

11 sep. 1963

Verslagen V-127  
(R III-280-1963)

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De invloed van de globale straling op de opbrengst  
van het aardappelras Eigenheimer op de proefboerderij  
Borgercompagnie (aanvullend verslag).

door

Ir. R.F. Fisscher

554586:634

De Bilt, augustus 1963

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

## 1. Inleiding

Dat er een samenhang bestaat tussen het weer en de ontwikkeling resp. opbrengst van land- en tuinbouwgewassen, is bekend.

Tot de belangrijkste weerselementen, waarvan een meer of minder grote invloed wordt verwacht en die daarom menigmaal in het onderzoek daarnaar zijn en worden betrokken, worden gewoonlijk de luchttemperatuur, de regenval en de zonneshijnduur gerekend.

In een eerder verschenen verslag (3) zijn de resultaten vermeld van een statistisch onderzoek naar het verband tussen de drie genoemde meteorologische elementen en de opbrengst van aardappelen (ras Eigenheimer) van de proefboerderij Borgercompagnie in de Veenkoloniën.

Daarbij is gebruik gemaakt van een tot nog toe weinig gevolgde methode, n.l. de methode van de regressie-integralen (2.4).

Wanneer men het assimilatieproces bij de planten nader beschouwt, dan valt daarbij de grote betekenis van de globale straling, althans van een gedeelte van het spektrum, op. Hieruit is te concluderen dat deze faktor, naast de reeds genoemde weerselementen, in belangrijke mate tot de invloed van het weer op de opbrengst bijdraagt en bij een desbetreffend onderzoek niet uit het oog mag worden verloren.

Ter completering van het reeds verrichte onderzoek werd daarom een aanvullende studie van de invloed van globale straling afzonderlijk wenselijk geacht.

Aangezien hierbij volgens dezelfde statistische methode als tevoren tewerk is gegaan en hiervan reeds eerder (3) een uiteenzetting is gegeven, lijkt het ons niet nodig thans daaromtrent in herhaling te treden. In dit aanvullende verslag zal daarom slechts met een vermelding van het resultaat van het desbetreffende onderzoek worden volstaan.

## 2. De gegevens.

- a) De opbrengst gegevens hebben betrekking op de periode 1920 t/m 1958, met uitzondering van de jaren 1949 en 1953 waarin door omstandigheden geen verbouw van Eigenheimer heeft plaats gehad. De opbrengsten zijn weergegeven in Fig. 1 en uitgedrukt in ton/ha.
- b) De gegevens betreffende de globale straling (waaronder wordt verstaan de straling, die met een golflengte tussen  $0.3 \mu$  en  $3.0 \mu$  van de zon en van de hemel op een horizontaal vlak van  $1 \text{ cm}^2$  valt) zijn ontleend aan het station Eelde-Groningen, met dien verstande dat zij berekend zijn met behulp van een ander meteorologisch element, met name de relatieve zonneshijnduur. De berekening is

uitgevoerd op de wijze zoals door de Boer (1) nader is uiteengezet, uitgaande van een door Angström opgestelde formule

$$Q = Q_0 [\alpha + (1 - \alpha) S/S_0]$$

waarin  $Q$  = de werkelijk ontvangen hoeveelheid globale straling (in cal cm<sup>-2</sup> dag<sup>-1</sup>)

$Q_0$  = de globale straling bij een volkomen heldere hemel

$\alpha$  = een constante

$S$  = de dagsom van het aantal uren zonneshijn, gemeten met een zonneshijmeter

$S_0$  = het maximale aantal uren dat de zon op de plaats van waarneming kan schijnen

$S/S_0$  = de relatieve zonneshijnduur

Tabel 1 geeft een overzicht van de berekende dekadesommen voor de vegetatieperiode april-september in de verschillende jaren.

Het resultaat van het onderzoek.

Terloops wordt hier er aan herinnerd dat de methode uitgaat van een verband tussen de opbrengst ( $y$ ) en een bepaalde weerfactor ( $x$ ), dat verondersteld wordt continu gedurende de vegetatieperiode  $a - b$  van een gewas aanwezig en derhalve een functie van de tijd te zijn. De grootte van de invloed ( $\beta$ ) kan dus worden voorgesteld als  $\beta = f(t)$ , waarin  $t$  = tijd (dekade, pentade etc.). Aangezien de weerfactor ( $x$ ) ook met de tijd varieert en dus eveneens als een functie van de tijd is te beschouwen, kunnen we schrijven  $x = g(t)$ . De opbrengst ( $y$ ) is dan voor te stellen door  $y = c + \int_a^b f(t) g(t) dt$  (1)

De uitvoering van de methode komt nu neer op :

1. de benadering van de functie  $x = g(t)$  voor elk der jaren, die in het onderzoek zijn betrokken.
2. de benadering van  $\beta = f(t)$  uit de gegevens ad 1, gecombineerd met de opbrengstgegevens.

Na enkele mathematische bewerkingen, waarbij van orthogonale veeltermen gebruik wordt gemaakt, gaat (1) tenslotte over in

$$y = c + p_0 q_0 + p_1 q_1 + \dots + p_k q_k \quad (2)$$

Hierin stellen  $p_0$  t/m  $p_k$  de coëfficiënten van de weerfactor als functie van de tijd voor;  $q_0$  t/m  $q_k$  zijn de regressiecoëfficiënten in het regressieverband tussen  $y$  en  $p_0$  t/m  $p_k$  en zijn tevens de coëfficiënten van de benadering  $\beta = f(t)$ . De indices van  $p$  en  $q$  geven de graad van benadering van  $x = g(t)$  en  $\beta = f(t)$  weer.

Bij het onderhavige onderzoek is, om onnodig rekenwerk te voorkomen, in eerste instantie slechts een benadering van de 2e graad gebruikt.

In dit geval zijn dus alleen  $p_0$ ,  $p_1$  en  $p_2$  van de functie  $x$  berekend, waarna het leggen van het regressieverband tussen  $y$  en  $p_0$ ,  $p_1$  en  $p_2$  (zie vergelijking (2)) de coëfficiënten  $q_0$ ,  $q_1$  en  $q_2$  levert.

Uit de berekeningen blijkt dat zelfs  $q_0$  niet significant is. Voor de toetsingsgrootte  $z$  vinden we nl. een waarde van 0,525, terwijl de  $z(5\%)^*$  waarde gelijk 0,711 is. De correlatiecoëfficiënt  $r$  (ij  $p_0$ ) = 0.28 (5% drempelwaarde = 0.33).

We zien dus dat uit het hier gebruikte materiaal een invloed van de globale straling niet is aan te tonen. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan de gelijktijdige aanwezigheid van andere weerfactoren, in het bijzonder van de regenval, waarvan in ons eerder verrichte onderzoek een significante invloed is geconstateerd.

Wordt evenwel de invloed van de straling partieel onderzocht, dus nadat in de berekeningen de invloed van de andere weerfactoren, die in ons vorig onderzoek zijn betrokken, is verwijderd, dan wordt wèl een significante  $q_0$ , zij het een zwakke, gevonden. De toetsingsgrootte  $z$  is dan nl. 0.725, de  $z(5\%)^* = 0.720$ .

Volledigheidshalve geven we onderstaand nogmaals een overzicht van de onderzochte weerfactoren met vermelding van hun variantie en hun invloed op de opbrengst, zoals in ons vorig verslag opgenomen, thans echter aangevuld met de factor straling.

	Graad van $x=g(t)$	Variantie	Aantal vrijheidsgraden	$z = \frac{1}{\sqrt{2}} \lg \frac{\text{var.}}{\text{rest-var.}}$	$z(5\%)^*$
Neerslagsom per dekade	1	104,48	2	0.895	0.605
Neerslagdagen per 2 dekaden	3	44,25	4	0.474	0.502
Dag.temp.ampl.per dekade	1	46,51	2	0.491	0.605
Neerslagsom kwadratisch	-	60,65	1	0.624	0.719
Stralingsom per dekade	1	67,50	1	0.725	0.720
Rest		15,77	26		
<b>Totaal</b>		<b>28,06</b>	<b>36</b>		

\*  $z(5\%)$  is de significantiedrempel. Een factor wordt geacht invloed te hebben als de bijbehorende variantie significant groter is dan de restvariantie. Dit is het geval als  $z > z(5\%)$

#### Literatuur

1. de Boer, H.J.: Berekening van de globale straling in Nederland met behulp van de relatieve zonneshijnduur. K.N.M.I. 1960, W.R.60-6

2. Fisher, R.A.: The influence of rainfall on the yield of wheat at Rothamsted. Phil.Trans.Royal Soc. of London. Series B. Vol.213, 1924.
3. Fisscher, R.F. en de Hart, H.: Een statistisch onderzoek naar het verband tussen het weer en de opbrengst v.h. aardappelras Eigenheimer op de proefboerderij Borgercompagnie. K.N.M.I. V-70. (R-III-255-1960).
4. de Hart, H.: De methode der regressie-integralen ter bepaling van de invloed van weerfactoren op de opbrengst van gewassen. K.N.M.I. V-66 (R-III-252-1960).

Tabel 1. Berekende dekadesommen van de globale straling (cal,cm<sup>2</sup>) te Groningen.

Jaar	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1920	2306	2406	3393	4190	4100	4731	3854	6330	4168	3441	4026	3905	3266	3002	3520	2162	2370	1961
21	3740	3735	3846	3876	5188	5429	5259	3790	4239	3713	4291	4342	3775	3663	3878	2401	2652	2304
22	3443	3670	2864	4831	4745	6371	5105	4149	3893	3562	4032	4064	3562	3038	3962	2629	2023	2239
23	3811	3831	3136	3950	3247	3565	3527	3367	3207	4888	4195	3493	4157	3073	3525	2544	2721	2154
24	3061	2799	2462	3870	4301	4792	3976	4342	4566	4520	4828	3858	3226	3353	3224	2177	2154	2540
25	3564	3292	3468	3346	5632	4913	5759	4162	3649	4020	4882	4945	3633	2834	2938	2003	2980	2208
26	3443	3619	2391	3777	3562	4134	4342	3630	4002	3695	4562	4030	2809	3073	4460	1922	2864	2262
27	2955	2593	3202	5404	4030	3850	3803	4136	3803	3508	2923	4713	3811	3175	3895	2262	1907	2490
28	3348	2673	3937	5145	3740	4486	4476	4470	4720	4086	5213	4017	3343	3602	4438	3505	3069	2629
29	2562	3257	3383	4782	4788	5666	3777	4835	4091	3490	5500	4494	3256	3902	4147	3022	2687	2706
1930	2255	2225	3343	4504	3562	4392	5137	5028	4758	4623	3381	3819	3170	3348	4561	2343	1888	1949
31	3484	2869	2653	3660	3888	4589	3758	4560	5233	3676	3369	3832	3709	3307	4103	2378	2235	2447
32	2301	3176	3106	3827	3981	3498	4072	4637	3931	4568	2947	3931	3149	3847	3738	2343	2497	2548
33	2623	3307	2814	3075	4122	4962	5618	3296	3418	3803	3080	4555	3699	3287	4203	3289	2463	2331
34	3423	3151	2723	4529	4480	4310	4996	4855	3264	4695	4291	3918	3261	3175	4125	2606	2937	2671
35	2285	2834	3262	5342	3543	5185	3957	3040	5445	3936	4177	3891	3816	3445	4219	2594	2351	1949
36	2643	2366	2774	3334	4849	3253	4226	4848	4393	3936	2995	3553	2900	3256	3592	2069	2567	1957
37	2089	2296	2215	3426	2878	5883	4277	3360	4585	3176	3719	2599	3648	2636	4041	2382	1760	2636
38	3066	3071	3509	4387	3666	4175	4579	3816	3380	3188	3200	4481	4452	2844	3470	2162	2220	2223
39	2950	3272	2562	4129	4196	5706	5983	4386	4156	3676	3327	3633	2625	4274	4208	2567	2756	2223
1940	2960	3151	2749	4276	4794	4419	5329	4002	4515	3996	3218	3905	3307	2671	2854	2764	2092	2416
41	2920	2769	3076	3981	4387	3931	4688	4765	5195	4725	4364	3819	3165	2931	3133	2544	1972	2644
42	2567	4274	4495	4461	3864	3768	5053	2886	4726	4297	2851	3791	3053	3562	4331	2559	2196	2266

Tabel 1. Berekende dekadesommen van de globale straling (cal, cm<sup>2</sup>) te Groningen.

Jaar	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
43	3242	3176	3242	4782	5447	4615	3745	4515	3495	3574	3755	6119	2702	3439	3425	2432	2119	2467
44	2688	3418	3030	4135	4326	4859	2886	4617	4027	3459	2905	4209	4213	3989	3906	2138	2880	2092
45	3116	3589	3212	3993	5213	3320	4277	4463	4534	3972	4550	4084	2580	2559	3492	2544	2343	1733
46	3932	3302	3690	5133	4320	4297	3880	4406	4226	4532	3869	3971	3129	3022	3851	2440	2181	2355
47	2598	3630	3494	4147	3907	5327	4540	4303	4855	3538	4918	5111	3114	4991	4958	2883	3003	2636
48	3161	3906	3624	5090	4985	4324	4354	4624	4079	3472	3007	6211	2712	3139	3766	2575	2405	2389
49	3252	3987	3322	4498	4215	4589	4643	3745	4194	3869	4141	4408	3740	3297	4147	2795	2413	2617
1950	3081	3650	3207	3716	4178	3538	5663	4476	3296	3833	3664	4534	3882	3429	4029	1980	1949	1725
51	2306	3227	3831	4369	4603	4154	5534	4380	3097	3713	3755	4004	3221	3322	3744	2575	2478	2328
52	3116	4057	3121	4800	4541	3918	4393	3707	3886	4394	2977	3931	3058	3445	3476	2756	2551	1586
53	2910	3237	3413	4178	4085	3991	3348	3546	4637	3357	3755	4455	3806	3628	2725	2748	2714	2081
54	3307	2975	4410	4202	4289	4880	4348	3694	3097	3676	2314	3785	3012	2681	3022	2320	2663	1945
55	2356	3876	3187	3864	3716	4548	4861	4008	3578	3562	4568	4481	3185	3760	4695	2111	2216	2575
56	3116	3222	2502	4289	3654	4656	4380	3283	3675	2682	3291	3573	3124	2600	3760	1687	2335	2853
57	3896	3383	3861	3864	3999	4216	4194	5528	4720	4382	3333	3414	2941	2646	3951	2316	1810	1918
58	3005	3292	3020	4221	3364	4269	3758	3777	3681	3351	4587	4004	3002	3490	3447	3150	2285	2192

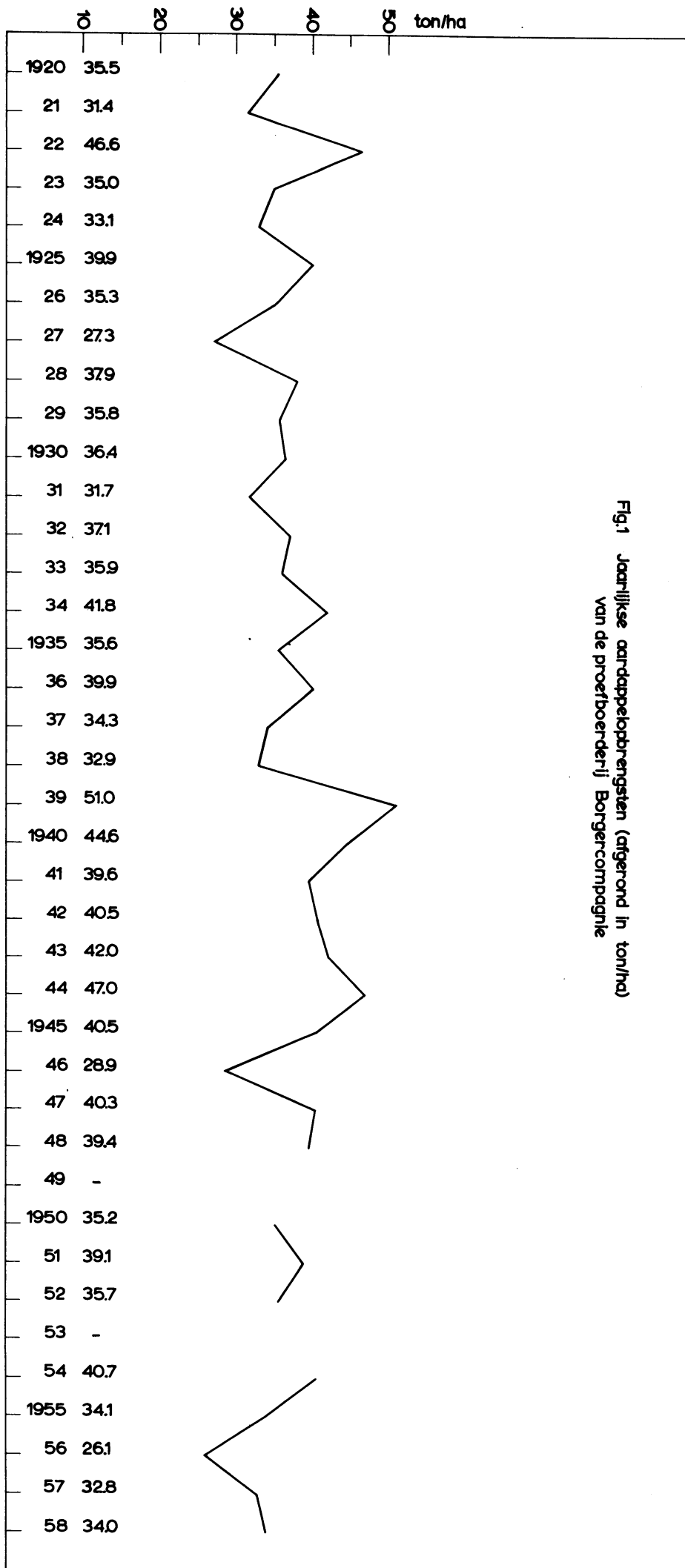


Fig.1 Jaarlijkse aardappelopbrengsten (afgerond in ton/ha) van de proefboerderij Borgerscompagnie