

7 2624

# HET VERBAND TUSSEN ZONNESCHIJN- DUUR, BEWOLKING EN STRALINGS- INTENSITEIT IN NEDERLAND

DOOR

DR J. J. M. REESINCK



*Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool  
Deel 44 — Verhandeling 5*

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1940

2039430

# HET VERBAND TUSSEN ZONNESCHIJNDUUR, BEWOLKING EN STRALINGSINTENSITEIT IN NEDERLAND

DOOR

DR J. J. M. REESINCK

Natuurkundig Laboratorium L.H.S., dir.: Prof. J. A. PRINS

§ 1. Tussen de dagsommen  $I$  van de totale straling van zon en hemel <sup>1)</sup> en de relatieve zonneshijnduur <sup>2)</sup>  $R$  bestaat volgens ÅNGSTRÖM<sup>3)</sup> statistisch een betrekking van de vorm:

$$I = Q [a + (1-a) R]. \quad (1)$$

$Q$  is de waarde, die  $I$  zou aannemen voor  $R = 1$ , m.a.w. de tot bewolking nul geëxtrapoleerde <sup>4)</sup> waarde van  $I$ ; deze grootheid vertoont derhalve een sterke jaarlijkse gang. Daarentegen blijkt  $a$  weinig te variëren, nl. zowel hier als elders <sup>3)</sup> ongeveer tussen 0,2 en 0,3. Blijkens (1) stelt  $a$  dat breukdeel van de straling voor, dat bij volledige bewolking ( $R = 0$ ) gemiddeld wordt doorgelaten.

Te Wageningen worden vanaf Mei 1938, naast registraties van de totale straling <sup>1)</sup>, ook registraties van de zonneshijnduur met de autograaf van CAMPBELL-STOKES uitgevoerd <sup>5)</sup>. Hierdoor wordt een materiaal verzameld, waarmee een objectieve toetsing van formule (1) en een experimentele bepaling van  $Q$  en  $a$  voor Nederland mogelijk is; kennis van deze grootheden stelt in staat om uit de jarenlang door het K.N.M.I. op verschillende plaatsen in Nederland uitgevoerde bepalingen

<sup>1)</sup> Zie de voorgaande en een weldra volgende mededeling ( $I$  wordt hierin  $I_0$  genoemd).

<sup>2)</sup>  $R =$  geregistreerde zonneshijnduur gedeeld door maximaal mogelijke zonneshijnduur van die dag, d.w.z. tijd tussen op- en ondergang van het middelpunt van de zon, waarbij de straalbreking niet in rekening gebracht is. De zon heeft nl. vlak bij de horizon meestal toch geen kracht genoeg voor inbranden. Om dezelfde reden is er niet voor gecorrigeerd, dat de horizon in Wageningen tot ongeveer 6° hoogte door geboomte is afgedekt.

<sup>3)</sup> Zie b.v. Handbuch der Klimatologie van GEIGER-KÖPPEN I B 21 en Med. L.H.S. 33, Verh. 5.

<sup>4)</sup> Zelfs op geheel onbewolkte dagen wordt echter in praktijk nooit  $R = 1$ , doch hoogstens ongeveer 0,85 geregistreerd, wat door het in noot 2 en 5 gezegde begrijpelijk wordt.

<sup>5)</sup> De bol van het instrument verschilde volgens een vergelijking in 1938 in doorlatingsvermogen niet merkbaar van de in De Bilt gebruikte. Steeds werd ook het daar gebruikelijke papier van Corah (London) gebruikt. De strookjes werden aan de einden zo kort mogelijk afgeknipt, en dan in hun geheel opgezet. Mijn uitmetingen vertonen een systematisch, maar verwaarloosbaar klein verschil met een uitmeting der zelfde strookjes in De Bilt (orde van het verschil 1%). Ik volgde in het algemeen de „Potsdammer voorschriften”. Overeenkomstig Met. Zs. 32, 194, 1914 telde ik wel het lichtste *bruin* branden, maar niet een slechts *dof* branden der strookjes mee. Dit was ook nodig om bovengenoemde overeenstemming met De Bilt te krijgen.

gen <sup>6)</sup> van de zonneshijnduur benaderde waarden van  $I$  voor die plaatsen af te leiden. Dit artikel bevat een op verzoek van prof. PRINS door mij ondernomen voorlopige bewerking van het Wageningse materiaal van Mei 1938 tot en met Juli 1940.

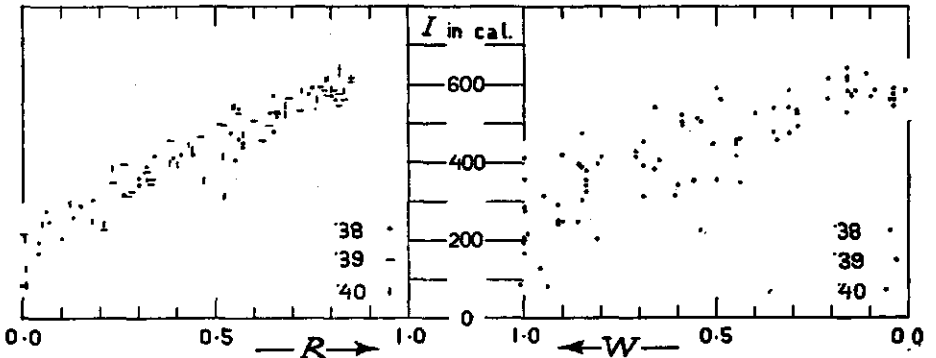


Fig. 1a. Correlatie voor Juni tussen dagsom  $I$  en relatieve zonneshijnduur  $R$ .

Fig. 1b. Correlatie voor Juni tussen dagsom  $I$  en bewolgingsgraad  $W$ .

De waarden van  $I$  en  $R$  werden voor iedere maand tegen elkaar uitgezet; door de verkregen punten werd een rechte getekend, waaruit  $Q$  en  $a$  werden afgeleid (fig. 1a).

De waarden van  $a$  fluctueren om een gemiddelde van 0,30; het materiaal is niet toereikend om een eventuele jaarlijkse gang af te leiden; in ieder geval zou die niet groot zijn.

De waarden van  $Q$  werden uitgezet tegen de tijd en vereffend. De vereffende waarden zijn vermeld in tabel I en grafisch voorgesteld in

TABEL I

Maand 1938—'40	$Q$ in (1) cal/cm <sup>2</sup>	$Q'$ in (4) cal/cm <sup>2</sup>	Middelbare fout		$R + W$ %	1.18 $R$ + 0.94 $W$ %
			van (1) cal/cm <sup>2</sup> %	van (4) cal/cm <sup>2</sup> %		
Januari . . .	120	110	20 36	22 39	85	88
Februari . . .	210	190	22 23	32 34	93	92
Maart . . . .	350	310	34 19	44 25	98	100
April . . . .	520	460	37 13	64 22	101	104
Mei . . . . .	650	580	41 10	68 16	94	100
Juni . . . . .	690	610	43 10	78 18	100	107
Juli . . . . .	650	580	33 10	68 20	102	104
Augustus . .	530	470	36 11	49 15	98	102
September .	390	350	37 18	54 25	102	104
October . .	260	230	28 22	36 27	95	96
November . .	130	120	16 33	23 43	96	94
December . .	100	90	15 38	17 43	86	87

<sup>6)</sup> C. BRAAK, *Klimaat van Nederland, Zonneshijn en Bewolking*, Med. en Verh. K.N.M.I. 40, 1937.

fig. 2 (volle lijn); ter vergelijking is in deze figuur ook het onder zekere aannamen te verwachten theoretisch verloop voorgesteld.

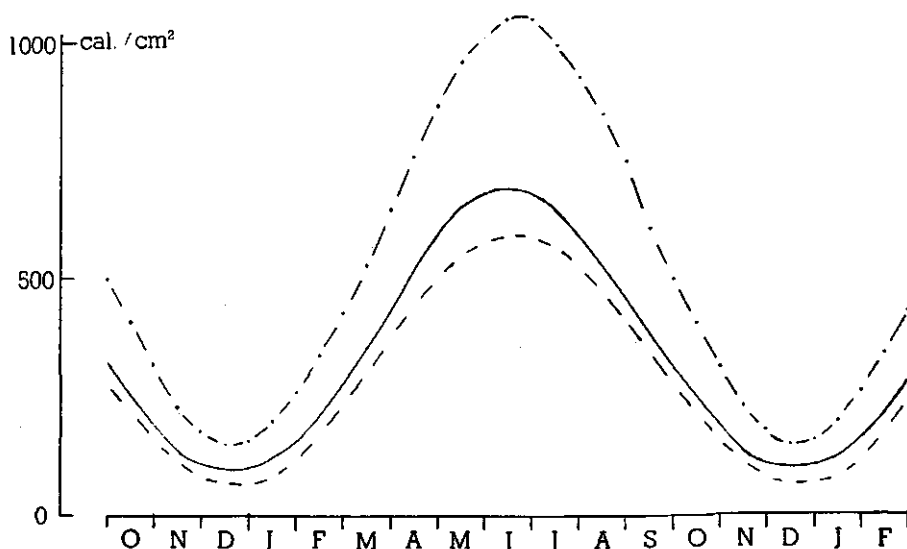


Fig. 2. Bovenste kurve: Dagsom aan bovengrens atmosfeer. Middelste kurve: Waargenomen dagsom, geëxtrapoleerd tot bewolking 0, m.a.w.  $Q$  uit (1). Benedenste kurve: Dagsom voor directe zonnestraling alleen, berekend met „Trübungs-faktoren für Landluft” voor onbedekte hemel volgens Handb. d. Klim. I B 13. Het verschil tussen de twee onderste kurven correspondeert met de diffuse hemelstraling bij heldere hemel. Bij gebruik der te De Bilt gemeten „Trübungs-faktoren” zou de onderste kromme aanmerkelijk lager liggen.

Tot opsporing en nadere bestudering van eventuele systematische afwijkingen van het door formule (1) gepostuleerde lineaire verband tussen  $I$  en  $R$  werden met de vereffende waarden van  $Q$  (fig. 2 of tabel 1) en met  $\alpha = 0,30$  waarden voor  $I$  berekend en het verschil van de waargenomen dagsommen hiermee (voor iedere maand naar  $R$  gerangschikt en in groepen van 9 à 12 tot middelwaarden verenigd) in fig. 3a voorgesteld. Hieruit blijkt een duidelijke, zij het ook geringe, systematische afwijking van de lineaire relatie: Bij volledige bewolking ( $R = 0$ ) is de waargenomen  $I$  te klein, bij gemiddelde bewolking ( $R = 0,5$ ) te hoog. Dit is waarschijnlijk zo te verklaren, dat volledige bewolking ook meestal zware bewolking is, terwijl dit voor gemiddelde bewolking minder geldt en dan tevens aan de wolken talrijke witte randen voorkomen, die de intensiteit groter maken dan met de hemelbedekking door de wolk overeenkomt. Uit de figuur zijn ook nog de veranderingen bij keuze van 0,25 of 0,35 voor  $\alpha$  af te lezen. Over het gehele jaar genomen blijkt echter  $\alpha = 0,30$  (of misschien 0,29) het beste te voldoen.

5

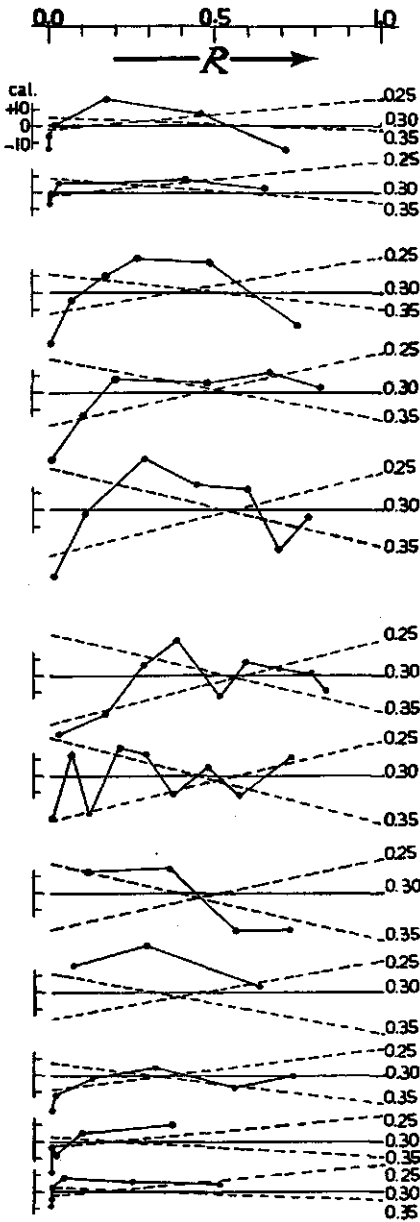


Fig. 3a. Vergelijking van waargenomen en uit (1) berekende dagssommen.

6

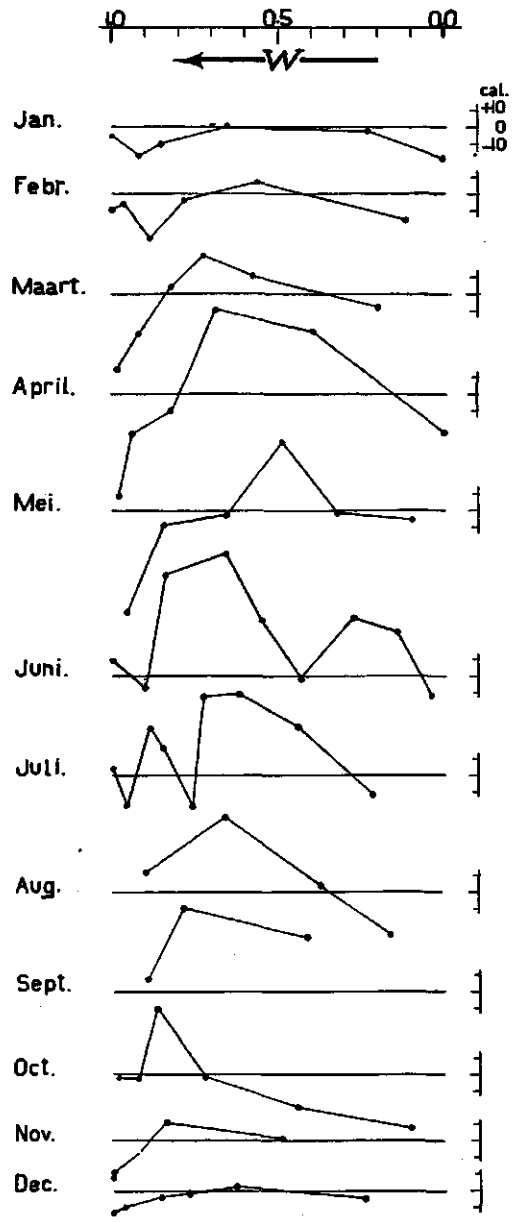


Fig. 3b. Vergelijking van waargenomen en uit (4) berekende dagssommen.

De bruikbaarheid van de formule (1) voor één willekeurige dag wordt aangegeven door de middelbare fout ten gevolge van bovenstaande systematische en van toevallige afwijkingen. Deze grootte is ook in tabel 1 opgenomen. Voor een langere termijn valt de middelbare fout percentsgewijze natuurlijk kleiner uit.

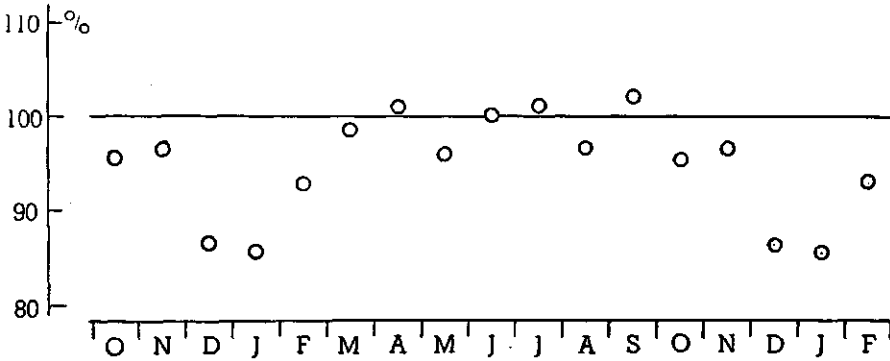


Fig. 4. Jaarlijkse gang van de som van bewolgingsgraad en relatieve zonneshijnduur  $R + W$  te Wageningen, volgens tabel 1.

§ 2. Daar een zonneshijnautograaf slechts op enkele plaatsen in gebruik is, heeft het voordeel in plaats van  $R$  de overal gemakkelijk te schatten gemiddelde hemelbedekking of bewolking  $W$  in te voeren. Bij benadering kan dit geschieden door de gemakkelijk af te leiden betrekking:

$$R + W = 1, \quad (2)$$

waardoor formule (1) overgaat in:

$$I = Q [1 - (1 - a) W], \quad (3)$$

Inderdaad levert een op dezelfde wijze als hierboven voor  $R$  door mij ondernomen onderzoek, waarbij  $W$  aan de Wageningse agrometeorologische waarnemingen <sup>7)</sup> ontleend werd, als beste lineaire voorstelling:

$$I = Q' [1 - (1 - a') W], \quad (4)$$

met  $Q' = 0,89Q$  en  $a' = 0,38$ . De afwijkingen van deze formule zijn in fig. 3b voorgesteld. Dat in (4) iets andere waarden staan dan in (3),

<sup>7)</sup> Landbouwkundig Tijdschrift 52, 525, 1940. De bewolkingsschattingen geschieden tweemaal daags.

hangt ermee samen, dat de relatie (2) niet streng vervuld is. Voor de som  $R + W$ , die constant zou moeten zijn, levert het gebruikte materiaal nl. een verloop, dat in tabel 1 en fig. 4 voorgesteld is.

Men verklaart <sup>8)</sup> het dalen van  $R + W$  beneden 1 des winters door op te merken, dat de dan laagstaande zon tengevolge van een „coulisse-effect” sterker door wolken afgedekt wordt dan met de (hoofdzakelijk in het zenith geschatte) ware bewolkingsgraad overeenkomt.

Wanneer men uit (1) en (4)  $I$  elimineert, vindt men in plaats van (2):

$$1,18 R + 0,94 W = 1, \quad (5)$$

welke uitdrukking ook in tabel 1 is opgenomen.

#### SUMMARY

Registrations of the total radiation of sun and sky and the number of sunshine-hours at Wageningen in the period May 1938—July 1940 are used for an experimental determination of  $Q$  and  $\alpha$  in the Ångström formula (1). The best fit for a constant value of  $\alpha$  is 0,30,  $Q$  being then given by table 1. If the cloudiness  $W$  is introduced instead of the relative duration of sunshine  $R$ , the best values are those from (4). In both cases the mean deviation from the formula for one day is given (table 1). A systematic deviation from the linear relations (1) and (4) is exhibited in fig. 3.

<sup>8)</sup> Zie b.v. pag. 36 van het in noot 6 aangehaalde werk.