

Ir. Y. van Koot, Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk
 Dr. C. Levert, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut te De Bilt

De eendaagse veranderingen in temperatuur en vochtigheid van de lucht op een drietal stations in Nederland

Het initiatief tot het hier beschreven onderzoek is uitgegaan van een in 1955 door de Adviescommissie voor het Tuinbouwvestigingsplan opgerichte werkgroep. Deze had tot taak gekregen na te gaan in hoeverre enkele gebieden in Nederland in klimatologisch opzicht geschikt voor tuinbouwvestiging zouden kunnen zijn. Het is bekend dat voor verschillende takken van tuinbouw grote waarde gehecht moet worden aan een zekere 'gelijkmatigheid' van het klimaat. Dit geldt onder meer voor de teelt in de open grond in Noord-Holland en voor de teelt onder glas (tomaten, komkommers, druiven, sla) in het Zuidhollands Glasdistrict.

Het bleek zeer moeilijk met behulp van de onmiddellijk beschikbare klimatologische gegevens deze 'gelijkmatigheid' op bevredigende wijze in cijfers uit te drukken. De moeilijkheid is niet slechts gelegen in het ontbreken van desbetreffende gegevens, doch ook in de omstandigheid dat het begrip 'gelijkmatigheid' niet gemakkelijk te definiëren is. Het heeft, voelt men, zeker te maken met de veranderingen van dag tot dag en toch daarmee niet alleen.

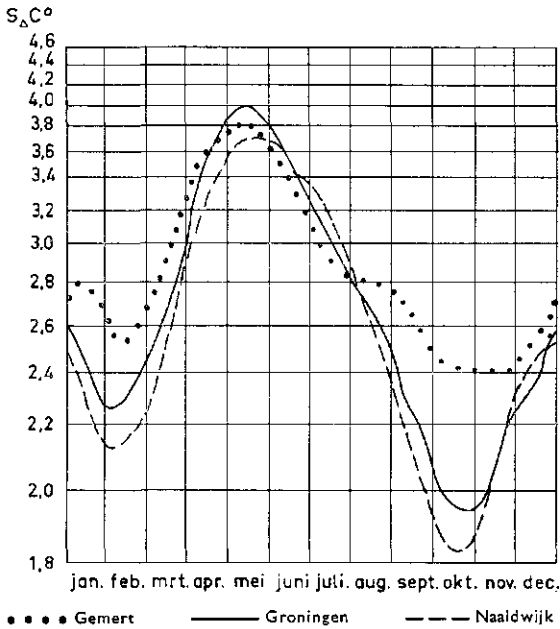
Voor een eerste oriëntatie achtte men een onderzoek van de 'eendaagse veranderlijkheid' (verderop gepreciseerd) het meest op zijn plaats.

In 1918 was door C. M. A. Hartman [1] een onderzoek gepubliceerd over de 'gemiddelde veranderlijkheid' van de temperatuur. Aangezien deze publikatie welke slechts één enkel station (De Bilt), een klein aantal jaren (20) en één enkel element gold, niet recent genoemd mocht worden (tijdvak 1897-1916) en niet voldoende diep op de materie inging, werd het wenselijk geacht een nieuwe studie te ondernemen. Daar de basisgegevens (temperatuur en vochtigheid) op ponskaarten aanwezig waren, konden deze kaarten voor verdere bewerkingen (hierover uitvoerig in paragraaf 3) worden gebruikt. Op dit punt boekte het K.N.M.I. opmerkelijke resultaten.

In paragraaf 1 wordt de keuze van de weerselementen en stations besproken.

In paragraaf 2 geeft de eerstgenoemde auteur een beknopte beschouwing over de betekenis, die de resultaten van het onderzoek voor de tuinbouw, in het bijzonder voor de tuinbouw onder glas, hebben.

Vervolgens zet de tweede auteur in paragraaf 3 uiteen gewenst zijn. Naarmate deze schommelingen kleiner



1. Eendaagse verandering van de dagelijkse maximumtemperatuur

kan zich ook het geval voordoen, dat het gewas onder betrekkelijk lichtarme omstandigheden is opgekweekt en daardoor gevoeliger is. Ook zullen sterke temperatuursstijgingen in de grond, waar het vocht moet worden opgenomen, zich minder snel voortplanten. Daardoor kunnen wortelwerking en vochtopname achterblijven bij de verdamping. Tenslotte treft men in het voorjaar vaak een weertype aan, waarbij het gewas aan een sterke uitdroging wordt blootgesteld: sterke, droge, noordelijke tot noordoostelijke wind gepaard gaande met helder weer en een krachtige zonnestraling. Het is moeilijk vast te stellen, welke van de genoemde factoren het belangrijkste zijn, maar in de praktijk bestaat de indruk dat plotselinge scherpe veranderingen in de weersomstandigheden funest zijn.

Men kan bij deze veranderingen nog weer aan verschillende invloeden denken. Behalve aan de in dit artikel behandelde eendaagse veranderingen van de maximumtemperatuur, de minimumtemperatuur en de luchtvochtigheid in de middag, zou men bijvoorbeeld ook kunnen denken aan het verschil tussen opeenvolgende maximum- en minimumtemperaturen. Waarschijnlijk speelt dit een rol bij het verschijnsel van de koustrepen bij komkommers, dat gewoonlijk in mei zijn hoogtepunt bereikt (speciaal bij de teelt onder plat glas).

Er zijn sterke aanwijzingen, dat het optreden van deze afwijking wordt bepaald door de opeenvolging van drie omstandigheden. Om te beginnen een koude nacht tijdens welke ook de vruchten sterk afkoelen. Daarna 's ochtends een gesloten blijven van de ramen, zodat de lucht onder de ramen snel wordt verwarmd door de zonnestraling en het door de plant verdampte vocht condenseert op de nog koude vruchten. Vervolgens wordt gelucht en drogen de vruchten op. Waar de vruchten nat geweest zijn, zijn ze bijzonder gevoelig voor de inwerking van de felle zonnestraling, zodat de schil ter plaatse ruw wordt. In verband met het optreden van dergelijke verschijnselen ligt het in de bedoeling om ook deze veranderingen van maximum- tot minimumtemperatuur en omgekeerd binnenkort aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

2.2. De maximumtemperatuur

De schommelingen die de maximumtemperatuur ondergaat, zijn vooral van belang voor de teelt onder glas. Dit geldt zowel de verwarmde als de niet verwarmde kassen. De temperatuur kan hier veel sneller oplopen dan buiten, zodat bij het niet tijdig treffen van de nodige maatregelen de maximumtemperatuur onder glas aan veel grotere fluctuaties onderhevig is dan buiten. Hierdoor wordt de kans op het optreden van verschillende 'verbrandingsverschijnselen' vergroot, terwijl bij sommige gewassen (onder andere de tomaat) de vruchtzetting kan worden bemoeilijkt. Uit fig. 1 blijkt, dat de grootte der eendaagse ver-

anderingen, gekarakteriseerd door de s_{Δ} -waarde, in hoge mate van de tijd in het jaar afhangt, en wel voor de drie stations in grote lijnen analoog (zie voor een nadere toelichting paragraaf 3.1., blz. 309). Zij is 's winters gering, maar wordt in de loop van maart belangrijk groter om haar maximum te bereiken in mei. Reeds gedurende de zomer worden deze veranderingen belangrijk kleiner, totdat ze in oktober minimaal geworden zijn. De sterkste schommelingen mag men verwachten in de maanden april tot en met juni. Dit is juist de periode, waarin men bij de teelten onder glas de grootste moeilijkheden ondervindt van zogenaamde verbrandingsverschijnselen. Een van de verbrandingsverschijnselen bij druiven heet daarom de 'meiziekte'. Het is natuurlijk niet verantwoord het optreden van zulke afwijkingen slechts aan de sterke schommelingen van de dagelijkse maximumtemperatuur toe te schrijven. Het is bekend, dat ook andere factoren een rol spelen, zoals de hoge stralingsintensiteit, de soms krachtige wind en lage luchtvochtigheid. Onder zulke omstandigheden, in het bijzonder indien zij gecombineerd optreden (hetgeen vooral bij noordelijke winden het geval kan zijn; aanvoer van polaire lucht), is de luchtvochtigheid in de kassen moeilijk op peil te houden. Maar het is ook gebleken dat zulke combinaties niet altijd schadelijk zijn, omdat de plant over een zeker aanpassingsvermogen beschikt. Het zijn juist snelle wijzigingen in de weersomstandigheden die vaak funest zijn. Er komt nog bij, dat door het optreden van zulke snelle veranderingen hoge eisen gesteld worden aan de tuinder, wat betreft de regeling van het kasklimaat door luchten, schermeren en broezen.

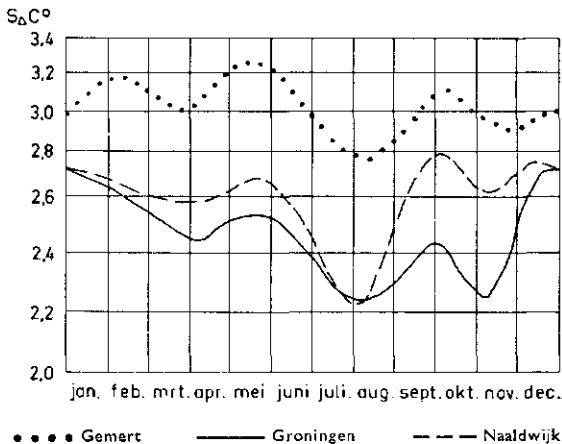
Tussen de drie stations zijn de verschillen minder sprekend dan tussen de maanden. Over het geheel genomen is de situatie te Naaldwijk wat gunstiger dan in Gemert, dat wil zeggen de kromme voor Naaldwijk ligt bijna het gehele jaar beneden die voor Gemert. Groningen neemt een tussenpositie in. Juist in de meest kritieke periode (april-juni) zijn de verschillen tussen deze waarnemingsstations echter betrekkelijk gering.

2.3. De minimumtemperatuur

De schommelingen waaraan de minimumtemperatuur onderhevig is, zijn vooral belangrijk voor de teelten in de open grond en in onverwarmde kassen. Naarmate deze schommelingen kleiner zijn, zal vroeger in het jaar met deze teelten kunnen worden gestart en zullen ze in het najaar langer kunnen worden voortgezet. Het spreekt vanzelf dat bij deze gedachtingang wordt uitgegaan van een gelijk gemiddeld niveau van de minimumtemperatuur. Bovendien is dit weerslelement van grote betekenis voor de teelt van sla in de winter onder onverwarmd glas, al of niet met gebruikmaking van plastic-afdekking. De overwintering zal beter gelukken naarmate de optredende veranderingen in de minimumtemperatuur minder extreem zijn.

Uit afb. 2 blijkt dat de eendaagse veranderingen van de minimumtemperatuur in mindere mate aan seizoensinvloeden onderhevig zijn dan die van de maximumtemperatuur. 's Zomers (juli-augustus) zijn deze schommelingen het kleinst, doch in de rest van het jaar zijn zij, behalve te Groningen, niet belangrijk groter. Tussen voor- en laat najaar (de in dit verband voor de praktijk belangrijkste perioden) is er dus weinig verschil.

Er bestaat wel een in het oog springend verschil tussen Gemert enerzijds en Naaldwijk en Groningen anderzijds. Gedurende het gehele jaar zijn de eendaagse veranderingen te Gemert belangrijk groter (20%) dan die op de twee andere stations. Tussen Groningen en Naaldwijk is gedurende een groot deel van het jaar weinig verschil te constateren. In het najaar (september t/m november) spreiden de schommelingen te Groningen veel minder dan die te Naaldwijk. Daarbij dient men te bedenken, dat Groningen vanwege het stadseffect niet volkomen representatief is voor het noordoosten des lands. Als het waar is, dat dit stadseffect de eendaagse veranderingen van de minimumtemperatuur verkleint, zou de curve Groningen in fig. 2 iets omhoog geschoven moeten worden, waardoor zij tussen de twee andere komt te



2. Eendaagse verandering van de dagelijkse minimumtemperatuur

liggen. Het is moeilijk te zeggen hoeveel de verschuiving bedraagt, maar ze is wellicht niet belangrijk.

2.4. De relatieve vochtigheid

Ten aanzien van dit weerselement zullen zowel voor de teelten onder glas als voor sommige groenteteelten in de open grond niet te grote schommelingen gewenst zijn. Deze factor zal steeds in samenhang met de dagelijkse maximumtemperatuur moeten worden beschouwd.

Uit fig. 3 blijkt, dat ook ten aanzien van de eendaagse veranderingen van de relatieve vochtigheid om 14 uur van een belangrijke seizoensinvloed sprake is. Midden in de winter (december, januari) zijn deze veranderingen betrekkelijk klein, doch reeds in februari worden ze groter; in maart wordt de maximale waarde bereikt. Gedurende een belangrijk deel van het jaar (maart t/m september) blijft de relatieve vochtigheid aan een sterke eendaagse verandering onderhevig. In oktober en november zijn deze schommelingen kleiner. Ten aanzien van de luchtvochtigheid is er dus veel minder sprake van een geprononceerd maximum in de eendaagse veranderingen dan bij de

maximumtemperatuur. Men is geneigd hieruit af te leiden, dat voor het optreden van 'verbrandingsverschijnselen' onder glas de eendaagse veranderingen in de maximumtemperatuur veel meer doorslaggevend zijn dan die in de relatieve vochtigheid om 14 uur.

Toch is uit een onderzoek naar de meest gewenste teeltomstandigheden voor de Muscaatdruiven wel gebleken, dat bij dit gewas sterke schommelingen in de luchtvochtigheid funest kunnen zijn. De vruchtzetting kan hierdoor zeer worden benadeeld, terwijl het optreden van lamsteligheid er in hoge mate door kan worden bevorderd.

De verschillen tussen de drie stations zijn betrekkelijk gering. Gedurende de lange zomerperiode (mei t/m september), met sterke eendaagse veranderingen, is de situatie te Naaldwijk echter in het algemeen wat gunstiger (dat wil zeggen de schommelingen zijn gemiddeld minder groot) dan op de twee andere stations.

3. De berekening van de eendaagse veranderlijkheid

Het onderzoek van de eendaagse veranderlijkheid bezit vele statistische aspecten. Hier zullen slechts enkele facetten worden behandeld die nodig zijn voor een goede beoordeling van de in dit artikel opgenomen grafieken en voor een beter begrip van de indeling en gebruikswijze van het toegevoegde nomogram.

Een weerselement, bijvoorbeeld temperatuur (t) kan op de dagen 1, 2, 3 enz. gedateerd worden: t_1, t_2, t_3 enz. Uit de t -reeks laat zich een reeks der eerste-orde differenties ${}_1\Delta$ vormen: ${}_1\Delta_1, {}_1\Delta_2, {}_1\Delta_3$ etc., met ${}_1\Delta_i = t_i - t_{i-1}$. De waarde van Δ kan zowel positief als negatief zijn. In de klimatologie heten deze differenties interdiurne variaties, tussendaagse veranderingen, dag-tot-dagveranderingen, eendaagse veranderingen¹. Het begrip zelf heet 'interdiurne variabiliteit', of 'eendaagse

¹ Niet te verwarren met de 'dagelijkse schommelingen'. Er is een 'dagelijkse schommeling' of 'dagelijkse variatie' of 'dagelijkse gang' als het veeljarige gemiddelde van het element t niet op alle uren van de dag dezelfde waarde heeft.

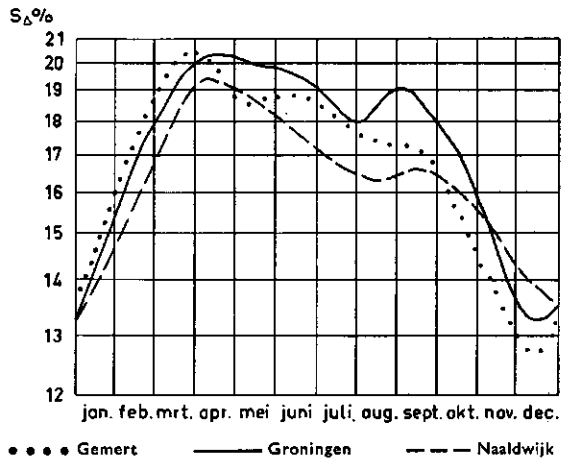
veranderlijkheid', afgekort tot I.V. De basisgegevens waren reeds op kaarten gepost, toen met het onderhavige onderzoek begonnen werd. Per station, per element en per dag is dat één kaart. Dit maakt voor 3 stations, 3 elementen en 26 jaren, ruim 85000 kaarten. Met deze primaire kaarten werden secundaire kaarten gemaakt, per station, per element voor elke dag een kaart, welke niet slechts de eendaagse, doch ook de twee-, drie-, vier-, vijf- en zesdaagse veranderingen bevat. Deze differenties werden weliswaar niet direct gevraagd (hoewel ze ook van belang voor de praktijk kunnen zijn), maar zij waren nodig voor de berekening van de sterkte van de autocorrelatie, zowel in de t - als in de ${}_1\Delta$ -reeks. Deze sterkte moet men kennen in verband met berekeningen van significanties en dergelijke.

3.1. Hoe kan de eendaagse veranderlijkheid (I.V.) het best worden gekarakteriseerd?

Er werd overeenkomstig de wens van de praktijk besloten iedere decade afzonderlijk (derhalve 36 decaden) te beschouwen. Het lag voor de hand allereerst voor elke decade, voor elk station, de gemiddelde waarde van de (van het teken ontdane) eendaagse verandering te berekenen, gemiddeld over alle N jaren. Dit is $e = |\Delta|$. Het is deze grootte, die men in alle artikelen over de I.V. ontmoet.

Om hier niet nader te noemen statistische redenen is deze grootte, die in de populatie der Δ -waarden (denk $N \rightarrow \infty$) met ε aangeduid wordt (e is een schatting van ε), een 'onding'. Aan $3 \times 3 \times 36 = 324$ frequentieverdelingen (te weten 3 stations, 3 elementen en 36 decaden) is gebleken dat de kansverdelingen der Δ -populaties zo goed als normaal zijn, alle met een gemiddelde nul. Daarom is besloten de standaarddeviatie, die in de populatie met σ_Δ aangeduid en in de steekproef als s_Δ gemeten wordt, als kenmerkend voor de I.V. te kiezen. Verschillen tussen de I.V.'s van verschillende maanden of van verschillende stations zijn dan slechts verschillen tussen de corresponderende σ_Δ -waarden.

Het is overigens zeer gemakkelijk uit de gemeten s_Δ -waarden (vereffend, rechtsboven in het nomogram, figuur 4), de $|\Delta|$ -waarden af te leiden. Voor een normale verdeling geldt namelijk exact in het universum $\varepsilon = \sigma_\Delta$

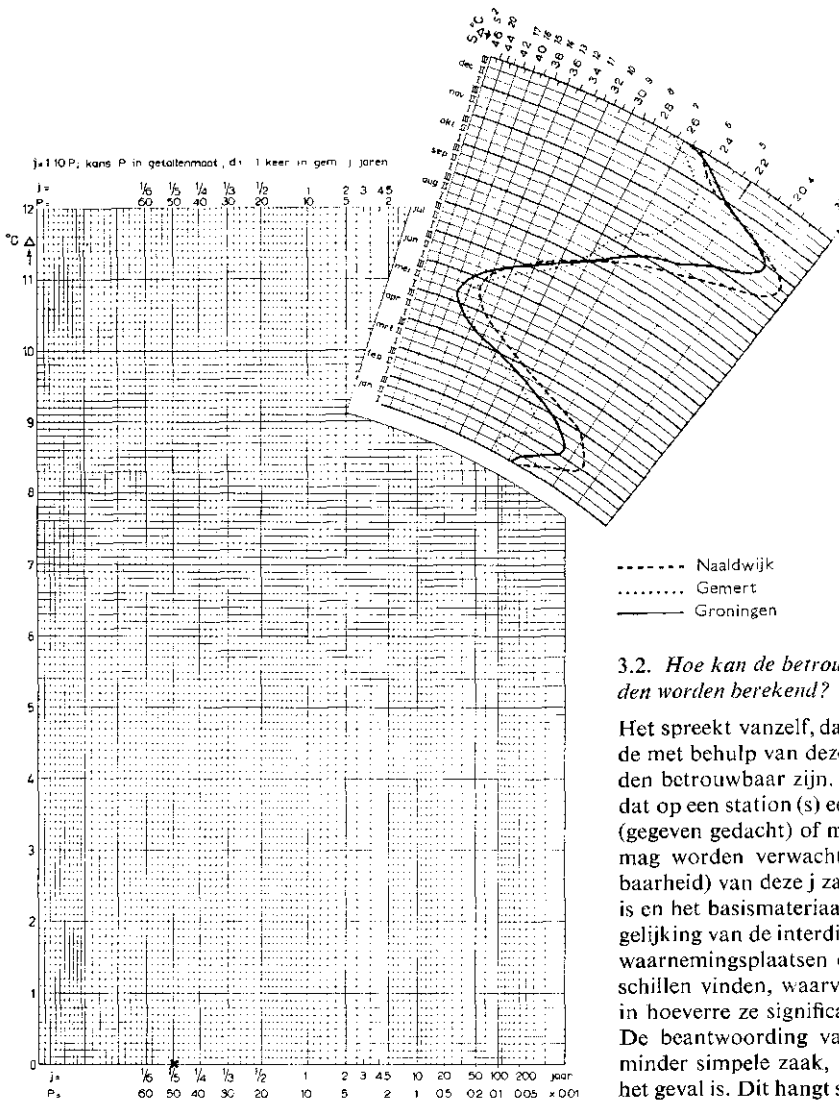


3. Eendaagse verandering van de relatieve vochtigheid

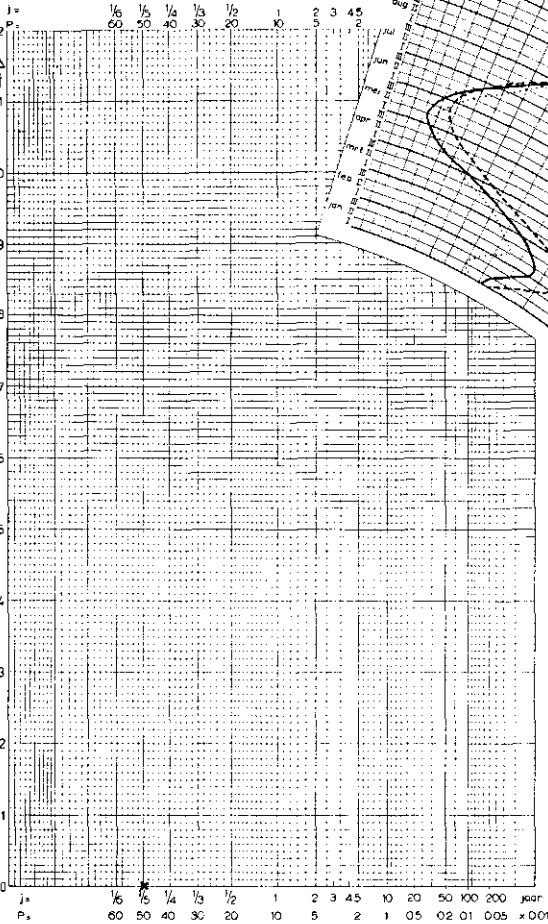
$\sqrt{2/\pi}$; voor de steekproef dus ook in benadering $|\Delta| = s_\Delta \sqrt{2/\pi} = 0.80 s_\Delta$.

Men zou nu kunnen volstaan met slechts tabellen voor de s_Δ -waarden (of $|\Delta|$ -waarden) te maken, maar men geeft meer informatie (althans men maakt het eenvoudiger om snel meer informatie te verkrijgen) door ook grafische voorstellingen van de Δ -kansverdelingen te maken. Elke normale verdeling kan op waarschijnlijkheidspapier (verticale as met lineaire schaal; horizontale as met de kansschaal der verdeling van Gauss) door een rechte lijn worden voorgesteld, welke gaat door het punt met ordinaat $\mu =$ universumgemiddelde en abscis $= 0,50$ (50%) en waarvan de helling recht evenredig met σ is.

In ons onderzoek zijn alle μ -waarden nul ($e = 0$), dat wil zeggen positieve differenties zijn even waarschijnlijk als negatieve. Men zou dus op één vel papier 324 rechten, alle door het punt (0; 50) kunnen tekenen (3 stations; 3 elementen; 36 decaden). Deze waaier van rechten zou natuurlijk onleesbaar zijn. Daarom werden drie nomogrammen geconstrueerd, voor elk der gekozen weerelementen één, en wel elk voor de drie stations Naaldwijk, Gemert, Groningen en de 36 decaden in het jaar tegelijk. Er werden daarop niet 108 rechten getrokken, doch een doorzichtige looper met rechte hartlijn kan om het punt (0; 50) gedraaid en zo-



$j = 10P$; kans P in getallenmaat, d. 1 keer in gem. j jaren



- Naaldwijk
- Gemert
- Groningen

3.2. Hoe kan de betrouwbaarheid van de gevonden waarden worden berekend?

Het spreekt vanzelf, dat men wenst te weten in hoeverre de met behulp van deze nomogrammen gevonden waarden betrouwbaar zijn. Zo zal men bijvoorbeeld aflezen, dat op een station (s) een eendaagse verandering van $\pm b$ (gegeven gedacht) of meer één keer in gemiddeld j jaren mag worden verwacht. De nauwkeurigheid (betrouwbaarheid) van deze j zal geringer zijn, naarmate b groter is en het basismateriaal kleiner. Zo zal men ook bij vergelijking van de interdiurne variabiliteit op verschillende waarnemingsplaatsen en in verschillende perioden verschillen vinden, waarvan men gaarne zou willen weten in hoeverre ze significant zijn.

De beantwoording van zulke vragen is hier een veel minder simpele zaak, statistisch gezien, dan doorgaans het geval is. Dit hangt samen met de positieve autocorrelatie, die in klimatologische tijdreeksen bijna altijd optreedt. Ook de t-reeks bezit positieve autocorrelatie, dat wij zeggen de kans, dat t_i groter is dan b (b gegeven gedacht) is groter als t_{i-1} groter is dan b; t_i 'hangt met t_{i-1} samen', t_{i-1} weer met t_{i-2} , enz.

Het gaat echter niet om de t-reeks, doch om de Δ -reeks, $\Delta_i = t_i - t_{i-1}$. Zelfs bij afwezigheid van autocorrelatie in de initiale t-reeks, zou de hiervan afgeleide Δ -reeks een negatieve autocorrelatie bezitten, welke duidt op een zekere alterneringsneiging in de opeenvolgende

4. Kansverdeling van de eendaagse verandering (Δ) van de dagelijkse maximumtemperatuur (T)

danig gelegd worden, dat de rechte de kansverdeling van Δ voorstelt voor het gewenste element, de gewenste decade en het gewenste station (bijzonderheden in paragraaf 4).

Δ 's. Deze van nature aanwezige negatieve autocorrelatie wordt gewijzigd door de positieve autocorrelatie in de t-reeks. Ondanks deze moeilijkheden van statistische aard is het gelukt een procedure te ontwikkelen om de betrouwbaarheid van de gevonden waarden te berekenen. De betreffende procedure, die hier niet nader zal worden uiteengezet [zie Levert, 2], eist het in beschouwing nemen van kleine perioden, derhalve eerder decaden dan maanden. De betrouwbaarheidsberekeningen werden vereenvoudigd door de, overigens klimatologisch voor de hand liggende omstandigheid, dat tussen de stations, wat de autocorrelatie-coëfficiënten van de t-reeks betreft, weinig verschil aanwezig bleek te zijn (wat de Δ -reeks betreft dus evenmin). De autocorrelatie-coëfficiënt is wel sterk van het element (t, T, U) afhankelijk.

4. Het nomogram

4.1. Typen van vragen, die met het nomogram kunnen worden beantwoord

Voor elk van de drie in onderzoek genomen weers-elementen t, T en U, respectievelijk de dagelijkse minimumtemperatuur, de dagelijkse maximumtemperatuur en de dagelijkse relatieve vochtigheid te 14 uur, zijn nomogrammen vervaardigd. Slechts een van deze nomogrammen, namelijk die welke betrekking heeft op de dagelijkse maximumtemperatuur, is hierbij afgebeeld (afb. 4). Aan de hand van enkele voorbeelden zal worden toegelicht, hoe men met een dergelijk nomogram moet werken.

De kans (P) op een bepaalde eendaagse verandering ($\Delta = g$) is afhankelijk van het waarnemingsstation (S) en de tijd van het jaar (decade = d). Gemakshalve wordt deze kans binnen een zelfde decade onafhankelijk van de dag gedacht. Met P in getallenmaat komt overeen de zegswijze, '1 keer in gemiddeld j jaren', met $j = 1:10 P$; b.v. $P = 0,01$; $j = 10$, dus 1 keer in gemiddeld 10 jaar. Beperkt men zich tot een bepaald waarnemingsstation, dan zijn er 3 variabelen (parameters): Δ , d, P. Zijn er hiervan twee gegeven, dan ligt de derde vast. Dit feit impliceert drie typen van vragen:

A. Gegeven S en bovendien $\Delta (= g)$ en d; gezocht P. Voorbeeld: Welke kans is er op een eendaagse verandering van ten minste 6°C in T te Gemert in jan. II? Men legt de doorzichtige looper over het op de abscis aangekruiste punt ($\Delta = 0$, $P = 50 \times 0,01$) en over het punt in

de grafiek rechts boven, waar de op Gemert betrekking hebbende stippellijn de jan. II-lijn kruist ($s_\Delta = 2,8$). Men gaat nu na, waar de looper de horizontale lijn $\Delta = 6^\circ\text{C}$ snijdt. Dit blijkt te zijn bij de verticaal $j = 6$ jaren (even rechts van de verticaal $P = 2 \times 0,01$ of $j = 5$ jaren). Men mag dus één keer in gemiddeld 6 jaren een eendaagse verandering van ten minste 6°C in de maximumtemperatuur te Gemert in de tweede decade van januari verwachten.

B. Gegeven S en bovendien P en d; gezocht Δ .

Voorbeeld: Welke eendaagse verandering in T mag men ten minste te Groningen één keer in gemiddeld vijf jaren in april I verwachten? Men legt de looper nu over het punt in de grafiek rechts boven, waar de op Groningen betrekking hebbende getrokken lijn de april I lijn kruist ($s_\Delta = 3,2$). De looper snijdt nu de verticaal $j = 5$ jaren bij een waarde $\Delta = 6,6^\circ\text{C}$. Het antwoord luidt dus: Men mag te Groningen in de eerste decade van april één keer in gemiddeld vijf jaren een eendaagse verandering van de maximumtemperatuur van ten minste $6,6^\circ\text{C}$ verwachten.

C. Gegeven S en bovendien P en $\Delta = g$; gezocht d.

Voorbeeld: In welke decade van welke maand mag men te Naaldwijk één keer in gemiddeld tien jaren een eendaagse verandering van T van ten minste 6°C verwachten? Men legt de looper nu over het aangekruiste punt en over het punt ($\Delta = 6$, $j = 10$) en gaat na waar de looper in de grafiek rechtsboven de op Naaldwijk betrekking hebbende streepjeslijn kruist. Dit blijkt het geval te zijn in maart II, III en in augustus II, III.

Om snel een antwoord te kunnen geven op vragen omtrent de betrouwbaarheid van de uitkomsten zijn eveneens nomogrammen ontworpen. Deze zullen hier niet worden besproken (zie hiervoor een rapport van C. Levert, [3]). Er kan hier worden volstaan met de mededeling, dat hiermee de betrouwbaarheid van de in de boven beschreven gevallen gevonden waarden van P, Δ en d kan worden vastgesteld. Ook kan hiermee beoordeeld worden, of de jaarlijkse gang, die de eendaagse veranderlijkheid op een bepaald waarnemingsstation vertoont, statistisch reëel is.

4.2. Enkele typen van vragen, die niet met het nomogram kunnen worden beantwoord

Er zijn tal van vragen denkbaar, die met behulp van het hier behandelde nomogram niet kunnen worden beant-

woord, terwijl de voor de beantwoording benodigde basisgegevens toch beschikbaar zijn en in ponskaarten zijn vastgelegd. Dit betreft vragen van een meer gedetailleerd karakter, waarbij onze belangstelling uitgaat bijvoorbeeld naar een ononderbroken periode van eendaagse veranderingen van een bepaalde waarde, naar de kans op bepaalde eendaagse veranderingen bij een gegeven niveau van temperatuur of luchtvochtigheid, of naar een bepaalde samenhang in de eendaagse veranderingen van verschillende weersfactoren.

Samenvatting

De gelijkmatigheid van het klimaat is aan een studie onderworpen. Er is hierbij aandacht geschonken aan de eendaagse veranderingen van de maximumtemperatuur, de minimumtemperatuur en de relatieve vochtigheid om 14 uur. Er is in het kort geschetst, in hoeverre deze weers-elementen van betekenis zijn voor de tuinbouw, in het bijzonder voor zoverre deze onder glas wordt bedreven.

Globaal is uiteengezet, welke moeilijkheden zich voordoen bij de wiskundige verwerking van de op ponskaarten ter beschikking staande gegevens. Er zijn nomogrammen uitgewerkt, die ons op allerlei vragen snel een antwoord kunnen geven. Aan de hand van enkele voorbeelden is duidelijk gemaakt hoe een nomogram (afb. 4) gebruikt moet worden. Tenslotte is een overzicht gegeven van de typen vragen, die met behulp van deze nomogrammen kunnen worden beantwoord.

Literatuur

1. Hartman, C. M. A. *Het klimaat van Nederland. B. Luchttemperatuur*. Tabellen 45, 46, 47. Med. en Verh. K.N.M.I. No. 24; 1916.

2. Levert, C.: *Onderzoek naar de interdiurne variabiliteit van enkele meteorologische elementen in Nederland*. K.N.M.I.; W.R. 60-2 R III - 248 - 1960.

3. Levert, C.: *Een nomogram voor betrouwbaarheids-grenzen van quantielen en overschrijdingskansen bij normaal verdeelde grootheden*. Statistica Neerlandica **13** (1959) 3-14.

4. Levert, C.: *Meteorologische und Statistische Betrachtungen über die interdiurne Veränderlichkeit*. Arch. f. Meteor., Geoph. und Bioklim., Serie B II (1960).

5. Levert, C.: *Meteorologische und Statistische Betrachtungen über die interdiurne Veränderlichkeit*. Arch. f. Meteor., Geoph. und Bioklim. B 10 (1960): 412.

Summary

Day-to-day changes in temperature and relative humidity at three stations in the Netherlands

The equableness of the climate has been made an object of study. In this respect attention has been paid to day-to-day changes in the maximum temperature, the minimum temperature and the relative humidity at 2 p.m. A brief outline is given of the degree of significance of these weather conditions for horticulture and, in particular, for the culture under glass.

A detailed explanation is given of the difficulties which arise when the data on the punch-cards are worked up mathematically. Nomographs have been worked out which can give a quick answer to all kinds of questions. The directions for use of a nomograph (see figure No. 4) are made clear by means of some examples.

Finally a survey is given of the kind of questions as to the utilization of these nomographs.