 3.30 een vetgehalte van 3.30 - 4.60 voorkomen. De mening is wel naar voren gebracht, dat het verband tussen het vet- en eiwitgehalte sterker zou zijn bij lage vetgehaltenes (lager dan 4 %) dan bij hogere vetgehaltenes ¹¹⁶). Gezien de puntenverdeling in de grafiek bestaat hier geen enkele aanwijzing voor.

Het valt dus op, dat de variatie in het eiwitgehalte grotendeels onafhankelijk is van het vetgehalte. Met behulp van de volgende formule is te berekenen voor welk deel.

	Total variance	=	variance due to regression	+	variance not explained by regression
	σ_y^2	=	$\sigma_y^2 r^2$	+	$\sigma_y^2 (1 - r^2)$
Giekerk					
$\sigma_y = 0.16$	0.0256	=	0.007465	+	0.018135
$r = 0.54$					
Jelsum					
$\sigma_y = 0.17$	0.0289	=	0.007514	+	0.02138
$r = 0.51$					

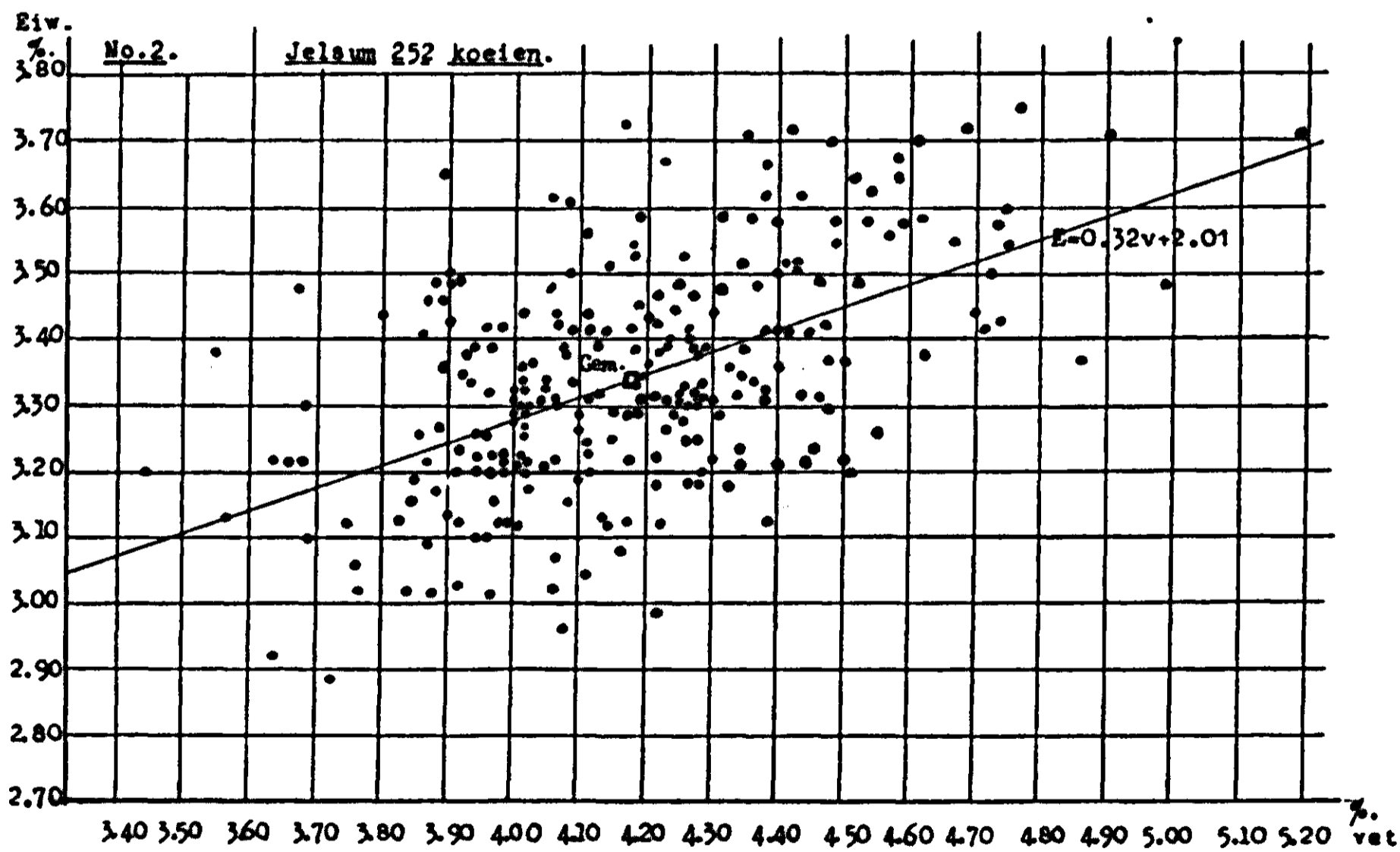
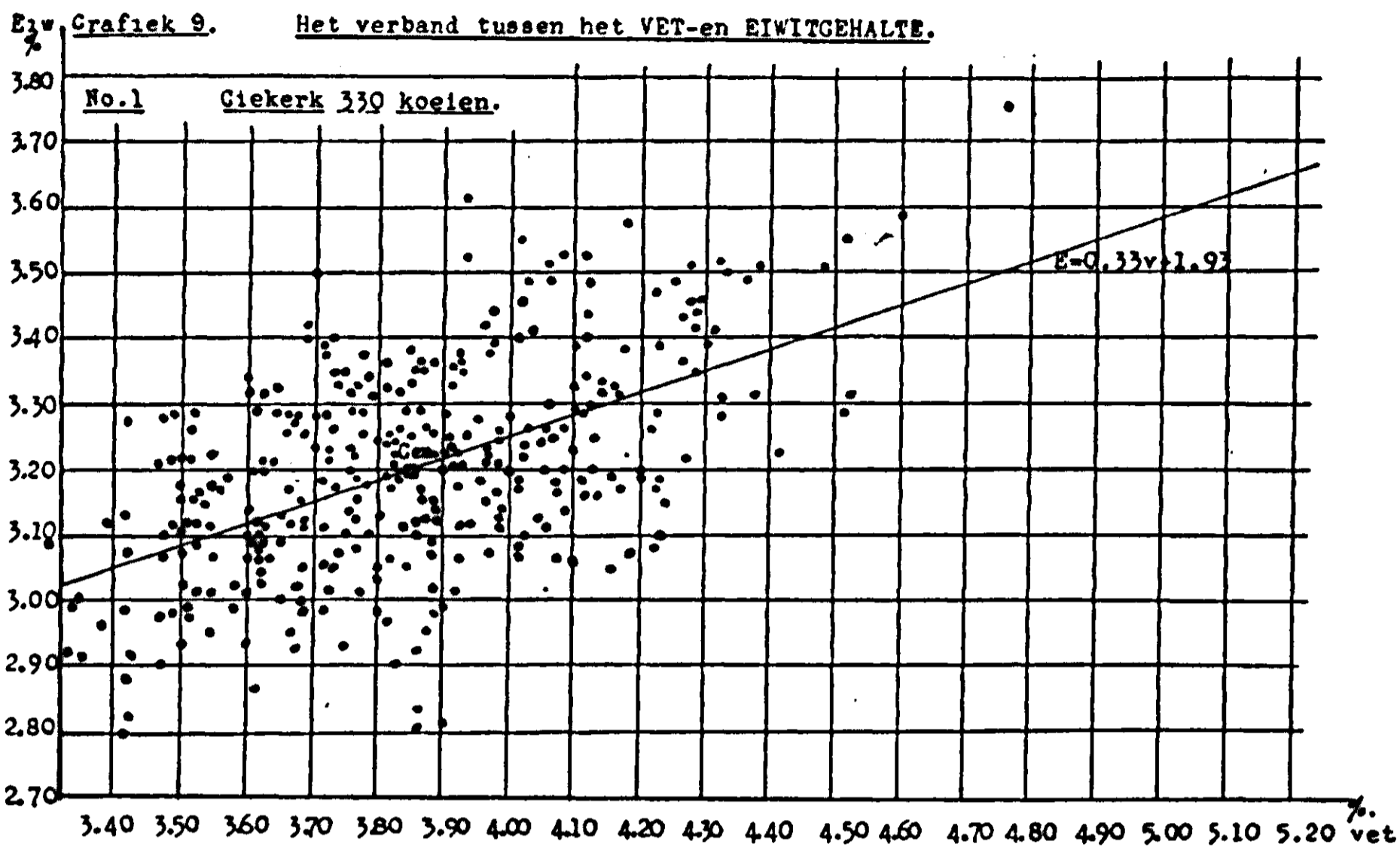
Hieruit volgt, dat in Giekerk 29 % en in Jelsum 26 % van de variatie in het eiwitgehalte door de correlatie met het vetgehalte verklaard kan worden, terwijl dus resp. 71 % en 74 % onafhankelijk van het vetgehalte varieert. Dit wijst er reeds op, dat het vet- en eiwitgehalte grotendeels onafhankelijk van elkaar zullen vererven, waar o.a. *Hansson* ⁵⁴) en *Auriol* ⁷) eveneens op gewezen hebben.

Het deel van de phenotypische variatie, dat door de erfelijke factoren (genotype) bepaald wordt, noemt men de erfelijkheidsgraad

van een eigenschap.
$$\left(h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \right)$$

In het volgende hoofdstuk, waar hier verder op ingegaan wordt, vinden wij zowel voor het vet- als voor het eiwitgehalte een erfelijkheidsgraad van ca. 0.7. Aan de invloed van milieu-factoren is dan 0.3 deel van de variatie toe te schrijven.

Wanneer men nu verder veronderstelt, dat zowel het deel van de variatie in het eiwitgehalte, dat afhankelijk van het vetgehalte varieert (0.3), als het deel, dat onafhankelijk van het vetgehalte varieert (0.7), in gelijke mate door de erfelijke factoren beïnvloed worden, dan is de totale phenotypische variatie in het eiwitgehalte (= 1) als volgt schematisch te verdelen:



GRAFIEK 9.

Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte.

Schema	0.3 afhankelijk van het vetgeh.		0.7 onafhankelijk van het vetgehalte	
Totale phenotypische variatie eiwitgehalte = 1	0.21	0.09	0.21	0.49
	invloed erf fact. zowel op eiwit- als op vetgeh.		0.3 invl. milieu	invloed erf. fact. onafhankelijk v. h. vetgehalte

Volgens dit schema zal ca. 50 % van de variatie in het eiwitgehalte op erfelijke factoren berusten, die alleen dit bestanddeel beïnvloeden en ca. 20 % op erfelijke factoren, die het vet- en eiwitgehalte beide beïnvloeden. Wanneer men alleen op het eiwitgehalte zou selecteren, dan is de samenstelling van de melk dus voor een belangrijk deel onafhankelijk van het vetgehalte te wijzigen.

Als nu nog eens nader het verschil in de gemiddelde samenstelling van de melk te Giekerk en Jelsum bestudeerd wordt, dan is de verklaring op het eerste gezicht heel eenvoudig. Met de selectie op het vetgehalte (verschil $4.18 - 3.85 = 0.33$) is het verschil in het eiwitgehalte ontstaan ($3.34 - 3.20 = 0.14$). Dus 0.1 % hoger vetgehalte geeft globaal 0.04 % hoger eiwitgehalte. Dit volgt voor beide gebieden ook uit de regressie nl.

Giekerk: $E = 0.33 V + 1.93$; bij een vetgehalte van 4.18 vindt men een eiwitgehalte van 3.31;

Jelsum: $E = 0.32 V + 2.01$; bij een vetgehalte van 3.85 vindt men een eiwitgehalte van 3.23.

Het verschil van 0.03 % met de werkelijke cijfers (resp. 3.34 en 3.20) is niet van grote betekenis.

Vraagt men zich af, welk eiwitgehalte bij het vetgehalte van het materiaal in 1907 gevonden zou zijn (3.16 % vet), dan komt men volgens de regressie op resp. 2.97 % (Giekerk) en 3.02 % (Jelsum). Een stijging van 1 % in het vetgehalte zou dus gepaard gegaan zijn met ruim 0.3 % stijging in het eiwitgehalte. Verschillende onderzoekers o.a. *Marckmann* en *Witt*¹⁰¹⁾ komen tot hetzelfde resultaat.

Toch is het de vraag of men wel tot deze conclusie mag komen. Hier is immers uitgegaan van de regressie berekend uit de phenotypische correlatie-coëfficiënt van ca. + 0.5. Waar het uit een erfelijkheids-oogpunt eigenlijk om gaat, is meer de kwestie, hoe sterk het erfelijk bepaalde verband tussen het vet- en eiwitgehalte is, dus de „genotypische” correlatie. *Robertson c.s.*¹²⁸⁾ hebben hier ook op gewezen en zeggen: „The phenotypic correlation may be quite different from the genetic, and in some cases have even been found to be of different sign”. Men heeft zelfs getracht de genotypische

correlatie te berekenen door middel van „cross correlations”. De „cross correlation” is de correlatie tussen eigenschap 1 van dier A en eigenschap 2 van haar dochter B. Hazel ⁵⁸⁾ had de volgende formule voor de berekening opgesteld:

$$r_g = \frac{1/2 (r_{1a2b} + r_{2a1b})}{(r_{1a1b} \times r_{2a2b})^{1/2}}$$

Uit het materiaal van ca. 500 moeder-dochterparen werd de phenotypische correlatie $r_{\text{vet/eiwit}} = + 0.37$ (moeders) en $+ 0.42$ (dochters) berekend. De genotypische correlatie bedroeg: $r_g = + 0.48$. Men kwam tot de conclusie, dat de genotypische correlatie ongeveer gelijk was aan de phenotypische correlatie.

De gevolgde berekeningsmethode is nogal ingewikkeld en het lijkt ons toe, dat de fouten in de uitkomst zo groot kunnen worden, dat het moeilijk is tot een voldoende vaststaande en betrouwbare conclusie te komen.

Lauprecht en Walter ⁸⁷⁾ schreven: „Besonders gross ist der Einfluss der Zufallsfehler, so dass die Berechnung der genetischen Korrelation nur mit einem sehr umfangreichen Beobachtungsmaterial zu einigermaßen sicheren Werten führt”. Een berekening van de genotypische correlatie uit ons materiaal zal daarom geen antwoord op de vraag geven, hoe sterk het eiwitgehalte erfelijk gestegen zal zijn door de selectie op vetgehalte.

Men kan zich de vraag stellen, of het verschil in vet- en eiwitgehalte tussen Jelsum en Giekerk (resp. 0.33 % en 0.14 %) ook nog gedeeltelijk aan milieuverschillen toe te schrijven is. De gemiddeld betere milieu-omstandigheden in Jelsum en de gemiddeld iets langere lactatieperioden in dit gebied zullen waarschijnlijk slechts weinig de verschillen vergroot hebben. Bovendien zal de verhouding van het verschil in vet- en eiwitgehalte er weinig door veranderen.

Een ander punt, dat wel betekenis voor het verschil in het eiwitgehalte kan hebben, is de waarneming bij de bestudering van de jaarsinvloeden (blz. 64), dat het gemiddelde eiwitgehalte in 1954 iets verhoogd was ten opzichte van 1953 en 1955. De melklijsten in Jelsum werden grotendeels in 1954 verkregen, terwijl die in Giekerk voor een groot deel in 1953 gemaakt werden. Het erfelijk bepaalde verschil zal derhalve waarschijnlijk kleiner zijn dan 0.14 %. In dit verband is opmerkelijk, dat in Giekerk bij de vetgehalte-klasse 3.80 - 4.10 een gemiddeld eiwitgehalte van 3.20 gevonden werd (125 koeien), terwijl in Jelsum voor dezelfde vetgehalte-klasse een gemiddeld eiwitgehalte van 3.29 gevonden werd (89 koeien).

Het is derhalve gevaarlijk om uit de regressie het eiwitgehalte bij

een vetgehalte van 3.16 in 1907 te berekenen. De phenotypische correlatie kan immers beïnvloed zijn door milieverschillen. Reeds eerder is er op gewezen (blz. 49), dat verschillende milieufactoren het vet- en eiwitgehalte in dezelfde richting schijnen te beïnvloeden. Bij 35 koeien, die op de bedrijven A en B zowel in 1954 als in 1955 onderzocht werden, is de correlatie ($r = + 0.25$) berekend tussen het verschil in het vetgehalte en het verschil in eiwitgehalte van de opeenvolgende lijsten. Een gedeelte van de phenotypische correlatie moet dus aan de invloed van milieufactoren toegeschreven worden.

Deze conclusie wordt bevestigd als men de uitkomsten van enkele andere onderzoeken met elkaar vergelijkt:

Van Dam en Janse ³²⁾ vonden bij hun onderzoek van de mengmelk in Noord-Holland en Friesland bij resp. 40 en 44 bedrijven in 1927/28, de volgende gemiddelde samenstelling van de melk.

	Zomerperiode		Winterperiode	
	vet %	caseïne %	vet %	caseïne %
Noord Holland	3.30	2.33	3.43	2.38
Friesland	3.59	2.39	3.62	2.38
Vershil	0.29	0.06	0.29	0.00

Terwijl in Friesland reeds ca. 0.3 % hoger vetgehalte gevonden werd, bleek het caseïnegehalte van beide gebieden nauwelijks te verschillen. *Janse* ⁶³⁾ onderzocht in 1950 de mengmelk van een 16-tal fabrieken in verschillende delen van Friesland. De gemiddelde samenstelling van de mengmelk van 4 groepen van 4 fabrieken bedroeg toen:

	Weideperiode		Stalperiode	
	vet %	caseïne %	vet %	caseïne %
Klei-weidestreek	3.99	2.44	3.95	2.39
Bouwstreek	3.94	2.44	4.14	2.54
Veen-weidestreek	3.85	2.41	3.80	2.33
Wouden	3.80	2.38	3.84	2.34

Wanneer men de zomerperioden vergelijkt, dan blijkt het vetgehalte t.o.v. 1927/28 met ca. 0.3 % gestegen te zijn, terwijl het caseïnepercentage slechts zeer weinig hoger ligt. Behalve voor de bouwstreek met een veel hoger caseïnepercentage en de klei-weidestreek, blijkt het gemiddelde caseïnepercentage van de wintermelk in 1950 zelfs iets lager te liggen dan in 1927/28.

Enkele cijfers afkomstig van recente onderzoeken, die in dit verband nog naar voren gebracht kunnen worden, zijn ontleend aan de volgende publicaties:

Ketelaars ⁸¹⁾ vond bij een onderzoek in Gelderland (1953) als gemiddelde samenstelling van de melk bij respectievelijk 26 en 31 dochters van 2 zwartbonte stieren:

	vet %	eiwit %
Stier A (26 dochters)	3.75	3.36
Stier B (31 dochters)	3.74	3.25

Het voorlopig onderzoek in Overijssel ¹²²⁾ (1955) leverde o.a. de volgende gegevens op:

1. 25 moeder-dochterparen van de stier Anna's Adema.

	vet %	eiwit %
25 moeders	3.86	3.35
25 dochters	4.11	3.32

2. Bij 42 M.R.IJ. dieren vond men bij een gemiddeld vetgehalte van 3.58 een gemiddeld eiwitpercentage van 3.25. Het is wel zeer opmerkelijk, dat bij deze onderzoeken gemiddelde eiwitgehalten gevonden werden, die ongeveer op hetzelfde peil lagen als die van ons onderzoek. Het vetpercentage lag daarentegen meestal belangrijk lager dan bij ons materiaal.

Dit probleem hebben wij ook nog bestudeerd aan de hand van recente gegevens van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland. Vanaf mei 1956 zijn bij 51 fabrieken iedere week „druppel—mengmelk—monsters” genomen. Over 2 perioden n.l. 13 mei - 4 aug en 5 aug - 27 okt. is het gemiddelde vet-, caseïne- en eiwitpercentage van de fabrieken bekend gemaakt. Hiervan hebben wij het rekenkundig gemiddelde vet- en eiwitpercentage over de gehele zomerperiode berekend. Omdat in de eerste drie maanden een grotere hoeveelheid melk ontvangen is, zullen deze cijfers iets te hoog zijn voor een gewogen gemiddelde, maar de verhoudingen niet beïnvloeden.

Plaatst men in een grafiek de fabrieken in volgorde van een opklimmend vetgehalte (3.90 tot 4.16 %); variatiebreedte 0.26 %), dan verkrijgt men een oplopende „vetgehaltecurve”.

Het is opmerkelijk, dat de hierbij behorende „eiwitgehaltecurve” niet stijgt met een hoger vetgehalte. (Variatiebreedte eiwitgehalte 3.32—3.44 = 0.12 %). De gemiddelde vet- en eiwitpercentages van 12 fabrieken met de hoogste- en laagste vetpercentages zijn:

12 fabrieken met een hoog vetgehalte; gemiddeld	4.10% vet;	3.37 % eiwit
12 fabrieken met een laag vetgehalte; gemiddeld	3.93% vet;	3.38 % eiwit
	Verskil + 0.17	— 0.01

Het verschil in vetgehalte tussen de fabrieken zal hoofdzakelijk aan selectie op dit bestanddeel toegeschreven moeten worden. Uit deze gegevens, die op een groot aantal monsters (ca. 20 per fabriek) en een grote hoeveelheid mengmelk berusten, zou dus blijken, dat met de selectie op vetgehalte in het geheel geen stijging van het eiwitpercentage plaats gevonden heeft.

Conclusie:

De regressieformule geeft aanleiding tot de veronderstelling, dat een stijging van 1 % in het vetgehalte een stijging van ruim 0.3 % in het eiwitpercentage teweeg zal brengen. Over het algemeen beïnvloeden de milieufactoren het vet- en eiwitgehalte in dezelfde richting, waardoor een te grote regressie berekend kan worden. Het zou voorbarig zijn het eiwitgehalte in 1907 op ca. 3 % te schatten bij een vetgehalte van 3.16. Verschillende literatuurgegevens maken het aannemelijk, dat inderdaad de stijging van het eiwitpercentage geringer is geweest dan men uit de regressie zou verwachten. Dit versterkt nog de conclusie, dat het vet- en eiwitgehalte grotendeels onafhankelijk van elkaar zullen vererven.

c. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte met de melkhoeveelheid.

Over het verband tussen het vetgehalte en de melkhoeveelheid is veel geschreven. *Johansson* ⁷⁴⁾ publiceerde een vrij volledig overzicht en gaf een negatieve correlatie van ca. — 0.2 aan.

Wij stellen ons niet voor, dat met het betrekkelijk kleine materiaal dat ons ter beschikking staat veel nieuw licht op deze zaak geworpen zal worden. Wel zouden wij willen opmerken, dat het hier ook zeer moeilijk is de „genotypische” correlatie van de „phenotypische” correlatie te scheiden. Om b.v. enkele invloeden te noemen: selectie op vetgehalte én melkhoeveelheid geeft, dat koeien met een laag vetpercentage en een lage melkproduktie het eerst opgeruimd zullen worden, terwijl koeien met de combinatie hoog melk en iets laag vet, en het omgekeerde, langer aangehouden worden. Ook geven langere melklijsten een iets lager daggemiddelde met een iets hoger vetgehalte dan kortere melklijsten. Beide factoren kunnen een kleine negatieve correlatie veroorzaken. Gunstige milieu-omstandigheden (voeding voornamelijk) zullen daarentegen in de richting van een zwak positief verband werken, omdat zowel de melkhoeveelheid als ook het vetgehalte gunstig beïnvloed kunnen worden.

Voor het verband tussen het eiwitgehalte en de melkhoeveelheid kunnen soortgelijke overwegingen naar voren gebracht worden, alleen speelt hier de directe selectie op het eiwitgehalte geen rol.

Correlatie-berekeningen.

Giekerk:

Materiaal 239 koeien met normale lijsten, afgekalfd in 1953. De gemiddelde dagopbrengst is berekend met behulp van de bij het F.R.S. gebruikelijke correctie-cijfers van Groeneveld 44).

239 koeien			Variatie coëff.	Correlatiecoëff.
gem. eiwit %	3.20	$\sigma = 0.15$	4.7 %	$r_{\text{eiwit/melk}} = + 0.05$
gem. dagopbrengst als 2 j.	10.7 kg	$\sigma = 1.41 \text{ kg}$	13.2 %	(niet significant)

Jelsum:

Om jaarsinvloeden, invloed lengte van de lactatieperiode, enz. uit te sluiten, hebben wij alleen de volgende lijsten genomen:

1. lijsten van het jaar 1954,
2. lengte van de lactatieperiode 300 - 340 dgn.,
3. koeien van 2 - 8 jaar.

Opmerking: De melkhoeveelheid per dag is gecorrigeerd naar de leeftijd.

98 koeien			Variatie coëff.	Correlatie coëff.
gem. vet %	4.14	$\sigma = 0.21$	5 %	$r_{\text{vet/eiwit}} = + 0.49$ (sign.)
gem. eiwit %	3.33	$\sigma = 0.15$	4.6 %	$r_{\text{vet/melk}} = - 0.006$ (niet sign.)
gem. dagopbrengst als 2 j.	10.75 kg	$\sigma = 1.55 \text{ kg}$	14.5 %	$r_{\text{vet/melk}} = - 0.16$ (niet sign.)

Het gaat ons nu voornamelijk om het verband tussen het eiwitgehalte en de melkhoeveelheid. Als resultaat werd dus gevonden: Giekerk $r = + 0.05$ en Jelsum $r = - 0.16$, beide niet significant.

Conclusie:

Uit dit cijfermateriaal blijkt, dat er geen duidelijk verband aangetoond kon worden tussen het gemiddeld eiwitpercentage en de dagopbrengst.

Verschillende onderzoekers; o.a. Provan 115), Robertson c.s. 128) en Marckmann en Witt 101) geven aan, dat er tussen de melkhoeveelheid en het eiwit- of vvds-percentage geen duidelijk verband bestaat.

Provan zegt b.v.: "the relationship between yield and solids-not-fat in lactation groups is even weaker than that for yield and butter-fat".

Marckmann en Witt: „Ein Einfluss der Höhe der Jahresmilchmenge auf den Fett- und Eiweissgehalt ist nur in extremen Fallen zu erkennen".

De vet- en eiwitpercentages zijn voor de zuivelbereiding van het meeste belang. Daarom zijn ook in het bijzonder de variaties in en het verband tussen deze beide bestanddelen zo nauwkeurig mogelijk onderzocht, evenals het verband met de melkhoeveelheid.

Speciaal ten aanzien van het eiwitgehalte zijn evenwel nog een aantal vragen te stellen, die ook voor de praktijk interessant zijn.

1. In feite gaat het niet om het totaal melkeiwit, maar meer om het economisch belangrijkste deel daarvan nl. de caseïne. Is het dan wel juist om bij een eventuele selectie van het totaal eiwitpercentage uit te gaan?
2. Het melkeiwit is een belangrijk bestanddeel van de vvds. Wanneer men nu in plaats van het eiwitgehalte van het vvds-gehalte uitgaat komt men dan niet tot dezelfde resultaten bij een eventuele selectie? Hoe groot is dus het verband tussen vet- en eiwitgehalte en het vvds-gehalte?
3. Hoe sterk varieert het lactosegehalte en hoe groot is het verband met het vetgehalte?

In deze volgorde zullen de bovengenoemde vragen besproken worden.

d. Het verband tussen het eiwit- en caseïne-percentages.

Alleen gedurende het eerste jaar van het onderzoek werd het caseïnepercentage bepaald en wel tot 1 maart 1954. Daartoe waren er alleen in Giekerk 170 volledige melklijsten ter beschikking, waaruit het gemiddelde percentage van beide bestanddelen berekend kon worden.

Resultaat berekening:

Aantal lijsten 170

Gem. eiwit % 3.20; $\sigma = 0.15$

r eiw./cas. = + 0.89

Gem. Cas. % 2.55; $\sigma = 0.13$

Regressie form. $E = 0.97 \text{ Cas.} + 0.72$

Er bestaat dus een zeer nauw verband tussen het gemiddelde caseïne- en eiwitpercentage, wat blijkt uit de correlatie-coëfficiënt van ca. + 0.9. De caseïne-/eiwitgehalte verhouding is gemiddeld $2.55/3.20 = 0.80$.

Hansson, c.s. ⁵²⁾ vonden bij hun onderzoekingen te Wiad met eeneïge tweelingen, dat het percentage van de verschillende N. fracties, berekend op het totale N. gehalte van de melk, ook door erfelijke factoren beïnvloed werd. Dus de gem. Cas./eiwitverhouding kan dan variëren. Volgens de uitkomsten van ons onderzoek, gaat het hier niet om grote verschillen.

Conclusie:

Gezien het zeer nauwe verband, dat er tussen het caseïne- en het eiwitpercentage gevonden wordt, is het voor de praktijk voldoende om alleen het eiwitpercentage vast te stellen.

Opmerking: Reeds eerder (blz. 31) hebben wij gezien, dat de caseïne/eiwit-verhouding gedurende de lactatieperiode zeer constant is.

e. Het verband tussen het vet- en eiwitgehalte en het berekende vvds-percentage.

Het ligt in de lijn van de verwachtingen, dat er een positieve correlatie gevonden zal worden tussen vet en vvds, omdat het eiwit een belangrijk bestanddeel is van de vvds en wij reeds een positieve correlatie van ca. 0.5 vonden tussen vet- en eiwitgehalte.

Resultaat berekening:

Giekerk:	330 melklijsten	Correlatie coëff.	Regressie formule:
Gem. vet %	3.85 $\sigma = 0.26$	$r_{\text{vet/vvds}} = + 0.46 \pm 0.0434$	$\text{vvds} = 0.31 V + 7.62$
Gem. eiw. %	3.20 $\sigma = 0.16$	$r_{\text{eiw./vvds}} = + 0.70 \pm 0.0281$	$E = 0.64 \text{ vvds} - 2.37$
Gem. vvds %	8.70 $\sigma = 0.17$		
Jelsum:	252 melklijsten		
Gem. vet %	4.18 $\sigma = 0.27$	$r_{\text{vet/vvds}} = + 0.54 \pm 0.0443$	$\text{vvds} = 0.40 V + 7.16$
Gem. eiw. %	3.34 $\sigma = 0.17$	$r_{\text{eiw./vvds}} = + 0.75 \pm 0.0274$	$E = 0.71 \text{ vvds} - 2.90$
Gem. vvds %	8.82 $\sigma = 0.18$		

De variatie in het vvds-gehalte is ongeveer gelijk aan die van het eiwitgehalte. Evenals bij de vet/eiwitverhouding vinden wij een correlatie-coëfficiënt van ca. 0.5 voor het verband tussen het vet- en vvds-percentage. Hetzelfde wat op pag. 86 over de „phenotypische” correlatie in vergelijking tot de „genotypische” correlatie gezegd is, geldt ook hier.

Er werd een vrij sterke positieve correlatie gevonden tussen het eiwit- en vvds-percentage nl. 0.70 voor Giekerk en 0.75 voor Jelsum.

De vraag blijft echter of het verband tussen het eiwit- en vvds-gehalte nu wel groot genoeg is om met succes alleen op het vvds-gehalte te selecteren, wanneer men zich tot doel stelt om daarmee het eiwitpercentage te verbeteren.

Een correlatie van ca. 0.75 laat een vrij grote variatie in het eiwitpercentage binnen bepaalde vvds-gehalte-klassen toe. Het valt daarom sterk te betwijfelen of met een selectie op het vvds-gehalte ook een effectieve selectie op het eiwitgehalte verkregen zal worden.

Voorbeeld:

Variatie in het eiwitpercentage binnen bepaalde vvds-klassen te Giekerk.

Vvds-klasse (0.05 %)	8.50	8.55	8.60	8.65
Variatiebreedte Eiwit %	2.90—3.30	2.90—3.35	3.00—3.35	2.95—3.35
Vvds-klasse (0.05 %)	8.70	8.75	8.80	
Variatiebreedte Eiwit %	3.00—3.60	3.00—3.45	3.10—3.50	

Conclusie:

Het gemiddelde vvds-percentages geeft nog geen nauwkeurige aanwijzing voor het gemiddelde eiwitpercentage. Men zal dan ook niet met de indirecte bepaling van het eiwitgehalte door middel van het uit het s.g. berekende vvds-percentages kunnen volstaan bij een eventuele selectie op het eiwitgehalte.

Opmerking: Gedurende de lactatieperiode geeft het vvds-percentages ook geen nauwkeurige aanwijzing voor het eiwitpercentage, omdat het lactose-percentages steeds verder daalt.

f. De variatie in het gemiddelde melksuikerpercentage en het verband tussen melksuiker- en vetgehalte.

Wanneer het gemiddelde vvds-percentages geen nauwkeurige aanwijzing geeft voor het eiwitpercentage, dan zal dit veroorzaakt moeten worden door de variatie in het melksuikerpercentage. Het aspercentage kan slechts geringe schommelingen ondergaan; de eiwit/vvds-verhouding wordt hierdoor niet merkbaar beïnvloed.

203 koeien te Giekerk.		Variatie coëff.	Variatie breedte
Gemiddeld vet %	3.89	$\sigma = 0.28$	
Gemiddeld melksuiker %	4.80	$\sigma = 0.12$	2.50% 4.44—5.16 = 0.72 %
		Correlatie coëff. $r_{\text{vet/melks.}} = + 0.16$	(niet significant 1 % grens)

De variatie in het gemiddelde lactosepercentages blijkt kleiner te zijn dan die van het eiwitpercentage, maar een variatie-breedte van

0.72 % is nog niet gering. In ieder geval blijkt dit bestanddeel meer te variëren, dan men wel eens aangenomen heeft.

De gevonden correlatiecoëfficiënt $r = + 0.16$ is nog net niet significant ($P_{0.01} = 0.18$; $P_{0.05} = 0.14$) volgens de waarschijnlijkheidsberekening, maar wijst er toch sterk op, dat er een kleine positieve correlatie zal bestaan.

Tot voor kort meende men vrij algemeen, dat er een negatieve correlatie tussen het vet- en lactosepercentage zou bestaan, b.v. *Bonnier c.s.* ²³) wijst daarop. Gezien het lactatieverloop is het ook niet te verwonderen, dat men bij mengmonsters of monsters van individuele koeien een negatieve correlatie vond. Nu men echter meer gegevens over volledige lactatieperioden ter beschikking heeft, worden er kleine positieve correlaties berekend, b.v. door *Robertson c.s.* ¹²⁸) $r = + 0.161$ en $+ 0.110$, *van Schoubroek c.s.* ¹³⁸) $r = + 0.110$.

Conclusie:

De variatie in het lactosegehalte vormt een vrij belangrijk deel van de variatie in het vvds-percentages. Selectie op het vetgehalte gaat mogelijk gepaard met een geringe verhoging van het lactose percentage.

g. Samenvatting:

De in dit hoofdstuk behandelde stof kan worden samengevat in de volgende hoofdpunten:

1. In vergelijking tot het vetgehalte is de variatie in het eiwitgehalte kleiner, maar nog zeer belangrijk. De variatiebreedte in het vetgehalte bij dat materiaal loopt nl. van ca. 3.40 — 5.00 % = 1.60 %; de Variatie Coëfficiënt is ca. 6.7 %. De variatiebreedte in het eiwitgehalte loopt van ca. 2.80 — 3.80 = 1.00 %; var. coëff. = 5.1 %.

Tussen de beide bestanddelen werd een positief verband berekend ($r = + 0.54$ en $+ 0.51$); Regressieformule: $E = 0.33 V + 1.93$ en $E = 0.32 V + 2.01$. Uit de correlatiecoëfficiënt $r = + 0.5$ (phenotypische correlatie) volgt, dat het vet- en eiwitgehalte grotendeels onafhankelijk van elkaar vererven. Doordat de milieu-invloeden het vet- en eiwitgehalte enigszins in dezelfde richting beïnvloeden, hetgeen de phenotypische correlatie vergroot, zal dit de voorgaande conclusie nog versterken.

Verskillende literatuurgegevens wezen ook in de richting, dat met de selectie op het vetgehalte, het eiwitgehalte minder gestegen is dan men uit de regressie zou verwachten.

2. Voor het verband tussen het eiwitgehalte en de melkhoeveelheid werden de niet significante correlatie-coëfficiënten van $r = + 0.05$ en $r = - 0.16$ berekend. Er kan dus hoogstens een zeer kleine negatieve correlatie bestaan tussen de melkhoeveelheid en het eiwitgehalte. Het is derhalve niet te verwachten, dat een eventuele selectie op het eiwitgehalte enig merkbare invloed zal hebben op de melkhoeveelheid. Deze conclusie is in overeenstemming met de literatuurgegevens.
3. Het eiwitpercentage geeft een zeer nauwkeurige aanwijzing voor het caseïnepercentage ($r = \text{ca. } 0.9$). In de praktijk zal men dan ook kunnen volstaan met alleen het eiwitpercentage vast te stellen.
4. Het vvds-percentage geeft voor de praktijk een te onnauwkeurige schatting van het eiwitpercentage ($r = 0.70$ en $r = 0.75$). Het vvds-percentage kan dus niet als uitgangspunt worden genomen voor een eventuele selectie op het eiwitgehalte.
5. De variatie in het vvds-gehalte wordt nog vrij sterk beïnvloed door de variatie in het lactosepercentage. De variatiebreedte van het lactosegehalte: $4.44 - 5.16 = 0.72 \%$, variatie coëfficiënt $= 2.50 \%$. Tussen het gemiddelde vet- en lactosegehalte schijnt een kleine positieve correlatie te bestaan ($r = + 0.16$).

HOOFDSTUK 7.

DE INVLOED VAN ERFELIJKE FACTOREN OP DE SAMENSTELLING VAN DE MELK.

a. Algemene Inleiding.

Na de bestudering van de variaties in de gemiddelde samenstelling van de melk bij individuele koeien en het onderlinge verband tussen de verschillende melkbestanddelen komt de vraag aan de orde, hoe groot de invloed van de erfelijke factoren op deze samenstelling is. Het vrij uitgebreide en, wat de verwantschap van de dieren betreft, zeer gevariëerde materiaal, biedt de mogelijkheid dit onderwerp van verschillende kanten te benaderen. De volgende mogelijkheden zijn aanwezig om de invloed van erfelijke factoren te bestuderen:

- Giekerk:**
1. zes grote dochtergroepen van K.I.-stieren;
 2. 72 moeder/dochtervergelijkingen op een aantal stamboekbedrijven;
- Jelsum:**
1. een vrij groot aantal familiegroepen op 12 fokbedrijven, waarbij 145 vergelijkbare moeder/dochterparen;
 2. 20 kleine dochtergroepen van natuurlijk dekkende stieren. Van enkele dochtergroepen van jongere stieren is een deel van de moeders bij de proef betrokken geweest;
 3. opeenvolgende lijsten van 60 koeien van de bedrijven A en B.

Om aan te geven hoe sterk een eigenschap door erfelijke factoren bepaald wordt, berekent men gewoonlijk de erfelijkheidsgraad. De erfelijkheidsgraad (heritability = h^2) geeft aan, voor welk deel de phenotypische variatie in een eigenschap aan de invloed van erfelijke factoren (genotype) toegeschreven moet

worden $\left(h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \right)$

Men onderscheidt hierbij een erfelijkheidsgraad in ruime zin, waarbij aan het totaal van de erfelijke factoren gedacht wordt (additieve, dominante en epistatische) en een erfelijkheidsgraad in engere zin, waarbij alleen het additieve gedeelte van het erfelijk effect een rol speelt. Dus respectievelijk:

$$h_r^2 = \frac{\sigma_{ge}^2}{\sigma_p^2} \text{ en } h_e^2 = \frac{\sigma_{ga}^2}{\sigma_p^2}$$

Over het algemeen zijn de additieve effecten verreweg het belangrijkste bij de kwantitatieve eigenschappen, zodat het verschil h_r^2 en h_e^2 niet groot is. Berekent men een h^2 uit moeder/dochtervergelijkingen, door tweemaal de correlatie-coëfficiënt te nemen ($r = \frac{1}{2} h^2$) of eventueel tweemaal de regressie-coëfficiënt (*Lush*, en *Strauss*)⁹⁸), dan vindt men de erfelijkheidsgraad in engere zin. Dit is volgens *Lush*⁹⁶) eveneens het geval, als men viermaal de „intra-class correlation” voor groepen halfzusters neemt ($r_i = \frac{1}{4} h^2$).

De „intra-class correlation” geeft de verhouding aan tussen de variantie van de groepsgemiddelden en de variantie van het gehele materiaal: $r_i = \frac{\sigma_m^2}{\sigma^2 + \sigma_m^2}$ (Snedecor blz. 243).

De „intra-class correlation” is te berekenen volgens de formule

$$r_i = \frac{M_{\bar{x}} - M}{M_{\bar{x}} + (k_0 - 1)M} \quad (\text{Snedecor blz. 245}).$$

$M_{\bar{x}}$ = de „mean squares” voor de groepsgemiddelden.

M = de „mean squares” voor de individuen binnen de groep.

$k_0 = \frac{1}{n-1} \left(\text{Som } k - \frac{\text{Som } k^2}{\text{Som } k} \right)$ (Snedecor blz. 234) is een maat voor het gemiddelde aantal dieren per groep; k is het aantal dieren in de verschillende groepen.

Een erfelijkheidsgraad in de ruime zin vindt men door de „repeatability” van een eigenschap te bepalen; deze wordt gevonden door de correlatie van dezelfde eigenschap bij opeenvolgende lijsten van hetzelfde dier te berekenen¹³²). Deze waarde zal dus iets hoger kunnen liggen dan de erfelijkheidsgraad in engere zin.

Met de erfelijkheidsgraad in ruime zin heeft men ook te doen bij de berekeningen uit materiaal van eeneïge tweelingen.

De erfelijkheidsgraad is een zeer belangrijk gegeven. *Johansson*⁷⁵) zegt hierover: „Hinsichtlich aller Eigenschaften, die wir durch Zuchtwahl in den verschiedenen Haustierarten zu verbessern suchen, ist es notwendig, die Grösse der genetischen und nicht genetischen Variation in den Herden zu kennen. Ohne diese Kenntnisse arbeitet man vollständig im Dunkeln”.

Reeds eerder (blz. 75) hebben wij er op gewezen, dat men zeer voorzichtig moet zijn met een waarde, die in de regel door vrij ingewikkelde berekeningen bepaald moet worden. Dit is vooral het geval, wanneer het uitgangsmateriaal vrij klein is. Een kritische beoordeling van het uitgangsmateriaal en de hieruit verkregen uitkomsten is een eerste vereiste. Daarom is bij de beoordeling van

de invloed van de milieufactoren ook reeds rekening gehouden met de vraag, in hoeverre deze milieufactoren de variatie in de melkbestanddelen kunnen beïnvloeden (blz. 74). Ook bij de bestudering van de erfelijke invloeden lijkt het ons gewenst om niet alleen te volstaan met de berekening van de erfelijkheidsgraad.

In de eerste plaats zal aan de hand van de vergelijking van dochtergroepen en moeder/dochterparen de invloed van erfelijke factoren aangetoond worden. Bij deze vergelijkingen is misschien reeds een schatting mogelijk hoe sterk de erfelijke factoren de variatie in een eigenschap beïnvloeden.

Naderhand zullen dan verschillende berekeningen uitgevoerd worden om de erfelijkheidsgraad in een cijfer uit te drukken.

Tenslotte worden alle beschikbare gegevens gecombineerd, om tot een zo nauwkeurig mogelijke schatting van de erfelijkheidsgraad te komen.

b. De erfelijke invloed van de stier op de gemiddelde samenstelling van de melk bij de dochters.

Het erfelijkheidsonderzoek werd in het eerste jaar van de proef vooral gericht op de dochtergroepen van 6 K.I.-stieren te Giekerk. De dieren kwamen regelmatig verspreid over een groot aantal bedrijven in het gebied van de zuivelfabriek te Giekerk voor. Bij de vergelijking van de dochtergroepen kan dan ook aangenomen worden, dat deze gemiddeld onder gelijke milieu-omstandigheden gehouden worden en dat de erfelijke invloed van de moeders genivelleerd wordt.

De enige punten, die een vergelijkbaarheid kunnen verstoren zijn:

1. de dochters van de stier Donald produceerden in de 2e, 3e, en 4e lactatieperiode, die van Manus in de 1e en 2e en die van de andere stieren alleen in de 1e lactatieperiode;
2. bij de vier kleinere dochtergroepen waren de lijsten afkomstig van de jaren 1953 en 1954, terwijl de dochtergroepen van Donald en Manus praktisch alle in 1953 onderzocht werden.

Bij de bestudering van de milieu-invloeden zijn wij tot de conclusie gekomen, dat deze verschillen in leeftijd (blz. 55) en het jaar van afkalven (blz. 64) geen duidelijk merkbare invloed hebben. Er kan daarom aangenomen worden, dat de dochtergroepen van deze K.I.-stieren goed met elkaar te vergelijken zijn, zodat eventuele verschillen in de gemiddelde samenstelling van de melk hoofdzakelijk aan de erfelijke invloed van de stier toegeschreven zullen moeten worden.

De variatie in de verschillende melkbestanddelen is over het algemeen vrij groot, vooral voor het vetgehalte. Wanneer het om vrij geringe verschillen tussen de groepen gaat, zal men een groot aantal dochters per groep moeten hebben om een significant verschil aan te kunnen tonen. Dus zelfs bij dit vrij uitgebreide materiaal te Giekerk zal het moeilijk zijn duidelijke erfelijke verschillen aan te tonen. Bovendien speelt het toeval een grote rol. Wanneer men uitgaat van zes willekeurig gekozen stieren, dan heeft men de grootste kans, dat de stieren een vetgehalte zullen vererven, dat dicht bij het rasgemiddelde ligt. In het algemeen zal slechts een gering percentage van de stieren duidelijk het vetgehalte verlagen of verhogen. Het hangt daarom sterk van het toeval af, of er bij dit aantal van slechts 6 stieren ook één of meer zullen zijn, die een duidelijk merkbare erfelijke invloed op een bepaalde eigenschap van de melk zullen hebben.

TABEL 27.

De gemiddelde samenstelling van de melk bij de dochtergroepen van K.I.-stieren te Giekerk.

Stier	Aantal dochters	Gem. vet %	Gem. eiwit %	Gem. vvds %	Berekend *) melksuiker %
Donald	102	3.85	3.21	8.63	4.72
Manus	65	3.92	3.16	8.70	4.84
Bûtenm. Ster	32	3.73	3.14	8.73	4.89
Kaatje's Sikk.	35	3.85	3.23	8.78	4.85
Keres	34	3.85	3.23	8.80	4.87
Camm. T. Ad.	33	3.73	3.17	8.70	4.83
Totaal	301	3.84	3.19	8.70	4.81

Spectaculaire verschillen komen hier niet naar voren. De grootste verschillen zijn respectievelijk voor het vetgehalte $3.92 - 3.73 = 0.19$, het eiwitgehalte $3.23 - 3.14 = 0.09$, het vvds-gehalte $8.80 - 8.63 = 0.17$ en het melksuikerpercentage $4.80 - 4.72 = 0.17$. Volgens de waarschijnlijkheidsrekening blijken deze verschillen duidelijk significant te zijn. Het kleinste verschil, nl. 0.09% in het eiwitgehalte tussen de dochtergroepen van Bûtenmoark Ster en Kaatje's Sikkema is zelfs significant; $t = \frac{D}{\sigma_D} = 2.8346$ (d.f. = 60) $P_{0.01} = 2.660$ (Snedecor blz. 65).

*) Wanneer men het aspercentage op 0.7% stelt, dan is het melksuikerpercentage als volgt te berekenen: $S = vvds - (E + 0.70)$.

Wat het melksuikerpercentage betreft, is het zeer opvallend, dat de grote dochtergroep van Donald een laag gemiddeld melksuikerpercentage bezit van 4.72. De andere groepen liggen hier minstens 0.1 % boven. Dit wijst sterk in de richting van verlaging van het melksuikerpercentage door deze stier.

De gemiddelde cijfers van de samenstelling van de melk bij de dochtergroepen van deze K.I.-stieren geven dus reeds sterke aanwijzingen, dat zowel het vet- en eiwit- als ook het melksuikerpercentage door erfelijke factoren beïnvloed wordt.

Om aan te tonen, dat deze betrekkelijk kleine verschillen gedurende de lactatieperiode ook zeer constant zijn, zijn de gemiddelde lactatiecurven van de dochtergroepen van Donald (111 dochters) en Manus (61 dochters) getekend, die in 1953 bij de proef betrokken waren. (Grafiek 10)

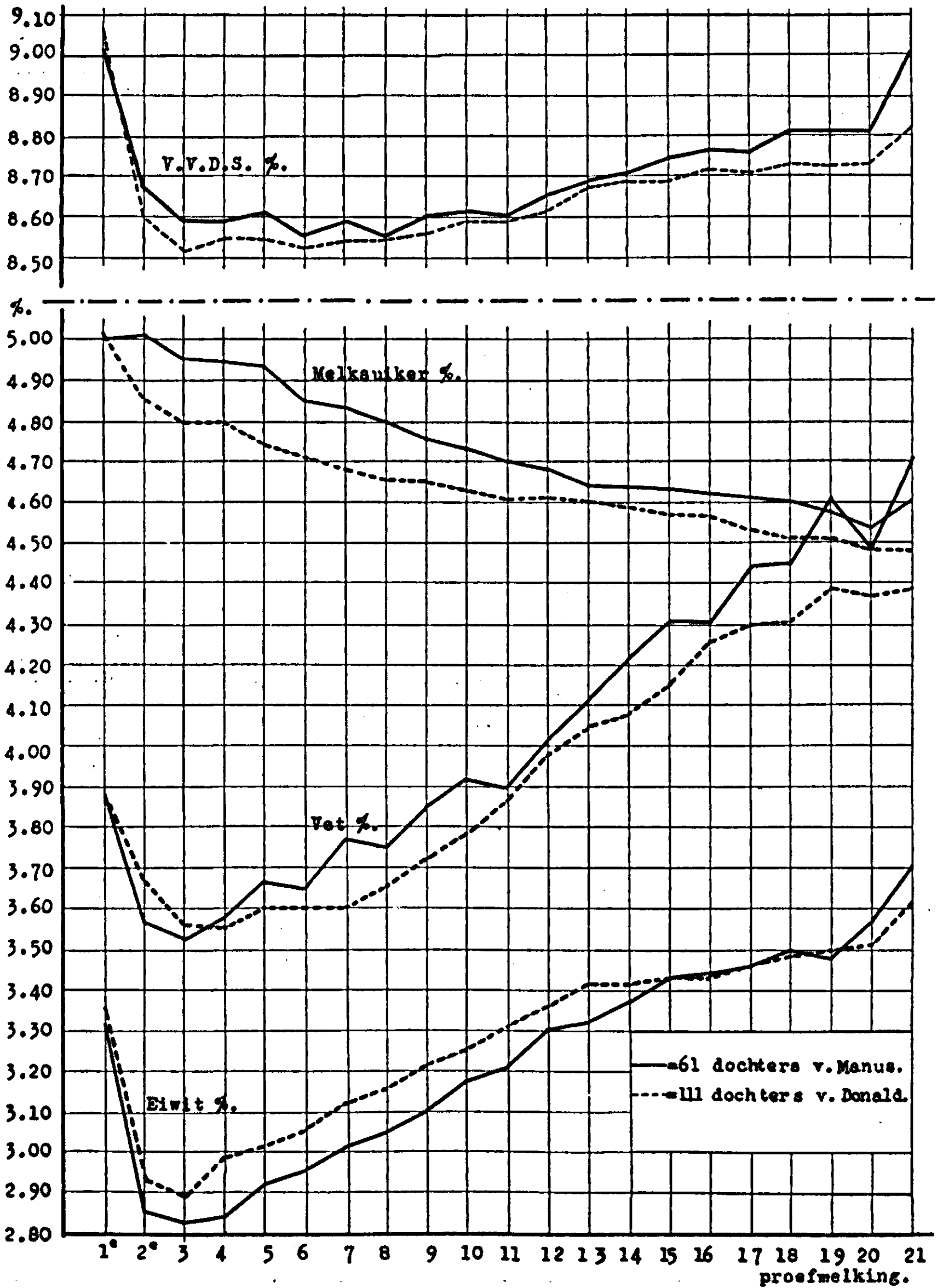
Het algemene verloop van de lactatiecurven is door het grote aantal waarnemingen zeer regelmatig. Ook komen de curven sterk met elkaar overeen wat het algemene verloop betreft, maar de hoogte is verschillend. Het verschil tussen het gemiddelde eiwit- en melksuikerpercentage van de beide groepen bleek significant te zijn.

Het opmerkelijke is nu, dat juist in strijd met de verwachtingen ($r_{\text{vet/eiwit}} = + 0.5$), de dochtergroep van Manus het hoogste vet- en het laagste eiwitpercentage heeft. De eiwit/vetgehalteverhouding is voor de Donald-dochters ca. 0.85 en voor de Manus-dochters ca. 0.80.

Het vvds-percentage is bij de Manus-dochters iets hoger. Dit zou men in het geheel niet verwachten bij het lagere eiwitgehalte ($r_{\text{eiwit/vvds}} = + 0.75$), maar dit wordt veroorzaakt door het betrekkelijk grote verschil in het melksuikerpercentage, dat bij de Manus-dochters belangrijk hoger ligt dan bij die van Donald.

Conclusie: Hoewel de verschillen in de gemiddelde samenstelling van de melk bij de groepen dochters van deze K.I.-stieren vaak klein is, zijn er toch sterke aanwijzingen, dat zowel het vet- en eiwit- als het melksuikerpercentage door erfelijke factoren beïnvloed wordt. Belangrijk is hierbij, dat dit bij de verschillende eigenschappen blijkbaar onafhankelijk van elkaar kan geschieden.

De invloed van de stier op de gemiddelde lactatie curven van de dochters.
 Grafiek 10.



GRAFIEK 10.

De invloed van de stier op de gemiddelde lactatiecurven
 van de dochters.

Dochtergroepen van stieren te Jelsum.

Het proefmateriaal te Jelsum bevatte een betrekkelijk groot aantal kleine dochtergroepen van natuurlijk dekkende stieren. In totaal 134 dieren, verdeeld over 12 stieren met 8 of meer nakomelingen per groep.

Bij dit materiaal kunnen eventuele bedrijfsverschillen wel een rol spelen. Ook kan niet zonder meer aangenomen worden, dat de bij de dochters behorende moedergroepen gemiddeld een zelfde erfelijke aanleg bezitten. De verschillen worden echter wel verkleind door de omstandigheid, dat men hier te doen heeft met een homogeen fokgebied, met een zeer uniforme bedrijfsvoering, waar ook het peil van de selectie niet veel zal verschillen.

Onder enig voorbehoud zijn de dochtergroepen dus vergelijkbaar en zullen eventuele verschillen voor een aanzienlijk deel aan erfelijke factoren toegeschreven moeten worden.

TABEL 28.

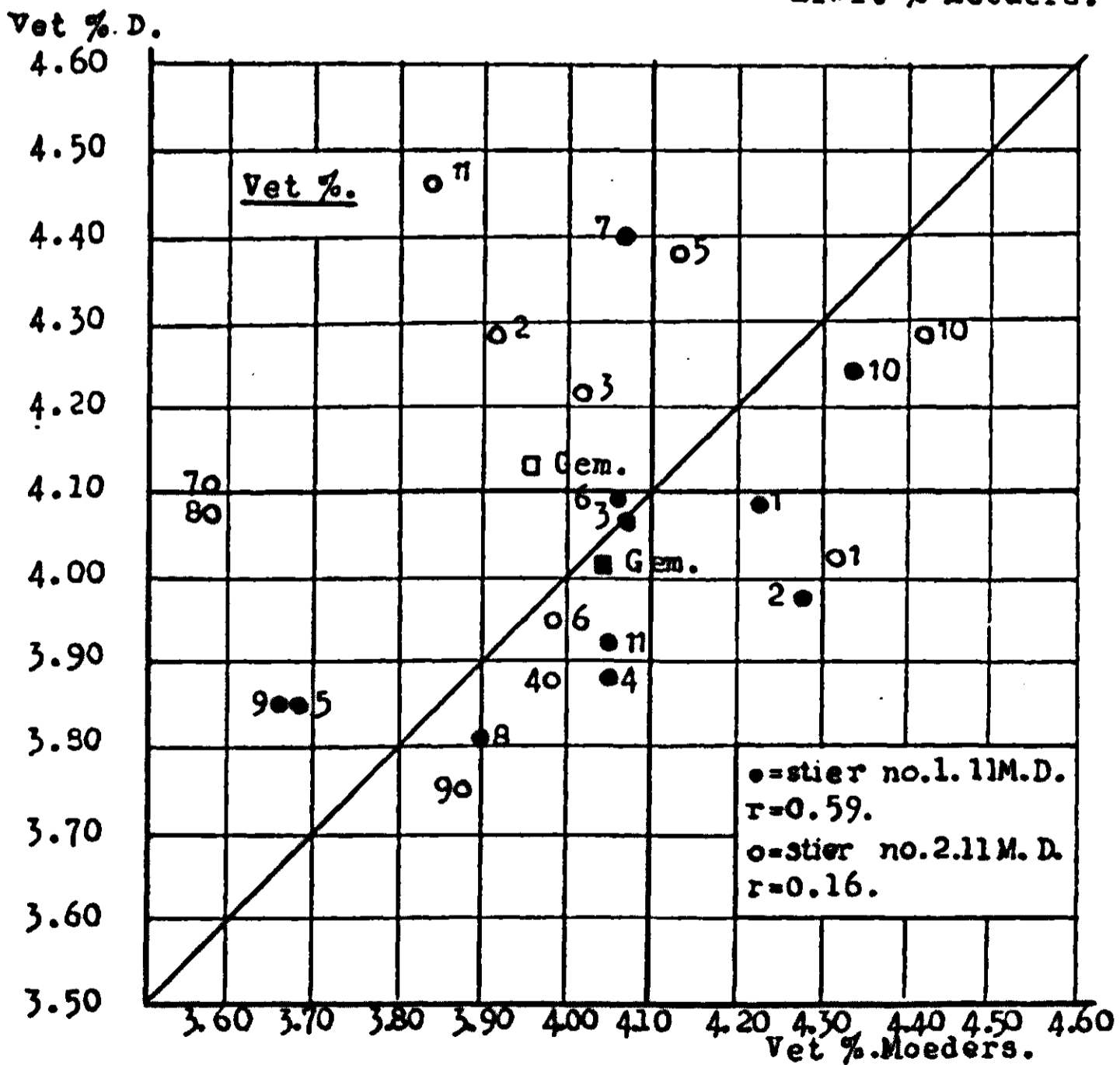
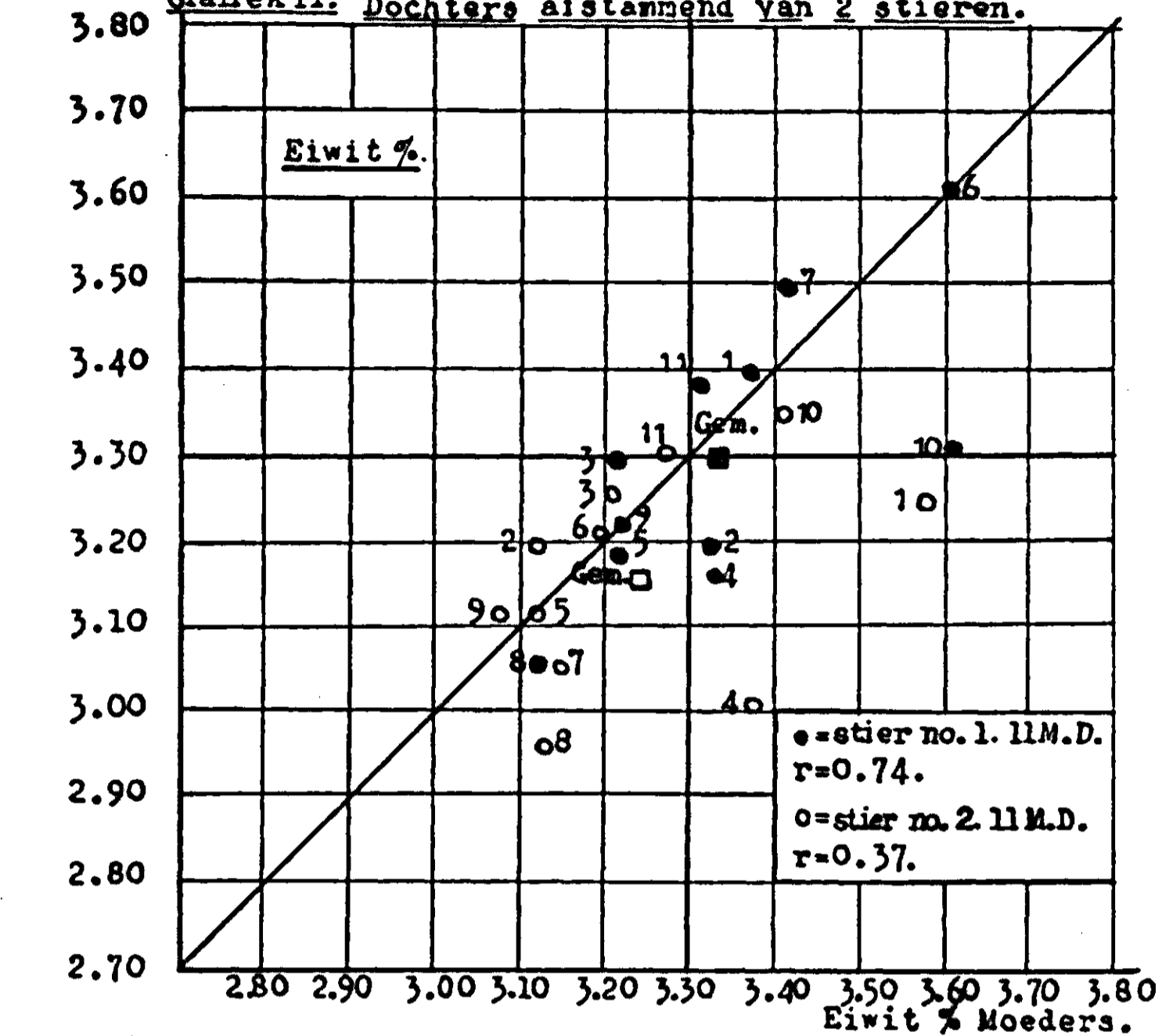
De gemiddelde samenstelling van de melk bij de dochtergroepen van 12 stieren te Jelsum, met 8 en meer nakomelingen.

Stierno.	Aantal dochters	Gem. vet %	Gem. eiwit %	Gem. vvds %
19	14	4.22	3.23	8.79
8	11	4.04	3.25	8.74
13	8	3.99	3.25	8.82
16	9	4.10	3.28	8.79
17	13	4.01	3.30	8.82
14	8	4.16	3.31	8.79
10	8	4.29	3.35	8.79
9	10	4.11	3.36	8.81
11	29	4.19	3.40	8.94
1	8	4.20	3.41	8.77
12	8	4.10	3.42	8.76
3	8	4.03	3.46	8.97

Opmerking: De dochtergroepen zijn in volgorde van het gemiddeld eiwitgehalte gerangschikt.

De dochtergroepen zijn wel vrij klein en in enkele opzichten niet volledig vergelijkbaar, maar de geconstateerde verschillen zijn toch interessant en wijzen opnieuw op de erfelijke invloed van de vader. De gemiddelde samenstelling van de melk van de eerste zes groepen is: 4.09 % vet, 3.27 % eiwit en 8.79 % vvds, terwijl bij de volgende zes groepen 4.15 % vet, 3.40 % eiwit en 8.84 % vvds gevonden is.

22 Moeder-dochter vergelijkingen
 voor het vet- en eiwitgehalte.
 Grafiek 11. Dochters afstammend van 2 stieren.



GRAFIEK 11

De 14 dochters van stier No. 19 hadden gemiddeld 4.22 % vet, 3.23 % eiwit en 8.79 % vvds; de 29 dochters van stier No. 11 bezaten bij een iets lager vetgehalte (4.19) een belangrijk hoger eiwitgehalte (3.40) en vvds-gehalte (8.94).

Er zijn wel meer duidelijke voorbeelden naar voren te brengen, die er sterk op wijzen, dat het vet-, eiwit- en lactosegehalte, elk afzonderlijk, door erfelijke factoren belangrijk beïnvloed worden.

c. Moeder-dochtervergelijkingen.

Van enkele dochtergroepen van jongere stieren te Jelsum was ook een gedeelte van de moeders bij de proef betrokken. Het gaat hier niet over grote aantallen, want twee van de grootste groepen leverden elk slechts 11 moeder-dochterparen op. De vergelijkbaarheid van de moeder-dochterparen is evenwel zeer goed. Het betreft hier nl. twee stieren, die elk op een bedrijf een groep nakomelingen hebben, waarvan een gedeelte van de moeders nog op hetzelfde bedrijf aanwezig was. Geconstateerde verschillen binnen een groep nakomelingen zal men dus niet gemakkelijk aan milieu-factoren kunnen toeschrijven.

In grafiek 11 zijn verticaal het vet- resp. het eiwitpercentage van de dochters en horizontaal dat van de moeders uitgezet. De cijfers 1 tot en met 11 geven het moeder-dochterpaar aan, terwijl de stieren 1 en 2 afzonderlijk zijn gehouden door ze aan te geven met stippen en cirkeltjes.

Stier No. 1.

Eiwitpercentage: (aangegeven door stippen); Er bestaat een zeer opmerkelijke overeenstemming tussen het eiwitpercentage van de moeders en de dochters. Alleen het paar no. 10 wijkt iets af, maar verder liggen de stippen zeer dicht bij de diagonaal. De correlatiecoëfficiënt bedraagt hier 0.74. Het gemiddelde eiwitpercentage ligt bij de dochters een fractie lager dan bij de moeders.

Vetgehalte: Hier werd eveneens een goede overeenstemming tussen het vetgehalte van de dochters en de moeders gevonden ($r = 0.59$). De variatiebreedte van het vetgehalte (3.70—4.40) is niet veel groter dan die van het eiwitgehalte (3.00—3.60).

Stier No. 2.

Eiwitgehalte: (aangegeven door cirkeltjes): Over het algemeen liggen de cirkeltjes ook weer vrij dicht bij de diagonaal, hoewel er

twee dochters zijn (No. 1 en 4), die een belangrijk lager eiwitpercentage hebben dan de moeders ($r = 0.37$). Gemiddeld is het eiwitpercentage der dochters iets verlaagd ten opzichte van dat der moeders.

Vetgehalte: Het verband tussen het vetgehalte bij de moederdochterparen is hier niet sterk ($r = 0.16$). Over het algemeen hebben de dochters een belangrijk hoger vetpercentage dan de moeders. Deze gegevens wijzen er op, dat stier No. 2 het vetpercentage vrij belangrijk verhoogd, maar daarentegen het eiwitpercentage iets verlaagd heeft.

Het is interessant even nader in te gaan op de plaats die de verschillende moeder/dochterparen in de grafiek innemen. Vrij vaak vindt men bij een hoger vetpercentage ook een hoger eiwitpercentage en omgekeerd, maar er zijn ook gevallen, waarbij dit niet opgaat. Zie b.v. moeder/dochterpaar No. 6 van stier No. 1. Zowel de moeder als de dochter bezitten een normaal gemiddeld vetpercentage, maar beide hebben een zeer hoog eiwitpercentage van 3.61. Soortgelijke voorbeelden zijn bij stier No. 1 de paren 9 en 5 en bij stier No. 2 de paren 5, 7 en 8.

Conclusie: Het hier besproken materiaal is slechts van beperkte omvang, maar toch wijzen de gegevens er sterk op, dat het eiwitgehalte evenals het vetgehalte in belangrijke mate door erfelijke factoren beïnvloed wordt. Het vet- en het eiwitgehalte schijnen gedeeltelijk onafhankelijk van elkaar te vererven.

d. Familiegroepen te Jelsum.

De proefopzet te Jelsum berustte voornamelijk op familiegroepen. Natuurlijk zijn er door verschillende oorzaken wel grote familiegroepen uitgevallen of verbrokkeld, maar uiteindelijk zijn er nog een behoorlijk aantal vrij grote familiegroepen van 3 en meer leden overgebleven. Juist aan deze oorspronkelijke gegevens hechten wij grote waarde. Daarom is getracht een overzicht van het gehele materiaal te geven, door al deze familiegroepen per bedrijf in een grafiek te rangschikken. In grafiek 12 A en B ziet men het resultaat. Verticaal zijn van boven naar beneden eerst de vet- en daarna de eiwitpercentages uitgezet. Bij het vetpercentage van 4.10 en het eiwitpercentage van 3.30 is een zwaardere horizontale lijn getrokken (ca. het gemiddelde). In een voorbeeld is aangegeven, hoe een familiegroep, bestaande uit een moeder met twee dochters en, via een dochter, twee kleindochters, getekend zijn. Horizontaal zijn dus

de generaties afgezet. Bij het vetgehalte zijn de verbindingslijnen gestippeld, bij het eiwitgehalte getrokken, de groepen zijn door een verticale dikke lijn gescheiden, de bedrijven door een dubbele lijn.

Bij de bestudering van de grafiek vragen de volgende punten de aandacht:

1. De vererving van het vet- en het eiwitgehalte;
2. Het verband tussen het vet- en het eiwitgehalte;
3. De vergelijking van de familiegroepen binnen hetzelfde bedrijf en binnen het gehele materiaal;
4. De vergelijking van de afzonderlijke bedrijven.

Wat het eerste punt betreft, valt op, dat er veel voorbeelden van familiegroepen zijn, waarbij het eiwitgehalte van de moeder sterk overeenkomt met het eiwitgehalte van de dochters, resp. kleindochters. Voorbeelden: bedrijf 1 groep II, III en V, bedrijf 2 groep I, enz. Over het algemeen valt de sterke overeenkomst in het eiwitgehalte binnen de groepen op, terwijl de groepen zelf op nogal verschillend niveau liggen. Dit wijst er op, dat het eiwitgehalte in belangrijke mate door erfelijke factoren bepaald wordt.

Natuurlijk zijn er ook familiegroepen, waar de overeenkomst minder goed is. Men vraagt zich echter wel eens af, of hier ook toevallige omstandigheden een belangrijke rol spelen. Om enkele voorbeelden te noemen: bedrijf 7 groep I, bedrijf 9 groep I en III. Het is opmerkelijk, dat b.v. bij bedrijf 7 groep I, de moeder een eiwitgehalte bezit van ca. 3.40, terwijl de 3 dochters en de kleindochter een eiwitgehalte van 3.00—3.20 bezitten. Uiteindelijk is van de moeder maar 1 melklijst bekend en deze kan ook door toevallige milieu-omstandigheden hoog uitgevallen zijn.

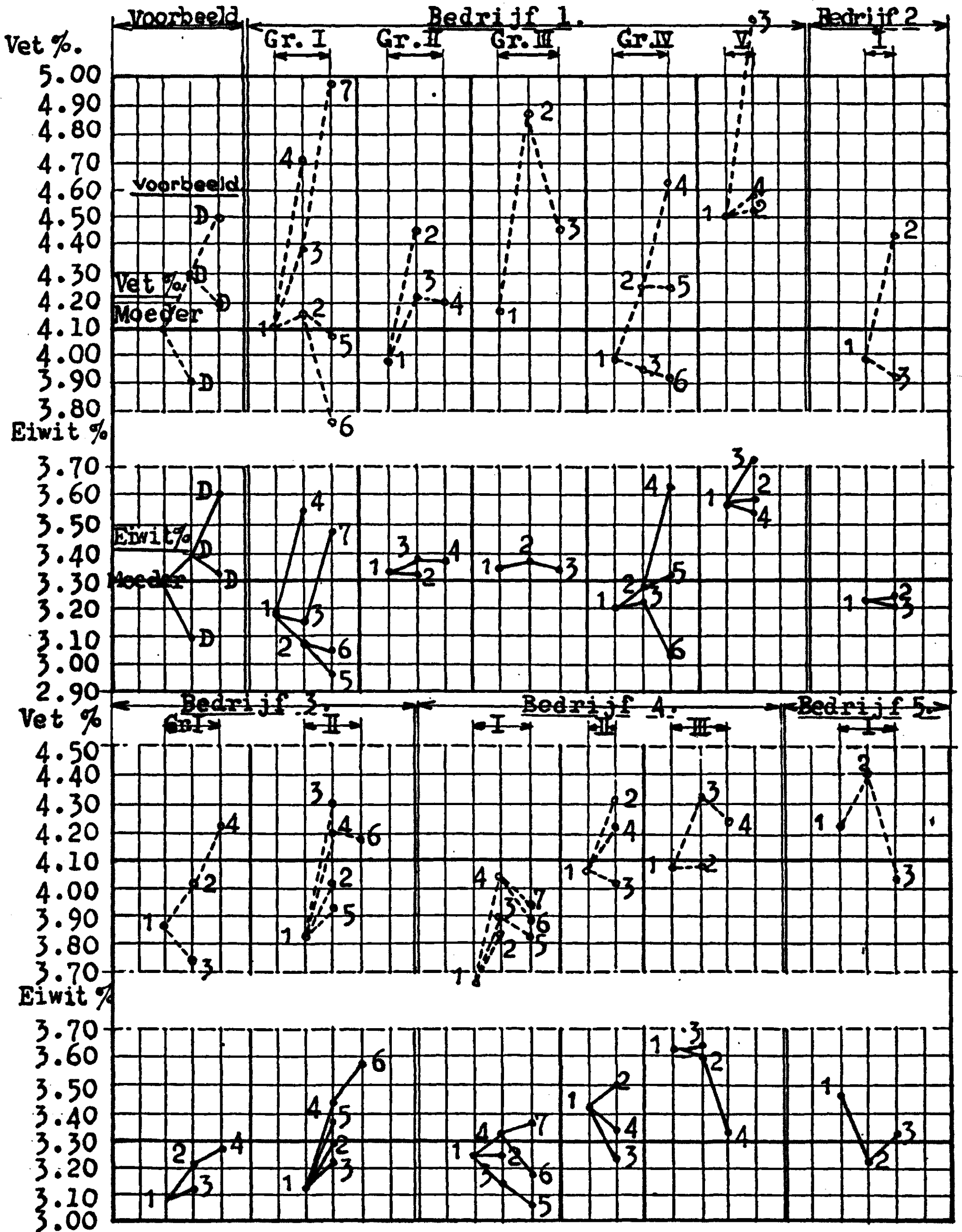
Ook binnen een familiegroep kan dit een rol spelen, b.v. dochter 4 van groep I van bedrijf 1 had t.o.v. de moeder een sterk verhoogd vet- en eiwitgehalte. Deze dochter had een lange melklijst van 356 dagen, wat mede een oorzaak van dit grote verschil kan zijn.

Bij het vetgehalte is soms ook een goede overeenkomst tussen de moeder en de dochters waar te nemen. Het valt evenwel op, dat de schommelingen in het vetgehalte binnen de familiegroepen belangrijk groter zijn, dan bij het eiwitgehalte. Dit kan misschien geheel of gedeeltelijk verklaard worden door het feit, dat de variatie in het vetgehalte groter is dan in het eiwitgehalte.

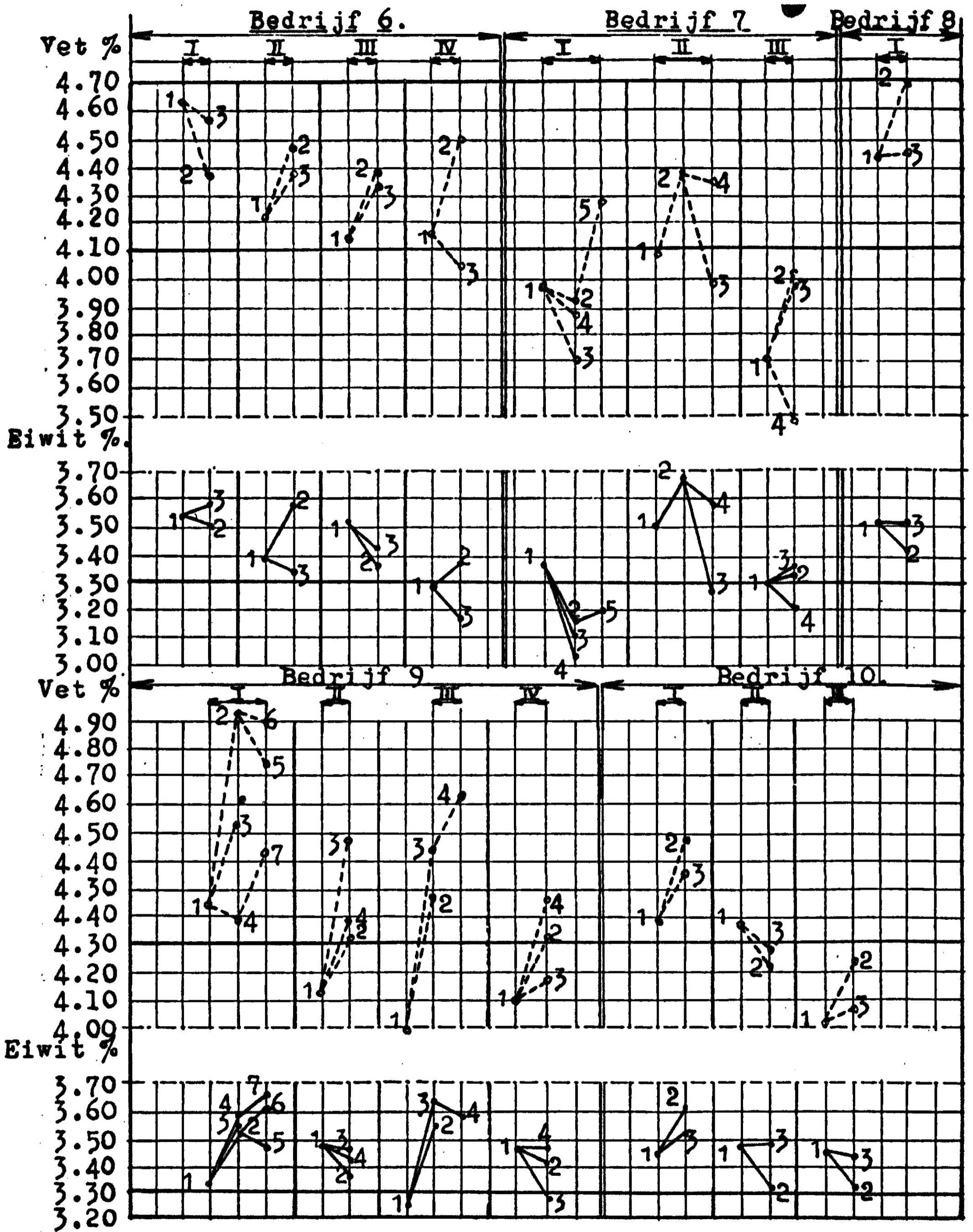
Een volgend punt is het verband tussen het vet- en eiwitgehalte. Over het algemeen bestaat er een duidelijk positief verband bij de individuele koeien. In hoofdstuk 8 berekenden wij dan ook een phenotypische correlatie van ca. 0.5.

FAMILIEGROEPEN JELSUM. VERERVING VET-en EIWITGEHALTE.

Grafiek 12A



Grafiek 12^B.



Enig inzicht in de genotypische correlatie kan men verkrijgen, wanneer gehele familiegroepen vergeleken worden. Uit dit materiaal krijgt men dan wel de indruk, dat er ook een kleine positieve genetische correlatie moet bestaan. Voorbeelden die hier op wijzen zijn bedrijf 1 groep V, bedrijf 6 groep I, II, III en IV. Er zijn echter verschillende voorbeelden van familiegroepen, waar geen positief verband tussen het vet- en eiwitgehalte bestaat.

Hiermee begint dus reeds de vergelijking van de familiegroepen. Binnen de bedrijven vallen al verschillen op. Deze zijn duidelijker binnen het gehele materiaal, omdat hier meer variatiemogelijkheden zijn. Het vetgehalte van groep I van bedrijf 1 is betrekkelijk hoog, maar het eiwitgehalte laag. Vergelijkt men deze groep met groep I van bedrijf 4 en groep III van bedrijf 7, dan wordt bij een laag vetgehalte een in verhouding hoog eiwitgehalte gevonden.

Conclusie:

Dit materiaal van familiegroepen bevestigt de indruk, dat het eiwitgehalte evenals het vetgehalte in belangrijke mate door erfelijke factoren beïnvloed wordt. Er bestaat zelfs alle reden om te veronderstellen, dat de erfelijkheidsgraad van beide bestanddelen van dezelfde orde van grootte zal zijn.

Hoewel er in het algemeen een positief verband tussen het vet- en eiwitgehalte bestaat, kunnen deze bestanddelen toch in sterke mate onafhankelijk van elkaar vererfd worden.

Het vvds-gehalte.

Dit is tot nu toe bij deze familiegroepen buiten beschouwing gelaten. Tussen het eiwit- en vvds-gehalte bestaat uit de aard der zaak een vrij nauw verband ($r = + 0.75$), maar er zijn toch ook typische uitzonderingen. Als voorbeeld is te noemen groep III van bedrijf 6 en groep II van bedrijf 9.

Bedrijf 6, groep III		Bedrijf 9, groep II	
Moeder	Dochters	Moeder	Dochters
Eiwit 3.51	E 3.38		E 3.39
vvds 8.67	vvds 8.83		vvds 9.00
	E 3.41	E 3.49	E 3.43
	vvds 8.59	vvds 8.98	vvds 9.05
			E 3.41
			vvds 8.98

Hoewel het eiwitpercentage van beide groepen zeer sterk met elkaar overeenkomt, bestaat er een opmerkelijk verschil in vvds-gehalte. Dit voorbeeld zou met meer aan te vullen zijn.

Conclusie:

Hoewel de variatie in het melksuikerpercentage niet groot is, schijnt dit bestanddeel toch in vrij sterke mate door erfelijke factoren beïnvloed te worden.

Uit grafiek 12 is reeds af te leiden, dat er tussen de bedrijven verschillen zullen bestaan, wat de eiwit/vetgehalte verhouding betreft. Het voorgaande wijst er sterk op, dat deze verschillen waarschijnlijk grotendeels aan erfelijke factoren toegeschreven zullen moeten worden. Natuurlijk zullen er ook kleine milieuverschillen tussen de bedrijven bestaan, die ook tot een verschil kunnen bijdragen.

TABEL 29.

Bedrijfsgegevens te Jelsum (alle vergelijkbare lijsten).

Bedrijf	Aantal lijsten	Vet %	Eiwit %	vvds %	Berek. melks. %	Eiwit/Vet
1	66	4.29	3.31	8.80	4.79	0.77
2	12	4.13	3.24	8.65	4.71	0.78
3	21	4.06	3.27	8.78	4.81	0.81
4	26	4.04	3.33	8.77	4.74	0.82
6	12	4.31	3.40	8.80	4.70	0.78
7	17	4.00	3.31	8.78	4.77	0.83
9	59	4.23	3.41	8.94	4.83	0.81
10	17	4.12	3.44	8.78	4.64	0.83
Rest 4 bedr.	24					
Totaal	252	4.18	3.34	8.82	4.78	0.80

Zowel ten aanzien van het vet-, als van het eiwit- en het lactosegehalte bestaan vrij belangrijke verschillen tussen de bedrijven. Bij eenzelfde vetgehalte (No. 2 en 10) kan het eiwitgehalte wel 0.20 % verschillen. De eiwit/vetgehalte verhouding varieert dan ook vrij belangrijk nl. van 0.77—0.83.

e. Berekening van de erfelijkheidsgraad.

Materiaal: Groepen halfzusters.

Op blz. 97 is aangegeven hoe de erfelijkheidsgraad uit groepen halfzusters berekend wordt ($h^2 = 4 \times r_i$).

Voor een betrouwbare berekening van een erfelijkheidsgraad moet het materiaal o.a. aan de volgende voorwaarden voldoen;

1. Geen nauwere verwantschap dan groepen halfzusters;

2. De gemiddelde erfelijke aanleg van de bij de dochtergroepen behorende moedergroepen moet gelijk zijn;
3. De gemiddelde milieu-omstandigheden, waaronder de dochtergroepen geproduceerd hebben, mogen niet verschillen.

Het materiaal te Giekerk, 6 vrij grote dochtergroepen van K.I.-stieren, voldoet aan deze drie voorwaarden. Toch valt het sterk te betwijfelen of zelfs uit dit vrij uitgebreide materiaal een betrouwbare waarde voor de erfelijkheidsgraad te berekenen is. Het aantal van "zes" dochtergroepen is nl. te klein om te veronderstellen, dat men ook een goed monster van de stieren uit de populatie zal verkrijgen.

Literatuurgegevens, die aangaven hoe groot het aantal dochtergroepen zou moeten zijn om een enigszins betrouwbare erfelijkheidsgraad te berekenen, hebben wij niet kunnen vinden. Wel zijn er berekeningen van een erfelijkheidsgraad uitgevoerd op grond van b.v. drie dochtergroepen. Het bezwaar van het geringe aantal van 6 dochtergroepen is o.i. echter zo ernstig, dat aan de uitkomst van de berekening van de erfelijkheidsgraad geen waarde gehecht kan worden. Uitkomst Giekerk: h^2 vetgehalte = $- 0.08$, h^2 eiwitgehalte = $+ 0.11$ en h^2 melksuikergehalte = $+ 0.94$.

Toevallig werd voor het melksuikergehalte een zeer hoge waarde berekend, omdat de grote dochtergroep van de stier Donald een belangrijk lager melksuikerpercentage had dan de rest van het materiaal.

Het materiaal te Jelsum leverde o.a. 20 kleine dochtergroepen op, met minimaal 5 en gemiddeld 9 dieren per groep. Het voordeel is hier, dat men in ieder geval met een vrij groot aantal (20) dochtergroepen te maken heeft. Meestal komt een dochtergroep op één bedrijf voor, waardoor niet altijd aan de algemene voorwaarden, nl. geen nauwere verwantschap dan halfzusters, zelfde milieu-omstandigheden per groep en zelfde gemiddelde erfelijke aanleg van de moeders voldaan zal zijn. Gunstig werkt echter de omstandigheid, dat het hier een uniform fokgebied betreft, waar de milieu-omstandigheden op de bedrijven veel overeenkomst met elkaar vertonen.

Vooraf t.a.v. het vetgehalte zal de erfelijke aanleg van de moedergroepen wel eens iets verschillen, terwijl de invloed van de leeftijd van de dochtergroepen op het melksuikerpercentage en daarmee op het vvds-percentage merkbaar kan zijn. In beide gevallen is dan een hogere waarde voor de berekende erfelijkheidsgraad te verwachten.

Uitkomst: (20 dochtergroepen — 180 dieren)

h^2 vetgehalte = 0.79

h^2 eiwitgehalte = 0.45

h^2 vvdsgehalte = 1.02

De verkregen cijfers lijken waarschijnlijker dan die van het materiaal te Giekerk, maar veel waarde is ook hier niet aan de uitkomsten te hechten.

Het is wel interessant, dat volgens de variantie-analyse de dochtergroepen reël verschillen.

Bijvoorbeeld voor het eiwitgehalte: (Snedecor blz. 221)

Source of variation	Sum of squares	d.f.	variance estimate
group means	9887.21	19	520.38
individuals	37052.23	160	231.57
Total	46939.44		

F test: $F = \frac{520.38}{231.57} = 2.2476$ $P_{0.05} = \text{ca. } 1.6$
 $P_{0.01} = \text{ca. } 1.9$

De groepen verschillen dus significant voor het eiwitgehalte. Dit geldt in nog sterkere mate voor het vet- en vvds-percentages, nl. F (vet %) = 3.42, F (vvds %) = 4.39.

Opmerking: Voor het bestuderen van de invloed van erfelijke factoren op een kwantitatieve eigenschap, is een proefopzet van dochtergroepen dus minder geschikt.

Moeder-dochtervergelijkingen.

Volgens *Lush* ⁹⁶⁾ kan de erfelijkheidsgraad bij moeder-dochterparen berekend worden, door tweemaal de correlatie-coëfficiënt of tweemaal de regressie-coëfficiënt te nemen.

Shimiy ¹⁴⁴⁾ bracht de stelling naar voren: "Using daughter-dam comparisons to estimate the heritability of production in cattle, regression is preferred to correlation".

Robertson, c.s. ¹²⁸⁾ schreven hierover: "If the variance within the dam and daughter groups is equal, then the regression of a daughter's performance on that of her dam is equal to the correlation between them. It is in many ways more convenient to work with correlation than with regressions and, although there were in some cases significant differences in variance between the dam and the daughter groups, the effects were small in magnitude and we shall therefore work entirely with correlation coefficients".

Beide methoden kunnen dus wel gebruikt worden, mits de variatie bij de moeders, vergeleken met die bij de dochters, niet door een scherpere selectie belangrijk verkleind is. In dit opzicht bleken

er bij ons materiaal slechts kleine verschillen te bestaan, waarom wij ook de voorkeur geven aan de correlatieberekening.

		σ vet %	σ eiwit %	σ vvds %
145 M/D paren	moeders	0.26	0.16	0.17
	dochters	0.28	0.17	0.17
72 M/D paren	moeders	0.24	0.13	0.15
	dochters	0.26	0.16	0.18

Bij de berekening van de erfelijkheidsgraad gaat men van de veronderstelling uit, dat alleen de erfelijke factoren de correlatie tussen de moeders en dochters veroorzaken. De berekeningen worden dan ook vaak binnen de bedrijven uitgevoerd, om de invloed van bedrijfsverschillen uit te schakelen. Reeds eerder werd de uitspraak van *Lush* en *Gilliard* ⁹⁹⁾ aangehaald: "Where management varies little between neighbouring farms, but the environment varies much from one locality to another, a group of similarly managed herds in the same locality might be treated as a single herd". De gegevens van de bedrijven binnen één gebied zijn door ons zonder correcties met elkaar vergeleken.

Uitkomsten.

- Jelsum: 1. Voorlopig materiaal 127 moeder/dochtervergelijkingen;
 2. Na afsluiting volledige materiaal 145 moeder/dochtervergelijkingen;

Giekerk: 3. 72 moeder/dochtervergelijkingen:

	1) 127 M/D		2) 145 M/D		3) 72 M/D	
	r	h^2	r	h^2	r	h^2
Vetgehalte	0.33	0.67	0.41	0.82	0.40	0.80
Eiwitgehalte	0.26	0.52	0.27	0.54	0.57	1.14
vvds-gehalte	0.36	0.72	0.29	0.58	0.35	0.70

De verschillende waarden, die voor de erfelijkheidsgraad berekend werden, zijn slechts matig met elkaar in overeenstemming. Wel blijkt voor alle drie bestanddelen, dat er volgens deze methode vrij hoge uitkomsten verkregen werden en dan vooral voor het gebied Giekerk. Dit laatste is misschien te verklaren uit de minder uniforme bedrijfsomstandigheden, welke de vergelijking tussen de moeder/dochterparen kan bemoeilijken.

Combinatie van het volledige materiaal zou opgeleverd hebben: h^2 vetgehalte = 0.90, h^2 eiwitgehalte = 0.81 en h^2 vvdsgehalte = 0.80. Aan te geven, welk bestanddeel het sterkste door erfelijke factoren bepaald wordt, lijkt ons uit deze berekeningen niet mogelijk.

Graphische methode.

Door *Le Roy* en *Lörtscher* ¹³²⁾ werd op de zeer eenvoudige methode van *Lush* om de erfelijkheidsgraad te berekenen, gewezen. Deze methode berust op een eenvoudige bepaling van de regressie van de produktie van de dochters op die van de moeders, onder constanthouden van de invloed van de vader. De erfelijkheidsgraad wordt berekend volgens onderstaande formule:

$$h^2 = 2 \times \left\{ \frac{\bar{x} \text{ dochters van goede moeders} - \bar{x} \text{ dochters van slechte moeders}}{\bar{x} \text{ goede moeders} - \bar{x} \text{ slechte moeders}} \right\}$$

Deze methode mag alleen toegepast worden, wanneer de dochters van veel verschillende stieren afstammen. Aan deze voorwaarde is te Jelsum voldaan.

Resultaat:

Vetgehalte: (totaal materiaal)

74 moeders (vet % lager dan 4.10) gem. 3.87; dochters gem. 3.98

71 moeders (vet % hoger dan 4.10) gem. 4.29; dochters gem. 4.31

$$h^2 = 2 \times \frac{(4.31 - 3.98)}{(4.29 - 3.87)} = \text{ca. } 1.5$$

De verkregen waarde is niet bestaanbaar. Omdat verwacht mag worden, dat een beter resultaat te verkrijgen is, wanneer de moeders met een zeer laag, een zeer hoog en een ca. gemiddeld vetgehalte uitgeschakeld worden, is nog de volgende berekening opgezet:

45 moeders (vetgeh. 3.70 — 4.00) gem. 3.872; dochters gem. 4.13

38 moeders (vetgeh. 4.20 — 4.50) gem. 4.30 ; dochters gem. 4.285

$$h^2 = 2 \times \frac{(4.285 - 4.13)}{(4.30 - 3.872)} = 0.72$$

Eiwitgehalte: (totaal materiaal)

58 moeders (eiwit % lager dan 3.30) gem. 3.165; dochters gem. 3.285

87 moeders (eiwit % hoger dan 3.30) gem. 3.431; dochters gem. 3.412

$$h^2 = 2 \times \frac{(3.412 - 3.285)}{(3.431 - 3.165)} = 0.95$$

(beperkt materiaal)

49 moeders (eiwit % 3.10 — 3.30) gem. 3.21; dochters gem. 3.30
42 moeders (eiwit % 3.40 — 3.60) gem. 3.46; dochters gem. 3.425

$$h^2 = 2 \times \frac{(3.425 - 3.30)}{(3.46 - 3.21)} = 1.00$$

De volgens deze methode berekende waarden voor de erfelijkheidsgraad zijn onwaarschijnlijk hoog. Wel blijkt, dat de regressie van de produktie van de dochters, vergeleken met die van de moeders, zowel voor het vet- als voor het eiwitgehalte, ongeveer even groot is.

Opeenvolgende lijsten van dezelfde koeien ("repeatability").

In Jelsum namen twee bedrijven gedurende drie opeenvolgende jaren aan de eiwitproef deel. In totaal zijn 60 koeien gedurende twee opeenvolgende jaren onderzocht en 12 koeien gedurende drie opeenvolgende jaren. De correlatie-coëfficiënt die berekend kan worden tussen de opeenvolgende lijsten, dient als graadmeter voor de "repeatability" of "Wiederholbarkeit" van een eigenschap.

Le Roy en Lörtscher ¹³²⁾ wezen met nadruk op het belang van deze waarde en schreven: Da der Genotyp sich während des Lebens eines Individuums nicht verändert (mit Ausnahme von Mutationen) enthält die Wiederholbarkeit alles, was unter der Definition der Heritabilität im weiteren Sinne erfasst ist" en verder: "Die Wiederholbarkeit hat sehr grosse Bedeutung, da sie einen kleineren Fehler aufweist als die Heritabilität und in den meisten Fällen als obere Grenze der möglichen Heritabilität angesprochen werden kann".

Uitkomsten: (60 paren lijsten in opeenvolgende jaren verkregen).

	Gemiddeld % 1e jaar	Gemiddeld % 2e jaar	Correlatie- coëff. ($r = h^2$)
Vetgehalte	4.32 $\sigma = 0.26$	4.36 $\sigma = 0.29$	$r = 0.74$
Eiwitgehalte	3.37 $\sigma = 0.15$	3.37 $\sigma = 0.18$	$r = 0.73$
Vvds-gehalte	8.88 $\sigma = 0.17$	8.85 $\sigma = 0.18$	$r = 0.78$

Zowel voor het vet-, eiwit- als voor het vvds-percentage werd volgens deze methode een erfelijkheidsgraad van ca. 0.75 berekend. Volgens *le Roy en Lörtscher* geeft dit wel de bovenste grens aan, maar dominante en epistatische factoren hebben in het algemeen weinig invloed op kwantitatieve eigenschappen, zodat de erfelijkheidsgraad in engere zin weinig van die in ruime zin zal verschillen.

Uit de correlatie-coëfficiënt van ca. 0.75 voor alle drie bestanddelen volgt ook, dat de verschillen in het vetgehalte bij opeenvolgende lijsten over het algemeen groter zullen zijn dan die in het eiwitpercentage, omdat de variatie in het vetgehalte groter is.

Verschillen opeenvolgende lijsten (klasse 0.1 %)	0—0.1	0.1—0.2	0.2—0.3	0.3—0.4	0.4—0.5	> 0.5 %
Vetgehalte (aantal lijsten)	25	19	11	2	1	1
Eiwitgehalte (aantal lijsten)	37	19	2	1	1	—

Hieruit blijkt, dat twee opeenvolgende melklijsten van dezelfde koe slechts een enkele maal meer dan 0.2 % in het gemiddelde eiwitgehalte verschillen (4/60), maar vrij vaak worden deze verschillen bij het vetgehalte (15/60) gevonden.

f. Samenvatting.

In dit hoofdstuk is van verschillende zijden het probleem benaderd in hoeverre erfelijke factoren invloed hebben op de samenstelling van de melk. Het is duidelijk gebleken, dat het niet zo eenvoudig is om een betrouwbare waarde voor de erfelijkheidsgraad te berekenen, vooral wanneer de verwantschap van de dieren minder groot is.

Le Roy en Lörtscher ¹³²⁾ schreven: „Da die Heritabilität in züchtungstechnischer Hinsicht eine viel verwendete Grösse darstellt, sollten sich diejenigen, die diesen Parameter anwenden, auch Rechenschaft über dessen Anwendungsbereich bzw. dessen Grenzen geben. Erst die Kenntnis der Art der Berechnung von h^2 erschliesst die Beurteilungsmöglichkeit über Sinn und Unsinn der Anwendung des Heritabilitätsbegriffes“. Deze uitspraak willen wij gaarne onderschrijven. Wanneer men een schatting van de erfelijkheidsgraad van de verschillende eigenschappen wil maken, dan lijkt het o.i. niet gewenst om alleen gebruik te maken van de uitkomsten van berekeningen.

Ook de bestudering van de invloed van de milieu-factoren en vooral de oorspronkelijke gegevens van familiegroepen, enz. geven reeds zeer waardevolle inlichtingen over de erfelijkheidsgraad van verschillende eigenschappen.

Johansson ⁷⁴⁾ geeft in een literatuuroverzicht als een gemiddelde voor de erfelijkheidsgraad van het vetgehalte de waarde 0.6 aan, en voor de melkhoeveelheid 0.3.

Shimy ¹⁴⁴⁾ berekende uit een groot materiaal voor Friesland: h^2 vetgehalte = 0.76, h^2 melkhoeveelheid = 0.35. De erfelijkheids-

graad voor het vetgehalte bleek in Friesland dus hoger te zijn dan 0.6. Dit hogere cijfer kan misschien toegeschreven worden aan de betrekkelijk uniforme milieu-omstandigheden in de provincie Friesland en aan de geringere bepalingfouten door de algemeen toegepaste tweeweekse contrôle.

Wanneer wij nu uit ons materiaal een schatting maken voor de erfelijkheidsgraad van het vetgehalte, dan menen wij tot het cijfer 0.70—0.75 te moeten komen. De uitkomsten van de verschillende berekeningen waren immers bij de moeder/dochtervergelijkingen 0.67, 0.82 en 0.80, regressie moeders/dochters 0.72 en repeatability 0.74.

Uiteindelijk gaat het er niet om, nu eens precies de erfelijkheidsgraad van het vetgehalte vast te stellen. Algemeen geldend is dit cijfer immers toch niet. Alleen voor deze bepaalde proefomstandigheden en binnen dit proefmateriaal werd 0.70—0.75 berekend.

Wanneer de erfelijkheidsgraad van het eiwitgehalte geschat moet worden, dan komen wij op grond van verschillende berekeningen (o.a. repeatability), maar vooral ook naar aanleiding van de vergelijkingen van familiegroepen tot de conclusie, dat de erfelijkheidsgraad minstens van dezelfde grootte zal zijn als die van het vetgehalte, nl. 0.70—0.75. Eveneens lijkt een erfelijkheidsgraad van ca. 0.7 voor het vvds-gehalte zeer waarschijnlijk, terwijl het lactosegehalte ook in belangrijke mate door erfelijke factoren beïnvloed wordt. Een schatting van de erfelijkheidsgraad van ca. 0.7 lijkt voor dit bestanddeel verantwoord.

Het vet-, eiwit- en lactosegehalte worden in ongeveer gelijke mate door erfelijke factoren bepaald, waarbij de erfelijkheidsgraad voor deze proefomstandigheden op 0.70—0.75 te stellen is.

Deze uitkomst is in vrij goede overeenstemming met de vrij schaarse literatuurgegevens op dit gebied. Wel zijn er reeds vele onderzoekers, die op de belangrijke invloed van erfelijke factoren op de samenstelling van de melk gewezen hebben.

*Auriol*⁷⁾ komt b.v. tot de conclusie: "Les premiers résultats obtenus sur la Pie rouge de l'Est (235 koeien) montrent que la variabilité de la teneur des laits individuels en matière azotée totale, bien que nettement inférieure à celle du taux butyreux, est néanmoins suffisante pour permettre une sélection de ce caractère, en admettant qu'il ait une héritabilité voisine de celle du taux butyreux".

*Campbell, c.s.*²⁸⁾ onderzochten de "repeatability" van het vvds-gehalte bij 161 koeien (495 lactaties) in Nieuw-Zeeland. Zij kwam

eveneens tot de conclusie, dat het vvds-gehalte in belangrijke mate door erfelijke factoren bepaald werd.

Larsson c.s. ⁸⁶⁾, *Leydolph* en *Ulrich* ^{91, 92)}, *Ketelaars* ⁸¹⁾, en verschillende anderen wezen reeds op de erfelijke invloed op het vet-, eiwit- en lactosegehalte.

In het algemeen kan hier nog opgemerkt worden, dat er vrij belangrijke verschillen in de samenstelling van de melk bij de afzonderlijke rassen voorkomen. *Hansson* ⁵⁴⁾ geeft b.v. de volgende tabel:

Ras	Vet %	eiwit %	Lactose %	Eiwit/vet
Ayrshire	4.—	3.53	4.67	0.88
Brown Swiss	4.01	3.61	5.04	0.90
Guernsey	4.95	3.91	4.93	0.79
Holstein	3.40	3.32	4.87	0.98
Jersey	5.37	3.92	4.93	0.73
Swedish Red and White	3.94	3.29	5.22	0.84

Deze cijfers heeft hij, behalve die voor Swedish Red and White, overgenomen van *Espe* en *Smith* (1952).

Hansson zegt verder: "The Holstein Friesian breed has a high and the Jersey breed a low content of protein and lactose per unit of fat in the milk. Already this inter-breed variation indicates that the composition of the milk is genetically determined".

Over de rasverschillen willen wij nog opmerken, dat er zeer veel cijfers gepubliceerd zijn, die slechts op weinig gegevens berusten. Ook binnen een ras zijn tussen de fokgebieden grote verschillen mogelijk. Het is b.v. niet te verwachten, dat men bij het zwartbonte veeras dezelfde gemiddelde samenstelling van de melk zal vinden in Friesland, Duitsland, Engeland, Amerika en Zuid-Afrika. Dit is voor het vetgehalte ook wel bekend.

Wanneer *Maymone* ¹⁰²⁾ (1956) bij het vergelijken van 4 Simmenthalers, 4 Bruine Zwitsers en 3 zwartbonten reeds conclusies t.a.v. rasverschillen meent te moeten maken, dan is dat rijkelijk voorbarig (vetgehalte zwartbonten 2.93, 3.43 en 2.94, eiwitgehalte resp. 3.15, 3.34 en 3.27).

Verskillende raskruisingen hebben aangetoond (*Robertson* ¹²⁶⁾), dat het vet-, eiwit- en lactosegehalte blijkbaar intermediair vererfd, waaruit de conclusie volgde, dat deze kwantitatieve eigenschappen door een groot aantal erfelijke factoren bepaald worden.

Het is echter vooral belangrijk te weten, voor welk deel de variatie in een kwantitatieve eigenschap binnen een ras en binnen

eenzelfde fokgebied door erfelijke factoren bepaald wordt. Tot nu toe berekenden alleen *Robertson c.s.* ¹²⁸⁾ de erfelijkheidsgraad voor de verschillende melkbestanddelen onder normale praktijkomstandigheden. Wel hebben enkele onderzoekers de erfelijkheidsgraad bij een proefmateriaal van eeneïge tweelingen berekend. De verkregen cijfers liggen door de aard van het materiaal dan over het algemeen iets hoger.

Eeneïge tweelingen-materiaal	h^2 vet %	h^2 eiwit %	h^2 melksuiker
Hansson ⁵⁴⁾ 45 paren, Wiad	0.870	0.878	0.619
Winzenried ¹⁵³⁾ 15 paren, Wiad	0.683	0.775	0.597
Hancock ⁴⁷⁾ 15 paren, N.-Zeeland	0.950	0.940	

Uit deze gegevens blijkt duidelijk, dat de variaties in het vet-, eiwit- en melksuikerpercentage voor een zeer belangrijk deel door erfelijke factoren bepaald worden. *Hansson* ⁵⁴⁾ zegt dan ook: "Thus under ordinary conditions heredity plays a major role in determining the levels of these constituents in the milk".

Hiertegenover staan de cijfers van *Robertson c.s.* ¹²⁸⁾, verkregen door $2 \times$ de moeder/dochter correlatie te nemen ($h^2 = 2 \times r$) bij 500 moeder-dochterparen Ayrshires in Schotland. Zij vonden:

h^2 melkhoeveelheid	0.246	h^2 caseïne %	0.582
h^2 vet %	0.322	h^2 lactose %	0.362
h^2 vvds %	0.528	h^2 as %	0.502
h^2 eiwit %	0.476		

Deze uitkomsten, die door de aard van het materiaal het beste met onze gegevens vergeleken kunnen worden, liggen over het algemeen belangrijk lager dan onze schattingen voor de erfelijkheidsgraad. De schrijvers concludeerden: "Crude protein, casein, lactose and "ash" had heritabilities in the neighbourhood of 0.5". Wanneer men voor de h^2 melkhoeveelheid 0.25 en h^2 vetgehalte 0.32 vindt, dan vraagt men zich toch af, hoe groot de betrouwbaarheid van de uitkomsten, zelfs bij dit grote materiaal zal zijn. De schrijvers zeggen hierover: "Other workers have generally obtained heritability figures for fat content higher than ours, and it may be that our estimate is low to some degree because of the population sampled". Mijns inziens ligt het echter niet in de eerste plaats aan de populatie, maar aan de proefomstandigheden. Bij deze proef werd slechts 6 maal in de lactatieperiode (ca. 5—6 weken tussentijd) een monster onderzocht. Men kan zich voorstellen, dat vooral voor het vetgehalte, waarbij zeer belangrijke toevallige schommelingen gedurende de lactatieperiode optreden, een onbetrouwbaar

gemiddelde berekend wordt. Bij ons onderzoek heeft iedere 2 weken een bepaling plaats gevonden (ca. 20—22 maal per lactatieperiode). Dat bij de genoemde onderzoekers een groter deel van de variatie in een eigenschap aan de „milieu-factoren” toegeschreven moet worden, is dus te verwachten.

Conclusie:

De literatuurgegevens zijn over het algemeen vrij goed in overeenstemming met de eigen uitkomsten, nl. dat het eiwitgehalte in dezelfde mate door erfelijke factoren bepaald wordt als het vetgehalte, waarbij beide bestanddelen voor een belangrijk deel onafhankelijk van elkaar variëren.

Het eiwitgehalte kan dus eventueel praktisch onafhankelijk van het vetgehalte door selectie worden verhoogd.

Of het mogelijk zal zijn om van dit feit in de praktische fokkerij gebruik te maken, is grotendeels afhankelijk van de economische betekenis, die men aan het eiwit toekent.

Voorts is het afhankelijk van de mogelijkheid het eiwitgehalte in de melk op grote schaal te bepalen.

HOOFDSTUK 8.

ZUIVELTECHNISCHE EN ECONOMISCHE PROBLEMEN BIJ EEN EVENTUELE UITBETALING NAAR- EN SELECTIE OP VET- EN EIWITGEHALTE.

A. De wenselijkheid om de melk naar vet- en eiwitgehalte uit te betalen.

a. Inleiding.

Voor de zuivel industrie, maar niet minder voor de veefokkerij, is het van groot belang, dat de prijs van de melk zo goed mogelijk wordt gebaseerd op de samenstelling van de melk, voor zover deze invloed heeft op de opbrengst van de uit de grondstof verkregen zuivelprodukten.

In de eerste plaats dient een uitbetalingssysteem een billijke verdeling van het melkgeld te geven, maar bovendien moet in de waardering voor de verschillende melkbestanddelen en de melkhoeveelheid, voor de veefokkerij tot uitdrukking komen, in welke richting en hoe sterk men op de verschillende eigenschappen moet selecteren. Door niet of onvoldoende naar de economisch belangrijke bestanddelen van de melk uit te betalen, loopt men zelfs de kans, dat de samenstelling van de grondstof voor de melkverwerkende industrie zich niet in gunstige zin ontwikkelt.

De mogelijkheid bestaat ook, dat een bepaald bestanddeel te sterk in het uitbetalingssysteem tot uitdrukking wordt gebracht.

Voor al op economische gronden is het dus van grote betekenis een goede verdeling van het melkgeld toe te passen.

Het is niet zo moeilijk om in theorie aan te geven, hoe het ideale uitbetalingssysteem zou moeten zijn.

In de praktijk heeft men echter in de eerste plaats al te maken met de verschillende bestemmingen die aan de melk gegeven worden. De waarde van de verschillende melkbestanddelen en de melkhoeveelheid wisselt hierbij. Het gaat ook niet op, om voor elke zuivelfabriek een eigen uitbetalingssysteem toe te passen. Zelfs voor groepen zuivelfabrieken, die ongeveer dezelfde bestemming aan de melk geven, moet men hier voorzichtig mee zijn. De selectie richting in de veefokkerij zal immers duidelijk vast moeten staan, waarbij regionaal niet te grote verschillen mogen optreden.

Enkele belangrijke eisen, die aan een goed uitbetalingssysteem gesteld moeten worden zijn dus:

1. De verdeling van het melkgeld dient zo billijk mogelijk te geschieden.

2. Het onderzoek naar de samenstelling van de melk, voor zover deze van belang is, dient vrij eenvoudig en betrouwbaar in de praktijk uitgevoerd te kunnen worden.
3. Over een reeks van jaren mag het systeem niet te veel wisselen, m.a.w. het moet een grote mate van continuïteit bezitten.
4. Het moet in grote gebieden en zo mogelijk zelfs voor het gehele land toe te passen zijn, zonder dat dit ongewenste spanningen te weeg brengt.

Wanneer men al deze eisen gaat opsommen nl., billijk, eenvoudig, constant en algemeen toepasbaar, dan ziet men wel, dat een ideaal systeem toch niet te bereiken is. Zonder compromis oplossingen zal men het dus niet kunnen stellen.

Het is in verband met het laatste deel van ons onderwerp, nl.: „de praktische mogelijkheid voor selectie op het eiwitgehalte” zeker van belang, om enkele vraagstukken die op de verdeling van het melkgeld betrekking hebben, te bespreken.

b. Bestemming van de melk.

In de inleiding van dit hoofdstuk is reeds naar voren gekomen, dat het vooral op economische gronden van grote betekenis is, dat in de prijs, welke de veehouder voor zijn melk ontvangt, de verschillen in de samenstelling op de juiste wijze tot uiting komen. De waarde, die de samenstelling van de melk voor de zuivelindustrie heeft, hangt in belangrijke mate af van de bestemming, welke aan de melk gegeven wordt.

Maakt men boter, terwijl ondermelk en karnemelk gratis aan de veehouders worden teruggeleverd, dan is slechts de hoeveelheid geleverd vet van betekenis. Voor de oorlog kreeg een belangrijk gedeelte van de melk in de zandprovincies, deze bestemming. Een uitbetaling naar vetgehalte, of juist naar hoeveelheid geleverd vet, was hier dus op zijn plaats.

Indien boter en gestandaardiseerde consumptiemelk worden bereid, speelt het vetgehalte eveneens een belangrijke rol. De waarde wordt dan bepaald door de hoeveelheid melk en het vet dat de melk meer bevat dan het standaard vetgehalte (volgens de nu geldende voorschriften 2.5 %). Overigens moet de melk, wat betreft de samenstelling, voldoen aan de eisen van het Melkbesluit.

Deze eisen zijn echter niet zodanig, dat er bepaalde minima voor het vetvrije droge stof- of het eiwitgehalte voorgeschreven worden. Het is dus mogelijk, dat de producent evenveel voor de melk ontvangt met 2.80 % als met 3.80 % eiwit.

De consument betaalt ook precies hetzelfde, hoewel de voedings-

deskundigen het melkeiwit, op grond o.a. van de hoge biologische waarde, als het belangrijkste en meest waardevolle bestanddeel van de consumptiemelk beschouwen. 118, 39)

In Engeland kent men de eis, dat het vvds-gehalte in de consumptiemelk 8.50 % moet bedragen. Gezien het feit, dat een gedeelte van de melk in bepaalde perioden en van bepaalde leveranciers hieraan niet kan voldoen, bezint men zich daar op maatregelen om het vvds-gehalte in de consumptiemelk te verhogen. De mogelijkheid van uitbetaling naar vet- en vvds-gehalte wordt zelfs onder ogen gezien.

Waite¹⁵⁰⁾ noemde het onbillijk, dat de consument dezelfde prijs voor goede en slechte melk moet betalen, waarmee hij voornamelijk het eiwitgehalte van de melk op het oog heeft. In de praktijk is het echter zeer moeilijk om de consumptiemelk naar gehalte aan de consument door te berekenen.

Maakt men boter en kaas, dan speelt, naast het vetgehalte, het eiwitgehalte (caseïnegehalte) een belangrijke rol. De kaasopbrengst wordt nl. door het caseïnegehalte in de melk bepaald. De financiële opbrengst van de kaas is in Friesland belangrijker dan die van boter, terwijl ook in verschillende andere provincies de kaas een zeer vooraanstaande plaats inneemt.

Bij de bereiding van melkpoeder of gecondenseerde melk, met daarnaast eventueel boter, gaat het om het in de melk voorkomende vet en de vetvrije droge stof.

c. Enkele statistische gegevens.

(ontleend aan publikaties van het C.B.S.) (hoeveelheden × 1000 ton)

Jaar	1938	1939	1951	1952	1953	1954	1955
Totale melkproduktie	5325	5512	5679	5601	5835	5863	5823
Aan fabrieken geleverd	4320		4661	4605	4850	4931	4885
Gemiddeld vetgehalte	3.304)	3.314)	3.596)	3.655)	3.685)	3.695)	3.725)
Produktie van:							
Boter	101.2	108.5	83.9	73.9	83.4	81.9	73.7
Kaas (incl. boerenk.)	125.8	120.8	143.4	145.8	159.2	164.1	173.2
Gecondenseerde melk	156.5	143.0	179.1	227.9	219.1	225.8	261.9
Melkpoeder	37.22)	38.52)	34.2	49.4	53.7	57.5	53.4
Gestandaardiseerde cons. melk (2½ % vet)	12521) 3)	12661) 3)	1541	1573	1568	1576	1538
Weipoeder			5.8	6.6	7.9	9.7	12.9

- 1) Volle melk 2) met inbegrip van karnemelk en weipoeder
 3) vermeld onder melkpoeder 4) volgens oude methode van Gerber (N 910)
 5) volgens nieuwe methode van Gerber (N 962)
 6) omrekening naar nieuwe methode (98/100 × oude methode).

	1938	1939	1951	1952	1953	1954	1955
Verbruik (in kg/hoofd/ jaar)							
Boter	5.5	5.7	2.8	2.5	2.8	2.9	3.-
Margarine	7.1	7.5	16.9	17.6	18.3	18.7	19.2
Kaas	7.5	7.6	6.0	5.9	6.4	6.5	7
Consumptiemelk	144	144	217	218	216	205	195

Uit bovenstaande tabel komen de volgende tendenzen naar voren:

1. Het gemiddelde vetgehalte van de melk stijgt nog telkenjare in een vrij snel tempo tengevolge van de door de fokkers toegepaste selectie.
2. De boterproduktie is, vergeleken met vooroorlogse cijfers, sterk afgenomen en ook van 1954 op 1955 is weer een afname van ca. 8000 ton te constateren (bijna 10 %).
3. De kaasproduktie is, vergeleken met vooroorlogse cijfers, sterk toegenomen, met nog steeds een vrij sterke stijging, b.v. van 1954 op 1955 met ca. 9000 ton, d.i. 5.2 %.
4. De produktie van gecondenseerde melk stijgt nog telkenjare; van 1954 op 1955 van 225.8 tot 261.9 duizend ton.
5. De produktie van melkpoeder blijft de laatste jaren ongeveer op hetzelfde peil, maar is ten opzichte van 1951 flink gestegen.
6. Het consumptiemelkverbruik blijft ongeveer op hetzelfde peil met zelfs een tendens om iets te dalen.
7. De consumptie van boter per hoofd van de bevolking kan zich door de gunstige conjunctuur goed handhaven, maar ligt veel lager dan voor de oorlog. De consumptie van margarine neemt nog steeds toe; deze is in Nederland ruim 6 maal zo groot als die van boter. De consumptie van kaas neemt nog steeds iets toe, maar heeft het vooroorlogse peil nog niet weer bereikt.

Hoe de verdere ontwikkelingen op zuivelgebied zullen zijn is moeilijk te voorspellen, omdat er zich steeds onberekenbare factoren voordoen wat de afzetmogelijkheden op de verschillende markten en de consumptiegewoonten betreft. Misschien kan hier wel naar voren worden gebracht, dat de zuivelindustrie reeds verschillende jaren grote moeite heeft om een „rendabele” afzet voor het melkvet te vinden. Hoewel de boterproduktie afneemt, blijkt het nog steeds nodig om overschotten aan boter tegen verliesgevende prijzen af te zetten.

d. Uitbetaling naar samenstelling.

Bij de verdeling van het melkgeld is het uit billijkheidsoverwegingen van belang, dat iedere leverancier de melk uitbetaald krijgt op basis van de samenstelling, voor zover deze van betekenis is voor de uiteindelijke bestemming. Ook de mogelijkheid om de uitbetaalde melkprijzen van verschillende fabrieken beter te kunnen vergelijken, is van betekenis.

Schiere ¹³³) zegt hierover: „In wezen zijn het echter noch billijkheidsoverwegingen, noch het scheppen van betere vergelijkingsmogelijkheden, die het probleem der waardebeoordeling van de melk in verband met haar samenstelling belangrijk doen zijn, maar dat het vooral op economische gronden van grote betekenis is in de prijs, welke de veehouder voor zijn melk ontvangt, verschillen in de samenstelling op juiste wijze tot uiting te doen komen. De gehalten aan vet, caseïne en vetvrije droge stof zijn in dit verband van de meeste betekenis. Hun relatieve belangrijkheid hangt voornamelijk af van de aan de melk gegeven bestemming en de prijsverhoudingen”. De schrijver merkte op: „De melkveehouderij zal slechts kunnen en willen streven naar de productie van melk met de meest gewenste samenstelling, indien deze samenstelling op de juiste wijze in de prijs tot uitdrukking komt”.

Het probleem van de waardebeoordeling van de melk in verband met de samenstelling is zeer gecompliceerd. Wanneer men het melkgeld op grond van deze samenstelling wil verdelen, dan is natuurlijk in de eerste plaats nodig, dat die samenstelling bekend is. Het vetgehalte levert, wat dit betreft, geen moeilijkheden op, maar een eiwitbepaling op grote schaal is niet zo eenvoudig uitvoerbaar. *Schiere* besprak in het kort enkele methoden voor de eiwitbepaling en kwam tot de conclusie, dat er op dat moment nog geen praktische oplossing voor dit probleem was. Het soortelijk gewicht zou echter wel op een vrij eenvoudige wijze op de fabriekslaboratoria bepaald kunnen worden en hoewel hier vele bezwaren tegen in te brengen zijn wil hij van deze beide gegevens, nl. het vetgehalte en het s.g. uitgaan, om hieruit naast het vvds-gehalte, ook het caseïnegehalte te berekenen. Het caseïnegehalte kan op deze manier echter slechts globaal vastgesteld worden. Hiermee zou dan van elke veehouder per periode de hoeveelheden geleverd vet, vetvrije melk, caseïne en vvds bekend zijn. (Op de bepalingsmethoden voor het eiwitgehalte komen wij naderhand terug).

Schiere stelt een „compromis” uitbetalingssysteem voor, waarin de samenstelling van de melk, zowel als de gemiddelde bestemming, bij gefixeerde prijsverhoudingen tot uitdrukking worden gebracht.

Hier wordt dus uitgegaan van de gemiddelde bestemming van de Nederlandse melk. De schrijver vraagt zich nu in de eerste plaats af, welke betekenis de verschillende melkbestanddelen in dit verband hebben en geeft de volgende globale verdeling:

- a. voor alle ontvangen melk is het daarin aanwezige vet van belang;
- b. voor 45 % van de ontvangen melk is naast het vet slechts de vetvrije melk van betekenis. Dit is nl. het deel der melk, dat bestemd wordt voor de bereiding van consumptiemelk en betaalde teruglevering aan veehouders;
- c. voor 35 % van de ontvangen melk is naast het vet slechts het caseïnegehalte van belang. Dit betreft dan de te verkazen melk;
- d. voor 20 % van de ontvangen melk is tenslotte naast het vetgehalte slechts het gehalte aan vvds van betekenis. Het betreft hier de tot melkpoeder verwerkte melk".

Bij dit uitbetalingssysteem zullen dus naast het vetgehalte, dat voor alle melk kan meetellen, de hoeveelheden vetvrije melk, caseïne en vvds slechts voor resp. 45, 35 en 20 % in rekening worden gebracht. *Schiere* vervolgt: „Door nu voor vet, vetvrije melk, caseïne en vvds bepaalde vaste prijsverhoudingen aan te nemen, zijn de hoeveelheden van deze melkbestanddelen gemakkelijk om te rekenen in hun vet-æquivalenten. Door deze te totaliseren stelt men per veehouder de hoeveelheid geleverd „berekend vet" vast. Op basis van de geleverde hoeveelheden „berekend" vet wordt tenslotte door de fabriek het beschikbare melkgeld onder de veehouders verdeeld. Op deze wijze wordt bereikt, dat in de melkprijs de verschillende melkbestanddelen qua hoeveelheid en prijs tot uiting komen, terwijl tevens hun gemiddelde betekenis — gezien de aan de melk gegeven bestemming — in aanmerking wordt genomen.”

Het door *Schiere* ontworpen betalingssysteem pretendeert niet ideaal te zijn, maar wil tegemoetkomen aan de bezwaren, die er aan de huidige systemen kleven. Bij de uitbetaling uitsluitend naar vetgehalte of naar vetgehalte plus grondprijs wordt geen aandacht geschonken aan de andere melkbestanddelen, waardoor deze betalingswijze ook aanleiding geeft tot spanningen.

Wij zijn hier vrij uitvoerig op het door *Schiere* voorgestelde uitbetalingssysteem ingegaan, omdat dit o.i. zeer waardevolle gedachten naar voren brengt en als uitgangspunt voor een verdere bespreking kan dienen. Wij onderschrijven ten volle het hoofddoel nl. om bij de verdeling van het melkgeld de samenstelling van de melk tot uitdrukking te brengen. Hiermede wordt tevens een stimulans aan de fokkerij gegeven in de aangegeven richting te selecteren.

Bij de rundveefokkerij moet men zich een duidelijk doel voor ogen kunnen stellen, waarop verantwoord geselecteerd kan worden. Het door *Schiere* ontworpen uitbetalingssysteem is in dit opzicht rijkelijk gecompliceerd, omdat het in de eerste plaats rekening houdt met het vetgehalte van de melk en daarnaast, gedeeltelijk, met de vetvrije melk, het caseïne- en het vetvrije droge stofgehalte. Wanneer men met selectie iets wil bereiken, zal dit doel vereenvoudigd moeten worden. Wij stellen voor, om in ieder geval voor de industriemelk gebieden, alleen het vet- en het eiwitgehalte als grondslag voor een uitbetalingssysteem te nemen. Volgens onze gegevens zal men hierbij niet kunnen uitgaan van een uit het s.g. plus eventueel het vetgehalte berekend eiwitgehalte. Dit geeft niet alleen bij mengmelk, maar zeker ook bij individuele koeien te onnauwkeurige uitkomsten. Men zal dus inderdaad het eiwitgehalte in de melk moeten bepalen, wat naar onze mening geen onoverkomelijke bezwaren met zich meebrengt (blz. 150).

Friesland kan als een typisch voorbeeld van een industriemelk gebied dienen. Volgens het C.B.S. werd hier in 1955 921692 ton melk van de veehouders ontvangen met een gemiddeld vetgehalte van 3.95. De belangrijkste zuivelprodukten waren: 15510 ton boter, 56339 ton fabriekskaas, 89024 ton gecondenseerde melk, 1008 ton melkpoeder, terwijl de in consumptie gebrachte volle- en gestandaardiseerde melk 53146 ton bedroeg.

Een zeer belangrijk gedeelte van de melk wordt dus tot kaas en boter verwerkt, waarbij het vet- en eiwitgehalte de beide factoren zijn die de opbrengst bepalen.

Bij de bereiding van gecondenseerde melk en melkpoeder zou de melkprijs behalve op het vetgehalte dienen te worden gebaseerd op het vvds-gehalte. Zonder veel bezwaren kan de uitbetaling hier echter ook berusten op het vet- en eiwitgehalte. Gemiddeld over een geheel jaar zal het gehalte aan vvds nl. ten naaste bij evenredig zijn aan het eiwitgehalte. Gedurende het jaar zal dit niet steeds het geval zijn, omdat vooral onder invloed van het verloop van de lactatiecurve (de meeste koeien kalven in het voorjaar, waardoor b.v. in de herfst bij een hoog eiwitgehalte een betrekkelijk laag lactosegehalte gevonden wordt) en de invloed van seizoensfactoren, afwijkingen zullen voorkomen.

In Friesland zal er bovendien geen andere keuze zijn, omdat de Coöperatieve Condensfabriek „Friesland” de betrokken melk van de deelgenoten moet uitbetalen naar de z.g. „kaaswaarde”. Hetzelfde geldt in zekere mate ook voor de Friese consumptiemelk. Voor zover deze melk aan de centrale melkinrichtingen geleverd wordt, gebeurt dit eveneens op basis van de „kaaswaarde”. Het standpunt,

dat de melk in Friesland het beste naar vet- en eiwitgehalte uitbetaald kan worden, is dus zeer zeker te verdedigen.

Dit uitbetalingssysteem komt ook in aanmerking voor andere gebieden met een belangrijke kaasproductie. Als voorbeeld hiervan kan Overijssel genomen worden, dat momenteel reeds de 2e kaasprovincie van Nederland is. Ook in deze provincie moet men zich bij het betrekken van de melk voor de gecondenseerde-melkbereiding en voor de consumptiemelkcentra steeds meer richten naar de „kaaswaarde” van de melk.

Men ziet dus, dat de consumptiemelkcentra bij het betrekken van „overmelk” ook met de „kaaswaarde” van de melk te maken krijgen. Eigenlijk speelt dit eveneens een rol in het zelfkazers-district van Zuid-Holland.

De waarde van de consumptiemelk wordt bepaald door de hoeveelheid melk en het vet, dat de melk meer bevat dan het standaardvetgehalte (volgens de nu geldende voorschriften 2.5 %). Overigens moet de melk, wat betreft de samenstelling, voldoen aan de eisen van het Melkbesluit.

Uit een voedingsoogpunt is het melkeiwit het belangrijkste bestanddeel van de consumptiemelk, maar men kan de consument dit niet zonder meer in rekening brengen. Wanneer het echter technisch mogelijk zou zijn om, evenals bij het vetgehalte, het eiwitgehalte op een bepaald niveau te standaardiseren, dan waren er zeker argumenten aan te voeren om bij de uitbetaling ook met het eiwitgehalte rekening te houden.

Opmerking: Een standaard eiwitgehalte zou in ieder geval op een zo natuurlijk mogelijk niveau moeten liggen en eventueel aangepast moeten worden aan de seizoensinvloeden.

Voorlopig blijft dit echter theorie en heeft men voor de praktijk alleen te maken met het vetgehalte en de vetvrije melk. Bij een uitbetaling naar vetgehalte en een niet onbelangrijke grondprijs, benadert men dan het beste de netto-waarde van de melk.

Hiermee is echter het probleem nog niet geheel afgehandeld. Stel b.v. het geval, dat men in Friesland en andere delen van Nederland zou overgaan tot een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte en de fokkerij zou hierop reageren door ook op het eiwitgehalte te selecteren (wat uiteindelijk de opzet is) dan zal dit het Westelijk consumptiegebied op den duur niet onverschillig kunnen zijn, wil het niet achterop geraken met het eiwitgehalte. Gezien uit het oogpunt van een algemeen voedingsbelang is het bovendien zeer gewenst,

dat het eiwitgehalte in de consumptiemelk aan behoorlijke eisen voldoet.

De uitbetaling van de melk naar de samenstelling vormt een zeer ingewikkeld probleem, waarbij men misschien met compromis oplossingen zal moeten werken. Voorlopig nemen wij als uitgangspunt voor een verdere bespreking, dat een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte voor een groot gedeelte van de Nederlandse melk als meest gewenst moet worden beschouwd, waarbij voor de consumptiemelkgebieden naast uitbetaling naar vet een grondprijs gehandhaafd kan blijven.

e. De prijsverhouding tussen melkvet en eiwit.

Neemt men aan, dat het vet- en eiwitgehalte in de praktijk bepaald kan worden en dat b.v. voor Friesland de melk op basis van de vet- en kaaswaarde uitbetaald zal worden, dan is het volgende probleem, hoe de prijsverhouding tussen vet- en eiwit zal moeten zijn. Hiervoor kan men nagaan, hoe groot de hoeveelheden van de verschillende produkten zijn, die bij een bepaalde samenstelling van de melk in een boter- en kaasfabriek bereid zullen worden. Hieruit kan dan met behulp van de prijzen van deze verschillende produkten de totale bruto-opbrengst van de melk worden bepaald. Voor een zuivelfabriek, die volvette kaas maakt, kwam *Hartmans* ⁵⁷⁾ tot de volgende bruto-opbrengsten bij de verschillende aangenomen samenstellingen van de melk:

	Caseïne gehalte	Bruto-opbrengst/100 kg melk
1. Vetgehalte 3.45 %	(2.3 %	f 24.05
	(2.5 %	.. 24.86
	(2.7 %	.. 25.39
2. Vetgehalte 3.95 %	(2.4 %	.. 26.80
	(2.6 %	.. 27.47
	(2.8 %	.. 28.05
3. Vetgehalte 4.45 %	(2.5 %	.. 29.49
	(2.7 %	.. 30.10
	(2.9 %	.. 30.69

Wanneer men de bruto-opbrengst van 0.1 % caseïne bij de verschillende samenstellingen van de melk nagaat, dan blijkt deze niet altijd even groot te zijn, maar gemiddeld ca. 31 — 32 ct. per 100 kg melk te bedragen; 0.1 % vet geeft een bruto-opbrengst van ca. 47 ct. per 100 kg melk. De bruto-prijs van 1 kg caseïne is dus ca. f 3.10 en 1 kg vet ca. f 4.70.

Opmerking: De prijzen voor de produkten per kilogram waren als volgt aangenomen: kaas f 2.10, boter f 4.—, wei f 0.01 en karnemelk f 0.10.

Een berekening van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland ⁹⁴⁾ gaf een hiermee zeer goed overeenstemmende uitkomst nl.

bruto-prijs vet f 4.80 p. kg,

bruto-prijs cas. f 3.18 p. kg.

Wanneer men aanneemt, dat 80 % van het eiwit uit caseïne bestaat, dan krijgt men als bruto-prijs van het eiwit f 2.54/kg.

De onkosten, die van de bruto-opbrengst afgetrokken moeten worden, leveren vrij grote moeilijkheden op. Deze onkosten zijn nl. voor een belangrijk deel evenredig met de kg melk, maar tendele ook afhankelijk van de samenstelling van de melk. Precies vast te stellen welk deel over de hoeveelheid melk en welk deel over de hoeveelheid produkten omgeslagen moet worden is niet goed mogelijk en zal op een schatting moeten berusten. Voor het vet en het eiwit zullen de onkosten niet precies gelijk zijn, maar in verhouding iets zwaarder op het eiwitgehalte drukken.

Zonder verder in details te treden, kan vastgesteld worden, dat bij de huidige omstandigheden voor een boter- en kaasfabriek de globale waarde-verhouding melkvet: melkeiwit = 2 : 1 zal zijn. Met deze 2 : 1 verhouding zal men dus bij een eventuele uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte te maken krijgen en hierop zal de fokkerij zich moeten baseren bij een eventuele selectie op beide bestanddelen.

Naar aanleiding van de voorgaande berekeningen, die tot een bepaalde prijsverhouding melkvet: melkeiwit gevoerd hebben, zijn vooral ten aanzien van het melkvet nog wel enkele opmerkingen te maken. Het melkvet wordt in zuivelkringen gebruikt als rekeneenheid en waarde-eenheid, omdat het zo gemakkelijk over de verschillende zuivelprodukten verdeeld kan worden en boter als het produkt van het melkvet te beschouwen is.

Met behulp van de boterprijs is b.v. de z.g. vetwaarde van de melk gemakkelijk te berekenen. Wanneer men dit toepast op melk, die gebruikt wordt voor de bereiding van kaas, dan kan men uit de kaasopbrengst de „kaaswaarde” van de vetvrije melk (ondermelk) berekenen. In plaats van de „kaaswaarde” kan men ook spreken van de „eiwitwaarde”.

Deze „eiwitwaarde” is in de crisisjaren van 1930, toen van regeeringswege de boterprijzen sterk gesteund werden, ook wel eens negatief geweest. Dit mag op het eerste gezicht vreemd aandoen, maar het betekende dat de kaasbereiding onrendabel was. De volgende rekensom gaf nl. een negatieve uitkomst:

kaasprijs — (kunstmatig verhoogde) waarde van het in de kaas verwerkte melkvet — onkosten kaasbereiding = negatief.

Wij halen dit voorbeeld naar voren, om met nadruk te wijzen op de zeer sterke relatie, die bestaat tussen de vet- en eiwitwaarde.

Zodra de boterprijs bij verder gelijkblijvende prijzen van de andere zuivelprodukten omhoog gaat, daalt de eiwitwaarde. Houdt men door bepaalde maatregelen de boterprijs op een in verband met de afzetmogelijkheden te hoog prijspeil, dan heeft dit automatisch een verlaging van de eiwitwaarde tengevolge. Uiteindelijk zal de prikkel, die het gevolgde uitbetalingssysteem aan de fokkerij geeft, dan niet meer de juiste selectierichting aangeven. Er bestaat in dit verband niet alleen in Nederland, maar eveneens in verschillende andere landen, een gevaar voor een zekere overwaardering van het melkvet. Enkele factoren die deze tendens veroorzaken willen wij hier naar voren brengen: (Vooraf met het oog op een toekomstige ontwikkeling kan dit van belang zijn)

1. In Nederland wordt de boterprijs op peil gehouden door de inleveringsprijs van het In- en Verkoopbureau voor Zuivel (I.V.Z.). Ook voor kaas en melkpoeder kent men inleveringsprijzen. Dit systeem brengt meteen een zekere consolidering van de prijsverhoudingen tussen deze produkten met zich mede, waardoor de vet-/eiwitwaarde verhouding voor een groot deel vastgelegd is. Een bijkomstigheid is, dat men uit taktische overwegingen de inleveringsprijs voor kaas iets laag gesteld heeft ten opzichte van de boter- en melkpoederprijs. Niet alleen brengt de opslag van kaas voor het I.V.Z. bezwaren met zich mede wat de bewaring betreft, maar bovendien is de Nederlandse kaas geen „bulk” artikel, wat wel in zekere zin van boter gezegd kan worden. Bovendien bevordert dit systeem, dat de kaashandel bij kaasprijzen, die een weinig boven de inleveringsprijzen liggen, overgaat tot kaasopslag.
2. Niet alleen in Nederland, maar in de meeste andere belangrijke zuivellanden, kent men een eigen binnenlandse boterprijs. Vooral de boter importerende landen hebben deze prijs soms zeer hoog vastgesteld, vooral om de binnenlandse landbouw te steunen. Hier komt echter bij, dat men de concurrentiepositie van de andere zuivelprodukten automatisch verbetert. Een hoge vetwaarde maakt immers de ondermelk- of eiwitwaarde goedkoper. Zwitserland kan op deze manier tegen concurrerende prijzen kaas exporteren. België kan door deze maatregelen goedkope ondermelk en melkpoeder in Nederland afzetten. Zelfs landen met een gering boteroverschot kunnen deze taktiek toepassen, omdat op een klein surplus aan boter wel eventuele verliezen te nemen zijn (Zweden b.v.).

3. Reeds eerder hebben wij naar voren gebracht, dat in Nederland de boterproduktie steeds meer afneemt, terwijl daarentegen de produktie van kaas en gecondenseerde melk sterk toeneemt:

	Jaar: 1939	1951	1955
Boter	109	84	74
Kaas	121	143	173
Gecondens. melk	143	179	261

(hoeveelheden \times 1000 ton).

Deze toenemende produktie van kaas en gecondenseerde melk zal in het algemeen de prijzen van deze produkten ongunstig beïnvloeden. Omgekeerd zal een kleiner aanbod van boter, de boterprijs beter op peil gehouden hebben. In versterkte mate kan dan de eiwitwaarde van de melk ongunstig beïnvloed zijn.

4. Ondanks de gunstige conjunctuur in Nederland en verschillende andere landen en ondanks de lagere boterproduktie is er steeds nog een overschot aan boter bij het I.V.Z. ingeleverd. Een belangrijk gedeelte hiervan is later weer op de normale wijze op de markt te plaatsen, waarbij soms toevallige omstandigheden een grote rol spelen. Een gedeelte van de boter moet vaak tegen verliesgevende prijzen op de binnenlandse markt of naar andere landen (b.v. Engeland, Rusland, enz.) afgezet worden. De gemiddelde prijs voor de Nederlandse boter kan op deze manier zelfs lager liggen dan de I.V.Z. prijs.
5. De Nederlandse zuivelindustrie ontvangt per jaar ca. 181700 ton melkvet van de veehouders. Tot boter wordt verwerkt 74000 ton (1955) d.i. ca. 63000 ton melkvet, wat ca. 29 % van het ontvangen melkvet is. Men kan zich nu afvragen, of het wel geheel juist is om voor het ruim 70 % van het niet tot boter verwerkte melkvet de volle boterprijs in rekening te brengen. Voor een individuele fabriek gaat het natuurlijk wel op om te zeggen, dat het melkvet, tot boter verwerkt, minstens de I.V.Z. boterprijs zal opbrengen. Wanneer dit algemeen toegepast zou worden, dan zou deze redenering echter niet opgaan.

Het melkvet is tot nu toe in het uitbetalingssysteem zeer sterk op de voorgrond getreden. Deze prikkel voor de selectie heeft, zoals reeds bij herhaling werd opgemerkt, zeer gunstig op het vetgehalte gewerkt.

Naar schatting brengt de Nederlandse veestapel alleen door de selectie op vetgehalte ca. 2000 ton melkvet per jaar meer op. (blz. 141) Het gemiddelde vetgehalte zal naar alle verwachtingen nog verder stijgen (1955 Nederland 3.72, Friesland 3.97). Ook in verschillende

andere landen selecteert men met veel succes op het vetgehalte, b.v. Denemarken, Duitsland, Zweden, enz. In vele gevallen verhoogt dit de binnenlandse boterproductie in de verschillende landen, wat niet gunstig is voor de afzet van de Nederlandse boter.

Schiere ¹³³) is van mening, dat de Nederlandse veehouderij met deze eenzijdige selectie op vetgehalte, vooral met het oog op de toekomst, niet op de goede weg is. Hij brengt nl. naar voren: „Deze prestaties zullen echter de melkveehouderij het hoofd niet boven water doen houden, wanneer langzaam maar zeker de concurrentie met goedkopere vetten feller wordt. Ook aan andere melkbestanddelen dan het vet zal daarom bij de melkproductie op verantwoorde wijze aandacht moeten worden geschonken. Het zo nodig ombuigen van de produktierichting kost veel tijd aan voorbereiding en uitvoering. Men handele daarom snel, voor het eventueel te laat is!”.

Deze uitspraak is misschien iets te sterk, maar dat neemt niet weg, dat over het algemeen de vooruitzichten voor het melkvet toch niet gunstig zijn, zoals wij ook reeds op blz. 10 in de inleiding hebben opgemerkt.

De welvaart in de verschillende landen zal ongetwijfeld van invloed zijn op het verbruik van een produkt als boter, dat 2 à 3 maal zo duur is als margarine en in enkele landen nog belangrijk duurder. In een aantal landen kan de boterconsumptie zich wel handhaven, b.v. in België, Frankrijk, Nieuw Zeeland, Zweden en Denemarken, maar jammer genoeg staat hier tegenover, dat in de meeste landen b.v. in de Verenigde Staten, Canada en Engeland het boterverbruik afneemt, ten bate van het margarineverbruik. Opmerkelijk is verder nog, dat in bijna alle landen, dus ook in die landen, waar het boterverbruik niet is achteruitgegaan, het margarineverbruik is gestegen; zo b.v. in Nederland, waar in de laatste jaren bij een vrij constante boterconsumptie van 3 kg het margarineverbruik geleidelijk tot 19 kg per hoofd per jaar is gestegen.

Belangrijk in dit verband is, dat de kwaliteit van de margarine, vergeleken met die van voor de oorlog, sterk verbeterd is. De Nederlandse margarine schijnt in dit opzicht ook nog gunstig af te steken bij die van het buitenland. Wanneer het grote prijsverschil tussen boter en margarine blijft bestaan en het kwaliteitsverschil met het substitutie produkt afneemt, is het te verwachten dat, ondanks een gunstige conjunctuur, het margarineverbruik in verschillende landen nog sterk zal toenemen.

Er zijn verder ook nog andere gevaren voor een verdringing van het melkvet. In ons eigen land gebruikt men bijvoorbeeld bij de bereiding van goedkopere ijssoorten, enz. reeds veel goedkope plantaardige vetten.

Een groot gevaar leveren de „melkvreemde vetten” op, bij het maken van „filled milk”. Men kan nl. „melk” maken door de samenvoeging van ondermelkpoeder en een neutraal plantenvet plus het benodigde water, wat de internationale naam van „filled milk” verkregen heeft. Dit is niet in Nederland aan de orde, maar bij de uitvoering van verschillende plannen om een redelijke melkvoorziening tot stand te brengen in arme tropische landen speelt de „filled milk” een rol van betekenis. Het gaat hier nl. hoofdzakelijk om een betere voorziening met een hoogwaardig dierlijk eiwit, de oorsprong van de vetten doet dan niet zoveel ter zake. In India en ook in Mexico is men reeds op vrij grote schaal met de produktie begonnen. Zeer bedenkelijk is verder, dat er reeds „filled milk” in de vorm van condens op de wereldmarkt verschenen is. De Internationale Zuivelbond overweegt dan ook de mogelijkheid om een internationale conventie voor melkprodukten vast te stellen.

Al met al blijkt de positie van het melkvet dus zeer moeilijk te worden. In Nederland heeft men met vrij veel succes naar oplossingen voor een „rendabele” afzet van het melkvet gezocht, b.v. in de bereiding van „koffiemelk” met ca. 10 % vet. Ook bij de produktie van alleen 40+ en volvette kaas worden aanzienlijke hoeveelheden melkvet verwerkt. Maar daarentegen is de hoge prijs van het melkvet mede de oorzaak, dat de consumptiemelk in Nederland nog steeds op het lage vetgehalte van 2.50 % gestandaardiseerd wordt. De oplossing van het melkvet vraagstuk zal waarschijnlijk gezocht moeten worden in een gewijzigde waardering van het melkvet t.o.v. de rest van de melk, voornamelijk t.o.v. het melkeiwit. De totale opbrengst van de melk zal hierbij, zo mogelijk, ongewijzigd moeten blijven.

Conclusie:

Bij de huidige prijzen van de zuivelprodukten in Nederland komt men tot een globale prijsverhouding melkvet: eiwit van 2 : 1.

Er zijn enkele factoren naar voren gebracht, die er op wijzen, dat in Nederland, maar ook in verschillende andere landen, een tendens aanwezig is voor een zekere overwaardering van het melkvet. In verband hiermede verdient het overweging de prijsverhoudingen tussen melkeiwitten enerzijds en melkvet anderzijds een verandering te laten ondergaan. Het is zeer gewenst, dat men ook internationaal een oplossing in deze richting voor het melkvet vraagstuk tracht te vinden, daar het met het oog op de felle concurrentie van goedkope plantaardige en dierlijke vetten zeer waarschijnlijk is, dat in de toekomst het melkvet lager gewaardeerd zal worden.

Men zal dus moeten trachten een zo veel mogelijk verantwoorde

prijsverhouding melkvet: eiwit vast te stellen, waarbij rekening gehouden is met de huidige en eventueel te verwachten bestemming van de melk, doch ook met de mogelijkheid om de melkproduktie te leiden in de richting, welke door het betalingssysteem wordt aangegeven. De prikkel tot selectie op het eiwitgehalte zal dan zo duidelijk en zo eenvoudig mogelijk in het uitbetalingssysteem tot uitdrukking moeten komen.

f. De gemiddelde vet- en caseïnepercentages in de mengmelk van 44 veehouders-bedrijven in Friesland.

Men kan zich afvragen, hoe groot nu de verschillen zijn in het gemiddelde vet- en caseïnepercentage van de mengmelk van de bedrijven. Deze verschillen zijn ook belangrijk in verband met de verdeling van het melkgeld. Wanneer immers de gemiddelde vet- en caseïnepercentages van de jaarleveranties van bedrijven een zeer sterke correlatie vertonen, zal, bij een uitbetaling naar vetgehalte, ieder het zijne gegeven kunnen worden.

Het is uit ons onderzoek gebleken, dat in het algemeen bij een hoger vetgehalte ook een hoger caseïnegehalte gevonden wordt, maar dat de caseïne/vetgehalte-verhouding lager wordt. Met het oog hierop, heeft het zin om na te gaan of het gebruik van een grondprijs bij de uitbetaling gewenst zou zijn. Dit zou het geval kunnen zijn wanneer men niet naar vet- en caseïnegehalte kan uitbetalen, omdat b.v. het laatste om financiële of technische redenen niet mogelijk is.

Onder leiding van *Janse* is op het laboratorium van de Bond van Coöp. Zuivelfabr. in Friesland de melk van 44 bedrijven gedurende een geheel jaar (15 april 1953 t/m 15 april 1954) onderzocht op vet- en caseïnegehalte. Bij het onderzoek waren 11 fabrieken betrokken, die iedere 14 dagen een mengmelkmonster van een week van 4 leden opstuurden. Eén van de vier leden leverde melk met een vetgehalte ruim boven het gemiddelde van de fabriek, één met een vetgehalte flink onder het gemiddelde en de twee anderen melk van ongeveer de gemiddelde samenstelling. (Naderhand bleek dat deze keuze niet bij iedere fabriek even consequent doorgevoerd was, maar toch was deze tendens duidelijk merkbaar in de resultaten).

Uiteindelijk werd het gemiddelde vet- en caseïnepercentage uit ca. 27 mengmonsters berekend, met gebruikmaking van de in totaal geleverde melk.

Reeds in 1952 had een commissie van de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland ¹¹⁹⁾ de gegevens gepubliceerd van een proef van een halfjaar met eenzelfde uitgangsmateriaal. Bij de verwerking van deze gegevens had men zich de oplossing van de volgende vraag tot doel gesteld:

„Welke van de twee methoden van uitbetaling, nl. die naar vet of die naar vet- en grondprijs, benadert het dichtst de uitbetaling naar vet en caseïne?”

De conclusie luidde: „het verschil tussen de middelbare afwijkingen voor vet en vet en grondprijs (2 ct.) is 1.0 ct., waaruit kan worden afgeleid, dat er wellicht maar een klein verschil bestaat tussen deze twee betalingswijzen” en verder „de commissie ziet dan ook geen aanleiding om de bestaande uitbetaling naar vetgehalte onder de aangegeven omstandigheden te wijzigen, omdat dit wegens het geringe verschil geen zin heeft”.

De nu te bespreken proef geeft een betrouwbaarder beeld, omdat ze zich uitstrekt over een geheel jaar. De gegevens van het gemiddelde vet- en caseïnegehalte van de 44 bedrijven zijn in grafiek 13 samengebracht.

Bij deze grafiek behoren de volgende gegevens:

1. het gemiddelde vetgehalte = 3.935 %; σ vet = 0.165;
2. het gemiddelde caseïnegehalte = 2.561 %; σ cas. = 0.065;
3. correlatie coëfficiënt: $r = + 0.53$;
4. „regressielijn” (1); caseïne = 0.21 Vet + 1.74;
5. „vetlijn (2) uitbetaling naar vetgehalte: Cas. = 0.651 Vet.
(berekend als volgt:

$$\text{Cas.} = \frac{\text{Gem. Cas.}}{\text{Gem. Vet}} = \frac{2.561}{3.935} = 0.651 \text{ Vet}$$

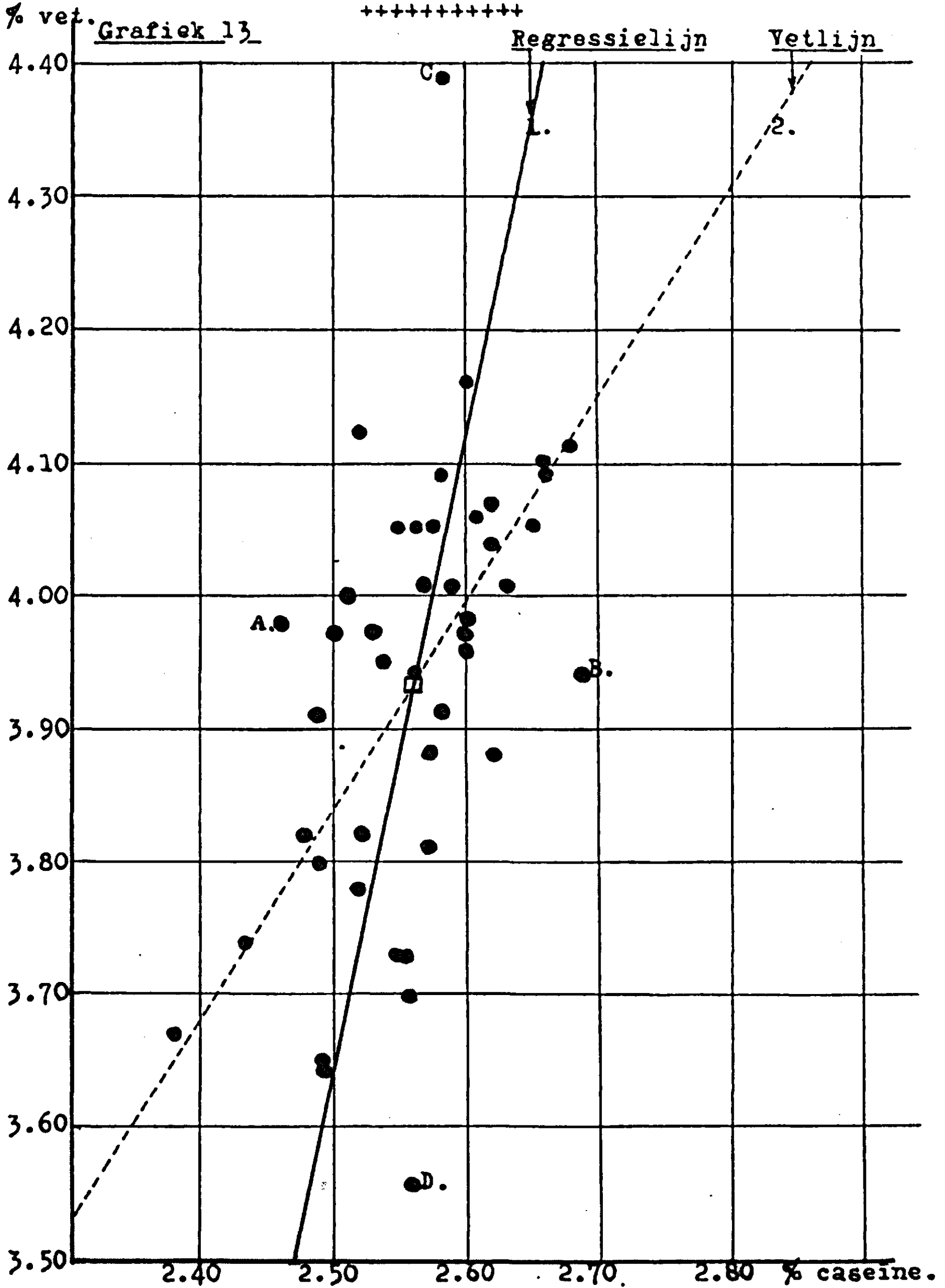
Bespreking resultaten.

In de eerste plaats valt op, dat de spreiding in het gemiddelde vetgehalte belangrijk groter is dan die in het gemiddelde caseïnegehalte. Deze uitkomst was ook te verwachten, omdat men met opzet bij de fabrieken bedrijven uitgezocht had, die in het gemiddelde vetgehalte verschilden (1 hoger, 1 lager en 2 gemiddeld).

Dat er belangrijke verschillen in het gemiddelde vetgehalte bestaan is algemeen bekend. Met de selectie op het vetgehalte zijn op sommige bedrijven zeer goede resultaten behaald, terwijl andere bedrijven in dit opzicht minder grote vorderingen gemaakt hebben.

Een directe selectie op het caseïnegehalte heeft niet plaats gehad en gezien de uitkomsten van ons onderzoek (blz. 88) is er ook geen grote indirecte invloed van de vetgehalte-selectie te verwachten. De gegevens van deze 44 bedrijven wijzen in dezelfde richting, want de correlatiecoëfficiënt tussen beide bestanddelen is voor jaargemiddelden verwonderlijk klein ($r = 0.53$).

De gemiddelde Vet- en Caseïne- percentages van de mengmelk
van 44 bedrijven in FRIESLAND.



GRAFIEK 13.

De gemiddelde Vet- en caseïne-percentages in de mengmelk van
44 bedrijven in Friesland.

Zo kan het voorkomen, dat bij het laagste (D) en hoogste (C) gemiddelde vetgehalte (resp. 3.56 % en 4.39 %) de bijbehorende caseïnegehalten praktisch aan elkaar gelijk zijn nl. respectievelijk 2.56 % en 2.58 %.

Omgekeerd kunnen bij een gemiddeld vetgehalte van 4 % de caseïnepercentages wel ca. 0.25 % verschillen. (punten A en B).

Wanneer men als uitgangspunt een bedrijf neemt van 20 - 25 melkkoaien, dat jaarlijks ca. 100.000 kg melk aan de fabriek levert, dan zijn deze verschillen in de samenstelling van de melk zeer zeker van belang. De verschillen, in geldwaarde uitgedrukt, zullen sterk afhankelijk zijn van de berekende- of eventueel aangenomen prijsverhouding tussen vet en caseïne.

Uit de regressieformule ($\text{Cas.} = 0.21 \text{ Vet} + 1.74$) volgt in het algemeen, dat slechts een klein gedeelte van het caseïnegehalte afhankelijk is van het vetgehalte (0.21 vet) en dat er een vrij belangrijk constant caseïnegehalte aanwezig is (1.74 %).

Een „grondprijs”, berustend op het constant in de melk aanwezige caseïnegehalte van 1.74 % zou, gezien dit cijfermateriaal, verantwoord zijn. De in de grafiek getekende „vetlijn” geeft duidelijk aan, dat uitbetaling alleen naar vetgehalte minder juist is. Dit volgt b.v. zeer duidelijk uit de verdeling van de punten ten opzichte van deze lijn.

Dezelfde vraag, die de Commissie van de Bond ¹¹⁹⁾ zich in haar rapport van 1952 gesteld heeft, zouden wij thans dan ook als volgt willen beantwoorden:

Wanneer men niet in staat is om naar het werkelijke vet- en caseïne (eiwit)-gehalte uit te betalen, omdat dit laatste b.v. om financiële redenen niet bepaald wordt, dan is een uitbetaling naar vetgehalte én „grondprijs” beter, dan alleen een uitbetaling naar vetgehalte.

De „grondprijs” zou dan ongeveer 2 à 2.5 ct. per kg melk moeten zijn, wanneer men van dezelfde soort omstandigheden uitgaat en dezelfde berekeningsmethoden volgt als door de Commissie is gedaan.

Opmerking: Door de Commissie ¹¹⁹⁾ is van het criterium uitgegaan, dat die methode de voorkeur verdient waarbij de kleinste middelbare afwijking met de standaardmethode (uitbetaling naar vet- en caseïnegehalte) gevonden wordt.

Voor dit vraagstuk is dit echter om de volgende redenen geen juist uitgangspunt:

1. Neemt men een grondprijs van 2 ct. aan, dan zullen er zowel voor de uitbetaling naar vet, als naar vet én grondprijs 2 ct., vrij belangrijke verschillen t.o.v. de standaard methode ontstaan (zie de puntenverdeling in grafiek 13 t.o.v. de beide lijnen 1 en 2).

2. Alle positieve en negatieve verschillen worden bij deze berekeningen in het kwadraat verheven en worden dus positief.

Het gevolg is, dat bij de berekening van de middelbare afwijkingen, geen grote verschillen kunnen ontstaan.

De conclusie, dat beide methoden ongeveer gelijkwaardig zijn, is daarom minder juist.

Een commissie van het F.N.Z. 117) kwam op grond van berekeningen, uitgaande van een uit literatuurgegevens samengestelde regressieformule voor de vetvrije droge stof, ook tot de conclusie, dat uitbetaling naar vet en grondprijs de voorkeur verdient boven uitbetaling alleen naar vetgehalte.

Bij een grondprijs, berekend uit de regressieformule, betaalt men dus uit naar de getrokken lijn in de grafiek.

In bepaalde gevallen kan de samenstelling van de melk hier vrij veel van afwijken. Ter nadere toelichting kunnen hier een paar voorbeelden uitgewerkt worden:

Voorbeeld 1.

	Gem. Vet %	Gem. Cas. %	Melkgeld *)
Bedrijf A	3.98	2.46	f 24.536,70
Bedrijf B	3.94	2.69	f 24.290,10
		Verschil	f 246,60

Bedrijf A heeft dus f 246.60 meer melkgeld ontvangen dan bedrijf B, omdat hier 40 kg melkvet extra geleverd was, maar bedrijf B heeft 230 kg caseïne meer geleverd dan bedrijf A. Wanneer men er van uitgaat, dat uit 1 kg caseïne 4.1 kg volvette kaas te maken is, dan betekent dit dat bedrijf B 943 kg kaas meer heeft geleverd. In de kaas moet natuurlijk ook het benodigde melkvet verwerkt worden. Als men uitgaat van de „berekende eiwitwaarde”, dan wordt dit nog een verschil van ca. f 700.— in netto-opbrengst, dus dan heeft bedrijf A ca. f 350.— te veel voor zijn melk ontvangen en bedrijf B ca. f 350.— te weinig. Uitbetaling naar vetgehalte en grondprijs zou dit verschil ook niet genivelleerd hebben. (zie grafiek 13)

*) Voor de berekening van het melkgeld is uitgegaan van een bedrijf van 20—25 koeien met 100.000 kg melk. De prijs per kg melkvet is f 6.165 (gem. Bond 1955).

Een ander sprekend voorbeeld is het volgende:

Voorbeeld 2.

	Gem. Vet %	Gem. Cas. %	Melkgeld
Bedrijf C	4.39	2.58	f 27.064,35
Bedrijf D	3.56	2.56	f 21.947,40
		Verschil	f 5.116,95

Bedrijf C heeft 830 kg melkvet meer geleverd dan bedrijf D, maar slechts 20 kg caseïne extra. De netto-opbrengst van deze hoeveelheden melkvet en caseïne rechtvaardigen niet het verschil in melkgeld van f 5116,95. Hier geldt in sterke mate, dat bedrijf C te veel voor zijn melk gekregen heeft en bedrijf D te weinig. Een grondprijs, berekend naar de regressielijn, zou een groot gedeelte van dit verschil weggewerkt hebben, maar dan zou in dit geval bedrijf C nog te veel en bedrijf D te weinig gekregen hebben.

De aangehaalde voorbeelden geven vrij grote verschillen aan, maar uit de puntengrafiek is af te leiden, dat de verschillen in de gemiddelde samenstelling van de mengmelk van een bedrijf over een geheel jaar, groter zijn dan tot nu toe vrij algemeen aangenomen wordt.

Opmerking: De variaties in het gemiddelde vetgehalte zijn hier vrij groot, wat o.a. aan de proefopzet te wijten is. De variaties in het gemiddelde caseïnegehalte zijn belangrijk kleiner, omdat hier geen sprake van directe selectie geweest is. Dit maakt, dat men in de praktijk over het algemeen rekening moet houden met kleinere variaties in het gemiddelde vetgehalte, zodat de verhouding tussen de variatie-breedte in gemiddeld vet- en gemiddeld caseïnegehalte kleiner zal zijn dan uit dit materiaal zou blijken.

Om tot de conclusie te komen, dat de verdeling van het melkgeld het beste op grond van het vet- en eiwitgehalte kan plaats vinden, is eenvoudig.

Het is echter wel de vraag, in hoeverre deze methode beter is dan de andere gebruikelijke methoden van uitbetaling, nl. alleen naar vetgehalte en naar vetgehalte plus grondprijs. Uit het cijfermateriaal van deze proef kan de conclusie getrokken worden dat, indien het financieel niet verantwoord of technisch niet uitvoerbaar is om het eiwitgehalte van de melk te bepalen, dat dan de uitbetaling naar vetgehalte plus grondprijs beter is dan alleen naar vetgehalte.

Er is echter ook wel gebleken dat, al betaalt men uit naar vetgehalte plus grondprijs, de verschillen in het gemiddelde caseïnege-

halte wel zodanig zijn, dat er zeer vaak fouten van minstens enkele honderden guldens per bedrijf per jaar voorkomen.

Het is nu de vraag, hoeveel het eiwitonderzoek mag kosten om een billijke verdeling van het melkgeld te verkrijgen.

Deze vraag moet ook gesteld worden, omdat men dan pas in de praktijk selectie op het eiwitgehalte zal toepassen, wanneer dit niet alleen mogelijk blijkt maar ook lonende resultaten oplevert, die in het uitbetalingssysteem tot uiting komen.

g. Consequenties van het uitbetalingssysteem voor de fokkerij.

Zoals reeds besproken is, moet men er voor zorgen, dat in het uitbetalingssysteem de verschillende belangrijke bestanddelen tot hun recht komen, waarbij het fokdoel zo eenvoudig mogelijk moet blijven.

Uitsluitend uitbetaling naar vetgehalte heeft wat eenzijdig de nadruk op het vetgehalte gelegd, terwijl de melkhoeveelheid daarbij misschien iets verwaarloosd werd.

Men hoort tegenwoordig stemmen opgaan die zeggen, dat een gemiddeld vetgehalte van 3.75 % wel hoog genoeg is met het oog op de bestemming die aan de melk gegeven wordt. Maar is te verwachten, dat het vetgehalte niet verder zal stijgen?

Rijssenbeek ^{132a}) wees op het volgende: „het gemiddelde vetgehalte in de aangevoerde melk is nog nooit zo sterk gestegen als in de laatste jaren. In 1946 was dit voor ons land 3.45 % (oude Gerbermethode), voor 1953 was dit 3.68 % (gewijzigde Gerbermethode). Volgens de oude methode zou het in 1953 3.75 % zijn geweest. Een stijging dus van 0.30 % in 8 jaar. Voor eenzelfde stijging vóór de oorlog was dertig jaar nodig, nl. van 1910 - 1940”.

Intussen blijkt het gemiddelde vetgehalte in 1955 reeds 3.72 % te bedragen; dat betekent dus in de laatste 10 jaar een stijging van 0.34 %. Een stijging van 0.034 % per jaar bij een totale melkproductie van 5.823.000 ton, houdt dus in ca. 2000 ton melkvet meer, alleen door de selectie op vetgehalte. Het gemiddelde vetgehalte van alle melk in 1954/55 door de Bondsfabrieken in Friesland ontvangen, bedroeg reeds 3.97 % ¹⁴⁸).

Bij dit succes van de selectie speelden de volgende punten een grote rol:

1. In Friesland is reeds 81 % van de koeien bij de melkcontrôle aangesloten, terwijl dit voor geheel Nederland in 1955 ruim 62 % bedroeg.
2. Het berekenen van de produktievererving van stieren is een zeer belangrijk middel voor een effectieve selectie geworden.

3. In nauwelijks 10 jaar tijd heeft de K.I. zich dermate ontwikkeld, dat in 1955 ⁶¹⁾ in Nederland reeds 48 % van de veehouders bij een K.I. vereniging aangesloten zijn. (40.8 % van het aantal vrouwelijke dieren ouder dan 1 jaar door K.I. bevrucht.) Op het gebied van de K.I. zijn nog verdere ontwikkelingen te verwachten: o.a. door de techniek van het diepvriezen van sperma openen zich weer nieuwe ongekeerde mogelijkheden voor een meer intensief gebruik van goed verervende stieren.

Dit zijn dus allemaal factoren, die de selectiemogelijkheden vergroten en hiermede de selectie effectiever maken, zodat het in de lijn der verwachting ligt, dat het selectie-effect per jaar nog eerder zal toe dan afnemen.

Opmerking: Het is te verwachten, dat het grote selectie-effect van de laatste jaren in de beginnende fokgebieden, na het op peil brengen van het vetgehalte, iets zal afnemen. Het ligt voor de hand, dat na een beperkt aantal jaren het gemiddelde vetgehalte in Nederland tot 4 % zal stijgen, wat bij een gelijk blijvende melkproduktie een extra opbrengst van 16304 ton melkvet zou betekenen.

Het probleem om een „rendabele” afzet voor het melkvet te vinden zou hierdoor niet vereenvoudigd worden, hoe verblijdend de resultaten van de selectie op zichzelf ook mogen zijn.

De Jong ¹³³⁾ stelde de vraag: „Is het gezien het feit dat het in de fokkerij bezwaren meebrengt tegelijkertijd naar verschillende doeleinden te streven, niet het meest gewenst om — bij behoud van een vetgehalte van 3.75 tot 4 % — vooral te streven naar verhoging van de hoeveelheid melk en dit in het uitbetalingssysteem voldoende tot uiting te brengen?”

Een grondprijs van ca. 2½ ct. in de zandgebieden en van ca. 5 ct. in de consumptiemelk-centra werkt stimulerend op de selectie naar melkhoeveelheid. Maar geven deze grondprijzen een vergoeding voor de extra kosten en eisen, die er aan de voeding gesteld worden?

Rekenvoorbeeld:

Koe A:	Produktie	5000 kg melk	3.60 % vet	3.12 % eiwit
Koe B:	Produktie	4000 kg melk	4.50 % vet	3.39 % eiwit

Opmerking: De eiwitpercentages zijn berekend met behulp van de regressieformule.

Beide koeien hebben een melkvetopbrengst van 180 kg. Betaalt men uitsluitend uit naar vetgehalte, dan staat er geen enkele vergoeding tegenover de extra produktie van koe A (1000 kg melk met 20.4 kg eiwit, ca. 48 kg melksuiker en 7 kg mineralen). Een scherpe selectie op vetgehalte is hier dan ook zeer op zijn plaats.

Maar al zou bij een grondprijs van $2\frac{1}{2}$ ct. de veehouder f 25.— extra ontvangen, dan lijkt het niet twijfelachtig of koe B met het hoge vetgehalte produceert economischer. Een vrij scherpe selectie op het vetgehalte blijft dus ook dan gewenst.

Uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte zou hieraan ook niet veel veranderen, gesteld dat men de prijs van de „berekende eiwitwaarde” toepast. Zolang men nl. de prijsverhoudingen vet : eiwit : melk gekoppeld houdt aan de enigszins kunstmatig hoge boterprijs, zal vet duur en ondermelk en ook eiwit goedkoop blijven.

De individuele boer zal dan uit economische overwegingen het scherpst op het vetgehalte moeten blijven selecteren.

Men kan zich theoretisch een fokdoel stellen waarbij aan de verschillende factoren, die invloed hebben op het totale rendement per koe, het belang is toegemeten, dat economisch en foktechnisch gemotiveerd is. Enerzijds moet de graad waarin de afzonderlijke eigenschappen vererfd worden in acht genomen worden, terwijl men anderzijds rekening moet houden met de economische invloed die iedere eigenschap heeft op het produktieresultaat.

Selectie in de richting van dit ideale fokdoel is in de praktijk niet zo eenvoudig. De fokker heeft niet alleen rekening te houden met eigenschappen als melkopbrengst en melksamenstelling, maar ook met eigenschappen die invloed hebben op de waarde van de koe als fokdier en als slachtdier. In de fokkerij heeft men dus reeds te maken met verscheidene doeleinden die men na moet streven.

Selectie op melkhoeveelheid is hierbij een belangrijk onderdeel, waar zeker de nodige aandacht voor gevraagd moet worden. Een zeer scherpe selectie op melkhoeveelheid heeft echter ook schaduwkanten, wanneer men hiermee een koe van een te eenzijdig melktype zou fokken.

De mogelijkheid om door directe selectie het economisch belangrijke eiwitgehalte van de melk te verhogen, verdient m.i. dan ook zeker de volle aandacht.

Daarom is een onderzoek naar de verschillende problemen die hiermede samenhangen ook verantwoord. Aan de hand van de resultaten van dat onderzoek zal het uitbetalingssysteem uiteindelijk de richting moeten aangeven, die bij de selectie gevolgd moet worden.

Uit ons onderzoek is gebleken, dat het eiwitgehalte in ongeveer

even sterke mate door erfelijke factoren bepaald wordt als het vetgehalte. De variatie in het eiwitgehalte bij individuele koeien is evenwel iets kleiner. Toch lijkt het zeer goed mogelijk een selectie-effect per jaar van minstens de helft van die van het vetgehalte te bereiken. Indien het gemiddelde vetgehalte met 0.034 % per jaar toeneemt, dan zou dit bij het eiwitgehalte onder gelijke omstandigheden ca. 0.02 % kunnen zijn.

Hier moet goed in acht worden genomen, dat bij de selectie op twee eigenschappen het selectie-effect per jaar voor elke afzonderlijke eigenschap kleiner wordt, dan hierboven is aangegeven.

Wanneer vet en eiwit in de verhouding van 2 : 1 gewaardeerd worden, zal men vanzelfsprekend ook tweemaal zo sterk op het vetgehalte moeten letten.

Het gezamenlijke resultaat zal echter groter zijn, dan wanneer men alleen op het vetgehalte zou selecteren.

In de eerste jaren van selectie wegen de kosten van het onderzoek en selectie natuurlijk niet op tegen de baten, maar over een langere termijn, wanneer de resultaten van de selectie goed merkbaar zijn geworden in een verschil met het basisjaar, zullen de kosten ruimschoots vergoed kunnen worden. Stel het geval, dat na 15 jaar de melk 0.2 % meer eiwit zou bevatten, dan was bij een gelijkblijvende melkproduktie in Nederland de meeropbrengst per jaar 11646 ton hoogwaardig dierlijk eiwit.

Een resultaat van b.v. 0.5 % eiwit meer lijkt op de duur niet onmogelijk, gezien ook de variatie die nu reeds bij het eiwitgehalte van individuele koeien optreedt.

Verstoring van het fysiologisch evenwicht schijnt ook wat mee te vallen, getuige het feit, dat verschillende dieren met een zeer hoge eiwitproduktie in het proefmateriaal worden aangetroffen. (Bijvoorbeeld: 6487 kg melk met 4.22 % vet en 3.78 % eiwit in 352 dagen).

Voor de economie van het bedrijf speelt ook de vraag een rol of bij een hoger eiwitgehalte in de melk meer eiwit in het voedsel toegediend moet worden. Grote moeilijkheden of kosten schijnen op dit gebied niet te verwachten te zijn, omdat op zeer veel bedrijven met een moderne bedrijfsvoering, vooral in de zomer, eiwitoverschotten voorkomen. Juist in deze periode met veel jong eiwitrijk gras valt de topproduktie. Maar ook in de winter treden met een intensieve bedrijfsvoering soms overschotten op. Bovendien wezen voederproeven in Engeland uit, dat een flink tekort aan eiwit volgens de voedernormen slechts een gering effect had op het eiwitgehalte van de melk⁶⁰). De Nederlandse voedernormen zijn t.a.v. het benodigde eiwit voor de melkproduktie ook nog zeer ruim gesteld.

Het grote probleem, waar eigenlijk de gehele uitbetaling van de

melk en de eventuele selectie op eiwitgehalte op vastzit, is: zijn de kosten die besteed moeten worden voor het onderzoek van de melk op eiwitgehalte verantwoord?

Het behoeft na het voorgaande geen betoog, dat het hier gaat om een voor de fokkerij en de zuivelindustrie groot belang; een landelijk probleem, dat zich er op de duur niet voor leent, om alleen regionaal gezien te worden.

B. Onderzoek van de melk op eiwitgehalte.

a. Algemeen.

Komt men tot de conclusie, dat het eiwitgehalte naast het vetgehalte bepaald moet worden om de waarde van de melk vast te stellen, dan is onderzoek op grote schaal nodig. Dit onderzoek is niet alleen vereist voor de mengmelk om hiermede het melkgeld op basis van de samenstelling te kunnen verdelen, maar ook zal de melk van individuele koeien onderzocht moeten worden om een selectiebasis voor de fokkers te scheppen.

Voor het vetgehalte is dit reeds tientallen jaren het geval geweest. Hier had men in de Gerbermethode de beschikking over een goedkope, en voor massa-onderzoek zeer eenvoudige, snelle en voldoende nauwkeurige methode. Reeds jaren zoekt men naar een hiermede in eenvoud vergelijkbare methode voor het eiwitonderzoek. Tot nu toe heeft dit nog geen volledig succes opgeleverd, hoewel er de laatste tijd wel vorderingen op dit gebied gemaakt worden.

De standaardmethode voor het eiwitonderzoek is de Kjeldahl-methode, die voldoende nauwkeurig, maar vrij duur is en tot nu toe niet geschikt is geacht voor het massa-onderzoek. De moeilijkheden bij het massa-onderzoek van het eiwitgehalte is de hoofdreden, dat men meestal alleen voor experimenteel onderzoek van de melk het eiwitgehalte heeft bepaald.

Een bespreking van enkele oude- en nieuwe methodes voor het eiwitgehalte-onderzoek zal nu plaats vinden. Hierbij zal vooral aan de mogelijkheden voor massa-onderzoek aandacht geschonken worden.

b. De formoltitratie.

De z.g. formoltitratie is, vooral in de Duitse literatuur, aanbevolen als een geschikte methode voor massa-onderzoek op eiwitgehalte. Hoewel de meningen hierover verdeeld zijn, komen verschillende onderzoekers tot de conclusie, dat de nauwkeurigheid onvoldoende is voor een uitbetalingsbasis van de melk. Een andere vraag is, of de formoltitratie ook bruikbaar is bij de melkcontrôle van individuele

koeien. Indien gedurende een lactatieperiode 20 maal het eiwitgehalte volgens deze methode bepaald is, dan zou men zich kunnen voorstellen, dat onsystematische fouten bij de bepalingen grotendeels genivelleerd worden bij het berekenen van een gemiddeld eiwitgehalte.

In 1954 waren hierover slechts weinig gegevens bekend. Dit is de reden waarom in een afzonderlijke proef de formoltitratie methode met de Kjeldahl methode bij individuele koeien vergeleken is. Op 2 bedrijven te Jelsum werd in 1954 vanaf februari tot augustus, de melk van de individuele koeien volgens beide methoden onderzocht. De formoltitratie werd volgens de voorschriften van Schulz¹³⁹⁾ uitgevoerd.

Resultaten.

1. Algemeen.

Het vaststellen van het juiste omslagpunt (van wit naar rose) bleek bij de titratie, vooral in het begin, moeilijkheden op te leveren. Het kleur omslagpunt moet bepaald worden met gebruik making van een kleurstandaard. Ook naderhand schenen hierbij nog moeilijkheden op te treden, hoe nauwkeurig men de proeven ook trachtte uit te voeren. (Alle bepalingen in duplo) Dit kan de verklaring zijn, waarom men per bepalingensreeks (elke week op één dag ca. 30 monsters) soms een eigen gemiddelde afwijking vond bij de vergelijking met de Kjeldahlmethode. Ook is de mogelijkheid niet geheel uit te sluiten, dat veranderingen in voeding, weersomstandigheden, enz. hierbij een rol spelen. Bij de overgang van stal naar weide bleek op het ene bedrijf een groter gemiddelde afwijking voor te komen terwijl op het andere bedrijf hier juist een zeer kleine gemiddelde afwijking gevonden werd. Dit wekt de indruk, dat voedingsinvloeden, e.d. geen grote rol spelen.

Van proefmelking tot proefmelking schommelden de gemiddelde verschillen in de uitkomsten tussen de beide methoden als volgt:

(Kjeldahl—Formol = b.v. 0.10 %; in tabel aangegeven als 10 eenheden.)

Bedrijf A.	8	13	13	9	8	5	22	8	5	8	11	9	Gem.: 9.5
Bedrijf B.	6	19	11	11	11	20	7	3	7	10	8	4	Gem.: 9.5

De uitkomsten binnen een reeks bepalingen bleken vrij nauwkeurig te zijn. Wanneer men het gemiddelde verschil corrigeerde, dan werd b.v. bij 178 bepalingen slechts 12 maal een afwijking van meer dan 0.10 % gevonden.

Wanneer de afwijkingen onsystematisch verdeeld over de lactatieperiode voorkomen, kan de formoltitratie nog wel voldoende betrouwbaar zijn voor het berekenen van een gemiddeld eiwitgehalte voor de selectiebasis.

Opmerking: Gemiddeld was het eiwitgehalte, bepaald volgens de formoltitratie, 0.095 % lager, dan bepaald volgens de Kjeldahl methode. *Schulz* had zijn methode zo vastgesteld, dat beide methoden gemiddeld precies dezelfde uitkomsten gaven. Op zich zelf is het daarom merkwaardig, dat bij deze proef een gemiddeld verschil van 0.1 % gevonden werd. Dit pleit niet voor de nauwkeurigheid van deze methode.

2. Overeenstemming bij het begin- en einde van de lactatieperiode.

De volgende uitkomst werd verkregen:

	Bedrijf A			Bedrijf B		
	1e	2e	3e proefmelking	1e	2e	3e proefmelking
Kjeldahl-meth.	3.49	3.00	2.92	3.80	3.22	3.05
Formol-titratie	3.45	2.91	2.83	3.90	3.15	2.98
Vershil	+ 4	+ 9	+ 9	- 10	+ 7	+ 7
Aantal koeien		22			16	

Conclusie:

De uitkomst van de eerste proefmelking (5e t/m 18e dag) is volgens de formoltitratie hoger dan normaal.

Vooraf bij de proefmelkingen spoedig na het afkalven bleek dit het geval te zijn.

Een vergelijking bij de laatste proefmelking leverde het volgende resultaat op:

	Eiwit %
Kjeldahl meth.	3.94
Formoltitratie	3.77
Vershil	+ 0.17

Bij oudmelkse koeien bleek de formoltitratie dus een ca. 0.17 % te laag eiwitgehalte aan te wijzen. Als men de correctie van 0.1 % toepast wordt het verschil kleiner, nl. 0.07 %.

Opmerking: Bij een door *Ketelaars* ⁸¹⁾ ingesteld onderzoek naar het eiwitgehalte bij 2 groepen dochters van K.I. stieren, werd uitsluitend de formoltitratie gebruikt. Een contrôle onderzoek bij 22 monsters tegen het einde van de lactatieperiode werd gebruikt, om de overeenstemming met de Kjeldahlmethode te bepalen. De hieruit berekende correctie kan dus volgens onze uitkomst ca. 0.07 % te hoog berekend zijn.

Conclusie:

In vergelijking met de Kjeldahlmethode vindt men volgens de formoltitratie bij het begin van de lactatieperiode iets te hoge en tegen het einde iets te lage uitkomsten. Deze afwijkingen zijn niet zodanig dat hierdoor het gemiddelde eiwitgehalte van een lactatieperiode merkbaar beïnvloed zal worden.

3. Overeenstemming bij individuele koeien.

In totaal werden 51 koeien gedurende een groot gedeelte van de lactatieperiode bemonsterd (8-12 maal). Bij de individuele koeien bleek het gemiddelde verschil in eiwitgehalte, bepaald volgens beide methoden, vrij sterk te variëren.

Vershil (1 = 0.01 %)	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21
Aantal koeien	3	11	9	16	8	2	2

Er blijken dus belangrijke verschillen op te treden, die waarschijnlijk niet aan het toeval toegeschreven kunnen worden. Dit laatste is na gegaan bij 24 koeien, die gedurende 12 opeenvolgende proefmelkingen onderzocht zijn.

VARIANTIE ANALYSE.	Sum of squares	d.f.	Variance estimate
between samples	4597	23	199.87
within samples	12857	264	48.70

$$F = \frac{199.87}{48.70} = 4.1$$

$$F_{0.01} = 1.88$$

(d.f. 24 en 200 Snedecor blz. 224.)

De gevonden individuele verschillen zijn dus zeer significant. Dit is voor een bepaald geval gedemonstreerd in grafiek 14.

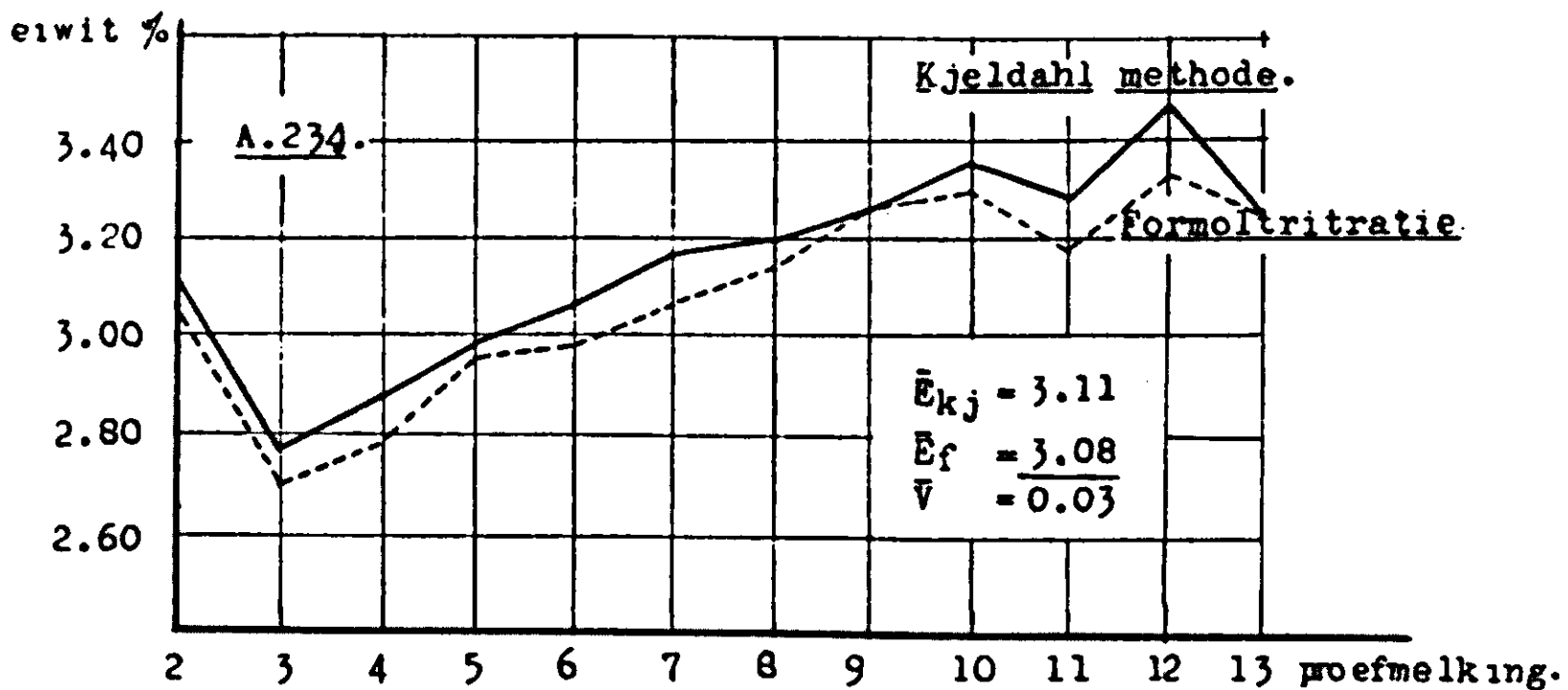
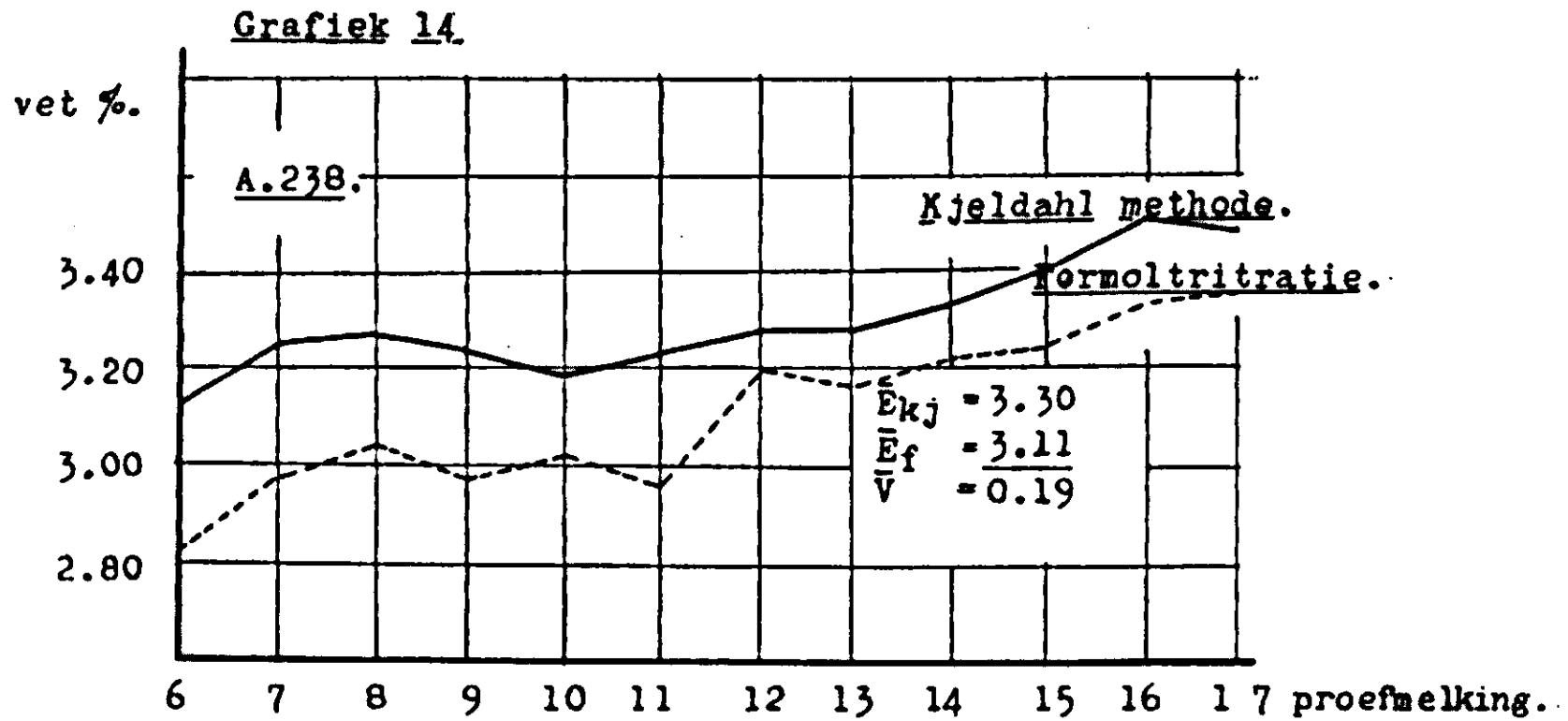
De gemiddelde cijfers voor een groot gedeelte van de lactatie periode zijn als volgt:

	Eiwit % (Kjeldahl)	Eiwit % (Formol.)
koe (A 238)	3.30	3.11
koe (A 234)	3.11	3.08
Vershil	<u>0.19</u>	<u>0.03</u>

Volgens de formoltitratie zouden beide koeien hetzelfde gemiddelde eiwitgehalte in de melk bezitten, maar volgens de Kjeldahlmethode werd een verschil van 0.2 % gevonden. Wanneer dergelijke individuele verschillen voorkomen, moet de formoltitratie methode afgewezen worden voor het eiwitonderzoek bij individuele koeien, omdat geen betrouwbare selectiebasis wordt verkregen.

Schober en Fricker ¹³⁶⁾ hebben bij hun onderzoekingen eveneens op het voorkomen van individuele verschillen gewezen.

Vergelijking Kjeldahl- en Formoltritratiemethode voor de eiwitbepaling bij 2 koeien.



GRAFIEK 14.

Vergelijking Kjeldahl- en Formoltritratiemethode voor de eiwitgehaltebepaling bij twee koeien.

Hansson c.s. 52) toonden aan, dat de samenstelling van melkeiwit in de delen caseïne, albumine en rest N. door erfelijke factoren beïnvloed worden. Hiermee kunnen de door ons gevonden verschillen waarschijnlijk verklaard worden.

Marckmann en Witt 101) hebben voor hun onderzoekingen (1750 koeien) de formoltritratie als basis gebruikt. Het was pas mogelijk dit onderzoek uit te voeren: „Nachdem von Professor Dr Schulz und Mitarbeitern eine Methode der Eiweissbestimmung entwickelt wurde, die nunmehr sowohl in apparativer als auch in methodischer Hinsicht für eine rationelle Massenuntersuchung geeignet ist“. (1 man onder-

zocht 200 monsters per dag) Over de betrouwbaarheid wordt gezegd: „daz die Methode bei wiederholten überprüfungen eine absolut genügende Genauigkeit und Zuverlässigkeit ergeben hat.

Een onderzoek naar het bestaan van individuele verschillen tussen de koeien hebben de onderzoekers niet ingesteld.

Conclusie:

Hoewel de formoltitratie (volgens Schulz) geschikt geacht kan worden voor massa-onderzoek en in vele opzichten ook goede resultaten geeft, moet deze methode afgewezen worden voor het eiwit onderzoek bij individuele koeien, omdat geen betrouwbare selectie basis verkregen wordt.

c. Enkele nieuwe methoden voor eiwitonderzoek.

1. Refractometrische methode.

Men verricht op verschillende laboratoria nog veel onderzoekingen om een geschikte praktijkmethode voor de bepaling van het eiwitgehalte in de melk te vinden. De refractometrische methode, die met nogal veel ophef door *Hansson* ⁵⁵⁾ aanbevolen was als een oplossing voor dit probleem, bleek volgens niet gepubliceerde mededelingen van *Van der Have* en *Lolkema* nog geen voldoende nauwkeurige resultaten op te leveren en bovendien voor uitvoering in het normale fabriekslaboratorium minder geschikt te zijn. Veel kans, dat met deze methode een goede oplossing gevonden zal worden, schijnt er dus momenteel niet te bestaan. Ook de onderzoekingen van *van der Have* en *Mulder* ^{57^a)} wezen in deze richting.

2. Methode van de alkalische stoom-destillatie.

Van der Have en *Mulder* ^{57^a)} zochten naar een zeer eenvoudige, snelle en voldoende nauwkeurige methode voor het eiwitonderzoek, die zo mogelijk geschikt moest zijn om op de gewone fabriekslaboratoria toegepast te worden. Op het laboratorium van Zuivelbereiding te Wageningen werden hiertoe 7 methoden van eiwitonderzoek met elkaar vergeleken. Het gelukte niet een methode te vinden die aan alle gestelde eisen voldeed, maar er werden toch vrij goede resultaten met de methode van de alkalische stoom-destillatie verkregen, gezien de uitspraak: "at this moment the alkaline steam distillation method may be one of the best for the purpose mentioned".

Bij deze methode wordt in een alkalisch milieu met behulp van stoom, ammoniak uit de melk gedestilleerd. Daardoor zou dus de dure en tijdrovende destructie van eiwitten komen te vervallen en kan na de destillatie het eiwitgehalte van de melk door middel van een titratie bepaald worden.

De schrijvers merken tenslotte op: "The smallest deviations from the Kjeldahl figures were found when the alkaline steam distillation was used. This method is simple and not time consuming".

3. Macro- en micro-Kjeldahlmethode.

Met moderne werkwijzen kan de bestaande Kjeldahlmethode ook vrij goed geschikt gemaakt worden voor massa-onderzoek. Op het laboratorium van het Boter- en Kaascontrôlestation te Leeuwarden worden vrij grote aantallen melk- en weimonsters op eiwitgehalte onderzocht.

Tot voor kort gebruikte men hiervoor de macro-Kjeldahlmethode en voor contrôle werd de micro-Kjeldahlmethode gebruikt. Wanneer men de hiervoor gebruikte toestellen in serie schakelt, kan het onderzoek vrij vlug, en betrekkelijk goedkoop, verricht worden. Volgens mededelingen van *Van Balen Walter* kunnen bij de macro-Kjeldahlmethode de kosten, alleen voor het onderzoek, op ca. 40 ct. per monster geschat worden. Men is nu overgeschakeld op de bepalingen via de micro-Kjeldahlmethode, met eventuele contrôlebepalingen via de macro-Kjeldahlmethode. Het onderzoek op zich zelf kan nu, volgens mededelingen van *Van Balen Walter*, voor ca. 25 ct. per monster uitgevoerd worden.

Ook deze ontwikkelingen wijzen er op, dat een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte en een eventuele selectie op eiwitgehalte geen onoverkomelijke financiële bezwaren meer met zich mee zullen brengen wat het onderzoek betreft.

d. De mogelijkheid en wenselijkheid van massa-onderzoek op eiwitgehalte.

In het voorgaande is naar voren gekomen, dat er tot nu toe nog geen methode voor eiwitonderzoek ontwikkeld is, die, wat eenvoud betreft, vergeleken kan worden met de Gerber-methode voor het vetgehalte-onderzoek. Toch kan men stellen, dat het momenteel voor de praktijk mogelijk moet zijn massa-onderzoek op eiwitgehalte toe te passen, mits het op een daarvoor ingericht centraal laboratorium gebeurt. Het grote voordeel van een centraal onderzoek is, dat men verschillende handelingen bij het onderzoek kan automatiseren en mechaniseren. Bovendien verkrijgt men een geregelde aanvoer van monsters, terwijl de benodigde apparatuur in serie geplaatst kan worden. Hier staan enkele nadelen tegenover, zoals de regeling van het onderzoek, het vervoer van de monsters, de administratie, enz. De voordelen van een centraal onderzoek zullen echter meer dan opwegen tegen de extra kosten. Wanneer het onderzoek sterk zou

toenemen, dan kan altijd nog overwogen worden een decentralisatie door te voeren.

Kosten per eiwitbepaling.

Het is, in verband, met vele onzekere factoren, niet eenvoudig om vooraf de kosten per eiwitbepaling te berekenen. De kosten zijn b.v. vrij sterk van de deelname aan het onderzoek afhankelijk.

Wanneer wij veronderstellen, dat een belangrijk aantal van de zuivelfabrieken in Friesland zou besluiten naar vet- en eiwitgehalte uit te betalen, terwijl ook van fokkerszijde enige belangstelling voor het onderzoek bij individuele koeien aanwezig zou zijn, dan komt men spoedig tot een aantal te onderzoeken monsters van ca. 300.000 per jaar. Bij een dergelijk aantal zullen de kosten, met inbegrip van vervoer, administratie, enz. naar schatting ca. 50 cent per monster bedragen.

Eiwitonderzoek ten behoeve van de uitbetaling.

De uitbetaling naar vetgehalte vindt iedere 2 weken plaats. Het vetgehalte wordt bepaald uit een verzamelmonster over deze periode. Het is mogelijk dat, bij een goede conservering, ook het eiwitgehalte uit hetzelfde monster bepaald kan worden. Omdat het eiwitgehalte veel minder aan schommelingen onderhevig is dan het vetgehalte, krijgt men zeer waarschijnlijk een voldoende betrouwbare basis voor de uitbetaling, wanneer men om de andere keer een mengmelkmonster op eiwitgehalte onderzoekt. Wanneer het eiwitgehalte dus éénmaal in de 4 weken onderzocht wordt, zijn er 13 bepalingen per jaar nodig, wat dan ca. f 6.50 per leverancier zou kosten.

Omdat het hier om een economisch belangrijk bestanddeel van de melk gaat, vormen deze kosten m.i. geen beletsel meer om de melk naar vet- en eiwitgehalte uit te betalen. Alleen al het voordeel, dat hiermede een billijker verdeling van het melkgeld kan plaats vinden, zou zulks rechtvaardigen.

Wanneer men een verantwoorde prijsverhouding tussen melkvet en melkeiwit vaststelt, kunnen door middel van voorschotsprijzen, per uitbetalingsperiode, de geleverde hoeveelheden van beide bestanddelen verrekend worden. Dit systeem geeft ook aan de fokkers een duidelijke richtlijn, in welke mate zij verantwoord op vet- én eiwitgehalte kunnen selecteren.

Eiwitonderzoek ten behoeve van de selectie.

Het eiwitgehalte is van proefmelking tot proefmelking veel minder aan schommelingen onderhevig dan het vetgehalte. Op blz. 37 zijn

wij dan ook tot de conclusie gekomen, dat, voor een voldoende betrouwbare selectiebasis, met een eiwitbepaling eens in de 4 weken volstaan kan worden. De kosten voor de monsternamen drukken tegenwoordig het zwaarste bij de melkcontrôle. Het nemen van melkmonsters ten behoeve van het eiwitonderzoek brengt, wat dit betreft, praktisch geen extra kosten met zich mee. De totale kosten voor het onderzoek op eiwitgehalte zullen dus ook hier ca. 50 cent per bepaling zijn. Wanneer er gemiddeld 11 bepalingen per lactatieperiode nodig zijn, dan zou het eiwitonderzoek f 5.50 per koe kosten.

Wanneer, zoals nu bij de melkcontrôle het geval is, alle melke-koeien onderzocht worden, zou dit voor een bedrijf van 30 koeien een uitgave van f 165.— per jaar betekenen. Deze kosten zijn niet zo gering. Om deze reden verdient het aanbeveling slechts een gedeelte van de koeien bij het eiwitonderzoek te betrekken. Zou men voorschrijven, dat alleen alle 1e kalfskoeien onderzocht moeten worden, dan zou dit voor een bedrijf van 30 melke koeien, waar b.v. 8 rieren aanwezig zijn, f 44.— per jaar kosten. Eén melklijst is echter een zeer wankel basis voor de registratie en de selectie. Men kan daarom ook beter vaststellen, dat te beginnen met de 1e kalfskoeien, deze later ook in de 2e en 3e lactatieperiode onderzocht moeten worden. Na 3 jaar zal op een bedrijf van 30 koeien b.v. 60 % onder dit voorschrift vallen. De kosten zijn dan ca. f 100.— per jaar.

Een voordeel van dit systeem is, dat men een geleidelijke toename van het aantal te onderzoeken koeien krijgt. Wanneer de capaciteit van het laboratorium het toelaat, zouden fokkers, die al hun koeien willen laten onderzoeken, daarvoor in de gelegenheid gesteld kunnen worden.

Wanneer eenmaal in de 4 weken de auto van het laboratorium de mengmelk monsters van de zuivelfabriek haalt, kunnen ook de monsters voor het individuele onderzoek meegenomen worden. Het is van belang, dat vlak voor deze dag de proefmelkdagen bij de deelnemers aan het individuele onderzoek plaats gevonden hebben. De kosten voor het vervoer van de monsters worden dan tot een zeer klein bedrag beperkt.

Het lag niet in onze bedoeling op deze plaats een gedetailleerd plan voor een eventueel eiwitonderzoek uit te werken. Toch hebben wij gemeend in enkele grote lijnen te moeten schetsen, hoe een eventueel onderzoek geregeld kan worden en welke financiële consequenties dit globaal zal meebrengen. Van dit laatste punt hangt het voornamelijk af, of — en zo ja in welke mate — men uitbetaling naar — en selectie op vet- en eiwitgehalte in de praktijk zal willen toepassen.

De uitbetaling alleen brengt voor het betreffende gebied, naast een billijker verdeling van het melkgeld, alleen maar kosten met zich

mede. Het indirecte voordeel is m.i. groter, nl. dat aan de fokkerij de stimulans gegeven wordt in de aangegeven richting te selecteren. Wanneer om te beginnen alleen al de fokbedrijven, die ook weer de leveranciers zijn van K.I. stieren, een doelbewuste selectie zouden toepassen, zal de invloed hiervan zich over de gehele Nederlandse veestapel uitbreiden. De resultaten van de selectie zullen natuurlijk pas na een aantal jaren merkbaar worden. Wanneer men het er echter over eens is, dat het melkeiwit een economisch belangrijk bestanddeel van de melk vormt en dat het ook in de toekomst zijn betekenis zal behouden of mogelijk nog zal vergroten, dan zullen de kosten van het onderzoek en de selectie spoedig kleiner zijn dan de baten verkregen door de hogere opbrengst van de zuivelprodukten.

Conclusie:

De mogelijkheid is aanwezig op grote schaal het eiwitgehalte in de melk te onderzoeken. Gezien de economische betekenis van het melkeiwit en de mogelijkheid van selectie, zal het voor de praktijk verantwoord zijn tot uitbetaling naar- en selectie op vet- én eiwitgehalte over te gaan.

ALGEMENE SAMENVATTING EN BESPREKING VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

In de inleiding is er op gewezen, dat vooral de laatste jaren een onmiskenbare verandering heeft plaats gevonden in de waardering van de verschillende melkbestanddelen; die van het melkvet neemt in betekenis af, terwijl die van het melkeiwit meer en meer op de voorgrond treedt. Een uitbetaling van de melk naar vet- én eiwitgehalte en een eventuele uitbreiding van de selectie tot beide bestanddelen, hebben daardoor een praktische betekenis gekregen. Om deze reden hebben het Friesch Rundvee-Stamboek en de Bond van Coöperatieve Zuivelfabrieken in Friesland in 1950 besloten een nader onderzoek in te stellen naar de meer volledige samenstelling van de melk bij individuele koeien, waarbij speciaal aandacht is geschonken aan het eiwitgehalte.

Uit het literatuuroverzicht is gebleken, dat pas de laatste jaren op ruimer schaal onderzoeken op dit gebied verricht zijn. Door een aantal onderzoekers wordt de mogelijkheid van een selectie op het eiwitgehalte naar voren gebracht. Een uitbetalingssysteem, waarbij tevens rekening gehouden wordt met het eiwitgehalte, wordt, voor zover ons bekend, nog in geen enkel land toegepast.

Eigen onderzoek en literatuur.

In hoofdstuk 1 is de proefopzet in Friesland besproken. Na 2 oriënterende proeven in 1950 en 1952 werd van 1953 t.m. 1955 een onderzoek, op groter schaal uitgevoerd, waarbij 729 koeien betrokken waren (648 volledige melklijsten). In totaal 238 moeder-dochterparen, 6 grote groepen dochters van K.I. stieren en 20 vrij kleine dochtergroepen van natuurlijk dekkende stieren, werden in de gebieden Giekerk en Jelsum gedurende een volledige lactatieperiode onderzocht, van sommige dieren echter twee, van enkele drie lactatieperioden. De monsternamen vond plaats tijdens de normale 14-daagse proefmelkingen (ca. 17000 monsters). In 1953 werd het vet-, eiwit-, caseïne-, lactose- en vvdsgelalte in de melk bepaald. Bij de voortzetting van de proef in 1954 en 1955 verviel de caseïne- en lactosegehalte-bepaling.

In hoofdstuk 2 zijn de lactatiecurven voor het vet-, eiwit-, vvd- en lactosegehalte aan een nadere beschouwing onderworpen.

Duidelijk kwam de *invloed van het stadium van de lactatie* op de samenstelling van de melk naar voren in de gemiddelde lactatiecurven van de melkbestanddelen. Het eiwitpercentage daalt sterk

na de eerste proefmelking. Een minimum in het eiwitgehalte wordt ca. 6 weken na het afkalven bereikt, waarop een regelmatige stijging tot het einde van de lactatieperiode volgt. De algemene vorm van de eiwitgehaltecurve komt vrij veel overeen met die van het vetgehalte, behalve dan, dat het eiwitpercentage op de eerste proefmelking nog vrij sterk verhoogd is en dat de stijging in het laatste deel van de lactatie minder sterk is dan bij het vetgehalte.

De caseïne-eiwitgehalteverhouding blijft gedurende de lactatieperiode zeer constant.

Het lactosepercentage daalt zeer regelmatig gedurende de gehele lactatieperiode.

De vetvrije droge stof-gehaltecurve komt in vorm vrij sterk overeen met die van het eiwitgehalte, behalve dan, dat de regelmatige daling van het lactosegehalte een veel vlakker verloop veroorzaakt.

Tot ca. 14 dagen na het afkalven daalt het eiwitgehalte in de melk nog zeer belangrijk, terwijl het melksuikergehalte in deze periode iets toeneemt.

Algemeen bekend is het verschijnsel, dat de eerste melk bij een proefmelking een zeer laag vetgehalte bezit, terwijl de laatste melk zeer rijk is aan dit bestanddeel. Het eiwitgehalte bleek gedurende het melken zeer constant te zijn. De morgenmelk bezit over het algemeen een vrij belangrijk lager vetpercentage dan de avondmelk, maar bij het eiwitpercentage blijkt nauwelijks een verschil te bestaan. Ook bij tochtigheid, onvoldoende uitmelken, enz. wordt het eiwitpercentage praktisch niet beïnvloed. Bij de bewerking van het cijfermateriaal blijkt duidelijk, dat de variaties in het vetgehalte van proefmelking tot proefmelking belangrijk groter zijn dan die in het eiwit-, lactose- en vvdsgesalte. Belangrijk voor een eventuele praktische toepassing van een selectie op het eiwitgehalte is de conclusie, dat voor koeien, welke volgens de tweeweekse contrôle worden onderzocht op vetgehalte, de eiwitbepaling wel éénmaal in de vier weken kan plaats vinden om een voldoende nauwkeurige selectiebasis te krijgen.

In hoofdstuk 3 is de invloed van milieufactoren op het verloop van de lactatiecurven van het vet-, eiwit- en melksuikergehalte nagegaan, waarbij bleek, dat zowel het vet- als het eiwitgehalte door de seizoens- en voedingsfactoren beïnvloed worden. Vooral bij de overgang van stal- naar weideperiode kwam een duidelijke stijging van het eiwitgehalte tot uiting. Zowel voor het eiwit- als voor het vetgehalte bleek de tendens tot een geringe daling in de zomerperiode en de sterke stijging in de herfst, specifiek te zijn, terwijl op stal de beide bestanddelen weer iets daalden. Er valt dus een zeker parallel verloop van de vet- en eiwitgehalte-curve te constateren, wat er op

wijst, dat de milieufactoren over het algemeen de beide bestanddelen in dezelfde richting beïnvloeden.

Het lactosegehalte wordt zeer weinig door de milieufactoren veranderd.

Bij de bewerking van het materiaal voor het erfelijkheidsonderzoek is de gemiddelde samenstelling van de melk over een volledige lactatieperiode van belang. In hoofdstuk 4 is de invloed van verschillende milieu-factoren op de gemiddelde samenstelling van de melk nagegaan.

1. Een invloed van de *maand van afkalven* op de gemiddelde samenstelling van de melk kwam niet duidelijk naar voren. Mede gezien de vrij kleine variatie in de maanden van afkalven bij ons materiaal, bestond er geen aanleiding voor deze factor correcties toe te passen.

2. De invloed van de *leeftijd* op de samenstelling van de melk bleek bij ons materiaal niet erg belangrijk te zijn. De gegevens wezen er b.v. niet op, dat oudere koeien een lager gemiddeld eiwitpercentage bezitten.

Met toenemende leeftijd daalt het gemiddelde vetgehalte enigszins, maar in hoeverre het gebruik van andere vaderdieren voor de jongere generatie koeien deze verschillen mede veroorzaakt, blijft een vraag, die met behulp van het ons ter beschikking staande materiaal niet afdoende kan worden beantwoord.

Het vvds-gehalte schijnt op oudere leeftijd wel iets te dalen, wat dan aan een daling van het lactosegehalte toegeschreven moet worden. De aard van het materiaal en de vrij kleine verschillen deden ons besluiten geen leeftijdscorrecties toe te passen bij het onderzoek naar de vererving van de samenstelling van de melk. De melkhoeveelheid kan met behulp van de bij het F.R.S. gebruikelijke leeftijdscorrecties vergelijkbaar gemaakt worden.

3. *De invloed van de lengte van de lactatieperiode.*

Over het algemeen zal bij een langere lactatieperiode het vet-, eiwit- en vvds-gehalte iets hoger zijn dan bij een normale lactatieperiode. Het heeft echter geen zin om correcties in te voeren bij lijsten van 260 — 360 dagen. Lijsten met minder dan 260 dagen zijn bij het onderzoek uitgesloten, terwijl een aantal lange lactatieperioden op 360 dagen afgesloten werd. Voor de melkhoeveelheid is de gemiddelde dagopbrengst als vergelijkingsbasis gebruikt.

4. *Jaarverschillen.*

De indruk werd verkregen, dat het gemiddelde eiwitgehalte in 1954 iets hoger lag dan in 1953 en 1955. De kleine verschillen

en de verdeling van het materiaal geven echter geen aanleiding tot het invoeren van jaarcorrecties.

5. Bedrijfsverschillen.

De milieuverschillen tussen de bedrijven zullen naar alle waarschijnlijkheid invloed hebben op de gemiddelde samenstelling van de melk. Dit is mede een reden, dat het materiaal te Jelsum en te Giekerk geheel afzonderlijk beschouwd is. Naast milieuverschillen spelen nl. eveneens erfelijk bepaalde verschillen een grote rol. Door de vrij grote overeenkomst in de bedrijfsvoering binnen deze gebieden is het wel verantwoord de gegevens van de bedrijven binnen eenzelfde gebied met elkaar te vergelijken.

In hoofdstuk 5 werd een samenvatting van de invloeden van de niet-erfelijke factoren op de samenstelling van de melk gegeven. Hierbij is er op gewezen, dat het gemiddelde vet- en eiwitgehalte bij individuele koeien onder normale praktijkomstandigheden slechts in geringe mate en over het algemeen in dezelfde richting door milieu-factoren beïnvloed worden. Dit wijst er tevens op, dat de erfelijkheidsgraad van beide bestanddelen ongeveer van dezelfde grootte zal zijn.

In hoofdstuk 6 werden de variaties in en het verband tussen de melkbestanddelen bestudeerd. Hierbij kwamen de volgende resultaten naar voren:

1. De gemiddelde samenstelling van de melk bij individuele koeien in beide gebieden:

	Giekerk (330 koeien)	Jelsum (252 koeien)
Vetgehalte	3.85 ($\sigma = 0.26$)	4.18 ($\sigma = 0.27$)
Eiwitgehalte	3.20 ($\sigma = 0.16$)	3.34 ($\sigma = 0.17$)
Vvdsgehalte	8.70 ($\sigma = 0.17$)	8.82 ($\sigma = 0.18$)
Caseïnegehalte	2.55 ($\sigma = 0.13$)	
Lactosegehalte	4.80 ($\sigma = 0.12$)	

2. De variatiebreedte ($\bar{x} \pm 3\sigma_x$) voor het vetgehalte bedroeg ca. 1.60 % (3.40 — 5.00 %). Variatiecoëfficiënt 6.7 %. De variatiebreedte voor het eiwitgehalte bedroeg ca. 1.00 % (2.80 — 3.80). Variatiecoëfficiënt 5.1 %. De variatie in het gemiddelde eiwitgehalte is dus kleiner, dan die in het vetgehalte, maar zeker nog belangrijk.

Tussen de beide bestanddelen werd voor de beide gebieden een positief verband berekend ($r = + 0.54$ en $+ 0.51$); Regressieformule: $E = 0.33 V + 1.93$ en $E = 0.32 V + 2.01$. De vrij kleine correlatie vet/eiwit geeft aanleiding tot de conclusie, dat

het vet- en het eiwitgehalte grotendeels onafhankelijk van elkaar zullen vererven. Bovendien is gebleken, dat de milieu-factoren het vet- en eiwitgehalte enigszins in dezelfde richting beïnvloeden, hetgeen deze conclusie versterkt. Verschillende literatuurgegevens wezen ook in de richting, dat met de selectie op het vetgehalte, het eiwitgehalte minder gestegen is dan men uit de regressie zou verwachten ($E = 0.33 V + 1.93$).

3. Een verband tussen het eiwitgehalte en de melkhoeveelheid bleek niet te bestaan ($r = + 0.05$ en $r = - 0.16$). Het is derhalve niet te verwachten, dat een eventuele selectie op het eiwitgehalte enig merkbare invloed zal hebben op de melkhoeveelheid.
4. Het verband tussen het caseïne- en het eiwitgehalte is zeer sterk ($r = + 0.9$). In de praktijk zal men dus kunnen volstaan met alleen het eiwitpercentage vast te stellen.
5. Minder nauwkeurige uitkomsten worden verkregen, wanneer men van het vvds-percentage zou uitgaan bij een eventuele selectie op het eiwitgehalte ($r = + 0.7$).
6. De variatie in het lactosepercentage is niet onbelangrijk. (Variatie-breedte $4.44 - 5.16 = 0.72 \%$).
Tussen het vet- en lactosepercentage schijnt een kleine positieve correlatie te bestaan ($r = + 0.16$).

In hoofdstuk 7 is van verschillende zijden het probleem benaderd in hoeverre erfelijke factoren invloed hebben op de samenstelling van de melk. Een schatting van de erfelijkheidsgraad uit de verschillende gegevens leverde zowel voor het vetgehalte als voor het eiwitgehalte de waarde $h^2 = 0.70 - 0.75$ op. Vooral naar aanleiding van de vergelijkingen van familiegroepen is de conclusie gerechtvaardigd, dat het vet- en het eiwitpercentage in ongeveer dezelfde mate door erfelijke factoren bepaald worden. Het vvds- en lactosegehalte worden waarschijnlijk eveneens in belangrijke mate door erfelijke factoren beïnvloed ($h^2 = \text{ca. } 0.7$).

Conclusie eiwitonderzoek.

Het eiwitonderzoek bij individuele koeien heeft aangetoond, dat het mogelijk is door selectiemaatregelen het eiwitgehalte in de melk vrij belangrijk te verhogen.

De volgende punten spelen hierbij een grote rol:

1. Het vet- en eiwitgehalte worden in ongeveer dezelfde mate door erfelijke factoren bepaald.

2. Het vet- en eiwitgehalte vererven grotendeels onafhankelijk van elkaar.
3. De variatie in het eiwitgehalte is kleiner dan in het vetgehalte, maar deze variatie is nog belangrijk genoeg om met succes selectie op het eiwitgehalte te kunnen toepassen.

In hoofdstuk 8 zijn enkele zuiveltechnische en economische problemen besproken, die bij een eventuele uitbetaling en selectie naar vet- en eiwitgehalte aan de orde komen. In de eerste plaats is de globale bestemming van de Nederlandse melk besproken. Hieruit volgde de conclusie, dat een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte voor een groot gedeelte van de Nederlandse melk als het meest gewenst moet worden beschouwd. Bij de huidige prijzen voor kaas en boter werd een globale prijsverhouding melkvet: eiwit van 2 : 1 vastgesteld.

Er zijn evenwel enkele factoren naar voren gebracht, die er op kunnen wijzen, dat in Nederland, maar ook in verschillende andere landen, een tendens aanwezig is voor een zekere overwaardering van het melkvet. Met het oog op de felle concurrentie van goedkope plantaardige vetten lijkt het niet onwaarschijnlijk, dat het melkvet in de toekomst lager gewaardeerd zal worden. Bij de uitbetaling zal men moeten trachten een zoveel mogelijk verantwoorde prijsverhouding melkvet: eiwit vast te stellen. De prikkel tot selectie op het eiwitgehalte zal dan zo duidelijk en zo eenvoudig mogelijk in het uitbetalingssysteem tot uitdrukking moeten komen.

Aan de hand van de uitkomsten van een onderzoek naar de samenstelling van de mengmelk van bedrijven is aangetoond, dat een uitbetaling alleen naar vetgehalte minder juist is. Een grondprijs van b.v. ca. 3 ct./kg zal in het algemeen een betere verdeling van het melkgeld geven, maar alleen een uitbetaling naar vet- en eiwitgehalte kan de vrij belangrijke verschillen in de opbrengst voldoende nivelleren.

Voor een eventuele uitbetaling op basis van het vet- en eiwitgehalte en voor een hierop volgende dienovereenkomstig gerichte selectie is eiwitonderzoek op grote schaal noodzakelijk. In dit verband zijn van enkele methoden van eiwitonderzoek de toepassingsmogelijkheden voor de praktijk besproken. Hierbij bleken wel methoden te zijn die goede perspectieven voor massa-onderzoek bieden. De kosten van het onderzoek zullen op de duur geen overwegende bezwaren vormen.

Slotconclusie.

Voor Nederland en voor Friesland in het bijzonder is het verantwoord tot uitbetaling van de melk naar vet- en eiwitgehalte over te

gaan en naast selectie op vetgehalte ook selectie op eiwitgehalte toe te passen.

De volgende overwegingen hebben tot deze conclusie geleid:

1. De mogelijkheid is aanwezig om het eiwitgehalte in de melk door selectie vrij belangrijk te verhogen;
2. Gezien de bestemming van de melk is het melkeiwit als een economisch belangrijk bestanddeel van de melk te beschouwen, wat waarschijnlijk in de toekomst nog sterker naar voren zal komen;
3. Het is praktisch uitvoerbaar eiwitonderzoek op grote schaal toe te passen;
4. De kosten van onderzoek en selectie zullen na een aantal jaren kleiner zijn, dan de baten verkregen door de meeropbrengst van de produkten.

DISCUSSION AND GENERAL SUMMARY OF THE RESULTS OF THE INVESTIGATION.

In the introduction has been pointed out that, especially during these last years, an unmistakable change has taken place in the valuation of the different milk constituents; that of the milk-fat has declined in importance while that of the milk-protein has come more and more into the foreground. A payment for milk according to its fat-content and its protein-content and an eventual extension to breeding for both constituents, have thus become of practical importance. For these reasons the Friesian Herdbook Society (F.R.S.) and the Association of Co-operative Dairy Factories in Friesland decided, in 1950, to initiate a detailed study into the milk composition of individual cows and to pay special attention to the protein-content of the milk.

From a survey of the literature it appears that it is only during recent years that published information has become available. The possibility of selection on the basis of protein-content has been emphasized by a number of research workers. A system of payment by which the percentage of protein is also taken into consideration is, as far as we know, not yet in use in any country.

Personal investigations and literature.

In chapter 1 we discuss the experiments in Friesland. After two small investigations in 1950 and 1952 respectively, a large scale investigation was instituted between 1953 and 1955 inclusive, which covered 729 cows (648 complete lactations). In total, 238 damdaughter pairs, 6 large groups of daughters of A.I. bulls and 20 rather small groups of daughters of naturel service bulls were investigated in the districts of Giekerk and Jelsum during a complete lactation period, of some animals during even two or three successive lactation periods the milk was analysed. Samples were taken every fortnight (about 17.000). In 1953 the fat, protein, casein, lactose and S.N.F. content in the milk were determined. In 1954 and 1955 the milk was not tested for casein and lactose content.

In chapter 2 the lactation graphs for the fat, protein, S.N.F. and lactose percentages were subjected to a closer investigation. *The influence of stage of lactation* on the composition of the milk was marked in the average lactation graphs of the milk constituents. The percentage of protein fell markedly after the first test milking. A minimum in the protein percentage was recorded at about 6 weeks

after calving; thereafter followed a regular rise until the end of the lactation period. The general course of the protein graph corresponds approximately with that of the fat graph except that the protein percentage is high in relation to the fat percentage at the first test milking and that its rise in the last part of the lactation period is less marked than that of the fat percentage.

The relation between the casein and total protein percentages remains very constant during the lactation period. The percentage of lactose falls very regularly during the whole lactation period. The S.N.F. graph resembles closely that of protein except that the regular fall of the lactose percentage results in a much flatter curve.

Until about 14 days after calving the total protein content in the milk falls very considerably while the milksugar increases somewhat during this period.

It is generally known that the first milk during a milking has a very low fat content, while the last milk is very rich in this constituent. The protein percentage appears to be very constant during a milking. The morning milk has, in general, a much lower percentage of fat than the evening milk, but there appears to be little difference in the percentage of protein. Also in the heat-periods, or by incomplete milking-out, etc., the percentage of protein is practically unaffected.

It appears clearly that the variations in fat percentage from one test milking to the next are considerably greater than those of the protein, lactose and S.N.F.

It is important from the point of view of selection on the basis of protein percentage that cows which have been recorded bi-weekly for fat-percentage, only need be tested for protein monthly.

In chapter 3 the influence of environment on fat, protein and milksugar is analysed. It appeared that the fat- as well as the protein percentage is influenced by both seasonal and feeding factors. Especially is this the case when the cows go out to grass in spring, when a clear rise in the protein percentage was recorded. Both the protein as well as the fat percentages showed a tendency to fall slightly during the summer period. There was a steep rise in autumn which was characteristic while both constituents fell again somewhat as soon as the animals were housed. It seems, thus, that a certain parallel course between the fat and the protein graphs can be established, which points to the fact that environmental factors, in general, affect both these constituents in the same direction.

The lactose percentage is very little influenced by environment. For breeding studies lactation averages are of most use.

Therefore in chapter 4 the influence of various environmental factors on the average composition of milk is considered.

1. The influence of *month of calving* on the average composition of milk was not clear in the sample studied. Also in view of the rather small variation in the months of calving of our material there was no justification for correcting this variable factor;
2. The influence of *age* of the cow on the composition of the milk appeared not to be important in our material. The data did not show that older cows, for example, gave a lower average figure for the percentage of protein. With increasing age the average fat content fell to some extent, but how far the use of other sires for the younger generation of cows influenced these differences could not be determined from the material studied. The S.N.F. content, indeed, seems to fall somewhat with increasing age, which fact must be ascribed to a falling off in the lactose percentage. The nature of the material and the (somewhat) small difference made us decide not to use age-correction factors. The milk yields can be made comparable by the usual F.R.S. age-corrections ⁴⁴).

3. *The influence of the length of the lactation period.*

The fat, protein and S.N.F. percentages will be, in general somewhat higher when there is a longer than normal lactation period. There is, however, no point in applying corrections to lactations from 260 to 360 days. Lactations of less than 260 days are excluded from the investigation, while a number of long lactations were terminated at 360 days. The average daily milk yield is used as a basis of comparison.

4. *Year differences.*

We obtained the impression that the average protein percentage in 1954 was somewhat higher than in 1953 and 1955. The small differences and the distribution of the material gave, however, no reason for the introduction of corrections for year effects.

5. *Farm differences.*

Environmental differences between farms probably have an influence on the average composition of milk. This is also a reason why the material from Jelsum and that from Giekerk have been considered separately. Together with differences in environment the differences determined by heredity play an important role. Owing to the fairly great similarity in farm management within these regions it is quite justifiable to compare the data from individual farms within the same district.

In chapter 5 a summary of the effects of non-genetic factors on the composition of milk has been given. It was pointed out that the average fat and protein percentages of individual cows under normal practical circumstances are only influenced to a limited extent and generally in the same direction by environmental factors. This points, at the same time, to the fact that the heritability of both components will be of about the same value.

In chapter 6 the variations in and the relation between milk components have been studied, with the following results:

1. The average composition of the milk of individual cows in both districts:

	Giekerk (330 cows)	Jelsum (252 cows)
Fat	3.85 % ($\sigma = 0.26$)	4.18 % ($\sigma = 0.27$)
Total protein	3.20 % ($\sigma = 0.16$)	3.34 % ($\sigma = 0.17$)
S.N.F.	8.70 % ($\sigma = 0.17$)	8.82 % ($\sigma = 0.18$)
Casein	2.55 % ($\sigma = 0.13$)	
Lactose	4.80 % ($\sigma = 0.12$)	

2. The range of variation ($\bar{x} + 3 \sigma_x$) for the fat content amounted to about 1.60 % (3.40 — 5.00) and the coefficient of variation equalled 6.7 %.

The range of variation of the protein percentage amounted to about 1.00 % (2.80 — 3.80). The coefficient of variation was 5.1 %. The standard deviation in the average protein percentage is thus smaller than that of the fat, but it is nonetheless important. Between both components a positive correlation coefficient was calculated ($r = + 0.54$ and $+ 0.51$); Regression $P = 0.33 F + 1.93$ and $P = 0.32 F + 2.01$ for Giekerk and Jelsum respectively. The rather small correlation between fat and protein leads to the conclusion that the fat and the protein percentages are to a high degree inherited independently of each other. Moreover, it appears that environmental factors influence the percentage of fat and protein to some degree in the same direction, which fact strengthens this conclusion. The literature on this subject also indicates that with selection on the basis of fat the protein percentage rose less than was to be expected from the regression ($P = 0.33 F + 1.93$).

3. The correlation coefficient between the percentage of protein and milk yield did not appear to be significant ($r = + 0.05$ and $r = -0.16$). It is unlikely, therefore, that selection on the basis of protein percentage will have any noticeable effect on milk yields.

4. The relation between the casein and total protein percentage is very marked ($r = + 0.9$). In practice it will therefore only be necessary to determine the protein percentage.
5. Using the S.N.F. content as the basis of selection for improving protein content is less efficient ($r = + 0.7$).
6. The variation in the lactose-percentage is rather important (range of variation $4.44 - 5.16 = 0.72\%$).
Between the fat and lactose percentages there appears to exist a small positive correlation ($r = + 0.16$).

In chapter 7 the influence of genetic factors on the composition of milk is approached in various ways. Estimates of heritability (h^2) for fat content and for total protein content are 0.70 to 0.75 for both constituents. As a result of comparing family groups it is justifiable to conclude that fat and protein percentages are determined approximately to the same extent by genetic factors.

The S.N.F. and lactose percentages are probably also determined to a considerable extent by genetic factors ($h^2 =$ about 0.7).

Summary of the research on the protein constituent of milk.

It has been demonstrated that it is possible by selective breeding to increase considerably the protein content of milk.

The following considerations have led to this conclusion:

1. The fat and protein percentages are determined to about the same degree by genetic factors.
2. The fat and protein content are to a high degree inherited independently of each other.
3. The variation in protein percentage is smaller than that of fat, but this variation is large enough to permit successful selection on the basis of protein percentage.

In chapter 8 are discussed some problems of dairy technique and -economics which will arise when a payment and selection on the basis of fat and protein percentages are considered.

In the first place the different purposes for which Dutch milk is used were discussed. From this followed the conclusion that a payment system based on fat and protein content must be considered best for a large proportion of Dutch milk. At current prices of cheese and butter an approximate ratio of milkfat: protein of 2 : 1 in value was fixed.

At the same time a few factors have been brought forward which show that not only in the Netherlands, but also in several other countries, there is a tendency to overestimate to some extent the value of milk-fat. In view of the strong competition of cheap vegetable fats it does not seem improbable that in future milk-fat will be revalued at a lower level. In any payment system one will have to try to establish as far as possible a price relationship between fat and protein. To stimulate selection on the basis of protein percentage it will be necessary to have a system of payment which recognises protein content.

The results of an analyses of the composition of bulk herd milk have shown that payment based only on fat percentage is less equitable.

For payment on the basis of the fat and protein and for selection based on protein content, protein analysis on a large scale will be necessary.

In this connection the possibilities of applying certain methods of protein analysis have been discussed. It seemed that there is a method which offers good prospects for mass-analysis. The costs of the analysis will not present insuperable difficulties in the future.

Final conclusion.

For the Netherlands, and for Friesland in particular, it is definitely warranted to base the payment for milk on fat and protein percentages and to select not only on fat content, but also on protein content.

The following considerations have led to this conclusion:

1. there is the opportunity of making an important increase in the protein content of milk by selection;
2. taking account of the purposes for which milk will be used, protein must be considered an important component of milk and its economic value will increase still further in the future;
3. it is practicable to apply protein analysis on a large scale;
4. the cost of analysis and selection will, after a number of years, be less than the advantages accruing from the additional yield of dairy products.

LITERATUUR.

1. ADAMSE, G.: Overzicht van uitbetalingsmethoden van melk. Landbk. Tijdsch. 68, 1 (1956) 152 — 157.
2. ASCHAFFENBURG, R.: Reviews of the progress of dairy science. J. Dairy Res. 16 (1949) 390.
3. ASCHAFFENBURG, R. en ROWLAND, S. J.: Reviews of the progress of dairy science. J. Dairy Res. 19, 2 (1952) 266.
4. ASCHAFFENBURG, R. en LING, E. R.: Reviews of the progress of dairy science. J. Dairy Res. 21, 1 (1954) 122.
5. AURIOL, P.: Possibilités d'amélioration par la sélection de la production fromagère de la race Pie rouge de l'Est. Académie d'Agr. de France, Séance May (1954).
6. AURIOL, P.: Progeny-test et amélioration des aptitudes fromagères de la race Pie rouge de l'Est. Premières réalisations dans le Jura. Stat. de Rech. sur l'élevage (I.N.R.A.) B.T.I. 87 (1954) 1 — 20.
7. AURIOL, P.: Teneurs en matières azotées et matières grasses des laits des vaches Pie rouge de l'Est. VII Int. Zoöt. congrès, Madrid, subj. 5 (1956) 145 — 153.
8. AZARME, E.: Variations in the protein content of milk during lactation. J. Dairy Res. 9 (1938) 121 — 148.
9. BAILY, G. L.: Studies on variations in the solids-not-fat content of milk. subj. 1, 2, 3, 4 and 5. J. Dairy Res. 19, 2 (1952) 89 — 118 and 169 — 177.
10. BAKALOR, S. en KOCK, A. A. de: Samenstelling van melk wat in Pretoria te koop aangeboden word. Boerderij in Suid Afr. 21 (1946) 453 — 466.
11. BAKALOR, S.: Onderzoeken na die samenstelling van Suid-Afrikaanse melk. Boerderij in Suid Afr. 23 (1948) 271 — 282, 345 — 354, 415 — 422.
12. BALCH, C. C., BALCH, D. A., BARTLETT, S. en ROWLAND, S. J.: Diet and low fat content in milk. Int. Zuivelcongr., Den Haag 2 (1953) 49 — 59.
13. BALEN WALTER, B. C. van: Rapport Kaascontrôle Stat. Fr. 12-2-'54.
14. BANNENBURG, H. J. en HOEK, W. van der: De formoltitratie. Ned. Melk en Zuiveltijdsch. 3 (1949).
15. BARTSCH, K. H.: Milchmenge und Milchbestandteile in den ersten 210 Tagen der Laktation von 10 Kühen der Rasse „Einfarbig gelbes Höhenvieh“. Züchtungskunde 27, 4 (1955) 173 — 179.
16. BERGMAN, T. en JOOST, K.: Variations in the protein content of the cheese milk and its composition during different periods of the year. Int. Zuivelcongr. Den Haag 2 (1953) 82 — 88.
17. BIGORRE, R.: l'Influence de la production latière et de la composition du lait sur le prix de revient. Int. Zuivelcongr. Den Haag 3 (1953) 1478 — 1483.
18. BLACK, A. en VORIS, L.: A statistical study of the relationships between the constituents of milk. J. of Agr. Res. 48 (1934) 1025 — 1032.
19. BOGNONI, G. en PASTI, C.: Heritability of milk yield in a large herd of Friesian cattle. Atti Soc. ital. Sci. Vet 8 (1954) 362 — 365.
20. BOLLE, A.: Beitrag zum Milchfettproblem. Der Tierzüchter 6, 17 (1954).
21. BOLLE, A.: Lösung des Milchfettproblems durch Änderung des Zuchtziels. Der Tierzüchter 7, 22 (1955) 596 — 602.
22. BONNIER, G., HANSSON, A. en JARL, F.: Studies in the variations of the calory content of milk. Acta. Agric. Suec. 2 (1946) 159 — 169.
23. BONNIER, G. en HANSSON, A.: Studies on monozygous cattle twins. VII On the genetical determination of the interdependency between the percentages of fat, protein and lactose. Acta. Agric. Suec. 2 (1946) 171 — 184.

24. BONNIER, G.: A contribution to the genetics of milk gland activity in cattle. *Hereditas* 33 (1947) 101 — 109.
25. BROUWER, E.: Variaties in de voedende bestanddelen der melk door factoren zoals lactatiestadium, voeding en erfelijkheid. *Voeding* 17, 5 (1956) 163 — 169.
26. BÜNGER, H.: Müssen wir bei der Verfolgung des heutigen Zuchtzieles auf Steigerung des prozentischen Fettgehaltes der Milch auch mit einer Veränderung der Milch an sonstigen Bestandteilen rechnen? *Züchtungskunde* 17 (1942) 273 — 303.
27. CALLUM, D. H. Mc.: Price differentials applied to composition and quality for purchasing raw milk in Alberta. *Int. Zuivelcongr. Den Haag* 2 (1953) 288 — 292.
28. CAMPBELL, I. L., FLUX, D. S. en PATCHELL, M. R.: Factors affecting the non-fatty solids in milk, with particular reference to the New Zealand town milk industry. *Proc.N.Z.Soc. of An.Prod.* 15 (1955) 132 — 139.
29. COMBERG, G.: Die bestandteile der Kuhmilch schwarzbunter Tieflandrinder und ihr Verhalten zu einander im Verlaufe der Laktation. *Kühn-Archiv* 64 (1951) 302 — 363.
30. COMBERG, G.: Milchmenge und Milchbestandteile unter dem Einfluss von Züchtung und Umwelt. *Wissensch. Tagung, Berlin* (1955) 16 — 48.
31. CRANFIELD, H. T., GRIFFITS, D. G. en LING, E. R.: The composition of milk. *J. of Agr.Sci.* 17 (1927) 60 — 93.
32. DAM, W. van en JANSE, L. C.: Het verband tussen vet- en caseïnegehalte van melk van afzonderlijke boerderijen en de betekenis daarvan voor de uitbetaling door coöperatieve boter- en kaasfabrieken. *Verslagen Landb.Onderz. R.L.P.S. No. 36* (1931).
33. DASTUR, N. N.: Present day problems posed by variations in the solids-not-fat content of milk. *VII Int. Zoöt. Congr., Madrid Subj. 5* (1956).
34. DAVIS, J. G.: The chemical composition of milk between 1900 and 1950. *The analyst* 77 (1952) 499 — 524.
35. DE ZUIVELAFZET: „Inzicht” No. 5 (1955).
36. DE AFZET VAN BOTEROVERSCHOTTEN: *Landbouwwereldnieuws* 16 Juli 1955.
37. MELK- EN ZUIVELVERBRUIK PER HOOFD DER BEVOLKING IN EEN AANTAL LANDEN: *Landbouwwereldnieuws* 10, 46 (1955) 727 — 731.
38. DE ONTWIKKELING VAN DE AMERIKAANSE ZUIVELVOORZIE-NING: *Landbouwwereldnieuws* 11, 50 (1956) 787 — 790.
39. DOLS, M. I. L. en SEVENSTER, J.: Productie en bestemming van melk in Nederland. April 1950.
40. DRAKELEY, T. J. en WHITE, M. K.: The influence of the stage of lactation and the breed of the cow on the yield and quality of the milk. *J. of Agr.Sci.* 17 (1927) 119 — 140.
41. GAINES, W. L. en OVERMAN, O. R.: Interrelations of milk, fat, milk-protein, and milk-energy yield. *J. of Dairy Sci.* 21 (1938) 261 — 271.
42. GÄRTNER, R. en ULRICH, A.: Über die Variabilität des Nährstoffverhältnisses in der Milch. *Milchwissenschaft* 6 (1951) 305 — 309.
43. GRABISCH, W.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Fett- und Eiweißgehalt in der Milch verschiedener Rinderrassen. *Züchtungskunde* 24, 3 (1953) 121 — 131.
44. GROENEVELD, B. J. B.: De vererving van de melkproductie Alg. Bond v. oud-leerlingen Midd. Landb. Ond. *Jaarboek* (1939) 176 — 187 en (1941) 106 — 115.
45. HADLAND, G. en SOLBERG, P.: Review of the present day problems posed by variations in the solids-not-fat content of milk. *VII Int. Zoöt. Congr. Madrid, subj. 5* (1956) 85 — 96.

46. HANCOCK, J.: Studies in monozygotic cattle twins, III. New Zeal. J. of Sci. and Techn., Febr. (1950).
47. HANCOCK, J.: Studies in monozygotic cattle twins. VII The relative importance of inheritance and environment in the production of dairy cattle. New Zeal. J. of Sci. and Techn., Agric. 35 (1953) 65 — 116
48. HANSSON, A.: The effect on premature parturition on udder development and milk secretion. (reprint) (1948).
49. HANSSON, A.: The genetical determination of the composition of cow's milk, with regard to fat, protein and lactose. 12e Int. dairy Congr. Stockholm. Sect. 1, subj. 3 (1949).
50. HANSSON, A. en BONNIER, G.: Further studies on the genetical determination of the composition of cow's milk with regard to fat, protein and lactose. Acta. Agric. Suec. 3, 2 (1949) 179 — 188.
51. HANSSON, A., SKJERVOLD, H. en CARLI, B.: Den dagliga variationen i mjölkens sammansättning. (Eng. sum) Lantbr. akad.tidskr. 88 (1949) 287 — 294.
52. HANSSON, A., SKJERVOLD, H. en CARLI, B.: The genetical determination of the composition of lacto-protein. Acta. Agric. Suec. 1 (1950) 1.
53. HANSSON, A., CLAESSION, O. en BRÄNNÄNG, E.: XIV Milk secretion in relation to level of nutrition. Acta. Agric. Suec. 4, 1 (1954) 85 — 93.
54. HANSSON, A.: Genetic variations in the content of milk constituents. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid, subj. 5 (1956) 111 — 119.
55. HANSSON, E.: Svenska Mejeritidningen. 9 Oct. (1954).
56. HARING, F.: Vererbung wichtiger Milchbestandteile. Züchtungskunde 27, 5/6 (1955) 270 — 289.
57. HARTMANS, S.: Persoonlijke Correspondentie. 24 Oct. (1956).
- 57a. HAVE, A. J. van der en MULDER, H.: Some methods for estimation of protein in milk. 14 Int. Zuivelcongr., Rome, Vol. 3, Part. 2 (1956) 693.
58. HAZEL, L. N.: The genetic basis for constructing selection indices. Genetics 28 (1943) 476 — 490.
59. HENNING, K. von: Aan de opbrengst commissie. Bond v. Coöp. Zuivelfabr. in Fr. (1918).
60. HOLMES, W., WAITE, R., MACCLUSKY, D. S. en WATSON, J. N.: The influence of level and source of protein and of the level of energy in the feed on milk yield and composition. J. of Dairy Res. 23, 1 (1956) 1 — 12.
61. JAARVERSLAG K.I. 1955: Utrecht, (1956).
62. JANSE, L. C.: Methods of payment for milk. The Neth. Milk and Dairy J. 4, 4 (1950) 239 — 246.
63. JANSE, L. C.: Kaas- en boteropbrengsten in verschillende delen van Friesland. Bond van Coöp. Zuivelfabr. in Fr. (1950).
64. JANSE, L. C.: Composition of Friesian Milk. The Neth. Milk and Dairy J. 4, 1 (1950) 1 — 10.
65. JANSE, L. C.: Composition of Friesian Milk II. The Neth. Milk and Dairy J. 7, 4 (1953) 199 — 204.
66. JANSE, L. C., LEIGNES BAKHOVEN, H. G. A. en ROELOFS, E. T.: Het eiwitgehalte en de verhouding tot het vetgehalte in de melk van Friese koeien. Mededelingen v/h F.R.S. No. 61 (1953).
67. JARRIGE, R.: Etude sur les variations de la richesse en constituants azotés des laits de vache. Ann. de l'Inst. Nat. d.l. Rech. Agr. No. 1 (1953) 33 — 53.
68. JARRIGE, R.: Variations de la teneur en matières azotées des laits individuels. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid, subj. 5 (1956) 119 — 155.
69. JAX, P. en NOBL, E.: Über den Einfluss der Alpeng auf die Milchmenge, den Fettgehalt und den Gehalt der Trockenmasse in der Milch. Milch-wissensch. Berichte, Folge 1 (1953).
70. JENKINS, D. L. en PROVAN, A. L.: A study of the relationship between the butter-fat and solids-not-fat content of milk. 14 Int. Zuivelcongr., Rome, Vol 1, 2 (1956) 792 — 802.

71. JEPPESEN, M.: Payment for the whole milk at cooperative dairies, with special regard to the fattfree components. *Int. Zuivelcongr.*, Stockholm, Vol. 1 (1949) 363 — 369.
72. JOHANSSON, I.: The heritability of milk and butterfat yield. *An. Breeding Abstr.* 18, 1 (1950).
73. JOHANSSON, I., KORKMAN, N. en NELSON, N. J.: Studies on udder evacuation in dairy cows. I. The rise in fat percentage during milking. II. The amount and composition of the residual milk after normal milkings. *Acta Agric. Scand.* 2, 1 (1952) 43 — 79 en 82 — 102.
74. JOHANSSON, I.: Die Leistungseigenschaften des Milchrindes. *Züchtungskunde* 24, 4 (1953) 147 — 161.
75. JOHANSSON, I.: The manifestation and heritability of quantitative characters in dairy cattle under different environmental conditions. *Acta Genetica et Statistica Medica* 4, 2/3 (1953) 222 — 231.
76. JOHANSSON, I.: Genetik und Tierzucht. Bisherige Resultate und aktuelle Möglichkeiten. *Zeitsch. f. Tierz. und Züchtungsbiologie* 66, 1 (1955) 1 — 16.
77. JOOST, K.: Milk payment according to protein content. *Int. Zuivelcongr.*, Stockholm, Vol. 1 (1949) 370 — 375.
78. KÄSTLI, P.: Ein Beitrag zur Frage der Variationen in der fettfreien Trockensubstanz der Milch. VII *Int. Zoöt. Congres*, Madrid, subj. 5 (1956) 35 — 45.
79. KAY, H. D.: The solids-not-fat problem. *Agriculture* 62, 8 (1955) 369 — 373.
80. KEESTRA, F. en LEIGNES BAKHOVEN, H. G. A.: Rapport Friesland. *Off. org. F.N.Z.* 26, 43 (1931) 9 — 18.
81. KETELAARS, E. H.: Een oriënterend onderzoek naar de erfelijkheid van en het verband tussen het gehalte aan vet, vetvrije droge stof en eiwit in de melk. *L.E.B. fonds*, No. 36 (1956).
82. KORKMAN, N.: Versuch einer vergleichenden Nachkommenschaftsuntersuchung von Bullen, die in Herden mit verschiedenen starker Fütterung wirken. *Zeitschr. f. Tierz. und Züchtungsbiologie* 61, 3 (1953) 375 — 390.
83. KRIZENECKY, J.: Über den Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Milch (Eiweiss, Milchzucker und Asche) und ihrem Fettgehalte der Milch. *Zeitschr. f. Tierz. und Züchtungsbiologie* 55 (1943) 101 — 142.
84. KUBLITZ, M.: Über die Variabilität der Nährstoffe der Milch bei Weide- und Stallfütterung. *Milchwissenschaft* 7, 6 (1952) 197 — 201.
85. LANDESKONTROLLVERBAND SCHLESWIG-HOLSTEIN E.V.: Die Leistungsergebnisse des Kontrolljahres 1954.
86. LARSON, E. L., PLATON, I. B., THOMÉ, K. E. en HANSSON, A.: The influence of heredity on the connection between the percentage of fat and protein in the milk. *12 Int. Zuivel Congr.*, Stockholm, Vol. 1 (1949) 377 — 385.
87. LAUPRECHT, E. en WALTER, E.: Bericht über Arbeiten aus dem Gebiet der allgemeinen Tierzucht. I. Erblichkeitsanteil, Selection und Inzucht. *Züchtungskunde* 28, 2 (1956) 45 — 60.
88. LEIGNES BAKHOVEN, H. G. A., ROELOFS, E. T. en JANSE, L. C.: Het gehalte van de melk aan v.v.d.s. en het verband tussen vetgehalte en vetvrije droge stof. *Off. org. F.N.Z.* No. 4 (1953).
89. LERNER, M.: *Population genetics and animal improvement*. Cambridge (1950).
90. LEYDOLPH, W.: Untersuchungsergebnisse über die Zusammensetzung der Milch von schwarzbunten Tieflandrindern, zugleich ein Beitrag zur Zuchtauslese. *Züchtungskunde* 22 (1950) 128 — 138.
91. LEYDOLPH, W. en ULRICH, A.: Ist bei der Rindviehzüchtung der Eiweissgehalt der Milch zu berücksichtigen? *Der Tierzüchter* 2 (1950) 642 — 643.

92. LEYDOLPH, W. en ULRICH, A.: Untersuchungen über das Verhalten des Milchzuckers in der Milch von schwarzbunten Tieflandrindern. *Milchwissenschaft* 7 (1952) 328 — 333.
93. LEYDOLPH, W.: Stand der Untersuchungen über das Problem der Variation der fettfreien Trockensubstanz der Milch. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid, Subj. 5 (1956) 97 — 107.
94. LOLKEMA, H. en HAVE, A. J. v/d.: Uitbetaling van de ontvangen melk naar vet en eiwit. Brief a/h bestuur Bond v. Coöp. Zuivelfabr. in Fr. (Oct. 1956).
95. LONKA, T.: Can the relation between fat and protein in milk be changed by selective breeding? *Maatalousti Aikakauskirja* 19 (1947) 7 — 21. (A.B.A. 16, 82 (1948) ref.).
96. LUSH, J. L.: Intra-sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. 33rd Ann. Proc. of Am. Soc. of An. Prod. (1940).
97. LUSH, J. L.: Effect which selection of dams may have on sire indices. *J. of Dairy Sci.* 24 (1941) 695 — 721.
98. LUSH, J. L. en STRAUS, F. S.: The heritability of butterfat production in dairy cattle. *J. of Dairy Sci.* 25 (1942) 975 — 982.
99. LUSH, J. L. en MCGILLIARD, L. D.: Proving dairy sires and dams. *J. of Dairy Sci.* 38, 2 (1955) 163 — 180.
100. MAHADEVAN, P.: The effect of environment and heredity on lactation. I. Milk yield, II. Persistency of lactation, III. Butterfat percentage. *J. Agric. Sci.* 41 (1951) 80 — 97.
101. MARCKMANN, E. en WITT, W.: Der Eiweissgehalt der Milch in Beziehung zur Milchmenge, zum Fettgehalt, zum Kalbezeitpunkt, zum Laktationsverlauf und zum Alter der Kühe. *Zeitschr. f. Tierz. und Züchtungsbiologie* 68, 1 (1956) 1 — 37.
102. MAYMONE, B.: Aspect actuel des problèmes posés par les variations de l'extrait de lait de grasse. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid Subj. 5 (1956) 73 — 85.
103. MERKENS, J.: De heritability. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 80, 17 (1955).
104. MUSGRAVE, S. D. en SALISBURY, G. W.: The relationship of milk energy and total protein to percent fat in Brown Swiss herd milk. *J. of Dairy Sci.* 35 (1952) 174 — 178.
105. NESENI, R. en KÖRPRICH, H.: Der Einfluss der Fütterung und Laktation auf die Proteine und deren Beziehung zum Fettgehalt der Kuhmilch. *Milchwissenschaft* 2 (1947) 405 — 417.
106. NICHOLS, L. E. en FEW, F. G.: Seasonal variations in the composition of milk. *An. Breeding Abstr.* 20, 2 (1952) 134.
107. OTT DE VRIES, J. J.: Vereniging tot exploitatie van een proefzuivelboerderij te Hoorn (1910).
108. PASCOC, J. V.: Some observations on the annual and seasonal variation in the solids-not-fat content of milk. *J. of Dairy Techn.* 10, 4 (1955) 153 — 157.
109. PEJIC, O., DORDEVIC, J. en STEFANOVIC, R.: Fat, casein and total protein content variations in the milk of Yugoslav Simmental cows due to the periods of calving and the stage of lactation. *University of Belgrado. Rev. of Res. work. Agric.* IV, 1 (1956) 141 — 142.
110. PIEL, H.: Die Wechselbeziehungen von Milchmenge, Fett- und Eiweissgehalt bei Braunviehfärzen. *Züchtungskunde* 24 (1953) 266 — 279.
111. PLANK, G. M. v/d.: Populatie-genetica. Erfelijkheid en praktijk. Jan. (1953).
112. PRESSLER, H.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Fett und Eiweiss in der Milch schwarzbunter Tieflandrinder. Diss. Bonn 1937.
113. PROVAN, A. L. en JENKINS, D. I.: Trends in milk quality. *J. of the Soc. of dairy Techn.* 2 (1949) 88 — 94.
114. PROVAN, A. L.: Investigations into the composition of milk. XII Int. Zuiv. Congr., Stockholm 2 (1949) 217.
115. PROVAN, A. L.: Variations in the composition of milk from individual animals and herds. Report Milk Marketing Board 1956.

116. RAPPORT: Kort verslag van een onderzoek naar de samenstelling van en de opbrengsten uit mengmelk met een vetgehalte boven 3.80 %. Bond v. C.Z. i. Fr. (1940).
117. RAPPORT F.N.Z.: Commissie inzake verdeling van het melkgeld (19-9-'49)
118. RAPPORT COMMISSIE VAN DE STICHTING VAN DE LANDBOUW: Betekenis en bestemming der Nederlandse melk en zuivelproducten. Maart 1950.
119. RAPPORT BETREFFENDE BEANTWOORDING VAN DE VRAAG OF BIJ UITBETALING VAN DE MELK AAN DE VEEHOUDERS INVOERING VAN EEN GRONDPRIJS GEWENST IS: Bond v. C.Z. i. Fr. (1952).
120. RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK VAN DE KAAS-MELK OP CASEINEGEHALTE OVER HET TIJDVAK VAN 9 AUGUSTUS 1953 TOT 7 AUGUSTUS 1954: Bond v. Coöp. Zuivelfabr. in Fr. Maart (1955).
- 120a. RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK VAN DE KAAS-MELK OP CASEINEGEHALTE OVER DE BOEKJAREN 16 MEI '54 T/M 14 MEI '55 EN 15 MEI '55 T/M 12 MEI '56: Bond v. Coöp. Zuivelfabr. in Fr. Sept. (1956).
121. RAPPORT VAN DE VOEDINGSRAAD OVER DE VOEDING VAN DE NEDERLANDSE BEVOLKING: Voeding 16, 7 (1955) 636 — 646.
122. RAPPORT: Voorlopig verslag van het oriënterend onderzoek naar het eiwitgehalte in de melk van een aantal roodbonte en zwartbonte koeien in Overijssel. Ongepubl. Med. (1956).
123. RENDEL, J. M. en ROBERTSON, A.: Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. J. of Genetics 50 (1950) 1 — 9.
124. REGINALD REAKES, G.: Payment on quality will come but there must be goodwill. Farmer & Stock Breeder 27 Maart (1956).
125. RICHARDSON, G. A. en FOLGER, A. H.: Compositional quality of milk. I. Relationship of the solids-not-fat and fat percentages. J. Dairy Sci. 33 (1950) 135 — 145.
126. ROBERTSON, A.: Crossbreeding experiments with dairy cattle. An. Breeding Abstr. 17, 3 (1949) 201.
127. ROBERTSON, A.: Statistics and animal breeding. Digest No. 10, British Cattle Breeders Club Course Jan. (1954).
128. ROBERTSON, A., WAITE, R. en WHITE, J. C. D.: Variations in the chemical composition of milk with particular reference to the solids-not-fat. II. The effect of heredity. J. of Dairy Res. 23, 1 (1956) 82 — 91.
- 128a. ROELOFS, E. T.: Erfelijkheid en fokkerij. Van Gorcum, Assen (1956).
129. ROOK, J. A. F.: The effect of a high plane of nutrition on the composition of milk. Proc. Nutrit. Soc. 12 (1953).
130. ROOSENSCHOON, C F.: Het vet in de melk. Off. orgaan F.N.Z. 48, 42 (1956) 811 — 813.
131. ROWLAND, S. J.: The problem of low solids-not-fat. J. Dairy Industries 11 (1946) 656 — 664.
132. ROY, H. L. le en LÖRTSCHER, H.: Die wichtigsten Methoden der Heritabilitätsbestimmung. Zeitsch. f. Tierz. und Züchtungsbiologie 66, 4 (1955) 17 — 38.
- 132a. RIJSSENBEK, Th. C. J. M.: 25 jaar Nederlandse Veeteelt. Lezing. Zoöt. ver. Utrecht (1955).
133. SCHIERE, C.: De waardebeoordeling van de melk in verband met de samenstelling. Landb. Tijdschr. 68, 1 (1956) 144 — 152.
134. SCHMIDT, J. en LAUPRECHT, E.: Vergleichende Untersuchung über die Milchleistung von Kühen dreier Milchviehrassen (schwarzbuntes Niederungsrind, rotes dänisches Rind, Jersey Rind) Züchtungskunde 18 (1943) 227 — 236.
135. SCHMIDT, J.: Schwarzbunte Niederungskühe und Jerseybullen, Kreuzungsversuche und ihre Auswertung. Züchtungskunde 20 (1948) 29 — 39.

136. SCHOBER, R. en FRICKER, A.: Beitrag zur Kenntnis der Formoltitration der Milch. *Milchwissenschaft* 9, 3 (1954) 83 — 93.
137. SCHOUBROEK, F. van en WILLEMS, A. E. R.: The genetic variation of total protein content in relation to fat content of cow's milk. *Zootechnia* 4, No. 2 (1955).
138. SCHOUBROEK, F. van en WILLEMS, A. E. R.: The genetic variation between fat content and lactose content of cow's milk. *Zootechnia* 4, No. 6 (1955) 1 — 9.
139. SCHULZ, M. E., MROWETZ, G., LEDER, K. H. en WARNECKE, E.: Anpassung der Formoltitration an die Eedürfnisse der Molkerei-Betriebskontrolle. *Kieler Milch-wirtsch. Forschungsber.* 5 (1953) 273 — 295.
140. SCHULZ, M. E., VOSS, E., KOCK, U. en MROWETZ, G.: Erfahrungen mit der Eiweisstiterbepstimmung. *Milchwissenschaft.* 9, 3 (1954) 77 — 82.
141. SCHWARZ, G.: Eigenschaften und Zusammensetzung der Milch Schleswigholsteinischer Kühe. *Kieler Milch-wirtsch. Forschungsber.* 5 (1953) 511 — 527.
142. SEVENSTER, J.: Productie en bestemming van melk in Nederland II. Proefschr. Wageningen. April (1953).
143. SNEDECOR, G. W.: *Statistical Methods.* Iowa. State College Press (1950).
144. SHIMY, S. A. F. el: The heritability of milk yield and fat percentage in the Friesian cattle in the province of Friesland. Proefschr. Wageningen (1956).
145. STICHTING: Centrale Melkcontrôle Dienst. Jaarverslag 1955.
146. TIJMSTRA, S. en WAAL, D. C. de: Onderzoek naar een verband tussen het vetgehalte van de droge stof van kaas, het vetgehalte der kaasmelk en het oorspronkelijk vetgehalte van de volle melk. *Bond v. Coöp. Zuivelfabr. in Fr.* (1917).
147. VALEN, I.: Variations in the composition of Norwegian dairy milk. *Intern. Zuivelcongr. Den Haag* 2 (1953) 296 — 300.
148. VERSLAG OVER HET BOEKJAAR 1955. Bond van Coöp. Zuivelfabr. in Fr. (1956).
149. VOGEL, F. en WERKMAN, N. F.: Progeny-testing op twee bekende stieren in Nederland. *Tijdschr. voor diergeneesk.* 77 (1952) 386 — 391.
150. WAITE, R.: Problems posed by variations in the solids-not-fat content of milk. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid, subj. 5 (1956).
151. WAITE, R., WHITE, J. C. D. en ROBERTSON, A.: Variations in the chemical composition of milk with particular reference to the solids-not-fat. I. The effect of stage of lactation, season of year and age of cow. *J. Dairy Res.* 23, 1 (1956) 65 — 81.
152. WILLEMS, A. E. R., SCHOUBROEK, F. van en QUIDT, G. de: Onderzoek naar de correlatie tussen het vetgehalte en het eiwitgehalte in de melk, afkomstig van Oost-Vlaamse koeien. *Vlaams Diergeneesk. Tijdschr.* 22, 1 (1953) 1 — 8.
153. WINZENRIED, H. U.: Die wirkung von Umwelt- und Erbfactoren auf die Zusammensetzung der Milch mit besonderer Berücksichtigung des Milchfettes und seiner Bestandteile. *Zeitsch. f. Tierz. und Züchtungsbiologie* 64, 2 (1955) 105 — 152.
154. WITT, M.: Der Einfluss der Umstellung der menschlichen Ernährung auf die Milchviehhaltung. *Der Tierzüchter* 8 (1956) 105 — 106.
155. ZEILINGER, A.: Neuere Österreichische Untersuchungen über Schwankungen des Gehaltes der Milch an Bestandteilen der fettfreien Trockenmasse. VII Int. Zoöt. Congr., Madrid, subj. 5 (1956).
156. ZWAGERMAN, C.: Melk, onze nationale grondstof nummer één van vet, eiwit en plas. *Off. org. F.N.Z.* (1952) 504.