

29 nov. 1963

Verslagen V-139
(R III 281-1963)

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De nachtvorstgevoeligheid van het
Deltagebied in verband met de fruitteelt

door

Ir. R. F. Fisscher

557.524.382 : 635 :
557.586 : 632



De Bilt, november 1963.

I N H O U D S O P G A V E

1. Inleiding en doel	p. 1
2. De nachtvorstgevoelige fenologische fasen bij het fruit	" 2
3. Beschouwingen i.v.m. de frequentie van nachtvorsten	" 5
4. De fenologische gegevens	" 9
5. De resultaten van het onderzoek	" 11
6. Samenvatting	" 15
Literatuur	" 18

2. De nachtvorstgevoelige fenologische fasen bij het fruit.

Bij nachtvorst gaan bepaalde planteweefsels te gronde. In het bijzonder geldt dit voor de stijl en voor het inwendige van het vruchtbeginsel (zaadknoppen). De wand van het vruchtbeginsel zelf schijnt doorgaans minder gevoelig voor lage temperaturen te zijn, hoewel deze toch juist minder beschut is (6).

De gevoeligheid is niet toe te schrijven aan de ligging, doch veel meer aan de stofwisseling der weefsels.

Het is bekend dat jonge sterk groeiende plantedelen het minst resistent zijn. Zij bevatten een relatief gering percentage vriespuntverlagende opgeloste stoffen en doordat de celwanden nog teer zijn, zal de vorming van ijskristallen in de intercellulairten tengevolge van bevriezing snel tot vernietiging van de celwanden en dus van het weefsel leiden.

De jonge vruchtjes worden het eerst getroffen. In de bloemtoestand kan aan de stampers, meeldraden en kroonbladeren schade worden aangericht, doch dit heeft niet een algehele vernietiging van de vrucht tot gevolg te hebben (8).

Dat er vaak ernstig beschadigde vruchtjes door kunnen ontstaan, is slechts van weinig belang; zij vallen meestal af en worden anders bij de op juiste wijze uitgevoerde uitdunning weggenomen.

Ook de plaats van de bloemen resp. jonge vruchtjes in een tros is van invloed op de schade tengevolge van nachtvorst. De omlaag hangende bloemen en vruchtjes worden minder beschadigd dan de meer omhoog gerichte, die meer warmte tengevolge van een geringere tegenstraling verliezen en dientengevolge eerder zullen bevriezen.

De mate van beschadiging hangt overigens ook nog van een aantal andere factoren af (1, 2, 3, 4, 5, 10).

Zo is bijv. de weerstoestand in de periode voorafgaande aan het eerste optreden van nachtvorst van invloed. Een snelle groei en ontwikkeling van de boom als gevolg van warm en zonnig weer maakt de bloem en het jonge vruchtje gevoeliger voor nachtvorst dan een langzame, die plaats heeft bij koud en somber weer. Bij een snelle ontwikkeling schijnt het celsap meer verdund te worden en een relatief hoog vriespunt te bezitten.

De bloemen en jonge vruchtjes van een zwakke en slechtgroeiende boom zullen meer schade door nachtvorst ondervinden dan die van een krachtige en gezonde boom.

Hoe vaker er nachtvorst in de periode van knop tot vruchtzetting optreedt, hoe groter de kans op schade. Het is duidelijk dat daarbij de minimumtemperatuur bepalend is, alsmede de duur van de periode waarin de plantedelen aan de temperaturen onder 0°C zijn blootgesteld, zowel als de snelheid van afkoeling.

Langzame afkoeling van de gevoelige plantedelen tot -10° à -15° C kan soms worden doorstaan, snelle afkoeling tot slechts enkele graden onder het vriespunt vaak niet.

Sommige fruitsoorten zijn gevoeliger voor nachtvorst dan andere. Onder het harde fruit is de kers het meest gevoelig, de pruim het minst. De peer is iets gevoeliger dan de appel, doch heeft een groter regeneratievermogen, zodat de opbrengst vaak nog erg meevalt. Ook tussen de rassen onderling bestaan er verschillen in resistentie; wat betreft appelen en peren bijvoorbeeld is de Delicious resp. de Doyenné gevoeliger dan de Jonathan resp. Beurré.

Tenslotte is de mate van beschadiging door nachtvorst afhankelijk van het stadium van ontwikkeling van de boom. In het algemeen kan worden gesteld dat de gevoeligheid toeneemt naarmate de ontwikkeling van knop tot vrucht is voortgeschreden. De oudere en grotere vruchten zijn echter niet meer zo gemakkelijk door nachtvorst te vernietigen als de pas gezette, zeer jonge vruchtjes.

In verband met het vorengenoemde complex van factoren, in het bijzonder met die betreffende soort, ras en stadium van ontwikkeling, is het duidelijk dat er geen sprake kan zijn van één bepaalde (schadeveroorzakende) kritieke temperatuur, doch van verschillende.

Een onderzoek hiernaar is in ons land voorzover bekend, nog nimmer verricht. Wél haalt Sprenger (8) enkele temperaturen aan, waarbij de bloem resp. de vrucht van de appel nog juist niet wordt gedood.

groene knopstadium	-9° C
roze "	-7°
bloei	-4° à -5°
jonge vrucht	-3° à -4°

Deze aanhaling van kritieke temperaturen is evenwel van weinig of geen waarde, aangezien daarbij niets is vermeld omtrent de duur van de afkoeling, terwijl ook niet bekend is of de desbetreffende temperaturen op de omringende lucht dan wel op de plantedelen zelf betrekking hebben. Wel komt daaruit reeds naar voren dat van de verschillende fenologische stadia de jonge vrucht het meest gevoelig is voor temperaturen onder het vriespunt.

Van Amerikaanse zijde is door Young (10) een opgave gedaan van de volgende temperaturen in de hut, die door enkele fruitsoorten in een 3-tal stadia van ontwikkeling ten hoogste 30 minuten kunnen worden verdragen, zonder dat daarbij de cellen worden gedood, mits de totale duur van de afkoeling onder het vriespunt niet langer dan 2-3 uren bedraagt.

	gekleurde knop	volle bloei	jonge vrucht
kers	-2,2°C	-2,2°C	-1,1°C
peer	-4,4	-2,2	-1,1
appel	-4,4	-2,2	-1,6
perzik	-4,4	-2,8	-1,6
pruim	-5,0	-2,8	-1,6

Field(4), Modlibowska(5) en Durand(2) vermelden als resultaat van soortgelijke onderzoeken aan appel en peer, voornamelijk in het stadium van de volle bloei, kritieke temperaturen die van dezelfde grootte-orde zijn als die door Young opgegeven, doch daarvan afwijken doordat zij betrekking hebben op de plantdelen zelf. De verschillen zijn mogelijk terug te voeren tot verschillen in gevoeligheid tussen het Amerikaanse en het Europese rassensortiment. Bij onze verdere beschouwingen zullen we uitgaan van de kritieke temperatuur van de plantdelen.

Het is bekend dat niet alle bloemen van een appel- of pereboom gelijktijdig bloeien. Om deze reden zal bij een korte nachtvorstperiode slechts een deel van de bloemen bevroren, hetgeen niet van enige invloed is op de grootte van de oogst. Afhankelijk van het ras kan tot 90% van de bloemen worden gedood zonder dat van opbrengstverlies sprake behoeft te zijn, mits natuurlijk de overgebleven bloemen over de boom verspreid zijn en bevrucht worden. Meestal schijnt het voldoende te zijn als 4-5% der bloemen het tot vrucht brengen (3, 5, 10).

Het kritieke stadium, waarin schade door nachtvorst is te verwachten die een werkelijk opbrengstverlies tot gevolg heeft, ligt daarom bij het groot fruit niet zozeer in de periode van de bloei, doch in het bijzonder aan het einde daarvan of vlak er na, wanneer alle jonge vruchten ongeveer even groot zijn. Een enkele lichte nachtvorst kan dan de gehele oogst vernietigen (3, 10).

Bij de aalbes schijnen daarentegen juist de bloemen het meest nachtvorstgevoelig te zijn. In de literatuur is hiervan voorzover bekend, slechts door Modlibowska(5) melding gemaakt, doch waarnemingen uit de telerspraktijk stemmen op dit punt wel overeen.

3. Beschouwingen i.v.m. de frequentie van nachtvorsten.

Een moeilijkheid bij het onderhavige onderzoek vormt de wijze waarop de veelvuldigheid van nachtvorsten moet worden vastgesteld.

Laten we eerst nagaan wat onder nachtvorst is te verstaan. Volgens de officiële terminologie van het K.N.M.I. wordt van nachtvorst gesproken, wanneer vlak bij de grond of aan uitstekende voorwerpen (bijv. plantedelen) de temperatuur 's nachts beneden het nulpunt daalt, waarbij de luchttemperatuur op normale waarnemingshoogte -de zogenaamde huttemperatuur- wél boven het nulpunt mag blijven. De temperatuurdaling is het gevolg van onvoldoend gecompenseerde uitstraling door de aarde en door het plantedek.

Volgens afspraak wordt de term "nachtvorst" gebruikt zodra het groeiseizoen is begonnen.

Betrouwbare gegevens over de veelvuldigheid van nachtvorsten zijn niet bekend. We kunnen er slechts enige indruk van krijgen door te trachten een optreden van nachtvorst af te leiden uit de minimumtemperatuur op de normale waarnemingshoogte (tegenwoordig 1,50 m), waarbij het echter noodzakelijk is vooraf een bepaalde drempelwaarde van de temperatuur vast te leggen.

Zoals bekend kan de temperatuur aan de grond (op 10 cm hoogte) in stralingsnachten aanmerkelijk onder die in de hut dalen. Behoudens uitzonderlijke gevallen schommelen de verschillen, afhankelijk van grondsoort, -gesteldheid en -bedekking, tussen 2° en 4°C, zoals een (nog niet gepubliceerd) onderzoek van Woudenberg heeft uitgewezen. Dit betekent dus dat reeds bij een temperatuur van iets minder dan 4°C in de hut de temperatuur van de lucht aan de grond onder het vriespunt kan liggen.

Het niveau van 10 cm is evenwel niet de hoogte waarop de voor vriestemperaturen gevoelige generatieve delen van appel- en perebomen plegen voor te komen. Deze bevinden zich doorgaans, althans bij de tegenwoordige teeltwijze, op een niveau van >1,50 m, - ongeveer overeenkomend met de huthoogte-, waar de luchttemperatuur als regel hoger is dan aan de grond.

Het is echter te verwachten dat het klimaat van een boomgaard enigermate afwijkt van dat van een vrije omgeving zoals het uit de hutgegevens wordt afgeleid. Het is niet alleen afhankelijk van de onderlinge afstand der bomen, maar ook van de vorm (struik, vrije of geleide spil) en van de leeftijd.

Enerzijds vond Woudenberg (9) in de voorjaarsmaanden gemiddeld iets hogere minimumtemperaturen in de hut dan in de boomgaard op dezelfde hoogte, waarbij de geringste afwijkingen in de kuststreken werden aangetroffen. Anderzijds bleken uit incidentele (niet gepubliceerde) metingen van Scharringa, in stralingsnachten in de boomgaard van het Instituut verricht, de minimumtemperaturen in de hut

lager te zijn. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de boomgaard met behulp van thermokoppels werd gemeten. Waarschijnlijk kunnen we aannemen dat de afwijkingen over het geheel genomen niet van betekenis zijn.

De bloemen, knoppen en vruchtjes koelen 's nachts echter af tengevolge van warmteverlies door uitstraling, zodat het niet te verwachten is dat zij dezelfde temperatuur als de lucht op gelijke hoogte in de boomgaard zullen hebben.

Recente (eigen) metingen met behulp van thermokoppels in stralingsnachten in de boomgaard van het Instituut geven ons een indruk van de mate van afkoeling.

De metingen werden zowel in knoppen als in bloemen en jonge vruchtjes van omhoog gerichte trossen van een bebladere appelboom verricht. Het temperatuurminimum van de bloem bleek $1,5 - 2,5^{\circ}\text{C}$ lager dan dat van de lucht op gelijke hoogte tussen de boomrijen te liggen; de knop gaf een verschil van $1,4 - 2,5^{\circ}$, het jonge vruchtje $0,8 - 1,9^{\circ}$. In de desbetreffende nachten waren de temperatuurminima in de hut nagenoeg gelijk aan die van de lucht op dezelfde hoogte tussen de boomrijen.

Bij onze verdere beschouwingen zal gemakshalve er van worden uitgegaan dat de in het vorige hoofdstuk vermelde kritieke temperaturen van de plantedelen (bloem en jonge vruchtje) bij een temperatuurdrempel van omstreeks 0°C in de hut worden bereikt.

In verband met de vraag of de bij het onderzoek betrokken meteorologische stations representatief geacht mogen worden, is er evenwel nog een ander punt waaraan aandacht dient te worden geschonken.

De temperatuurgegevens voor Zeeland zijn ontleend aan het station Vlissingen en -van 1949 af- ook van het station St. Annaland; die voor de Zuidhollandse eilanden aan de stations Naaldwijk en Poortugaal (na 1950).

In tegenstelling tot St. Annaland, Naaldwijk en Poortugaal kunnen bezwaren worden aangevoerd tegen het gebruik van Vlissingen. Dit station, dat enige verplaatsingen heeft ondergaan, heeft van de oprichting af tot het najaar van 1947 vlak aan de kust gestaan; daarna werd het meer landinwaarts overgebracht naar het vliegveld Souburg, om tenslotte omstreeks 1 mei 1958 opnieuw een plaats aan zee te krijgen.

Zoals bekend is een kuststation als regel niet representatief voor het binnenland. In het voorjaar, de periode waar het bij ons onderzoek juist om gaat, zal bijv. de verwarmende invloed van het zeewater des nachts in het binnenland veel minder merkbaar zijn dan aan de kust, hetgeen zonder twijfel ook in de temperatuurminima tot uitdrukking zal komen.

Teneinde een indruk van de verschillen te krijgen, zijn de dagelijkse minimumtemperaturen in de voorjaarsmaanden maart t/m mei van 1959 t/m 1962 van het

"nieuwe" Vlissingen vergeleken met die van Souburg, waar parallelwaarnemingen tot 1 januari 1963 zijn verricht.

De frequentieverdeling van de verschillen tussen de stations Vlissingen-Souburg ingedeeld in klassen zoals die bij de mechanische bewerking op ons Instituut worden gebruikt, is weergegeven in de figuren 1 en 2. Fig. 1 heeft betrekking op het gehele voorjaar, terwijl Fig. 2 de verdeling in elk der drie maanden afzonderlijk laat zien.

Uit de grafieken blijkt dat inderdaad de minimumtemperaturen te Vlissingen in het algemeen minder laag zijn dan die te Souburg. Opmerkelijk is evenwel het toch nog vrij grote percentage nachten (rond 22%), waarin het juist andersom is, al schijnt dit percentage later in het voorjaar sterk af te nemen (Fig. 2).

Men kan zich afvragen of de afwijkingen wellicht met de windrichting te maken hebben. Om dit na te gaan zijn in tabel I de verschillen gerangschikt volgens de windrichting. Opgemerkt zij dat in de tabel slechts die verschillen zijn weergegeven, waarbij de betrokken temperatuurminima te Vlissingen en te Souburg in hetzelfde uurvak zijn opgetreden. Voorts heeft de windrichting betrekking op het einde van het uurvak. Tussen het begin en het einde van het uurvak kan de wind dus óf steeds uit dezelfde richting hebben gewaaid, dan wel geruimd of gekrompen zijn; bij ruiming resp. krimpung van de wind is achter de verschillen een \rightarrow resp. \leftarrow geplaatst. Tenslotte geven de met een ^{*} voorziene getallen aan dat de betrokken temperatuurminima van beide stations onder 0°C lagen.

Uit de tabel blijkt dat de genoemde afwijkingen, waarbij dus de temperatuurminima te Vlissingen lager zijn dan die te Souburg, op geen enkele wijze met de windrichting samenhangen.

Het gemiddelde verschil tussen de temperatuurminima te Vlissingen en te Souburg in het voorjaar bedraagt $+0,61^{\circ}\text{C}$, uiteenlopend van $+0,46^{\circ}$ in maart, $+0,45^{\circ}$ in april en $+0,91^{\circ}$ in mei.

Hierbij dient evenwel te worden opgemerkt dat de bij dit voorjaarsgemiddelde betrokken negatieve verschillen zowel als de positieve verschillen $>1,9^{\circ}$ in de jaren 1959 t/m 1962 vrijwel zonder uitzondering zijn opgetreden bij minimumtemperaturen, die in de desbetreffende nachten op beide stations boven 0° lagen. De enige uitzondering is de nacht van 21 april 1959 waarin een temperatuurminimum van $+3,0^{\circ}$ te Vlissingen gepaard ging met een minimum van $-0,1^{\circ}$ te Souburg.

De genoemde verschillen, hoewel klimatologisch van belang, zijn voor ons doel van weinig of geen betekenis. Slechts die verschillen komen er voor in aanmerking, waarbij de minimumtemperatuur te Souburg ten hoogste 0° bedraagt, omdat in het voorgaande immers is gesteld dat eerst bij deze temperatuur in de hut een voor de appel resp. peer schadelijke temperatuur kan worden verwacht. Deze ver-

schillen komen slechts voor in de klassen 0° t/m $+ 0,9^{\circ}$ en $+ 1,0^{\circ}$ t/m $+ 1,9^{\circ}$, waaruit een gemiddelde van $0,51^{\circ}$ is te berekenen.

Bij gebruik van de gegevens van het "oude" station Vlissingen dient, op grond van het vorenstaande de temperatuuurdrempel bij $+ 0,5^{\circ}$ te worden gelegd. Hieraan is dan nog het criterium te verbinden dat in nachten met een temperatuurminimum van $> 0^{\circ}$ t/m $0,5^{\circ}$ de dagelijkse temperatuuramplitudo tenminste 10° moet zijn, ten einde te mogen veronderstellen dat het in die nachten helder en rustig is geweest.

Tot dusver hebben we bij onze beschouwingen uitsluitend de appel en de peer betrokken. Wanneer nu ook voor het laaggroeiende fruitgewas, i.c. de aalbes een drempelwaarde moet worden aangenomen, dienen we bij onze gedachtegang uit te gaan van de reeds eerder genoemde verschillen tussen de temperatuur in de hut en die vlak boven de grond, welke tussen 2° en 4° schommelen. Hierbij hebben we echter te bedenken, dat de aalbes niet, zoals bijv. de aardbei, onmiddellijk boven de grond groeit, doch op een hoogte van ± 30 cm aan de basis tot omstreeks 150 cm aan de top. Op dit niveau zal de temperatuur, in verband met de grote gradienten die in het algemeen in de luchtlaag vlak boven de grond optreden, niet meer zoveel afwijken van de temperatuur in de hut. Vermoedelijk kan het verschil op ongeveer 1° worden gesteld. Wanneer we er nu rekening mee houden dat de aalbesstruik reeds vol in blad zit als de bloei begint, dan is het waarschijnlijk gerechtvaardigd te veronderstellen dat de generatieve delen 's nachts niet, zoals bij de appel of de peer, beneden de temperatuur van de omringende lucht op gelijke hoogte zullen afkoelen, omdat het aanwezige bladerdek het warmteverlies door uitstraling van deze plantedelen in grote mate compenseert als gevolg van uitstraling van het bladerdek naar deze delen.

Nemen we tenslotte aan -bij gebrek aan nadere gegevens- dat bij de aalbes de "kritieke" temperatuur voor de bloem en het jonge vruchtje dezelfde is als bij de appel en de peer, dan zal de drempel eveneens moeten worden gelegd bij een minimumtemperatuur van 0° in de hut, welke echter voor het station Vlissingen met $0,5^{\circ}$ dient te worden verhoogd.

Met betrekking tot de kritieke temperatuur is eerder opgemerkt dat bij de aalbes juist de bloemen het meest gevoelig zijn voor temperaturen onder het vriespunt.

De minimumtemperaturen die voor ons doel van belang zijn, zijn in de figuren 3 t/m 6 weergegeven.

4. De fenologische gegevens.

A. Appel en peer

De gegevens betreffende het begin en het einde van de bloei zijn van 1947 af afkomstig van de plaatsen Krabbendijke, Kats, Wilhelminadorp, Schore, Baarland, Hoedekenskerke, Nieuwland en Biervliet in Zeeland, en van Rockanje, Klaaswaal, Numansdorp, Oud Beierland, Mijnsheerenland, Pernis en IJsselmonde op de Zuidhollandse eilanden. In de jaren vóór 1947 zijn de gegevens daarentegen schaars: op de Zuidhollandse eilanden zijn slechts in Rockanje en Klaaswaal waarnemingen verricht, terwijl van Zeeland in het geheel geen gegevens aanwezig zijn.

Het strakke verband tussen de bloeidata van bijv. Goudreinette resp. Précoce de Trévoux in Zeeland enerzijds en die op de Zuidhollandse eilanden anderzijds in de periode 1947 t/m 1959 (t.a.v. het begin van de bloei van Goudreinette zowel als van Précoce is $r=0,98$) maakt het echter mogelijk om de ontbrekende data in de jaren vóór 1947 in Zeeland uit de bekende van de Zuidhollandse eilanden door middel van een regressievergelijking te berekenen.

De figuren 3 en 5 geven de bloeiduur weer in de verschillende jaren, waarin nachtvorsten zijn voorgekomen. Teneinde zoveel mogelijk rassen in de bloeiduur te betrekken zijn de bloeiperioden samengesteld uit het begin van de bloei van een vroeg ras en het einde van de bloei van een laat ras. Voor de appel is als een vroeg ras de Goudreinette en als een laat ras de Cox's O.P. gebruikt; voor de peer de Précoce de Trévoux resp. de Clapp's Favourite.

B. Aalbes

De gegevens hebben slechts betrekking op het begin van de bloei of de volle bloei. Vóór 1947 is omtrent het ras niets bekend, ná 1947 betreft het de Fay's Prolific.

Hoewel de gegevens in totaal van een redelijk aantal plaatsen afkomstig zijn (13 op de Zuidhollandse eilanden en 12 in Zeeland) wisselt het jaarlijkse aantal van 1 tot 5. Slechts die jaren zijn voor ons onderzoek gebruikt, waarvan de gegevens op tenminste 2 plaatsen betrekking hebben, voor de Zuidhollandse eilanden zijn het de jaren 1931 t/m 1934 en 1947 t/m 1959; voor Zeeland de jaren 1929 t/m 1933 en 1947 t/m 1952.

Het spreekt vanzelf dat opgave van begin- of volle bloei alléén geen volledig beeld geeft van de totale bloeiduur, die van jaar tot jaar, o.m. afhankelijk van het weer, verschillend kan zijn. Daarom kunnen we voor ons doel slechts van een gemiddelde duur uitgaan, die op 12 - 14 dagen is te stellen. Dat dit ons

daardoor beperkingen oplegt, is duidelijk.

In de figuren 4 en 6 is het begin van de bloei aangegeven door x, de volle bloei door n.

5. De resultaten van het onderzoek.

Aan de hand van de figuren 3 t/m 6 zullen we thans de relatie tussen de nachtvorsten, die op grond van een vooraf aangenomen temperaturodrempelwaarde, in de achter ons liggende jaren zouden kunnen zijn opgetreden en de daarvoor gevoelige fenologische fasen van het fruit nader in beschouwing nemen.

Er zij op gewezen dat het niet altijd eenvoudig is om uit deze relatie onmiddellijk tot een oordeel omtrent een eventuele opbrengstderving te komen, aangezien hierbij ook rekening moet worden gehouden met het voorkomen van zgn. draagenbeurtjaren. Dit verschijnsel houdt nl. in dat een jaar met een geringe oogst, bijvoorbeeld tengevolge van extreme droogte of van een onvoldoende bestuiving door ongunstig weer, vaak gevolgd wordt door een jaar met een hoge opbrengst; het omgekeerde heeft eveneens plaats, ook zonder dat ervan nachtvorst sprake is geweest. In vele gevallen zijn de beurtjaren zelfs nadeliger voor de telers dan de jaren met een enkele lichte tot matige nachtvorst (7). Het is duidelijk dat, indien toevallig in een beurtjaar ook nog nachtvorst, zelfs in de geringste mate, zou zijn opgetreden, men gevaar loopt onjuiste gevolgtrekkingen te maken omtrent de invloed daarvan op de opbrengst.

A. De Zuidhollandse eilanden.

1. Appel en peer (fig.3)

In de periode 1931 t/m 1959 is in de bloeimaanden april/mei 17 maal nachtvorst opgetreden, waarvan echter 8 maal ver vóór de bloei, nl. in de jaren 1931, 1940, 1941, 1952, 1953, 1955, 1956 en 1958, waarin de nachtvorst dus geen invloed op de oogst heeft kunnen hebben.

In 1946 en 1951 trad nachtvorst enkele dagen vóór de bloei van de peer op, i.c. in het gekleurde knopstadium. Hoewel dit stadium, dat bij de peer omstreeks 4 dagen en bij de appel ongeveer 6 - 7 dagen vóór het begin van de bloei valt, ook gevoelig is voor nachtvorst, zijn de minimumtemperaturen in de desbetreffende nachten zodanig geweest, dat zij stellig niet tot beschadiging van het fruit zullen hebben geleid. Dit is eerst bij lagere temperaturen mogelijk, zoals gebleken is bij de nachtvorst in de nacht van 1 mei 1962 te De Bilt, tengevolge waarvan de pereknopjes in de boomgaard van het Instituut op enkele plaatsen van de bomen (voornamelijk onderaan) duidelijk sporen van beschadiging vertoonden. De minimumtemperatuur in de hut was $-2,7^{\circ}$. Desondanks waren de gevolgen niet ernstig te noemen.

In 1936 trad nachtvorst juist aan het begin van de preebloei op. Als gevolg van de vrij lage minimumtemperatuur in de nacht van 14 april zal ongetwijfeld

een gedeelte van de bloesem vernietigd zijn, doch tot een werkelijk opbrengstverlies kan dit niet hebben geleid.

In de overige jaren, met name in 1933, 1935, 1950, 1954, 1957 en 1959 kwamen vriestemperaturen voor tijdens de bloei hetzij van de peer, hetzij van de appel. Over het algemeen waren deze temperaturen echter niet voldoende laag om de opbrengst ernstig te kunnen beïnvloeden. Indien hiervan al sprake mocht zijn geweest, dan zou dit in 1933 het geval kunnen zijn (geweest) met de vroege peren, als gevolg van de minimumtemperatuur van $-0,8^{\circ}$ in de nacht van 22 april, juist in het stadium van de jonge vruchtjes ^{x)}. De nachtvorst in de nacht van 2 april 1935 zal waarschijnlijk, i.v.m. de lage minimumtemperatuur in het stadium van de jonge vruchtjes van de vroege peer enerzijds en aan het einde van de bloei van de middenlate pererassen anderzijds, tot enig verlies van de pereoogst hebben geleid. Eveneens zal mogen worden aangenomen dat de nachtvorst van 8 mei 1957 een geringe opbrengstderving van de vroege- en middenvroegge appels heeft veroorzaakt, omdat juist de jonge tot zeer jonge vruchtjes aan een vriestemperatuur blootgesteld zijn geweest.

Recapitulerende kunnen we zeggen dat in de periode 1931 t/m 1959 slechts in de jaren 1933, 1935 en 1957 op de Zuidhollandse eilanden enig opbrengstverlies van het groot fruit als gevolg van nachtvorst is opgetreden.

Het is helaas niet mogelijk deze bewering aan de werkelijkheid te toetsen, omdat gegevens hieromtrent uit de praktijk ontbreken. De ons door het L.E.I te Den Haag ter beschikking gestelde opbrengstcijfers hebben slechts betrekking op Zeeland en de Betuwe. Wel is echter bekend dat in 1957 vrijwel overal grote schade door nachtvorst aan het fruit is aangericht, hetgeen echter mede met het zeer vroege uitlopen der bomen in het voorjaar (waarover hieronder meer) in verband staat.

2. Aalbes (fig.4).

Zoals we uit de grafiek kunnen zien, traden de nachtvorsten in 1931, 1952, 1953, 1955, 1956 en 1958 vóór tot ver vóór de bloeiperiode op, zodat zij generlei invloed op de oogst hebben kunnen uitoefenen. Hetzelfde zal het geval zijn geweest in de jaren 1933, 1950, 1957 en 1959, toen de bloei reeds vóór de nachtvorst geëindigd was. In 1951 en 1954 trad nachtvorst tijdens de bloei op, zodat in deze jaren schade aan de oogst zal kunnen worden verwacht, vooral i.v.m. de daarbij voorgekomen minimumtemperaturen.

De hier geuite verwachtingen komen voor wat de laatstgenoemde twee jaren betreft geheel overeen met de door het betrokken Tuinbouwconsulentschap ver-

x) Hierbij is aangenomen dat tussen het begin van de bloei en de vorming van de jonge vruchtjes gemiddeld 10-12 dagen verlopen.

strekke schade-gegevens. In 1955 werd door deze Dienst echter plaatselijk lichte schade waargenomen; de tegenstrijdigheid zou slechts daardoor te verklaren zijn dat de bloeiperiode vermoedelijk lang heeft geduurd, zodat toch nog een deel van de bloesem vernietigd werd. Totaal afwijkend is de opgave van "ernstige schade" in 1957, welke uit de minimumtemperatuur alléén niet te verklaren is. Ongetwijfeld speelt hierbij de bijzondere omstandigheid van het zeer vroege uitlopen der knoppen in het voorjaar met hoge temperaturen een rol, waardoor de gewassen, zoals ook de ervaring leert, niet "afgehard" zijn en daardoor veel gevoeliger voor lage temperaturen worden dan anders (4, 10). In het onderhavige geval zullen de bessen veel minder nachtvorstresistent geworden zijn, zodat zij door de nachtvorst in de nacht van 8 mei te gronde zijn gegaan.

Geen schade werd gemeld in de jaren 1950, 1952, 1953, 1956, 1958 en 1959 (gegevens over 1931 ontbreken), in overeenstemming met onze veronderstellingen,

B. Zeeland

1. Appel en peer (Fig. 5).

In dit gebied is in de bij het onderzoek betrokken reeks van 30 jaren slechts 10 maal nachtvorst voorgekomen, t.w. in de jaren 1929, 1931, 1941, 1950, 1952 t/m 1956 en 1958.

Op grond van de periode waarin de nachtvorst in 1929, 1931, 1941, 1952, 1953, 1956 en 1958 is opgetreden, met name ver vóór de bloei, is het duidelijk dat het fruit daarvan in het geheel geen schade heeft ondervonden.

In 1955 zullen de pereknoppen wel te lijden hebben gehad van de nachtvorst in de nacht van 25 april, doch i.v.m. de opgetreden minimumtemperatuur van $-0,7^{\circ}$ zal dit ~~stel-~~ ligt niet tot een belangrijke opbrengstvermindering hebben geleid.

Nachtvorst tijdens de bloei van de peer trad op in 1950 en 1954. Weliswaar werden in 1950 in de nacht van 26 april de jonge vruchtjes van de vroege rassen aan een temperatuur onder nul blootgesteld, doch deze was niet laag genoeg om een ernstig oogstverlies te veroorzaken. De minimumtemperatuur in de nacht van 30 april 1954 zal evenmin daartoe in staat geweest zijn.

Over het geheel genomen is dus de nachtvorstgevoeligheid van Zeeland in verband met de teelt van appels en peren zeer gering te noemen.

Onderstaande door het L.E.I. te Den Haag verstrekte gegevens, die zich helaas slechts over een 8-tal jaren uistrekken, geven een bevestiging van deze uitspraak, althans voor wat de appel betreft.

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Gem.opbr.	3,35	2,18	2,95	2,73	3,43	3,32	2,38	3,26

De getallen geven de gemiddelde jaarlijkse opbrengsten van dertien appelras-
sen weer, in kg per m² kroonoppervlak (Deze wijze van uitdrukking van de opbrengst
heeft het voordeel dat verschillen in dichtheid van de beplanting daardoor worden
uitgeschakeld).

In het overzicht laten de opbrengsten in 1949 en 1950 duidelijk het eerder
besproken verschijnsel van draag- en beurtjaren zien. Het jaar 1949 was nl. een
draag(top)jaar; de opbrengstdaling in 1950 was het gevolg van een beurtjaar.

De in mindere mate afwijkende oogst in 1955 is toe te schrijven aan enige
hagelschade.

2. Aalbes (Fig.6)

De grafiek laat zien dat van de tien bij het onderzoek betrokken jaren er
vier zijn waarin nachtvorst is voorgekomen. Deze viel echter in alle 4 jaren buiten
resp. ver buiten de bloeiperioden nl. in 1929, 1931 en 1952 er vóór, in 1950 er na.
In verband hiermede is het niet te verwachten dat de bessen er enige invloed van
hebben ondervonden.

Praktijkgegevens ontbreken helaas om het een en ander te toetsen.

6. Samenvatting.

In het kader van het klimatologisch onderzoek in het Delta-gebied is een onderzoek verricht naar de nachtvorstgevoeligheid van Zeeland en de Zuidhollandse eilanden i.v.m. de fruitteelt.

De daarbij betrokken fruitsoorten zijn appel en peer, als vertegenwoordigers van het hard fruit en aalbes, behorende tot het klein fruit.

Bij het onderzoek is nagegaan hoe vaak in het verleden in de desbetreffende gebieden nachtvorst is opgetreden gedurende de daarvoor meest gevoelige fenologische fasen.

De temperatuurgegevens voor Zeeland en de Zuidhollandse eilanden zijn in hoofdzaak ontleend aan de stations Vlissingen resp. Naaldwijk, aangevuld met gegevens van de stations Poortugaal resp. St. Annaland.

Voor wat betreft de appel en de peer heeft het onderzoek betrekking op de periode 1928 t/m 1959 in Zeeland en 1931 t/m 1959 op de Zuidhollandse eilanden; ten aanzien van de aalbes strekt het zich uit over de jaren 1929 t/m 1933 en 1947 t/m 1952 resp. 1931 t/m 1934 en 1947 t/m 1959.

Op de mate van beschadiging door nachtvorst zijn o.m. van invloed:

1. De mate en de snelheid van afkoeling onder het vriespunt.
2. De duur van de afkoeling.
3. De frequentie van de nachtvorst in de periode tussen knop en jonge vrucht.
4. Het stadium in de ontwikkeling van (gekleurde) knop tot jonge vrucht.
5. De plaats van de bloem in de tros.
6. Het ras resp. de soort.
7. De gezondheidstoestand van het gewas.
8. De ligging van de boomgaard, al of niet temidden van grasland.

Als kritieke temperaturen die de gekleurde knop, de bloem en het jonge vruchtje ten hoogste een half uur zonder schade kunnen verdragen, mits de totale duur van de afkoeling onder 0°C niet langer dan 2-3 uren bedraagt (2, 4, 5, 10) zijn aangenomen:

Omstreeks $-4,5^{\circ}\text{C}$ voor de gekleurde knop en $-2,0^{\circ}\text{C}$ voor de open bloem zowel bij de appel als bij de peer en ca. $-1,0^{\circ}\text{C}$ resp. $-1,5^{\circ}\text{C}$ voor het jonge vruchtje van de peer resp van de appel. Bij de aalbes zijn althans t.a.v. de bloem en het jonge vruchtje bij gebrek aan nadere gegevens daaromtrent, dezelfde kritieke temperaturen verondersteld, met dien verstande dat bij dit fruitgewas de bloem gevoeliger is voor lage temperaturen dan de jonge vrucht (5).

Op grond van een serie metingen van de temperatuur van appel- en perebloesem in verschillende ontwikkelingsstadia tijdens stralingsnachten is er bij het

onderzoek voorts van uitgegaan dat de genoemde kritieke temperaturen gemiddeld bij een drempel van 0° in de hut worden bereikt.

Bij het gebruik van de temperatuurgegevens van Vlissingen evenwel is er rekening mee gehouden dat vlak aan de kust in het voorjaar gemiddeld hogere temperaturen voorkomen dan landinwaarts, zoals gebleken is uit een vergelijking tussen de temperatuurminima te Vlissingen en te Souburg in de maanden maart t/m mei van 1959 t/m 1962 (Fig. 1 en 2). Dienovereenkomstig is voor Zeeland de temperatuu-drempel bij $0,5^{\circ}\text{C}$ gelegd.

De totale bloeiduur van de appel en de peer in de jaren waarin nachtvorst is opgetreden (Fig. 3 en 5), is weergegeven door de periode tussen het begin van de bloei van een vroeg ras (Goudreinette resp. Précoce de Trévoux) en het einde van de bloei van een laat ras (Cox's O.P. resp. Clapp's Favourite). Ten aanzien van de aalbes is in de desbetreffende fig. 4 en 6, bij gebrek aan nadere gegevens, slechts de datum van het begin van de bloei of van de volle bloei aangegeven, waarbij de totale bloeiduur op 12-14 dagen is geschat. De gegevens hebben, althans nã 1947, betrekking op het ras Fay's Prolific; daarvóór is omtrent het ras niets bekend.

De resultaten van het onderzoek zijn als volgt:

A. De Zuidhollandse eilanden

1. Appel en peer (Fig. 3).

In de jaren 1931 t/m 1959 is 9 maal nachtvorst opgetreden tijdens de bloei of in het stadium van het jonge vruchtje, waarvan echter slechts 3 maal, nl. in 1933, 1935 en 1957, de temperaturen zodanig zijn geweest, dat zij vermoedelijk enig opbrengstverlies tengevolge zullen hebben gehad.

Wegens gebrek aan gegevens is het niet mogelijk dit vermoeden voor 1933 en 1935 aan de praktijk te toetsen. Wël is bekend dat de nachtvorst in 1957 in de meeste fruitteeltgebieden van ons land in meerdere of mindere mate schade aan de appel heeft aangericht. Dit is mede toe te schrijven aan het vroege uitlopen van de knoppen onder invloed van het voorafgaande weer met hoge temperaturen, waardoor de gewassen in het algemeen niet "afgehard" zijn geweest.

2. Aalbes (Fig. 4)

Uit de grafiek is te zien dat slechts in de jaren 1951 en 1954 nachtvorst tijdens de bloei is opgetreden. In verband met de daarbij voorgekomen temperatuurminima zal het gewas enige schade moeten hebben geleden, hetgeen inderdaad door de praktijk wordt bevestigd.

De lichte schade, die in 1955 in werkelijkheid is opgetreden, is uit de grafiek niet af te leiden; vermoedelijk is de bloeiperiode lang geweest, zodat toch nog een deel van de bloesem door de nachtvorst verloren is gegaan.

Evenmin blijkt uit de figuur de door de praktijk opgegeven ernstige schade in 1957. Evenals bij de appel zal echter ook bij dit gewas de vroege ontwikkeling met de daarmee samenhangende grotere gevoeligheid voor lage temperaturen van invloed zijn geweest.

B. Zeeland

1. Appel en peer (Fig.5)

In de onderzochte periode van 30 jaren is 10 maal nachtvorst voorgekomen, waarvan echter slechts 2 maal tijdens de bloei van de peer, t.w. in 1950 en 1954. De daarbij opgetreden temperaturen zijn evenwel niet laag genoeg geweest om een opbrengstverlies van ernstige omvang te hebben kunnen veroorzaken.

Dat de appel geen schade door nachtvorst heeft ondervonden wordt bevestigd door van het L.E.I. te Den Haag afkomstige opbrengstgegevens, althans voorzover betreft de jaren 1949 t/m 1956, waarop de gegevens betrekking hebben.

2. Aalbes (Fig.6)

De tijdstippen waarop de nachtvorst in 1929, 1931, 1950 en 1952 is opgetreden, geven geen aanleiding om te veronderstellen dat dit fruitgewas er schade door geleden heeft.

Hoe de werkelijkheid is geweest, is wegens gebrek aan praktijkgegevens niet na te gaan.

Literatuur.

1. Chandler, W.H. : "The killing of plant tissue by low temperature".
Missouri Agric.Expt.Sta.Res.Bull., 8, 1913:243-309.
2. Durand, R. : "Sur les seuils de résistance des végétaux".
Cit.Verslag van de internationale landbouwmeteorologische bijeenkomst K.N.M.I. Verslag V-103 (R III 269-1961) door L.J.L.Dey en M. Scharringa, p.7
3. Ellison, E.S. and Close, W.L. : "Critical spring temperatures for apples in the Yakima Valley, Wash", monthly Weather Review, 55, 1927:11-18.
4. Field, C.P. : "On the damage caused to fruit blossom by varying degrees of cold". Ann.Rep.East malling Res.Sta.Kent, 26, 1938:127-138.
5. Modlibowska, I. : "La problême des gelées printanières et la culture fruitière". Sta. de Recherche. East malling, Kent. 1956.
6. Raalte v., M.H. : Nota aan de Studiegroep Nachtvorst, 1959.
7. Spoor, P.A. (Landbouw Economisch Instituut) : mondelinge mededelingen.
8. Sprenger, A.M. : Leerboek der Fruitteelt, DL.I, 1948.
9. Woudenberg, J.P.M. : "Het klimaat van boomgaarden".
K.N.M.I. Verslag V-68 (R III 249-1960).
10. Young, F.D. : "Frost and the prevention of frost damage".
U.S.Dep.Agr. Farmers Bulletin, No.1588, 1947.

Tabel 1

Verschillen tussen de temperatuurminima te Vlissingen en Souburg (in °C) in het voorjaar van 1959 t/m 1962 in afhankelijkheid van de windrichting.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
maart	-0,1 -0,1	2,1 -0,1 0,2 -0,1 0,3 0,1	0,3 0,2 0,4 0,0 0,2 0,0 -0,3 0,0 -0,2 0,2 -0,2 -0,1 0,2 0,4	0,1 0,3 0,1 0,2 -0,2 0,7 0,1 0,2 -0,1 0,1 0,4	1,1 0,1 0,2 0,0 0,4 0,6 0,5 0,4 0,3 -0,1 0,4	-0,1 0,3 -1,0 -1,0 -0,2 0,7 0,5 0,3 -0,2	0,5 1,5 -0,1 -0,3 -0,2	0,0 0,3 0,1 -1,2 -0,3 -0,2	0,0 -0,1 -0,1 -0,4 -0,7 -0,5	0,0 -0,3 0,0 0,3 -0,3	0,0 -0,6 0,0 0,3 -0,3 -0,5	0,4 1,0 0,1 0,1	0,9	1,4 1,0 0,1 0,1	2,2 2,3 0,0 1,6 0,6 -0,1	4,2 1,1 1,4 0,5 0,5
april	0,4 1,7 0,1 0,1 -0,1 0,0	0,0 -0,2 0,6 0,1 2,9	0,6 0,3 -0,2 -0,2	0,3 0,3 0,5 0,4	-0,8 0,6 1,2 1,0	0,3 0,2 1,2 0,4	0,0 -0,2 0,2 0,4	0,4 -0,1 0,1 -0,3	-0,7 -0,4 0,1 -0,3	0,4 0,3 0,0 0,0 -0,2 -0,1 -0,3 -0,3 0,3 0,4 -0,1 0,1 -0,8	-0,3 0,8 1,0 -0,3 -0,6 0,1 0,2 -0,5 -0,2 0,9 -0,2	0,2 0,3	-0,6 0,2 -0,1 0,1	0,7 0,8 1,7 0,0 0,0	0,0 2,9 2,0	0,2 2,7 1,3 0,5 1,1 0,9 2,0 2,0 0,3

Tabel 1 (vervolg)

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,0	0,1	1,1←	3,0	0,6→	-0,1←	-1,1	0,8←	1,8←	1,3→	0,0	0,4	2,6→	0,7	0,8←	0,2
0,0←	0,4←	0,9	-0,3	0,1		0,6←	0,8→	0,8→	2,4	0,5	0,6←	-0,1	0,4→	2,1←	0,3
0,8→	0,3←	1,6	0,0	0,6					0,9	0,3	-0,5→		3,0←	2,3←	0,1→
1,6→	-0,1	2,9	0,1	-0,3→					0,1←	0,1←	0,1		0,6←	1,6	0,1
2,9←	0,1	-0,2←	-0,5→	0,2→					0,1		-0,1		0,5←	0,5	2,9←
0,6	2,7→	0,0	0,0								0,1→				
0,7→	0,4←	0,6									0,7→				
0,7←		0,5													
2,8		1,1←													
0,1		1,1													
0,1															
0,0															
0,5→															
0,8→															

met

Fig. 1

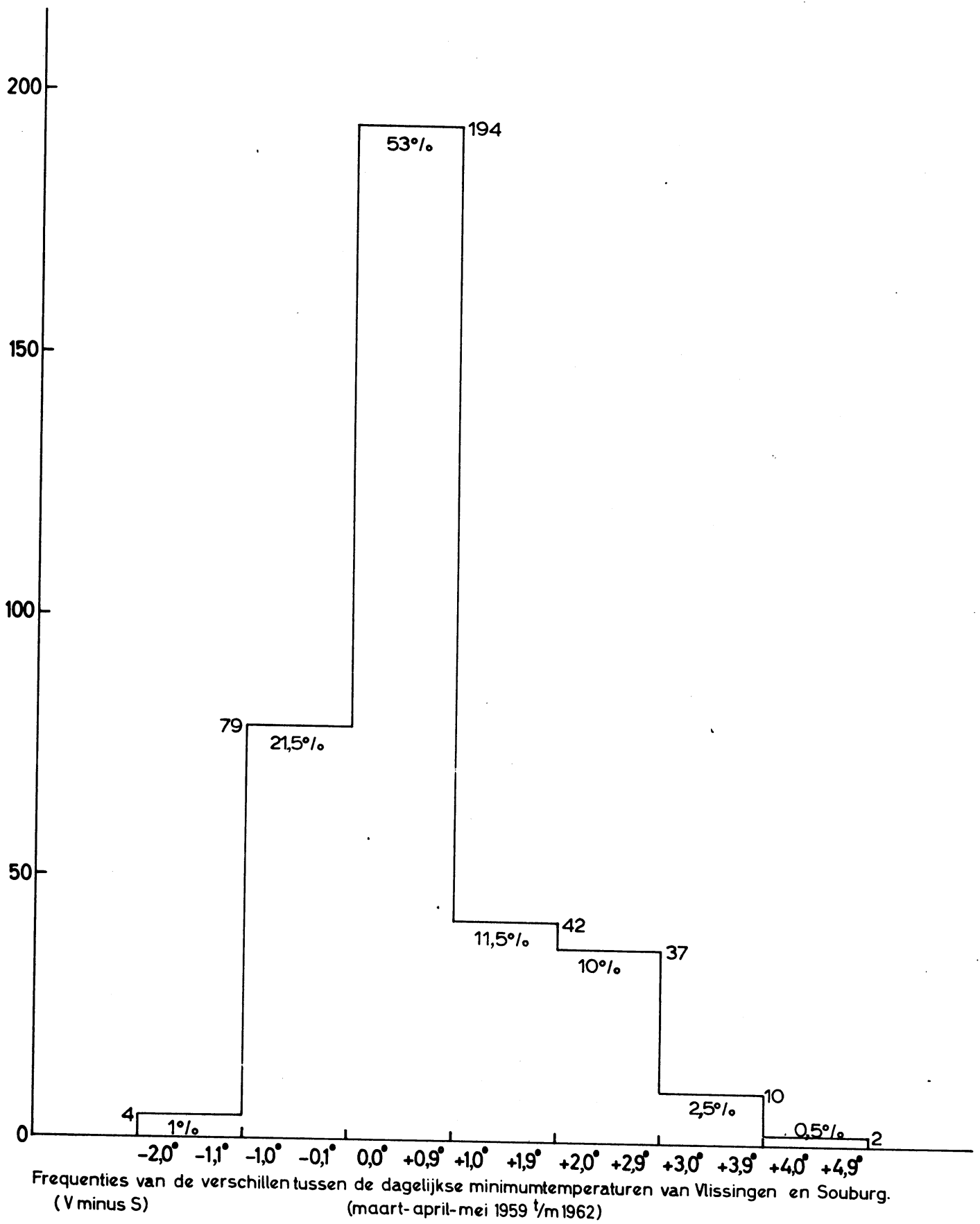


Fig. 2

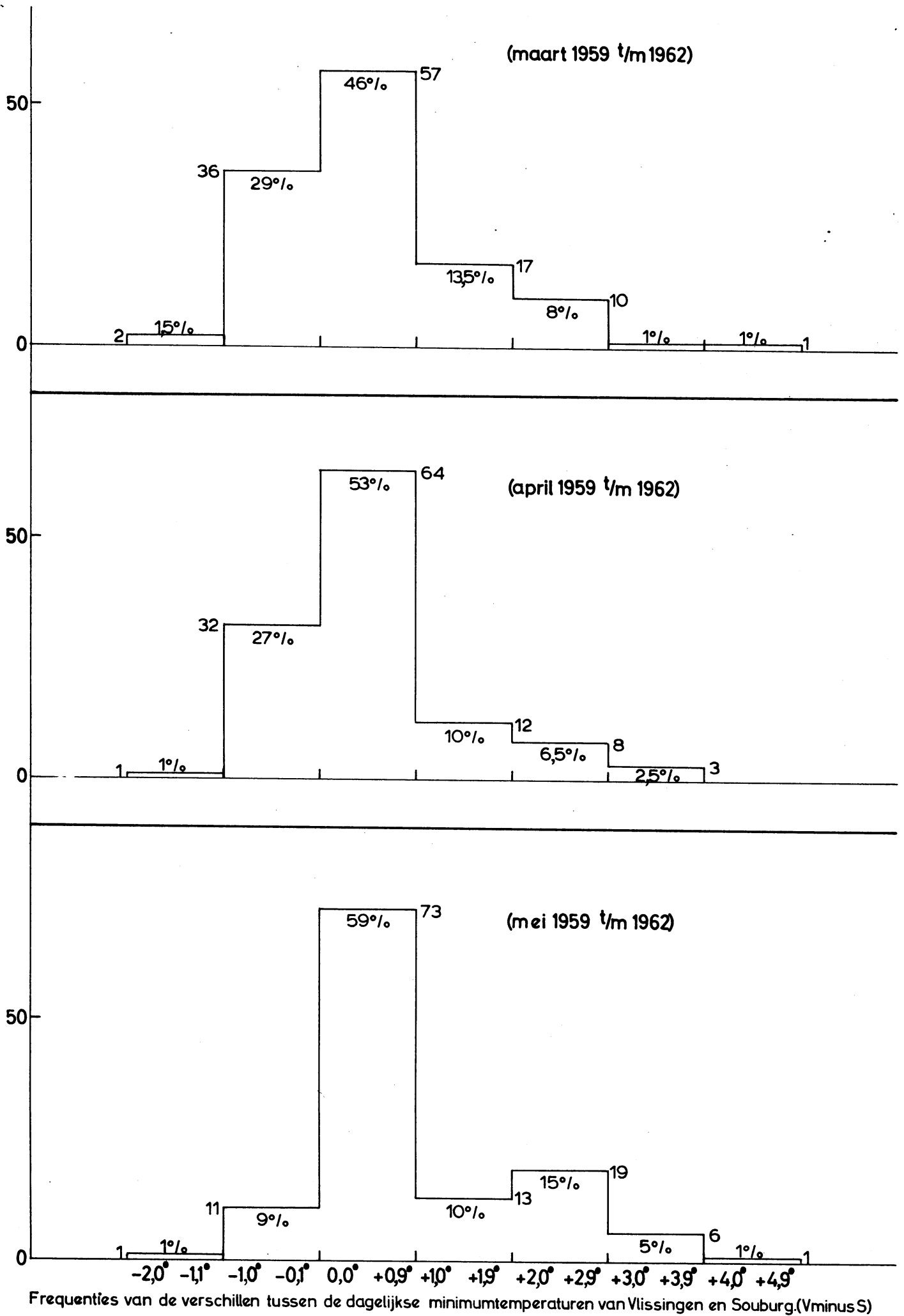
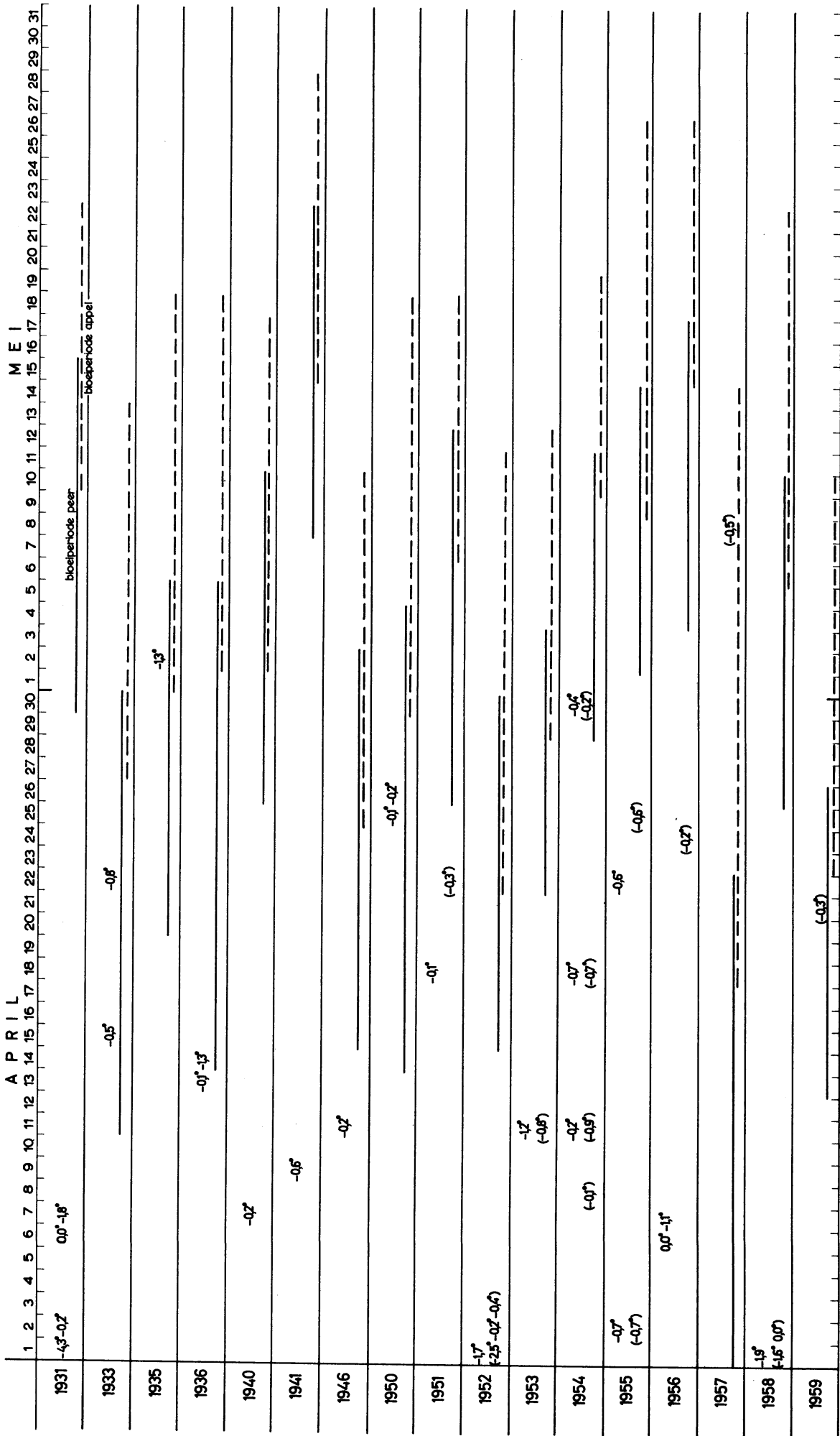


Fig. 3

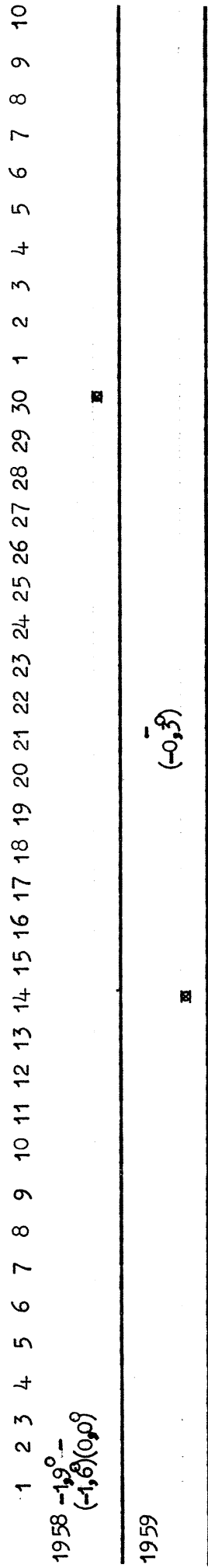


Voorhomen van nachtvorsten op grond van hutttemperaturen ≤ 0°C te Naaldwijk in de jaren 1931 t/m 1959 in samenhang met de bloeiperiodes van peer (—) en appel (---) op de zuidhollandse eilanden.
(De temperatuurwaarden tussen haakjes zijn ontleend aan het station Poortugaal van 1951 t/m 1959)

In 1945 geen temperatuurgegevens

Bloeiperiode = periode tussen begin bloei van een vroeg ras en einde bloei van een laat ras

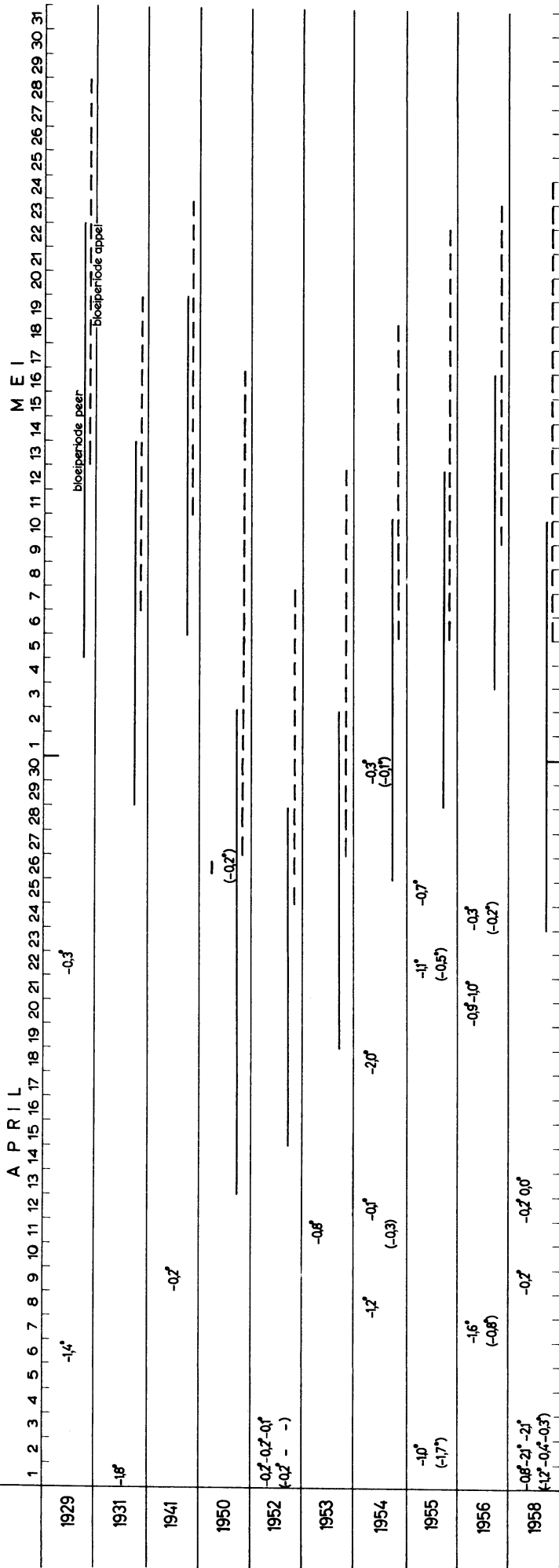
Fig. 4 (vervolg)



x = begin bloei
 ■ = volle bloei

Noot: Na 8 mei werden geen huttemperaturen $\leq 0^\circ$ meer waargenomen.

Fig 5



Voorkomen van nachtvorsten op grond van hulptemperaturen 0.5°C te Vlissingen in de periode 1928/1959 in samenhang met de bloeiperioden van peer (—) en appel (---) in Zeeland.
 (De tempwaarden tussen haakjes zijn ontleend aan het station St-Annaand van 1949/1959)

In 1945 geen temperatuurgegevens

Bloeiperiode = periode tussen begin bloei van een vroeg ras en einde bloei van een laat ras

