

# De invloed van de weersomstandigheden op de landbouwopbrengsten, met speciale aandacht voor het droge jaar 1959

*Samenvatting van een voordracht gehouden op de 25e landbouwweek*

W. H. VAN DOBBEN,

*Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen*

De samenhang van de schommelingen, die de opbrengsten van jaar tot jaar vertonen, met de weersomstandigheden is evident. Dit wil echter niet zeggen, dat het gemakkelijk is deze samenhang exact aan te duiden. Het experimentele onderzoek dat daarvoor nodig is, staat nog slechts in een begin en wordt belemmerd door technische moeilijkheden.

Daarom is er veel aandacht voor statistisch onderzoek. Hiervoor zijn vele gegevens direct beschikbaar, zowel betreffende het weer als betreffende opbrengsten. Dit statistisch onderzoek kan echter slechts zeer globale conclusies opleveren en het stuit op de moeilijkheid van een sterke intercorrelatie der weersfactoren. Het kan alleen indicaties leveren, welke gecombineerd moeten worden met andere waarnemingen om tot conclusies te kunnen leiden, die dan echter nog altijd experimentele bevestiging behoeven. Vooral voor de opzet van experimenteel klimaatonderzoek is de statistische verwerking van praktijkgegevens echter van veel nut.

Het resultaat van statistische onderzoekingen laat de indruk na, dat diverse landbouwgewassen in Nederland verschillend reageren op het weer.

Post (12) vond een positieve samenhang tussen de opbrengst van de eerste snede van grasland (en de melkaanvoer) met de neerslag. De samenhang met de temperatuur en het percentage zonneshijns was meestal negatief behalve in het vroege voorjaar, wanneer een hoge temperatuur bevorderlijk blijkt voor de eerste snede.

Woudenberg (15) vond voor wintertarwe en Kramer, Post en Wilten (9) voor zomergerst vrijwel het tegengestelde: de samenhang met de regenval is steeds negatief, die met het percentage zonneshijns steeds positief. Met de temperatuur is de samenhang in het voorjaar negatief, in juli positief.

Frankena (6) vond voor suikerbieten een positieve samenhang met de temperatuur en het percentage zonneshijns, een negatieve met de neerslag (dit is door Stumpel en Rietberg (13) voor nieuwere gegevens globaal bevestigd).

In tabel 1 zijn ter vergelijking met 1959 weergegeven de jaren 1947, 1949 en 1955 als jaren met droge zonnige zomers en 1954 en 1956 als jaren met natte donkere zomers.

Nu blijkt inderdaad, dat 1954 en 1956 topopbrengsten gaven bij gras, ter-

Tabel 1 Gegevens betreffende het weer en de landbouwopbrengsten in ton/ha van enige zonnige en enige donkere jaren

		1947	1949	1954	1955	1956	1959
Straling in cal/cm <sup>2</sup> /dag	lente (III-V)	263	300	290	300	300	320
	zomer (VI-VIII)	438	390	320	400	325	440
Gem. temperatuur in °C	lente	10,4	9,9	8,5	6,8	7,8	10,1
	zomer	20,7	18,2	15,0	16,6	14,4	17,4
Gem. neerslag in mm	lente	204	147	98	151	122	148
	zomer	136	111	347	147	335	126
Verdampingsdeficit (N-Eo in mm)	lente	- 24	- 97	-168	- 82	-116	- 97
	zomer	-260	-250	+35	-215	- 23	-302
Grasopbrengst (droge stof)	lente (1e snede)	2,1	2,2	1,4	1,8	1,7	3,2
	zomer (latere sneden)	3,6	5,9	7,9	6,9	7,3	5,7
Suikeropbrengst		5,4	6,7	5,9	7,0	5,8	6,2
Tarwe		3,2	5,4	4,5	4,8	4,0	4,9
Rogge		1,7	2,9	3,1	3,0	2,9	2,7

De weersgegevens hebben betrekking op het K.N.M.I. te De Bilt. De grasopbrengsten zijn landelijk gemiddelden, afkomstig van de proefserie CI 203 en werden aan schrijver ter beschikking gesteld door het P.A.W. De suikeropbrengst is berekend uit de officiële oogstramingen en door het I.V.R.S. gepubliceerde gemiddelde gehalten. De tarweopbrengsten hebben betrekking op het standaardras Juliana op de rassenproeven in de zeekelegebieden. De rogge-opbrengsten zijn ontleend aan de officiële oogstramingen.

wijl de zonnige, droge jaren hoge opbrengsten leverden aan akkerbouwproducten op kleigrond (tarwe, suiker). De suikeropbrengst was in 1959 ook vrij goed, ondanks een abnormale habitus van de bieten (1).

1947 was echter over de gehele linie slecht. Bij vergelijking van 1959 met 1947 blijkt dit laatste jaar bij vrijwel gelijke straling veel hogere zomer-temperaturen te hebben gehad. Dit is te verklaren door meer advectieve warmteaanvoer door oostelijke winden. Bij berekeningen van het verdampingsdeficit komt dit aspect weinig tot uiting, zodat dan 1959 als het meest extreme jaar uit onze serie tevoorschijn komt<sup>1</sup>, terwijl beoordeeld naar de temperatuur (èn landbouwkundig) 1947 meer extreem is. Deze ervaring maant tot voorzichtigheid bij het hanteren van het verdampingsdeficit.

1959 past in het normale kader der zonnige jaren: lage grasopbrengsten in de zomer, goede opbrengsten van de akkerbouw op kleigrond.

#### NEERSLAG EN STRALING

Nu komen echter vele vragen op: waarom reageert gras (ook op kleigrond) zo gunstig op regen en de granen zo ongunstig? Of is het misschien niet de neerslag die hier de doorslag geeft maar de straling die ermee sterk (negatief) is gecorreleerd?

Hierover geeft het statistisch onderzoek geen uitsluitsel. Het experiment

<sup>1</sup> Vergelijk de voorafgehouden voordracht van dr. Dey en de door hem verstrekte gegevens van tabel 1.

moet uitkomst bieden. Dit leert, dat berekening op grasland vooral in zonnige zomers grote opbrengstverhoging geeft, ook op kleigrond (10). Gras behoeft kennelijk veel meer neerslag dan tarwe. Verbruikt gras voor de produktie van een zelfde hoeveelheid droge stof meer water dan tarwe? Dit is niet waarschijnlijk, de literatuurgegevens betreffende transpiratiecoëfficiënten, welke hierop wijzen, behoeven nadere bevestiging.

Wij mogen wel aannemen, dat tarwe dank zij de veel diepere beworteling minder afhankelijk is van de neerslag dan gras. Er zijn echter meer verschillpunten tussen tarwe en gras. De cijfers in tabel 1 betreffende gras zijn afkomstig van een serie sneden, waarbij dus het gras telkens van de vegetatieve delen wordt beroofd en deze door hergroei van stengel en blad moet aanvullen.

De cijfers van tarwe betreffen de korrelopbrengst. Deze ontstaat vrijwel zonder strekkingsgroei op een kant en klaar gewas, dat slechts hoeft te assimileren om te produceren.

Uit lopende onderzoekingen van Brouwer<sup>2</sup> is gebleken, dat voor de strekkingsgroei een hogere vochtspanning in plantedelen is vereist dan voor het op gang houden van de assimilatie. Dit kan ertoe bijdragen dat de grasgroei sterker afhankelijk is van de vochtvoorziening dan de groei van de tarwekorrel. Hiermee is echter niet verklaard dat de opbrengst van akkerbouwgewassen zo sterk negatief is gecorreleerd met de neerslag in de zomer (15, 2). Dat directe schade door regenval tijdens de bloei bij tarwe kan optreden, is experimenteel bewezen (4). Gerst is hiertegen echter vrij resistent en bij bieten is directe schade door regenval weinig waarschijnlijk.

Zo rijst het vermoeden, dat niet (alleen) de regenval hier in het spel is, maar (ook) de ermee negatief gecorreleerde straling. De straling varieert van jaar tot jaar sterk genoeg om in beginsel in aanmerking te komen als oorzaak van schommelingen in de opbrengst.

Jarenlang heeft men gemeend, dat in de praktijk op het veld in het zomerhalfjaar steeds wel het lichtverzadigingsniveau zou worden bereikt. Deze gedachte steunde op laboratoriumproeven, waarbij voor landbouwgewassen de lichtverzadiging bij 12 à 15000 lux optrad, waarden die in de natuur in het zomerhalfjaar vrijwel steeds worden overtroffen.

Gaastra (7) vond echter met verbeterde controle van de CO<sub>2</sub>-concentratie in proeven ca. 21000 lux, dus een aanmerkelijk hogere waarde voor de lichtverzadiging. Hij werkt overigens niet met de fotometrische eenheden, die op de ooggevoeligheid zijn gebaseerd, maar geeft voor het lichtverzadigingsniveau 8.5.10<sup>4</sup> ergs/cm<sup>2</sup>/sec. In Nederland ontvangt een gewas in het gebied van het zichtbare licht op:

1 maart, 12 uur	: 20.10 <sup>4</sup> ergs/cm <sup>2</sup> /sec
1 juni, 12 uur	: 40.10 <sup>4</sup> erg/cm <sup>2</sup> /sec
1 juni, 8 en 17 uur	: 20.10 <sup>4</sup> erg/cm <sup>2</sup> /sec

<sup>2)</sup> Een mededeling hierover verschijnt in het Jaarverslag 1960 van het I.B.S.

Deze waarden gelden voor volmaakt heldere zonneshijn. Bij zware bewolking kunnen zij echter dalen tot 25 %, waaruit blijkt dat in een neerslagrijke zomer de lichtverzadiging lang niet altijd wordt bereikt.

Maar er is meer. Een landbouwgewas is geen biljartlaken! De Wit (14) heeft op grond van de veronderstelling, dat de bladeren van een gewas alle denkbare standen ten opzichte van het invallend licht innemen, getracht de potentiële fotosynthese van een gesloten gewasoppervlak te schatten. Zijn beschouwing komt erop neer, dat ook bij volle zonneshijn steeds maar een deel van het totale bladoppervlak op of boven het verzadigingsniveau ligt, dank zij de stand van de bladeren en de onderlinge beschaduwning. Iedere toeneming van de instraling zal dan de fotosynthese van een gewasoppervlak verhogen, althans bij Nederlandse gewassen onder de Nederlandse hemel.

Experimenteel is dit niet zo gemakkelijk te bewijzen. Bij planten in potten speelt de onderlinge beschaduwning van de bladeren en daarmee de richting waaruit het licht invalt een veel geringer rol dan bij een gesloten gewasoppervlak.

Makkink werkt met kleine grasmatjes op watercultuur buiten en vindt inderdaad een positieve samenhang tussen de opbrengst van in korte tijd gegroeide sneden en de in de betreffende periode ingestraalde lichtenergie. Op hoger stralingsniveau stijgt zowel vers- als drooggewicht en er zijn ook indicaties van hoger gehalte aan droge stof.

Er is dus alle aanleiding, om de in zonnige jaren meevallende akkerbouwopbrengsten in verband te brengen met het hoge stralingsniveau. Zelfs bij grasland, waar in deze jaren het vochtgebrek het beeld overheerst, vallen de opbrengsten vaak nog mee, vooral wanneer men de opbrengst aan droge stof vergelijkt met de aanblik die het grasland biedt. Zolang het gras maar blijft groeien, wordt blad geproduceerd met een hoog ds-gehalte (tot 20 %), omdat de assimilatie door vochtgebrek minder wordt geschaad dan de strekingsgroei, en door het hoge stralingsniveau wordt bevorderd. Daartegenover komen in donkere jaren zeer lage ds-gehalten voor (tot 10 %).

De gemiddelde opbrengsten van winterrogge (tabel 1) vertonen bij vergelijking van natte en droge zomers opvallend geringe verschillen (ook hier valt 1947 uit de toon). Wij mogen veronderstellen, dat op de zandgrond van gemiddelde kwaliteit in zonnige jaren het gewas de gevolgen van droogte ondervindt, terwijl in natte jaren de geringe straling beperkend werkt.

#### DE TEMPERAATUUR

Van een hoge voorjaarstemperatuur zal men in het algemeen een gunstige invloed verwachten, immers dit bevordert een tijdig begin van de grasgroei en een vroegtijdige sluiting van het gewasoppervlak in de akkerbouw. In tabel 1 is voor de eerste snede gras deze samenhang evident en de resultaten van het statistisch onderzoek van Post (12) wijzen ook in die richting (positieve samenhang eerste snede met de temperatuur in het vroege voorjaar).

De bieten voldoen volgens de statistische onderzoeken ook aan deze verwachting; de granen echter niet. Hoewel na hoge voorjaarstemperaturen goede graanoogsten kunnen voorkomen (tabel 1, 1949, 1959) wijzen de statistische onderzoeken erop, dat gemiddeld de late voorjaren samengaan met betere opbrengsten. Hierover bestaat ook een boerenervaring, samengevat in het gezegde „bij kou krijgt het graan benen onder het lijf”.

Hier vinden wij een aanknopingspunt met eigen experimenten waaruit blijkt, dat de temperatuur een grote invloed heeft op de uiteindelijke afmetingen van planten, die geheel losstaat van de invloed op het tempo van groei.<sup>3</sup>

Tabel 2 Gewicht (ds in g) van een plant bij het in aar (pluim) komen na opgroeien in verschillende temperaturen

temperatuur	tarwe	maïs
10 °C	5,3	0
16 °C	3,6	16
25 °C	3,1	20
32 °C	2,2	30

De proeven geven de indruk, dat de gewone granen in een koel klimaat grotere uiteindelijke afmetingen bereiken, ondanks langzamer groei. Voor maïs, die ecologisch sterk afwijkt en uit warme streken stamt, geldt dit niet. Het is een kwestie van het relatief vroeger of minder vroeg beëindigen van de vegetatieve groei, dus bij bieten en een snede gras die worden geoogst tijdens de vegetatieve groei ligt dit anders dan bij de granen.

Tot voor kort dachten wij, dat de aanpassing van een plant aan de temperatuur van zijn milieu bestond uit de mogelijkheid, om in die temperatuur een bepaald tempo van groei te handhaven. Nu blijkt echter hiernaast een nog belangrijker aspect te bestaan, dat wij kunnen aanduiden als de formatieve invloed van de temperatuur.

#### EXTREME TEMPERATUREN

De ervaringen van 1947 vestigen de aandacht op de invloed van echte hittegolven op de landbouwopbrengsten. Afgezien van de uitdroging van de grond die hierdoor in de hand wordt gewerkt, komen ook directe beschadigingen voor. Deze zijn bijv. experimenteel aangetoond voor granen tijdens de bloei (3, 8). Rogge, haver en maanzaad zijn hiervoor zeer gevoelig, gerst minder. Tarwe en erwten nemen een tussenpositie in.

Bij tarwe treedt in de praktijk ernstige schade in het korrelgetal op, als de gemiddelde maxima in de meteorologische stations tijdens de bloeiperiode de 24 °C overschrijden en absolute maxima boven 30 °C voorkomen (tropische dagen). De schade ontstaat door het afsterven van bloempjes.

<sup>3</sup> Het eerst is dit opgemerkt door Brouwer, bij erwten (Jaarverslag 1959 van het I.B.S., blz. 17).

Tabel 3 Temperaturen tijdens de bloei van de wintertarwe (station De Bilt) en het in hetzelfde jaar bereikte korrelgetal per m<sup>2</sup> bij het standaardras Juliana op de rassenproefvelden

jaar	gem. max. temp. in °C	hoogste temperatuur	korrelgetal (x 10 <sup>3</sup> )
1935 .....	25	31	9,3
1936 .....	24	31	10,1
1947 .....	26	36	7,7
1949 .....	20	24	12,1
1959 .....	23	29	11,5

Het contrast tussen 1947 en 1959 springt hier duidelijk in het oog. Het is waarschijnlijk de extreme temperatuur, die het jaar 1947 in een uitzonderingspositie heeft gebracht. 1959 hoort voor het graan niet tot de typische hittedejaaren.

In juli 1959 zijn maxima boven 30 °C voorgekomen en dit is wellicht de reden dat de zomertarwe (die later bloeit) minder goed was dan de wintertarwe.

#### REGENSCHADE

Dat regenval tijdens de bloei directe schade aan kan richten bij tarwe, rogge, en in mindere mate bij haver en gerst, is experimenteel aangetoond (4). De lage tarweopbrengsten van 1942, 1948 en 1950 zijn hiermee in verband gebracht (5). 1959 gaf in deze periode de normale hoeveelheid neerslag.

Tabel 4 Regenval tijdens de bloeidecade van de wintertarwe (normaal 22 mm) en het in hetzelfde jaar bereikte korrelgetal per m<sup>2</sup>

jaar	neerslag in mm	korrelgetal (x 10 <sup>3</sup> )
1942 .....	50	10
1948 .....	47	9,5
1950 .....	33	9,6
1959 .....	23	11,5

Maanzaad is voor deze schade uiterst gevoelig, erwten blijken geheel resistent. De slechte gevolgen van veel neerslag op een erwtengegewas vloeien niet voort uit directe schade aan de bloem. De meeldraden en het vruchtbeginsel zijn dank zij de bloembouw van de vlinderbloemigen veel beter beschermd dan bij maanzaad en granen. Bij gerst is deze bescherming weer beter dan bij rogge en tarwe. Bij haver worden de (hangende) pakjes door grote, als paraplu werkende kelkkafjes beschermd. De bouw van de haverpluim kan men zien als aanpassing aan een regenrijk klimaat.

In vele statistische onderzoeken wordt een duidelijke negatieve samenhang gevonden tussen landbouwopbrengsten en de neerslag in het winterhalfjaar.

Woudenberg vond voor wintertarwe in Groningen een correlatie-coëfficiënt

van -42, voor Zeeland -46. Voor zomergewassen worden ook dergelijke waarden gevonden en Van der Paauw (11) heeft overtuigend aangetoond, dat de oorzaak moet worden gezocht in het feit, dat de bodem na een droge winter meer stikstof aan de plant kan bieden. Deze conclusie komt geheel overeen met die van oudere Engelse onderzoekingen. Hieruit blijkt dat het klimaat ook indirect, via de bodem, een grote invloed heeft op de opbrengst der gewassen. Van der Paauw meent, dat deze invloed verder strekt dan de beschikbaarheid van stikstof alleen.

#### SAMENVATTING

De invloed van de weersomstandigheden op de landbouwopbrengsten is samengesteld uit een groot aantal elementen.

Met voorbijgaan van calamiteiten als vorstschade, hagelschade en overstromingen, zijn de volgende factoren genoemd:

- de vochtvoorziening, inclusief de regenschade
- de straling
- de temperatuur; deze beïnvloedt de snelheid van groei maar heeft ook formatieve effecten nl. op de uiteindelijke afmetingen van individuele bladeren en van de gehele zaaddragende planten
- de hiteschade, in extreme gevallen
- de invloed van de weersomstandigheden via de vruchtbaarheidstoestand van de grond

De intercorrelatie tusschen de weersfactoren bemoeilijkt de interpretatie van de resultaten van statistisch onderzoek. Uitsluitel kan slechts worden verkregen door combinaties met andere gegevens, vnl. met proefresultaten.

Het blijkt dat de gewassen zeer verschillend op klimaatsfactoren reageren. Door de grote afhankelijkheid van de regenval zijn de eisen welke het gras aan de weersomstandigheden stelt, zoals die zich in Nederland voordoen, vrijwel tegengesteld aan die van de granen.

Het jaar 1959, ten slotte, past in de reeks stralingsrijke, droge jaren en was landbouwkundig minder extreem dan 1947, toen de zomertemperaturen veel hoger stegen. In 1959 zijn op de droogtegevoelige gronden belangrijke oogstdepressies voorgekomen; op de kleigronden waren de opbrengsten goed. De grasopbrengst viel mee; hiertoe heeft echter de zeer zware eerste snede veel bijgedragen.

#### LITERATUUR

- 1 AN: Het suikerbietenjaar 1959. *De Suikerbiet* 13 (1960) p. 45—52.
- 2 DOBBEN, W. H. VAN: De tarweopbrengsten in 1956 en 1957 en de weersomstandigheden. *3e Jaarboekje Stichting Ned. Graan-Centrum* 1958, p. 18—23.
- 3 —: Het effect van hiteschade bij granen tijdens de bloei. *Jaarboek I.B.S.* 1958, p. 21—28.
- 4 —: Verslag van proefnemingen op het gebied van het fundamentele graanonderzoek. *Tienjarenplan voor graanonderzoek - 2e jaar 1 1955*, p. 77—80.
- 5 —: De tarweopbrengsten in 1950 en de weersomstandigheden. *Eerste Cocobro-jaarboekje* 1951, p. 43—47.
- 6 FRANKENA, H.: Een statistisch onderzoek naar den invloed van het weer op de opbrengst en het gehalte van suikerbieten in Nederland. Diss. Wageningen, 1932.

- 7 GAASTRA, P.: Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbondioxide, temperature and stomatal diffusion resistance. Diss. Wageningen, 1959.
- 8 HARTMAN, TH. A.: De gevoeligheid van zomergranen t.a.v. hitteperioden voor, tijdens en na de bloei. *Jaarboek I.B.S.* 1959, p. 107—115.
- 9 KRAMER, C., J. J. POST en W. WILTEN: Brouwgerst en klimaat. Med. van het Nat. Comité voor Brouwgerst 1952 - 18. *Med. K.N.M.I.* nr. A 57.
- 10 MAKKINK, G. F.: Vijf jaren grasland besproeien. *Versl. Landbouwk. Onderz.* nr. 55.8, 1949.
- 11 PAAUW, F. VAN DER: Stikstofbehoefte in afhankelijkheid van het weer in de voorafgaande winter. *Landbouwk. Tijdschrift* 71 (1959) blz. 679—689.
- 12 POST, J. J.: Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de grasproductie en de melkaanvoer. Diss. Wageningen, 1949.
- 13 STUMPEL, J. M. H. en H. RIETBERG: De invloed van het weer op de groei van suikerbieten. I. *Med. van het I.V.R.S.* nr. 2 (1958).
- 14 WIT, C. T. DE: Potential photosynthesis of crop surfaces. *Neth. Journal of Agr. Science* 7 (1959) p. 141—149.
- 15 WOUDEBERG, J. P. M.: Het verband tussen het weer en de opbrengst van winter-tarwe in Nederland. *Med. en Verb. van het K.N.M.I.* nr. 50 (1946).