

8 APR. 1960

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Wetenschappelijk Rapport W.R. 59-4 (IV-17)

G. Verploegh

Statistiek van onweders  
voor de Nederlandse Kust

De Bilt, 1959

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

All Rights Reserved.

Nadruk zonder toestemming van het K.N.M.I. is verboden.

G. Verploegh

Statistiek van onweders voor de Nederlandse Kust

INHOUD

	Blz.
1. Inleiding	1
2. Hanteerbaarheid van het begrip onweer in de klimatologie	1
2.1 Onweer op station	2
2.2 Onweer als lichtverschijnsel	3
2.3 Onweer als geluidverschijnsel	3
3. Bepaling van de maat, waarin onweersfrequenties kunnen worden uitgedrukt	5
4. De dagelijkse gang van de onweersactiviteit op zee	7
5. De dagelijkse gang van de onweersactiviteit op land	17
6. Nieuwe definitie van een onweersdag	19
7. De frequentie van natuurlijke onweersdagen bij de lichtschepen	21
8. Frequentie van "conventionele" onweersdagen bij de lichtschepen	22
Referenties	23
Samenvatting	24
English summary	25

## 1. Inleiding

In de oude journalen van de Nederlandse lichtschepen, van vóór 1940, zijn de onweerswaarnemingen opgetekend in de kolom, waarin een algemeen overzicht van de weersgesteldheid van de afgelopen 4 uur (een scheepswacht) werd neergeschreven. Bij deze, in klare taal gestelde aantekeningen werden in het algemeen ook de tijden vermeld waarop of waarbinnen onweer werd waargenomen.

Bij het doorlezen van de journalen krijgt men al spoedig de indruk dat de waarnemingen met grote nauwgezetheid zijn verricht en dat vermoedelijk maar weinig onweders aan de aandacht zijn ontsnapt. Dit laatste behoeft geen verwondering te wekken als men bedenkt, dat er op een lichtschip steeds een uitkijk aanwezig is, wiens taak het nu eenmaal is voortdurend de omgeving op bijzondere verschijnselen af te speuren. De aantekeningen in het journaal betreffen de waarneming van weerlicht zonder donder, soms van enkele donderslagen zonder dat bliksem of weerlicht is gezien, en vaak van bliksem en donder tezamen. Voor het laatste geval plachten de waarnemers het woord onweer te gebruiken, zonder de bliksem en donder afzonderlijk te noemen.

Tot dusver zijn de onweerswaarnemingen van de lichtschepen nog niet aan een klimatologische bewerking onderworpen geweest. De oudste waarnemingen dateren van 1859 op het lichtschip "Noord Hinder", en van de overige lichtschepen van omstreeks 1880. Van het tijdvak van het begin der waarnemingen tot 1910 zijn de overige meteorologische gegevens bewerkt door Dr. J.P. van der Stok (1), terwijl een klimatologische bewerking van de waarnemingen van 1910 tot 1940 onlangs gereed is gekomen (2). Bij deze laatste bewerking zijn ook enige onweersgegevens opgenomen; deze betreffen de jaren 1920 tot en met 1939. Van het uitgebreide onderzoek, dat aan de samenstelling van deze gegevens voorafging, wordt thans in dit Rapport verslag gedaan.

## 2. Hanteerbaarheid van het begrip onweer in de klimatologie

Volgens de definitie, gegeven in de "International Cloud Atlas" van de W.M.O. (1956), is een onweer gekenmerkt door "één of meer plotselinge elektrische ontladingen die kenbaar zijn aan een licht-

flits (bliksem) en een scherp of rommelend geluid (donder)". Hoewel men volgens deze definitie alleen van onweer zou moeten spreken wanneer ook de donder wordt gehoord van een elektrische ontlading in een wolk, behoeft het onweer echter niet vlak boven het hoofd van de waarnemer of zelfs in zijn nabije omgeving te woeden; bliksem en donder kunnen op vrij grote afstand nog worden waargenomen.

Voor de klimatologische hantering van het begrip zijn nog verschillende criteria te overwegen.

#### criterium 1. Onweer op station

Speciaal met betrekking tot de lichtscheperen kan het van belang zijn een onderscheid te maken tussen de onweders op zee en die op land. Daar de lichtscheperen in het algemeen vrij dicht onder de kust liggen (minimaal 16 km) zou men voor dit doel een criterium moeten vinden voor de onweders die vlak boven of nabij het lichtschip aanwezig waren.

Het enige objectieve gegeven dat hiervoor gebruikt zou kunnen worden is de waarnemingen van het tijdsverschil tussen bliksem en donder. Deze waarnemingen werden echter niet verricht op de lichtscheperen (en in het algemeen niet op officiële waarnemingsstations). Als een ander criterium zou eventueel de regen kunnen dienen.

Het feit of het al of niet regent tijdens onweer behoeft echter op zichzelf nog geen aanwijzing te zijn voor de nabijheid van een onweer. Want, hoewel de elektrische ontladingen nauw samen blijken te hangen met de vorming van neerslag in de wolk, komt het voor dat de neerslag de grond niet bereikt (zgn. "droge" onweders) of dat het regengebied juist langs het station trekt; ook kan het geval zich voordoen dat de plaatselijke regenbui uit een andere wolk komt dan de verwijderde wolk waarin de elektrische ontladingen plaatsvinden (bijv. bij frontonweders). Toch kon uit de aantekeningen in de journalen in verscheidene gevallen worden opgemaakt dat het onweer zich boven het station ontwikkelde of dat het recht over het station heen trok. Deze gevallen werden gebruikt voor het onderzoek naar de dagelijkse gang van onweders boven zee. Als criterium werd hiervoor genomen: waarneming van bliksem en donder, hetzij rondom het schip, hetzij in de gevallen dat uit de op-

gaven van de richtingen waarin het onweer werd waargenomen duidelijk bleek, dat het ook "op station" was geweest. Ter toelichting moge hier worden opgemerkt, dat het de gewoonte was in de journalen de richting te vermelden waarin een bepaald verschijnsel zich voordeed en voortbewoog.

### Criterion 2. Onweer als lichtverschijnsel

Tegenover de statistiek van de "onweders op station" staat een ander uiterste, n.l. de statistiek van alle onweders waarvan het licht van de elektrische ontlading op het station werd waargenomen. Dit kan zowel het directe licht van de ontlading zijn (bliksem) als ook de weerschijn ervan in de wolken (het zgn. "lichten" en het weerlicht op grote afstand). Hoe ver is nu van een schip uit het weerlicht van een verwijderde onweersbui nog te zien? Een eenvoudige goniometrische berekening van de theoretische te bereiken afstand leert (zonder nog rekening te houden met atmosferische straal-kromming) dat het weerlicht tegen een 6 km hoge wolk op een afstand van ongeveer 280 km nog zou zijn waar te nemen. In werkelijkheid zouden zulke grote afstanden bereikt kunnen worden alleen onder gunstige waarnemingsomstandigheden, te weten: bij nacht, geen tussenbewolking, geen neerslag. Ook moet de waarnemer nog toevallig de juiste richting uitkijken om het weerlicht te kunnen opmerken.

Het is duidelijk dat een statistiek van onweders als lichtverschijnsel ook voor waarnemingen op zee niet anders dan onvolledig kan zijn (op land zijn de omstandigheden voor de waarneming nog ongunstiger). De grote afstand waarop weerlicht nog kan worden waargenomen, en de grote afhankelijkheid van deze afstand van de "plaatselijke" waarnemingsomstandigheden maken het criterium van het lichtverschijnsel ongeschikt als basis van een onweersstatistiek, vooral met het oog op een vergelijking van de gegevens van twee, naar verhouding op geringe afstand gelegen stations, zoals bijv. een lichtschip en een kuststation.

### Criterion 3. Onweer als geluidverschijnsel

De middenweg tussen de twee genoemde uitersten vormt een statistiek van waarnemingen van de donder. Tegenover de waarneming van verwijderd licht heeft de waarneming van een verwijderd geluid het

voordeel dat deze niet gebonden is aan de richting waarin de geluidsbron zich t.o.v. de waarnemer bevindt. Ook vormen obstakels in de vorm van wolken, neerslagdeeltjes en vaste aardse voorwerpen geen belemmering voor de voortplanting van geluidsgolven die op het niveau van de wolken worden opgewekt. Het "signaal" van de donder wordt alleen niet opgemerkt, wanneer het even sterk of zwakker is dan de "ruis" van andere geluiden in de omgeving van de waarnemer (daarbij afgezien van de persoonlijke instelling van de waarnemer op de bewuste ontvangst van geluiden).

Men kan nu stellen dat de uitkijk op een lichtschip bijna altijd de donder wel heeft opgemerkt wanneer deze hoorbaar was; zo de uitkijk niet buiten stond, dan bevond hij zich in een ruimte waarvan de deur openstond (aan lijzijde), behalve bij koud, winters weer, maar dan is ook de kans op onweer zeer gering. Het is vooral bij stormweer dat de donder van een dan vaak onverwacht optredend onweer niet zou kunnen worden opgemerkt. Het bulderen van de wind om het schip en het sterke ruisen van de zee belemmeren dan te zeer de waarneming van een niet te sterke donderslag.

Bij de klimatologische bewerking van onweerswaarnemingen op land is steeds de donder als criterium gehanteerd. Een duidelijke uiteenzetting van de wijze waarop waarnemingen van landstations worden bewerkt, vindt men in de verhandeling van D. Kuyper over de onweersfrequentie in Nederland (3). Het doel was hier alle onweders die over een zeker, niet te groot gebied heentrokken in een statistiek onder te brengen. De gebieden werden in eerste instantie vastgesteld aan de hand van de woonplaatsen van de actieve leden van het grotendeels vrijwillige waarnemerscorps. De grootte van het gebied werd vastgesteld aan de hand van het bereik van de hoorbaarheid van donder.

Zoals reeds werd opgemerkt, is dit bereik slechts weinig afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden van waarneming (in tegenstelling dus tot de zichtbaarheidsgrens van weerlicht of zelfs van bliksem). Het criterium van de donder is daarom bij uitstek geschikt om de onweersgegevens van verschillende stations met elkaar te vergelijken.

Voor de lichtscheperen is het van ondergeschikt belang dat de absolute waarde van de hoorbaarheidsgrens van donder slechts bij

benadering is aan te geven. Kuiper haalt over dit onderwerp de meningen van verschillende vroegere auteurs aan en aanvaardt als gemiddelde waarde een afstand van 15 - 20 km. In een later verschenen publikatie noemt de Amerikaan R. Fleagle (4) een bedrag van 25 km als uiterste grens, waarbij hij zich baseert op een berekening van de normale kromming van geluidstralen in de onderste lagen der atmosfeer. Overigens kan donder onder buitengewone omstandigheden nog wel op een afstand van 100 km gehoord worden; dergelijke exceptionele gevallen zijn bekend (3).

Het gebruik van radar aan boord van schepen maakt het mogelijk ook op zee gegevens te verkrijgen van de hoorbaarheidsgrens van donder in enkele speciale gevallen. Zo is een waarneming bekend van het ss. "Molenkerk" in de Zuid-Indische Oceaan, in oktober 1958, waarbij het naderen van een frontonweer op de radar werd gevolgd. Het bleek dat de eerste donder gehoord werd, toen het onweer zich nog op een afstand van 15 zeemijlen bevond, dat is 28 km (zie "De Zee", mei 1959).

Voor de berekening van onweersfrequenties in Nederland was de absolute waarde van de hoorbaarheidsgrens van donder wel van enig belang. Kuiper verdeelde het land n.l. in gebieden van 30 - 40 km middellijn, met in het centrum de woonplaats van een actieve waarnemer. De overige waarnemingen in het gebied dienden alleen om er de opgaven van de centrale waarnemer mee te controleren en, indien nodig, aan te vullen.

In vergelijking hiermee is de altijd aanwezige uitkijk van een lichtschip, in samenwerking met de wachtdoende kapitein of stuurman, in hoge mate te beschouwen als een "actieve" waarnemer.

Het laat zich daarom aanzien, dat de onweersfrequenties op de lichtschepen rechtstreeks te vergelijken zijn met de analoge gegevens van Nederland, indien hiervoor het criterium genomen wordt van de waarneming van donder.

### 3. Bepaling van de maat, waarin onweersfrequenties kunnen worden uitgedrukt

Daar onweer een verschijnsel is dat met een zekere duur in het waarnemingsgebied verblijft, ligt het voor de hand de onweersfrequentie te berekenen uit het quotient van de totale onweersduur en



de totale duur van waarneming in een gegeven tijdvak. In de praktijk is het echter niet altijd eenvoudig de duur van een onweer op te geven. Voor de naar verhouding snel overtrekkende frontonweers zou dit nog wel gaan, hoewel de opgave van de duur onzekerder wordt naarmate het onweer verder van de waarnemer langs trekt. (Overigens is in het algemeen de duur van deze onweders niet in de journalen vermeld, er werd slechts melding gedaan van het aantal donderslagen dat werd gehoord. Dit aantal bedroeg in deze gevallen meestal 1 tot 3.) Van een warmteonweder is de duur zeer moeilijk te bepalen. Bij een dergelijke weersituatie op zee onweert het rondom het schip, soms met tussenpozen. Na de laatste donderslag (waarvan het tijdstip door de waarnemer achteraf onmogelijk nauwkeurig kan worden opgegeven) blijft het nog lang in verschillende richtingen weerlichten. Het is in dit geval niet één onweer dat met een bepaalde wolk mee overdrijft (het type dat in dit Rapport met het begrip "frontonweer" zal worden aangeduid), maar een onweerstoestand in de atmosfeer die boven en in de omgeving van het station geleidelijk tot ontwikkeling komt en na enige tijd weer even geleidelijk oplost <sup>1)</sup>. De tijdstippen van de eerste en de laatste donderslag werden in de journalen, om thans begrijpelijke redenen, niet vermeld; ten opzichte van het criterium van de donder heeft echter elk ander opgegeven tijdstip weinig waarde.

We zijn dus wel gedwongen af te zien van deze wijze van bepalen van onweersfrequenties.

Een andere methode is, de periode van bewerking onder te verdelen in een aantal kleine tijdvakken en vervolgens het aantal tijdvakken te tellen waarin onweer voorkwam. Voor de vroegere waarnemingen op zee wordt hiervoor in het algemeen een tijdvak van 4 uur, overeenkomende met een scheepswacht, genomen. Het voordeel van

---

1) Deze definitie van een "warmteonweer" is bewust in zuiver beschrijvende vorm opgesteld, zonder nog in te gaan op het ontstaan van dit tweede type onweders. Het is n.l. de vraag in hoeverre men op zee nog van een warmteonweer mag spreken. Gemakshalve zal echter de benaming "warmteonweer" hier verder worden aangehouden.

het gebruik van scheepswachten zou zijn, dat de onweersfrequenties dan ponsmechanisch, tegelijk met andere klimatologische elementen, bepaald zouden kunnen worden. Nu echter doet zich een moeilijkheid bij de interpretatie van het gegeven voor, en wel bij een vergelijking met de gebruikelijke gegevens van landstations. Bij landwaarnemingen is men er reeds lang geleden toe gekomen de frequentie van onweersdagen te berekenen. Een onweersdag is een periode van 0 tot 24 uur, tijdens welke donder is waargenomen.

De keus tussen een tijdvak van een wacht (ingaaude te 0, 4, 8, 12, 16 en 20 uur respectievelijk) en dat van een "onweersdag" (ingaaude te middernacht) betekent in feite een keus tussen twee tijdvakken die geheel onafhankelijk van het verschijnsel onweer zijn vastgelegd.

Het bestaan van een uitgesproken dagelijkse gang in de uurlijkse onweersfrequenties, met de grootste frequenties in de nachtelijke uren, is de oorzaak, dat het aantal onweders, dat werkelijk tegelijkertijd in twee verschillende onweersdagen valt, groter is dan het aantal dat voor zou komen bij een willekeurige verdeling van onweders over de dag. Hieruit volgt dat de frequentie van onweersdagen ten eerste nog afhangt van de tijdstippen waartussen de "dag" wordt genomen en ten tweede van de vorm van de dagelijkse gang. Alleen wanneer de dagelijkse gang van de onweersfrequentie overal gelijk is, levert een uniforme definitie van een "onweersdag" onderling vergelijkbare waarden op van de onweersfrequentie op verschillende plaatsen.

Deze bespreking samenvattend komen we tot de slotsom dat een onweerswacht niet bruikbaar is voor een rechtstreekse vergelijking met onweersgegevens op land; om vervolgens over te kunnen gaan tot het gebruik van de onweersdag als eenheidsmaat dient echter eerst de dagelijkse gang van de onweersfrequentie op zee nader te worden bekeken.

#### 4. De dagelijkse gang van de onweersactiviteit op zee

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van de waarnemingen van de lichtscheper "Maas" en "Schouwenbank". Hoewel deze lichtscheper even ver van de kustlijn af lagen (ca. 16 km), mag aan de

weersgesteldheid bij "Schouwenbank" toch wel een sterker maritiem karakter worden toegekend vanwege het feit dat de kustlijn nabij dit lichtschip over grote afstanden onderbroken wordt door de brede wateren van de Ooster- en Westerschelde.

Alleen die onweders werden voor dit doel gebruikt, waarvan de beschrijving duidelijk aangaf dat het een onweer "op station" was geweest (zie § 2). De dag werd verdeeld in 24 tijdvakken van een uur; van elk onweer werd vervolgens genoteerd het aantal kwartieren waarmee zijn duur zich over een bepaald uurvak uitstreckte. Van sommige onweders was in de journalen alleen de duur vermeld waarmee zij in een bepaalde wacht voorkwamen, zonder dat een begin- en eindtijdstip was opgegeven. In deze gevallen werd in de 4 uurvakken van de desbetreffende wacht een gelijk aantal kwartieren met onweer genoteerd; het totale aantal was dan gelijk aan de opgegeven duur. Dat hierdoor een zekere vervlakking van de dagelijkse gang in de hand werd gewerkt, was onvermijdelijk.

Door deze werkwijze werd aan elk uurvak verhoudingsgewijs een bepaald gewicht toegekend ter grootte van het aantal kwartieren dat het in het desbetreffende uurvak heeft geonweerd. Daar het hier slechts om verhoudingsgetallen gaat, kan deze methode worden toegepast op een willekeurig aantal onweders.

Voor "Maas" werd de bewerking toegepast op twee verschillende perioden van resp. 11 en 10 jaar elk, te weten 1911-1924 (waarin een onderbreking tijdens de 1<sup>e</sup> wereldoorlog) en 1930-1939. Voor "Schouwenbank" werden de waarnemingen genomen van 1910 tot 1934 (met een onderbreking tussen 1915 en 1921).

Tabel 1

Aantal kwartieren onweer per uurvak

Maas (1911-'24); A'damse tijd (11 jaar)

→ uur

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	N	A
J																										
F																										
M																		1	4	7	1				13	2
A												2		3	1	1	2	4	5	5	1	1		25	12	
M	3	8	14	11	10	4						3	6	7	11	15	19	22	25	13	12	10	13	8	214	31
J	4	7	9	5	2							2	7	5	3	9	4	-	-	-	4	4	6	71	13	
J	5	6	6	4	4	4					2	4	5	4	6	9	17	11	7	4	5	3	-	106	18	
A	4	15	18	17	21	1	1	2	5	4	4	5	9	10	15	18	12	5	10	4	1	4	5	9	199	38
S	4	9	9	14	15	5										2	3	1	5	4	6	4	2	-	83	19
O			2	2	-	-	1												4	4	1	1	1	1	18	8
N															2	2	3	4	1						12	3
D				3	3	5	2																		13	4
																									754	148

Maas (1930-'39); Middelb. Tijd Greenwich (10 jaar)

J																						2	4	2	8	1
F																			3	4	1				8	1
M												4	4	2							4	1		15	2	
A												4	3					7	4	4				22	5	
M	6	8	9	-	2							1	4	2	-	7	5	4	-	6	6	3	2	65	12	
J	7	7	9	9					3							2	9	14	7	8	6	13	20	10	124	21
J	4	5	5	4					4	5			6	12	11	13	10	13	20	24	11	14	9	8	178	27
A	14	11	12	6	12	8	8	4	2	-	1	4	6	8	10	3	7	13	16	10	11	13	9	9	197	24
S	4	8	6	4	1	5						4	4	4	3	8	8	7	13	10	8	12	9	6	124	19
O	4	6	5												4	4	12	9	4	7	8	11	10	9	93	10
N	2																	3	2						7	3
D				2	2	4											4								12	3

853 128

Vervolg tabel 1

Schouwbank (1910-'34) A'damse tijd (18 jaar)

→ uur

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	N	A	
J								♂							2	1	♀									3	1
F																1										1	1
M				1					1							2	2				4	2				12	5
A			2		2								1	-	1	6	6	9	10	20				2		59	16
M	15	3	6	4	5	3				2	1	-	1	5	6	19	11	12	27	19	31	37	32	26		265	48
J	3	5	5	7	-	-	2	4	5	4	-	4	8	8	9	8	15	19	12	4	9	14	20	10		175	30
J	9	9	9	13	2	9	8	8						1	3	9	10	5	2	5	8	-	6	1		117	30
A	16	20	22	16	7	6	7	1	1	3	-	-	12	11	1	1	4	17	21	28	6	12	14	11		237	39
S	11	22	16	14	3	-	5	9					-	1	7	8	7	12	18	20	5	1	6	11		176	42
O	10	15	6	7	5	10	-	1	-	-	1	-	-	-	2	1	5	3	11	12	9	4	11	4		117	31
N	3	2	2	-	6	-	-	1	-	4	2	-	-	1	4	2	2	4	6	5	10	11	5	5		75	24
D					1													1		1		4	2			9	6

1246 | 273

N = aantal kwartieren met onweer

A = aantal onweders

♂ = zonsopkomst

♀ = zonsondergang

Winteronweders blijken in hoofdzaak des nachts of tegen zons-  
ondergang te zijn waargenomen, het zijn vrijwel uitsluitend front-  
onweders. In maart kan het tweede type, dat hier met de (waarschijn-  
lijk misleidende) naam warmteonweer wordt aangeduid, zich reeds  
voordoet; dit type komt verder in de zomermaanden en tot november  
voor. Uit de tabellen is reeds te zien dat de grootste onweersfre-  
quentie omstreeks zonsondergang valt, terwijl de activiteit in het  
algemeen vrij snel afneemt na zonsopkomst.

Het aantal onweders (op station) per maand is echter nog te  
klein om voor elke maand een karakteristieke dagelijkse gang te be-  
palen. Een over het gehele jaar gemiddelde gang geeft voor ons doel  
een beter inzicht. Nu valt in de bovenstaande tabellen reeds een  
verband op, dat kennelijk bestaat tussen de onweersactiviteit op de  
dag en de tijden van zonsopkomst en zonsondergang. Het laat zich  
aanzien dat men bepaald een verkeerde indruk van de dagelijkse gang  
zou krijgen, indien de frequenties van de gelijknamige uurvakken  
van verschillende maanden zonder meer werden opgeteld. Wanneer we  
het onweer opvatten als een convectief verschijnsel, zou door bo-  
vengenoemde optelling verkregen worden dat uurvakken worden samen-  
genomen die op een verschillende fase van de dagelijkse gang der  
convectie betrekking hebben. Beter lijkt het, die uurvakken samen  
te nemen die met dezelfde fase van de convectieve gang overeenkomen.  
Dit zou in beginsel bereikt kunnen worden door de tijdstippen van  
het minimum en ook van het maximum van de temperatuur te laten sa-  
menvallen, hetgeen in de praktijk bij benadering verwezenlijkt kan  
worden door een zodanige transformatie van de tijden, dat voor alle  
maanden de tijden van zonsopkomst en zonsondergang, alsmede de tijd-  
stippen van 12 uur 's middags en 12 uur 's nachts samenvallen. Dat  
deze transformatie tot het beoogde doel leidt, moge uit het volgen-  
de blijken.

In figuur 1 wordt de hoogte van de zon, in afhankelijkheid van  
de tijd, schematisch voorgesteld door een zuivere sinus-kromme. Tijden  
de dag- en nachteveningen liggen de buigpunten van de sinus-  
kromme op de x-as, dag en nacht hebben dan elk een duur van 12 uur.  
In het zomerhalfjaar ligt de sinus-kromme naar boven verschoven, in  
de richting van de positieve y-as, in het winterhalfjaar naar bene-  
den, in de richting van de negatieve y-as.

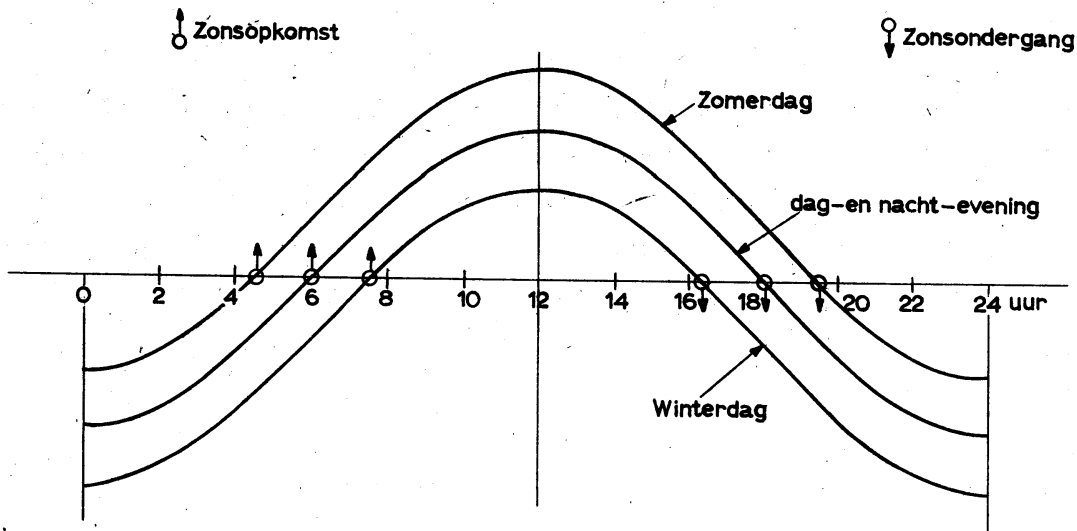


Fig.1. Geschematiseerd beeld van de zonshoogte op enige dagen in verschillende seizoenen.

Bij elke verschuiving blijft de stand van de zon in de meridiaan op het tijdstip van 12 uur 's middags; de punten waar de sinuskromme de x-as snijdt, geven in dit schema de tijdstippen aan van zonsopkomst en zonsondergang.

Het doel van de bovenbedoelde transformatie is om de duur van het tijdsinterval tussen grootste (positieve of negatieve) zonshoogte en hoogte nul (tijdstip van opkomst of ondergang) voor alle maanden terug te brengen op een fictieve duur van 6 uur. In het zomerhalfjaar moeten de uurvakken van de nacht worden vergroot. Voor het winterhalfjaar geldt het omgekeerde. Om deze factor te bepalen gaan we als volgt te werk. Met elk tijdstip van bijv. de periode tussen 12 en 24 uur komt een bepaalde zonnestand overeen. Nu moet aan elk van deze standen een zonnestand van de dag- en nachtevening worden toegevoegd zodanig, dat enerzijds de respectievelijke hoogste en laagste standen samenvallen en anderzijds de standen bij zonshoogte nul met elkaar corresponderen. Via deze toevoeging van zonnestanden worden de met deze standen overeenkomende tijdstippen aan elkaar toegevoegd. In figuur 2 worden de projecties, die hiervoor nodig zijn, verduidelijkt. Een bepaald tijdstip  $t$  op de x-as wordt driemaal geprojecteerd: eerst een projectie, evenwijdig aan

de y-as, op de sinus-kromme van de desbetreffende maand, vervolgens een projectie op de sinus-kromme van de dag- en nachtevening met als projectiecentrum het tijdstip van 12 uur op de x-as (12 uur 's middags voor de daguren en 24 uur 's nachts voor de nachturen), tenslotte wordt het punt evenwijdig aan de y-as teruggeprojecteerd op de x-as tot het tijdstip  $t'$ .

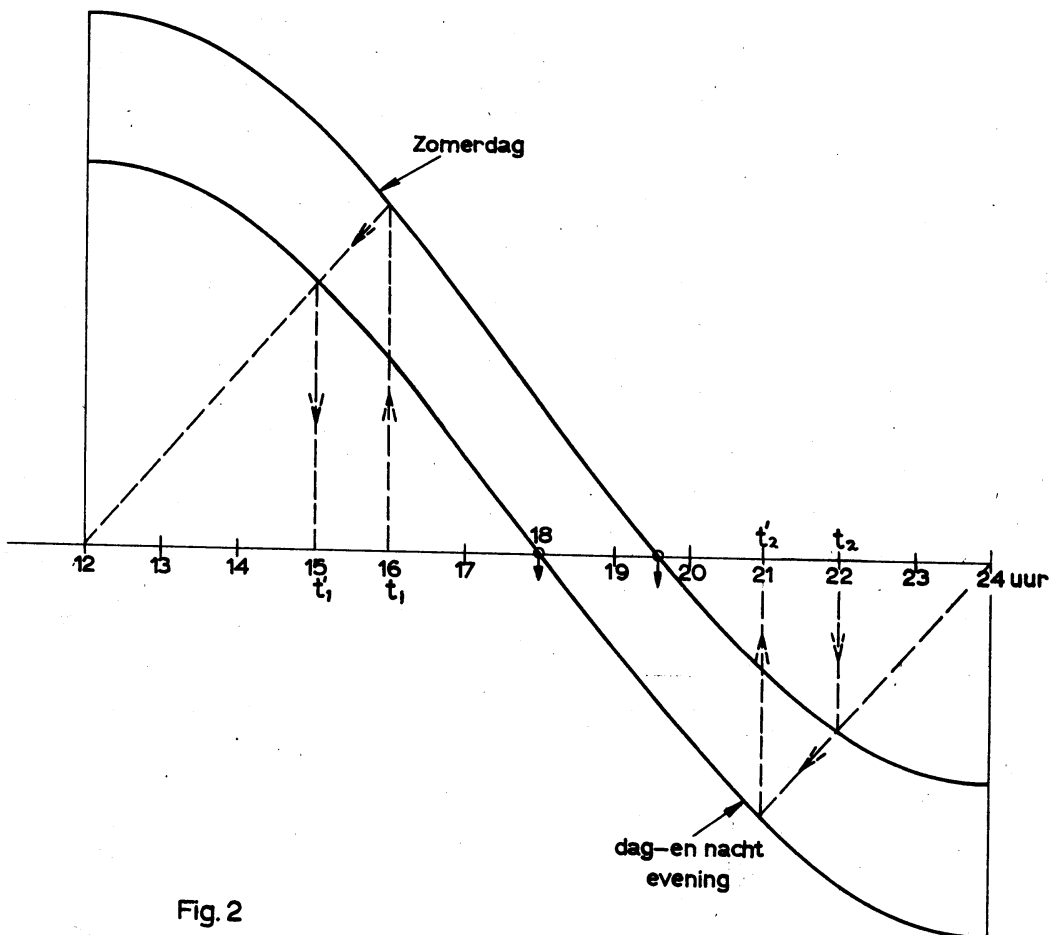


Fig. 2

Wijze, waarop een tijdstip  $t$  van een zomerdag wordt toegevoegd aan een tijdstip  $t'$  van de dag- en nachtevening.

Bij deze projectie blijven de tijdstippen van 12 uur en 24 uur op hun plaats, terwijl die van zonsopkomst en zonsondergang voor elke maand terechtkomen op de (thans fictieve) tijdstippen van resp. 6 uur en 18 uur.

Daar, zoals bekend, de tijd van het dagelijkse temperatuurminimum zeer nauw verbonden is met het tijdstip van zonsopkomst,



zullen bij deze transformatie ook de temperatuurminima van de verschillende maanden met een voor dit doel te verwaarlozen spreiding samenvallen. Dat ook de temperatuurmaxima op nagenoeg hetzelfde fictieve tijdstip komen te vallen, althans bij gelijksoortige weersomstandigheden, ligt minder voor de hand, maar blijkt niettemin waar te zijn, zoals een nader onderzoek aan het licht bracht.

Voor het station De Bilt werden zo goed mogelijk de tijdstippen

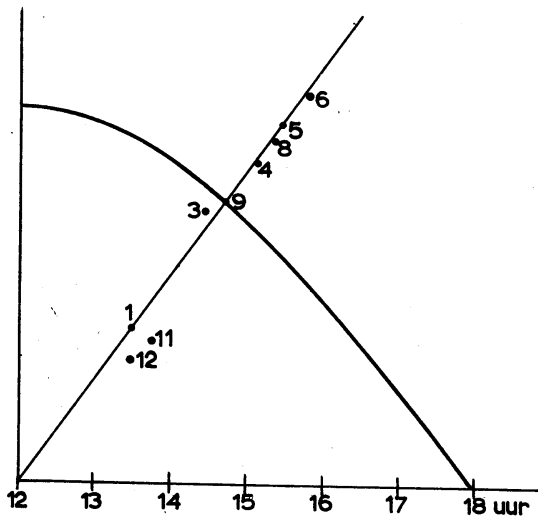


Fig. 3 Tijden van de maximum temperatuur op enige zonnige, windstille dagen in De Bilt, geprojecteerd op de 2e projectielijn van figuur 2 (1 = jan., 12 = dec.).

der temperatuurmaxima bepaald van enige heldere dagen met weinig wind, die in verschillende maanden zijn voorgekomen. Hiervoor werden <sup>natuurlijk</sup> de temperatuurregistraties van de afgelopen jaren genomen.

Deze tijdstippen werden vervolgens op de vóóromschreven wijze geprojecteerd op de sinuskrumme van de desbetreffende maanden. Zoals <sup>voor nu alle maanden</sup> figuur 3 laat zien, liggen de projecties alle nagenoeg op de projectielijn door het punt van 12

uur op de x-as, hetgeen betekent dat deze maxima op hetzelfde getransformeerde tijdstip (ca. 14<sup>u</sup>45) vallen.

Figuur 4 geeft tenslotte een overzicht van de verschuiving van de uren, die ontstaat door voor de 15<sup>e</sup> dag van elke maand de tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang midden tussen resp. 0 en 12 uur, en 12 en 24 uur te laten vallen. Deze verschuiving geldt voor de plaats Amsterdam, maar de grafiek kan ook voor andere plaatsen gebruikt worden, mits de geografische breedte ervan niet teveel afwijkt.

Deze transformatie is niet alleen te gebruiken voor de bewerking van onweerswaarnemingen, maar kan in het algemeen worden toegepast bij de bewerking van alle meteorologische elementen, die een sterke samenhang vertonen met de dagelijkse gang van de temperatuur. Door middel van deze methode is het mogelijk de seizoensvariatiën van de dagelijkse temperatuurgang te elimineren.

Een veel eenvoudiger, maar ook veel minder algemeen bruikbare methode is onlangs gepubliceerd door de Amerikanen I.A. Singer en G.S. Taylor (5). Deze auteurs stelden voor om van elke dag de uren af te tellen van respectievelijk de tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang af. Het middernachtelijk uur, bijvoorbeeld, verkrijgt hierdoor in de winter een hoger rangnummer dan in de zomer. De uren met een gelijk rangnummer worden nu voor alle dagen van het jaar samengenomen, met dien verstande, dat de uren, die rond de middag in de zomer en rond middernacht in de winter "overschieten", bijeen genomen worden tot respectievelijk één tijdsinterval. De auteurs rechtvaardigen deze ongelijksoortige behandeling van de verschillende uren door naar voren te brengen, dat de "interessante" variaties van het beschouwde element toch voornamelijk rond zonsopkomst en zonsondergang optreden. De variaties midden op de dag en midden in de nacht worden dan verwaarloosd. Deze methode leent zich dus slechts voor beperkte doeleinden en dan nog alleen voor een eerste, snelle oriëntatie. Er wordt hierbij immers geen rekening gehouden met de verschillende snelheid, waarmee de zon stijgt en daalt op de verschillende dagen, en deze factor is voor de dagelijkse gang van de temperatuur toch van even groot belang als de stand van de zon zelf op de verschillende tijdstippen.

Wat de onweerswaarnemingen betreft, waren dus aan de uurvakken van elke maand bepaalde "gewichtsgetallen" toegekend - in de vorm van het aantal kwartieren met onweer - die in relatieve zin een maat waren voor de verspreiding van onweders over het etmaal. Bij de volgende stap van de bewerking worden deze getallen nu verdeeld over de nieuwe, getransformeerde uurvakken met behoud van hun onderlinge waardeverdeling. Dit kan het gemakkelijkst grafisch geschieden op de wijze zoals in figuur 5 is aangegeven. Op een schaalverdeling van de oorspronkelijke uren langs de horizontale as is een blokdiagram van de oorspronkelijke frequenties geconstrueerd. De nieuwe "gewichtsgetallen" van de getransformeerde uren worden nu bepaald aan de hand van de gemiddelde "hoogte van de blokjes" in de nieuwe uurintervallen van de getransformeerde schaal langs de horizontale as.

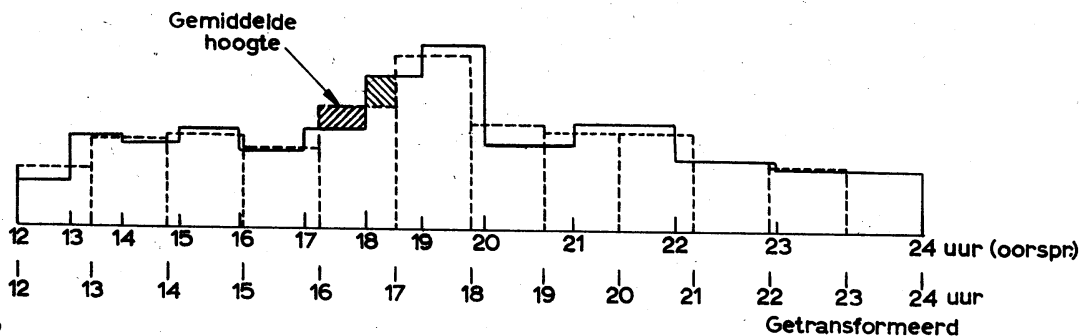


Fig.5

- frequentieverdeling van onweersuren op ware tijdschaal.
- herverdeling van frequentie op getransformeerde tijdschaal.

Door de gewichtsgedaten van de overeenkomstige, getransformeerde uurvakken van de verschillende maanden op te tellen, wordt tenslotte een jaarlijkse frequentieverdeling van de onweersactiviteit over het etmaal verkregen. Deze zijn voor de genoemde tijdvakken van "Maas" en "Schouwenbank" in de figuren 6 a-c weergegeven. De frequentieverdelingen van "Maas" van 1930-1939 en "Schouwenbank" van 1910-1933 komen praktisch geheel overeen. De maximum activiteit heeft rond zonsondergang plaats, het minder sterk aflopen van de frequentiekrommen tussen middernacht en zonsopkomst zou kunnen wijzen op een neiging tot hernieuwde opleving van de onweersactiviteit in de nacht. Bij het aanbreken van de dag neemt de activiteit vrij snel af tot een minimum tussen 11 en 12 uur. De abrupte toename na 12 uur moet ten dele op rekening geschreven worden van de bewerkingsmethode, waarbij verschillende onweders met een onbekende begin- en eindtijd over de gehele wacht werden "uitgesmeerd". (De gedeeltelijke vervlakking van de frequentieverdeling binnen een wacht werkt n.l. een sprongsgewijze overgang van de uurlijkse frequenties van wacht naar wacht in de hand. Daar het tijdstip van 12 uur (de overgang van de 3<sup>e</sup> naar de 4<sup>e</sup> wacht) bij de transformatie ongewijzigd bleef vallen de "sprongen" bij dit tijdstip van alle maanden samen. Vooral bij het naar verhouding geringe aantal onweders rond het middaguur komen dan de statistische onnauwkeurigheden van de bewerkingsmethode sterk tot uitdrukking.)

De frequentieverdeling van "Maas" van 1911-1924 vertoont een heel ander beeld; hier zijn twee duidelijk gescheiden maxima te on-

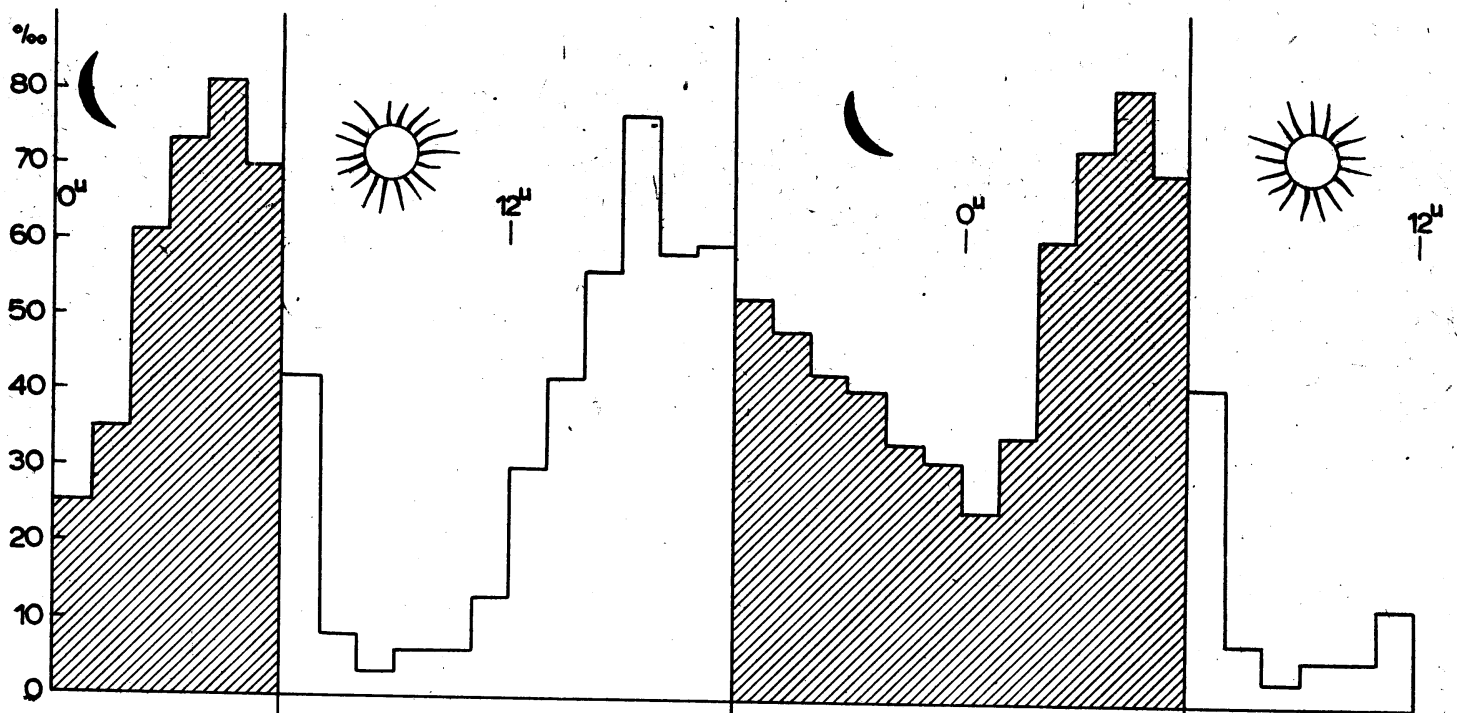


Fig. 6<sup>a</sup>

Maas (1911-1924)

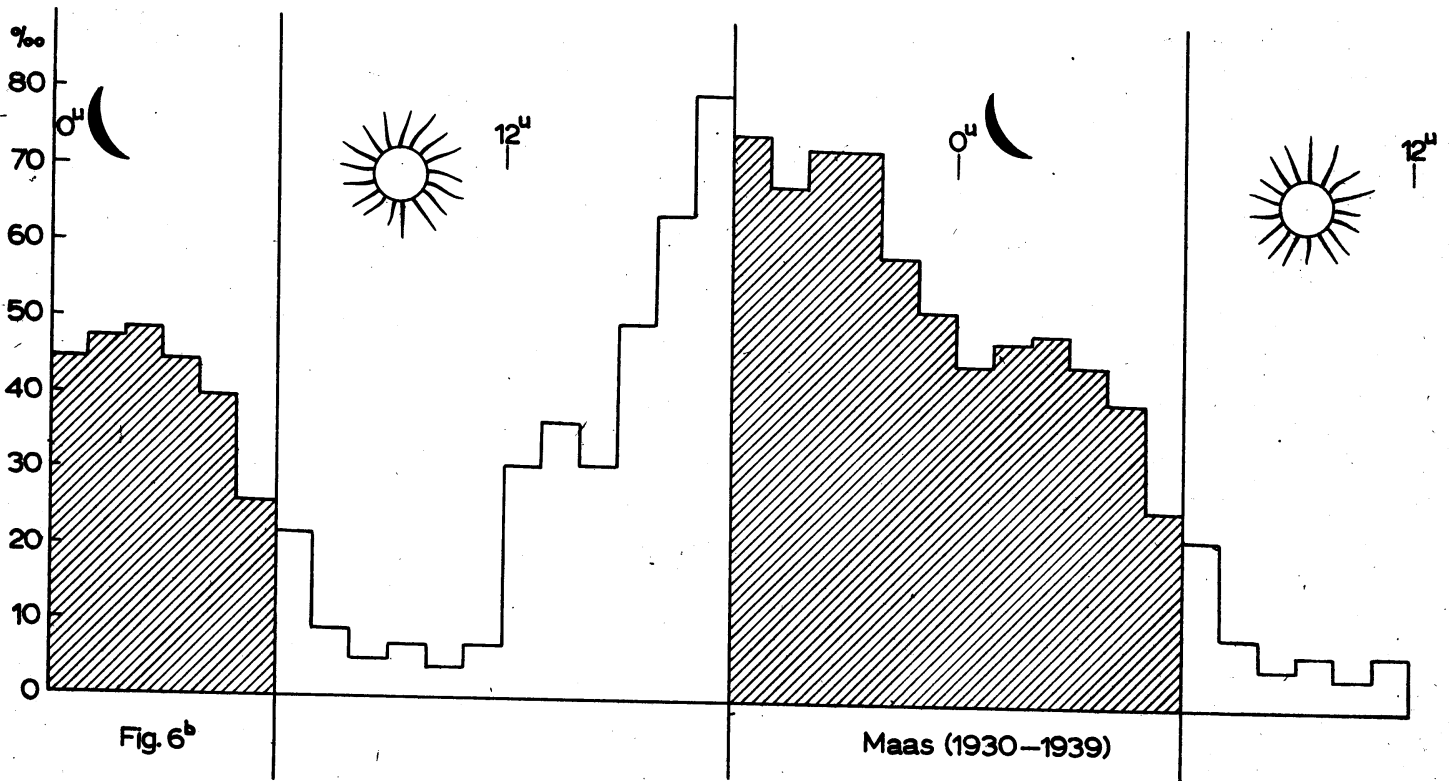
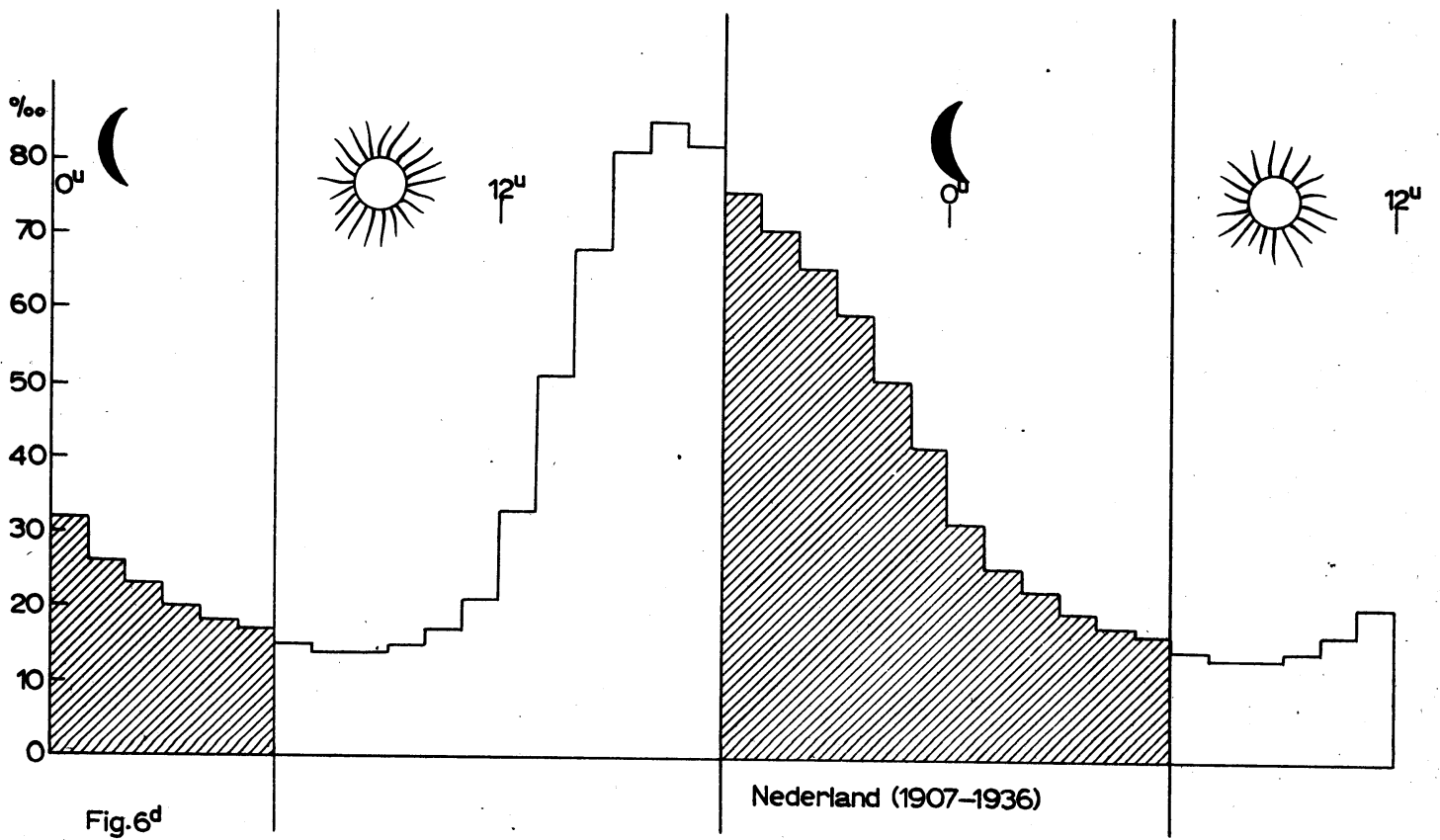
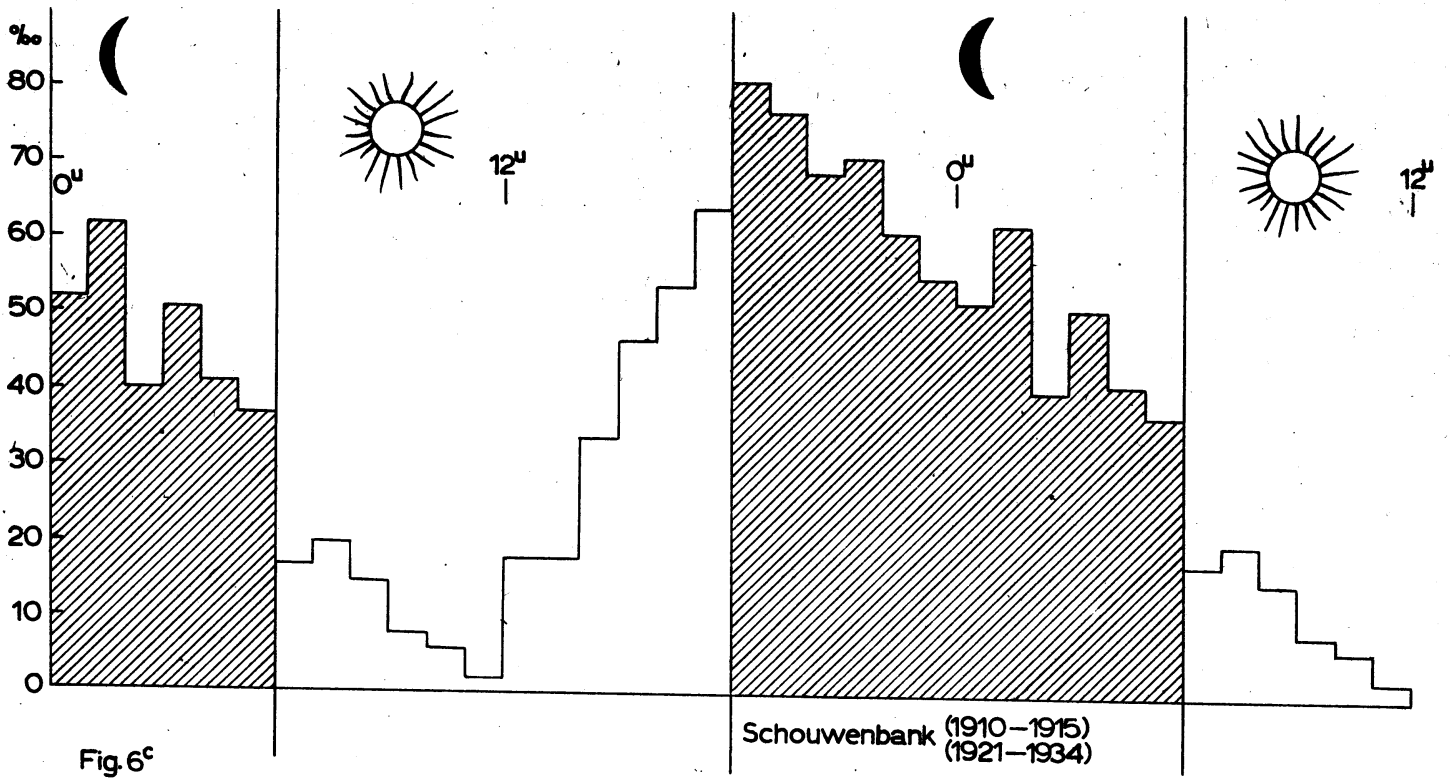


Fig. 6<sup>b</sup>

Maas (1930-1939)

Dagelijkse gang van de uurlijkse onweerfrequentie (relatieve schaal) op de lichtschepen "Maas" en "Schouwenbank" en gemiddeld over heel Nederland. De frequenties zijn gesommeerd over alle dagen van het jaar, na toepassing van een tijdtransformatie, die de tijden van zonsopkomst en zonsondergang op elke dag naar resp. 6 en 18 uur verschuift.



derkennen, respectievelijk optredend ongeveer twee uren vóór zons-  
dergang en twee uren vóór zonsopkomst. Het absolute minimum valt  
echter weer enige uren na zonsopkomst.

Uit dit verschil van frequentieverdelingen blijkt dat een  
tijdvak van omstreeks 10 jaar nog niet lang genoeg is om de algeme-  
ne trekken van de dagelijkse gang van de onweersactiviteit bij het  
station met voldoende nauwkeurigheid vast te leggen. Nu is het aan-  
tal onweders dat hiervoor gebruikt is, wel heel wat kleiner dan het  
aantal gevallen waarbij donder op het station werd waargenomen. Met  
het criterium "onweer op station" is echter bereikt dat deze statis-  
tiek alleen betrekking heeft op de onweders boven zee.

Daar het aantal onweders in verhouding het grootst is in de  
maanden mei tot september, hebben de winteronweders slechts een ge-  
ringe invloed op de hier gegeven (over het jaar gemiddelde) frequen-  
tieverdeling van de onweersactiviteit over het etmaal. Nemen we de  
beide tijdvakken van "Maas" tezamen, dan verkrijgen we een statis-  
tiek over 21 jaar met 276 onweders, tegenover de statistiek van  
"Schouwenbank" over 18 jaar met 293 onweders. Voor een dergelijk  
vrij groot aantal onweders loont het wellicht de moeite de verde-  
ling van de getransformeerde frequenties over het etmaal voor elke  
maand afzonderlijk te beschouwen. De figuren 7 a (voor "Schouwen-  
bank") en 7 b (voor "Maas") geven hiervan een beeld te zien. Het  
grote verschil tussen de beide lichtscheperen is wel het vroege op-  
treden van het middagmaximum bij "Maas" gedurende de maanden mei tot  
augustus. Bij "Maas" valt dit maximum in het algemeen vóór zons-  
dergang, bij "Schouwenbank" erna. In zoverre het hier een reëel  
verschijnsel betreft, zou men hierin een sterkere maritieme invloed  
op de onweersactiviteit bij "Schouwenbank" dan bij "Maas" kunnen  
zien (zie daarvoor ook de dagelijkse gang van onweders over Neder-  
land in figuur 6 d).

Wat de jaarlijkse gang betreft, valt bij deze bewerking reeds  
de naar verhouding grote onweersactiviteit in mei op.

##### 5. De dagelijkse gang van de onweersactiviteit op land

Kuyper heeft voor de onweders in Nederland de dagelijkse gang  
onderzocht over het tijdvak 1907-1936. Als maat voor de onweersac-

tiviteit in één van de 24 uurvakken van het etmaal nam hij het aantal onweersberichten dat van het desbetreffende uurvak over geheel Nederland was binnengekomen. De aantallen rekende hij om op een uniform aantal waarnemers van 200. Vervolgens paste hij een vereffening toe op de aantallen der maandelijks frequenties van de uurvakken volgens de formule  $(a_{i-1} + 2a_i + a_{i+1}) : 4$  ( $i$  = het rangnummer van het uur). De door dit gladstrijkingsproces verkregen aantallen staan in tabel 18 van zijn verhandeling vermeld; een diepgaande bespreking werd er echter niet aan gewijd.

Om een vergelijkingsmaatstaf te verkrijgen voor de toestand op zee zijn de door Kuyper opgegeven aantallen eerst op dezelfde wijze getransformeerd als voor de lichtscheperen werd gedaan en vervolgens in een grafiek uitgezet (zie figuur 6d). Bij de beschouwing van deze grafiek dient in gedachte te worden gehouden, dat

- a) de kromme een vervlaking heeft ondergaan, niet alleen doordat de waarnemingen afkomstig zijn van plaatsen met een verschil in plaatselijke tijd (dit verschil bedraagt echter ten hoogste 15 minuten), maar vooral door de vereffening die Kuyper naderhand toepaste;
- b) de onweersberichten grotendeels afkomstig zijn van vrijwillige waarnemers, waardoor het aantal berichten in de nacht tussen bijv. middernacht een zonsopgang zeker aan de lage kant zal zijn.

Beide factoren hebben tot gevolg dat het ochtendminimum relatief minder markant kan zijn uitgevallen dan in werkelijkheid het geval zou moeten zijn.

Een punt van overeenkomst tussen land en zee is het voorkomen van de minimale onweersactiviteit enige uren na zonsopkomst en de sterke opleving van de onweersactiviteit na het middaguur. Een duidelijk en reëel te achten verschil is het vroegere optreden van het maximum op land (tussen 1 en 2 uur vóór zonsondergang) tegenover dat bij "Schouwenbank" (even na zonsondergang); een ander verschil, dat ondanks de onder b genoemde factor toch wel reëel kan zijn, is het ontbreken op land van een naar verhouding vrij sterke onweersactiviteit in de nanacht, zoals deze bij de lichtscheperen tot uit-

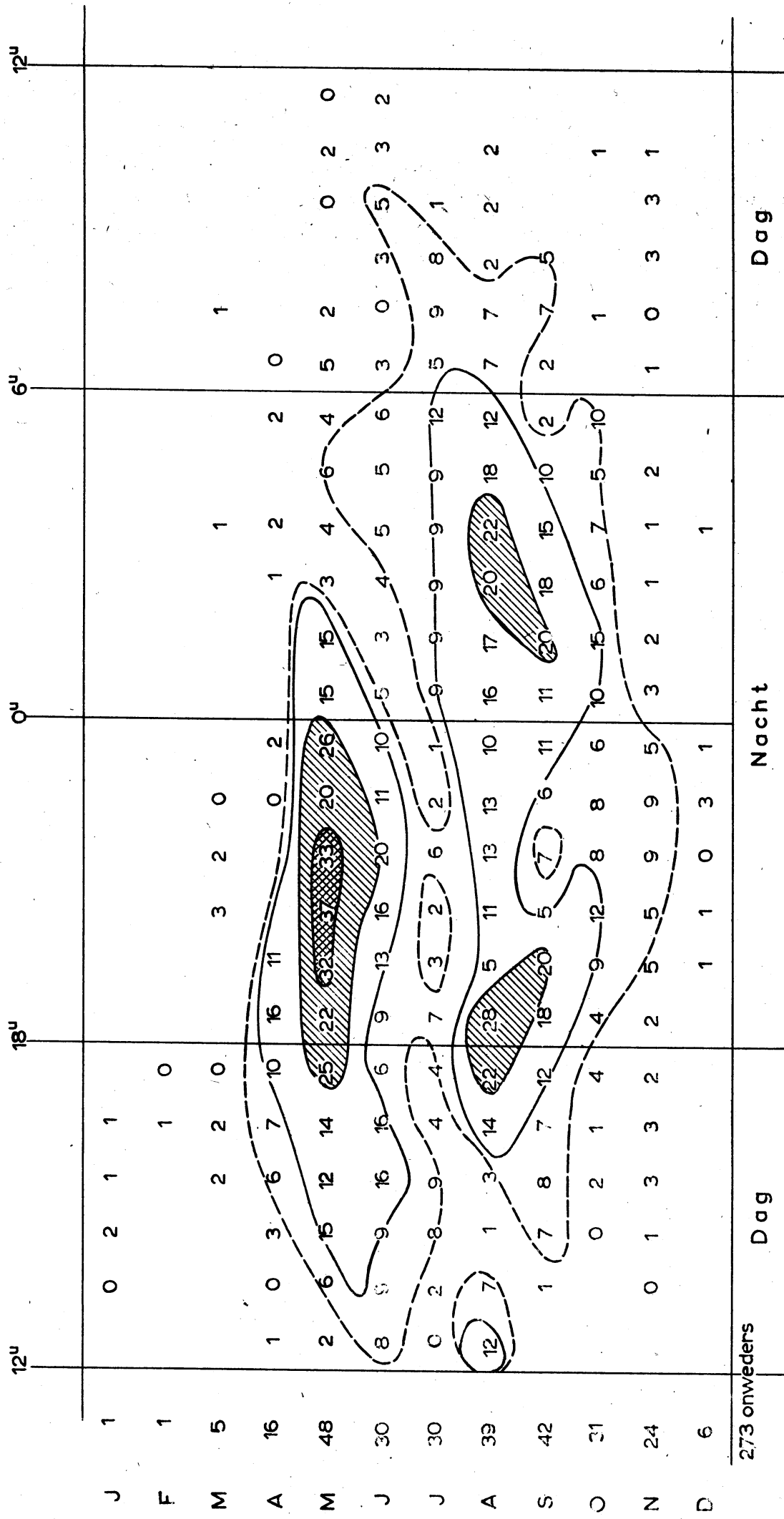


Fig. 7<sup>e</sup> "Schouwenbank" (18 jaren) - Verdeling van de onweerfrequentie over de dag in de verschillende maanden van het jaar: De frequenties zijn uitgedrukt in een relatieve schaal. De daguren zijn zodanig getransformeerd, dat op elke dag de zon te 6 uur op gaat en te 18 uur onder gaat.



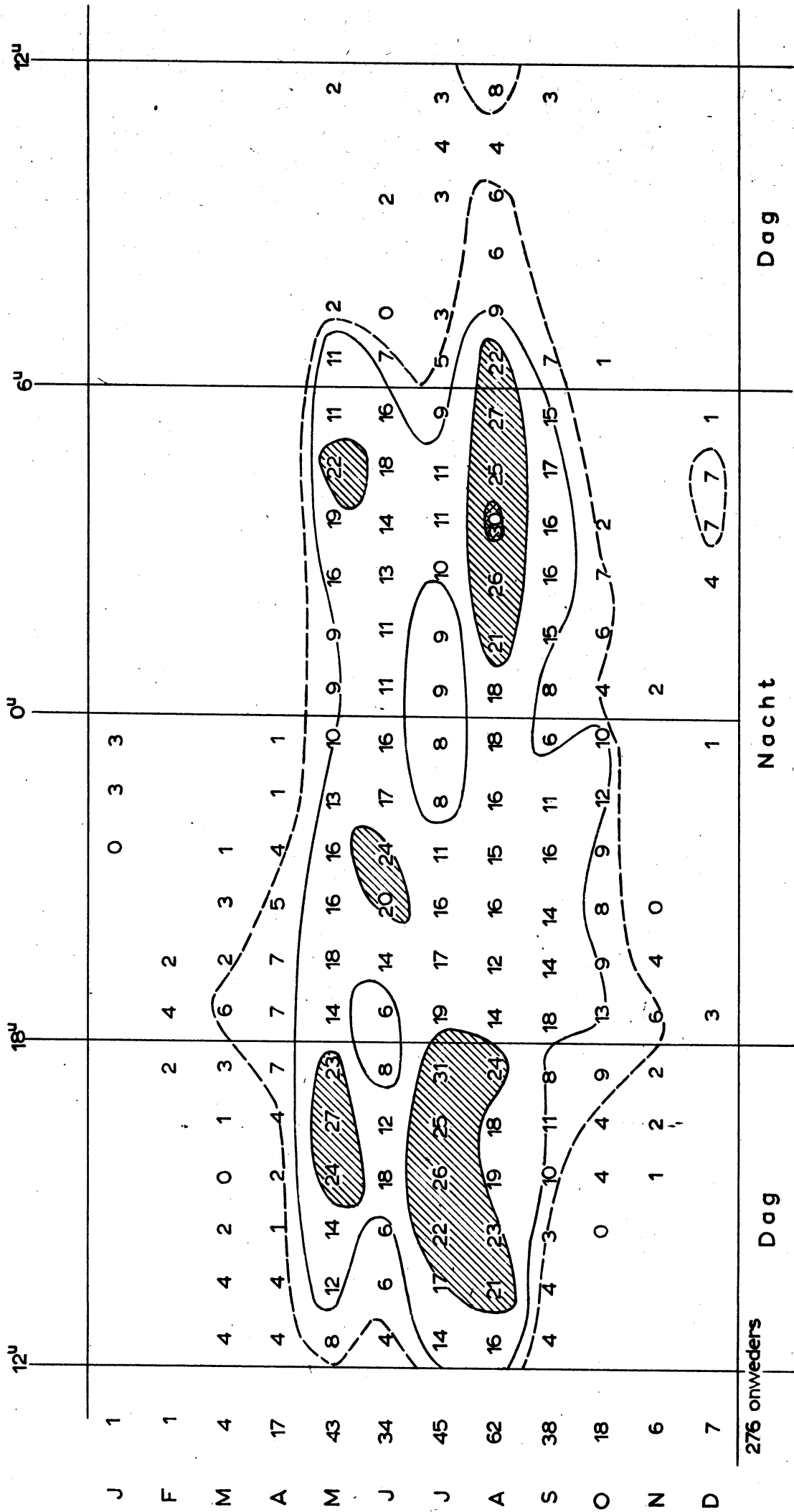


Fig. 7<sup>b</sup> "Maas" (20 jaren) - Verdeling van de onweerfrequentie over de dag in de verschillende maanden van het jaar. De frequenties zijn in dezelfde relatieve schaal uitgedrukt als in fig. 7a.

drukking komt. Dit verschil kan wellicht in verband staan met het feit dat 's nachts boven land een tendens tot stabilisering van de atmosfeer bestaat, in tegenstelling tot de toestand boven zee, waar de convectie in de nacht vaak een versterking ondergaat.

6. Nieuwe definitie van een onweersdag.

Op de lichtscheperen blijkt een onweer uiterst zelden te zijn waargenomen tussen 8 en 12 uur in de ochtend. In het overige gedeelte van de dag kwam in de regel slechts één onweer voor. Er werden dan één of slechts enkele donderslagen gehoord (dit kan dan een frontonweer zijn geweest) òf het bleef gedurende een periode van een half uur tot enige uren achtereen met tussenpozen rommelen van de donder, terwijl bliksem en weerlicht in uiteenlopende richtingen werden gezien. Vaak deed een dergelijke toestand zich tegelijkertijd bij de noordelijk en zuidelijk gelegen lichtscheperen voor; het is een toestand die op land met de naam warmteonweer wordt aangeduid.

Het individueel voorkomen van hetzij een frontonweer, hetzij een warmteonweer tijdens het gedeelte van de dag, waarin de onweersactiviteit zich statistisch bij voorkeur afspeelt, ligt min of meer in de lijn van de verwachting. De passages van fronten en troglijnen volgen elkaar zelden binnen een tijdsverloop van 24 uur op, terwijl, als dit gebeurt, de kans zeer klein kan worden geacht dat er zowel aan het front als in de onmiddellijk daaropvolgende trog, een onweer tot ontwikkeling komt. Want, indien we de doorgang van een front of een trog over een bepaald station op elk willekeurig uur van de dag mogen verwachten, dan blijkt o.a. uit de dagelijkse gang van de onweersactiviteit reeds dat de hevigheid van de frontale verschijnselen vermoedelijk ook aan een dagelijkse gang onderhevig is, zodat een frontdoorgang op een voor de ontwikkeling van een onweer ongunstig uur waarschijnlijk een geringere kans maakt van onweer vergezeld te gaan dan één tijdens bijv. de nachtelijke uren. Het aantal beschouwde gevallen van frontonweders in het winterseizoen is echter nog te gering om deze veronderstelling behoorlijk aan de werkelijkheid te toetsen.

Bij de warmteonweders ligt de situatie duidelijker. Deze zijn sterk gebonden aan de dagelijkse gang van de convectieve luchtbewegingen. T.a.v. deze onweders heeft het meer zin te spreken van een

etmaal, waarin het op de namiddag of in de nacht tot losbarsting van een dreigende onweerstoeestand kwam, dan te trachten een opgave te doen van de verschillende min of meer geïsoleerde onweders (thans in de zin van onweerswolken) die tijdens deze algemene losbarsting verspreid optraden.

In de beide gevallen - de frontonweders en de warmteonweders - is uit de lichtschipjournalen wel gebleken dat een opgave van een etmaal, waarin donder werd waargenomen, voldoende informatie biedt t.a.v. het voorkomen van een atmosferische toestand waarin onweer is ontstaan, hetzij tijdens een frontdoorgang (en dan éénmaal), hetzij in de vorm van verspreid optredende warmteonweders.

Op grond van de dagelijkse gang van de onweersactiviteit ligt het voor de hand een dergelijk etmaal te definiëren als een 24 uurlijkse periode die ingaat op het gemiddelde tijdstip van het ochtendminimum. Deze definitie is nog moeilijk hanteerbaar, daar we van het ochtendminimum niet meer afweten dan dat het in het algemeen tussen 8 en 12 uur valt. Op grond van praktische overwegingen lijkt het daarom beter, het etmaal te laten ingaan bij 12 uur op de middag. Met betrekking tot de gebruikelijke "onweersdag", die van 0 uur tot 0 uur loopt, is het thans gedefinieerde etmaal dus 12 uur verschoven.

Men zou dit nieuwe tijdvak - ter onderscheiding van het bestaande begrip onweersdag - een onweersetmaal kunnen noemen, ware het niet, dat dit woord in andere talen (met name in het Engels) geen synoniem heeft dat het begrip op korte en kernachtige wijze onderscheidt van het bestaande woord voor onweersdag. In zekere zin zou men het tijdvak van 12 uur tot 12 uur ook een "natuurlijke" onweersdag kunnen noemen, waarmee dan wordt aangeduid dat het etmaal, zo goed als praktisch mogelijk is, gekozen is op grond van de dagelijkse gang van de onweersactiviteit. Dit, in tegenstelling tot het conventionele begrip, de zgn. "statistische" onweersdag, waarvan het begintijdstip volkomen los van het verschijnsel onweer is vastgelegd.

In het vervolg zal daarom het nieuwe 24-uurlijkse tijdvak aangeduid worden met natuurlijke onweersdag of met onweersdag (12 uur - 12 uur), terwijl het oude begrip aangeduid wordt, hetzij met conventionele onweersdag, hetzij met onweersdag (0 uur - 0 uur).

7. De frequentie van natuurlijke onweersdagen bij de lichtschepen

Voor de klimatologische bewerking van de onweersgegevens van de vier lichtschepen "Terschellingerbank", "Haaks", "Maas" en "Noord Hinder" werd een standaardtijdvak van 20 jaar genomen, ingaande met januari 1920 en eindigende in september 1939. In dit tijdvak waren de vier genoemde lichtschepen alle op station, behalve "Terschellingerbank", waarvan het begin der reeks op twee jaar later, dus met ingang van januari 1922, moest worden gesteld. Alleen "Noord Hinder" lag tot 1940 op station, de overige lichtschepen werden op 3 september 1939 binnengehaald.

Van "Schouwenbank", dat tot 1934 op station lag, werden de waarnemingen niet verder bewerkt.

Het aantal natuurlijke onweersdagen dat in elke maand van dit tijdvak voorkwam, is gepubliceerd in (2). Hier volgt alleen een overzicht over het gehele 20-jarige tijdvak, te weten het gemiddeld aantal onweersdagen (12 uur - 12 uur) in een maand en per jaar.

Tabel 2

Gemiddeld aantal onweersdagen (12 uur - 12 uur)  
per maand en per jaar

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	jaar
T.bank	0	0.2	0.1	0.5	1.6	2.0	3.1	3.2	2.3	1.7	0.5	0.2	15.3
Haaks	0.1	0.1	0.1	0.6	1.7	1.8	2.5	3.4	2.5	1.0	0.8	0.6	15.2
Maas	0.1	0.2	0.3	0.8	1.6	1.8	2.5	3.2	2.0	0.9	0.5	0.3	14.6
N.Hinder	0.1	0.1	0.4	0.7	2.0	1.7	2.3	3.2	2.3	1.0	0.7	0.3	15.0

Het aantal natuurlijke onweersdagen per kalenderjaar bleek te variëren tussen 4 en 24. De standaardafwijking van het gemiddelde aantal per jaar is daarom vrij groot, n.l. 1,3. Uit de in (2) gepubliceerde jaarlijkse aantallen onweersdagen van 1920 tot 1939 blijkt dat voor elk van de vier lichtschepen het aantal jaren met een groter aantal onweersdagen dan gemiddeld over het gehele gebied niet significant verschilt van het aantal jaren met een kleiner aantal (het verschil is ten hoogste 2). Er is derhalve nog geen aanleiding gevonden om aan te nemen dat het gemiddeld op het ene lichtschip vaker zou onweren dan op een ander.

8. Frequentie van "conventionele" onweersdagen bij de lichtschepen

Een aantal natuurlijke onweersdagen is om te rekenen tot een aantal conventionele onweersdagen, wanneer bekend is hoeveel onweers er rond het middernachtelijk uur zijn geweest en derhalve tot één natuurlijke onweersdag, maar tot twee conventionele onweersdagen moeten worden gerekend. Daar de gemiddelde duur van een willekeurig onweer tussen 1 en 2 uur ligt (vgl. tabel 1), gaat het hier om onweers die tussen 23 uur en 1 uur van de volgende dag zijn voorgekomen. Gemiddeld bedraagt hun aantal bij de lichtschepen  $1/10$  van het totaal. Hieruit volgt dat in hoogstens 10 procent van het aantal natuurlijke onweersdagen een onweer gerekend zou moeten worden tot twee conventionele onweersdagen. Om dus het aantal conventionele onweersdagen te berekenen, moet men het aantal natuurlijke onweersdagen met ten hoogste 10% vermeerderen.

Zodoende vinden we voor de lichtschepen een gemiddeld aantal van 16 à 17 conventionele onweersdagen per jaar. Dit aantal is te vergelijken met de analoge gegevens die Kuyper samenstelde voor Nederland over het tijdvak 1922-1936. In figuur 8 is het desbetreffende kaartje uit de verhandeling van Kuyper (blz. 43) overgenomen en uitgebreid met de gegevens van de lichtschepen. Deze bevestigen de algemene tendens van een afneming van de gemiddelde jaarlijkse onweersfrequentie in de richting van land naar zee. Aan de geografische verdeling van de onweersfrequentie in Nederland wijdt Kuyper overigens een uitvoerige bespreking. O.a. bepaalde hij het verloop van het gemiddelde aantal onweersdagen met toenemende afstand van de kust voor elk van de vier seizoenen. Aan de hand van de gegevens der lichtschepen is nu na te gaan, in hoeverre dit verloop zich ook buiten de kust op zee voortzet.

Tabel 3      Gemiddeld aantal onweersdagen in procenten  
van het jaargemiddelde

	Afstand uit kust	Lente	Zomer	Herfst	Winter
Haaks Noord	27 km	15.4	50.0	29.8	4.8
T.bank Noord	19 km	14.0	55.0	28.4	2.6
N.Hinder Zuid	50 km	20.9	48.3	27.4	3.4
Maas Zuid	16 km	19.4	53.2	23.2	4.2
Wijk aan Zee - 's-Gravenhage		20.7	50.5	24.2	4.5
Bussum - Heiningen		23.8	53.5	19.1	3.7
Zuidlaren - Almkerk		25.1	56.8	15.1	3.2
Helmond - Oirschot		25.7	58.7	13.3	2.3

In lente en herfst zet het verloop zich duidelijk voort over de kust heen: in de lente een relatief lage frequentie op zee (in het noorden kleiner dan in het zuiden) en landinwaarts toenemend, in de herfst een relatief hoge frequentie op zee (nu in het zuiden iets kleiner dan in het noorden) en landinwaarts afnemend. In de winter is de frequentie in het algemeen iets hoger op zee dan in het binnenland, waar zij landinwaarts naar verhouding sterk afneemt, in de zomer is er de tendens van een toenemende frequentie naarmate het station minder "maritiem" wordt. Ook in deze details blijken de gegevens van land en van zee bevredigend bij elkaar aan te sluiten.

#### Referenties

1. J.P. van der Stok, Das Klima des südöstlichen Teiles der Nordsee, unweit der niederländischen Küste, K.N.M.I. Meded. en Verh. 12 a, b en c, 1912.
2. G. Verploegh, Klimatologische gegevens van de Nederlandse lichtsche-  
pen over de periode 1910-1940, K.N.M.I. Meded. en Verh. 67-III: tem-  
peraturen, hydrometeoren en onweer, 1959.
3. D. Kuyper, Onweersfrequentie in Nederland, 1907-1936, K.N.M.I.  
Meded. en Verh. 44, 1939.
4. R. Fleagle, The audibility of thunder, J. Acoust. Soc. of Am., 21,  
1949, 411-412.
5. I.A. Singer, G.S. Taylor, A solar time classification for meteorolo-  
gical use, Bull. Am. Meteor. Soc., 39, 1958, 569-573.

### Samenvatting

De waarnemingen van onweer, verricht op de Nederlandse lichtschepen "Terschellingerbank", "Haaks", "Maas", "Schouwenbank" en "Noord Hinder" in de jaren van 1910 tot en met 1939, vormen de grondslag van de in dit rapport vermelde statistieken. Van de onweders, die op "Maas" en op "Schouwenbank" ter plaatse zijn waargenomen (het zgn. "onweer op station", bliksem en donder waarneembaar) over een periode van respectievelijk 20 en 18 jaren, werd de dagelijkse gang nagegaan aan de hand van de opgaven van de tijden van waarneming in de journalen. Voor de samenvoeging van de verschillende maandgegevens tot een jaargegeven was het nodig, wegens sterke verbondenheid van dit weersverschijnsel met de dagelijkse convectorie in de atmosfeer, rekening te houden met de verschillende duur van de dag en de nacht in de afzonderlijke maanden. In het rapport wordt een methode beschreven, volgens welke de werkelijke duur van een dag of een nacht omgezet kan worden in een getransformeerde duur van elk 12 "uren", terwijl daarbij de tijdstippen van 0 en 12 uur ongewijzigd blijven en die van zonsopkomst en zonsondergang voor alle dagen van het jaar komen te vallen op resp. 6 uur en 18 uur (getransformeerd). Met deze transformatie werd bij benadering bereikt dat de tijden van zowel het dagelijkse minimum als het dagelijkse maximum van de temperatuur eveneens op voor alle dagen hetzelfde (getransformeerde) tijdstip komen te vallen.

Op zee blijken onweders voornamelijk in de nacht voor te komen, de maximum activiteit heeft rond zonsondergang plaats. Tussen zonsopkomst en 12 uur 's middags is de activiteit minimaal.

Op grond van de dagelijkse gang is een zgn. "natuurlijke" onweersdag gedefinieerd, zijnde een periode van 24 uur, welke te 12 uur 's middags ingaat en waarin donder, afkomstig van onweer, is waargenomen. Naar schatting is de frequentie van de, op de gebruikelijke wijze gedefinieerde onweersdagen (van 0 uur tot 0 uur) op de lichtschepen 10 procent groter dan de frequentie van de natuurlijke onweersdagen. De onweersfrequenties der lichtschepen sluiten overigens goed aan bij die van Nederlandse landstations.

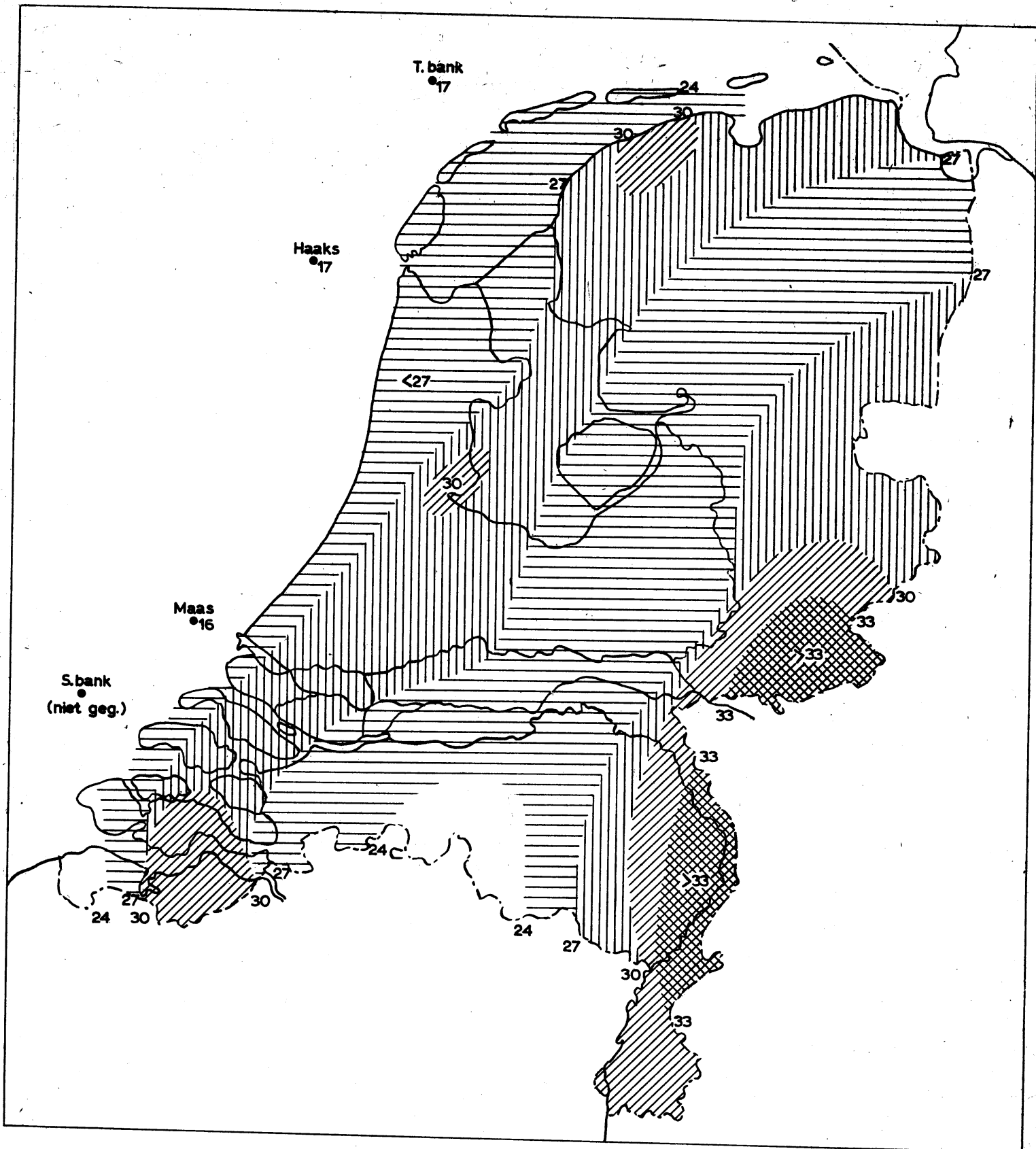


Fig. 8. Gemiddeld aantal onweersdagen per jaar. Land: 1922-1936 (naar Kuyper), zee: 1920-1939.



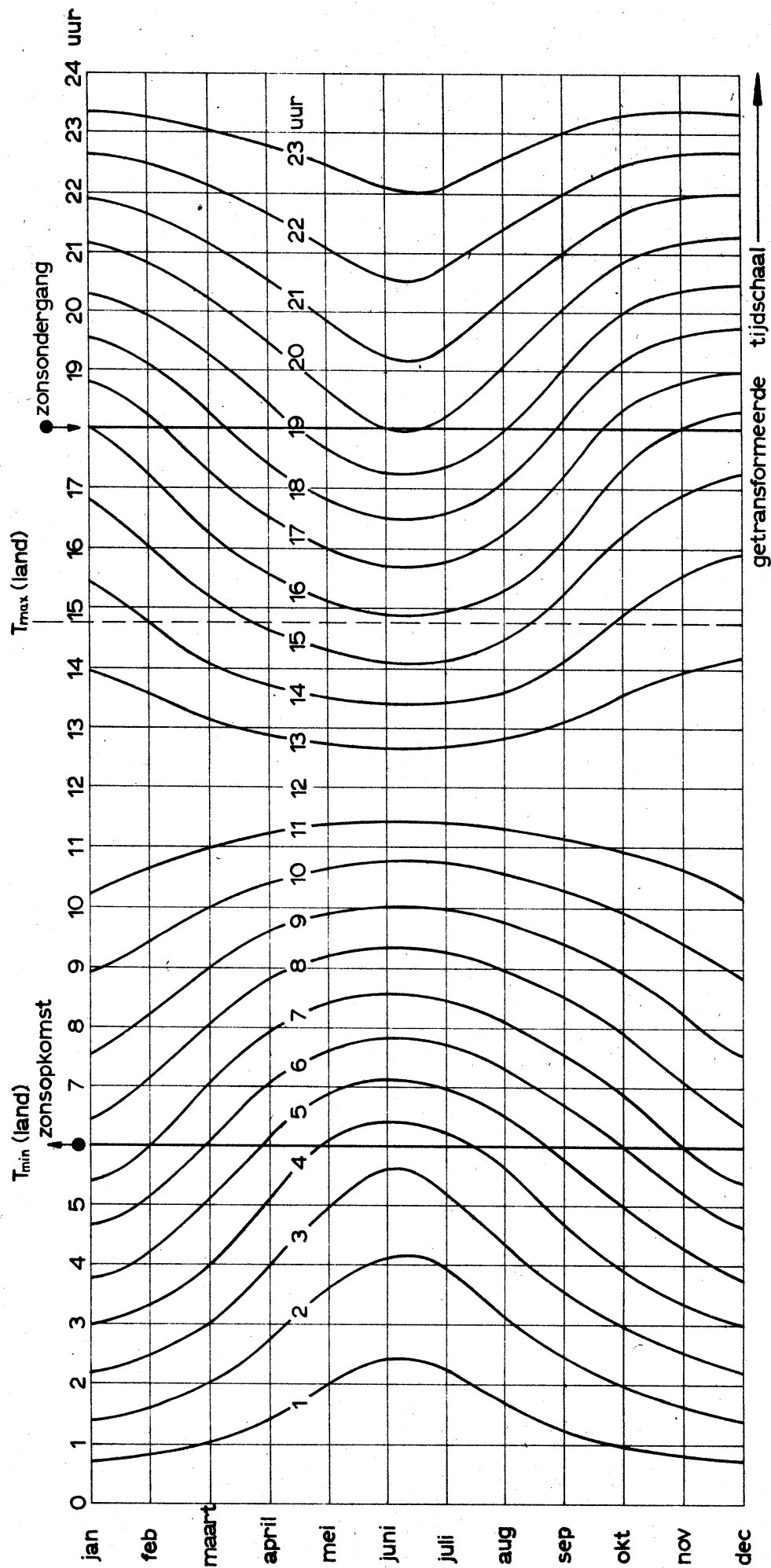
### Summary

The data presented in this report are based on the observations of thunderstorms, made on board the Netherlands light-vessels "Ter-schellingerbank", "Haaks", "Maas", "Schouwenbank" and "Noord Hinder" in the period 1910-1939. The diurnal variation of thunderstorm frequency has been investigated, using the observations on board "Maas" and "Schouwenbank" of local thunderstorms (characterized by the observation of both lightning and thunder), made over a period of 20 and 18 years respectively.

When combining monthly data of the diurnal variation of thunderstorm frequency into an overall mean, the seasonal variation of the durations of day and night should be taken into account, because of the convective nature of thunderstorms. In the present report a description is given of a method of converting the real duration of a day or a night into a transformed duration of 12 "hours" both, leaving the times of 0<sup>h</sup> and 12<sup>h</sup> unaltered and fixing the times of sunrise and sunset by transformation at 6<sup>h</sup> and 18<sup>h</sup> respectively for all days of the year. By this conversion the times of both the daily minimum and maximum temperatures, which also vary seasonally, appear at approximately constant transformed times for all days of the year.

At sea thunderstorms mainly occur during the night with a maximum activity around sunset. In the morning between sunrise and noon, the activity is smallest. Taking the diurnal variation as a basis, the "thunderstorm day" has been defined different from the usual concept, viz. as a period of 24 hours from noon to noon, in which thunder has been observed. The new concept has tentatively been called a "natural" thunderstorm day. From the hourly observations of the light-vessels it appears that in the North Sea the annual frequency of natural thunderstorm days is some 10 per cent less than the frequency of the thunderstorm days as normally defined, i.e. from midnight to midnight.

The thunderstorm frequencies of the light-vessels match well with those found for the Netherlands land stations.



Grafiek ter bepaling van het uur van de getransformeerde tijdschaal, dat aan een werkelijk uur van de dag (kromme lijnen) is toegevoegd volgens de projectie, als weergegeven in figuur 2

Fig.4