KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT

No. 102

MEDEDELINGEN EN VERHANDELINGEN

SERIE A

55

Dr Ir J. J. POST

STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DE SAMENHANG TUSSEN HET WEER, DE GRASPRODUCTIE EN DE MELKAANVOER

★

STATISTICAL RESEARCH ON THE CORRELATION BETWEEN THE WEATHER, GRASS-PRODUCTION AND MILK-SUPPLY

PRIJS F 3,00 TE VERKRIJGEN BIJ / TO BE PURCHASED FROM PRICE F 3,00

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF / 'S-GRAVENHAGE 1949

STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DE SAMENHANG TUSSEN HET WEER, DE GRASPRODUCTIE EN DE MELKAANVOER

Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de grasproductie en de melkaanvoer

Dr Ir J. J. POST

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF / 's-GRAVENHAGE 1949

INHOUD

Blz.

INLEIDING 1

HOOFDSTUK I

Literatuurgegevens 8

HOOFDSTUK II

Het beschikbare cijfermateriaal 19
A. De klimatologische gegevens 19
B. De grascijfers 24
C. De melkaanvoercijfers 25

HOOFDSTUK III

Ervaringen uit de practijk 29

HOOFDSTUK IV

De gevolgde methode 42
1. Beoordeling van de betrouwbaarheid van het cijfermateriaal 42
2. Grafische voorstellingen 46
3. Stippendiagrammen 46
4. Trendvereffening 48
5. Berekening van correlatie- en regressiecoëfficiënten 49
6. Het opstellen van een (of meer) regressievergelijking(en); toetsing van de basisreeks en van cijfermateriaal buiten deze reeks 53

HOOFDSTUK V

Resultaten van het onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de hooiopbrengst 56
A. Friesland 58
B. Noordbrabant 66
C. Noordholland 71
D. Zuidholland 74

Blz.

HOOFDSTUK VI

Resultaten van het onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de melkaanvoer 78
A. Friesland 89
B. Noordbrabant 100
C. Noordholland 105

HOOFDSTUK VII

Slotconclusies en samenvatting 109
A. Het verband tussen het weer en de gras(hooi)-opbrengst 109
B. Het verband tussen het weer en de melkaanvoer in de zomerperiode (Juni t/m September) 110

SUMMARY 113

ZUSAMMENFASSUNG 115

INLEIDING

Alvorens tot de bespreking van het onderzoek over te gaan, willen wij in het kort de voorgeschiedenis er van beschrijven.

Dit biedt ons tevens de gelegenheid een en ander mede te delen omtrent de geschiedenis van de onderafdeling Landbouwmeteorologie (ressorterende onder de afdeling Klimatologie) van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, waar dit onderzoek werd uitgevoerd.

In de toelichting tot de begroting in de jaren vóór 1939 kwam wel af en toe een zinsnede voor, waarin werd gewezen op de waarde van bepaalde werkzaamheden van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut voor de landbouw; tot een voorstel, een medewerker aan te stellen, wiens werkgebied speciaal op landbouwkundig terrein zou liggen, was het echter niet gekomen.

Bij het indienen van de begroting van 1939 werd de kwestie van de aanstelling van een speciale medewerker door de toenmalige Hoofddirecteur Prof. Dr E. v. Everdingen naar voren gebracht, terwijl diens opvolger Dr H. G. Cannegieter in zijn toelichting tot de begroting voor 1940 in duidelijker termen de wenselijkheid van de benoeming van een dergelijke medewerker bepleitte.

Dit voorstel had echter niet het gewenste resultaat.

Daarna is het vooral wijlen T. A. C. Schoevers (in zijn kwaliteit van voorzitter van de Phaenologische Vereniging) geweest, die zich deze kwestie heeft aangetrokken, met als resultaat, dat van de zijde van het Ministerie van Landbouw in 1942 in de aanstelling van een landbouwmeteoroloog werd toegestemd.

De hieraan verbonden uitgaven zouden worden bestreden uit een fonds van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek.

Als voorwaarde bij de toestemming werd echter gesteld, dat een commissie zou worden benoemd, die van advies zou kunnen dienen inzake de te verrichten werkzaamheden.

Op initiatief van Dr C. Braak (tot 1 Januari 1948 directeur van de afd. Klimatologie van het K.N.M.I.) werd bij monde van Dr Cannegieter voorgesteld, dat de reeds bestaande Commissie

voor Landbouwecologie de taak van adviescommissie op zich zou nemen. In 1946 bleek het wenselijk uit deze commissie een z.g. werkcommissie te vormen die het contact met de inmiddels opgerichte onderafdeling zou onderhouden.

Bij de beantwoording van de vraag of de te benoemen landbouwmeteoroloog een physicus dan wel een landbouwkundige zou moeten zijn, besloot men tot de aanstelling van een physicus. Men achtte het namelijk van belang te beschikken over een medewerker, die, na zich te hebben ingewerkt, beter dan een landbouwkundige, een oordeel zou kunnen vellen over het benodigde instrumentarium. Er waren echter ook stemmen opgegaan voor de benoeming van een landbouwkundige. Twee jaar na de oprichting van de onderafdeling werd aan deze wens voldaan.

Bepaald werd, dat de behandeling van de meer meteorologische en klimatologische problemen de taak van de physicus zou zijn, terwijl aan de landbouwkundige de behartiging van de meer land- en tuinbouwkundige kwesties zou worden toevertrouwd.

De Commissie voor Landbouwecologie begon haar adviserende taak met vast te stellen welke werkzaamheden de landbouwmeteoroloog zouden worden opgedragen.

Een en ander werd als volgt geformuleerd:

De werkzaamheden van de landbouwmeteoroloog omvatten in de eerste plaats een onderzoek naar de rol, die klimatologische en meteorologische factoren spelen bij de groei en de opbrengst der gewassen.

Er wordt naar gestreefd een bibliotheek op landbouwmeteorologisch gebied bijeen te brengen. Een literatuuroverzicht zal worden samengesteld voor zover de werkzaamheden dit wenselijk maken. Dit zal, voor zover de tijd het toelaat, tot een meer algemeen landbouwkundig-meteorologisch literatuuroverzicht kunnen worden uitgebreid. De landbouwmeteoroloog verleent, voor zover hem dit mogelijk is, zijn medewerking bij het verzamelen en bewerken van phaenologische waarnemingen.

In afwachting van de ontwikkeling bij lopende problemen zullen nieuwe onderwerpen alleen in bewerking genomen worden voor zover het kleinere onderzoekingen betreft, deze zullen vooreerst tot oriënterend werk beperkt blijven.

Bij deze formulering is dus alle ruimte gelaten om al naar behoefte, het terrein van de werkzaamheden uit te breiden. Bezien wij

de stand van zaken op dit ogenblik, dan blijkt wel zeer duidelijk hoe goed het is geweest, deze ruimte te laten. Het aantal onderwerpen is sinds de oprichting van de onderafdeling vervijfvoudigd, en het zou geen moeite kosten het aantal van thans op zeer korte termijn te verdubbelen.

Bezien wij het aantal onderwerpen dat thans in behandeling is, dan is een, uiteraard vrij globale, splitsing te maken in een zestal groepen:

1. Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de opbrengst der gewassen.

Met behulp van de opbrengst- en weergegevens over zoveel mogelijk jaren, wordt met behulp van statistische methoden het verband tussen beide onderzocht.

2. Onderzoekingen op ecologisch gebied, waarbij uiteraard het zwaartepunt gelegd wordt op de factor (micro-) klimaat.

3. Phaenologisch onderzoek, deels door de medewerkers van de onderafdeling, deels in samenwerking met andere onderzoekers verricht.

4. Klimatologisch onderzoek ten dienste van land- en tuinbouw, waardoor in samenwerking met onderzoekers van andere instituten en instellingen bijgedragen wordt tot een beoordeling van de meer of mindere geschiktheid van een bepaald gebied voor bepaalde culturen.

5. Verzorging van of medewerking aan bepaalde diensten. Hierbij denken wij aan de organisatie van de waarschuwingsdienst voor aardappelziekte en aan de medewerking aan de door de Plantenziektenkundige Dienst ingestelde waarschuwingsdienst voor de schurftbestrijding van appel en peer.

6. Een aantal werkzaamheden welke niet tot een van de bovenstaande groepen kunnen worden gerekend, als b.v. incidentele medewerking aan onderzoekingen op landbouwkundig- of biologisch gebied, het verstrekken van klimatologische gegevens ten behoeve van land- en tuinbouwkundig onderzoek, de verzorging van land- en tuinbouwkundige adviezen bij het dagelijkse weerpraatje (in samenwerking met consulenten), enz.

Uiteraard wordt de nodige aandacht besteed aan de ontwikkeling van het voor het onderzoek noodzakelijke instrumentarium.

Het grote aantal onderwerpen bij welker oplossing de medewerking der onderafdeling werd ingeroepen, maakte uiteraard een snelle uitbreiding noodzakelijk.

Op 1 Januari 1943 trad Dr J. P. M. Woudenberg in dienst, bijgestaan door 1 hulpkracht, 1 Januari 1945 werd Ir W. G. A. Lammers aangesteld, in Februari 1946 opgevolgd door schrijver dezes.

De onderafdeling was inmiddels uitgebreid met een vijftal assistenten. Op 1 September 1947 trad Dr C. Kramer als tweede physicus in dienst. Op 1 Januari 1949 waren aan de onderafdeling verbonden: 3 wetenschappelijke krachten, 6 assistenten en 1 administratieve kracht.

De financiële regeling was inmiddels gewijzigd; thans is de toestand zo, dat van de totale begroting der onderafdeling, een derde gedeelte door het Min. van Verkeer en Waterstaat en twee derde door het Min. van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening wordt gedragen.

Na deze uiteenzetting welke tot doel had, een indruk te geven van de groei van de onderafdeling sinds haar oprichting, willen wij nog even teruggaan tot 1943, het jaar waarin voor het eerst in duidelijke termen werd gesproken over het onderzoek, waarvan in de hierna volgende hoofdstukken de resultaten zullen worden meegedeeld.

Op de vergadering van de Commissie voor Landbouwecologie van 11 Maart 1943 werd door de voorzitter Prof. van Everdingen de mening geuit, dat men goed zou doen een lijst aan te leggen van onderwerpen welke in het programma van de onderafdeling zouden kunnen worden opgenomen.

Uit een schrijven van 29 Juli 1943 blijkt, dat Ir G. Veenstra voorstelde, de invloed van het klimaat op de opbrengst van grasland na te gaan. Dit onderzoek zou dan parallel kunnen lopen aan het onderzoek dat vanwege het C.I.L.O. werd ingesteld naar de kwaliteit van het gras op diverse proefvelden.

Bij nadere bespreking bleek men echter de mening toegedaan,

dat over betrouwbare opbrengstgegevens van grasland moeilijk beschikt zou kunnen worden; de bezwaren zouden des te groter worden, naarmate men over een langere reeks uit het verleden zou wensen te beschikken. Dr Ir H. J. Frankena deed toen de idee aan de hand, als materiaal voor dit onderzoek de melkopbrengsten te gebruiken. Dergelijke gegevens zouden veel betrouwbaarder zijn, terwijl voldoend lange reeksen ter beschikking zouden staan.

Een en ander had tot gevolg dat de in 1945 aangestelde landbouwkundige met dit onderzoek werd belast. Een groot aantal zuivelfabrieken werd aangeschreven ten einde op deze wijze na te gaan of in voldoende mate bruikbaar cijfermateriaal zou kunnen worden gevonden. Bij zijn indiensttreden kon schrijver dezes beginnen met de binnengekomen antwoorden te sorteren. Hoewel vele zuivelfabrieken tot medewerking bereid bleken, moest een groot aantal worden geschrapt wegens te geringe lengte van de reeks jaren waarover men cijfermateriaal ter beschikking kon stellen. Wij meenden voor een onderzoek als dit, een reeks van 15 jaren als minimum eis te moeten stellen.

In vele gevallen was wel de melkaanvoer over een voldoend lange reeks van jaren bekend, doch niet het aantal koeien waarvan de melk geleverd werd. Ook dergelijk cijfermateriaal meenden wij niet te mogen gebruiken. Ten slotte moesten een aantal fabrieken geschrapt worden omdat zij te ver verwijderd waren van een z.g. termijnstation, waarvan wij de weergegevens moesten betrekken. Uiteindelijk bleven een 10-tal fabrieken over. Met het aldus streng geselecteerde materiaal werd het onderzoek begonnen.

Zoals in de volgende hoofdstukken nader beschreven zal worden, werd reeds spoedig de behoefte gevoeld, na te gaan of toch niet bruikbaar cijfermateriaal betreffende de grasopbrengsten aanwezig zou zijn.

Dergelijk cijfermateriaal werd inderdaad gevonden; hiermede waren wij dus weer teruggekeerd tot de allereerste opzet: een studie te maken van het verband tussen het weer en de grasopbrengst.

Dank zij het feit, dat dus zowel melkaanvoercijfers en grasopbrengsten ter beschikking stonden was het mogelijk het onderzoek op een bredere basis te plaatsen dan aanvankelijk mogelijk werd geacht.

Het principe is dus betrekkelijk eenvoudig: het met behulp van een statistische methode nagaan van het verband tussen het weer enerzijds en de melkaanvoer en de grasopbrengst anderzijds.

In hoofdstuk I geven wij een summier overzicht van de belangrijkste literatuurgegevens.

De hoeveelheid literatuur die min of meer in verband staat met het onderwerp van dit proefschrift is zeer groot; wij meenden ons echter in ons literatuuroverzicht te moeten beperken tot de direct met ons onderzoek in verband staande literatuur.

In hoofdstuk II wordt het cijfermateriaal besproken.

Hoofdstuk III geeft een overzicht van het weer in de reeks jaren over welke ons onderzoek zich uitstrekte. Hierin vindt men voor elk jaar een objectief oordeel over het verband tussen het weer, de grasgroei en de opbrengst.

In hoofdstuk IV wordt de gevolgde methode besproken. De berekening van correlatie- en regressiecoëfficiënten wordt aan de hand van een uitgewerkt voorbeeld toegelicht. Daar de afleidingen van de gebruikte formules in diverse handboeken op statistisch gebied te vinden zijn, wordt in dit hoofdstuk meer de nadruk gelegd op de practische toepassing. In aansluiting op hetgeen in hoofdstuk IV werd behandeld, wordt in het begin van hoofdstuk V uiteengezet op welke wijze men zonder nog veel ingewikkeld rekenwerk te verrichten, een duidelijk overzicht over de resultaten van een dergelijk onderzoek kan verkrijgen.

De hoofdstukken V en VI zijn onderscheidenlijk gewijd aan de bespreking van de resultaten van het „gras"- en het „melkonderzoek",[1]) terwijl in hoofdstuk VII o.m. de resultaten der beide onderzoekingen zijn samengevat.

Dat het hierna te bespreken onderzoek kon worden uitgevoerd, is voor een groot deel te danken aan de medewerking die wij van de practijk mochten ondervinden. Een woord van dank aan hen, die

---

1) Wanneer wij in de volgende hoofdstukken de uitdrukkingen „gras-" respectievelijk „melkonderzoek" gebruiken, dan bedoelen wij het statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de gras/hooi-opbrengst respectievelijk de melkaanvoer.

cijfermateriaal ter beschikking hebben gesteld, is hier zeker op zijn plaats.

Dat niet al het materiaal in deze verhandeling is verwerkt, is niet hun schuld. Diegenen, die hun cijfermateriaal niet verwerkt zien, kunnen er echter van overtuigd zijn, dat de resultaten van de berekeningen, die op hun gegevens zijn gebaseerd, het inzicht in verschillende problemen belangrijk hebben verdiept.

Gaarne memoreren wij hier de volharding waarmee door de assistenten van de onderafdeling Landbouwmeteorologie aan dit onderzoek is gewerkt. Vooral de bewerking der honderden „melkboekjes" vereiste een flinke dosis doorzettingsvermogen. Ook aan hen, die het type- en tekenwerk verzorgden, zijn wij een woord van dank verschuldigd voor de wijze waarop zij hun taak hebben vervuld.

Zeker niet in de laatste plaats gedenken wij de vruchtbare gesprekken met onderzoekers en practici. Deze discussies hebben belangrijk bijgedragen tot de verklaring van de resultaten van het onderzoek.

HOOFDSTUK I

LITERATUURGEGEVENS

Wanneer men de literatuur naslaat, dan blijkt dat publicaties welke direct op het hier te behandelen onderwerp betrekking hebben, weinig in aantal zijn.

Wel bestaat er een uitgebreide literatuur over onderwerpen, die met het onze in tamelijk ver verwijderd verband staan. Wij bespreken hier slechts die literatuur, die rechtstreeks op ons onderwerp betrekking heeft.

In (1) bespreken Kauter en Caputa de resultaten van een statistisch onderzoek naar de samenhang tussen de hoeveelheid neerslag en de hooiopbrengst.

De schrijvers beschikten voor hun onderzoek over een lange reeks (67 jaar) opbrengstschattingen van een klein bedrijfje in het Züricher Oberland (een tamelijk regenrijk gebied). De invloed van het veebeslag werd gering verondersteld ten opzichte van de jaarlijkse schommelingen in de hooiopbrengst. De reeks werd, omdat tussentijds een stuk grond verkocht werd, in tweeën gesplitst, de beide delen (1881—1909 en 1910—1947) werden afzonderlijk bewerkt.

De conclusies van de schrijvers zijn gebaseerd op de beoordeling van enige stippendiagrammen en frequentie-tabellen, correlatiecoëfficiënten werden niet berekend. Zij komen tot de conclusie dat veel neerslag in de maanden April, Mei en Juni een ongunstige invloed op de hooiopbrengst uitoefent. Opgemerkt wordt, dat de hoeveelheid neerslag alléén niet maatgevend is; de verdeling over de groeiperiode achten de schrijvers belangrijk.

Met deze opmerking kunnen wij accoord gaan; bij oriënterende berekeningen vonden wij, dat er slechts weinig correlaties van enige betekenis gevonden werden, wanneer hooiopbrengsten gecorreleerd worden met de hoeveelheid neerslag. Verder blijkt uit het onderzoek van genoemde schrijvers, dat in jaren met hoge hooiopbrengsten de

regenval regelmatig over de aan de oogst voorafgaande periode was verdeeld.

Hoewel zij blijkens hun opmerkingen er wel van doordrongen zijn, dat het probleem vrij ingewikkeld is, en hebben ervaren, dat door één weersfactor in het onderzoek te betrekken weinig positieve resultaten naar voren komen, hebben zij merkwaardigerwijs niet getracht, door een uitbreiding tot meer weersfactoren het probleem nader tot een oplossing te brengen.

Afgezien daarvan lijkt het ons niet juist, het onderzoek op te zetten aan de hand van de gegevens van één, en dan nog klein bedrijf.

D. M. de Vries (2) (3) (4) bespreekt in verschillende artikelen de invloed van bepaalde weersfactoren op de botanische samenstelling van de grasmat. De algemeen aanvaarde regel, dat de grasgroei in de zomer sterk afhankelijk is van de regenval, werd bevestigd door de resultaten van een onderzoek in 1935. De botanische samenstelling is aangepast aan de plaatselijke omstandigheden. Zo vindt men volgens De Vries veldbeemdgras en rood zwenkgras (die beide goed tegen droogte bestand zijn) vooral op de hooggelegen zandgronden, op de laaggelegen gronden daarentegen vindt men meest grassen die ingesteld zijn op een goede vochtvoorziening, zoals bijvoorbeeld ruwbeemdgras.

Het is echter niet met cijfers aan te tonen in hoeverre de door bepaalde weersomstandigheden gewijzigde botanische samenstelling invloed heeft op de uiteindelijke gras- en melkopbrengst.

Ook zijn slechts weinig gegevens beschikbaar over de botanische samenstelling van de weiden in de reeks jaren die wij voor ons onderzoek gebruikten, zodat het ons niet mogelijk was een eventueel verband tussen de botanische samenstelling en de grasopbrengst te onderzoeken.

Dat in verschillende gevallen tot het bestaan van een dergelijk verband zal kunnen worden geconcludeerd, lijkt ons waarschijnlijk. Een voorbeeld haalt De Vries in (2) aan. In 1935 werd nl. geconstateerd dat van een weide, die voor 67 % uit veldbeemdgras bestond, na de zeer droge Augustusmaand vrijwel alle veldbeemdgras vervangen was door onkruid.

De winters van 1938/1939 en 1939/1940 leerden, dat het gras veel te lijden kan hebben van de vorst. De aanwezigheid van een sneeuwdek kan de schade aanmerkelijk beperken. Veel regen voor het plotseling invallen van een vorstperiode, evenals afwisselend vorst- en dooiweer kunnen zeer veel schade teweegbrengen tengevolge van „opvriezen" van de grond, waardoor de wortels worden stukgetrokken.

De gevoeligheid der rassen voor vorst is uiteraard van invloed bij de schade die aan de grasmat kan worden aangericht. Al naar de botanische samenstelling zal de grasmat dus de gevolgen van strenge koude ondervinden. Dit blijkt duidelijk uit de mededelingen die De Vries doet in (3) en (4).

Geith en Zürn (5) onderzochten het verband tussen de temperatuur en de hoeveelheid neerslag enerzijds en de opbrengst van weiland anderzijds.

Het betreft hier weliswaar een statistisch onderzoek met zeer veel gegevens, doch de reeks jaren is te kort om de resultaten betrouwbaar te kunnen noemen. De omvang van het cijfermateriaal vergoedt enigszins het gemis van een lange reeks jaren.

De schrijvers verzamelden over de jaren 1935 t/m 1938 opbrengstgegevens van percelen, welke over geheel Duitsland verspreid waren. Bij een vergelijking blijkt, dat slechts in 1935 een lagere opbrengst (uitgedrukt als zetmeelwaarde) behaald werd, de opbrengsten over 1936, 1937 en 1938 ontlopen elkaar zeer weinig. De keuze der jaren is dus niet bijzonder gelukkig.

Het uitgebreide cijfermateriaal maakt een klasse-indeling naar gebieden met meer en minder regenval mogelijk. De schrijvers komen tot de conclusie, dat voor weilanden de hoeveelheid neerslag een factor van minder betekenis is, mits aan een zekere minimum-eis (270—320 mm) in de maanden Mei t/m Augustus wordt voldaan. Te veel neerslag geeft een daling van de opbrengst doordat de dieren bij regenachtig weer veel gras vertrappen.

Geith en Zürn beschouwen de temperatuur als een factor van veel betekenis.

Uit het onderzoek van Von Wranggel (8) en van Radtke (7) is gebleken, dat de grasgroei begint bij een gemiddelde tempera-

tuur tussen 0° en 4°C. Eerst bij een gemiddelde temperatuur van 5°C is de grasgroei dusdanig dat weidegang mogelijk is. Volgens onderzoekingen van Babo en Münzinger (9) begint de weidegang bij een gemiddelde voorjaarstemperatuur van 10°C.

Geith en Zürn vinden nu in de eerste plaats, dat in gebieden met een gemiddelde jaartemperatuur van 8°C opbrengsten worden verkregen welke meer dan 40 % hoger liggen dan die in gebieden met een gemiddelde jaartemperatuur van 5°C.

Een onderzoek als dit van Geith en Zürn gaat meer in de richting van een studie naar het verband tussen klimaat en opbrengst en kan bezwaarlijk (gezien het kleine aantal jaren) als een onderzoek naar het verband tussen het weer en de grasproductie worden opgevat.

Reichel (6) stelde voor Duitsland een formule op voor het z.g. droogtecijfer. (Trockenheits-Index).

Dit cijfer wordt berekend volgens:

$$T = \frac{n \times k}{(t + 10) : 180}$$

waarin: n = neerslag in mm,
k = dagen met ten minste 1.0 mm neerslag,
t = gemiddelde overdag-temperatuur (berekend uit driemaaldaagse waarnemingen).
180 = normale aantal dagen met ten minste 1.0 mm neerslag.

Bij een droogtecijfer van 45 bleek de opbrengst maximaal te zijn.

Wij willen niet nalaten, melding te maken van een uitvoerige publicatie van Rappe (10) (waarvan tot dusverre nog slechts het eerste deel is verschenen) en van een mededeling van 't Hart (11).

De variaties in de grasgroei in Mei manifesteren zich in de eerste plaats in de hooiopbrengst. Bij slechte groei zal men een grotere oppervlakte voor beweiding bestemmen dan bij goede groei, de hooiopbrengst zal daardoor sterkere schommelingen vertonen dan de totale grasgroei.

In de productie van het vee komt deze variatie eerst later tot uiting, namelijk in Juni, in een periode dat men ten gevolge van de hooibouw toch al weinig gras in voorraad heeft.

Beide schrijvers maken de opmerking, dat enige tijd na de hooioogst een schaarste aan gras optreedt, welke verklaard kan worden uit een zwakke groei van het midden van Juni af. Deze z.g. midzomerdepressie in de grasgroei is onafhankelijk van de regenval. Hoewel deze conclusie in zijn algemeenheid juist is, blijkt toch, dat op de diepte van de depressie invloed uitgeoefend kan worden door besproeiing en stikstof-bemesting.

Rappe wijst nog op de opvallende overeenkomst tussen de lengte van een periode met een sterk vertraagde temperatuurtoeneming en de periode van de midzomerdepressie in de grasgroei. Deze periode van vertraagde temperatuurtoeneming is ook voor ons land te constateren (zie fig. 1 blz. 23). In hoeverre hier inderdaad van een verband gesproken mag worden, is zonder meer niet uit te maken. Rappe stelt zich de vraag of het groeirythme misschien het resultaat is van een graduele aanpassing aan het typische temperatuurrythme. Het is ons niet bekend, of in de volgende delen van deze publicatie van Rappe getracht wordt een duidelijk antwoord op die vraag te geven. Het komt ons voor, dat veel waarnemingen o.m. phaenologische, zullen moeten worden verzameld over een vrij groot aantal jaren om deze kwestie tot een oplossing te brengen.

Inderdaad maakt het gras in Juni een belangrijke phase in het groeirhythme door. In het voorjaar is reservevoedsel voorradig om de grasgroei in gang te zetten, (preparatieve phase) daarna worden de bloeistengels gevormd (reproductieve phase). In Juni is er een moment waarop geen spruiten meer gevormd worden die tot bloei komen. Daarna komt dan een periode waarin alleen de vegetatieve ontwikkeling van belang is (vegetatieve phase). De reproductieve phase gaat samen met gereduceerde vegetatieve groei. De verschillende rassen zullen deze overgangsperiode niet gelijktijdig doormaken, de samenstelling van het gras zal dus zeker van invloed zijn op het optreden van de midzomerdepressie in de groei.

Rappe vermeldt nog voor Zweden dat de temperatuur in het voorjaar en in midzomer van invloed is op de groeisnelheid van het gras. De bodemtemperatuur speelt hierbij een belangrijke rol.

In (12) bespreekt De Geus de resultaten van een statistisch onderzoek naar de invloed van temperatuur en neerslag op de gras-

opbrengst. De opbrengstgegevens zijn afkomstig van een bedrijf van 30 ha te Burum; de maandopbrengsten zijn berekend uit het aantal weidedagen, dat werd gemaakt en uit de hoeveelheid wintervoer, die in dezelfde maand werd gewonnen. De opbrengst werd uitgedrukt in kg zetmeelwaarde.

Het aantal jaren waarover cijfermateriaal bewerkt werd, bedroeg acht (1937 t/m 1944). Per jaar werden de maandopbrengsten over April t/m October bepaald. In totaal kwamen dus $7 \times 8 = 56$ opbrengstcijfers beschikbaar. Deze 56 getallen werden gebruikt voor het statistisch onderzoek. Tegen deze samenvoeging van opbrengstcijfers van verschillende maanden hebben wij bezwaar. Het is nl. in het geheel niet zeker dat het gras in elke maand overeenkomstige eisen aan het weer stelt. Dit laatste blijkt o.m. uit een onderzoek van Nilsson-Leissner (14) welk onderzoek wij hieronder in het kort bespreken.

De Geus komt tot de volgende conclusies:

Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de per maand geoogste hoeveelheid gras en de gemiddelde maandtemperatuur als de laatste beneden 16 à 17°C ligt. Met behulp van een parabolische vereffening berekent De Geus, dat bij een gemiddelde maandtemperatuur van ongeveer 5°C de grasgroei meetbaar wordt.

Met de neerslag bleek geen correlatie van betekenis te bestaan. Slechts wanneer de gemiddelde maandtemperatuur boven 18°C lag werden betrouwbare correlaties gevonden. In dat geval bleek, dat de regenval in de eerste decade van de maand, waarvoor de oogst bepaald werd, vermeerderd met de neerslag in de maand daarvoor, van invloed is op de opbrengst.

Deze conclusies zijn van belang in verband met besproeiingskwesties. Schrijver concludeert, dat het besproeien vooral effect zal hebben wanneer het wordt uitgevoerd in de maanden Juni en Juli, omdat de gemiddelde maandtemperatuur van Juli en Augustus meestal boven 18°C ligt. Een moeilijkheid is dus hierbij dat men in Juni resp. Juli enige zekerheid moet hebben omtrent de te verwachten gemiddelde maandtemperatuur van Juli resp. Augustus. Immers blijft de temperatuur b.v. in Augustus beneden 18°C dan zal een besproeiing weinig effectief zijn, volgens de bovengenoemde

conclusies. Aangezien de weersverwachting op lange termijn nog niet de gewenste betrouwbaarheid bezit, blijft het geven van betrouwbare adviezen een moeilijke zaak. Wel kunnen wij aan de hand van gegevens over achter ons liggende jaren nagaan of de gemiddelde maandtemperatuur van Juli en Augustus inderdaad meestal boven 18°C ligt. Wij geven enkele cijfers voor Groningen. Deze plaats werd gekozen, omdat De Geus zijn conclusies trok met behulp van weerkundige gegevens van het termijnstation te Groningen.

In de periode 1894—1948 (55 jaar) kwam het 28 maal voor dat de gemiddelde maandtemperatuur (berekend uit driemaaldaagse waarnemingen) van Juli boven 18°C en 18 maal dat de gemiddelde maandtemperatuur van Augustus boven dit niveau lag. De kansen voor een Julimaand met een temperatuur boven of beneden 18°C zijn dus vrijwel gelijk, voor de maand Augustus is de verhouding 1 : 2.

Gaan we na in hoeveel jaren Juli zowel als Augustus een gemiddelde temperatuur boven 18°C hadden, dan vinden wij dat dit in 11 van de 55 jaren het geval is geweest.

Het ligt niet op onze weg de efficiency van een besproeiingsinstallatie te bespreken, doch het komt ons voor, dat dergelijke cijfers als boven genoemd, wel degelijk in het oog gehouden dienen te worden.

Smit (13) deelde tijdens een voordracht voor de Commissie voor Landbouwecologie enkele resultaten mede van een statistisch onderzoek naar de samenhang tussen regenval, temperatuur en zonneschijn en de hooiopbrengst eerste snede. Smit gebruikte voor zijn onderzoek opbrengstcijfers over geheel Nederland, over de jaren 1904—1936 (met uitzondering van de jaren 1914—1919).

De belangrijkste correlaties waren:

$r = +0{,}72$ met de neerslag in Mei,
$r = +0{,}75$ met de neerslag in de derde decade van Mei,
$r = -0{,}53$ met de temperatuur in Mei,
$r = -0{,}66$ met de temperatuur in de derde decade van Mei,
$r = -0{,}72$ met de zonneschijn in Mei,
$r = -0{,}71$ met de zonneschijn in de derde decade van Mei.

Vooral in de derde decade van Mei zou dus het weer een belangrijke invloed uitoefenen op de opbrengst eerste snede.

Er werden geen correlaties van enige betekenis gevonden met de temperatuur in de wintermaanden.

Op deze methode van werken kan critiek worden uitgeoefend. Het is niet geheel juist bij een dergelijk onderzoek uit te gaan van een gemiddeld cijfer voor geheel Nederland, gezien het feit, dat de verschillende gronden geheel verschillend reageren op bepaalde weersomstandigheden. In een droog jaar zullen de laag gelegen graslanden een uitstekende opbrengst kunnen leveren, terwijl de hoger gelegen gronden verdrogen (zoals bijv. in 1947).

Bij dergelijke onderzoekingen is het noodzakelijk onderscheid te maken naar de verschillende grondsoorten en zo mogelijk naar de verschillende methoden van bedrijfsvoering. Conclusies als bovengenoemd hebben dus slechts een zeer betrekkelijke waarde.

Bovendien is niet onderzocht, in hoeverre de voor het bepalen van de gemiddelde opbrengst gebruikte schattingscijfers betrouwbaar zijn. Het is bekend, dat in vele gevallen de betrouwbaarheid van de cijfers te wensen overlaat. Men kan aannemen, dat de fouten ten gevolge van onjuiste schattingen klein zijn t.o.v. de variatie tussen de gemiddelde opbrengsten, maar daarmee is de bruikbaarheid van het materiaal niet bewezen.

Nilsson-Leissner (14) onderzocht op soortgelijke wijze als De Geus de invloed van het weer op de opbrengst van witte klaver en enkele grassoorten. De schrijver houdt rekening met de factor groeiduur (het aantal dagen dat verloopt tussen 2 opeenvolgende oogsten).

De proefvakjes werden 4 maal per jaar geoogst. Voor de graspercelen werd cijfermateriaal van de jaren 1931 t/m 1934 in de berekening betrokken. In totaal konden dus 16 opbrengstcijfers in de correlatie-analyse worden betrokken.

In het onderzoek naar de invloed van de temperatuur is ook de bodemtemperatuur betrokken.

De schrijver vermeldt als resultaat van het onderzoek dat hoge temperaturen in de periode Juli tot begin Augustus een nadelige invloed hebben op de grasopbrengst.

In de herfstmaanden daarentegen is de correlatie temperatuur-

grasopbrengst positief. Veel droge dagen in het voorjaar zijn ongunstig voor een goede grasgroei; in de herfst hebben dergelijke weersomstandigheden weinig invloed.

In de maand Juni worden positieve correlaties gevonden met de relatieve vochtigheid.

Uit het onderzoek blijkt duidelijk, dat de eisen welke het gras aan het weer stelt, verschillend zijn voor de verschillende maanden.

Halgren (15) bewerkte opbrengstcijfers, die afkomstig waren van een achttal boerderijen in Zweden. In deze bedrijven was het gras opgenomen in de vruchtwisseling naast granen en aardappelen. De opbrengsten van de eerste snede (welke geoogst werd in het jaar, dat volgde op het jaar, waarin het gras gezaaid werd) werden gecorreleerd met de temperatuur en de hoeveelheid neerslag. Uit het onderzoek bleek, dat de invloed van de temperatuur en van de regenval in het jaar, waarin gezaaid werd, gering was.

Belangrijke positieve correlaties werden gevonden met de temperatuur in de maanden Januari t/m April. In Mei en Juni bleek de correlatie met de temperatuur negatief. Belangrijke positieve correlaties met de regenval werden gevonden in Mei en Juni.

Voor de temperatuur gebruikte Hallgren de maandgemiddelden, voor de neerslag de totale hoeveelheid over twee maanden. Hierdoor was het niet mogelijk, de periode, waarin de weersfactoren een belangrijke invloed op de opbrengst uitoefenen, scherper te begrenzen.

Bij de bestudering van de resultaten naar de invloed van het weer op de melkaanvoer konden wij bij de bespreking van de gevonden correlaties vrijwel steeds het verband leggen tussen grasgroei en melkaanvoer. Wij hadden geen aanleiding de gevonden resultaten toe te schrijven aan de invloed van de weersfactoren op de conditie van het melkvee. Deze moet echter in bepaalde gevallen zeker aanwezig geacht worden, hoewel zij blijkbaar niet opvallend aan het licht is getreden. Wij hebben althans geen duidelijke berichten daaromtrent gelezen. Wellicht moet dit hieraan worden toegeschreven, dat voor de melkgift zeer ongunstige weersomstandigheden (zeer warm, broeierig weer) zelden gedurende een groot aantal dagen achtereen voorkomen en als ze voorkomen, dan zijn de gevolgen lang niet altijd

duidelijk te zien aan de melkproductie, echter wel aan het vetgehalte. Dit werd o.m. aangetoond in 1947. Hierover deelt Yska in (17) iets mede:

Tijdens de zeer warme dagen van 31 Mei t/m 4 Juni was het gemiddelde vetgehalte (berekend op een aantal van 19 koeien van een bedrijf in de N.O. Polder) van de ochtendmelk 0,43 % hoger dan in de avondmelk, terwijl normaliter de avondmelk een hoger vetgehalte heeft. Het warme weer oefende in veel mindere mate invloed uit op de melkgift; deze bleek tijdens het warme weer 's morgens wat lager te zijn dan 's avonds (normaliter is dit juist andersom) doch het verschil was niet opvallend.

Ingersoll (19) deelt mede, dat bij koud weer de melkopbrengst terugliep, ondanks goede verzorging in een goedgebouwde stal. In de proef was slechts een achttal koeien opgenomen; de periode van onderzoek liep van 1 Nov. tot 12 Maart daaraan volgend.

Lettau (18) gaat na het verband tussen de dagelijkse temperatuurschommeling en de melkopbrengst. Hij maakte bij zijn onderzoek gebruik van de factor „Abkühlungsgrösze" die hij definieert als: het aantal energie-eenheden, dat nodig is om een in de vrije lucht opgestelde electrisch verwarmde metalen bol op temperatuur te houden. De uitdrukking „Abkühlungsgrösze" kunnen wij wellicht het beste vertalen door „warmteverlies". In de practijk meet men met een stophorloge de tijd die verloopt tussen de temperatuurdaling van een bijzondere alcoholthermometer (katathermometer) van 100°F (36.5°C) tot 50°F (2.8°C). Luchttemperatuur en warmteverlies verlopen niet altijd parallel; bij de laatste speelt de windsterkte een belangrijke rol. Het verband tussen warmteverlies en windsterkte (meer dan 1,5 m/sec) wordt weergegeven in de formule

$A = (0{,}13 + \sqrt{v}) \times (36{,}5 - t)$ waarin:

A = warmteverlies
v = windsnelheid in m/sec
t = temperatuur in °C

Het verband tussen warmteverlies en melkopbrengst is soms iets

duidelijker dan het verband tussen temperatuur en melkopbrengst. Lettau vindt, dat drukkend warm weer een verlaging van de melkopbrengst ten gevolge heeft. Ook zou continentale lucht ongunstig op de melkgift werken.

Volgens Schnelle (21) is uit onderzoekingen over de invloed van het klimaat op de melkwinning gebleken, dat er een indirect verband bestaat tussen de melkopbrengst, de neerslag en de temperatuur (via de grasgroei) en een direct verband met de factoren temperatuur, luchtdruk en relatieve vochtigheid. Aangezien de schrijver de bron(nen) van zijn kennis niet vermeldt, was het niet mogelijk na te gaan op welke wijze men tot deze resultaten is gekomen.

Bosma (4) vindt o.m. dat de variabiliteit in de melkopbrengst groter is naarmate men verder van het tijdstip van afkalven afraakt. De koeien hebben tot enige tijd na het afkalven de beschikking over veel reservevoedsel en zijn daardoor minder afhankelijk van de variatie in uitwendige omstandigheden. Bosma bespreekt in het kort de invloed van de weersomstandigheden op de melkopbrengst en laat aan de hand van enig cijfermateriaal (ontleend aan gegevens van het Friesch Rundvee-Stamboek) zien dat een productieverschil van 16 % tussen jaren met goede en slechte melkopbrengst kan voorkomen.

HOOFDSTUK II

HET BESCHIKBARE CIJFERMATERIAAL

A. De klimatologische gegevens [1]).

Voor de berekening van de in de volgende hoofdstukken nader te bespreken correlaties maakten wij gebruik van klimatologische gegevens, welke zoveel mogelijk betrokken werden uit het gebied, waaruit ook het cijfermateriaal betreffende melkaanvoer en grasproductie afkomstig was.

Voor zover het de cijfers van de regenval betreft waren er als regel geen moeilijkheden; het aantal regenstations is groot genoeg om voor elk te onderzoeken gebied bijpassend cijfermateriaal te verkrijgen. Hetzelfde geldt ten aanzien van de factoren: aantal regendagen met ten minste 0,1 mm resp. met ten minste 1,0 mm welke aantallen direct uit de neerslaggegevens af te leiden zijn.

Iets anders was het met het cijfermateriaal betreffende temperatuur, bewolking en zonneschijn. Gegevens over deze weersfactoren worden slechts op de z.g. termijnstations (waar 3 maal per dag waarnemingen worden verricht) genoteerd, gegevens over de zonneschijn waren in de door ons onderzochte reeks van jaren slechts voor de vijf hoofdstations bekend.

Er is een bezwaar tegen het gebruik van dergelijk cijfermateriaal, want wil men weercijfers met opbrengstcijfers correleren, dan zullen de gegevens uit hetzelfde gebied afkomstig moeten zijn. Wij vermelden dit uitdrukkelijk, daar ons is gebleken, dat door enkele onderzoekers soms gegevens worden gebruikt, die van een weerkundig station dat op tamelijk grote afstand van het beschouwde gebied is gelegen, afkomstig zijn.

Men tracht een dergelijke werkwijze dan aanvaardbaar te maken, door te bewijzen, dat de correlatie tussen de weergegevens van twee

---

1) Onder het klimaat verstaat men de gemiddelde weerstoestand alsmede het normale verloop hiervan op een bepaalde plaats (28). Onder het weer verstaat men de toestand van de atmosfeer, zoals deze zich op een bepaald ogenblik voordoet.

vrij ver uiteen gelegen weerkundige stations statistisch betrouwbaar is, doch daarmede is o.i. de kwestie niet opgelost.

Het mag inderdaad zo zijn dat tussen b.v. de maandgemiddelden van weerkundige gegevens, verzameld op verschillende stations, een hoge correlatie bestaat, dit impliceert echter niet, dat de verdeling voor beide stations gelijk is. Zeer duidelijk komt dit bijvoorbeeld tot uiting in de totale hoeveelheid neerslag. De totale hoeveelheid per maand afgetapte neerslag kan voor twee stations gelijk zijn, terwijl de meeste neerslag op het ene station in de eerste decade (tijdvak van 10 dagen) en op het andere station in de derde decade van de maand is afgetapt.

Een dergelijk verschil in de verdeling van de neerslag kan landbouwkundig van grote betekenis zijn.

Verder staat het bij het aantonen van een hoge correlatie tussen twee (gelijke) weersfactoren nog niet geheel vast, dat de invloed die de weersfactoren uitoefenen op de groei van het gewas, in de ene plaats dezelfde is als in de andere. Duidelijk spreekt dit bijvoorbeeld ten aanzien van de temperatuur. Er kan worden aangetoond, dat een betrouwbare correlatie bestaat tussen de gemiddelde maandtemperatuur (berekend uit driemaal daagse waarnemingen) in De Bilt en die in andere plaatsen van ons land.

TABEL I

Correlaties tussen de gem. temp. van verschillende stations in Mei

$r_{1.4} = 0{,}906$	1 Den Helder
$r_{2.4} = 0{,}933$	2 Vlissingen
$r_{3.4} = 0{,}952$	3 Maastricht
$r_{5.4} = 0{,}946$	4 De Bilt
	5 Groningen

Hiermede is niet gezegd, dat de temperatuurcijfers van De Bilt gebruikt mogen worden voor een correlatie-berekening met de grasproductie b.v. in Friesland.

Dit blijkt vooral duidelijk als wij als voorbeeld de correlatie tussen de temperatuur over de tweede decade van Maart berekenen voor de stations De Bilt en Groningen ($r = 0{,}957$).

In De Bilt is de gemiddelde temperatuur in Maart II boven 5°C (nl. 5,5°C) in Groningen nog daar beneden (4,6°C).

Wanneer wij met andere onderzoekers aannemen, dat de meetbare grasgroei begint bij een gem. temperatuur van ten minste 5°C dan blijkt hieruit, dat een temperatuurverschil van enige tiende graden tussen twee verschillende plaatsen een groot verschil in grasgroei ten gevolge kan hebben.

Teneinde een en ander met enig cijfermateriaal te kunnen toelichten berekenden wij enkele correlaties.

De correlatie tussen de gemiddelde temperatuur in De Bilt en die in Leeuwarden bedraagt voor de eerste decade van Juli $r = 0{,}933$ (n = aantal jaren = 25). Berekenden wij nu de correlatie tussen de temperatuur in Juli I (van De Bilt) met de melkaanvoer in Tzum, dan vonden wij $r = +0{,}232$. Kozen wij de temperatuurgegevens van Leeuwarden over hetzelfde tijdvak en berekenden wij wederom de correlatie met de melkaanvoer van Tzum, dan vonden wij $r = +0{,}432$. In het ene geval dus een geheel onbetrouwbare correlatie, in het andere een correlatie die hoewel niet van grote betekenis, toch wel degelijk een aanwijzing geeft. Bij andere berekeningen vonden wij, dat de verschillen in de waarde van de correlatiecoëfficiënt soms 0,4 kunnen bedragen. Geheel verschillende (foute) conclusies kunnen dan het resultaat van een dergelijk statistisch onderzoek zijn. Niet alleen, dat de totale correlaties een verkeerd beeld van de werkelijkheid leveren, ook de waarde van de intercorrelaties en uiteindelijk die van de collectieve correlatiecoëfficiënt veranderen.

Bij oriënterende berekeningen gingen wij na, welke klimaatgegevens de beste correlaties met de opbrengstgegevens beloofden. Vooruitlopende op hetgeen wij hierover in de hoofdstukken V en VI zullen mededelen, merken wij hier reeds op dat gekozen werden de factoren *temperatuur* (gemiddelde van de driemaaldaagse waarnemingen, de z.g. gem. overdagtemperatuur), *bewolking* eveneens uit driemaaldaagse waarnemingen en *regendagen*.

Aangezien het klimaat in onze beschouwingen van veel minder betekenis is dan het weer, laten wij een uitvoerige klimaatbeschrijving achterwege en volstaan wij met het maken van enkele opmerkingen.

Het gemiddelde aantal dagen met ten minste 1,0 mm neerslag, berekend over een lange reeks van jaren, (z.g. normalen) verschilt in de door ons onderzochte gebieden zeer weinig, ten hoogste vier per seizoen. Ook de verschillen tussen de veeljarige gemiddelden van de bewolkingscijfers zijn zo gering, dat zij geen aanleiding kunnen geven tot een verklaring van het verband tussen het weer, de grasproductie en de melkaanvoer. Enkele cijfers zijn gegeven in tabel 2.

TABEL II

Bewolking in tiende delen

Maand	M	A	M	J	J	A	S	O
Leeuwarden	6,5	6,3	5,7	6,2	6,5	6,4	6,0	6,5
Den Helder } gem.	6,6	6,5	5,6	6,2	6,4	6,4	6,3	6,7
Hoorn } gem.								
De Bilt	6,6	6,6	6,0	6,2	6,5	6,3	6,1	6,6
Naaldwijk	6,2	5,9	5,6	5,6	5,8	5,9	5,7	6,4
Oudenbosch	6,5	6,6	6,0	6,3	6,4	6,1	5,9	6,4
Gemert	6,6	6,7	5,0	6,3	6,5	6,3	5,9	6,4

Ten aanzien van de factor temperatuur komen grotere verschillen voor. Dit blijkt uit het verloop der lijnen van fig. 1.

In deze figuur zijn de normalen van de gemiddelde overdagtemperatuur voor elke decade en voor een aantal stations uitgezet. In het zuiden (Gemert b.v.) wordt in het voorjaar een bepaalde temperatuur steeds een decade eerder bereikt dan in het noorden.

Duidelijk komt de bekende „knik" in de periode Mei III—Juni III in de curven te voorschijn. In hoeverre een bepaald verband bestaat tussen deze vertraagde temperatuurtoeneming en de door Rappe in (10) vermelde „midzomerdepressie in de grasgroei", is zonder meer niet uit te maken. Dit probleem vormt een onderzoek op zichzelf.

Voor ons is het belangrijk uit het verloop van de temperatuurcurven te constateren, dat o.m. in het voorjaar in het Zuiden gemiddeld hogere temperaturen bereikt worden dan in het Noorden. Aan de eisen welke het gras aan de temperatuur stelt, zal in het voorjaar dus in het Zuiden eerder voldaan worden dan in het Noorden.

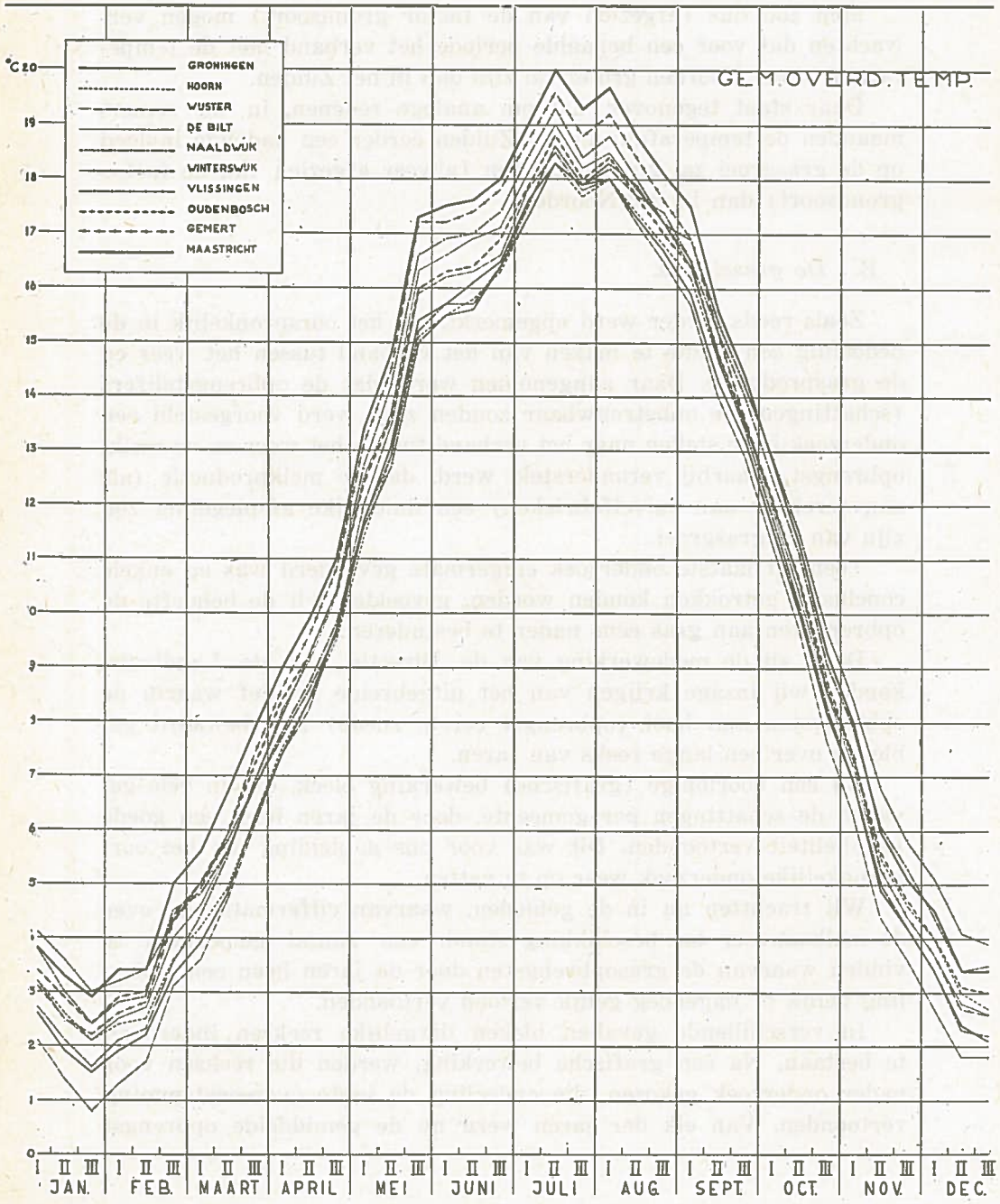

Fig. 1. Het verloop van de gemiddelde overdag-temperatuur.
(decade-normalen)

Men zou dus (afgezien van de factor grondsoort) mogen verwachten dat voor een bepaalde periode het verband met de temperatuur in het Noorden groter zal zijn dan in het Zuiden.

Daar staat tegenover, dat om analoge redenen, in de zomermaanden de temperatuur in het Zuiden eerder een nadelige invloed op de grasgroei zal kunnen hebben (alweer afgezien van de factor grondsoort) dan in het Noorden.

B. *De grascijfers.*

Zoals reeds eerder werd opgemerkt, lag het oorspronkelijk in de bedoeling een studie te maken van het verband tussen het weer en de grasproductie. Daar aangenomen werd, dat de opbrengstcijfers (schattingen) te onbetrouwbaar zouden zijn, werd voorgesteld een onderzoek in te stellen naar het verband tussen het weer en de melkopbrengst, waarbij verondersteld werd, dat de melkproductie (als aanvoercijfer aan zuivelfabrieken) een duidelijke afspiegeling zou zijn van de grasgroei.

Toen dit laatste onderzoek enigermate gevorderd was en enkele conclusies getrokken konden worden, gevoelden wij de behoefte de opbrengsten aan gras eens nader te bestuderen.

Dank zij de medewerking van de Directie van de Landbouw konden wij inzage krijgen van het uitgebreide archief waarin de opbrengsten aan hooi (opbrengst eerste snede) zijn bewaard gebleven over een lange reeks van jaren.

Bij een voorlopige (grafische) bewerking bleek, dat in vele gevallen de schattingen per gemeente, door de jaren heen een goede paralleliteit vertoonden. Dit was voor ons aanleiding om het oorspronkelijke onderzoek weer op te vatten.

Wij trachtten nu in de gebieden, waarvan cijfermateriaal over de melkaanvoer ter beschikking stond, een aantal gemeenten te vinden waarvan de grasopbrengsten door de jaren heen een onderling gelijk of nagenoeg gelijk verloop vertoonden.

In verschillende gevallen bleken dergelijke reeksen inderdaad te bestaan. Na een grafische bewerking, werden die reeksen voor nader onderzoek gekozen, die onderling de beste overeenstemming vertoonden. Van elk der jaren werd nu de gemiddelde opbrengst

berekend en de daaruit resulterende reeks cijfers vormde de basis voor verder onderzoek.

Helaas waren niet genoeg gegevens beschikbaar omtrent de opbrengsten tweede snede, zodat wij geen resultaten konden verkrijgen over de samenhang tussen het weer na de hooioogst in Juni en de opbrengst van de volgende snede.

Voor het beantwoorden van vragen welke bij onderzoekingen als deze naar voren komen, zullen de huidige proeven als die van 't Hart (11) belangrijk cijfermateriaal kunnen verschaffen.

C. *De melkaanvoer-cijfers.*

Het verzamelen van betrouwbare gegevens over de melkproductie bleek moeilijker dan aanvankelijk gedacht werd. Het meest betrouwbaar zijn uiteraard gegevens welke van de boerderij afkomstig zijn. Om deze te verkrijgen kan men de melkboekjes welke bij de fok- en contrôleverenigingen berusten, nagaan. Het blijkt dan al spoedig, dat het aantal koeien, dat gedurende een zeker tijdvak geregeld in productie was, per bedrijf veelal vrij klein is. Men zou dus een aantal bedrijven samen moeten voegen om een betrouwbaar gemiddelde te kunnen berekenen.

Afgezien van de grote bezwaren ten gevolge van het rekenwerk dat aan een dergelijke bewerking verbonden is, bestaat er nog deze moeilijkheid, dat de contrôle slechts 1 maal per 14 dagen of drie weken wordt uitgevoerd, zodat slechts enkele moment-opnamen uit de productiefilm worden vastgelegd.

Wel wordt aan het einde van de lactatieperiode de totale jaarproductie per koe berekend, doch het is zeer de vraag of dit cijfer werkelijk betrouwbaar genoemd kan worden. Allerlei factoren, als datum van afkalven en leeftijd van de koe b.v. spelen een belangrijke rol. Zwagerman, Bosma en Eikelboom delen hieromtrent in (20) (25) (27) het een en ander mede. Wil men van deze gegevens gebruik maken, dan is het noodzakelijk om over een zeer uitgebreid cijfermateriaal te beschikken, waardoor de invloed van andere dan weersfactoren op de productie kan worden geëlimineerd. Wil men betrouwbare gemiddelden berekenen, dan zal men in de eerste plaats de kalfdatum ongeveer gelijk moeten kunnen nemen en

vervolgens er op moeten letten dat jongere en oudere koeien gelijkelijk vertegenwoordigd zijn.

Een andere mogelijkheid is, cijfermateriaal ter inzage te vragen van bepaalde proefbedrijven, wij denken b.v. aan het proefstation te Hoorn of aan De Schothorst (instituut voor moderne veevoeding). Hier heeft men echter weer het bezwaar van een betrekkelijk klein aantal koeien. Verder is de kans groot, dat men cijfers verkrijgt van een meer of minder sterk geselecteerde groep koeien (geselecteerd i.v.m. met een bepaalde proef waarbij een zekere homogeniteit gewenst is). Wij hebben dergelijk materiaal o.a. van het proefstation te Hoorn bewerkt; de resultaten waren niet bemoedigend. Hoewel wij hier gaarne de volledige medewerking van dergelijke instellingen gedenken, meenden wij toch niet met deze werkwijze te kunnen voortgaan, afgezien nog van het feit, dat de reeksen meestal te kort zijn voor statistische bewerkingen.

Het verzamelen van voldoende gegevens over de zuivere melk*productie* stuitte dus op moeilijkheden.

Wij hebben toen gemeend, de oplossing te moeten zoeken in het gebruikmaken van cijfers over de melk*aanvoer* aan zuivelfabrieken.

Deze gegevens zijn veel gemakkelijker toegankelijk. De meeste zuivelfabrieken beschikken over een goede boekhouding, terwijl ook het Bedrijfschap voor Zuivel over de nodige gegevens beschikt.

Het bezwaar bij het gebruik van deze gegevens is alleen, dat men geen rekening kan houden met de op de boerderij achtergehouden melk, welke hoeveelheid al naar het te onderzoeken gebied nogal kan variëren. Wij hebben echter aangenomen, dat deze hoeveelheden niet aan zeer grote jaarlijkse schommelingen onderhevig zijn en dat hier dus alleen sprake is van een kleine niveauverlaging, die in ons onderzoek een onbetekende rol speelt.

Men zou nu nog op tweeërlei wijze te werk kunnen gaan:

1. Gebruikmaken van cijfers betreffende de totale productie per provincie, zoals deze o.m. bij het Bedrijfschap voor Zuivel bekend zijn.

Aan deze methode kleeft het bezwaar, dat dan cijfermateriaal van uiteenlopende grondsoorten bewerkt wordt. Wij zullen later zien, dat de resultaten voor verschillende grondsoorten verschillend zijn. Verder moet o.m. rekening gehouden worden met de toeneming van het aantal zuivelfabrieken in de loop der jaren.

2. Gebruik maken van de aanvoercijfers van de afzonderlijke zuivelfabrieken.

Deze methode is beter, want in dit geval is steeds na te gaan van welke gebieden de betreffende fabriek de melk betrekt.

Wij hebben de tweede methode gevolgd. Ten einde betrouwbare gemiddelden te kunnen bepalen, meenden wij als eis te moeten stellen, dat het aantal koeien, dat aan de melkleverantie van een bepaalde fabriek had deelgenomen, voor elk jaar bekend moest zijn. Dit bleek bij vele fabrieken niet het geval te zijn, althans niet over een lange reeks van jaren. Deze eis bleek een strenge selectiemaatregel te zijn, want van de ongeveer 700 fabrieken welke wij om medewerking verzochten, bleken slechts een 30-tal in staat te zijn, deze gegevens volledig te verstrekken.

Van deze dertig vielen er nog een aantal af wegens te geringe lengte van de reeks (wij stelden bij de uiteindelijke selectie als eis dat de reeks in elk geval 15 jaren moest omvatten).

Verder moesten enkele fabrieken vervallen, omdat de melkaanvoercijfers afkomstig waren van een streek, welke te ver van een termijnstation was gelegen, zodat uiteindelijk voor definitieve bewerking slechts een tiental fabrieken overbleven.

Zoveel mogelijk werd gebruik gemaakt van de totale aanvoercijfers over de periode Juni t/m September.

In hoofdstuk VI, waarin de resultaten van het statistisch onderzoek worden besproken, geven wij een nadere verklaring omtrent de keuze van juist deze periode.

Wij hebben dus in dit deel van het onderzoek berekend de correlatie tussen de weersfactoren en de melk*aanvoer*. Het is niet zeker, dat men de gevonden resultaten zonder meer kan overdragen op de melk*productie*. Men kan zich natuurlijk afvragen, of het zin heeft, deze aanvoercijfers te correleren met de weersfactoren.

Wij menen van wel. Het is toch zo, dat het Bedrijfschap voor Zuivel, de bonden van Coöperatieve fabrieken en verder in bepaalde gevallen ook de zuivelfabrieken zelf, die enig nut kunnen hebben van een voorspelling omtrent de te verwachten melkaanvoer op grond van de gevonden correlaties, altijd rekenen moeten met de werkelijk ter beschikking komende hoeveelheid melk, dus met de melk*aanvoer* en niet met de *productie*.

Wij spraken over het opmaken van voorspellingen omtrent de te verwachten hoeveelheid aan te voeren melk. Deze voorspellingen kunnen in verschillend opzicht van betekenis zijn. Voorop gesteld dient natuurlijk te worden dat de voorspelling een redelijke zekerheid bezit. Indien dit het geval is, kan b.v. het Bedrijfschap voor Zuivel bepaalde maatregelen nemen bijvoorbeeld in verband met de export. Coöperatieve fabrieken zullen vroegtijdig een zekere tijdelijke omschakeling in overweging kunnen nemen. In verschillende gevallen zal men de personeelssterkte bij voorbaat kunnen vaststellen. Behalve, dat de voorspelling een redelijke zekerheid moet bezitten, moet zij vroeg in het jaar bekend zijn. Op welk tijdstip een voorspelling kan worden opgemaakt, hangt uiteraard af van het tijdvak waarin betrouwbare correlaties werden gevonden.

Deze correlaties zullen in hoofdstuk VI nader worden besproken.

HOOFDSTUK III

ERVARINGEN UIT DE PRACTIJK

Aan algemene overzichten, waarin het verband tussen het weer en de hooiopbrengst en de grasgroei wordt besproken, ontbreekt het niet. Behalve in de verslagen van proefnemingen geeft het Ministerie van Landbouw in de Verslagen en Mededelingen van de Directie van de Landbouw jaarlijks een kort overzicht onder het hoofd: „Het weer in.... en zijn invloed op de ontwikkeling der gewassen".

Toen wij nu aan de hand van verschillende voorlopige onderzoekingen tot de conclusie waren gekomen, dat de resultaten sprekend genoeg waren om het onderzoek voort te zetten, raadpleegden wij de bovengenoemde bronnen, teneinde een meer objectief oordeel dan het onze te kunnen vellen over de invloed van het gedrag der weersfactoren op de grasgroei en -opbrengst. In onderstaand overzicht wordt dit oordeel voor elk der in ons onderzoek betrokken jaren in het kort weergegeven. Het betreft hier dus een algemeen landelijk oordeel, wij hebben geen melding gemaakt van bijzondere, alleen plaatselijk van betekenis zijnde afwijkingen. Het is dus niet te verwachten dat men bij vergelijking van het oordeel volgens het overzicht en het cijfermateriaal, dat in Hoofdstuk V en VI grafisch is weergegeven, steeds tot een volledige overeenstemming tussen beide zal kunnen besluiten.

1910

De winter van 1909—1910 was zacht en regenrijk, de vele neerslag werd niet nadelig geacht voor de grasmat want Maart zowel als de eerste helft van April waren droog, zodat het ondergelopen land spoedig droog kwam. De temperatuur in de periode half Maart—half April was gemiddeld boven normaal, hetgeen gunstig was voor een vroege grasgroei. De laatste helft van April en de eerste helft van Mei waren daarentegen koud en regenachtig waardoor de stand van het gras achteruit ging. Van half Mei tot Juni was het weer zeer groeizaam, deze periode eindigde met een hittegolf. Einde Juni

werd gekenmerkt door koud en regenachtig weer, Augustus was droog met veel bewolking. De grasgroei werd in het algemeen als zeer voldoende gequalificeerd.

1911

Na een zachte winter kwam het gras ten gevolge van groeizaam voorjaarsweer vroeg aan de groei. In de eerste dagen van April daalde de temperatuur plotseling tot 4—6°C onder nul.

April was verder koud en schraal, de hoeveelheid neerslag was beneden normaal. Mei en de eerste helft van Juni waren warm en droog. Ten gevolge van de periode van droogte was de hooiopbrengst eerste snede middelmatig. Hoewel de tweede helft van Juni regenachtig was en het weer in deze periode dus gunstig was voor de ontwikkeling van het nagras, was de regenval niet voldoende om het gras weer goed aan de groei te brengen. Ten gevolge van de droge en zeer warme Juli en Augustusmaand was de grasgroei zeer slecht. Het vochtige weer in de tweede helft van Juni tot begin Juli oefende een zeer nadelige invloed uit op de kwaliteit van het hooi.

1912

Het weer in Maart en April was zacht en regenachtig; het gras kwam vroeg tot ontwikkeling. Het vee kwam eerder dan normaal in de weiden. Mei was evenals in het voorafgaande jaar droog.

De regenperioden in Juni en Juli werden gevolgd door een periode met warm groeizaam weer. Augustus bracht overvloedige regenval. De hooiopbrengst was zeer goed, hetzelfde oordeel gold de grasgroei.

1913

Februari en Maart waren zacht en regenrijk, het gras ontwikkelde zich vroeg. April was daarentegen droog en schraal. In Mei was de temperatuur gemiddeld boven normaal, met veel neerslag, het gras ontwikkelde zich welig en een ruime hooioogst was verzekerd. De regenperiode in Juni had een ongunstige invloed op de hooibouw, in de meeste gevallen bleef het hooi te lang op het veld; door de relatief lage temperaturen was de schade echter niet groot.

Augustus was droog met veel bewolking, de temperatuur was gemiddeld beneden normaal. De nazomer werd als middelmatig gunstig voor de grasgroei beoordeeld.

1914

Op een zachte winter volgde een zachte, droge Februarimaand. Maart was zeer regenrijk, hetgeen vooral voor de laaggelegen graspolders nadelig was. April daarentegen was warm en droog waardoor sterke uitdroging van de zwaardere gronden optrad. Mei was gekenmerkt door sterke wisseling in temperatuur. De hoeveelheid neerslag was in deze maand beneden normaal.

In begin Juni was de temperatuur belangrijk beneden normaal, ten gevolge van de ongunstige grasgroei waren vele veehouders genoodzaakt hun vee in de hooilanden te brengen waar het gras er overigens ook al niet te best voorstond. De rest van de maand Juni en verder Juli bracht zeer groeizaam weer, de hooioogst eerste snede profiteerde hiervan echter niet meer.

Augustus was droog, de nazomer was, afgezien van enkele dagen in September toen veel regen viel, droog en zonnig.

1915

Na een regenrijke winter (die tot hoge waterstanden o.m. in Friesland aanleiding gaf) bracht ook Maart veel regen. De laatste helft van April was droog. De Meimaand bracht grote variaties in temperatuur en regenval. Ook in Juni waren de temperatuurschommelingen aanzienlijk, nachtvorsten kwamen voor. De eerste helft van Juli bracht buiig weer, de laatste helft van deze maand was rijk aan neerslag, evenals Augustus. De hooiopbrengst was niet groot, de grasgroei werd in het voorjaar onbevredigend, later echter als goed beoordeeld.

1916

De winter van 1915—1916 was zacht en kenmerkte zich door een overvloedige regenval (verschillende overstromingen in N.-Holland en Utrecht kwamen voor). Ook Maart en April brachten nog veel neerslag. Het weer in Mei was zeer gunstig voor de grasgroei.

Behalve enkele perioden met ongunstig (koud en regenachtig) weer in het tijdvak Juni tot half Juli, was het weer in de rest van het jaar zeer gunstig voor de grasgroei.

1916 werd als goed grasjaar beschouwd.

1917

De strenge winter van 1916—1917 viel laat in en duurde tot in Maart. De rest van Maart en ook April waren koud en guur, het gras kwam zeer laat tot ontwikkeling. Mei en Juni waren droog en warm, op de grasgroei oefende dit weer een ongunstige invloed uit. Juli was vrij normaal. In het voorjaar en in de zomer was de grasgroei zeer onvoldoende; de hooiopbrengst was slecht. Augustus bracht zeer veel neerslag wat ten gevolge had, dat er in de nazomer en in de herfst veel gras ter beschikking stond.

1918

Afgezien van een korte vorstperiode in December was de winter zacht. Het voorjaar kwam vroeg. Maart bracht vele, voor de tijd van het jaar warme dagen. De Aprilregens oefenden een gunstige invloed uit op de ontwikkeling van het gras.

Mei en Juni waren droog. De temperatuur in Juni was beneden normaal, enkele zware nachtvorsten kwamen nog voor. De droogte in Mei en het relatief koude weer in Juni werden verantwoordelijk gesteld voor de matige opbrengst van de eerste snede. De tweede helft van Juli was rijk aan neerslag, Augustus bracht groeizaam weer; de natte herfst veroorzaakte, dat veel van het gras van de tweede snede moest worden ingekuild.

1919

Na een korte doch late winter bleef het weer tot einde Maart koud en regenachtig. April bracht wisselend weer. Het voorjaar was laat. De periode Mei—half Juni werd gekenmerkt door droog weer met hoge temperaturen, de tweede helft van Juni (voaral de derde decade) en de maand Juli waren koud en regenrijk. De eerste snede profiteerde niet meer van de regenval in de derde decade van

Juni; de opbrengst was matig. Augustus was (afgezien van plaatselijke buitjes) in de eerste en tweede decade droog en warm, de laatste decade bracht buiig weer. In deze periode was de grasgroei zeer goed zodat een ruime oogst tweede snede werd verwacht.

September was droog en warm.

1920

Behoudens een vroege vorstperiode was de winter bijzonder zacht met weinig neerslag.

Het voorjaar was vroeg, dank zij de relatief hoge temperaturen in Februari en Maart. April was regenrijk, de temperatuur was gemiddeld iets boven normaal. Mei bracht groeizaam weer. Juni bracht uitstekend weer voor de hooibouw, (veel zonneschijn en normale temperaturen). De hoeveelheid neerslag in Juli was voldoende voor een zeer goede ontwikkeling van het nagras. Augustus was regenrijk. De grasgroei werd dit jaar algemeen zeer goed genoemd, terwijl de hooiopbrengsten eerste snede overvloedig waren.

1921

Dit jaar staat bekend als een van de droogste jaren van deze eeuw. Hoewel het weer in het vroege voorjaar gunstig was voor een goede eerste groei van het gras, ging de goede stand in de daarop volgende maanden sterk achteruit. De maanden April tot September waren droog tot zeer droog. De totale hoeveelheid neerslag bedroeg in 1921 over de maanden Maart—September 164 mm tegen normaal 377 mm.

De grasgroei was zeer gering, de hooiopbrengsten waren matig. Alleen in de laagveen-gebieden werden iets hogere opbrengsten behaald.

1922

Na een winter met afwisselend vorst- en dooiperioden (met als gevolg kale plekken in het grasland) zette het voorjaar slecht in. Maart en April waren koud en guur. Mei was zeer droog. De totale hoeveelheid neerslag bedroeg 17 mm tegen 52 mm normaal.

Opmerkelijk waren de hoge temperaturen in de laatste decade van Mei. Het gemiddelde der maximum-temperaturen van de dagen 22—24 Mei bedroeg ongeveer 33°C. Veel grasland verschroeide.

De droogte hield aan tot half Juni, de hooiopbrengst was laag.

De periode half Juni tot Augustus was rijk aan neerslag. Augustus was vrij koud, de herfst van 1922 kenmerkte zich door een tekort aan neerslag.

1923

De winter van 1922—1923 was zacht. De vorstperiode in de nawinter kwam toen er sneeuw lag. Het gras kwam goed de winter door. Maart en April brachten droog weer en relatief hoge temperaturen. De grasgroei was zeer goed, beter dan normaal in Mei. Mei en Juni waren koud. Mei was de koudste Meimaand sedert 1849. Het gras ondervond hiervan geen nadelige invloed, de opbrengst eerste snede was zeer hoog. Vermeldenswaard is de hittegolf in de eerste helft van Juli (6—14 Juli) daarna was het weer tot half Augustus gunstig voor de grasgroei, vervolgens brak een periode met regenachtig, vrij koud weer aan. De grasgroei werd in 1923 als zeer goed beoordeeld.

1924

Na een langdurige winter bleef ook in Maart en April de temperatuur beneden normaal; ten gevolge van scherpe N. en O. winden kwam het gras laat tot ontwikkeling. De 2e en 3e decade van Mei brachten warm en groeizaam weer. De eerste helft van Juni was minder gunstig, de temperatuur daalde 's-nachts vaak tot beneden 0°C. De tweede helft van Juni en de maand Juli brachten gunstig weer voor de grasgroei, vooral in Juli was er voldoende neerslag voor een goede ontwikkeling van het nagras. Het jaar 1924 werd als een goed gras- en hooijaar beoordeeld.

1925

De winter van 1924—1925 was bijzonder zacht. Maart bracht koud en schraal weer. Het weer in de maanden April en Mei was,

ten gevolge van een gemiddelde temperatuur boven normaal, gunstig voor de ontwikkeling van de grasgroei. Lente en voorzomer waren gunstig voor grasgroei en hooibouw. De maanden Juni en Juli waren vrij droog. Hoewel de hoeveelheid neerslag in Augustus niet groot was, werd de nazomer als gunstig voor de grasgroei gequalificeerd.

1926

In de winter van 1925—1926 kwamen enkele korte vorstperioden in Januari en in Maart voor. Deze laatste maand was droog. Het grote aantal uren zonneschijn was oorzaak, dat de grond spoedig de voor de grasgroei vereiste temperatuur kreeg. De regenval was in dit voorjaar zeer ongelijkmatig over het land verdeeld. Mei was voor sommige streken te nat, voor andere te droog, de relatief lage temperaturen werkten de groei tegen.

De tweede helft van Juni en Juli brachten warm weer. De hooiopbrengst was ruim voldoende, alleen in Friesland plaatselijk minder goed. De grasgroei werd het gehele jaar over het algemeen als goed beoordeeld.

1927

Op een zachte winter met in de eerste drie maanden van dit jaar normale regenval, volgde een te koude en te natte Aprilmaand. Mei was droog en schraal, Juni daarentegen zeer regenrijk (de natste sinds 1855). Ook in Juli was de regenval overvloedig. De regenrijke periode duurde voort in Augustus en September.

De hooiopbrengst was zeer slecht; de grasgroei werd (behoudens plaatselijk minder goed in Mei en Juni) als gunstig beoordeeld.

1928

De winter van 1927—1928 bracht strenge vorst; de schade was van weinig betekenis dank zij de aanwezigheid van een sneeuwdek. Ook de droge dooi in Februari droeg er toe bij dat het gras er na de winter niet ongunstig voorstond. April en Mei waren vrij koel, de hoeveelheid neerslag was in Mei boven normaal. Juni was koel met veel zonneschijn en een normale regenval. Voor een goede gras-

groei werd de voorzomer als te droog en te koud beoordeeld. De hooioogst bleef beneden het gemiddelde. Juli was zonnig met vrij grote temperatuurschommelingen en weinig regen. Augustus bracht iets meer regen dan normaal; hoewel deze hoeveelheid niet voldoende was voor een volledig herstel van de grasgroei, werd de stand van het gras er aanmerkelijk door verbeterd.

1929

De winter van 1928—1929 behoort tot de strengste van deze eeuw. Er werd in vele streken belangrijke vorstschade aan de grasmat geconstateerd. Ook in Maart en April bleef de gemiddelde temperatuur belangrijk beneden normaal, vooral Maart was droog (9 mm tegen 46 mm normaal). In April was de hoeveelheid neerslag normaal. De maanden Mei tot Augustus waren veel te droog en te zonnig voor een goede ontwikkeling van de grasmat; de hooiopbrengst was ver beneden het gemiddelde. Eerst in de herfst trad ten gevolge van meer regen een verbetering in.

1930

Op een vrij zachte winter volgde een droog voorjaar. Er was in die tijd weinig gras, voor welk feit men de (voor het gras) ongunstige weersomstandigheden in het voorafgaande jaar mede verantwoordelijk stelde. Mei en de eerste helft van Juni waren regenrijk; de hooiopbrengst eerste snede was ruim voldoende, hoewel de grasgroei in Juni niet als bijzonder goed beoordeeld werd.

Regenperioden in Juli, Augustus en September verzekerden een goede ontwikkeling van het nagras, zodat de grasgroei over het algemeen genomen in 1930 gunstig beoordeeld werd.

1931

De winter van 1930—1931 was rijk aan neerslag. Maart en April waren droog en vrij koud, het gras ontwikkelde zich traag.

Mei bracht groeizaam (warm en regenrijk) weer. Ook het weer in Juni en in de eerste helft van Juli werd gunstig beoordeeld; de tweede helft van Juli en de maand Augustus brachten wisselend weer, regenachtig met korte perioden van droogte.

Hoewel de grasgroei in het vroege voorjaar als weinig gunstig werd beoordeeld, was de hooiopbrengst eerste snede ten gevolge van het groeizame weer in de periode Mei tot half Juni zeer ruim. De grasgroei werd in de overige maanden van dit jaar als goed beoordeeld.

1932

Op een zachte winter volgde een vrij koud en droog voorjaar, ten gevolge waarvan het gras in zijn ontwikkeling werd geremd. April en Mei brachten veel regen met gemiddeld vrijwel normale temperaturen. Juni was over het geheel genomen droog. Juli bracht gunstig weer, afgewisseld met zware, plaatselijke regenbuien. Augustus was warm en droog, September bracht mooi herfstweer. 1932 staat bekend als een goed grasjaar; de opbrengst van de eerste zowel als die van de tweede snede werd zeer bevredigend genoemd. De weideperiode eindigde vroeger dan normaal ten gevolge van zware regenval.

1933

De zachte winter van 1932—1933 werd gevolgd door vrij droge en koude maanden Maart en April. De eerste helft van Mei was regenrijk, de tweede helft droog en warm.

Deze droogteperiode hield tot ongeveer half Juni aan; in de tweede helft van deze maand viel betrekkelijk veel regen. Juli en Augustus waren zonnig en droog, de naweide had van deze droogte te lijden, de korte regenperiode in Augustus vermocht geen verbetering van blijvende aard in de stand van de grasmat teweeg te brengen. De opbrengst eerste snede was niet groot, de kwaliteit was echter zeer goed.

1934

De winter van 1933—1934 was vrij streng. In Maart was de hoeveelheid neerslag belangrijk boven normaal. April en Mei waren droog en schraal, met enkele korte regenperioden. De zomer was droog en warm, de hooiopbrengst was beneden normaal, de grasgroei was in de zomer slecht, in het najaar, ten gevolge van voldoende

neerslag veel beter. Het zachte weer in de maanden September tot December had tot gevolg dat het vee eerst laat in het jaar op stal werd gebracht (soms eerst in begin December).

1935

De winter was zacht. Temperatuur en neerslag bleken in Maart vrijwel normaal te zijn geweest. Hetzelfde gold, behoudens enige koude dagen, ook voor April. Mei was echter guur en regenachtig de grasgroei werd door dit weer belemmerd; Juni was vochtig en warm en gunstig voor de ontwikkeling van het gras. In Juli en Augustus werd de stand van het gras steeds slechter als gevolg van het droge en warme weer van deze maanden. Door de vele regens in September en October herstelde het gras zich spoedig. De hooiopbrengst eerste snede werd ruim voldoende genoemd, de kwaliteit werd echter als minder goed beoordeeld; een gevolg van het ongunstige weer tijdens en na de oogst, waardoor het hooi te lang op het veld bleef.

1936

De winter van 1935—1936 was vrij zacht met een korte vorstperiode in Februari. Maart bracht gunstig weer. In April en Mei droeg het weer een wisselend karakter, over het algemeen was het vrij koud. Het weer in Juni en de eerste helft van Juli was zeer gunstig voor de grasgroei. De laatste helft van Juli en de maand Augustus waren regenrijk (o.a. zware slagregens).

Gedurende de gehele weideperiode was er volop gras; de hooiopbrengst werd overvloedig genoemd.

1937

Afgezien van een korte vorstperiode in Januari waren de wintermaanden zacht en regenrijk. Ook in Maart was de regenval belangrijk boven normaal. In April en de eerste helft van Mei was het weer vrij gunstig, de tweede helft van Mei bracht veel regen.

Daarop volgden 6 weken met droog en warm weer. Het weer in deze periode werd als minder gunstig voor de grasgroei beoor-

deeld. Op de droge periode volgde een maand waarin verscheidene korte regenperioden voorkwamen. Het jaar 1937 werd over het algemeen als een goed grasjaar beschouwd, vrij hoge hooioogsten werden genoteerd.

1938

De winter bracht weinig vorst; slechts in Februari kwam een korte vorstperiode voor. Februari was droog. Maart bracht zacht weer met weinig regen. De ontwikkeling van het gras begon vroeg en verliep zeer gunstig. De hoeveelheid gras was reeds vroeg in het voorjaar overvloedig; het melkvee kon reeds in de eerste helft van April naar buiten. In April en Mei was de temperatuur gemiddeld iets beneden normaal, er viel weinig neerslag. De grasgroei in deze maanden werd als onvoldoende beoordeeld. Ook in Juni viel betrekkelijk weinig regen. Juli begon met een ruime hoeveelheid neerslag. Voor het weiland werd dit zeer gunstig geacht. Later in de maand werd het warm en droog.

Augustus was warm met plaatselijke regen in de vorm van buien. Het weiland had van de droogte te lijden. Vooral toen ook in September het droge weer aanhield, werd in het midden en zuiden des lands schade van betekenis gemeld.

Door de regens in October herstelde het weiland zich echter spoedig.

1939

Omstreeks half December 1938 begon een strenge vorstperiode, ten gevolge waarvan, mede i.v.m. het ontbreken van een beschermend sneeuwdek), het grasland ernstige schade opliep. Het zonnige weer in de periode eind Maart—begin April bracht enig herstel. Het weer in de volgende periode was echter voor de verdere ontwikkeling niet gunstig; het vee kwam laat in de weide, in vele gevallen moesten voor hooien bestemde percelen worden afgeweid i.v.m. nijpend grasgebrek. De zo zeer gewenste regens gepaard met een milde temperatuur bleven ook in Mei uit.

Einde Mei begon een warme periode met weinig regen.

Het grasland bleef aanzienlijk achter in ontwikkeling; einde

Juni moest het vee zelfs met aardappelen en veekoeken worden bijgevoerd.

In het algemeen kan men dus concluderen, dat gunstig voor een goede hooiopbrengst eerste snede en voor een goede grasgroei is:

a. Een zachte winter.
b. Een mild voorjaar. Vooral is van belang een gemiddelde temperatuur boven normaal in Maart en April (in het bijzonder in verband met een vroege ontwikkeling van het gras), te zamen met het voorkomen van regenrijke perioden.
c. Een regenrijke periode in het tijdvak Mei—begin Juni gepaard aan voor de tijd van het jaar vrij hoge temperatuur.
d. een regenrijke Augustusmaand.
e. Droog zonnig weer in de periode half Juni—half Juli in verband met de kwaliteit van het hooi.

Met deze conclusies is het ideale grasklimaat in grote lijnen gedefinieerd.

Als ongunstig voor een goede hooiopbrengst en voor een goede grasgroei moeten worden geacht:

a. Een strenge langdurige winter (vooral bij afwezigheid van een beschermend sneeuwdek).
b. Een koud voorjaar.
c. Een droge Meimaand.
d. Een droge maand Augustus.

De conclusies, welke in bovenstaande punten zijn neergelegd, danken hun ontstaan aan de jarenlange ervaring die men in de practijk heeft opgedaan.

Uiteraard betreft het hier algemene conclusies, voor speciale omstandigheden (zeer laag-, resp. hooggelegen gronden) zal een ander oordeel gelden. Voor zover wij bij ons onderzoek met „normale graslanden" te maken hebben, zullen wij deze conclusies door het statistisch onderzoek bevestigd moeten zien.

Ten aanzien van het onderzoek betreffende het weer en de melkaanvoer geeft bovenstaand overzicht minder houvast. Voldoende

overzichten om behalve het ideale grasklimaat ook de meest ideale weersomstandigheden voor een goede melkproductie vast te stellen, stonden ons helaas niet ten dienste. Wel komen in de desbetreffende verslagen herhaaldelijk zinsneden voor, die het verband leggen tussen de grasgroei en de melkaanvoer. Dit is begrijpelijk, want vooral in de weideperiode is het vee, wat betreft het voedsel, aangewezen op de hoeveelheid gras welke ter beschikking staat. Alleen voor het eerste gedeelte van de weideperiode gaat deze bewering niet altijd op. Is er nl. in deze tijd niet genoeg gras in de weilanden ter beschikking, dan wordt geprofiteerd van de mogelijkheid het vee in de voor hooiland bestemde percelen te brengen (vandaar ook dat wij, zoals wij reeds elders opmerkten, bij ons onderzoek de melkaanvoer over de maand Mei buiten beschouwing hebben gelaten). Hierdoor zal de melkaanvoer in mindere mate dan de grasgroei, de invloed van ongunstige weersomstandigheden in de voorjaarsmaanden ondervinden.

In de periode na de hooioogst staat de zaak echter geheel anders: het vee is dan uitsluitend aangewezen op de hoeveelheid gras die zich na de hooioogst opnieuw heeft ontwikkeld.

Wij mogen dus verwachten, dat het gedrag der weersfactoren zich, vooral in de periode vóór de hooioogst, duidelijker zal weerspiegelen in de opbrengst eerste snede dan in de totale melkaanvoer per weideperiode. Dit brengt de mogelijkheid met zich mee, dat men bij het onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de melkaanvoer op het eerste gezicht onbegrijpelijke correlaties zal kunnen vinden.

HOOFDSTUK IV

DE GEVOLGDE METHODE

Bij de berekeningen, welke wij voor dit onderzoek uitvoerden, maakten wij gebruik van verschillende, bekende formules. Afleidingen hiervan komen in diverse standaardwerken op statistisch gebied voor, reden waarom wij ze hier niet meer opnemen en ons slechts zullen bepalen tot een bespreking van de gevolgde werkwijze.

Aan de hand van een uitgewerkt voorbeeld zullen wij het gebruik van de belangrijkste formules toelichten.

Bij ons onderzoek gingen wij volgens onderstaand schema te werk:

1. Beoordeeling van de betrouwbaarheid van het cijfermateriaal.
2. Grafische voorstellingen.
3. Stippendiagrammen.
4. Berekening van de trend.
5. Berekening van correlatie- en regressiecoëfficiënten.
6. Opstelling van een (of meer) regressievergelijking(en); toetsing van de basisreeks, zowel als van het cijfermateriaal buiten de basisreeks.

1. *Beoordeling van de betrouwbaarheid van het cijfermateriaal.*

Een deel van het cijfermateriaal betrof melkaanvoercijfers van verschillende zuivelfabrieken. Het was niet mogelijk deze cijfers op hun betrouwbaarheid te toetsen. Een vraag echter, die wij ons in de eerste plaats stelden was, of een gemiddeld aanvoercijfer per koe een betrouwbaar gegeven was en welke middelbare fout aan dit gemiddelde kleefde.

Om een antwoord op deze vraag te kunnen geven, hadden wij moeten beschikken over de dagelijkse productiegegevens van een groot aantal koeien en dan liefst over verschillende jaren. Alvorens te onderzoeken of dergelijke cijfers beschikbaar zouden kunnen

worden gesteld, bewerkten wij enig cijfermateriaal van „De Schothorst" [1]).

Dit cijfermateriaal had betrekking op de dagelijkse melkproductie in 1944, van een dertigtal koeien, welke onder zoveel mogelijk dezelfde omstandigheden verkeerden. Dit is in zekere zin dus cijfermateriaal, dat vergelijkbaar is met dat van de blancoproeven, die wij elders (22) (23) (24) bewerkten.

De waarde van $\sigma_{\bar{x}}$, uitgedrukt in procenten van het gemiddelde, werd berekend bij een steeds toenemend aantal gegevens.

TABEL III

Aantal koeien	Dagtotalen			Decadetotalen			
	1 Mei	1 Juni	1 Juli	Juni I	Juli I	Aug. I	Sept. I
10	7,5	8,1	8,1	8,2	13,3	7,5	8,1
15	6,2	6,9	6,1	6,5	9,6	5,7	6,5
20	5,3	5,2	5,1	4,9	7,2	5,3	5,5
25	5,1	5,0	4,9	4,9	6,3	4,9	4,5
30	—	4,7	4,6	4,8	5,7	4,7	4,7

	Maandtotalen				Seizoentotalen
Aantal koeien	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Juni t/m Sept.
10	7,8	7,4	7,0	8,3	7,5
15	6,2	5,9	5,5	6,5	6,0
20	4,9	4,1	4,6	5,3	4,8
25	4,7	5,0	4,9	5,7	5,0
30	4,6	4,7	4,7	5,3	4,8

Waarde van $\sigma_{\bar{x}}$ % bij toeneming van het aantal gegevens en voor verschillende productie-perioden.

In tabel III hebben wij enige resultaten samengevat.

1) Dit cijfermateriaal werd ons bereidwillig afgestaan door dr Grashuis.

De waarde van $\sigma_{\bar{x}}$ % blijkt (volgens de verwachting) bij vergroting van het aantal cijfers, te dalen. Voor ons is het van belang te constateren, dat de daling gering wordt, wanneer wij meer dan 25 cijfers in de berekening betrekken.

Dit wijst er op, dat een gemiddelde niet noemenswaard betrouwbaarder wordt, wanneer meer dan 25 koeien in de berekening van de gemiddelde productie worden betrokken.

Uiteraard geldt dit resultaat, strikt genomen alleen voor deze cijfers van de Schothorst; het is echter niet aan te nemen, dat bij het in vergelijking hiermede zeer grote aantal koeien, dat aan de berekeningen van onze gemiddelden ten grondslag lag, een sterk afwijkend resultaat gevonden zou worden. Wij hebben dus de gemiddelden, zoals wij die later berekenden, als statistisch nagenoeg zeker beschouwd.

Verder blijkt uit de cijfers van tabel III, dat rekening gehouden moet worden met een minimumwaarde van $\sigma_{\bar{x}}$ van 4,5 à 5 %. Een dergelijke waarde geldt slechts voor het onderzochte cijfermateriaal, de waarde van $\sigma_{\bar{x}}$ % varieert nl. met de grootte van het gemiddelde. Voor vergelijking tussen de verschillende gebieden onderling komt men beter uit met de berekening van de standaardafwijking σ.

Nu lagen de gemiddelde producties van De Schothorst op hetzelfde niveau als de gemiddelden, welke wij voor de Friese gebieden bepaalden; er is dus geen bezwaar tegen, te concluderen, dat aan de gemiddelden voor Friesland een fout van bijna 5 % zal kunnen kleven. Voor de overige gebieden gaat de conclusie niet geheel op, in het bijzonder niet voor het onderzochte gebied in Noordbrabant, waar de gemiddelde melkaanvoer per koe belangrijk lager was.

Berekeningen als bovengenoemd geven dus tweeërlei resultaten:

1. Geven zij aanwijzingen voor het minimale aantal objecten dat in de proef moet worden opgenomen, om een gemiddelde statistisch betrouwbaar te kunnen noemen.
2. Geven zij inlichtingen over de minimum-waarde die de coëfficiënt van variabiliteit kan bereiken.

Beter nog dan uit een tabel zijn conclusies te trekken wanneer men de cijfers grafisch uitzet, zoals in fig. 2 geschied is.

Hoewel in verschillende gevallen wel dagelijkse productiecijfers bekend zijn, hebben deze dan meestal betrekking op een te gering aantal koeien. Verder beschikken de plaatselijke fok- en contrôleverenigingen wel over dagproducties van in de contrôle opgenomen koeien, doch de contrôle geschiedt meestal eenmaal per 2 of 3 weken, zodat het cijfermateriaal te heterogeen wordt. De productiegegevens van stamboekvee zijn evenmin geschikt, omdat het hierbij een speciale groep dieren betreft met bijzondere qualiteiten.

Het monster geeft dan geen betrouwbaar beeld van het universum.

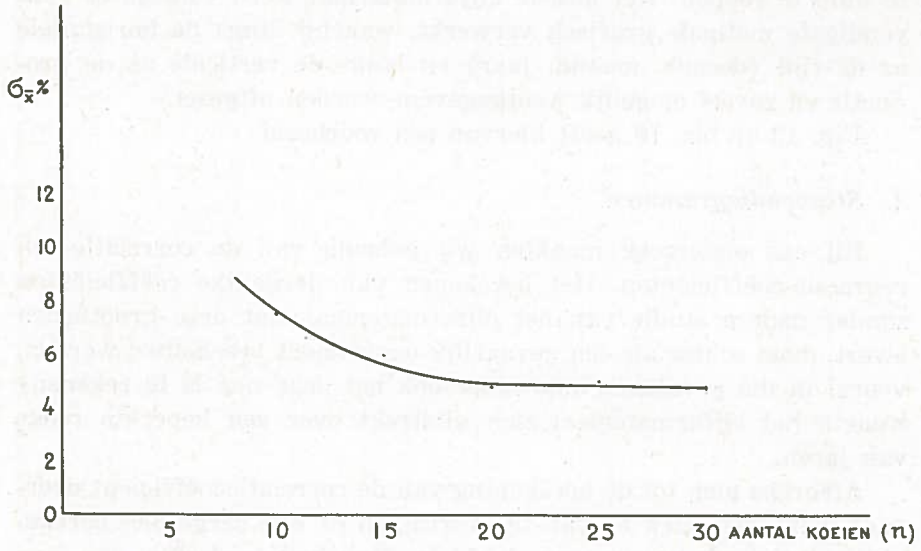

Fig. 2. Het verband tussen $\sigma_{\bar{x}}$ % en het aantal (n).

Een onderdeel van het cijfermateriaal had betrekking op de gras- (hooi-) opbrengst. Wil men met deze cijfers dergelijke berekeningen uitvoeren, dan is het noodzakelijk over de opbrengstgegevens van de afzonderlijke percelen te beschikken. Ook deze waren niet in voldoende mate aanwezig. Ons stonden slechts de per gemeente opgegeven opbrengsten ter beschikking. De betrouwbaarheid van de gegevens is in zoverre getoetst, dat deze cijfers grafisch werden uitgezet over een zo groot mogelijk aantal gemeenten uit het betrokken gebied. Voor de bepaling van het streekgemiddelde werden alleen die

reeksen gebruikt die goed met elkaar overeenstemden. Bij deze beoordeling werd speciaal gelet op de opbrengsten in bijzonder goed of slecht bekend staande jaren.

2. *Grafische voorstellingen.*

Hierover kunnen wij kort zijn. Het spreekt vanzelf, dat een dergelijk uitgebreid cijfermateriaal zeer onoverzichtelijk wordt, wanneer men het in tabellen rangschikt. Teneinde het nodige overzicht te verkrijgen, is het noodzakelijk een of andere grafische methode te hulp te roepen. Het meeste cijfermateriaal werd volgens de eenvoudigste methode grafisch verwerkt, waarbij langs de horizontale as de tijd (decade, maand, jaar) en langs de verticale as de productie en zoveel mogelijk weergegevens werden uitgezet.

Fig. 13 op blz. 79 geeft hiervan een voorbeeld.

3. *Stippendiagrammen.*

Bij ons onderzoek maakten wij gebruik van de correlatie- en regressie-coëfficiënten. Het berekenen van dergelijke coëfficiënten zonder nadere studie van het cijfermateriaal, dat deze grootheden levert, moet echter als een gevaarlijk experiment beschouwd worden, vooral in die gevallen (waaronder ook het onze nog is te rekenen) waarin het cijfermateriaal zich uitstrekt over een beperkte reeks van jaren.

Alvorens men tot de berekening van de correlatiecoëfficiënt overgaat dient men zich er van te overtuigen of een dergelijke berekening, statistisch bezien, geoorloofd is. Men krijgt slechts dan een goed beeld van de correlatie, wanneer voldaan wordt aan de eis, dat de frequentie-verdeling voor beide variabelen goed aansluit bij de ideale verdeling volgens Gauss.

Een voldoend betrouwbaar oordeel hieromtrent verkrijgt men door de te correleren cijferreeksen grafisch voor te stellen in een z.g. stippendiagram.

Op de horizontale as zet men uit de veronderstelde onafhankelijk variabele (in ons geval dus meestal een weersfactor), op de verticale as de afhankelijk variabele (melkaanvoer of grasproductie).

In het stippendiagram stelt elke stip dus een jaar voor.

fig. 3a

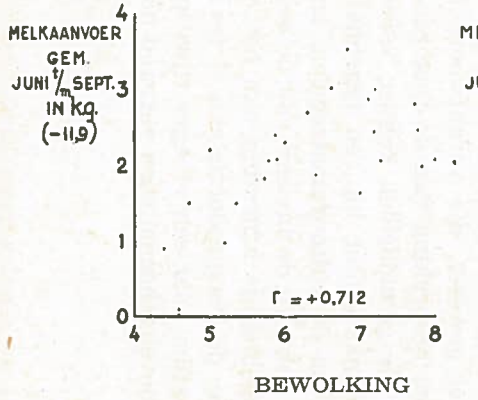

fig. 3b

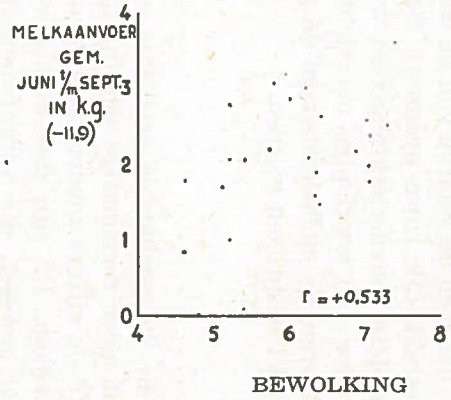

fig. 3c

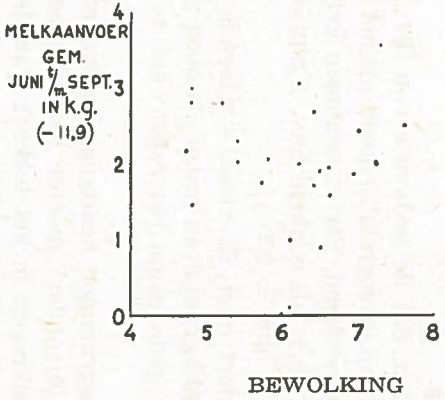

Fig. 3. Stippendiagrammen.

a) Het verband tussen de bewolking in Juli II + III (in tiende delen) en de melkaanvoer te Tzum (in kg per koe en per dag gemiddeld over de periode Juni tot en met September).
b) Idem voor de periode Mei I + II.
c) Idem voor de periode April III + Mei I.

In figuur 3a, 3b en 3c zijn enkele voorbeelden van dergelijke stippendiagrammen opgenomen.

Opgemerkt moet nog worden, dat de gedaante van de „stippenwolk" eerst dan een juist beeld van de correlatie geeft, als het stippendiagram op de juiste schaal is getekend. Strikt genomen krijgt men alleen een juist beeld als op de abcis als eenheid bijv. 1 mm = 0,1 σ_x gebruikt is, en op de ordinaat 1 mm = 0,1 σ_y.

Voor practisch werk benadert men dit ideaal voldoende door er naar te streven, dat de stippendiagram even breed als hoog genomen wordt. Dit laatste is door ons gedaan om het rekenwerk te vereenvoudigen.

Het tekenen van stippendiagrammen heeft nog het voordeel, dat direct blijkt welke jaren als „bijzonder" moeten worden beoordeeld.

Heeft men enige routine gekregen in het tekenen van dergelijke stippendiagrammen dan blijkt, dat men de waarde van de correlatiecoëfficiënt (althans binnen betrekkelijk ruwe grenzen) behoorlijk nauwkeurig kan schatten. Van deze wetenschap maakten wij dankbaar gebruik bij het samenstellen van voorlopige overzichten over de samenhang tussen weersfactoren, de melkaanvoer en de grasproductie, zoals deze in Hst. V en VI besproken worden.

4. *Trendvereffening.*

Indien blijkt, dat de lijn, die de gemiddelde productie aangeeft, door de jaren heen een min of meer regelmatige stijging of daling vertoont, is het niet geoorloofd de cijfers zonder meer in de correlatie-regressie-analyse te betrekken. Er zijn dus blijkbaar andere dan weersfactoren in het spel geweest, die verantwoordelijk zijn voor een dergelijk verloop. Een bespreking van de factoren die een regelmatige toe- of afneming der gemiddelden kunnen veroorzaken, ligt niet op onze weg. Men denkt echter bij een regelmatige toeneming aan een verbetering van de cultuurmaatregelen, en in ons geval van melkaanvoercijfers ook aan de invloed van de selectie en van de hygiëne en bij een regelmatige afneming aan het optreden van ziekten, en in ons geval van de grasproductie aan de invloed van de verschuiving van de maaidatum naar een vroeger tijdstip.

Aangezien een verloop als bovengenoemd geen verband houdt met

de weersomstandigheden (dit is althans niet aannemelijk) moet het cijfermateriaal een correctie ondergaan. Deze correctie komt hierop neer, dat men de trend (aangroeiingssnelheid) bepaalt tussen de reeks opbrengstcijfers en een rij getallen, welke laatste jaarlijks met één eenheid opklimmen. Vervolgens wordt de regressiecoëfficiënt berekend, welke dient als correctiefactor voor de gehele reeks.

Bij deze bewerking gaat men dus uit van de veronderstelling, dat de veranderingen welke de regelmatige stijging of daling ten gevolge hebben, zich geleidelijk voltrekken.

In ons cijfermateriaal konden wij geen invloed vinden van sprongsgewijze veranderingen, reden waarom wij in die gevallen dat trendvereffening nodig geacht werd, deze zonder bezwaren hebben toegepast. Wij gebruikten de methode Wallen (29) die Frankena ook bij de bespreking van zijn onderzoek inzake de samenhang tussen het weer en de opbrengst en het gehalte van suikerbieten (dissertatie 1932) toepaste.

Daar Frankena een duidelijk voorbeeld van de te volgen rekentechniek geeft, meenden wij dit hier achterwege te kunnen laten.

Bij ons onderzoek bleek, dat op de melkaanvoercijfers in de meeste gevallen geen trendcorrectie behoefde te worden toegepast; in de grasopbrengsten bleek vaak een regelmatige daling te constateren te zijn, die trendcorrectie noodzakelijk maakt. Deze regelmatige daling kan verklaard worden uit de verschuiving van de hooitijd naar een vroegere datum in het jaar.

5. *Berekening van correlatie- en regressiecoëfficiënten.*

Tot het berekenen van correlatie- resp. regressiecoëfficiënten werd eerst overgegaan, indien uit het algemene verloop van de stippen van het stippendiagram de conclusie werd getrokken, dat er inderdaad enig verband tussen de beide variabelen bestond. Bij ons onderzoek ging het echter niet om het verband tussen twee variabelen (waarvan de ene een opbrengst vertegenwoordigde) doch tussen drie of vier. Naast de totale correlaties ging het er dus om, ook de partiële- en uiteindelijk de collectieve correlatiecoëfficiënt te bepalen.

De berekeningen welke moesten worden uitgevoerd, hebben wij samengevat in de uitslaande bladzijde achter in deze publicatie.

Daarnaast willen wij nog enkele opmerkingen maken.

a. Allereerst willen wij er op wijzen, dat de correlatiecoëfficiënt (r) slechts een (al of niet statistisch betrouwbaar) verband tussen twee kenmerken in een cijfer vastlegt. Over de aard van de afhankelijkheid van het ene kenmerk ten opzichte van het andere wordt men bij de berekening van r niet ingelicht, hiertoe berekene men de regressie-coëfficiënt.

b. Voor de berekening van de totale correlaties maakten wij gebruik van de quadraatsommen der afwijkingen, welke werden bepaald volgens de in de uitslaande bladzijde aangegeven methode. Deze berekeningswijze werd toegepast om zoveel mogelijk fouten in de waarde van r (ten gevolge van afrondingen) te voorkomen. Het gebruik van een rekenmachine ondervangt het eventuele bezwaar van het werken met grotere getallen.

c. De betekenis van de partiële correlaties willen wij in het kort toelichten.

Wanneer de index 1 gebruikt wordt om de opbrengst aan te duiden en de indices 2 en 3 voor twee weersfactoren dan geeft $r_{12.3}$ aan, de waarde van de partiële correlatie tussen de opbrengst en de weersfactor (2), terwijl de weersfactor (3) als constant wordt aangenomen.

Men kan zich de betekenis van de partiële correlatie wellicht het eenvoudigste als volgt voorstellen: men denke zich een zeer groot cijfermateriaal, dus in ons geval 3 lange kolommen cijfers. Uit de derde kolom zoekt men nu de gelijke getallen. Zodoende selecteert men dus een reeks drietallen waarvan het laatste cijfer steeds hetzelfde is.

Van deze reeks bepaalt men nu de correlatie tussen de cijfers van kolom 1 en kolom 2.

In de practijk is deze methode natuurlijk maar zelden toe te passen. Een formule welke voor de waarde van $r_{12.3}$ af te leiden is, helpt ons dan om toch de waarde van de partiële correlatie te vinden.

Bij de bespreking van het uitgewerkte voorbeeld zullen wij de

gelegenheid hebben, nader op de betekenis van de partiële correlaties terug te komen.

Wij willen thans overgaan tot de bespreking van een uitgewerkt voorbeeld. De berekeningen hebben wij samengevat op de uitslaande bladzijde achter in deze publicatie.

In tabel 1 is het gebruikte cijfermateriaal weergegeven. Ter vereenvoudiging van het rekenwerk zijn de originele cijfers met een vast (onder de tabel opgegeven) bedrag verminderd. Allereerst worden de totale correlaties (de correlaties tussen twee veranderlijken) berekend. Het resultaat is weergegeven in tabel 2.

Gemakshalve doet men goed, de later te gebruiken standaardafwijkingen (tabel 3) thans reeds te berekenen.

Zou men op grond van deze correlaties conclusies willen trekken, dan zou men concluderen tot:

a. Een betrouwbaar negatief verband tussen melkaanvoer en temperatuur.
b. Een betrouwbaar positief verband tussen melkaanvoer en bewolking.
c. Idem tussen melkaanvoer en aantal regendagen.

Vervolgens worden de partiële correlaties bepaald.

Beziet men de waarde van deze correlatiecoëfficiënten, dan blijkt duidelijk welk een verkeerd beeld van de werkelijkheid men zich kan vormen, indien men volstaat met de berekening van de totale correlaties.

Zo vonden wij voor $r_{1,2}$ een waarde van —0,636.

Wij hadden dus de correlatie bepaald tussen de melkaanvoer en de temperatuur, bij welke berekening wij de overige weersfactoren vrij spel hadden gelaten. Wordt de invloed, die de beide factoren 3 en 4 op de correlatie tussen de factoren 1 en 2 hebben, uitgeschakeld, m.a.w. berekenen wij de waarde van $r_{12.34}$ dan blijkt de correlatie tussen melkaanvoer en temperatuur (hoewel nog negatief) zeer belangrijk lager te zijn ($r_{12.34}$ = —0,158). Schakelen wij alleen de invloed van de factor bewolking uit ($r_{12.3}$) dan wordt de correlatie tussen de factoren 1 en 2 tevens lager; hetzelfde geldt als de invloed van de 4e factor wordt uitgeschakeld.

Onze conclusie moet dus blijkbaar luiden:

Het is niet de temperatuur als zodanig, die nauw samenhangt met de melkaanvoer; de invloed die de beide andere factoren op de temperatuur hebben (nauwe onderlinge correlatie), doet ten onrechte een betrouwbare correlatie tussen melkaanvoer en temperatuur veronderstellen. Wij kunnen de zaak ook als volgt voorstellen.

Er bestaat een (geringe) negatieve correlatie van de melkaanvoer met de temperatuur in de beschouwde periode. Deze correlatie wordt versterkt door de invloed welke de weersfactoren x_3 en x_4 op de temperatuurfactor hebben en waaruit een betrouwbare correlatie tussen de factoren x_1 en x_2 resulteert.

Het bestaan van een zekere onderlinge correlatie tussen de weersfactoren doet de waarde der partiële correlaties ten opzichte van de totale correlaties dalen.

Bij het onderzoek naar de hoogste collectieve correlatie (R) moeten dus die correlatiecoëfficiënten in de berekening worden betrokken, tussen welke de onderlinge correlatie zo hoog mogelijk is.

Wij spreken in navolging van Prof. van Uven, van de collectieve correlatiecoëfficiënt (R).

De correlatie, die tussen de melkaanvoer enerzijds en de combinatie der weersfactoren anderzijds bestaat, kan gemakkelijk worden bepaald, nu de partiële correlaties bekend zijn. De waarde van R is een maat voor de nauwkeurigheid, waarmede x_1 is te berekenen uit x_2, x_3 en x_4.

Gezien het feit dat de waarde van $r_{12,34}$ klein is, mag het in dit geval weinig uitmaken als wij voor de berekening van R slechts gebruik hadden gemaakt van de factoren x_3 en x_4. Dit is inderdaad zo, want als de waarde van $R_{1,34}$ berekend wordt volgens:

$1-R^2_{1,34} = (1-r^2_{1,3})(1-r^2_{14,3})$, vinden wij $R_{1,34} = 0{,}818$, terwijl $1-R^2_{12,34} = (1-r^2_{14})(1-r^2_{13,4})(1-r^2_{12,34}) = 0{,}822$.

Uit het feit, dat elke factor in het tweede lid positief is en kleiner dan 1 volgt zonder meer, dat het eerste lid kleiner wordt naarmate er in het tweede lid meer factoren bijkomen. R^2 (en dus ook R) wordt dus steeds groter, en is bovendien ook steeds groter dan de grootste r uit het tweede lid.

R nadert tot 1 wanneer meer variabelen in het onderzoek worden betrokken, maar ook indien het aantal waarnemingen (n) kleiner wordt. Dit laatste is gemakkelijk aan te tonen:

Wij nemen even aan, dat de eigenschap x_1 geheel onafhankelijk is van de factoren x_2, x_3 en x_4. In werkelijkheid moeten dus r_{12} r_{13} .... r_{23} r_{24} .... de waarde 0 opleveren.

Bij een gering aantal waarnemingen zal ten gevolge van zekere altijd aanwezige storingen de waarde der correlatiecoëfficiënten niet gelijk aan 0 zijn, hoe groter het aantal n, hoe meer r tot de waarde 0 zal naderen en hoe kleiner n hoe meer r van 0 zal kunnen afwijken.

De partiële correlaties, welke voor de berekening van R gebruikt worden zullen kleiner zijn dan de waarden van de totale correlaties (ten gevolge van onderlinge correlatie) wat weer een grotere waarde van R ten gevolge heeft. Hoe meer variabelen en hoe minder waarnemingen des te groter de waarde van R.

Hoewel dus bij het invoeren van meer variabelen de schijn van een grotere betrouwbaarheid wordt gewekt, wordt het resultaat in werkelijkheid minder betrouwbaar.

6. *Het opstellen van een (of meer) regressievergelijking(en); toetsing van de basisreeks en van cijfermateriaal buiten deze reeks.*

Bij onze berekeningen zochten wij bij elk geval eerst naar de hoogste collectieve correlatiecoëfficiënt; men is dan direct georiënteerd over de vraag in hoeverre uit de berekeningen betrouwbare en voor de practijk bruikbare conclusies te trekken zijn.

De regressie-coëfficiënten, behorende bij de partiële correlaties die voor de berekening van de collectieve correlatiecoëfficiënt dienden, leveren even zovele termen voor de regressievergelijking (zie uitslaande blz.). Het opstellen van de regressievergelijking is dus een eenvoudige zaak.

Deze vergelijking kan men nu in de eerste plaats gebruiken om met behulp van de bekende weergegevens, de gemiddelde melkaanvoer te berekenen voor elk van de jaren die voor de berekening gebruikt werden (de z.g. basisreeks). In de kolom x^* zijn de aanvoercijfers gegeven die met behulp van de regressievergelijking berekend

werden. Dit is dus in zekere zin een contrôle op de betrouwbaarheid van de gevonden waarde van R. Als de uit de regressievergelijking berekende waarden goed overeenstemmen met de oorspronkelijke getallen, mag men aannemen, dat de berekende regressies voldoende geldigheid hebben om ook voor jaren buiten de basisreeks (onder overigens gelijkblijvende omstandigheden) met een redelijke kans op succes een voorspelling ten aanzien van de te verwachten melkaanvoer op te maken. De berekende en de werkelijke opbrengst zijn grafisch uitgezet in figuur 17 op blz. 96.

Dat ook in de basisreeks de berekende- en de werkelijke opbrengst niet steeds geheel met elkaar overeenstemmen is mede het gevolg van het feit, dat niet alle weersfactoren in het onderzoek zijn betrokken en van het feit dat in bepaalde jaren ook andere dan weersfactoren een zekere invloed uitgeoefend kunnen hebben.

Bij de beoordeling van al of niet voldoende overeenstemming tussen berekende- en werkelijke waarde dient men rekening te houden met de standaardafwijking van R.

Voor lage waarden van R benadert de verdeling van R de normale en kan de formule:

$$\sigma_R = \frac{1-R^2}{\sqrt{n-2}}$$

gebruikt worden.

Voor hogere waarden van R wijkt de verdeling echter sterk van de normale af en is de bovengenoemde formule van σ_R niet bruikbaar.

Om de niet normale verdeling van R te transformeren in een normale, gebruikt F i s h e r (30) de formule

$$z = {}^1/_2 \log \frac{1+R}{1-R}$$

De standaardafwijking van z wordt berekend volgens:

$$\sigma_r = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

Al naar de nauwkeurigheid waarmee men wenst te werken, kan men bepalen welke afwijkingen men nog toelaatbaar acht.

In ons geval, waarbij wij moesten aannemen, dat aan het gemiddelde een fout kleefde van ongeveer 5 %, hebben wij de nog toelaatbare afwijking gesteld op eveneens ongeveer 5 %.

Afgezien van het opwerpen van een of andere betrouwbaarheidsdrempel kan het voor de practijk van veel belang zijn te weten in hoeverre de „richting" waarin de te verwachten opbrengst zich zal gaan bewegen juist is. Het is voor de practijk vaak belangrijker te weten of een opbrengst of melkaanvoer belangrijk boven- of beneden het gemiddelde zal uitvallen, dan dat men op enkele % nauwkeurig een schatting kan maken van hetgeen te verwachten is.

Is uit een vergelijking van de berekende en de werkelijke cijfers komen vast te staan, dat er geen reden is om aan de practische bruikbaarheid van de regressievergelijking te twijfelen, dan zal men kunnen overgaan tot het maken van voorspellingen over de jaren die niet in de basisreeks zijn betrokken. Wij hebben dergelijke voorspellingen voor enkele, overigens niet bijzonder voor dit doel geschikte jaren opgemaakt. Wij moesten nl. ter wille van de betrouwbaarheid zoveel mogelijk jaren in de basisreeks betrekken, slechts enkele oorlogs- en na-oorlogse jaren bleven voor verdere contrôle over. Wij moesten ons dus tevreden stellen met een oordeel te vellen over de juistheid van de getroffen „richting". Alvorens echter een voorspelling voor een toekomstig jaar in grote kring onder de aandacht te brengen, is het noodzakelijk de regressievergelijkingen nauwkeurig te toetsen.

HOOFDSTUK V

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE SAMENHANG TUSSEN HET WEER EN DE HOOIOPBRENGST EERSTE SNEDE

In hoofdstuk II werd medegedeeld, op welke wijze het beschikbare cijfermateriaal werd bewerkt, teneinde zoveel mogelijk na te gaan in hoeverre dit geschikt was voor verdere bewerking.

Verder werden aan de hand van de overzichten welke wij in hoofdstuk II gaven, enkele conclusies getrokken, waarvan de waarde als veeljarig ervaringsfeit wel vaststaat.

Het doel van de statistische bewerking was nu in de eerste plaats na te gaan, in hoeverre de resultaten daarvan in goede overeenstemming zouden zijn met de ervaringen van de practijk.

Zou de conclusie moeten luiden, dat de overeenstemming onvoldoende was, dan zou dit erop wijzen, dat de gebruikte statistische methode niet de juiste was. Zouden wij daarentegen vinden, dat de overeenstemming voldoende was, dan zou dit ten gunste van de gevolgde methode pleiten, waardoor men dan tevens de resultaten van het melkonderzoek (hoofdstuk VI) als meer betrouwbaar zou gaan beoordelen.

Teneinde zoveel mogelijk aansluiting te verkrijgen met het cijfermateriaal dat voor het „melkonderzoek" diende, werd getracht de opbrengstcijfers der eerste snede te betrekken uit dezelfde gemeenten waarvan cijfermateriaal betreffende de melkaanvoer ter beschikking stond.

Helaas bleek dit niet steeds mogelijk. Eensdeels waren de reeksen te kort, anderdeels bleken de gegevens niet altijd betrouwbaar genoeg. Wel bleek het mogelijk veeljarige reeksen cijfers te verkrijgen, afkomstig van gemeenten welke in de nabijheid van een der in hoofdstuk VI te noemen zuivelfabrieken waren gelegen.

Allereerst werd in oriënterende berekeningen nagegaan van welke

weersfactoren men de beste resultaten zou mogen verwachten. Dit bleken te zijn de factoren:

dagen met ten minste 1,0 mm neerslag,
bewolking,
temperatuur (gem. overdagtemperatuur).

De totale hoeveelheid neerslag bleek van veel minder belang te zijn. Dit is begrijpelijk, als men bedenkt om welk een variabele factor het hier gaat. Eenzelfde hoeveelheid neerslag (per maand b.v.) kan soms in enkele dagen vallen, doch ook meer regelmatig over de maand verdeeld zijn. Het is duidelijk dat in deze gevallen het effect op het gewas zeer verschillend kan zijn. Vooral na een droge tijd zal veel van het regenwater, als het in stortbuien valt, niet aan het gewas ten goede komen.

Het aantal dagen met ten minste 0,1 mm neerslag bleek eveneens minder belangrijk. Dit is wellicht een gevolg daarvan, dat in nachten waarin dauw is opgetreden, de neerslag als 0,1 mm wordt opgegeven, waardoor deze dag als een regendag geteld wordt. Dergelijke kleine hoeveelheden neerslag komen vrijwel niet aan de plant ten goede. Het aantal dagen met ten minste 1,0 mm neerslag, geeft een vrij goede indicatie hoe het weer geweest is.

De zonneschijn kon in onze berekeningen moeilijk worden betrokken, wegens het ontbreken van zonneschijnwaarnemingen in verschillende streken waaruit het cijfermateriaal werd ontvangen. In plaats daarvan kozen wij de bewolking.

Voor de temperatuur kozen wij de gemiddelde overdagtemperatuur, berekend uit de driemaal-daagse waarnemingen te 8, 14 en 19 uur middelbare plaatselijke tijd.

De temperatuur kan men op velerlei wijzen in rekening brengen o.a. als gemiddelde minimum-temperatuur, gemiddelde maximum-temperatuur, aantal dagen met een temperatuur boven een bepaalde waarde, gemiddelde amplitude der dagelijkse maximum- en minimum-temperatuur e.d. Voor een goed inzicht in de correlatie tussen temperatuur en grasgroei en -opbrengst is echter het ter beschikking staan van gegevens ter plaatse een eerste vereiste, o.m. van grondtemperaturen. Deze waren echter niet bekend, wij moesten ons dus behelpen met de temperaturen gemeten op 2.20 m hoogte en gemeten

op vrij grote afstanden van de plaats vanwaar cijfermateriaal betrokken werd. Gezien deze onvolkomenheid van het cijfermateriaal werden de genoemde variaties op deze factor niet onderzocht.

De gemiddelde overdagtemperatuur werd in ons onderzoek gebruikt omdat gebleken is, dat het gemiddelde van de drie waarnemingen op deze tijden de werkelijk ontvangen hoeveelheid warmte het beste benadert.

Het onderzoek werd uitgevoerd volgens het in Hoofdstuk IV besproken schema. De resultaten willen wij streeksgewijs de revue laten passeren.

A. *Friesland.*

Voor deze provincie bleek, dat voor het gebied in de omgeving van Tzum voldoende betrouwbaar cijfermateriaal beschikbaar was, voor de andere in Hoofdstuk VI te bespreken gebieden bleken de reeksen te kort om bij statistische bewerking tot betrouwbare resultaten te kunnen leiden.

Voor de bepaling van de gemiddelde opbrengst eerste snede werd gebruik gemaakt van cijfermateriaal van de gemeenten Baarderadeel, Menaldumadeel, Franekeradeel en Barradeel. De weercijfers waren afkomstig van het station Leeuwarden.

De reeks omvatte 25 jaren t.w. van 1911 t/m 1915 en van 1920 t/m 1939. Uit de grafische voorstelling bleek, dat de opbrengst in de loop der jaren vrij regelmatig daalde.

De trendcorrectie leverde een waarde van $b_{yx} = -0{,}695$. Dit wil dus zeggen dat de opbrengst gemiddeld per jaar in de beschouwde periode achteruit is gegaan met een bedrag van 69,5 kg/ha. Deze daling kan verklaard worden uit het vervroegen van het tijdstip van maaien in de loop van de jaren sedert 1911.

Het verschil in hooitijd tussen vroeger en nu kan men, volgens ingewonnen informaties, stellen op ongeveer 3 weken.

Verwacht mag worden dat door een toeneming van het gebruik van kunstmest (stikstof) de daling in de opbrengt eerste snede voor een deel gecompenseerd is, in wezen moet dus de invloed van het vroeger maaien op de grootte van de opbrengst eerste snede groter geacht worden.

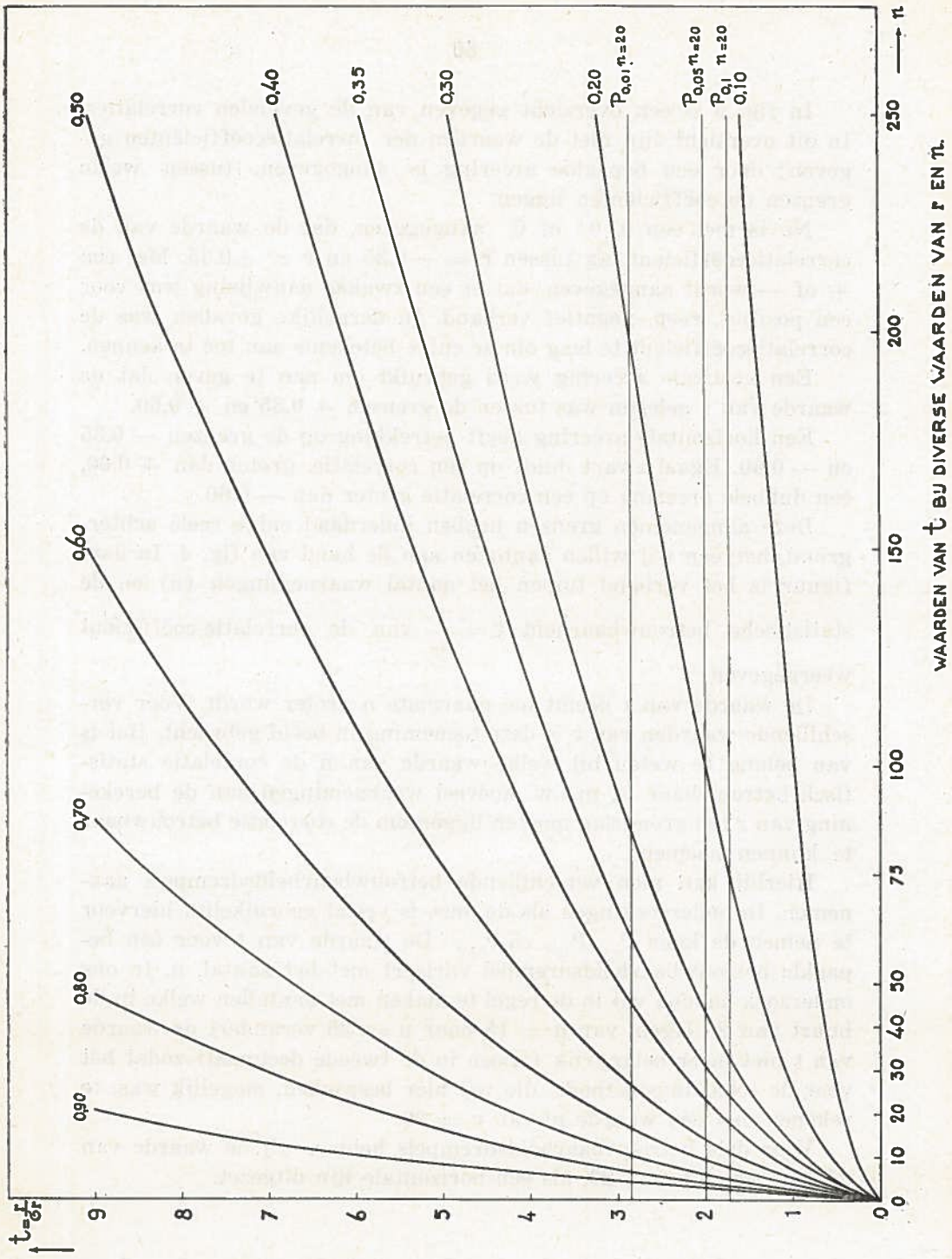

Fig. 4. Het verband tussen het aantal waarnemingen (n) en de zekerheidscoëfficient $t = r/\sigma_r$ voor verschillende waarden van r.

In fig. 5 is een overzicht gegeven van de gevonden correlaties. In dit overzicht zijn niet de waarden der correlatiecoëfficiënten gegeven; door een bepaalde arcering is aangegeven, tussen welke grenzen de coëfficiënten liggen.

Nu is met een 0, 0^+ of 0^- aangegeven, dat de waarde van de correlatiecoëfficient lag tussen $r = -0{,}35$ en $r = +0{,}35$. Met een + of — wordt aangegeven, dat er een zwakke aanwijzing was voor een positief, resp. negatief verband. In dergelijke gevallen was de correlatiecoëfficient te laag om er enige betekenis aan toe te kennen.

Een verticale arcering werd gebruikt om aan te geven dat de waarde van r gelegen was tussen de grenzen + 0,35 en + 0,60.

Een horizontale arcering heeft betrekking op de grenzen — 0,35 en — 0,60. Egaal zwart duidt op een correlatie, groter dan + 0,60, een dubbele arcering op een correlatie groter dan — 0,60.

Deze aangenomen grenzen hebben inderdaad enige reele achtergrond, hetgeen wij willen aantonen aan de hand van fig. 4. In deze figuur is het verband tussen het aantal waarnemingen (n) en de statistische betrouwbaarheid $t = \frac{r}{\sigma_r}$ van de correlatie-coëfficiënt weergegeven.

De waarde van t neemt toe naarmate n groter wordt. Voor verschillende waarden van r is deze toeneming in beeld gebracht. Het is van belang te weten bij welke waarde van n de correlatie statistisch betrouwbaar is, m.a.w. hoeveel waarnemingen aan de berekening van r ten grondslag moeten liggen om de correlatie betrouwbaar te kunnen noemen.

Hierbij kan men verschillende betrouwbaarheidsdrempels aannemen. In onderzoekingen als de onze is veelal gebruikelijk hiervoor te nemen de kans $P_{0,1}$, $P_{0,05}$, en $P_{0,01}$. De waarde van t voor één bepaalde betrouwbaarheidsdrempel varieert met het aantal, n. In ons onderzoek hadden wij in de regel te maken met aantallen welke in de buurt van 20 lagen, van $n = 15$ naar $n = 25$ verandert de waarde van t niet meer belangrijk (alleen in de tweede decimaal) zodat het voor de schattingsmethode, die wij hier bespreken, mogelijk was, te rekenen met één waarde nl van $n = 20$.

Voor drie betrouwbaarheidsdrempels hebben wij de waarde van t behorende bij $n = 20$, als een horizontale lijn uitgezet.

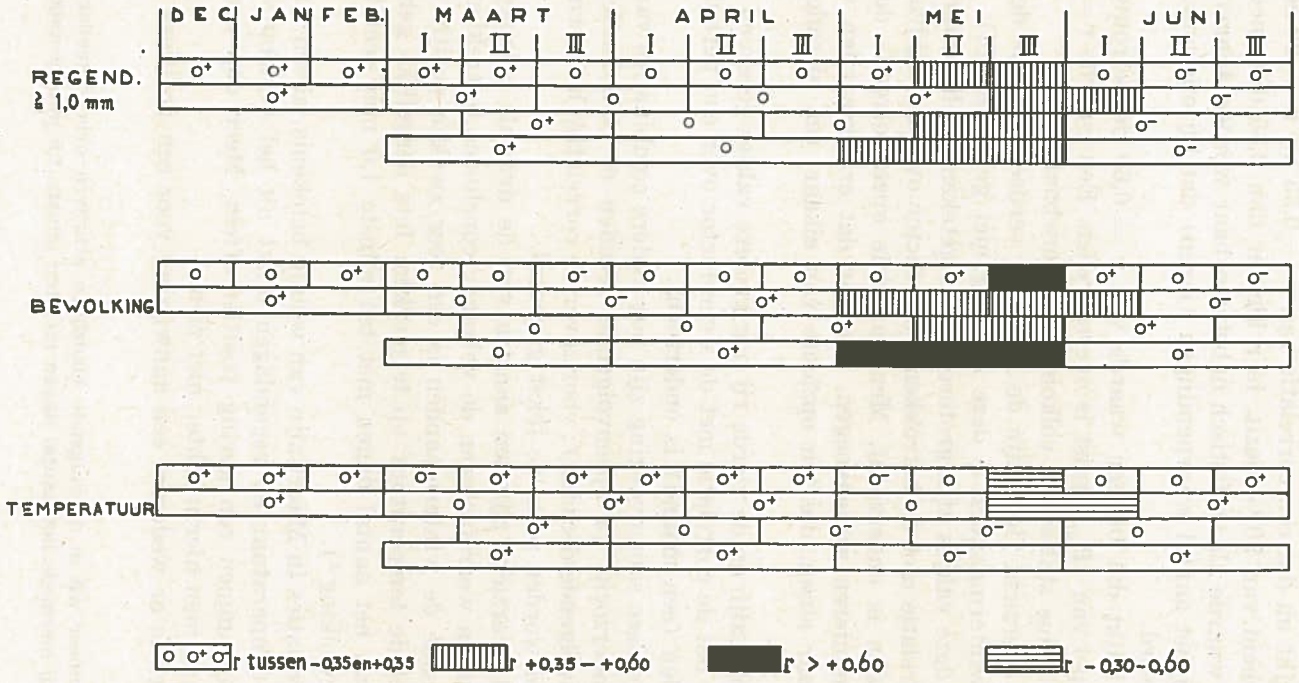

Fig. 5. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de hooiopbrengst in Friesland.

Het blijkt nu dat een correlatie van r = 0,35 bij n = 20 een betrouwbaarheid van 90 % bezit. Is r kleiner dan 0,35 dan moet een dergelijke waarde als statistisch onbetrouwbaar worden aangemerkt, althans bij het aantal waarnemingen (jaren) dat bij ons onderzoek gebruikt werd.

Verder blijkt dat bij een waarde van r = 0,60 de betrouwbaarheidsdrempel van $P_{0,01}$ juist is overschreden. Een waarde r = 0,60 of groter is dus statistisch volkomen betrouwbaar.

In het overzicht fig 5 zijn de maanden verdeeld in drie decaden (voor de wintermaanden is deze indeling niet gehandhaafd).

Onder deze vakjes zijn grotere vakjes getekend welke aanduiden dat de correlatie met de betrokken weersfactor over een tijdvak van twee decaden is onderzocht. Men kan drie opeenvolgende decaden op twee manieren samenvoegen, vandaar dat er twee rijen vakjes onder elkaar staan, die ten opzichte van elkaar een decade verspringen.

Ten slotte zijn op de vierde rij nog grotere vakjes getekend welke aanduiden dat de correlatie met de weersfactor over een periode van drie decaden (een maand) is onderzocht.

Behalve deze samenvoeging zijn nog andere combinaties van tijdvakken onderzocht (4 opeenvolgende decaden of combinaties van niet opeenvolgende decaden) ; voor zover de correlaties het vermelden waard zijn worden ze in de tekst genoemd.

Uit dit overzicht zijn ten aanzien van de drie als belangrijkste te qualificeren weersfactoren de volgende conclusies te trekken.

Gedurende de wintermaanden is een zeer zwakke positieve correlatie met de temperatuur op te merken. Iets dergelijks geldt ten aanzien van het aantal dagen met ten minste 1,0 mm neerslag en met de bewolking [1]).

De correlaties in Maart zijn van weinig betekenis, alleen ten aanzien van temperatuur en regendagen blijkt uit het verloop van de stippendiagrammen een gering positief effect. Meer dan een aanwijzing mag men hierin echter niet zien.

In April is er wederom een aanwijzing voor een positieve corre-

---

1) Wanneer wij in de volgende bladzijden schrijven over regendagen dan bedoelen wij hiermede het aantal dagen met ten minste 1,0 mm neerslag.

latie tussen temperatuur en opbrengst. Voor de beide andere weersfactoren werden geen correlaties van enige betekenis gevonden.

In de maand Mei tot in de eerste decade van Juni werden belangrijke correlaties gevonden voor regendagen en bewolking.

De correlaties met de temperatuur geven een aanwijzing voor het bestaan van een negatief verband (in de periode eind Mei—begin Juni krijgen ze zelfs enige betekenis) en zijn in overeenstemming met de positieve correlaties met de beide andere weersfactoren.

In Juni werden verder geen correlaties van enige betekenis gevonden, hetgeen begrijpelijk is, want het gras is dan volgroeid, de hooitijd valt in deze periode. De belangrijke correlaties werden dus gevonden in het tijdvak, dat door de practijk als de belangrijke periode wordt aangegeven.

De correlaties met de afzonderlijke weersfactoren zijn nu in de berekening van de *collectieve correlatiecoëfficiënt* R te betrekken. Het aantal mogelijkheden voor de berekening van de waarde van R is uiteraard vrij groot. Wij geven hier alleen de hoogste waarde van R die bij onze berekeningen gevonden werd.

Als hoogste waarde van R vonden wij

$$R = 0{,}703.$$

met als bijbehorende regressievergelijking:

$$x_1 = -0{,}11\ x_2 + 0{,}31\ x_3 + 3{,}98\ x_4 + 5{,}08,$$

waarin x_1 = hooiopbrengst eerste snede in 100 kg/ha,
x_2 = temperatuur (Mei III + Juni I),
x_3 = regendagen (Mei II + III + Juni I),
x_4 = bewolking Mei.

Behalve de waarde van de collectieve correlatiecoëfficiënt interesseren ons ook de waarden van de verschillende *partiële correlatiecoëfficiënten.* Wij vonden:

$$r_{12,34} = -0{,}018$$
$$r_{13,24} = +0{,}146$$
$$r_{14.23} = +0{,}437$$

welke waarden vergeleken kunnen worden o.m. met de totale correlatiecoëfficiënten:

$$r_{12} = -0{,}454$$
$$r_{13} = +0{,}611$$
$$r_{14} = +0{,}690$$

Beziet men de beide groepen correlatiecoëfficiënten, dan valt het op, dat de partiële correlaties veel kleiner zijn dan de totale. Zo blijkt b.v. de correlatie met de temperatuur respectievelijk die met het aantal regendagen onbelangrijk te worden als men de invloed der andere factoren in rekening brengt.

Dergelijke resultaten vonden wij bij alle berekeningen welke wij maakten. Het is dus wel zó, dat men moeilijk kan spreken van de correlatie met één bepaalde weersfactor, doch dat men bij de beoordeling ter dege dient te letten op de wisselwerking, welke tussen de verschillende factoren met betrekking tot de opbrengst bestaat.

In het licht van dergelijke redeneringen komen de resultaten van andere onderzoekers, welke slechts één weersfactor in hun onderzoek betrokken, ons wel zeer aanvechtbaar voor. Met het bestuderen van slechts één bepaalde weersfactor heeft men grote kans tot onjuiste conclusies te komen.

Met behulp van de gevonden regressievergelijking kunnen nu voor elk der 25 jaren van de z.g. basisreeks de opbrengsten eerste snede berekend worden uit de weercijfers.

In fig. 6 zijn berekende- en werkelijke opbrengsten grafisch weergegeven. De overeenstemming tussen beide voldoet aan redelijke eisen.

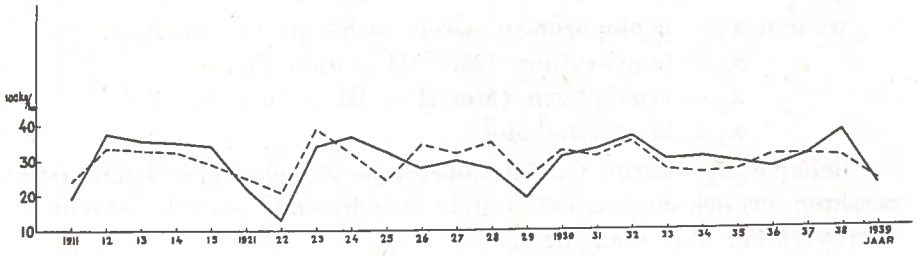

Fig. 6. De werkelijke en de berekende hooiopbrengsten in Friesland.
——— = Werkelijke opbrengst.
- - - - - - - = Berekende opbrengst.

Daarnaast moeten ook voor de jaren welke buiten de basisreeks vallen, dergelijke voorspellingen beoordeeld worden. Het aantal normale jaren dat voor het onderzoek ter beschikking stond, liet echter niet toe dat hieruit enkele jaren werden genomen om als toetsjaren

te gebruiken. Slechts enkele oorlogsjaren bleven voor contrôle over, t.w. de jaren 1916—1919 en 1940—1947.

Hoewel de opbrengsten in de jaren 1916—1919 door verschillende invloeden (gebrek aan meststoffen) niet geheel betrouwbaar zijn, hebben wij bij gebrek aan beter cijfermateriaal deze jaren gebruikt als een eerste oriëntatie; daarbij voegden wij nog enig eveneens minder betrouwbaar cijfermateriaal uit de jaren 1940—1947. Het resultaat is medegedeeld in tabel IV. Op deze cijfers betreffende de werkelijke opbrengst is de trendcorrectie toegepast.

De mindere betrouwbaarheid van het materiaal laat niet toe hieruit betrouwbare conclusies te trekken. Het zoeken van verklaringen voor afwijkingen heeft dus weinig zin. Slechts zou men kunnen nagaan in hoeverre door de berekende opbrengst de „richting" waarin de werkelijke opbrengst zich zal gaan bewegen, juist is voorspeld. De richting wordt in de helft van het aantal gevallen goed aangegeven.

TABEL IV

Jaar	Werkelijke opbrengst	Berekende opbrengst	W-B
1916	40,7	33,0	+ 7,7
1917	18,2	20,5	— 1,7
1918	22,2	25,2	— 3,0
1919	26,7	18,3	+ 8,4
1940	40,7	26,1	+ 14,6
1941	34,2	29,3	+ 4,9
1942	19,2	30,0	— 10,8
1943	29,7	26,4	+ 3,3
1945	39,7	28,4	+ 11,3
1946	28,2	24,3	+ 4,2
1947	28,2	25,9	+ 2,3

Werkelijke en berekende hooiopbrengsten in enkele toetsjaren (Friesland)

Men kan zich nog afvragen of het zin heeft voor de toekomst dergelijke voorspellingen voor elk jaar op te maken. De belangrijke correlaties toch worden gevonden in een periode, kort voor de oogst en deze correlaties vormen de basis van de voorspelling.

Nu is het echter zo, dat de opbrengstgegevens tot dusverre eerst tegen het einde van het jaar volledig bewerkt en voor publicatie geschikt zijn. Hoewel men dus tijdens de oogst een zekere schatting kan maken van de opbrengst, moet vele maanden worden gewacht alvorens men deze schatting kan toetsen. In bepaalde gevallen kan het dus zin hebben de eigen algemene indruk te schragen door een cijfer, dat statistisch bezien een redelijke betrouwbaarheid bezit.

B. *Noordbrabant.*

Als contrast met het Friese kleigebied, geven wij vervolgens de resultaten van het Noordoostelijk deel van Brabant. Uit dit zelfde gebied beschikten wij ook over gegevens betreffende de melkaanvoer.

Het cijfermateriaal van de gemeenten Deurne, Bakel, Boekel en ten dele dat van Zeeland en Nuland werden voor statistische bewerking geschikt geoordeeld. De reeks bestond uit 20 jaren t.w. van 1920 t/m 1939. De weerkundige gegevens waren afkomstig van het station Gemert.

In vergelijking met het Friese materiaal viel het op, dat in de cijfers van Noordbrabant geen min of meer regelmatige daling was te constateren.

De maaitijd is volgens ingewonnen inlichtingen in de loop der jaren niet veel vervroegd. Een reden hiervan kan zijn, dat men in deze streken in de eerste plaats let op de hoeveelheid en minder op de kwaliteit van het geoogste product.

Het resultaat van de statistische bewerking is weergegeven in fig. 7.

Voor alle drie de weersfactoren werden zeer zwakke positieve correlaties in de wintermaanden gevonden, dit resultaat is dus gelijk aan dat hetwelk uit de bewerkingen van het Friese materiaal verkregen werd.

De correlaties in de maand Maart zijn eveneens van geringe betekenis; er is een zwakke aanwijzing dat veel regendagen, gepaard gaande met relatief hoge temperaturen gunstig zijn.

Ook in April worden ten aanzien van regendagen en temperatuur geen correlaties van enige betekenis gevonden.

Ten aanzien van de bewolking is er een correlatie van enige

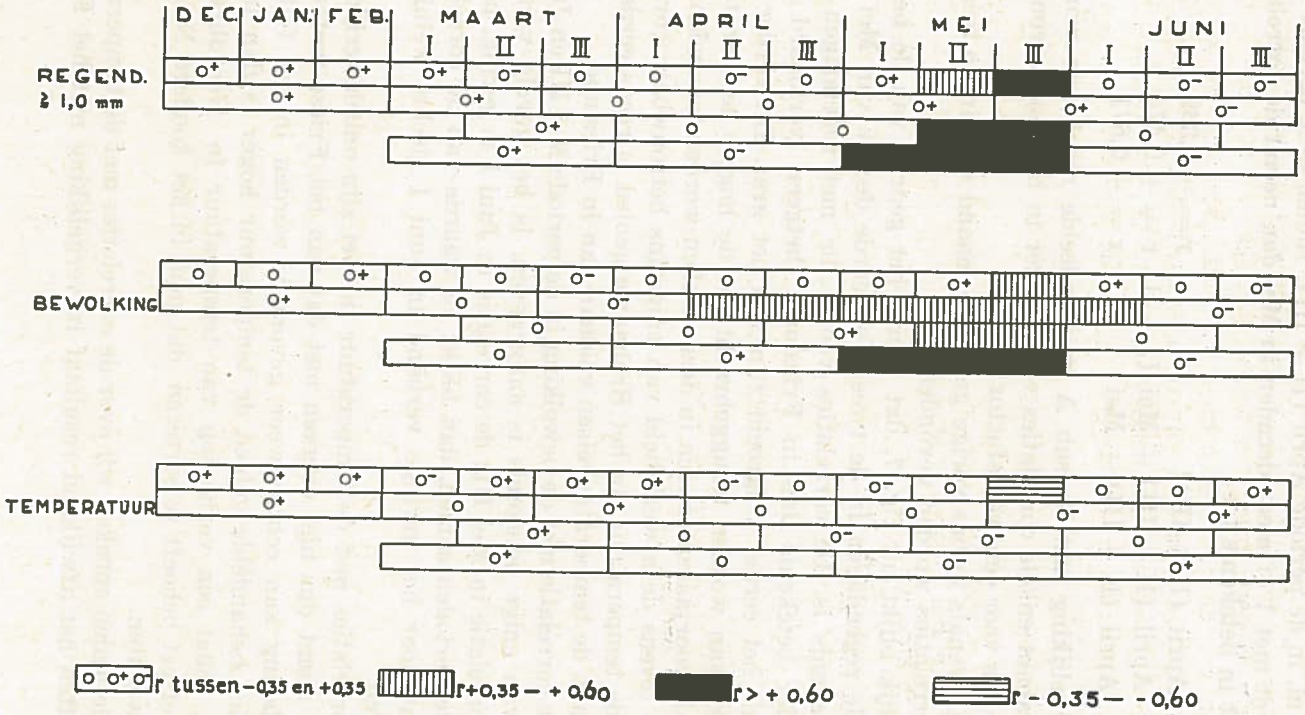

Fig. 7. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de hooiopbrengst in Noord-Brabant.

betekenis nl. in de periode April (II + III). Indien deze periode verlengd wordt met 1 of meer decaden in Mei dan neemt de correlatiecoëfficiënt in betekenis toe:

April (II + III)	r = + 0,369
April (II + III) + Mei (I + II)	r = + 0,474
April (II + III) + Mei	r = + 0,671

In vergelijking met de sub A medegedeelde resultaten worden dus in Brabant enkele correlaties wat vroeger in het jaar gevonden, echter slechts voor één weersfactor.

Mei is, evenals in ons vorige geval, de maand waarin de belangrijkste correlaties worden gevonden.

Duidelijk blijkt uit fig. 7, dat vooral het gedrag van de bewolking en de regendagen in de tweede en derde decade van Mei van grote betekenis is. De correlaties vooral die met regendagen zijn van minder betekenis dan in Friesland, hetgeen verklaard kan worden uit het eerder volgroeid zijn van het gras. Dit eerder volgroeid zijn kan worden teruggebracht tot de hogere temperaturen welke in de voorjaarsmaanden in deze streken worden gevonden. Dit verklaart tevens de afwezigheid van enigszins betrouwbare correlaties met de temperatuur. In het Brabantse gebied is reeds eerder in het jaar aan de temperatuureisen voldaan dan in Friesland.

Dat de correlatie met de bewolking in de periode Mei III en Juni I nog als van enige betekenis is aangegeven, is het gevolg van een hogere correlatie in Mei III; de correlatie in Juni I is gering, neemt men beide perioden samen, dan blijkt de waarde van de correlatiecoëfficiënt door het geringe verband in Juni I slechts weinig te veranderen.

De correlaties met de temperatuur in Mei zijn onbelangrijk; dit resultaat stemt dus niet overeen met dat van het Friese materiaal. De verklaring kan echter weer gevonden worden in het feit dat in het hier behandelde gebied de temperatuur hoger is dan in het Noorden, zodat een verhoging van temperatuur in Noordbrabant niet het effect behoeft te sorteren, dat men in het koudere Noorden kan verwachten.

Enkele malen spraken wij over de correlaties met de temperatuur en trachtten het afwijkend resultaat in vergelijking met het Friese

gebied te verklaren uit het feit dat de temperaturen in het Zuiden eerder in het jaar een hogere waarde bereiken dan in Noorden. Dat dit ten aanzien van de luchttemperatuur inderdaad het geval is, kan men afleiden uit de grafiek welke opgenomen is in hoofdstuk II. Wij hebben bij de grasgroei echter voor het grootste deel te maken met grondtemperatuur en wel met die op 10 à 15 cm diepte. De vraag, die men kan stellen is nu, of inderdaad de temperatuur op deze diepte in het voorjaar in zandige grond hoger is dan in kleigrond.

Er zijn enkele onderzoekingen op dit gebied bekend.

Braak geeft in Med. en Verh. van het K.N.M.I. No. 33 enig cijfermateriaal. Echter zijn hierin geen vergelijkbare reeksen op diepten van 10 en 20 cm opgenomen. Peerlkamp bespreekt in de Med. van de Landbouw Hogeschool No. 47 Verh. 3 de resultaten van metingen te Wageningen. Hoewel zowel in klei- als in zandgrond metingen op 10 cm diepte werden verricht, zijn deze voor ons doel niet geschikt; de metingen in de kleigrond werden verricht onder een grasmat, terwijl de metingen in zandgrond werden verricht zonder de aanwezigheid van een grasmat, de omstandigheden waaronder de metingen zijn verricht, zijn dus geheel verschillend en de resultaten mogen niet zonder meer vergeleken worden.

In de Verslagen en Mededelingen No. 47 (9) A 1941 van het R.L.P.S. te Groningen wordt door Braak cijfermateriaal dat verzameld werd in de jaren 1932—'37, uitvoerig bewerkt.

In betonnen bakken werd o.m. in zand en in klei (onbegroeid) op -10 en -20 cm de temperatuur 3 maal daags afgelezen.

De gemiddelde temperatuur voor de verschillende maanden is in tabel V weergegeven.

TABEL V

Maand		J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Klei	—10	2,1	2,6	4,2	8,2	13,5	17,4	19,5	19,2	15,6	10,4	5,5	2,5
	—20	2,4	2,6	3,9	7,6	12,4	16,3	18,4	18,3	15,2	10,4	5,9	2,9
Zand	—10	2,1	2,6	4,5	8,6	14,1	18,2	20,1	19,8	15,8	10,5	5,6	2,5
	—20	2,4	2,5	4,1	7,7	12,8	16,7	18,7	18,3	15,1	10,3	5,7	2,8

Gemiddelde maandtemperaturen in zand en klei, waargenomen op 10 en 20 cm diepte

In de maanden Januari t/m Maart is er weinig verschil in gemiddelde temperatuur tussen klei en zand. In April is de gemiddelde temperatuur in zand op -10 cm 0,4°C hoger dan in klei. Uit deze cijfers volgt wel, dat de zandgrond eerder warm is dan de kleigrond.

Dit resultaat geldt voor gronden welke onder gelijke klimatologische omstandigheden werden onderzocht.

Daar normaliter de gemiddelde temperatuur in het Zuiden van ons land vrij belangrijk hoger is dan in het Noorden, is er alle reden aan te nemen, dat ditzelfde geldt ten aanzien van de grondtemperaturen.

Het is echter een bezwaar, dat de gronden in de proefbakken te Groningen onbegroeid gelaten zijn. Over de invloed van de grasmat werden wij dus niet ingelicht.

Het ligt dan ook in de bedoeling, wanneer de omstandigheden dit toelaten analoge proeven op te zetten met verschillende begroeiing. Dan zal de proef zodanig moeten worden opgezet, dat registratie der temperaturen mogelijk is, want wil men een verband leggen tussen de grasgroei en het weer, dan zal men zich ook terdege moeten oriënteren omtrent de invloed der nachtelijke temperaturen.

Ook voor het Noordbrabantse gebied berekenden wij de hoogste waarde van de collectieve correlatie-coëfficiënt.

Deze bedroeg: $R = 0{,}748$

De bijbehorende regressievergelijking luidt als volgt:

$$x_1 = 5{,}35\ x_2 + 1{,}20\ x_3 - 9{,}1,$$

waarin x_1 = opbrengst eerste snede in 100 kg/ha,
x_2 = bewolking April (II + III) + Mei,
x_3 = aantal regendagen Mei III.

De factor temperatuur komt in deze vergelijking dus niet voor. De correlaties met deze weersfactor waren zo gering, dat de waarde van R niet noemenswaardig veranderde wanneer de factor temperatuur aan de beide andere werd toegevoegd.

In fig. 8 zijn van de basisreeks de werkelijke- en de berekende opbrengsten grafisch uitgezet.

In onderstaande tabel zijn nog enkele vergelijkingen te treffen

tussen voorspelde en werkelijke opbrengst in de jaren 1941—'47. De geringe betrouwbaarheid van de werkelijke opbrengstcijfers laat het trekken van conclusies niet toe.

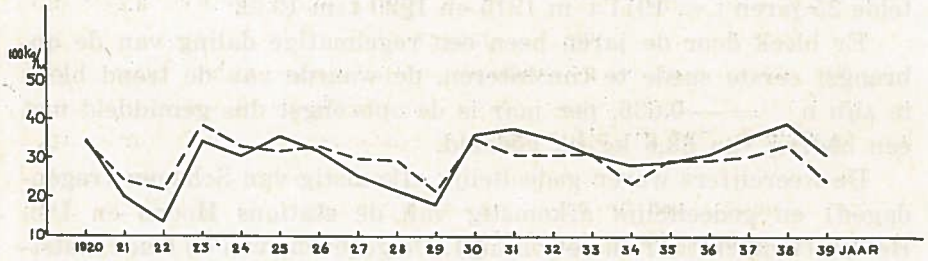

Fig. 8. De werkelijke en de berekende hooiopbrengst in Noordbrabant.
——— = Werkelijke opbrengst.
- - - - - - - = Berekende opbrengst.

TABEL VI

Jaar	Werkelijke opbrengst	Berekende opbrengst	W-B
1941	30,0	33,7	— 3,7
1942	28.4	21,0	+ 7,4
1943	23,6	25,5	— 1,9
1945	31,7	32,6	— 0,9
1946	34,0	27,9	— 6,1
1947	22,5	20,6	— 1,9

Werkelijke en berekende hooiopbrengsten in enkele toetsjaren (Noordbrabant)

C. *Noordholland.*

Voor deze provincie beschikten wij over betrouwbaar cijfermateriaal ten aanzien van de melkaanvoer, afkomstig van de zuivelfabriek te Wieringerwaard. Helaas waren van dit gebied een te gering aantal gegevens met betrekking tot de grasproductie voorhanden, zodat wij genoegen moesten nemen met cijfers van naburige gemeenten. Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van de gegevens van Hoog-

woud, Nieuwe Niedorp en Zijpe; het laatste gebied wijkt wat grondsoort en ligging betreft wel is waar enigszins af van de beide andere, de overeenstemming met de cijferreeksen van Hoogwoud en Nieuwe Niedorp was echter over het algemeen goed te noemen. De reeks telde 25 jaren t.w. 1911 t/m 1915 en 1920 t/m 1939.

Er bleek door de jaren heen een regelmatige daling van de opbrengst eerste snede te constateren, de waarde van de trend bleek te zijn $b_{yx} = -0{,}636$, per jaar is de opbrengst dus gemiddeld met een bedrag van 63,6 kg/ha gedaald.

De weercijfers waren gedeeltelijk afkomstig van Schagen (regendagen) en gedeeltelijk afkomstig van de stations Hoorn en Den Helder (temperatuur en bewolking). De gegevens van de beide laatstgenoemde stations werden gemiddeld. Er zijn wellicht enkele bezwaren aan te voeren tegen deze wijze van werken, er was echter geen andere mogelijkheid wegens het ontbreken van een termijnstation in de omgeving van de Wieringerwaard.

In fig. 9 is weer een overzicht der gevonden correlaties gegeven. Ten aanzien van de temperatuur blijken in vergelijking met de beide boven besproken gebieden, de correlaties voor de wintermaanden iets meer betekenis te hebben, de numerieke waarde der coëfficiënten bleek echter weinig uiteen te lopen.

De periode waarin correlaties van betekenis werden gevonden is ook hier weer beperkt tot het tijdvak Mei (II + III) + Juni I.

Het zijn dan weer in hoofdzaak de regendagen en bewolking die van invloed blijken te zijn op de opbrengst eerste snede.

Er is ten aanzien van de resultaten een zeer goede overeenstemming met het onderzochte gebied in Friesland.

Ook van dit gebied werd een zo hoog mogelijke waarde van R berekend, deze bedroeg $R = 0{,}708$, met als bijbehorende regressievergelijking:

$$x_1 = 1{,}0\ x_2 + 2{,}73\ x_3 + 1{,}25\ x_4 + 11{,}12,$$

waarin x_1 = opbrengst eerste snede,
x_2 = temperatuur Dec. + Jan. + Febr.,
x_3 = bewolking Febr. + Mei,
x_4 = regendagen Mei (II + III) + Juni I.

De berekende en de werkelijke opbrengsten zijn grafisch weergegeven in fig. 10.

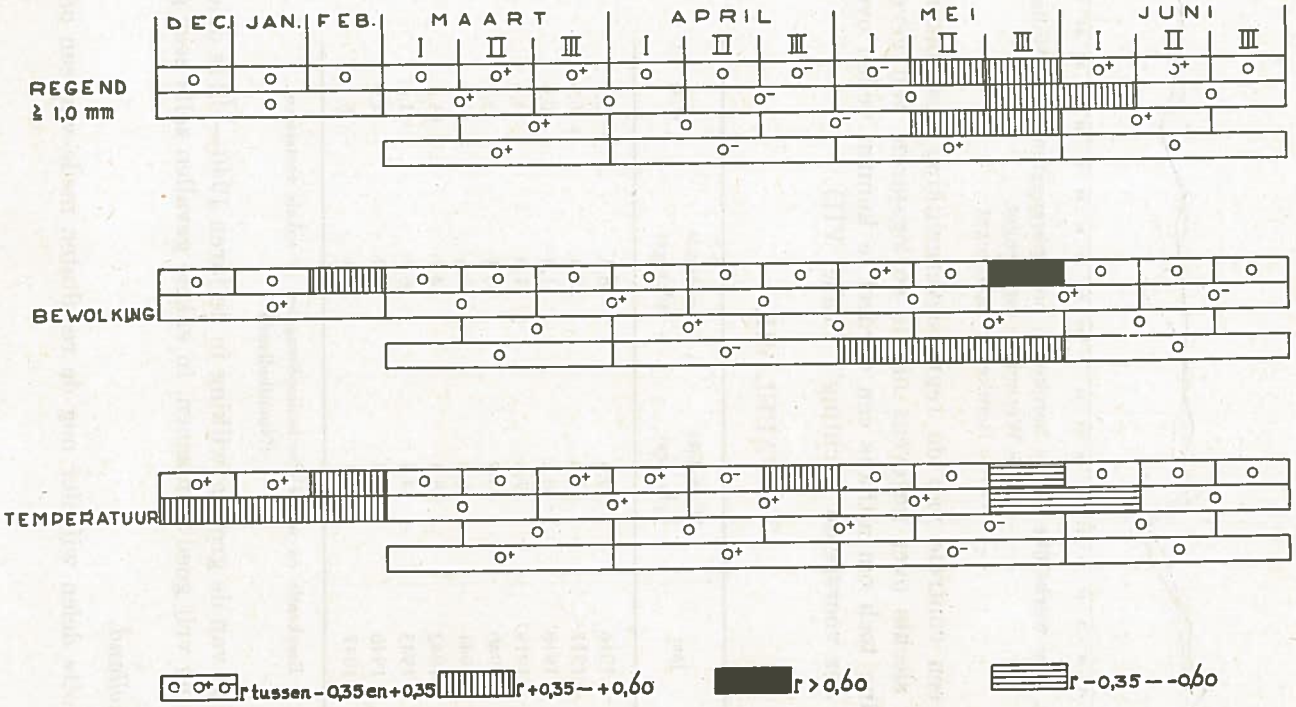

Fig. 9. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de hooiopbrengst in Noord-Holland.

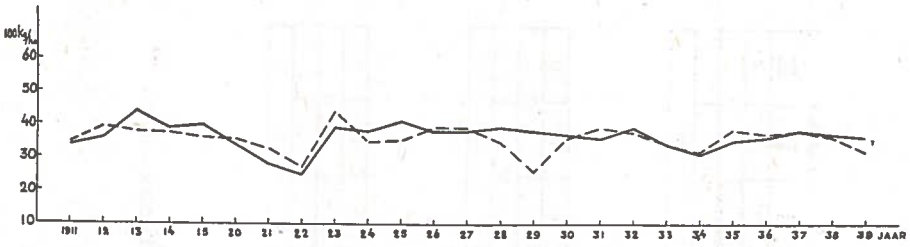

Fig. 10. De werkelijke en de berekende hooiopbrengsten in N.-Holland.
———— = Werkelijke opbrengst.
- - - - - - - = Berekende opbrengst.

Voor een contrôle van de regressievergelijking beschikken wij wederom slechts over gegevens uit de oorlogsjaren. Wij geven de vergelijking toch om althans een oordeel te kunnen vellen over de juistheid der voorspelde „richting". (Tabel VII).

TABEL VII

Jaar	Werkelijke opbrengst	Berekende opbrengst	W-B
1916	35,6	38,3	— 2,7
1917	35,6	29,6	+ 6,0
1918	30,6	31,0	— 0,4
1919	27,6	31,0	— 3,4
1940	43,9	30,4	+ 13,5
1941	46,6	35,6	+ 11,0
1942	18,3	34,1	— 15,8
1943	34,9	36,7	— 1.8
1946	30,0	34,9	— 4,9
1947	37,5	29,4	+ 8.1

Berekende en werkelijke hooiopbrengsten in enkele toetsjaren (Noordholland)

Afgezien van de grote afwijking in de jaren 1940—'42 is de overeenstemming vrij goed te noemen, in enkele gevallen zelfs zeer goed.

D. *Zuidholland.*

Ten slotte delen wij hier nog de resultaten mede van een onder-

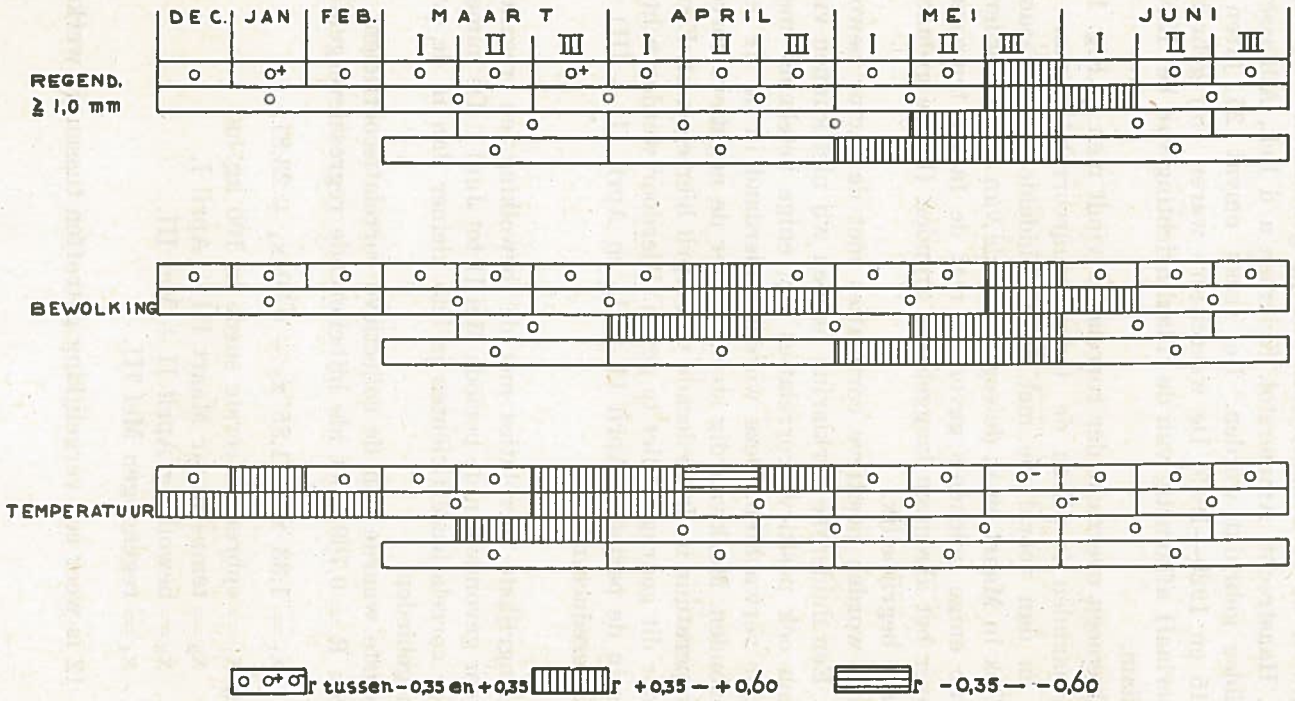

Fig. 11. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de hooiopbrengst in Zuid-Holland.

zoek, waarvoor de opbrengstcijfers van de gemeenten Nieuwerkerk a/d IJsel, Haastrecht, Ammerstol, Krimpen a/d Lek, Alblasserdam en Oud-Alblas gebruikt werden. De reeks omvat 25 jaren t.w. 1911—1915 en 1920—1939. De weercijfers waren (bij gebrek aan beter materiaal) afkomstig van de filiaalinrichting van het K.N.M.I. te Rotterdam.

Een algemeen overzicht der correlaties vindt men in Fig. 11. In de wintermaanden is alleen de temperatuurcorrelatie van enige betekenis en dan vooral die met de gemiddelde temperatuur in Januari. Ook in Maart en in de eerste decade van April werden correlaties van enige betekenis gevonden met de factor temperatuur. Op deze over het algemeen laaggelegen gronden (koude gronden) is dit resultaat begrijpelijk.

In April worden positieve correlaties met de factor bewolking gevonden. Een duidelijke verklaring hebben wij niet kunnen vinden.

Men zou ook positieve correlaties van enige betekenis met de temperatuur verwachten. Deze worden inderdaad in de 1e en 3e decade gevonden. Merkwaardig steekt echter de negatieve correlatie met de temperatuur in de 2e decade van April hiertegen af. Een verklaring voor dit gedrag is niet te geven. Hierdoor werden echter de correlaties in de perioden April (I + II) en April (II + III) practisch tot 0 gereduceerd.

De belangrijkste correlaties met de bewolking en regendagen werden weer gevonden in de periode Mei II tot Juni I. De numerieke waarde der correlatiecoëfficiënten is iets kleiner dan in de overige besproken gebieden.

De hoogste waarde van de collectieve correlatiecoëfficiënt bleek te bedragen $R = 0{,}709$, met als bijbehorende regressievergelijking:

$$x_1 = 1{,}33\ x_2 + 1{,}85\ x_3 + 0{,}30\ x_4 + 23{,}81,$$

waarin x_1 = opbrengst eerste snede in 100 kg/ha,
x_2 = temperatuur Maart III + April I,
x_3 = bewolking April II + Mei III,
x_4 = regendagen Mei III.

In fig. 12 is weer een vergelijking getroffen tussen de werkelijke

en de met behulp van de regressievergelijking berekende opbrengst. Ook hier is de overeenstemming, afgezien van de jaren 1913 en 1937 goed te noemen.

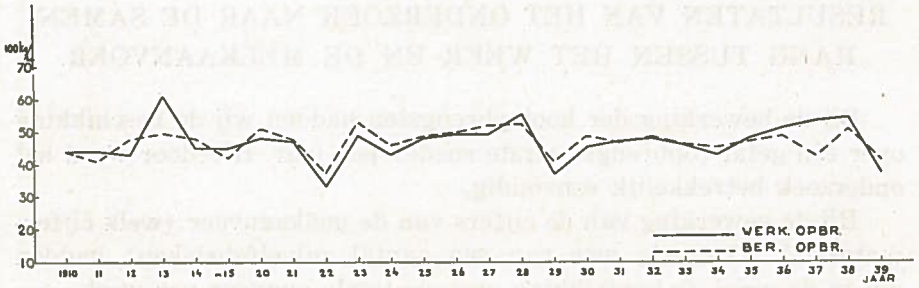

Fig. 12. De werkelijke en de berekende hooiopbrengsten in Zuid-Holland.
——— = Werkelijke opbrengst.
- - - - - - - = Berekende opbrengst.

In onderstaande tabel geven wij nog enkele voorspellingen en werkelijke opbrengsten voor de jaren die niet bij de berekening van R betrokken waren.

TABEL VIII

Jaar	Werkelijke opbrengst	Berekende opbrengst	W-B
1916	49,2	46,4	+ 2,8
1917	38,1	37,9	+ 0,2
1918	39,6	44,6	— 5,0
1919	39,8	38,1	+ 1,7
1940	46,9	45,7	+ 1,2
1941	43,7	48,4	— 4,7
1942	34,4	48,8	— 14,4
1943	43,8	49,0	— 5,2
1945	55,5	54,8	+ 0,7
1946	38,0	51,6	— 13,6
1947	31,4	43,2	— 11,8

Werkelijke en berekende hooiopbrengsten in enkele toetsjaren (Zuidholland)

Afgezien van de jaren 1942, 1946 en 1947 is de overeenstemming goed te noemen.

HOOFDSTUK VI

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE SAMENHANG TUSSEN HET WEER EN DE MELKAANVOER.

Bij de bewerking der hooiopbrengsten hadden wij de beschikking over één getal (opbrengst eerste snede) per jaar. Hierdoor werd het onderzoek betrekkelijk eenvoudig.

Bij de bewerking van de cijfers van de melkaanvoer (welk cijfermateriaal afkomstig was van een aantal zuivelfabrieken) hadden wij in de regel de beschikking over de totale aanvoer per week.

Voor elk der jaren, welke in het onderzoek werden betrokken, kon dus voor een aantal fabrieken een inzicht worden verkregen in het verloop van de melkaanvoer.

Men zou nu naast of liever onder de grafische voorstelling welke het verloop van de melkaanvoer aangeeft, de waarde der bij het onderzoek te gebruiken weersfactoren kunnen uitzetten en dan kunnen nagaan of bepaalde opvallende „knikken" in de „melkaanvoer-curve" overeen komen met afwijkingen in het gedrag der weersfactoren. Ter oriëntering is in een aantal gevallen deze methode toegepast, fig. 13 geeft hiervan een voorbeeld. In deze figuur is cijfermateriaal betreffende de melkproductie ontleend aan een onderzoek van Ir P. G. Meyers (31).

Gemakshalve is het gedrag der weersfactoren met behulp van een eenvoudig lijntype geschetst.

Het zal zonder meer duidelijk zijn, dat men uit een onderlinge vergelijking van deze lijnen moeilijk zal kunnen komen tot goed gefundeerde conclusies. Om hiertoe te geraken zou een zeer groot aantal grafische voorstellingen gemaakt moeten worden. Er doen zich daarbij echter enkele moeilijkheden voor en o.a. wel deze, dat de schaalverdeling op speciale wijze moet worden gekozen. Bij het aannemen van een bepaalde schaalverdeling kan men nl. de invloed van een bepaalde weersinvloed sterk „overdrijven".

Met gebruikmaking van deze methode zou men jaar voor jaar de veronderstelde invloed der weersfactoren nauwkeurig moeten be-

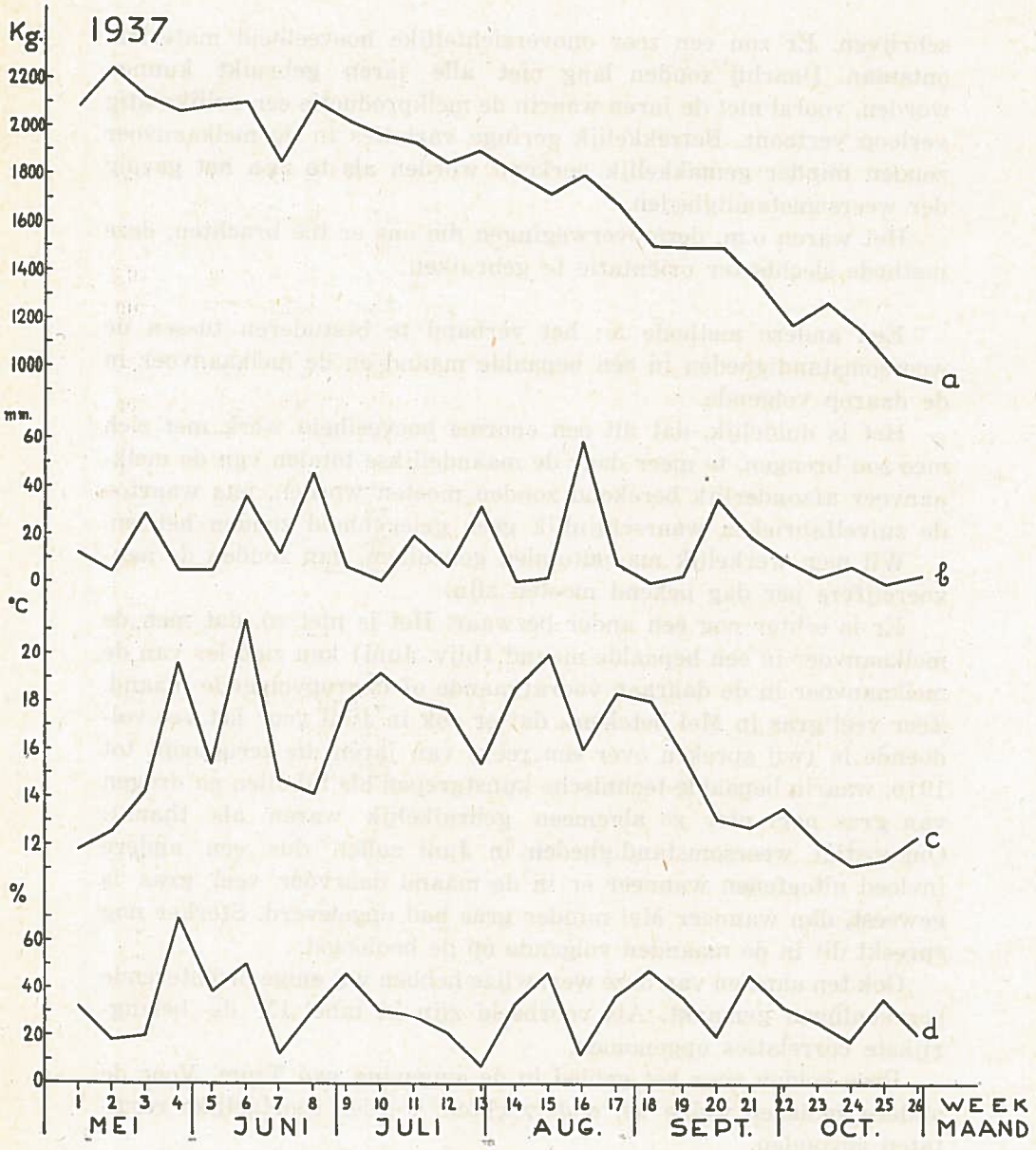

Fig. 13. Het verband tussen de neerslag, de temperatuur en de zonneschijn en de melkopbrengst.
a) melkopbrengst te Niebert;
b) neerslag te Marum;
c) temperatuur te Groningen;
d) zonneschijn te Groningen.

schrijven. Er zou een zeer onoverzichtelijke hoeveelheid materiaal ontstaan. Daarbij zouden lang niet alle jaren gebruikt kunnen worden, vooral niet de jaren waarin de melkproductie een gelijkmatig verloop vertoont. Betrekkelijk geringe variaties in de melkaanvoer zouden minder gemakkelijk herkend worden als te zijn het gevolg der weersomstandigheden.

Het waren o.m. deze overwegingen die ons er toe brachten, deze methode slechts ter oriëntatie te gebruiken.

Een andere methode is: het verband te bestuderen tussen de weersomstandigheden in een bepaalde maand en de melkaanvoer in de daarop volgende.

Het is duidelijk, dat dit een enorme hoeveelheid werk met zich mee zou brengen, te meer daar de maandelijkse totalen van de melkaanvoer afzonderlijk berekend zouden moeten worden, iets waartoe de zuivelfabrieken waarschijnlijk geen gelegenheid zouden hebben.

Wil men werkelijk maandtotalen gebruiken, dan zouden de aanvoercijfers per dag bekend moeten zijn.

Er is echter nog een ander bezwaar. Het is niet zó, dat men de melkaanvoer in een bepaalde maand (bijv. Juni) kan zien los van de melkaanvoer in de daaraan voorafgaande of daaropvolgende maand. Zeer veel gras in Mei betekent, dat er ook in Juni voor het vee voldoende is (wij spreken over een reeks van jaren die terugloopt tot 1910, waarin bepaalde technische kunstgrepen als inkuilen en drogen van gras nog niet zo algemeen gebruikelijk waren als thans). Ongunstige weersomstandigheden in Juni zullen dus een andere invloed uitoefenen wanneer er in de maand daarvóór veel gras is geweest, dan wanneer Mei minder gras had opgeleverd. Sterker nog spreekt dit in de maanden volgende op de hooioogst.

Ook ten aanzien van deze werkwijze hebben wij enige oriënterende berekeningen gemaakt. Als voorbeeld zijn in tabel IX de belangrijkste correlaties opgenomen.

Deze gelden voor het gebied in de omgeving van Tzum. Voor de andere gebieden welke wij onderzochten, werden soortgelijke resultaten gevonden.

De algemene conclusie is, dat in Mei, Juni, Juli en September

TABEL IX

Melkaanvoer in de maand	Correlatie met				
	Temperatuur	Bewolking	Dagen met ten minste 0,1 mm neerslag	Dagen met ten minste 1,0 mm neerslag	Neerslag in mm
Mei			Mei II r = + 0,345		
Juli	Juli I r = + 0,432 Juli (II + III) r = — 0,516	Juli (II en III) r = + 0,494	Juli III r = + 0,392		
Augustus	Juli III + Aug. I r = — 0,542 Aug. (I + II) r = — 0,348	Juli (II + III) r = + 0,719 Juli r = + 0,579 Juli III + Aug. I r = + 0,627	Juli (II + III) r = + 0,590 Juli r = + 0,595	Juli (II + III) r = + 0,569 Juli r = + 0,563	Juli (II + III) r = + 0,540 Juli r = + 0,509
September		Aug. III + Sept. I r = + 0,335 Sept. (I + II) r = + 0,476			

Het verband tussen de melkaanvoer in Tzum in een bepaalde maand en het weer in dezelfde of in de daaraan voorafgaande maand.

zeer weinig correlaties van betekenis worden gevonden met het weer in dezelfde of in de voorafgaande maand.

Dat in Mei en Juni geen correlaties van betekenis werden gevonden, staaft onze bewering, dat er in deze maanden gras genoeg is voor het vee.

Alleen in Augustus werden enige correlaties van betekenis gevonden met het weer in de voorafgaande maand. Deze zijn zeer goed verklaarbaar; na de hooioogst is er regen gewenst om het gras weer snel aan de groei te brengen, hoge temperaturen (verband houdende met droog zonnig weer) werken schadelijk zowel op de grasgroei als op de conditie van het melkvee.

Een en ander sluit goed aan bij onze onderstaande opmerkingen met betrekking tot de grote variatie in de melkaanvoer in Augustus (zie tabel XI blz. 88).

Er is nog een practische reden, waarom wij deze methode niet verkozen hebben en wel de volgende.

Behalve het opsporen van de tijdvakken waarin de weersomstandigheden een belangrijke invloed op de melkaanvoer hebben, is het o.a. voor het Bedrijfschap voor Zuivel en voor verschillende Coöperatieve fabrieken van belang zo vroeg mogelijk in het jaar te weten, of er een aanwijzing is, dat er als gemiddelde over het gehele seizoen veel meer of minder melk zal worden aangevoerd dan normaal. Voor dergelijke instellingen is een voorspelling voor afzonderlijke maanden van betrekkelijk weinig waarde, te meer daar deze voorspellingen in de regel te laat in handen van de belanghebbenden komen.

De derde methode is, dat men een totaalcijfer bepaalt over een zeker aantal maanden, dus werkt met één cijfer per jaar. Hierdoor werden de moeilijkheden welke aan de vorige methode kleefden, grotendeels uitgeschakeld.

Men moet er alleen op letten, de begin-datum der te gebruiken periode niet te vroeg te nemen. Kiest men voor deze datum bijv. 1 Mei en als einddatum 1 Oct. dan kan het voorkomen dat de correlaties welke gevonden werden, geen juist beeld geven van de samenhang met de weersfactoren. Het is namelijk in verreweg de meeste gevallen zo, dat in Mei, als het vee in de weide komt, er meestal wel genoeg gras is. Is dit er niet, dan zal de veehouder meer land (dat oorspronkelijk als hooiland bedoeld was) aan zijn vee ter beschikking

stellen, in de hoop dat de weersomstandigheden in de komende weken van dien aard zullen zijn dat er toch nog voldoende hooi gewonnen zal kunnen worden.

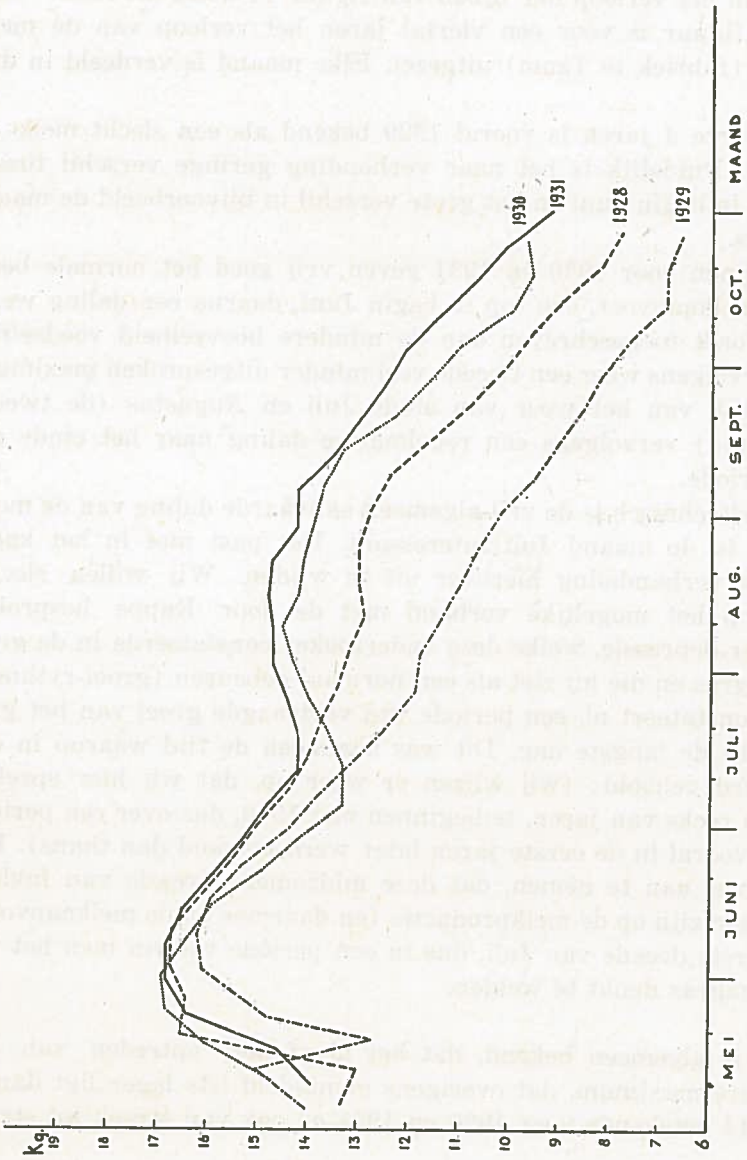

Fig. 14. Het verloop van de melkaanvoer aan de zuivelfabriek te Tzum (Fr.) in de jaren 1928 t/m 1931.

De melkproductie in de eerste weken dat het vee in de weide is, zal dus naar verhouding minder variëren, dan de melkproductie in de daarop volgende periode.

Ook in het verloop der lijnen van figuur 14 komt dit naar voren. In deze figuur is voor een viertal jaren het verloop van de melkaanvoer (fabriek te Tzum) uitgezet. Elke maand is verdeeld in drie decaden.

Van deze 4 jaren is vooral 1929 bekend als een slecht melk- en grasjaar. Duidelijk is het naar verhouding geringe verschil tussen de jaren in begin Juni en het grote verschil in bijvoorbeeld de maand Augustus.

De lijnen voor 1930 en 1931 geven vrij goed het normale beeld van de melkaanvoer, een top in begin Juni, daarna een daling welke veelal wordt toegeschreven aan de mindere hoeveelheid voedselrijk gras, vervolgens weer een tweede veel minder uitgesproken maximum, afhankelijk van het weer van einde Juli en Augustus (de tweede Mei maand) vervolgens een regelmatige daling naar het einde der weideperiode.

Zuiveltechnisch is de vrij algemeen aanvaarde daling van de melkaanvoer in de maand Juli interessant. Het past niet in het kader van deze verhandeling hierover uit te wijden. Wij willen slechts wijzen op het mogelijke verband met de door Rappe besproken midzomer-depressie, welke deze onderzoeker constateerde in de groei van het gras en die hij ziet als een normaal gebeuren (groei-rythme). Rappe constateert nl. een periode van vertraagde groei van het gras omstreeks de langste dag. Dit was algemeen de tijd waarop in ons land werd gehooid; (wij wijzen er weer op, dat wij hier spreken over een reeks van jaren, te beginnen met 1910, dus over een periode waarin vooral in de eerste jaren later werd gehooid dan thans). Het is zeer wel aan te nemen, dat deze midzomerdepressie van invloed zal kunnen zijn op de melkproductie (en daarmee op de melkaanvoer) in de eerste decade van Juli, dus in een periode waarin men het vee op het nagras denkt te weiden.

Het is algemeen bekend, dat het al of niet optreden van het secundaire maximum, dat overigens gemiddeld iets lager ligt dan in de fig. 14 getekende voor 1930 en 1931 en ook van streek tot streek

enige variatie vertoont, vooral afhankelijk is van de weersomstandigheden.

Toen wij nu bij de aanvang van het onderzoek allereerst moesten vaststellen, over welke periode de totale melkaanvoer zou moeten worden bepaald, kozen wij om bovengenoemde bezwaren te ondervangen als begindatum 1 Juni, dus ongeveer ten tijde van het maximum. Als einddatum kozen wij 1 October en wel omdat voor deze datum in de regel het vee niet belangrijk wordt bijgevoederd.

Wij deelden reeds mede dat het Bedrijfschap voor Zuivel en de Coöperatieve Zuivelfabrieken geïnteresseerd zijn bij een elk jaar zo vroeg mogelijk te geven redelijk betrouwbare voorspelling omtrent de in totaal te verwachten melkaanvoer over de zomerperiode. Alvorens nog verdere berekeningen op te zetten hebben wij voor verschillende te onderzoeken gebieden nagegaan of er een correlatie bestaat tussen de hoeveelheden aangevoerde melk in de verschillende maanden afzonderlijk en de totale aanvoer over de periode Mei t/m September. Immers, indien zou blijken, dat er een betrouwbare correlatie zou bestaan tussen de totale melkaanvoer in Mei en die over de periode Mei t/m September, dan zou ook zonder gebruik te maken van het verband met de weersfactoren toch een redelijk betrouwbare voorspelling gemaakt kunnen worden. Statistisch bezien is het berekenen van dergelijke correlaties niet geheel verantwoord, het is strikt genomen niet geoorloofd een correlatie te bepalen tussen twee grootheden waarvan de ene grootheid in de andere voorkomt.
De resultaten van deze berekeningen waren echter dusdanig interessant, dat wij er hier iets over willen zeggen.

In figuur 15 is voor een reeks van jaren de gemiddelde melkaanvoer voor de zuivelfabriek te Tzum (per koe en per dag berekend) in de maanden Mei t/m September uitgezet en het verloop van deze lijnen kan nu vergeleken worden met de lijn, die de gemiddelde aanvoer over de gehele zomerperiode weergeeft. De correlatiecoëfficiënten vindt men in tabel X. Voor andere onderzochte gebieden werden analoge resultaten gevonden.

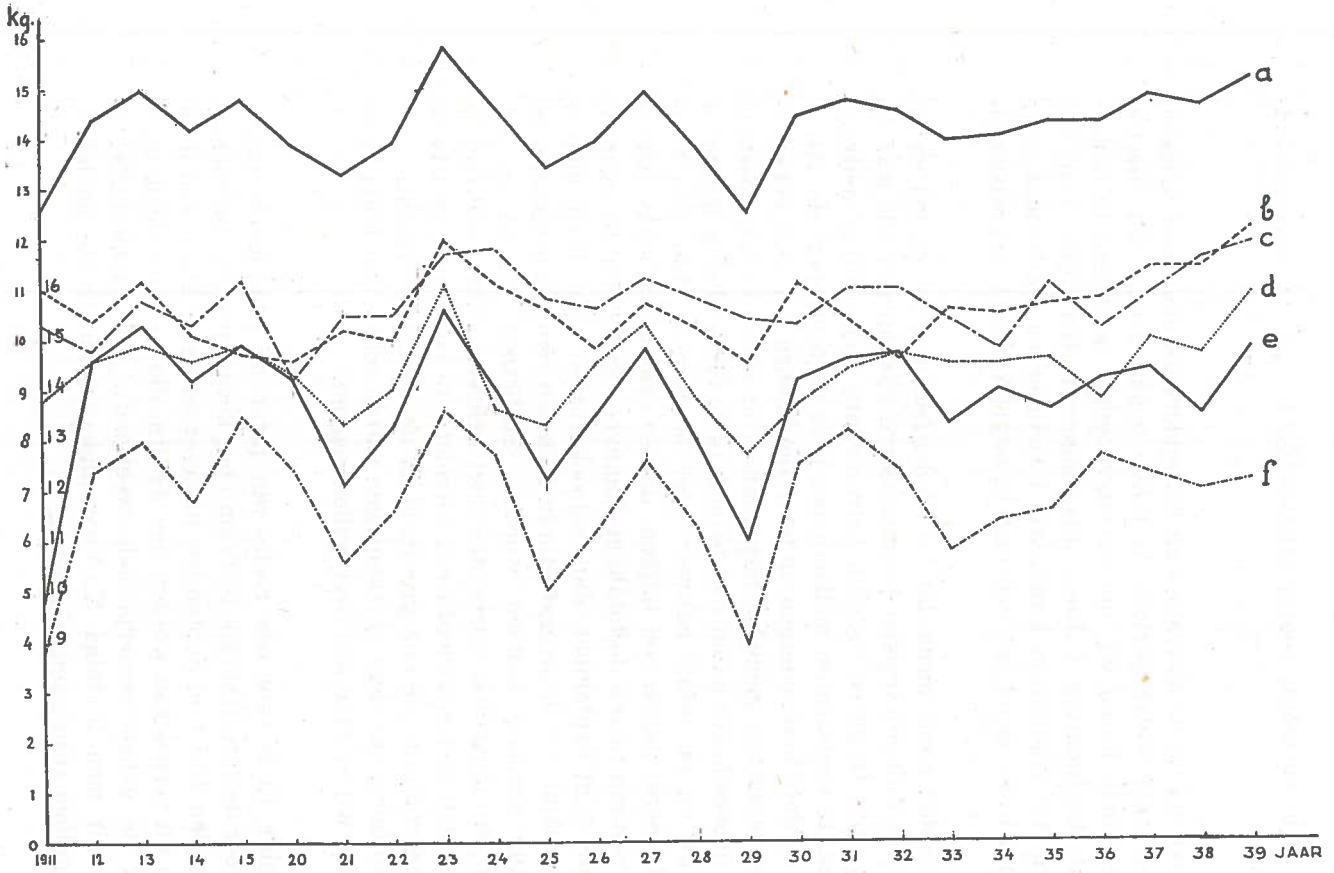

Fig. 15. Vergelijking van de melkaanvoer te Tzum in de periode Mei t/m September met de aanvoer in de verschillende maanden afzonderlijk.

a) melkaanvoer in de periode Mei t/m September;
b) melkaanvoer in Mei;
c) melkaanvoer in Juni;
d) melkaanvoer in Juli;
e) melkaanvoer in Augustus;
f) melkaanvoer in September.

TABEL X

Melkaanvoer in		Mei	gecorreleerd	met	de	melkaanvoer	in	Mei t/m Sept.	r = 0,556
„	„	Juni	„	„	„	„	„	„	r = 0,558
„	„	Juli	„	„	„	„	„	„	r = 0,835
„	„	Aug.	„	„	„	„	„	„	r = 0,915
„	„	Sept.	„	„	„	„	„	„	r = 0,897
„	„	Mei + Juni	„	„	„	„	„	„	r = 0,621
„	„	Juni + Juli	„	„	„	„	„	„	r = 0,831
„	„	Juli + Aug.	„	„	„	„	„	„	r = 0,928
„	„	Aug. + Sept.	„	„	„	„	„	„	r = 0,918
„	„	Mei + Juni + Juli	„	„	„	„	„	„	r = 0,819
„	„	Juni + Juli + Aug.	„	„	„	„	„	„	r = 0,980
„	„	Juli + Aug. + Sept.	„	„	„	„	„	„	r = 0,954

De correlatie tussen de melkaanvoer per maand en de gemiddelde aanvoer over de maanden Mei t/m September.

Uit het verloop der lijnen in fig. 15 is reeds af te leiden, in welke maanden gunstige of ongunstige weersinvloeden hebben gewerkt. Tevens krijgt men antwoord op de vraag of in een algemeen erkend goed of slecht jaar, de productie in alle maanden slecht is geweest. Zo valt bijv. op dat de lage aanvoer in 1911 (over de gehele zomerperiode beschouwd) een gevolg is geweest van de zeer geringe aanvoer in de maaden Augustus en September. De zomer van 1911 staat algemeen bekend als abnormaal droog en warm. De hoge aanvoercijfers in 1923 blijken te gelden voor alle zomermaanden, 1923 is ook bekend als een goed gras- en melkjaar.

Zo geven dergelijke grafische voorstellingen reeds een zeer voorlopige indruk van een verband tussen aanvoer en weersomstandigheden.

Verder valt op de naar verhouding veel kleinere variatie van jaar tot jaar van de melkaanvoer in de maanden Mei en Juni, in vergelijking tot de overige maanden. In onderstaande tabel is de variatie in een cijfer (de standaard afwijking σ) uitgedrukt.

Het onderzoek werd uitgevoerd volgens de derde methode dus op een wijze, zoals die ook bij de bewerking der hooiopbrengsten gevolgd werd. Het cijfermateriaal werd, indien niet anders is vermeld, herleid op kg per koe per dag.

Ook bij dit onderzoek bleken de bewolking, de regendagen en de temperatuur (gemiddeld overdag) de belangrijkste te zijn. In de

TABEL XI

Melkaanvoer in:	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Tzum n = 25	0,72	0,63	0,80	1,34	1,26
Wieringerwaard n = 13	0,91*)	0,47	0,64	0,96	0,68
Birdaard n = 17	—	0,53	0,63	0,80	0,88
Roordahuizum n = 18	—	0,63	0,67	0,64	0,51
Bartlehiem n = 27	—	0,91	0,72	1,15	1,16
Wirdum n = 18	—	0,91	0,82	0,77	0,80

De variatie (σ) in de melkaanvoer in de maanden Mei t/m September

overzichten worden dan ook slechts de correlaties met deze weersfactoren gegeven.

Alvorens tot de bespreking der resultaten over te gaan willen wij er nog eens met nadruk op wijzen, dat alle correlaties betrekking hebben op de melkaanvoer in de maanden dat het vee in de weide is. Men kan dus niet spreken van correlaties met de melkproductie, want er is geen correctie toegepast voor de hoeveelheden melk, die op de boerderij zijn achtergebleven of op andere wijze onttrokken zijn aan de zuivelfabriek.

Een dergelijke correctie zou overigens moeilijk te bepalen zijn. Onbekende, plaatselijke factoren bepalen de grootte der correctie. Verder zal de correctie voor de verschillende maanden niet gelijk zijn, (bijvoorbeeld in verband met de opfok van jong vee).

Zoals wij reeds mededeelden is het in de meeste gevallen zo, dat in de maanden Mei en Juni de variatie in de melkaanvoer van jaar tot jaar betrekkelijk gering is. Dit bleek ook uit de waarde van

*) Deze hoge waarde is het gevolg van een abnormaal hoge melkaanvoer in Mei 1930.

de standaardafwijking (tabel XI). Wij verklaarden dit uit het feit, dat, ook al is er minder gras, de koeien toch in goede productie blijven, doordat in die gevallen meer weiland ter beschikking gesteld wordt.

Wij mogen ons er dus niet over verwonderen wanneer uit onderstaande berekeningen de conclusie moet worden getrokken dat de correlaties tussen de melkaanvoer en de weersfactoren in de maanden Mei en Juni over het algemeen van weinig betekenis blijken.

Volgens deze redenering mag men eerst in de periode na de hooioogst (als de koeien moeten leven van het gras, dat na de hooioogst weer groeit) belangrijke correlaties vinden. Aan de hand van de resultaten der berekeningen willen wij nagaan in hoeverre deze veronderstelling juist is.

A. *Resultaten van het onderzoek in Friesland.*

In Friesland werden vijf gebieden onderzocht t.w.:

1. Tzum.

Het aantal jaren bedroeg 25 nl. van 1911—1915 en van 1920—1939.

Voor Tzum, zowel als voor de andere Friese gebieden geldt, dat de aanvoercijfers over de maanden Juni t/m September gebruikt werden. Voor geen der gebieden was het nodig een trendcorrectie aan te brengen.

Eveneens geldt voor alle stations (afgezien van Birdaard) dat de weercijfers afkomstig waren van het station Leeuwarden, (later overgeplaatst naar Akkrum, daarna naar Rottum).

2. Birdaard.

Hier bestond de reeks uit 17 jaren t.w.:

1923—1939. Voor deze reeks werden de aantallen regendagen van Dokkum gebruikt.

3. Wirdum.

De reeks omvatte 18 jaren t.w.: 1922—1939.

4. Bartlehiem.

Hier stonden cijfers vanaf 1906 ter beschikking. Evenals voor Tzum werden de jaren van de eerste wereldoorlog en enkele jaren daarna niet gebruikt, zodat een 27-jarige reeks overbleef nl. van 1906—1914 en 1922—1939.

5. Akmarijp.
Het aantal jaren bedroeg hier slechts 12 namelijk 1928—1939. Dit is eigenlijk te weinig, doch het was ons niet mogelijk voor een soortgelijk gebied (veen) een langere reeks te krijgen.

Fig. 16 geeft een voorlopig overzicht der gevonden correlaties.

In vier van de vijf gebieden blijken inderdaad in de maanden Juli en Augustus correlaties van betekenis te worden gevonden.

In de overzichten voor Tzum en Birdaard werden belangrijke correlaties gevonden in de maand Mei en voor wat de bewolking betreft ook in Juni. Deze correlaties zijn verklaarbaar als men het verschil in grondsoort, vergeleken met de andere gebieden in aanmerking neemt.

Tzum en Birdaard ontvangen melk uit een gebied met zware klei; in deze gebieden komt de z.g. knipklei voor. Op deze stugge gronden komt het gras slecht aan de groei, vooral droogte is voor deze gronden schadelijk. Voorweiden wordt als ondoelmatig beoordeeld, het gras is dan afgeweid in een periode, waarin normaliter droog zonnig weer is te verwachten en komt dan slecht aan de groei.

Tevens schijnt men in verband hiermede een vaste oppervlakte als weiland te bestemmen en met het oog op het grote risico van slechte groei na het voorweiden is men niet geneigd de koeien in een voor gras ongunstig voorjaar na half Mei in een dan reeds flink opgeschoten grasperceel te weiden. Men wenst dergelijke percelen als hooiland te gebruiken; doet men dit niet, dan is men in den regel er vrij zeker van dat de groei na het voorweiden onvoldoende zal zijn om van dergelijke percelen nog een ruime opbrengst te verkrijgen.

Het is dus alleszins denkbaar dat het vee, als het weer in Mei niet meewerkt, krap in het gras komt te zitten, positieve correlaties met regendagen zijn dus zeer plausibel. Eveneens die met de factor bewolking, een zwaardere bewolking wil immers zeggen grotere regenkansen en een geringere kans op sterke uitdroging.

De negatieve correlaties met de temperatuur zijn eveneens goed verklaarbaar, hogere temperaturen in deze tijd van het jaar wijzen in de regel op meer zonneschijn en een tekort aan neerslag.

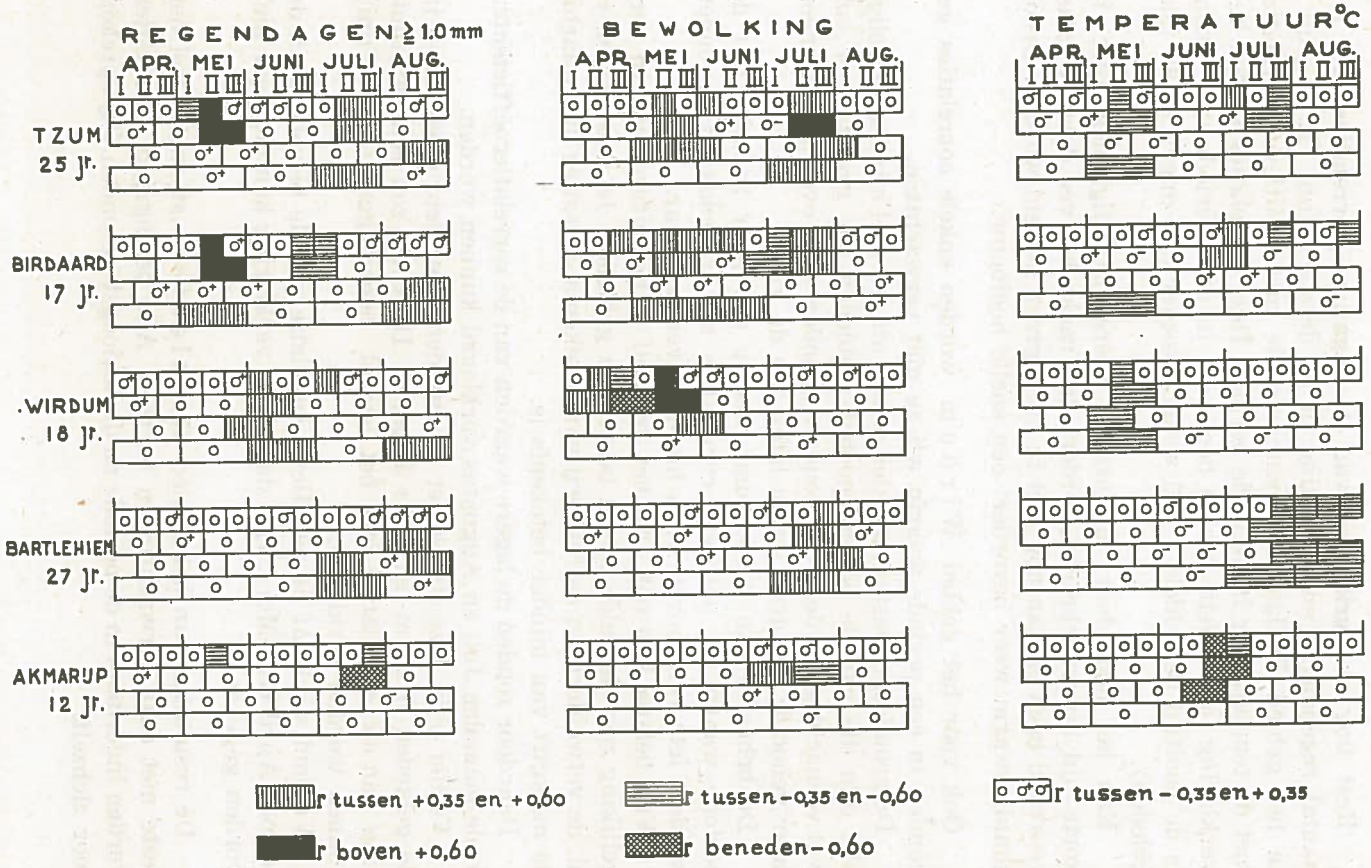

Fig. 16. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de melkaanvoer in Friesland.

Rest nog de verklaring van de negatieve correlaties met het aantal regendagen en bewolking in de decaden Juni III en Juli I in het gebied Birdaard, samenhangende met positieve correlaties met de temperatuur in dezelfde periode. Deze correlaties vinden hun verklaring in het feit, dat de hooibouw in deze periode viel (thans is de hooitijd gemiddeld 2 à 3 weken vroeger dan ongeveer 30 jaar geleden).

Kan het hooi door ongunstige weersomstandigheden niet in korte tijd binnengebracht worden, dan raakt het vee door de grasvoorraad heen en kan nog niet in het etgroen geweid worden. Droog zonnig, warm weer bevordert een snelle hooibouw.

Ook voor het gebied Wirdum worden enkele correlaties gevonden in een periode waarin wij ze niet verwachtten.

De grondsoort bestaat uit klei, echter uit een veel minder gevoelige klei dan die van de bovengenoemde gebieden. De grond is er ook wat veenachtig. Op deze wat koudere gronden werd over het algemeen later gehooid; het gras kwam later aan de groei.

De behoefte aan vocht komt dus op een later tijdstip. Dat de periode waarin de positieve correlaties met regendagen gevonden werden, iets verschoven is, is hierdoor verklaarbaar.

Van belang kan ook zijn het verschil in bedrijfsvoering in vergelijking met de beide boven besproken gebieden. In deze streek is nl. de vetweiderij en de fokkerij van betekenis, kwesties dus waarbij de melkgift van minder betekenis is.

Daardoor zouden de lagere waarden van de correlatiecoëfficiënten in de maanden Juli en Augustus verklaard kunnen worden.

Verder is in deze streek het voorweiden meer gebruikelijk dan in de gebieden Tzum en Birdaard. Daarmee zou een verschuiving van de correlaties met het aantal regendagen (naar Juni) kunnen worden verklaard.

Vreemd steekt af de negatieve correlatie met de bewolking in de periode April III—Mei I. Een duidelijke verklaring kan hiervoor niet worden gegeven.

De resultaten van het gebied Bartlehiem stemmen wel het beste met onze verwachtingen overeen. Alle belangrijke correlaties werden inderdaad in de periode na de hooioogst gevonden. Zij spreken voor zichzelf.

TABEL XII

Gebied \ Weersfactor	Dagen met ten minste 1.0 mm neerslag		Bewolking		Temperatuur	
Tzum	Mei (II + III)	r = + 0,647	Mei (I + III)	r = + 0,533	Mei	r = — 0,442
	Juli (II + III)	r = + 0,468	Juli (II + III)	r = + 0,712	Mei + Juli	r = — 0,543
			Juli III	r = + 0,544	Mei (II + III) + Juli III	r = — 0,592
					Mei + Juli III	r = — 0,636
Birdaard	April III + Mei (I + II)	r = + 0,574	April III + Mei III	r = + 0,711	Juli I	r = + 0,404
	Mei (II + III)	r = + 0,722	Mei (II + III)	r = + 0,548	Juli III	r = — 0,425
	Mei	r = + 0,548	Mei (II + III) + Juni I	r = + 0,504		
	Juni III + Juli I	r = — 0,443	Juli (II + III)	r = + 0,432		
Wirdum	Juni	r = + 0,408	April II + Mei II	r = + 0,630	Mei	r = — 0,562
	Juni (I + II) + Juli I	r = + 0,600	April III + Mei I	r = — 0,637	Mei + Juli	r = — 0,671
			Mei II	r = + 0,605		
			Mei II + III	r = + 0,634		
Bartlehiem	Juli	r = + 0,371	Juli (II + III)	r = + 0,460	Mei + Juli	r = — 0,698
	Aug. (I + II)	r = + 0,398	Juli	r = + 0,355	Juni I	r = — 0,571
	Juli + Aug.	r = + 0,593	Juli III + Aug. I	r = + 0,563	Juli (II + III)	r = — 0,587
Akmarijp	Juli (II + III)	r = — 0,687			Juni III	r = — 0,714
					Juni (II + III)	r = — 0,701
					Juni (II + III) + Juli I	r = — 0,731
					Juni III + Juli I	r = — 0,640

Overzicht van de numerieke waarden van de belangrijkste correlaties (Friesland).

Het cijfermateriaal van Akmarijp werd bewerkt, omdat het hier gegevens betrof, welke afkomstig waren van een typisch veengebied. De verwachting, dat men in een dergelijk gebied weinig belangrijke correlaties zou vinden, werd bewaarheid; dit gebied heeft zelden last van droogte. Alleen de temperatuur geeft enkele belangrijke (negatieve) correlaties. Het is in deze streken bekend dat hoge temperaturen na de hooioogst (die later is dan in de vorengenoemde gebieden) in de zomer schade aan de grasmat aanrichten.

In tabel XII wordt een overzicht gegeven van de numerieke waarden van de belangrijkste correlaties.

Met behulp van de gevonden correlaties werd nu in de eerste plaats gezocht naar de hoogste collectieve correlatiecoëfficiënt R.

Wij geven de waarde der hoogste collectieve correlatiecoëfficiënten met de daarbij behorende regressievergelijkingen in dezelfde volgorde als waarin de resultaten van de vijf gebieden werden besproken.

Tzum. $R = 0{,}822$

$$x_1 = -0{,}09\ x_2 + 0{,}42\ x_3 + 0{,}24\ x_4 + 11{,}93,$$

waarin x_1 = melkaanvoer gem. per koe en per dag voor de periode Juni t/m September,
x_2 = temperatuur Mei + Juli III,
x_3 = bewolking Juli (II + III),
x_4 = regendagen Mei (II + III).

Birdaard. $R = 0{,}782$

$$x_1 = 0{,}10\ x_2 + 0{,}42\ x_3 + 10{,}75,$$

waarin x_1 = melkaanvoer,
x_2 = regendagen Mei II,
x_3 = bewolking April III + Mei III.

Wirdum. $R = 0{,}776$

$$x_1 = -0{,}32\ x_2 + 0{,}09\ x_3 + 0{,}20\ x_4 + 18{,}29,$$

waarin x_1 = melkaanvoer,
x_2 = temperatuur Mei + Juli,
x_3 = regendagen Juni (I + II) + Juli I,
x_4 = bewolking Mei (II + III).

Bartlehiem. R = 0,836

$$x_1 = 0{,}07\ x_2 - 0{,}37\ x_3 + 0{,}08\ x_4 + 19{,}00,$$

waarin x_1 = melkaanvoer,
x_2 = bewolking Juli III + Aug. I,
x_3 = temperatuur Juni I + Juli (II + III),
x_4 = regendagen Juli + Augustus.

Akmarijp.

Voor dit gebied werd geen collectieve correlatiecoëfficiënt berekend, gezien het geringe aantal correlaties van enige betekenis.

Met behulp van de regressievergelijkingen kan men nu de melkaanvoer berekenen en wel in de eerste plaats voor de jaren die bij het onderzoek waren betrokken.

In de figuren 17 t/m 20 is voor elk der gebieden de berekende en de werkelijke opbrengst grafisch voorgesteld. In het algemeen is de overeenstemming bevredigend.

In enkele jaren is de overeenstemming minder goed. Wij hebben getracht hierovor een verklaring te vinden. Zo valt de grote afwijking in 1931 voor het gebied Tzum op. In dat jaar ving de grasgroei weliswaar later aan dan normaal, waardoor de top in de aanvoercijfers verschoven werd. De mogelijkheid bestaat, dat het vee, omdat het langer op stal is moeten blijven, in de stalperiode extra is bijgevoerd om zoveel mogelijk in goede productie te blijven.

Deze veronderstelling wordt gestaafd door het hogere omzetcijfer van de C. A. F. te Leeuwarden in dat jaar. Daar wij echter van deze vereniging slechts over een jaarlijks omzetcijfer beschikten, was het niet mogelijk, na te gaan in welke maand de belangrijk hogere omzet werd geboekt.

Een dergelijke verklaring zal men anderzijds echter bezwaarlijk aanvaarden, omdat voor het gebied Birdaard in 1931 de over-

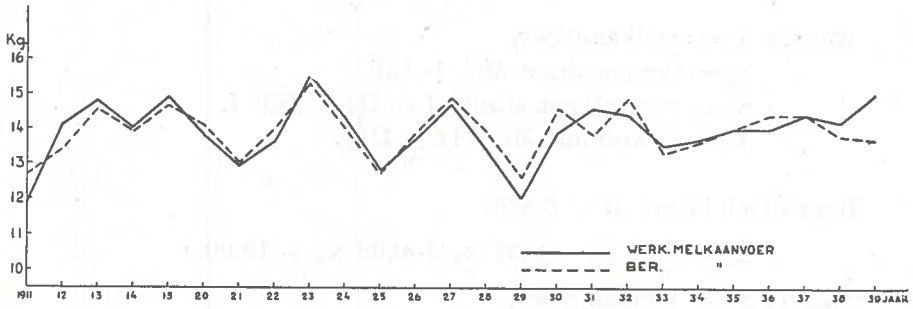

Fig. 17. De werkelijke en de berekende melkaanvoer in Tzum (R = 0.822).

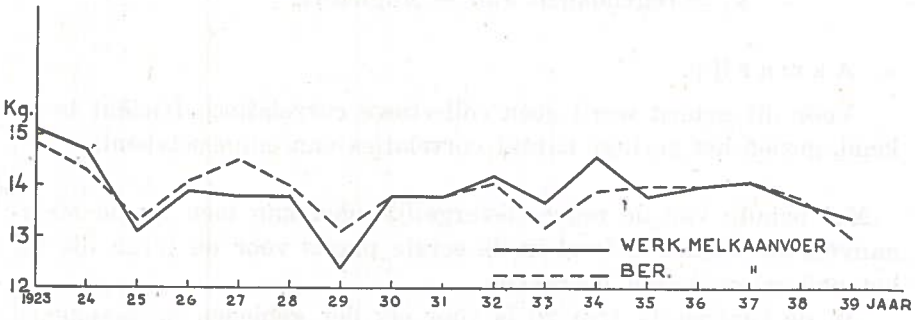

Fig. 18. De werkelijke en de berekende melkaanvoer in Birdaard.

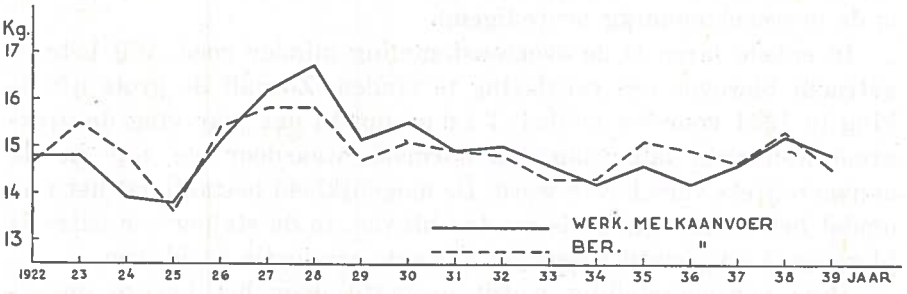

Fig. 19. De werkelijke en de berekende melkaanvoer in Wirdum.

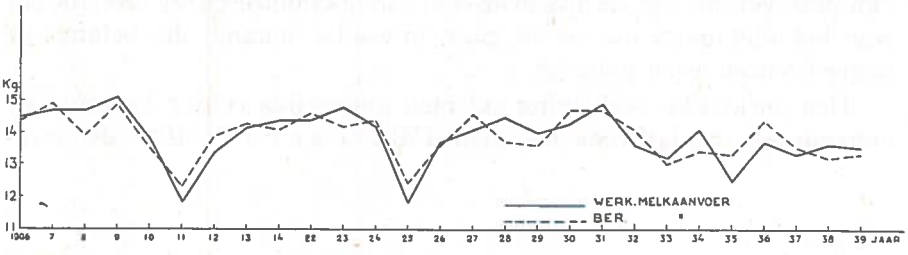

Fig. 20. De werkelijke en de berekende melkaanvoer in Bartlehiem.

eenstemming juist zeer goed was, tenzij men aanneemt dat de veehouders in T z u m zuiniger op hun gras zijn dan hun Birdaardse collega's.

Verder valt op, dat in de jaren 1938 en 1939 de werkelijke opbrengst boven de berekende ligt. Hiervoor is wellicht de volgende verklaring te geven. In deze jaren werd ten gevolge van de regeringsmaatregelen veel jong vee afgeslacht, waardoor naar verhouding meer ouder (meer productief) vee overbleef.

Vervolgens kan men, evenals wij dit in hoofdstuk V deden een vergelijking tussen berekende en werkelijke aanvoer treffen voor jaren welke buiten de zojuist genoemde reeks liggen.

Ook hier stuitten wij weer op de moeilijkheid, dat slechts de aanvoer in oorlogsjaren als vergelijkend materiaal kon dienen. De bezwaren tegen het gebruik van dergelijke cijfers zijn nog groter dan die welke wij bij de bespreking in hoofdstuk V noemden. Veel melk toch werd in die jaren aan anderen (particulieren) geleverd in plaats van aan de fabriek. Het eigen bedrijf verbruikte veel meer in verband met het gebrek aan voer voor het jonge vee enz.

Gezien deze bezwaren is het onmogelijk een critisch oordeel te vellen over de bruikbaarheid der regressievergelijkingen in jaren welke op de basisreeks volgen. Ook de aanvoer in de na-oorlogse jaren 1946 en 1947 is minder geschikt als vergelijkingsmateriaal, de veestapel had zich nog niet volledig hersteld van de schade, welke in de tweede wereldoorlog was aangericht.

Voor zover wij alsnog in een enkel jaar de overeenstemming tussen berekening (voorspelling) en werkelijkheid willen nagaan, geschiedt dit slechts om een oordeel te vellen over de juistheid van de „richting" van de voorspelling. In tabel XIII zijn enkele cijfers gegeven.

In verschillende gevallen blijkt de overeenstemming redelijk goed te zijn. Bij deze beoordeling hebben wij rekening gehouden met een toelaatbare afwijking van 5 %.

TABEL XIII

		1940	1946	1947
Tzum R = 0,822	Ber.	14,3	13,8	11,9
	Werk.	14,8	13,0	13,3
Birdaard	Ber.	—	13.9	12,3
R = 0,782	Werk.	—	12,3	11,2
Bartlehiem	Ber.	14,1	14,1	12,2
R = 0,836	Werk.	14,7	12,3	12,0

Werkelijke en berekende aanvoer in enkele toetsjaren (Friesland)

Bij het opstellen van de regressievergelijkingen hebben wij tot dusverre geen rekening gehouden met de vraag, op welke datum een eventuele voorspelling moet worden opgemaakt, wil deze in de practijk nog enig nut afwerpen.

Bij voorkeur zal men de voorspelling zo vroeg mogelijk zien opgemaakt. Wij zijn wat deze datum betreft, echter gebonden aan de tijdvakken, waarin betrouwbare correlaties met de weersfactoren voorkomen.

De bovengenoemde collectieve correlatiecoëfficiënten bevatten vrijwel alle correlaties met een weersfactor in de maand Juli.

Een voorspelling zou dus eerst kunnen worden opgemaakt nadat de weercijfers der termijnstations in het K.N.M.I. zijn ontvangen en gecontroleerd. Op z'n vroegst zou omstreeks 10 Augustus een voorspelling kunnen worden opgemaakt. Op dit tijdstip heeft de practijk zelve reeds voldoende inzicht in het verloop van de melkaanvoer verkregen, dan dat een voorspelling onzerzijds dankbaar zou worden aanvaard.

Wij hebben dus nagegaan of het mogelijk was, reeds vroeger in het jaar een (zij het dan voorlopige) voorspelling op te maken. Wij zijn daarbij, voor zover dit mogelijk was, uitgegaan van de correlaties met de weersfactoren in de maand Mei.

Zoals uit het algemeen overzicht blijkt, worden slechts in de gebieden T z u m en B i r d a a r d in Mei correlaties van betekenis

gevonden. Alleen voor deze gebieden konden dus de voorgenomen berekeningen worden uitgevoerd.

Voor T z u m werd een waarde voor R gevonden gelijk aan 0,707.

De bijbehorende regressievergelijking luidt:

$$x_1 = -0{,}13\ x_2 + 0{,}29\ x_3 + 0{,}26\ x_4 + 13{,}09,$$

waarin x_2 = temperatuur Mei,
x_3 = bewolking Mei (I + II),
x_4 = regendagen Mei (II + III).

Al te veel waarde mag men natuurlijk niet aan deze voorspelling toekennen. Het is uit het voorgaande nl. duidelijk gebleken, dat er tussen de melkaanvoer in Mei en het gemiddelde over de gehele zomerperiode geen hoge correlatie bestaat. Met andere woorden het weer na de maand Mei kan nog zeer veel goed maken of bederven.

Dit komt ook uit als men de overeenstemming tussen berekende en werkelijke waarde (over de reeks jaren, welke voor onderzoek diende) nagaat (zie figuur 21).

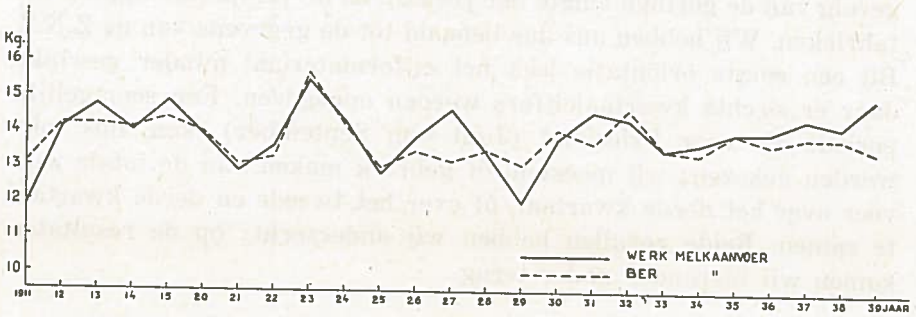

Fig. 21. De werkelijke en de berekende melkaanvoer in Tzum (R = 0,707).

Behalve 1931 behoren nu ook de jaren 1927 en 1929 tot de belangrijk afwijkende. Deze afwijkingen zijn zeer goed verklaarbaar, want in 1927 was het weer in April en Mei ongunstig voor een goede grasgroei, terwijl het gunstige weer in de overige maanden deze achter-

stand ruimschoots vergoedde. In 1929 werd de schade ten gevolge van de droogte eerst merkbaar na Mei.

Wel is merkwaardig dat in 1931 wederom de werkelijke opbrengst aanmerkelijk hoger ligt dan de berekende. Dit geeft steun aan onze bewering dat in deze streek het melkvee door extra krachtvoer kunstmatig op een hoog productiepeil is gehouden.

Voor het gebied Birdaard volgden wij dezelfde methode.

Het resultaat was minder goed dan in Tzum; wij vonden voor R slechts een waarde van R = 0,638.

waarin x_1 = melkaanvoer,
x_2 = regendagen Mei II,
x_3 = bewolking Mei (II + III).

B. *Resultaten van het onderzoek in Noordbrabant.*

Cijfermateriaal betreffende de melkaanvoer bleek voor een groot deel te berusten in de verslagen van de Zuid-Ned. Zuivelbond (1915—1940). Ook werd van enkele zuivelfabrieken enig cijfermateriaal ontvangen; het gebruik er van leverde bezwaren op als gevolg van de geringe lengte der reeksen en de verspreide ligging der fabrieken. Wij hebben ons dus bepaald tot de gegevens van de Z.N.Z. Bij een eerste oriëntatie leek het cijfermateriaal minder geschikt, daar er slechts kwartaalcijfers werden opgegeven. Een soortgelijke periode als voor Friesland (Juni t/m September) kon dus niet worden gekozen; wij moesten, óf gebruik maken van de totale aanvoer over het derde kwartaal, óf over het tweede en derde kwartaal te zamen. Beide gevallen hebben wij onderzocht; op de resultaten komen wij hieronder nader terug.

Bij de keuze van het te onderzoeken gebied speelde de plaats, waar een klimatologisch station gevestigd was, een rol. Daar wij tevens de resultaten van een zandgebied wilden vergelijken met die van de kleigebieden in Friesland, was de keuze betrekkelijk beperkt. Ten aanzien van de klimatologische gegevens viel de keuze op het station Gemert. Uit de meergenoemde verslagen van de Z. N. Z. werden de fabrieken uitgezocht, die zoveel mogelijk in de omgeving

van Gemert gelegen waren en waarvan de reeks van jaren lang genoeg was om voor het onderzoek te kunnen worden gebruikt.

Daarna werd volgens de grafische methode, die wij ook bij het „grasonderzoek" toepasten, nagegaan voor welke fabrieken een gemiddelde als een goede representatieve waarde voor een bepaalde streek zou kunnen gelden.

Gezien de in verhouding tot de Friese gebieden geringere variatie in grondsoort meenden wij voor Noordbrabant de berekeningen niet voor elk der gebieden afzonderlijk te moeten uitvoeren.

Na uitvoerige voorbereidende berekeningen kozen wij de cijfers van de fabrieken Boekel, Deurne en St. Oedenrode als materiaal voor verder onderzoek.

Trendcorrectie bleek noodzakelijk, er was een duidelijke toeneming in de melkaanvoer in de periode 1920—1928; daarna (tot 1939) was de jaarlijkse toeneming veel geringer. Voor de eerstgenoemde periode werd een trend berekend van 0,353 voor de laatstgenoemde periode 0,048. De waarde van de trend veranderde practisch niet als bij de berekeningen uitgegaan werd van de aanvoercijfers over het derde kwartaal dan wel van de aanvoercijfers van 2e en 3e kwartaal samen.

Wij bewerkten het materiaal op dezelfde wijze als dit voor het Friese materiaal geschiedde.

In de eerste plaats onderzochten wij de correlaties met gebruikmaking van de cijfers van de melkaanvoer van het derde kwartaal.

Er werden slechts enkele belangrijke correlaties gevonden en dan nog alleen voor de factor regendagen. De belangrijkste correlaties werden gevonden in de perioden:

Juni (II + III)	$r = -0{,}672$,
Juni (II	$r = -0{,}722$,
Juni (II + III) + Juli I	$r = -0{,}584$.

Op het negatieve teken van deze correlaties komen wij hieronder nader terug.

Wij onderzochten vervolgens het verband tussen het weer en de melkaanvoer over het tweede en derde kwartaal tezamen.

Op deze wijze wordt eigenlijk een deel van de staltijd als weidegang genomen, dit bezwaar was echter niet te ondervangen. Ten opzichte van de gehele periode van weidegang zal de fout, die hiermede gemaakt wordt, vermoedelijk van ondergeschikt belang zijn.

In fig. 22 wordt een overzicht der gevonden correlaties gegeven.

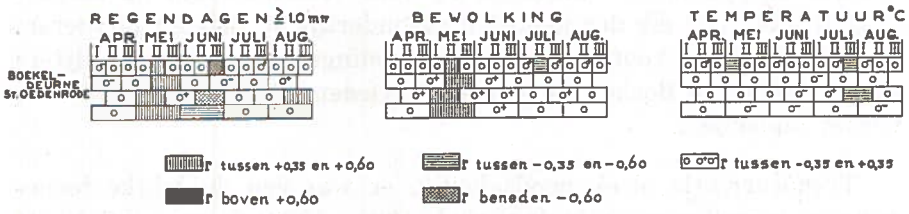

Fig. 22. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de melkaanvoer in Noordbrabant.

In Mei werden positieve correlaties met regendagen en bewolking gevonden. Gezien het feit, dat in dit gebied in verhouding b.v. tot Friesland slechts kleine percelen ter beweiding ter beschikking staan, is groeizaam weer in de maand Mei van veel betekenis in verband met de grasgroei en zijn deze correlaties alleszins aannemelijk.

De percelen welke voor hooiwinning bestemd zijn, zullen slechts in uiterste nood worden beweid, omdat men bevreesd is anders niet genoeg hooi te kunnen winnen. Dit zal inderdaad het geval zijn als na het voorweiden een droge periode aanbreekt.

De negatieve correlaties met regendagen in Juni lijken op het eerste gezicht wat vreemd.

Zij zijn echter weer verklaarbaar op grond van de betrekkelijk geringe oppervlakte weiland, welke men aan het vee ter beschikking stelt. Het vee moet op deze percelen genoeg voedsel vinden tot na de hooibouw, als het in het etgroen geweid kan worden. Is het aantal regendagen in Juni groot, dan betekent dit, dat het hooi lang op het veld moet blijven en het vee komt dan, zoals de practijk dit uitdrukt, „krap in het gras te zitten".

In hoeverre misschien de hoeveelheid melk, welke in verband met de varkensfokkerij aan de fabriek onttrokken wordt, een rol speelt, is moeilijk na te gaan.

In de maanden Juli en Augustus worden slechts enkele correlaties van enige betekenis gevonden. Tot het trekken van bepaalde conclusies geven zij geen aanleiding.

Een verklaring is wellicht te vinden in het feit dat bij onvoldoende naweide het gemengde bedrijf voldoende producten levert voor een redelijke bijvoeding.

Enkele belangrijke correlaties zijn in tabel XIV opgenomen.

TABEL XIV

Dagen met minstens 1,0 mm neerslag		Dagen met minstens 0,1 mm neerslag	
Mei (I + II)	r = + 0,474	Mei (I + II)	r = + 0,491
Mei (II + III)	r = + 0,581	Mei (II + III	r = + 0,576
Juni (II + III)	r = — 0,722	Mei	r = + 0,580
Juni III	r = — 0,665		
Juni	r = — 0,514		
Juni (II + III) + Juli I	r = — 0,531		

Bewolking		Temperatuur	
Apr. + Mei	r = + 0,481	Mei I	r = — 0,493
Mei (I + II)	r = + 0,506	Juli III	r = — 0,417
Mei (II + III)	r = + 0,581	Juli III + Aug. I	r = — 0,374
Mei	r = + 0,552		

Numerieke waarde van de belangrijkste correlaties in Noordbrabant

De hoogste waarde van de collectieve correlatiecoëfficiënt bedroeg R = 0,869.

De bijbehorende regressievergelijking is:

$$x_1 = 0{,}36\ x_2 - 0{,}06\ x_3 - 0{,}09\ x_4 + 8{,}08.$$

waarin x_1 = melkaanvoer gem. per koe en per dag,
x_2 = bewolking (Mei + Juni),
x_3 = regendagen Juni III,
x_4 = temperatuur Mei I.

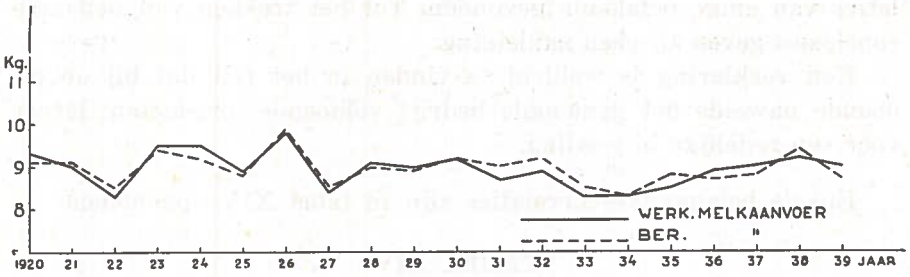

Fig. 23. De werkelijke en de berekende aanvoer in Noord-Brabant.

In figuur 23 zijn de werkelijke en berekende aanvoer grafisch weergegeven. De overeenstemming tussen beide is zeer goed.

Voor enkele jaren buiten de basisreeks berekenden wij de aanvoer. Deze cijfers zijn met de werkelijke aanvoercijfers in tabel XV opgenomen.

TABEL XV

Jaar	Werkelijke opbrengst	Berekende opbrengst
1940	9,4	8,5
1941	9,6	9,4
1946	7,8	8,8
1947	8,2	8,5

Werkelijke en de berekende aanvoer in enkele toetsjaren (Noordbrabant)

Het trekken van conclusies uit de resultaten van deze vier jaren heeft geen zin.

Nagegaan werd, evenals dit voor enkele gebieden in Friesland geschiedde, of met behulp van de gevonden correlaties in de periode tot 1 Juni een enigszins betrouwbare voorspelling van de melkaanvoer mogelijk zou zijn. Als hoogste waarde werd echter gevonden R = 0,603, een waarde, die te laag is om met redelijke zekerheid het opmaken van een voorspelling mogelijk te maken.

Deze waarde van R werd berekend uit de volgende weergegevens:

x_2 = regendagen Mei (II + III),
x_3 = bewolking Mei,
x_4 = temperatuur Mei.

C. *Noordholland.*

Voor het onderzoek in Noordholland stond cijfermateriaal van de zuivelfabriek te Wieringerwaard ter beschikking.

De reeks omvatte slechts 13 jaren t.w. 1927 t/m 1939, het was niet mogelijk cijfers over een langere reeks van jaren te verkrijgen. Er werd weer gebruik gemaakt van de aanvoercijfers over het tijdvak Juni t/m September.

De gegevens betreffende temperatuur en bewolking waren afkomstig van de stations Hoorn en Den Helder (het gemiddelde van beide stations werd gebruikt). De aantallen regendagen waren afgeleid uit de weergegevens van Schagen.

In fig. 24 is weer een algemeen overzicht der resultaten gegeven.

Fig. 24. Het verband tussen het aantal regendagen, de bewolking en de temperatuur en de melkaanvoer in Noord-Holland.

Voor dit gebied ontbreken belangrijke correlaties met de factoren

regendagen en bewolking in de maand Mei. Deze resultaten stemmen dus overeen met de in de aanvang van dit hoofdstuk geuite verwachting. De negatieve correlaties met het aantal regendagen in Juni zijn weer verklaarbaar uit het feit, dat bij slecht weer in de hooitijd het vee een tekort aan gras krijgt, hetgeen een nadelige invloed heeft op de melkaanvoer. De positieve correlaties met de regendagen en bewolking in de periode na de hooioogst geven weer aan, dat gras na de hooioogst behoefte heeft aan regen om tot een voorspoedige groei te kunnen komen. Hoge temperaturen zijn in deze periode schadelijk.

Merkwaardig zijn de positieve correlaties met de temperatuur in Mei, waarvoor wij geen duidelijke verklaring hebben kunnen vinden.

De positieve correlaties met de temperatuur in Juni stemmen overeen met de negatieve correlaties met het aantal regendagen in deze periode. De verklaring wordt weer gevonden in het feit, dat bij droog warm weer de hooioogst een vlot verloop heeft, zodat het weer spoedig in het etgroen kan geweid worden, hetgeen uiteraard de melkgift ten goede komt. Regenachtig weer daarentegen werkt vertragend op de hooibouw, het vee krijgt dan gebrek aan gras, waardoor de melkproductie achteruitgaat.

De positieve correlaties met de temperatuur in de maand Mei zou men wellicht willen verklaren, door te beweren, dat een hogere temperatuur de grasgroei bevordert.

Met deze verklaring komt men echter in conflict met de resultaten van het „grasonderzoek", waarbij immers gevonden werd, dat relatief hoge temperaturen in Mei een ongunstige invloed hebben op de hooiopbrengst. Nu is het mogelijk, dat de omstandigheid, dat voor het „grasonderzoek" cijfermateriaal uit een ander gebied werd betrokken dan voor het „melkonderzoek", de oorzaak is van het afwijkende resultaat.

Uit voorlopige, nog niet gepubliceerde resultaten van een onderzoek, dat door W o u d e n b e r g wordt ingesteld naar het optreden van nachtvorst, is gebleken, dat in het voorjaar in het gebied van Wieringerwaard meer nachtvorst voorkomt dan in de omgeving van Hoogwoud en Nieuwe-Niedorp. Dit zou er op wijzen dat de temperatuur dicht bij de grond in de Wieringerwaard gemiddeld lager is dan in Hoogwoud en Nieuwe-Niedorp.

Op deze wijze zouden de correlaties met de temperatuur verklaard kunnen worden. Voortgezet onderzoek ter plaatse zal echter moeten aantonen of de hier gegeven verklaring inderdaad aannemelijk is.

De belangrijkste correlaties zijn in tabel XVI opgenomen.

TABEL XVI

Regendagen		Bewolking		Temperatuur	
Mei III + Juni II	r = — 0,440	Juli II	r = + 0,666	Mei II	r = + 0,478
Juni (I + II)	r = — 0,586	Juli (II + III)	r = + 0,708	Juni (II + III)	r = + 0,482
Juni II	r = — 0,651	Juli	r = + 0,658	Mei + Juni	r = + 0,543
Juni (II + III)	r = — 0,630			Juli (II + III)	r = — 0,695
Juni	r = — 0,577				
Juli I + II	r = + 0,586				
Juli (II + III)	r = + 0,549				
Juli	r = + 0,622				

Numerieke waarden van de belangrijkste correlaties in Noordholland.

Als hoogste waarde van R werd gevonden:

$$R = 0{,}871.$$

De bijbehorende regressievergelijking is:

$$x_1 = -0{,}11\ x_2 + 0{,}01\ x_3 - 0{,}21\ x_4 + 17{,}61,$$

waarin x_1 = melkaanvoer gem. per koe per dag,

x_2 = regendagen Juni II,

x_3 = bewolking Juli (II + III),

x_4 = temperatuur Juli (II + III).

Slechts voor de jaren 1946 en 1947 was het mogelijk een dergelijke voorspelling te toetsen aan de werkelijkheid.

In 1946 werd een gemiddelde melkaanvoer per koe en per dag

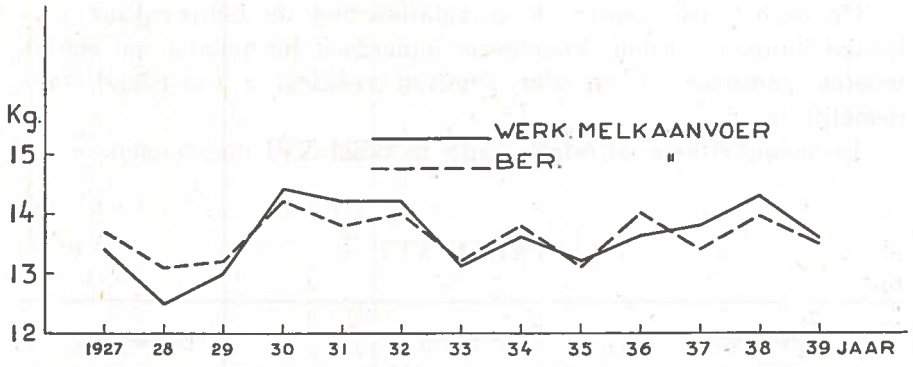

Fig. 25. De werkelijke en de berekende aanvoer in Noordholland.

(over de periode Juni t/m September) berekend van 13,3 kg; in werkelijkheid was dit 12,5 kg.

In 1947 weren deze cijfers respectievelijk 13,0 en 12,6.

De goede overeenstemming tussen berekende en werkelijke aanvoer blijkt uit het verloop der lijnen van fig. 25.

HOOFDSTUK VII

SLOTCONCLUSIE EN SAMENVATTING

In de hoofdstukken V en VI hebben wij de resultaten van het statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de grasopbrengst en de melkaanvoer besproken. Voor de berekende correlaties kon een plausibele verklaring worden gegeven.

Uit het onderzoek zijn enkele algemene conclusies te trekken

A. *Het verband tussen het weer en de gras(hooi)-opbrengst.*

1. Onafhankelijk van de grondsoort en van de verschillen in klimatologische omstandigheden werd een duidelijk verband tussen het weer in de periode Mei tot en met de eerste decade van Juni en de opbrengst eerste snede gevonden en wel in die zin, dat het verband met de regendagen en de bewolking positief, het verband met de temperatuur negatief is.

Men moet dit verband dus zo uitleggen, dat in de genoemde periode een groter aantal regendagen en meer bewolking dan normaal een gunstige invloed hebben op de grasopbrengst; een hogere temperatuur dan normaal in deze periode heeft een ongunstige invloed op de grasopbrengst.

2. Behalve de sub. 1 genoemde correlaties werden in de onderzochte gebieden in Zuid- en Noordholland nog correlaties in andere tijdvakken gevonden.

a. In het lager gelegen, veenachtige gebied van Zuidholland werden bovendien in de maand April betrouwbare positieve correlaties met de bewolking gevonden.

b. In de periode Maart II—April III was dit met de temperatuur het geval.

De positieve correlaties met de temperatuur in de wintermaanden, die in het onderzochte Friese- en Brabantse materiaal onbetekenend waren, blijken voor de gebieden in Zuid- en Noordholland redelijk betrouwbaar te zijn.

B. *Het verband tussen het weer en de melkaanvoer in de zomerperiode (Juni t/m September).*

1. a. In die streken van Friesland, waar de aard van de grond het voorweiden riskant maakt, werden in de maand Mei betrouwbare positieve correlaties gevonden met de regendagen en de bewolking en negatieve correlaties met de temperatuur.

b. In die gebieden, waar de omstandigheden zodanig zijn, dat niet gevreesd behoeft te worden, dat het gras, na te zijn voorgeweid, moeilijk weer „aan de groei" komt, werden (overeenkomstig de verwachting) in de maand Mei geen correlaties van enige betekenis gevonden.

c. Behalve voor het onderzochte veengebied blijken voor de gebieden in Friesland in de maanden Juli en Augustus betrouwbare positieve correlaties met de regendagen en de bewolking te bestaan. De correlaties met de temperatuur zijn in deze periode negatief.

2. a. De resultaten in Oostelijk Noordbrabant stemmen in zoverre met die van Friesland overeen, dat ten aanzien van de regendagen en de bewolking wederom betrouwbare positieve correlaties werden gevonden in de maand Mei. De correlaties met de temperatuur zijn in deze periode in het Brabantse gebied van geringe betekenis.

b. De maanden Juli en Augustus geven in het Brabantse gebied slechts enkele betrouwbare correlaties te zien.

c. In de periode van de hooioogst (Juni) werden betrouwbare negatieve correlaties met de regendagen geconstateerd.

3. a. De resultaten van het Noordhollandse gebied sluiten voor wat betreft de correlaties in de maanden Juli en Augustus goed aan bij die van de bovengenoemde streken.

b. Ook in dit gebied werden in de hooitijd betrouwbare negatieve correlaties met de regendagen gevonden.

De verklaring van de bovengenoemde correlaties kon in alle gevallen worden gevonden in de invloed van het weer op de grasgroei. In verschillende gevallen bleek, dat de totale melkaanvoer over de zomerperiode in belangrijke mate afhankelijk is van het weer tijdens de hooioogst.

Wij hebben voor een enkel geval nagegaan of het mogelijk was met behulp van de opbrengst eerste snede een betrouwbare voorspelling te maken omtrent de verwachte melkaanvoer in de zomerperiode.

Dat een dergelijk onderzoek weinig positieve resultaten zou opleveren, kan o.m. uit de besprekingen in de hoofdstukken III en VI blijken. Wij hebben de bewerking niet voortgezet, toen de correlaties tussen grasopbrengst eerste snede en melkaanvoer inderdaad niet betrouwbaar bleken.

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat scherp begrensde perioden zijn aan te geven, waarin het weer van beslissende betekenis is op de opbrengst van gras en melk. Uit het feit, dat bij de bewerking van de grasopbrengsten voor enige in grondsoort zeer uiteenlopende gebieden in grote lijnen analoge resultaten worden gevonden, menen wij te mogen opmaken, dat aan de conclusies een meer dan plaatselijke geldigheid mag worden toegekend.

Ten aanzien van de resultaten van de bewerking van de melkaanvoercijfers moeten wij concluderen, dat plaatselijke omstandigheden wel degelijk een rol van betekenis spelen. Niet alleen is het van belang, bij dit onderzoek te letten op verschillen in grondsoort, doch in het bijzonder moet aandacht besteed worden aan verschillen in bedrijfsvoering. In gebieden waar men gebonden is aan een betrekkelijk klein oppervlak weiland, is het weer in de voorzomer een factor van veel groter belang voor de melkaanvoer in de daaropvolgende zomermaanden, dan in de gebieden waar men zonder bezwaar het vee in de maanden Mei en Juni volop gras ter beschikking kan stellen.

Alvorens tot gedegen conclusies te kunnen komen, zal het nodig zijn meer cijfermateriaal aan een onderzoek te onderwerpen. Uit ervaring weten wij, dat het niet eenvoudig is, betrouwbaar cijfermateriaal over een lange reeks achter ons liggende jaren te verzamelen. Onderzoekingen als die van t Hart (11) moeten daarom van groot belang worden geacht.

Wij hebben ons in de aanvang van ons onderzoek o.m. tot doel gesteld na te gaan of met behulp van de gevonden correlaties een

redelijk betrouwbare voorspelling van de grasopbrengst en melkaanvoer zou zijn op te maken op een tijdstip, dat de practijk van een dergelijke voorspelling enig nut zou kunnen hebben.

Uiteraard hangt deze kwestie ten nauwste samen met de tijdvakken waarin betrouwbare correlaties zouden worden gevonden.

Het zal duidelijk zijn geworden, dat het opmaken van oogstverwachtingen van de grasopbrengst eerste snede, weinig zin heeft. De betrouwbare correlaties toch, worden gevonden in een tijdvak, kort voor de oogst, op z'n vroegst zou in de eerste dagen van Juni een oogstverwachting kunnen worden opgemaakt.

Zoals wij reeds schreven, het enige voordeel dat men van een dergelijk cijfer zal kunnen hebben is, dat de eigen indruk, die men omtrent de te verwachten oogst heeft, gesteund zal kunnen worden door een redelijk betrouwbare verwachting, die gegrondvest is op de resultaten van het statistisch onderzoek.

Voor de melkaanvoer is het een enigszins ander geval. In enkele gebieden bleken betrouwbare correlaties in de maand Mei voor te komen. In de eerste dagen van Juni is voor deze gebieden een redelijk betrouwbare verwachting van de melkaanvoer over de gehele zomerperiode op te maken. Een verwachting op een dergelijk tijdstip kan in verschillende gevallen inderdaad zin hebben.

In ons geval komen een tweetal gebieden in Friesland en het gebied van Oostelijk Noordbrabant hiervoor in aanmerking.

De collectieve correlatiecoëfficiënten, berekend uit de correlaties met de weersfactoren in de maand Mei zijn echter niet bijzonder hoog. Meer dan een algemene aanwijzing mag men er dus niet in zien.

Op grond van onze ervaringen verwachten wij niet, dat het mogelijk zal zijn vóór de eerste week van Juni een redelijk betrouwbare voorspelling te geven.

SUMMARY

Statistical research on the correlation between the weather, grass-production and milk-supply.

Besides the previous history of this research a short description is given in the introduction of the development of the subdivision "agricultural meteorology" of the Royal Neth. Met. Institute at De Bilt since its establishment on January 1st, 1943.

In chapter I the statistical data developed in connection with this research are discussed. The meteorological information came from the observation-stations situated close to the regions investigated. The data on grassland production were borrowed from the archives of the Department of Agriculture and those on the supply of milk were obtained from a number of dairy factories.

For this research use was made of statistical material secured from the following provinces: Friesland (N.W.-part, sea-clay), Northbrabant (N.E.-part, light sandy ground), Northholland (northern part, clay-ground) and Southholland (district east of Rotterdam, rather low lying peaty ground).

In a comparing research it was found that temperature (mean dailytemperature calculated from the observations at 8, 14 and 19 hours), the cloudiness, and the number of days with at least 1,0 mm precipitation greatly influenced the growth of grass, and the milk production. The remaining weather factors appeared to be of far less importance.

In chapter II the literature cited is discussed while in chapter III the results are given of the experiences obtained in practice concerning the influence of the weather upon the growth of grass, and the milk production in the Netherlands.

Chapter IV is devoted to a discussion of the methods followed in conducting this research. Besides the calculation of correlation- and regressioncoefficients the graphic operation of the statistical material (frequency-diagrams) assumed an important place. It appeared to be possible to estimate the value of the correlationcoefficients, at least within rather rough limits, with a reasonable degree of accuracy.

Provisional results of the research were rendered by help of the estimation-methods in surveys (fig. 5, 7, 9 etc.).

In chapter V the results of the research on the correlation between the weather and grass production are discussed. Independent of the soil and the differences in climatological circumstances a reliable positive correlation was found between the number of days with

precipitation and the cloudiness during the period May to and including the first ten days of June. The correlation with the temperature was negative during this period (fig. 5, 7, 9 and 11).

During the winter months in the provinces of South- and North-Holland, however, a rather reliable positive correlation with the temperature was found. For the Friesland and Northholland yield-data it was necessary — before examining the correlations — to introduce a trend correction. The yield of the first cutting of hay decreased gradually during the last 25 years. This reduction must be attributed to a shifting of the time of cutting from the end of June to the beginning of this month.

Chapter VI discusses the results of the research on the correlation between the weather and the milk-supply during the months of June—September inclusive. In many cases, important positive correlations were found between the number of days with precipitation and the cloudiness in the months July and August. The correlations with the temperature were negative in this period.

Reliable correlations were found in the month of May in districts where the grazing in the period before mowing-time caused risk (either as a result of the nature of the soil, or management practices). The correlations with the number of days with precipitation and the cloudiness were positive, while those with the temperature were negative.

In all other cases the correlations in May were unimportant. This was to be expected because in this month there is sufficient grassland available for the milk cows. In case of a deficiency in grass as a consequence of unfavourable weather conditions, this is compensated by a larger area over which the cattle can graze.

In some cases (see fig. 22 and 24) negative correlations were found with the number of days with precipitation and the cloudiness in the month of June. During this month the hay was harvested and the correlations point to a shortage of grass for the cattle, if the weather is unfavourable for the harvest of hay.

Regression-equations were set up for each of the districts investigated. With the help of this, the grass production and milk-supply were calculated ("forecasted") fore some years, not belonging to the series which were used for this research.

Since it was necessary to use wartime data for this control, no reliable comparison between the calculated and actual production was possible.

ZUSAMMENFASSUNG

Statistische Untersuchung nach dem Zusammenhang zwischen dem Wetter, die Grassproduktion und den Milchzufuhr.

In der Einführung wird, ausser der Vorgeschichte dieser Untersuchung, eine kurze Beschreibung der Entwicklung gegeben von der Unterabteilung für Agrar-Meteorologie des Königlichen Niederländischen Meteorologischen Instituts, De Bilt, seit der Gründung am 1. Januar 1943. Im Kapitel I wird das Ziffermaterial, dass für die Untersuchung gebraucht wurde, besprochen. Die wetterkundlichen Angaben rühren von den in der Nähe der Untersuchungsgebieten gelegenen s.g. Terminstationen her.

Die Ertragziffern von Grassland (Heuertrag) wurden dem Ministerium von Ackerbau entlehnt, die Ziffern der Milchzufuhr wurden von einer Anzahl Molkereien entnommen.

Für die Untersuchung wurde Gebrauch gemacht von zahlenmaterial herrührend aus den nachstehenden Provinzen: Friesland (N.W. Teil, Seeklai), Noordbrabant (N.O. Teil, leichter Sandboden), Noordholland (N. Teil, Klai) und Zuidholland (Gebiet östlich von Rotterdam, ziemlich niedrig gelegener moorartiger Boden).

Bei orientierenden Untersuchungen wurde gefunden, dass die Temperatur (berechnet aus Beobachtungen von 8, 14 und 19 Uhr), die Bewölkung und die Anzahl Tage mit mindestens 1.0 mm. Niederschlag einen bedeutenden Einfluss hatten auf die Grass-, beziehungsweise Milchproduktion. Die übrigen Wetterfaktoren ergaben sich als viel weniger bedeutend.

Im Kapitel II wurden Literaturangaben besprochen, im Kapitel III wurde einen Eindruck gegeben von den Ansichten, welche die Praxis erworben hat über den Einfluss des Wetters auf die Grass-, beziehungsweise Milchproduktion in den Niederlanden.

Im Kapitel IV wird die bei der Untersuchung gefolgte Methode besprochen. Neben der Berechnung von Korrelations- und Regressionskoeffizienten nahm die graphische Bearbeitung des Ziffermaterials (Häufigkeits-Diagramme) einen bedeutenden Platz ein.

Es ergab sich als möglich, den Wert der Korrelationskoeffizienten, wenigstens zwischen weiten Grenzen, ziemlich genau zu schätzen. Die vorläufigen Resultate der Untersuchung wurden mit Hilfe dieser Schätzungsmethode in Übersichte dargestellt (Fig. 5, 7, 9 u.s.w.).

Im Kapitel V wurden die Resultate der Untersuchung nach dem Zusammenhang zwischen Wetter und Grassertrag besprochen. Unabhängig von der Bodenart und von den klimatologischen Unterschieden wurde eine zuverlässig-positive Korrelation mit der Anzahl Niederschlagstage und mit der Bewölkung in der Periode Mai einschlieszlich der ersten Dekade vom Juni (Mai—Juni I) gefunden. Die Korrelation mit der Temperatur war in dieser Periode negativ (Fig. 5, 7, 9 und 11). In den Wintermonaten wurden in den Provinzen Zuidholland und Noordholland eine positive Korrelation mit der Temperatur gefunden.

Für das Ziffermaterial von Friesland und Noordbrabant stellte es sich als notwendig heraus, die Korrelationsuntersuchung eine Trendkorrektion vorangehen zu lassen. Der Heuertrag war während den letzten 25 Jahren nämlich nach und nach zurückgegangen. Dieser Rückgang muss einer Verschiebung der Mähezeit von Ende Juni nach Anfang Juni zugeschrieben werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung nach dem Zusammenhang zwischen Wetter und Milchzufuhr (Gesamtertrag in den Monaten Juni bis einschlieszlich September) werden im Kapitel VI besprochen.

In vielen Fällen wurden zuverlässige positive Korrelationen mit der Anzahl Niederschlagstage und der Bewölkung in den Monaten Juli und August gefunden.

Die Korrelationen mit der Temperatur waren in dieser Periode negativ. In Gebieten wo abweiden vor der Heuzeit Gefahr ergiebt (es sei infolge der Bodenbeschaffenheit, es sei infolge der Geschäftführung) werden zuverlässige Korrelationen gefunden im Monat Mai. Die Korrelationen mit der Anzahl Niederschlagstage und mit der Bewölkung waren positiv, die mit der Temperatur negativ.

In allen anderen Fällen waren die Korrelationen im Mai unbedeutend. Dies war in Übereinstimmung mit der Erwartung; in diesem Monat wurden, wenn möglich, dem Milchvieh Weiden zur

Genüge zur Verfügung gestellt. Gibt es infolge ungunstiger Witterung wenig Grass, so wird das ausgeglichen durch die grössere Oberfläche, welche dem Vieh zum abweiden gegeben wird.

In einzelnen Fällen (Fig. 22 und 24) wurden im Monat Juni negative Korrelationen mit der Anzahl Niederschlagstage und der Bewölkung gefunden. In dieser Periode wird das Heu geerntet; die Korrelationen weisen auf einen Defizit an Grass für das Vieh (begleitet von einem Rückgang der Milchgabe), wenn das Wetter ungünstig ist für das Einholen der Heuernte.

Regressionsgleichungen wurden hergestellt für jedes der Gebiete einzeln. Mit Hülfe hiervon wurde der Heutertrag, beziehungsweise Milchzufuhr berechnet („vorhergesagt") für einige, nicht für die Bestimmung der Korrelationskoeffizient verwendeten Jahren. Leider waren wir gezwungen, für diese Kontrolle die Angaben aus den Kriegsjahren zu verwenden. Eine genaue Vergleichung zwischen berechneter und wirklicher Ertrag war also nicht gut möglich.

LITERATUUROVERZICHT.

1 Kauter, A. und Caputa, I. Was sagt uns eine über 67 Jahre durchführte Futter-Ertragsstatistiek. Schw. Landw. Z. „Die Grüne", 14-5-'48, No. 20.

2 Vries, D. M. de. Nadelige invloed van droogte op grasland. De nieuwe Veldbode 1936 No. 9.

3 Vries, D. M. de. Over de invloed van strenge koude op de graszode. Landb.k. tijdschrift 52 Mei-Juni 1940.

4 Vries, D. M. de. Voortgezet onderzoek over de invloed van strenge koude op de graszode. Idem April 1941.

5 Geith, R und Zürn, Fr. Die Leistungen der deutschen Weiden und nachhaltige Verbesserung ihrer Erträge. Bericht über Landw.sch. 152 Sonderheft Berlin, 1941.

6 Reichel, E. Der Trockenheitsindex insbesondere für Deutschland. Ber. über die Tätikgeit des Preusz. Met. Inst. 1928, 84-105.

7 Radtke, R. Die Dauerweiden im Freistaate Sachsen. Dresden, 1931.

8 Wranggel, v. Ernährung und Düngung der Pflanzen. Handbuch der Landwirtschaft, Berlin 2, 1929.

9 Münzinger, A. und v. Babo. Das Hohenheimer Weidesystem. Landw. Jhrb. 73, 1931.

10 Rappe, G. Några för betestill växten karakteristika Grunddrag (Some Growth Features in Pastures). Svenska Vall-och Mosskulturföreningens Medd. Nr. 14, 1948, Norrtälje 1948, Nortalje Tidnings Boktryckeri A-B.

11 Hart, M. L. 't. Seizoenschommelingen van de grasgroei in Nederland. Maandblad voor de Landbouwvoorlichtingsdienst April 1948.

12 Geus, J. de. Oriënterend onderzoek naar de invloed van temperatuur en neerslag op de oogst van blijvend grasland. Landbouwkundig Tijdschrift Juni 1948.

13 Smit, Ch. P. G. J. Voordracht Comm. v. Landb. Ecologie, 18 Apr. 1940.

14 Nilsson-Leissner, G. The influence of certain meteorological factors upon the growth of white clover and some pasture grasses. Bot. Notiser 1935 pp. 331—354.

15 Hallgren, G. 1947. The influence of Precipitation on crop yields. Lantbr. hogsk. An. 14, 173.

16 Mitscherlich E. A. Der Einflusz klimatischen Faktoren auf die Höhe des Ertrages. Schr. der Köningsberger Gelehrten Ges. Naturwiss. Klass. 10, 1933, 183.

17 Yska, A. S. Hittegolf en vetgehalte van morgen- en avondmelk. Off. Org. F. N. Z. 13 Jrg. 39, Juni 1947.

18 Lettau, H. Milcherträge und Wetter. Ein Beitrag zum Ausbau der Agrarmeteorologie. Milchwsch. Forsch. 12, 1931, 201.

19 Ingersoll, C. L. M Sc. The influence of changes in food and temperature on the quantity an quality of the milk of dairy cows. Bull. No. 30 University of Nebraska Agr. Exp. stat., Vol. VI, Oct. 1893.

20 Bosma, K. Onderzoekingen omtrent melkproductie-richting in de fokkerij van het Nederlandse zwartbont vee. L.E.B.-Fonds, publicatie 11, 1935.

21 Schnelle, Fr. Einführung in die Probleme der Agrarmeteorologie. Schr. über neuzeitl. Landbau, Heft 11, 1948.

22 Post, J. J. Handleiding voor de opzet en de bewerking van Fisherproeven. Alg. Landsdrukkerij Den Haag, 1946.

23 Post, J. J. Blancoproeven 1944. Med. v. d. Dir. v. d. Tuinbouw.

24 Post, J. J. Twee blancoproeven bij tomaten, April 1946. Med. v. d. Dir. v. d. Tuinbouw, Juli 1946.

25 Zwagerman, C. Herfst- of voorjaarskalvers. Off. Org. v. d. Alg. Ned. Zuivelbond 1924 No. 927.

26 Zwagerman, C. De oorzaken van variaties in de melkopbrengsten. Idem 1925 No. 1008 en 1009.

27 Eikelboom, H. Over de invloed van het tijdstip van afkalven op de melkproductie. Maandbl. voor de Landbouwvoorlichtingsdienst, Dec. '48.

28 Deij, L. J. L. Invloed van de bodem op het klimaat. Tijdschr. Ned. Aardr. Gen. Mei 1947, blz. 337.

29 Wallen, Axel. Sur la correlation entre les récoltes et les variations de la temperature et de l'eau tombé en Suède. Kungl. Svenska Vetensk. Handb. 57 No. 8 1917.

30 Fisher, R. A. Statistical methods for researchworkers.

31 Meyers, P. G. Het demonstratiebedrijf te Niebert. Landbk. Tijdschr. 54, 1942 pag. 87—118.

Tabel 1.

jaar	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1^*	$v = x_1 - x_1^*$
1911	0,0	6,2	0,6	2,0	0,8	— 0,8
12	2,2	3,0	1,0	3,0	1,5	+ 0,7
13	2,9	1,6	3,1	4,0	2,7	+ 0,2
14	2,1	1,4	1,8	3,0	2,0	+ 0,1
15	3,0	1,0	3,2	4,0	2,8	+ 0,2
1920	1,9	2,0	2,4	3,0	2,2	— 0,3
21	1,0	4,2	1,2	1,5	1,1	— 0,1
22	1,7	2,4	3,0	2,0	2,1	— 0,4
23	3,6	0,6	2,8	7,0	3,4	+ 0,2
24	2,4	2,2	1,9	3,5	2,1	+ 0,3
25	0,9	5,0	0,4	2,0	0,8	+ 0,1
26	1,8	0,9	1,6	3,5	2,0	— 0,2
27	2,8	1,8	3,7	4,0	3,0	— 0,2
28	1,5	1,6	1,3	4,0	2,0	— 0,5
29	0,1	2,8	0,6	0,5	0,7	— 0,6
1930	2,0	1,4	3,8	2,5	2,7	— 0,7
31	2,7	2,9	2,3	2,5	1,9	+ 0,8
32	2,5	2,2	3,2	5,0	3,0	— 0,5
33	1,6	3,8	2,0	1,0	1,4	+ 0,2
34	1,8	3,2	1,7	2,5	1,7	+ 0,1
35	2,1	1,7	1,9	3,5	2,1	0,0
36	2,1	2,4	3,3	3,0	2,5	— 0,4
37	2,5	2,9	3,7	2,5	2,5	0,0
38	2,3	3,3	2,0	3,0	1,9	+ 0,4
39	3,1	3,1	2,6	1,5	1,8	+ 1,3
Som	50,6	63,6	55,1	74,0	50,7	— 0,1
gem.	2,02	2,54	2,20	2,96	2,02	

Ter vereenvoudiging van het rekenwerk zijn:

de originele cijfers x_1 verminderd met 11,9
" " " x_2 " " 13,0
" " " x_3 " " 4,0
" " " x_4 ongewijzigd.

Voorbeeld van een correlatie-regressie analyse met 4 variabelen.

x_1 = werkelijke melkaanvoer gemiddeld per koe en per dag over de periode Juni t/m September.
x_2 = temperatuur in °C (Mei + Juli III) : 2.
x_3 = bewolking (Juli II + Juli III) : 2.
x_4 = dagen met minstens 1,0 mm. neerslag (Mei II + Mei III) : 2.
x^* = berekende melkaanvoer.

$$\text{s. q. a. } x_1 = S\,x_1^2 - \frac{(S\,x)^2}{n} = 17{,}93$$

$$\text{s. q. a. } x_2 = 40{,}66$$

$$\text{s. p. a. } x_1\,x_2 = S\,x_1\,x_2 - \frac{S\,x_1 \times S\,x_2}{n} = -17{,}16$$

$$r = \frac{\text{s. p. a. } x_1\,x_2}{\sqrt{\text{s. q. a. } x_1 \times \text{s. q. a. } x_2}} = -0{,}636 \qquad \sigma r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} = 0{,}161$$

Tabel 2. Totale correlaties.

$r_{12} = -0{,}636 \pm 0{,}161$
$r_{13} = +0{,}712 \pm 0{,}147$
$r_{14} = +0{,}647 \pm 0{,}159$
$r_{23} = +0.546 \pm 0{,}175$
$r_{24} = +0{,}633 \pm 0{,}161$
$r_{34} = +0{,}390 \pm 0{,}192$

Tabel 3. Standaardafwijkingen.

$$\sigma x_1 = S_1 = \sqrt{\frac{\text{s. q. a. } x_1}{n-1}} = 0{,}864$$

$S_2 = 1{,}302$
$S_3 = 1{,}019$
$S_4 = 1{,}346$

Tabel 4. Partiële correlaties.

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} \times r_{23}}{\sqrt{(1 - r^2_{13})\,(1 - r^2_{23})}} = -0{,}420$$

$r_{13.4} = +0{,}655$ $\qquad r_{34.2} = +0{,}068$
$r_{14.3} = +0{,}570$ $\qquad r_{14.2} = +0{,}409$
$r_{24.3} = -0{,}545$ $\qquad r_{23.4} = -0{,}419$
$r_{13.2} = +0{,}565$ $\qquad r_{12.4} = -0{,}385$

$$r_{12.34} = \frac{r_{12.3} - r_{14.3} \times r_{24.3}}{\sqrt{(1 - r^2_{14.3})\,(1 - r^2_{24.3})}} = -0{,}158$$

$$r_{13.24} = \frac{r_{13.2} - r_{14.2} \times r_{34.2}}{\sqrt{(1 - r^2_{14.2})\,(1 - r^2_{34.2})}} = +0{,}590$$

$$r_{14.23} = \frac{r_{14.2} - r_{13.2} \times r_{34.2}}{\sqrt{(1 - r^2_{13.2})\,(1 - r^2_{34.2})}} = +0{,}451$$

$$1 - R^2_{1.234} = (1 - r^2_{14})\,(1 - r^2_{13.4})\,(1 - r^2_{12.34})$$

$$R_{1.234} = 0{,}822.$$

Tabel 5. Standaardafwijkingen der collectieve correlatie-coëfficienten.

$$S_{1.234} = S_1 \sqrt{(1 - r^2_{14})\ (1 - r^2_{13.4})\ (1 - r^2_{12.34})} = 0{,}492$$

$$S_{2.134} = S_2 \sqrt{(1 - r^2_{24})\ (1 - r^2_{23.4})\ (1 - r^2_{12.34})} = 0{,}904$$

$$S_{3.124} = 0{,}688$$

$$S_{4.123} = 0{,}928$$

Tabel 6. Regressie-coëfficienten.

$$b_{12.34} = r_{12.34} \times \frac{S_{1.234}}{S_{2.134}} = -0{,}086$$

$$b_{13.24} = r_{13.24} \times \frac{S_{1.234}}{S_{3.124}} = +0{,}422$$

$$b_{14.23} = r_{14.23} \times \frac{S_{1.234}}{S_{4.123}} = +0{,}239$$

Regressie vergelijking.

$$x_1 - \overline{x_1} = b_{12.34}\ (x_2 - \overline{x_2}) + b_{13.24}\ (x_3 - \overline{x_3}) + b_{14.23}\ (x_4 - \overline{x_4}).$$

$$x_1 = 0{,}086\ x_2 + 0{,}422\ x_3 + 0{,}239\ x_4 + 11{,}934.$$