

Samenhang tussen weersfactoren
en de opbrengst van zomertarwe

door

Dr. J.P.M. Woudenberg en Ir. P.Poelstra
=====

551.586:631

Inhoud:

1. Inleiding
2. Resultaten
 - 2.1. voor de provincie Groningen
 - 2.2. " " " Noord-Holland
 - 2.3. " " " Zuid-Holland
3. Algemene beschouwing der resultaten
 - 3.1. vergelijking der gebieden
 - 3.2. de regressievergelijking voor Groningen
 - 3.3. de voorspelling van de oogstopbrengst
4. Literatuur.

1. Inleiding

Een aantal jaren geleden was door een onzer een statistisch onderzoek begonnen naar de invloed van het weer op de opbrengst van tarwe. Zowel winter- als zomertarwe werden hierbij betrokken. Over de resultaten van het onderzoek aan eerstgenoemd gewas is in 1946 een publikatie verschenen¹). Aan dit onderzoek kleefden verschillende bezwaren, die in de genoemde publikatie nader zijn uiteengezet. Een der bezwaren is wel, dat geen exacte opbrengstgegevens ter beschikking staan. Door grote gebieden te nemen, kon dit bezwaar althans voor wintertarwe minder hoog worden aangeslagen. Zomertarwe is evenwel, vooral in de jaren voor de laatste wereldoorlog, waarover het onderzoek is verricht, een noodgewas, uitgezonderd in Groningen, waar dit gewas wel in het bouwplan wordt opgenomen.

Daardoor is in de meeste jaren het areaal met zomertarwe vrij klein, zodat ook de invloed van andere dan weersfactoren in de opbrengstgegevens relatief sterker naar voren komen. Deze overweging beperkte reeds het aantal gebieden, dat voor het onderzoek van wintertarwe is gebruikt. Volgens dezelfde normen zou voor een nader onderzoek van de invloed van het weer op de opbrengst van zomertarwe alleen de provincie Groningen in aanmerking komen. Terwille van de mogelijkheid van een vergelijking met andere gebieden zijn ook berekeningen uitgevoerd voor de provincies Noordholland en Zuidholland.

In dit verslag worden de resultaten van de berekeningen opgenomen, alsmede de mogelijkheden ter voorspelling van de oogstopbrengst aan zomertarwe besproken.

De correlatieberekeningen zijn uitgevoerd voor de opbrengst enerzijds en resp. de temperatuur (in °C), de zonneschijn (in procenten van de maximale duur) en de neerslag (in mm). De opbrengstgegevens zijn wederom ontleend aan de "Verslagen en mededelingen van de Directie van de Landbouw".²⁾ Voor de klimatologische gegevens zijn voor Groningen, Noordholland en Zuidholland gebezigd resp. die van de stations te Groningen, Hoorn en Naaldwijk, gepubliceerd in het "Maandlijks Overzicht der Weersgesteldheid".³⁾ Voor de gebruikte methode wordt naar ¹⁾ verwezen.

2. Resultaten

2.1. Groningen

De opbrengsten, weergegeven in quintalen (= 100 kg) per ha, over de jaren 1910 t/m 1940, zijn als data voor het onderzoek gebruikt (fig 1). De opbrengsten in de jaren 1915 t/m 1919 zijn echter niet in beschouwing genomen, omdat hieraan ten tijde van de eerste wereldoorlog minder betrouwbaarheid kan worden toegekend. Daardoor resteert een reeks van 26 jaren.

Bepaling van de trend gaf een waarde van +0,117, of wel een stijging per jaar van gemiddeld 11,7 kg per ha. Deze stijging is in eerste instantie toe te schrijven aan verbeteringen van de cultuurrassen. Signifikant, met een betrouwbaarheid van 95 %, zijn die correlatiecoëfficiënten, waarvan de numerieke waarde het getal $\pm 0,387$ overschrijdt.

De correlatie-coëfficiënten zijn weergegeven in tabel I, de significante apart in figuur 2.

Hieruit volgt:

- a. Wat betreft de samenhang met de temperatuur, dat hogere temperaturen dan normaal eind juni en begin juli, in het bijzonder gedurende de 1^{ste} dekade van juli, ongunstig zijn voor de opbrengst.
- b. Wat betreft de samenhang met de hoeveelheid neerslag, dat meer neerslag dan normaal in de maanden mei t/m juli, en zeer in het bijzonder gedurende de 2^{de} dekade van mei en de 3^{de} dekade van juli, ongunstig is voor de opbrengst. Speciale aandacht verdienen de correlaties met de hoeveelheid neerslag gedurende de maand juli en gedurende de periode juni + juli.
- c. Wat betreft de samenhang met de zonneschijn, dat meer zonneschijn dan normaal gedurende de gehele periode april t/m juli, en in het bijzonder gedurende de perioden april en mei, gunstig is voor de opbrengst. Over kleinere perioden bepaald, is het percentage zonneschijn in de 3^{de} dekade van mei en de 2^{de} dekade van juli, mede beslissend voor de grootte van de opbrengst.
- d. Wat betreft de samenhang met de hoeveelheid neerslag gedurende de wintermaanden -nov. t/m febr.-, dat meer neerslag dan normaal in deze periode, en in het bijzonder in de maanden december en februari, ongunstig is voor de opbrengst.

2.2. Noordholland

In dit gebied zijn als data voor het onderzoek gebruikt de opbrengsten over de jaren 1921 t/m 1940, dit is een reeks van 20 jaren (fig 1). De trend bedraagt hier + 0,435 of wel een stijging per jaar van gemiddeld 43,5 kg per ha. Vanwege de kortere reeks zijn de correlatie-coëfficiënten pas significant - met een betrouwbaarheid van 95 % - als hun numerieke waarde het getal $\pm 0,443$ overschrijdt. De coëfficiënten zijn weergegeven in tabel I en de significante apart in fig. 2. Hieruit blijkt:

- a. Wat betreft de samenhang met de temperatuur, dat deze in dit gebied niet gevonden wordt.
- b. Wat betreft de samenhang met de hoeveelheid neerslag, dat meer neerslag dan normaal gedurende de gehele periode april t/m juli, in het bijzonder gedurende de maanden april en mei, ongunstig is voor de opbrengst. Over kortere tijdvakken bepaald, treden in dit verband de 1^{ste} dekade van mei en de laatste twee dekaden van juli naar voren.

- c. Wat betreft de samenhang met de zonneshijn, dat meer zonneshijn dan normaal in mei, speciaal in de laatste dekade hiervan, gunstig is voor de opbrengst.
- d. Wat betreft de samenhang met de hoeveelheid neerslag in de wintermaanden, dat deze in dit gebied niet gevonden wordt.

2.3. Zuidholland

In dit gebied zijn eveneens gebruikt de opbrengsten over de jaren 1921 t/m 1940, dus weer een reeks van 20 jaren (fig 1). De trend bedraagt + 0,230, of wel een opbrengst-stijging per jaar van gemiddeld 23 kg per ha. Ook hier moet de numerieke waarde van de correlatie-coëfficiënten het getal $\pm 0,443$ overschrijden, willen zij significant zijn met een betrouwbaarheid van 95 %.

De resultaten van de berekeningen zijn in tabel I en figuur 2 weergegeven. Hieruit volgt:

- a. Geen samenhang werd gevonden met de temperatuur.
- b. Er is alleen sprake van enige samenhang met de neerslag in de laatste dekade van april en de 2^{de} dekade van juli.
- c. Wat betreft de zonneshijn, dat meer zonneshijn in de laatste dekade van april en in de laatste twee dekaden van augustus, gunstig is voor de opbrengst; over langere tijdvakken genomen in de zonneshijn gedurende de maanden juli en augustus bepalend voor de grootte van de opbrengst.
- d. Enige samenhang met de hoeveelheid neerslag gedurende de wintermaanden werd in dit gebied niet gevonden.

3. Algemene beschouwing der resultaten

3.1. Vergelijking der gebieden

Van het totaal in Nederland verbouwde areaal zomertarwe komt doorgaans de helft alleen al aan de provincie Groningen toe. De andere helft is over de andere provincies verspreid. Er is dan ook geen speciale reden de gebieden Noord- en Zuidholland te prefereren boven de gebieden van de andere provincies. Wel wordt in Noordholland doorgaans meer zomertarwe verbouwd dan in elke andere provincie, maar het areaal blijft dan toch nog veel te klein om, wat de resultaten van het onderzoek betreft, met Groningen te worden vergeleken.

Daarbij komt nog dat de zomertarwe overwegend wordt verbouwd in de z.g. Meerlanden, dat zijn de Haarlemmermeerpolder met enkele kleinere polders daar rondom. De meteorologische gegevens zijn echter afkomstig van het station Hoorn.

Bezien wij de resultaten van het onderzoek voor de provincie Groningen nader, dan blijkt dat vrijwel gedurende de gehele groei-periode meer neerslag dan normaal ongunstig en meer zonneschijn dan normaal gunstig is voor de opbrengst. Een droge, zonnige groei-periode is dus zeker bevordelijk voor een goede opbrengst. De maanden mei en juli komen hierin als meest kritiek tevoorschijn. De maand mei speciaal wat betreft de zonneschijn, de maand juli voor beide, neerslag en zonneschijn. Droog en zonnig weer, met in het begin van deze maand niet te hoge temperaturen (bloeitijd), is een eerste vereiste. De resultaten van het onderzoek in de andere provincies zijn hiermede niet in tegenspraak, alhoewel het aantal significante correlatie-coëfficiënten geringer is. Ook zijn de belangrijkste tijdvakken wat naar vroeger verschoven. Dat er nauwelijks of geen verband met de temperatuur blijkt te bestaan behoeft geen verwondering te wekken, aangezien ook in Groningen maar weinig verband werd gevonden.

3.2. De regressievergelijking voor Groningen

Bij samenvoeging van de belangrijkste factoren die in Groningen werden gevonden worden hogere multiple correlatie-coëfficiënten bereikt, aangeduid met R. In dit geval werd de hoogste R gevonden bij een gunstige samenvoeging van de factoren:

x_2 = hoeveelheid neerslag in mei II + III

x_3 = zonneschijn in mei

x_4 = hoeveelheid neerslag in februari

De hoogste waarde van R bedraagt $0,712 \pm 0,10$, wanneer de volgende regressievergelijking wordt opgesteld:

$$x_1 = -0,02 x_2 + 0,16 x_3 - 0,06 x_4 + 24,81,$$

waarbij x_1 aanduidt de opbrengst in quintalen per ha. Hiermede zijn in eerste instantie berekend de opbrengsten in de jaren van de basisreeks (1910 t/m 1940). In fig. 2 zijn deze berekende opbrengsten grafisch uitgezet tegen de werkelijke opbrengsten. Statistisch gesproken is de overeenstemming goed te noemen; daaruit valt alleen te concluderen dat bij de berekening van R en de regressievergelijking geen fouten zijn gemaakt.

3.3 De voorspelling van de oogstopbrengst

Daar er in Groningen enkele significante correlaties in het voorjaar vallen, wordt de mogelijkheid geopend een vroegtijdige voorspelling van de opbrengst te geven. De in de vorige paragraaf gevonden regressievergelijking voor Groningen kan nu gebruikt worden om opbrengsten te voorspellen. Dit is gedaan voor de jaren 1947 t/m 1956, en het resultaat is grafisch uitgezet tegen de werkelijke opbrengsten (fig 3). De marge waarbinnen de voorspelde opbrengst met een betrouwbaarheid van 95 % gelegen zal zijn, heeft een breedte van 5,6 ter weerszijden van de regressierechte. Dit betekent dat de werkelijke opbrengst 560 kg per ha hoger dan wel lager uit kan vallen. Deze 95 %'s marge is eveneens in fig 3 uitgezet. Daarmee wordt aangetoond dat slechts in twee van de tien gevallen de werkelijke opbrengst buiten het gebied der voorspelde opbrengst ligt. Bij een betrouwbaarheid van 95 % is dit toegestaan gemiddeld in vijf van de honderd gevallen, of wel een half op de tien gevallen. In het enkele geval, zoals hier, kunnen zelfs drie op de tien gevallen louter toevallig buiten het gebied liggen (terwijl het gemiddeld aantal gevallen een half op de tien is). Daar hier, zoals reeds vermeld, slechts 2 van de 10 gevallen buiten het gebied der voorspelde opbrengst liggen, is de enige conclusie dat de voorspelling niet heeft gefaald en deze methode niet verworpen behoeft te worden.

Praktisch gesproken heeft men aan een dergelijke oogst-verwachting niets, want de marge van elke voorspelde oogst is zo groot, dat vrijwel het gehele gebied tussen misoogst en recordoogst hierin betrokken is. Wil een voorspelling enig praktisch nut hebben, dan zal de marge veel kleiner moeten zijn. Dit kan in principe alleen bereikt worden door de basisreeks veel langer te nemen dan in dit onderzoek mogelijk was. En verder door meer of andere dan de hier gebruikte meteorologische factoren in het onderzoek te betrekken. Tenslotte mogelijk eveneens door gebruik te maken van een andere methodiek ter voorspelling, omdat de regressie misschien niet lineair is.

Wel kan aan bezwaar worden aangevoerd dat uit de werkelijke opbrengsten de trend niet is verwijderd. Beschouwing van de trend over een korte reeks jaren, zoals in dit geval, heeft echter geen zin. Hierbij komt nog dat het verloop van de trend over de periode 1947-1956 zeker niet rechtlijnig is geweest.

Immers de jaren na de oorlog kenmerkten zich door een groot gebrek aan kunstmest. Eerst in 1951 kon worden gezegd dat de voorziening van kunstmest weer normaal was en over voldoende hoeveelheden kon worden beschikt. Een trendberekening zou dus moeten worden uitgevoerd over de periode 1947-1950, dus een reeks van 4 jaren, en over de periode 1951-1956, een reeks van 6 jaren. Deze perioden zijn echter veel te kort.

4. Literatuur

- (1) Dr. J.P.M. Woudenberg. Het verband tussen het weer en de opbrengst van wintertarwe in Nederland Med. en Verh. K.N.M.I.
- (2) Verslagen en Mededelingen voor de Directie van de Landbouw 1911-1956.
- (3) Maandelijks Overzicht der Weersgesteldheid in Nederland K.N.M.I. no 94^a, 1911-1956.



TABEL I.

Correlatie-coëfficiënten

Periode	Temperatuur			Neerslag			Zonneschijn		
	Gron	N.Holl	Z.Holl	Gron	N.Holl	Z.Holl	Gron	N.Holl	Z.Holl
November				-0,089	-0,156	0,090			
December				-0,557	0,280	0,103			
Januari				-0,126	0,392	-0,163			
Februari				-0,512	-0,281	-0,433			
Nov + dec + jan + febr				-0,480	0,083	-0,128			
Maart	-0,060	0,262	0,192	0,014	0,033	-0,110	-0,065	-0,375	-0,124
April	0,020	-0,034	0,226	-0,235	-0,335	-0,209	0,365	0,042	0,342
Mei	0,100	0,027	-0,367	-0,305	-0,496	-0,069	0,521	0,507	0,081
Juni	-0,148	-0,037	-0,106	-0,209	-0,131	-0,002	0,215	-0,127	0,072
Juli	0,097	-0,056	0,194	-0,530	-0,425	-0,338	0,413	0,155	0,407
Augustus	0,028	0,181	0,225	0,042	-0,020	-0,110	0,081	0,086	0,327
Maart + april	-0,039	0,160	0,231	-0,169	-0,211	-0,200	0,191	-0,250	0,139
April + mei	0,089	-0,009	-0,150	-0,357	-0,575	-0,192	0,584	0,376	0,278
Mei + juni	0,034	-0,011	-0,271	-0,404	-0,469	-0,048	0,423	0,278	0,106
Juni + juli	-0,070	-0,110	-0,009	-0,621	-0,469	-0,266	0,384	0,019	0,398
Juli + augustus	0,076	0,089	0,251	-0,338	-0,328	-0,295	0,294	0,146	0,449
Maart I + II	0,082	-0,042	0,167	-0,039	-0,089	-0,160	0,108	-0,274	-0,119
Maart II + III	-0,159	0,090	-0,037	-0,042	-0,032	0,019	0,161	-0,351	-0,224
Maart III + april I	-0,211	-0,029	0,230	0,070	0,032	0,080	0,093	-0,170	0,074
April I + II	-0,019	0,112	0,161	-0,170	-0,309	0,027	0,232	0,111	0,081
April II + III	0,041	0,009	0,084	-0,314	-0,321	-0,437	0,417	0,024	0,473
April III + mei I	0,047	-0,271	0,042	-0,063	-0,536	-0,280	0,406	0,084	0,469
Mei I + II	0,028	-0,332	-0,339	-0,300	-0,444	-0,010	0,516	0,269	0,100
Mei II + III	0,102	-0,146	-0,324	-0,401	-0,172	-0,072	0,486	0,488	-0,008
Mei III + juni I	0,188	0,245	-0,076	-0,260	-0,252	-0,157	0,482	0,423	0,165
Juni I + II	-0,000	-0,040	0,007	-0,242	-0,040	-0,110	0,358	-0,004	0,278
Juni II + III	-0,298	-0,222	-0,161	-0,126	-0,130	0,003	-0,075	-0,311	-0,095
Juni III + juli I	-0,434	-0,284	-0,328	-0,228	-0,138	-0,023	-0,091	-0,277	-0,174
Juli I + II	-0,097	-0,073	0,037	-0,431	-0,327	-0,370	0,345	0,179	0,356
Juli II + III	0,358	0,184	0,383	-0,498	-0,444	-0,352	0,494	0,324	0,421
Juli III + aug I	0,078	-0,060	0,050	-0,085	-0,043	0,020	0,107	0,071	-0,030
Augustus I + II	-0,077	-0,005	-0,073	0,004	0,032	-0,102	0,049	0,079	0,176
Augustus II + III	0,157	0,247	0,333	-0,128	-0,188	-0,202	0,173	0,065	0,492
April I				-0,000	-0,051		0,104		
April II				-0,098	-0,424	-0,105	0,308		-0,027
April III		-0,057	0,051	-0,210	-0,137	-0,602	0,334		0,596
Mei I		-0,309	0,007	0,092	-0,552		0,259	0,184	0,180
Mei II		0,006	-0,313	-0,462	0,010		0,352	0,203	
Mei III			-0,153	-0,169	-0,331		0,431	0,541	
Juli I	-0,491	-0,327	-0,309	-0,301	-0,033	-0,161	0,092		0,140
Juli II	0,210		0,282	-0,377	-0,415	-0,441	0,430	0,358	0,376
Juli III	0,308		0,299	-0,388	-0,363	-0,116	0,335	0,041	0,177
Augustus I	-0,170								
Augustus II	0,061		0,065	-0,277		-0,228	0,173		0,397
Augustus III	0,206		0,506	0,064		-0,062	0,127		0,416

Fig.1 Opbrengsten van zomertarwe in de jaren 1910-1940

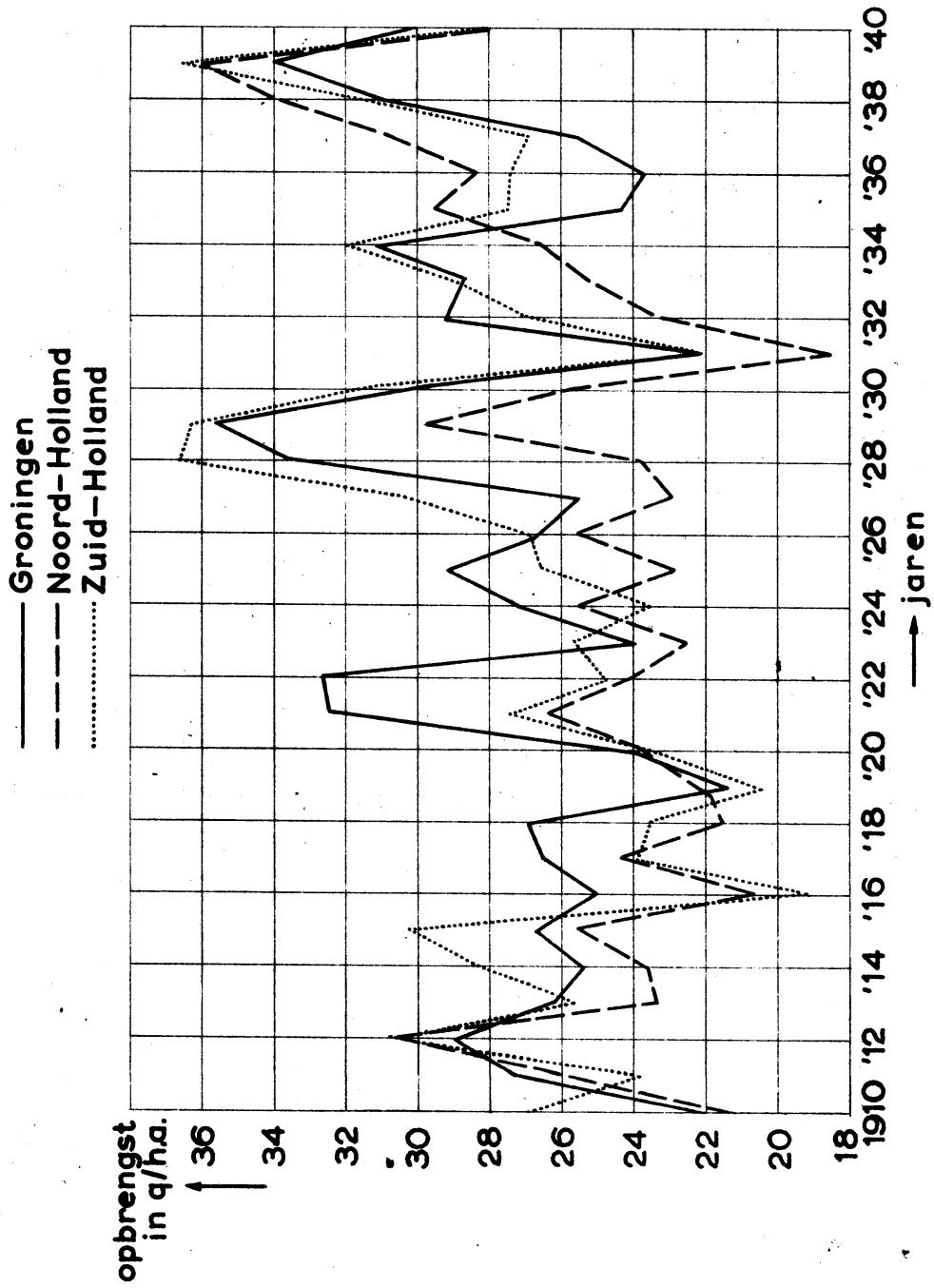


Fig.2 Significante correlatie ($P=0,05$) tussen opbrengst zomertarwe en de weersfactoren temperatuur, neerslag en zonneshijn in de provincies: Groningen Noord-Holland Zuid-Holland

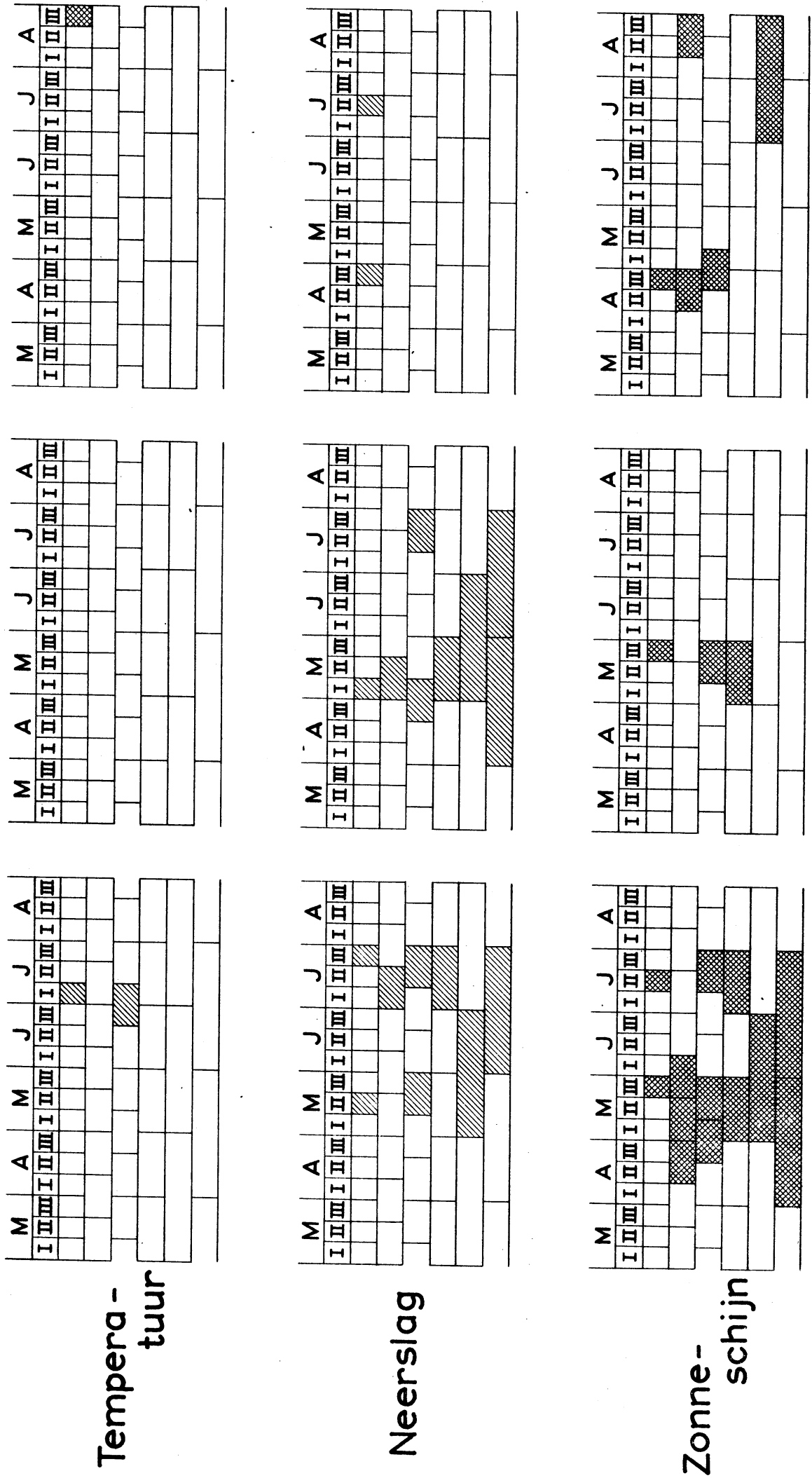


Fig. 3. Vergelijking van de werkelijke met de berekende opbrengst in Groningen in de jaren 1910-1940

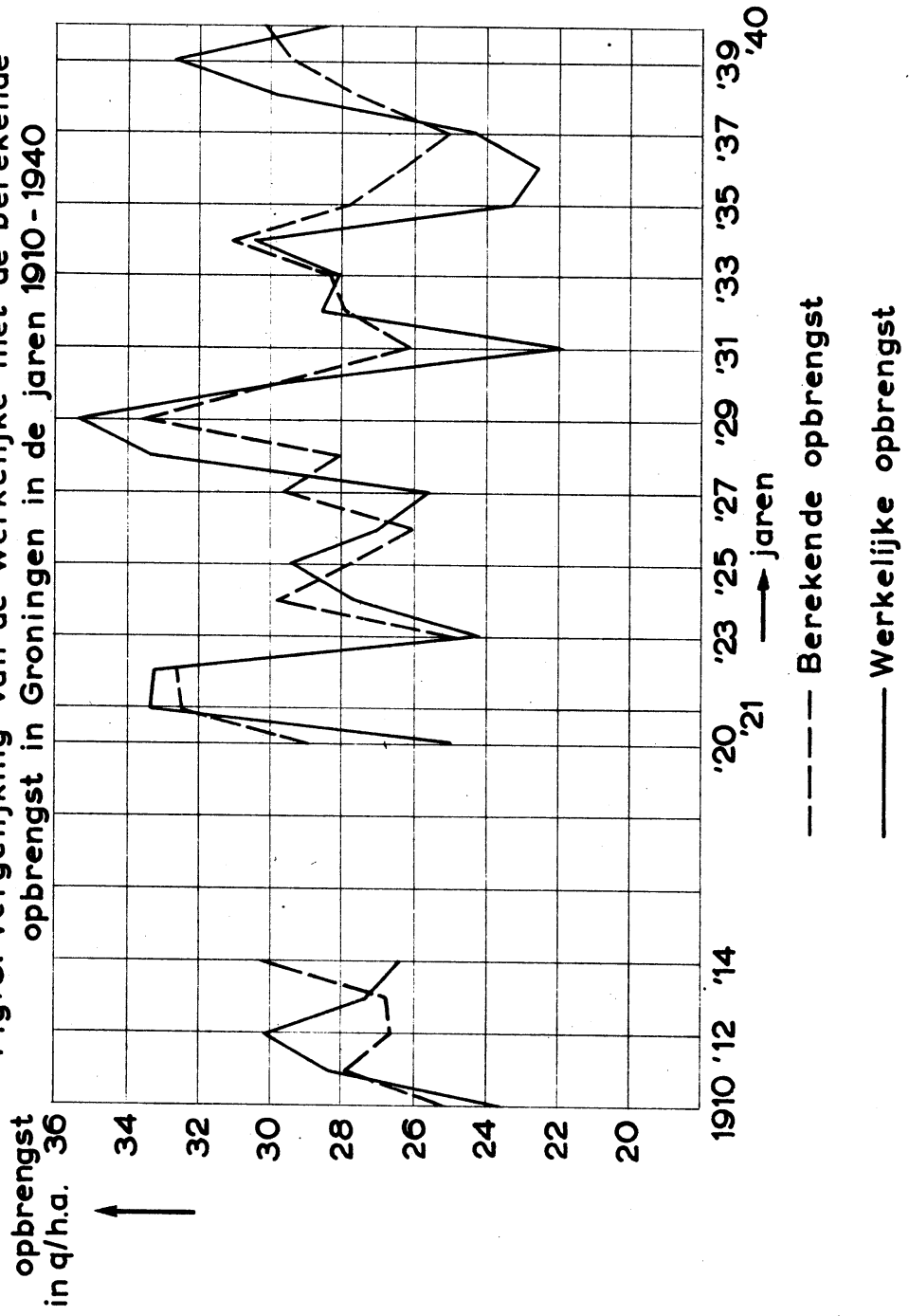
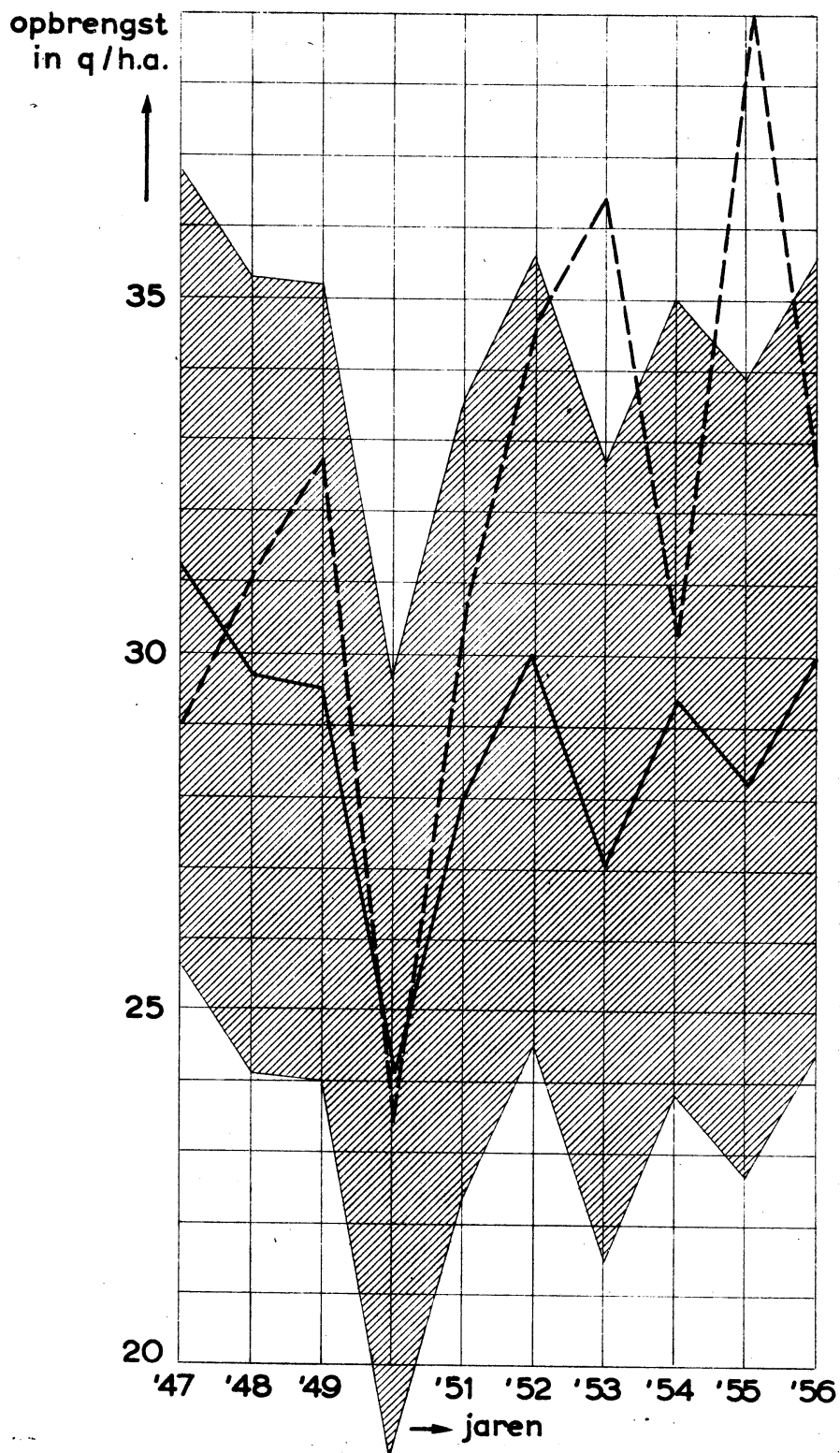


Fig.4. Vergelijking van de werkelijke met de berekende opbrengst in de jaren 1947-1956 in Groningen.



———— Berekende opbrengst
----- Werkelijke opbrengst