203 C 23

GROEIMETINGEN BIJ DE TULPEBOL

GROWTH MEASUREMENTS ON THE TULIP BULB

D. A. KRAAIJENGA

NN08201.284

GROEIMETINGEN BIJ DE TULPEBOL

GROWTH MEASUREMENTS ON THE TULIP BULB

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS,
IR. W. F. EIJSVOOGEL,
HOOGLERAAR IN DE HYDRAULICA, DE BEVLOEIING,
DE WEG- EN WATERBOUWKUNDE EN DE
BOSBOUWARCHITECTUUR,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG, 8 JULI 1960 TE 16 UUR

DOOR

DERK ANNE KRAAIJENGA

H. VEENMAN EN ZONEN N.V. – WAGENINGEN

STELLINGEN

I

De groei van de tulpebol vindt overwegend 's nachts plaats en deze groei wordt voornamelijk bepaald door de nachtelijke transpiratie.

Dit Proefschrift.

II

Een eenzijdige wegbeplanting, bestaande uit een enkele gesloten rij bomen (bijv. Picea- of Abies-soorten) verdient in de bollenstreek aanbeveling.

Dit Proefschrift.

III

De bodemkartering van de bollenstreek door VAN DER MEER zou aan practische waarde gewonnen hebben, wanneer op een kaart de mogelijkheden voor grondverbeteringen waren aangegeven.

Med. Versl. Landbouwk. Onderz. 's-Gravenhage 58.2, 1952.

IV

Het verbeteren van bollengronden leidt vaak niet tot het best bereikbare resultaat wegens de daaraan verbonden hogere kosten. Voor dit onherstelbare verlies zou een geringe subsidiëring mogelijk een oplossing kunnen bieden.

V

Voor het behoud van de bollenteelt in de bollenstreek dient deze streek zo spoedig mogelijk onder beheer te komen van een boven-gemeentelijke bestuursorganisatie.

VI

Ondanks het ontbreken van enige wetenschappelijke grond aan het kruisingswerk van de bollenkweker, moet aan dit laatste toch grote betekenis gehecht worden.

VII

Het houttechnische onderzoek is een belangrijke factor in het bekend maken van en daardoor stimuleren van het gebruik van tot nu toe weinig gebruikte soorten uit gemengd tropisch natuurbos.

VIII

Het programma van een school, welke opleidt in een gespecialiseerde tak van tuinbouw, dient uitsluitend afgestemd te zijn op de belangen van de desbetreffende bedrijfstak.

IX

Het onderwijs op land- en tuinbouwscholen dient gegeven te worden door personen die, naast het verzorgen van dit onderwijs, een behoorlijke taak te vervullen hebben in onderzoek of voorlichting.

Diss. KRAAIJENGA
... 1960

WOORD VOORAF

Bij het verschijnen van dit proefschrift zeg ik gaarne iedereen dank, die bij het gereedkomen ervan en bij het betreffende onderzoek betrokken is geweest.

Hooggeleerde WELLENSIEK, Hooggeachte Promotor, voor de wijze waarop U zich aan het manuscript gewijd heb, maar vooral voor de stimulans die daarbij van U uitging, ben ik U zeer dankbaar. Het spijt mij dan ook enkel dat onze ontmoetingen gering in aantal waren en dat het contact niet eerder werd gelegd.

Hooggeleerde VAN SLOGTEREN, dank zij het feit dat U de benodigde apparatuur zeer welwillend ter beschikking stelde en mij als gastmedewerker toegang tot het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek verschafte, was dit onderzoek mogelijk.

U, Hooggeleerde VAN DER WANT, hebt deze toestand willen bestendigen en bovendien mijn werk met Uw belangstelling gesteund.

Weledelzeergeleerde POST en Weledelgeleerde KAMERBEEK, voor de kritiek en de hulp welke U mij, respectievelijk als landbouwmeteoroloog en als plantenphysioloog, steeds verstrekte, dank ik U beiden hartelijk.

U, Weledelgestrenge VLAG ben ik erkentelijk voor de vrijheid die U mij bij het onderzoek steeds gelaten hebt.

Voor hun medewerking bij de periodieke rooiproeven wil ik de Heren VAN WAVEREN te Haamstede en VAN DIS te Fijnaart ook gaarne dank zeggen.

Rest mij nog diegenen te bedanken die als medewerkers van het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, het Proefstation voor de Bloembollencultuur, de Rijkstuinbouwconsulentschappen te Hoorn en te Lisse, of elders, bij de waarnemingen, de constructie van de apparaten, of anderzins betrokken zijn geweest. Zonder deze hulp was dit onderzoek niet mogelijk geweest.

Overdruk

635.965.281.1 : 581.14

MEDEDELINGEN VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN, NEDERLAND 60 (8) 1–53 (1960)

GROEIMETINGEN BIJ DE TULPEBOL *)

GROWTH MEASUREMENTS ON THE TULIP BULB

door/*by*

D. A. KRAAIJENGA

Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse, Mededeling No. 141

(Ontvangen/Received 27.4.'60)

INHOUD

HOOFDSTUK I. Inleiding 2
1. Algemeen 2
2. De oorspronkelijke vindplaatsen 2
3. De teeltgebieden 3
4. De bodemgesteldheid 3
5. De watervoorziening 4
6. De neerslag 6
7. De temperatuur 6
HOOFDSTUK II. Doel en opzet van het onderzoek 7
HOOFDSTUK III. Statistisch onderzoek 9
1. De betekenis van het statistisch onderzoek 9
2. De herkomst van de gebruikte oogstgegevens 9
3. De herkomst van de gebruikte weercijfers 10
4. De gevolgde werkwijze 11
5. De resultaten 11
HOOFDSTUK IV. Periodieke rooiproeven 12
1. De opzet van de periodieke rooiproeven 12
2. De plaatsen waar de proeven genomen werden 13
3. De resultaten betreffende:
3.1. de oude bol 15
3.2. de groei van het kruid 15
3.3. de groei van de nieuwe hoofdbol plus klisters 16
4. Vergelijking van de curven met de temperatuur 18
HOOFDSTUK V. Proeven met de groeimeter 21
1. De algemene opzet 21
2. Het principe van de groeimeter 22
3. De betekenis van de verkregen groeicurve 24
4. De resultaten bij de tulp 25
5. De resultaten bij enkele andere gewassen 26
6. De meting van de transpiratie 28
7. Vergelijking van de transpiratieuitkomsten met die van een lysimeter 32
8. Het gelijktijdig gebruik van groeimeter en transpiratiebalans bij *Hippeastrum* . . 34
9. Het gelijktijdig gebruik van groeimeter en transpiratiebalans bij de tulp 36
10. Vergelijking van de groei met de weersfactoren 39
HOOFDSTUK VI. Bespreking van de resultaten 42
1. De resultaten welke vallen binnen de groeiperiode van de nieuwe bol 42
2. De resultaten welke vallen buiten de groeiperiode van de nieuwe bol 43
3. De resultaten verkregen met de groeimeter 45
4. Praktische consequentie 47
HOOFDSTUK VII. Conclusies 48
HOOFDSTUK VIII. Summary 49
LITERATUUR 51

*) Tevens Mededeling No. 22 van de Vereniging Proefstation voor de Bloembollencultuur te Lisse.

HOOFDSTUK I

INLEIDING

1. ALGEMEEN

Hoewel het in dit onderzoek uiteindelijk gaat over de invloed van de weersfactoren op de groei van de tulpebol, is het toch van belang er op te wijzen, dat de tulp oorspronkelijk uit een geheel ander gebied stamt met een ander klimaat, en indertijd in Nederland is ingevoerd.

In deze inleiding worden daarom enkele gegevens uit de literatuur vermeld, welke betrekking hebben op de plaatsen waar de tulp van nature voorkomt, op de invoering van de tulp in Europa, op de huidige centra van tulpenteelt en op enkele omstandigheden, zoals neerslag en temperatuur, welke daar heersen.

Meer dan een globaal overzicht beoogt deze inleiding niet te geven.

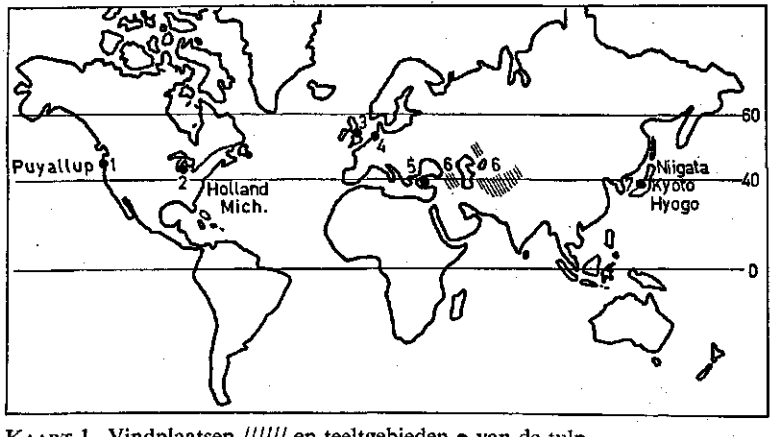
2. OORSPRONKELIJKE VINDPLAATSEN

Volgens SOLMS-LAUBACH (33) is het niet waarschijnlijk dat de in de zestiende eeuw in Italië gevonden tulpen daar vóór die tijd ook reeds van nature voorkwamen. Alle in die tijd en later in Europa gevonden tulpen zouden ingevoerd zijn uit het oosten. Hierdoor moet alleen het aziatische steppengebied, de Kaukasus en de Zuid-Russische steppe, als land van oorsprong beschouwd worden. Alleen van *Tulipa sylvestris* wordt aangenomen dat deze van nature rond de Middellandse Zee voorkomt.

(33, p. 37): „Unter den wilden Tulpen Mittel- und Westeuropas müssen für unsere Zwecke zwei Gruppen unterschieden werden, einmal nämlich der alte eingeborene Verwandtschaftskreis der *Tulipa silvestris* und dann die rothblühenden Formen, die nachweislich erst seit dem 16. Jahrhundert bei uns eingedrungen oder aufgetreten sind.

Was zunächst die gelben Wildtulpen betrifft, die sich um unsere bekannte *Tulipa sylvestris* gruppiren, so sind diese im ganzen westlichen Mittelmeergebiet bis Griechenland unzweifelhaft einheimisch...".

Deze hebben echter niet de stoot gegeven tot het ontstaan der tulpencultuur, die pas begon toen de rode en bonte tulpen in Europa bekend werden.



KAART 1. Vindplaatsen ////// en teeltgebieden ● van de tulp.
MAP 1. *Places where the tulip is endemic ////// and the growing centres ●.*

(33, p. 44): „Die roth und bunt blühenden Tulpen sind in Europa bis zum Jahre 1559 zweiffellos nicht vorhanden gewesen."

Met behulp van de werken die de tulp beschrijven en tevens de vindplaatsen vermelden, is het gebied van oorsprong nader in kaart te brengen. Zie kaart 1.

3. De teeltgebieden

Solms-Laubach (33) heeft in zijn boek melding gemaakt van de voor die tijd aanzienlijke hoeveelheden tulpen, die in Turkije geteeld werden. Hiervoor werd een brief geciteerd van de Franse gezant in Turkije gericht aan de Franse koning, van 24 april 1726.

(33, p. 60): „Le grand Seigneur, le grand Visir et Kiaïa ont pris depuis quelques années un grand goût pour les fleurs, et surtout pour les Tulipes dont ils sont très curieux; on estime qu'il y a 500.000 oignons dans le jardin du grand Visir et pour plus de 150.000 écus dans celui du Kiaïa.

Krelage (17, p. 454): „Deze rijkdom aan verscheidenheden, waardoor de Tulp zich bij haar komst in West-Europa terstond onderscheidde, kan alleen verklaard worden uit het feit, dat de Tulp reeds langen tijd gekweekt werd door de Perzen en de Turken, vóórdat deze bloem in Europa bekend werd. Er groeien in de door hen bewoonde streken in Azië verschillende wilde Tulpen-species, al kan thans niet meer worden nagegaan, welke daarvan zij als uitgangspunt voor hun Tulpenteelt hebben gebruikt. Maar vaststaat, dat zij hun collecties door zaaiing geregeld hebben uitgebreid en dat zij de voorkeur gaven aan gestreepte en gevlamde bloemen van twee of meer kleuren. Dat zij bloemen met puntige bloemblaadjes het meest volmaakt vonden, blijkt niet alleen uit het groote aantal van dergelijke verscheidenheden, die in den eersten tijd in West-Europa werden gekweekt, maar volgt ook uit de tot ons gekomen beschrijving van de eischen, waaraan een ideale Tulp bij de Turken moest voldoen."

Waar de genoemde tuinen in Turkije gelegen hebben, is niet opgegeven, maar waarschijnlijk is dit het geval geweest in de omgeving van de steden Smyrna en Istanboel.

Uit deze werken blijkt tevens dat de tulp op verscheidene plaatsen in Europa: Italië, Duitsland en Nederland, ongeveer gelijktijdig verschenen is. De latere concentratie in West-Nederland zou dan mogelijk te danken zijn aan gunstige omstandigheden, klimaat, bodem en voldoende water voor de teelt. Het oudste, maar verloren gegane teeltgebied moet dus gezocht worden in Turkije.

De tegenwoordige teeltgebieden zijn:

Kustgebieden in Brits Columbia, Washington en Oregon
Holland, Michigan U.S.A.
Lincolnshire, Engeland
West Nederland, N.W.-Duitsland, Denemarken
Niigata, Kyoto en Hyogo in Japan.

Deze volgorde is gelijk aan de ligging van deze gebieden van links naar rechts op kaart 1 en heeft verder geen betekenis.

4. De bodemgesteldheid

De belangrijkste factoren, die het al of niet voorkomen van een plant ergens bepalen, zijn het klimaat en de bodem.

Uit de teelt in ons land blijkt dat voor de tulp de bodem niet aan speciale eisen behoeft te voldoen omdat de teelt op zand, zavel en ook op lichte klei plaats vindt, behalve dan dat de pH zo tussen de 6,5 en 7,5 moet liggen.

In Japan vindt de teelt eveneens plaats op zand en zavelgronden. TSUKAMOTO (34) schrijft hierover: „The field soils in Niigata, Kyoto and Shimani are coastal sand and those in Hyogo and Kochi sandy loam."

In de literatuur over de botanische exploraties, die omstreeks het einde van de vorige eeuw plaats vonden, wordt een enkele nadere mededeling aangetroffen over de bodemgesteldheid van de plaatsen waar de tulpen in het wild werden gevonden. Daaruit blijkt dat het ook daar verschillende grondsoorten betreft. Zo schreef REGEL (28) hierover te Buchara, 29 april–11 mei 1883: „Anfang der bucharische Ebene ...eine lehmige Artemisiensteppe, darauf beginnt auf dem sandigen und sturmdurchwirbelten Boden eine Theilweise aus Ostbuchara bekannte Flora von Zwiebelgewächsen, Astragaleen, Cruciferen, Boragineen... ...die freie Lehmsteppe südlich von Buchara... auf den austerschalenreichen gelben Sandbanken des Dünenrandes..." Ook hier is weer sprake van verschillende grondsoorten. De schelpen wijzen bovendien op een niet zure grond.

Geconcludeerd mag dan ook worden dat er, behoudens de zuurgraad, door de tulp geen speciale eisen aan de grond gesteld worden.

5. DE WATERVOORZIENING

De watervoorziening speelt bij de teelt van bolgewassen een zeer belangrijke rol. Dit geldt in de eerste plaats voor de hyacint; maar ook voor de tulp en andere bolgewassen is dit van grote betekenis. In ons land is in het Hoogheemraadschap Rijnland op de afgegraven duinzandgronden een, in dit opzicht, ideale toestand ontstaan door het handhaven van het slootwaterpeil op 55 à 60 cm beneden het maaiveld. De betekenis voor de bollenteelt van de op dit peil gehandhaafde waterstand is indertijd door BLAAUW (6) onderzocht. Voor de praktijk betekent dit, al jaren bestaande, beheer van het boezemwater door Rijnland, dat er geen nadeel meer wordt ondervonden van wateroverlast, GEDENKBOEK (9), VAN DER MEER (21), en dat de watervoorziening evenmin in het minimum kan geraken, dank zij de goede doorlatendheid van de zandgronden.

Voor streken buiten Rijnland gelegen geldt dit laatste veelal niet en daar is, in droge jaren, het watertekort oogstbepalend. De praktijk is dan ook tot beregenen overgegaan op de zavelgronden in West-Friesland en niet op de zandgronden in de eigenlijke bollenstreek tussen Haarlem en Leiden. Op de overige zandgebieden wordt òf infiltratie toegepast door het handhaven van een bepaalde slootwaterstand, al of niet gecombineerd met een buizeninfiltratie zoals in de omgeving van Breezand, òf men gebruikt veelvuldig pompen om de greppels vol te laten lopen, zoals in Kennemerland.

De buizeninfiltratie, welke bij Breezand wordt toegepast, treft men in de eigenlijke bollenstreek niet aan wegens de betere doorlatendheid van het profiel. Wèl kent de bollenstreek drainreeksen gelegen boven de grondwaterstand, welke voor een snellere afvoer van overtollig water moeten dienen. Om de schade ten gevolge van wateroverlast, bijv. na een vorstperiode wanneer regen of sneeuwwater afgevoerd moet worden terwijl er nog vorst in de grond kan zitten, te voorkomen, wordt in de bollenteelt de voorkeur gegeven aan open watergangen, veelal gecombineerd met de genoemde, boven het grondwater liggende, drainreeksen. Hierdoor wordt een zo snel mogelijke afvoer van het overtollige water uit de bovenste lagen verkregen.

Wegens de grote betekenis van de waterbeheersing in de bollenstreek door Rijnland en omdat het ontstaan van deze regeling wordt aangegeven, volgen hieronder enkele citaten uit het GEDENKBOEK (9).

Blz. 13: „Het is van algemeene bekendheid dat in het najaar van 1872 door den hoogen waterstand in onderscheidene deelen van Noord- en Zuid-Holland veel last geleden is door hen, die zich bezig houdt met land- en tuinbouw en het kweeken van bloembollen.

Van meer dan eene zijde is het bestuur der Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur aangezocht, om zich tot de bevoegde autoriteit te wenden ten einde eene verbetering van de waterstand te verkrijgen."

Blz. 15: „Daar inmiddels door de hoogen waterstand van 1876 weder belangrijke schade geleden was, achtte het bestuur een nauwkeurig onderzoek gewenscht, waartoe het de medewerking inriep van allen, die het bloemenvak beoefenden. Wel is het eene waarheid – zegt het bestuur o.a. in het desbetreffende rondschrijven van 20 oktober 1877 – dat de mislukking van de bloembollenteelt in dit jaar ook aan eene andere oorzaak te wijten schijnt, dan alleen aan eenen te hoogen waterstand, maar zulk eene algemeene mislukking van den oogst moet een gevolg zijn van eenen zeer bijzonderen toestand, want hoogst zeldzaam is het voorgekomen, dat de ramp zóó algemeen en van zóó uitgebreiden aard was als nu. Hooge, te hooge waterstanden zijn in den laatsten tijd dikwijls voorgekomen maar nog nimmer heeft dien te hooge waterstand zoolang aangehouden als nu op het einde van 1876 en in het begin van 1877. De veronderstelling ligt dus voor de hand, dat de bollen door die te hoogen waterstand te zeer verzwakt waren om wederstand te bieden aan de ongunstige koude weersgesteldheid die in het voorjaar heerschte. Zulk koud weder in den aanvang van het jaar en in de lente is meer voorgekomen, zonder daarom echter op de cultuur der bloembollen gelijken vernietigenden invloed te hebben uitgeoefend. Er moet dus eene zeer bijzondere oorzaak zijn voor de ondervonden mislukking der cultuur.

Het is in veler belang, die oorzaak te leeren kennen en het is evenzeer van belang om de schade te weten die erdoor veroorzaakt is.

De schade is groot, grooter dan menigeen denkt, en is de langdurige en aanhoudende te hooge waterstand als de voornaamste oorzaak van het geleden nadeel te beschouwen, dan is het in aller belang wenschelijk, dat die schade bekend worde, en dat de Minister van Binnenlandsche Zaken en ook het bestuur van het Hoogheemraadschap van Rijnland wete, welke dierbare belangen hier op het spel staan. Zoude het toch wel teveel gezegd zijn, dat de bloembollencultuur bij herhaling van gelijken mislukten oogst, als in het jaar 1877, zoo niet geheel, dan toch voor jaren lang, als verloren kan beschouwd worden?"

Blz. 16: „In de algemeene vergaderingen van de beide volgende jaren werden steeds dringende jammerklachten over den steeds „onrustbarend hoogen" waterstand geuit. In 1879 ging een adres aan Rijnland, waarin onder herinnering aan hetgeen vroeger te dier zake reeds door de vereeniging was gedaan, betoogd werd, dat dit hoogheemraadschap over de noodige middelen beschikte om in de bezwaren te voorzien. Gaarne zou men zich verhooging van bundergeld getroosten mits het doel bereikt werd,... Eindelijk kwam dan ook de redding, door de totstandkoming der waterloozing bij Katwijk. Van dien tijd af dagteekent de snelle opbloei van de bollenteelt in Zuid-Holland. In latere jaren kwamen nog slechts hoogst zelden ernstige klachten over te hooge waterstanden voor. Het bloembollenvak was een factor van beteekenis geworden, waarmede ook door Rijnland rekening werd gehouden."

Blz. 21: „Het laatste vijfjarig tijdvak" – heet het daar – „werd gekenmerkt door jaren van misgewas en beperkte oogsten. Nog hebben sommige bolgewassen hare vroegere kracht niet terug erlangd; – en al werd van den strengen en langen

winter (van 1879–1880) weinig schade ondervonden, toch heeft op dit oogenblik de bloei der gewassen nog te kampen met de gevolgen der verzwakking van vorige ongunstige jaren."

Blz. 61–62: „...in 1895 verzocht het hoofdbestuur aan de afdeelingen, voor zoover deze in Rijnland waren gelegen, te willen mededeelen, in hoeverre de waterstand gedurende het laatste jaar voldaan had aan de wenschen der afdeelingen en tevens opgave te willen doen van den meest gewenschten stand. De 10den Maart 1896 kon het hoofdbestuur aan Rijnland mededelen, dat van 1 April tot 1 September een waterstand van 55 – A.P. en van 1 September tot 1 April van 60 – A.P. als de meest gewenschte wordt beschouwd."

De betekenis voor de bollenteelt van het nauwgezet handhaven van het waterpeil, waar de praktijk reeds in 1885 op aandrong, wordt thans algemeen aanvaard, temeer omdat BLAAUW (6) in 1934 en volgende jaren deze eisen door onderzoek kon bevestigen.

6. DE NEERSLAG

De bollenkweker (-teler) zal de factor water wel steeds tot op zekere hoogte in de hand hebben, temeer omdat het uitvoeren van voorzieningen financieel bij deze teelten in de regel mogelijk is. Door ontwatering of door wateraanvoer is de natuurlijke toestand in de teeltgebieden te corrigeren en in overeenstemming te brengen met de eisen welke het gewas stelt. Hieruit volgt dat er niet verondersteld mag worden dat de neerslag de bepalende factor is geweest voor het ontstaan van teeltgebieden en dat er dientengevolge ook geen overeenkomst verwacht mag worden tussen de neerslagcijfers van de genoemde teeltgebieden.

Hierbij komt nog dat in sommige gebieden, bijvoorbeeld Japan, een deel van de neerslag lange tijd in de vorm van sneeuw blijft liggen en pas later smelt, terwijl dit in andere gebieden, Engeland-Nederland, geen regel is.

In tabel 1 zijn de neerslagcijfers weergegeven.

TABEL 1. De gemiddelde maandelijkse neerslag in mm van enige plaatsen gelegen in of bij de belangrijkste teeltgebieden en van enige vindplaatsen van de tulp.

TABLE 1. *The mean monthly precipitation in mm of some places situated in or near the main growing centres and some find-spots of the tulip.*

Plaats \ Maand		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totaal
Puyallup	Wash. USA	153	114	98	76	66	48	20	21	56	89	175	155	1071
Holland	Mich. USA	60	54	55	86	88	71	58	59	103	84	67	63	848
Spalding [1])	Engeland	42	40	41	39	44	50	57	63	45	66	54	56	597
Nederland		58	44	43	47	49	57	72	76	69	72	70	65	722
Lisse		54	38	37	45	46	51	68	79	84	83	72	63	720
Alma Ata	USSR	30	25	38	78	77	58	28	21	30	45	38	29	497
Taschkent	USSR	41	40	66	55	17	4	1	2	4	21	22	56	329
Niigata	Japan	190	127	109	105	89	114	162	119	178	160	195	227	1775
Demati	Japan	302	177	168	150	84	128	228	140	180	167	205	308	2237
Kumihama	Japan	313	220	145	146	100	117	138	130	195	170	170	290	2134

[1]) gemiddelde van Nottingham, Hull, Yarmouth en Cambridge.

7. DE TEMPERATUUR

Van de genoemde gebieden zijn in fig. 1 de gemiddelde maandtemperaturen weergegeven. Naast de reeds besproken gebieden zijn ook de gemiddelde maand-

temperaturen opgenomen van enkele plaatsen waar wel bollen geteeld worden maar praktisch geen tulpen, zoals op de Scilly-eilanden en Falmouth (Cornwall).

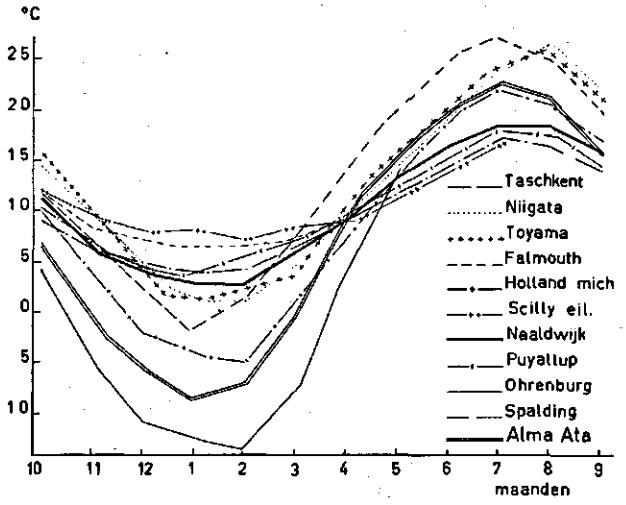


FIG. 1. De gemiddelde maandtemperatuur van de belangrijkste teeltgebieden en van enige vindplaatsen van de tulp.

FIG. 1. *The mean monthly temperature of the main growing centres and of some find-spots of the tulip.*

De vergelijking der curven laat dan zien dat de plaatsen zonder tulpenteelt een hogere wintertemperatuur hebben dan de plaatsen met tulpenteelt.

Opvallend is verder de overeenkomst tussen het temperatuurverloop in Puyallup, Washington U.S.A. en dat in ons land, hetgeen ook uit de bosbouw bekend is (27).

Ook moet gewezen worden op het dicht bij elkaar liggen der lijnen in begin mei, omdat, zoals later zal blijken, dit een belangrijke periode voor de ontwikkeling van de nieuwe bol in ons land is, terwijl het statistisch onderzoek eveneens een verband te zien zal geven tussen de opbrengst en de mei-temperatuur in ons land.

Het is echter de vraag of men de redenering mag omkeren en het snijpunt van de temperatuurcurven in fig. 1 in het begin van mei als een aanwijzing mag opvatten dat de temperatuur in deze tijd van groot belang voor het gewas is, of dat aan een dergelijk punt geen betekenis gehecht mag worden.

HOOFDSTUK II

DOEL EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het doel van dit onderzoek was het nagaan van de invloed van het weer op de groei van de bol van de tulp. De schuurbehandeling, het beïnvloeden van verschillende ontwikkelingsstadia van de tulp door het geven van bepaalde temperaturen tijdens de bewaarperiode van juli–oktober, is in dit onderzoek niet betrokken. Het onderzoek is dus beperkt tot de periode waarin het gewas op het veld staat en welke loopt van november tot begin juli.

Om tot dit doel te geraken, werd begonnen met het verzamelen van opbrengstgegevens uit voorafgaande jaren om vervolgens, langs statistische weg, na te gaan of deze oogstgegevens correlaties vertoonden met de bijbehorende weersfactoren. Deze statistische methode is toegepast over de jaren 1936 t/m 1952. Van latere jaren stonden deze gegevens niet meer ter beschikking, wel van vroegere jaren. Deze zijn echter niet gebruikt omdat de telers toen het verwarmen van de schuren tijdens de bewaarperiode nog niet algemeen toepasten.

Naast deze statistische methode is naar een empirische methode gezocht, waarbij aanvankelijk alleen de bedoeling voorzat om de statistisch gevonden correlaties in bijv. veldproeven te reproduceren.

Door het geleidelijk verbeteren van de gebezigde methodiek ontwikkelde zich echter een andere opzet van de veldproeven nl. een methodiek waarbij het erom ging zowel de groei als de weersfactoren gedurende het gehele groeiseizoen nauwkeurig te kunnen vervolgen en dus ook nauwkeurig te kunnen vergelijken.

Hierdoor werd het bezwaar ondervangen dat van de groei alleen de eindfaze, de opbrengst, bekend is en niet de wijze waarop deze ontstaan is. Het vervolgen van de gehele groeicurve is van belang omdat hierdoor de eventuele fazen in de verschillende jaren bekend worden.

Bij het uitgevoerde statistische onderzoek is het als een nadeel ondervonden dat van de verschillende jaren alleen het eindresultaat bekend was en niet tevens de bijbehorende groeicurve.

Het verkrijgen van de groeicurve van de nieuwe bol, – de tulp maakt ieder jaar een nieuwe hoofdbol en nieuwe bijbollen, MULDER en LUYTEN (23) –, is o.a. verkregen door periodiek gedurende het gehele groeiseizoen een flink aantal bollen op te graven en te wegen.

Vanaf 1953 t/m 1958 werd op deze manier van een 5-tal plaatsen in ons land, Breezand, Bovenkarspel, Lisse, Fijnaart en Haamstede, de groeicurve bepaald.

De vergelijking van de groeicurven der verschillende jaren van één van deze plaatsen met de weersfactoren uit dezelfde jaren gaf te zien dat er een globaal verband bestaat tussen het verloop van de groeicurve en het verloop van de temperatuur in het voorjaar.

Door de constructie van een groeimeter, waarmede de omtrek van de bol van een normaal buiten doorgroeiende plant geregistreerd kan worden, ontstond de mogelijkheid van een verdere verfijning der waarnemingen.

De belangrijkste toegepaste registrerende instrumenten waren, naast de gebruikelijke meteorologische apparaten, de groeimeters, een solarimeter van Kipp, een speciaal gemaakte balans ter bepaling van de transpiratie, terwijl ook gebruik werd gemaakt van de registrerende porometer van het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, PINKHOF (25).

De gegevens van de verrichte metingen hebben enkele betrouwbare correlaties opgeleverd terwijl de resultaten van de empirische methode tevens gebruikt konden worden om iets te zeggen over de waarde van het er aan voorafgegane statistische onderzoek.

Voor een dergelijk onderzoek bleek het een voordeel te zijn om zoveel mogelijk te beschikken over registrerende instrumenten. LUNDEGÅRDH (18, p. 255) heeft hier reeds op gewezen: „Uber die Messung der Transpiration gillt im allgemeinen dasselbe wie für die anderen ökologisch massgebende Funktionen, dass man nämlich wenn möglich registrierend vorgehen soll."

Er dient nog op gewezen te worden dat het statistische onderzoek en het empirische onderzoek in dit geval niet dezelfde periode van het groeiseizoen be-

strijken maar gedeeltelijk samenvallen. Kan bij de statistische methode de opbrengst vergeleken worden met oecologische factoren vanaf het planten tot aan de oogst, de empirische methode is in dit geval beperkt tot de periode waarin de groeimeter de groei van de nieuwe bol registreert, vanaf half april tot begin juli. Wel kan daarnaast de ontwikkeling van de bladeren nagegaan worden, maar dan dient nog weer onderzocht te worden of er verband bestaat tussen deze ontwikkelingen en de oogst, i.c. de groei van de bol.

Het is niet gelukt om de ontwikkeling van het wortelstelsel van normaal buiten groeiende planten door periodieke opgraving te volgen, al zijn hiervoor verschillende constructies van wortelplanken en spoelmethoden geprobeerd. Steeds stuitten de pogingen af op de grote breekbaarheid der wortels.

Enkele metingen van de groei van bovengrondse delen zijn wel verricht.

HOOFDSTUK III

STATISTISCH ONDERZOEK

1. De betekenis van het statistisch onderzoek

Het begin van dit onderzoek naar de invloed van het weer op de groei van de bol van de tulp is het statistisch onderzoek geweest. Dit is gedaan om snel een inzicht te krijgen omtrent de eventueel bestaande samenhang tussen de groei- en de weersfactoren gedurende het gehele groeiseizoen te velde, dus van oktober tot half juli.

Dit onderzoek is mede uitgevoerd om gegevens te hebben welke konden dienen als uitgangspunt voor de te nemen veldproeven, waarin dan deze statistisch gevonden gegevens zouden worden getoetst.

Pas wanneer een statistisch gevonden correlatie door empirisch onderzoek of door gegevens uit de literatuur verklaard kan worden, is er praktische betekenis aan te hechten en in hoofdstuk VI zal blijken in hoeverre dit voor de hier gevonden samenhangen het geval is.

2. De herkomst van de gebruikte oogstgegevens

De voor het onderzoek noodzakelijke opbrengstgegevens zijn ontleend aan de opgaven van de oogstcorrespondenten van het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening. De standcijfers zijn niet gebruikt, wel de opgaven van augustus nadat de correspondenten, in de regel zelf bollentelers, de in juli geoogste bollen werkelijk gezien hadden.

Deze opbrengstcijfers van de oogstcorrespondenten werden bovendien getoetst aan gegevens van andere telers.

Voor ons doel is gebruik gemaakt van de opgaven van een aantal correspondenten die hun gegevens ontleenden aan de streek rondom Lisse. Dit is gedaan, omdat vele van de gebruikte weerkundige gegevens in Lisse waren opgenomen, zodat al de te gebruiken cijfers ontleend zijn aan eenzelfde, niet te groot, gebied.

De correspondenten waren die van: Hillegom, Lisse, Sassenheim, Noordwijkerhout-Noord, Noordwijkerhout-Zuid en Voorhout.

Op een enkele uitzondering na zijn deze correspondenten dezelfde gebleven vanaf de eerste opgave in 1936 tot in 1952, wat de waarde van de opgegeven cijfers ten goede komt.

Verder teruggaan dan 1936 is niet gewenst, omdat toen de wijze van behande-

len van de tulpen te veel verschilde van de tegenwoordige i.v.m. de opkomst van de schuurbehandeling.

De genoemde correspondenten stuurden elk jaar de opbrengst in van een zestal tulpen of sporten ervan, te weten: 4 vroege tulpen: Ibis, Prins van Oostenrijk, Brilliant Star, Murillo en 2 late tulpen: Copland, Bartigon.

In deze keuze is in de loop der jaren geen wijziging aangebracht, wat de bruikbaarheid van de opgaven wederom ten goede komt.

Een grafische bewerking van het materiaal liet zien dat de verschillen tussen de opgaven voor de diverse correspondenten gering waren. Zowel per plaats als per variëteit vertoonde het opbrengstverloop in de verschillende jaren eenzelfde beeld. Het opbrengstverloop wordt dus duidelijk geschetst door de gemiddelde opbrengst, zowel van de variëteiten als van de plaatsen, uit te zetten tegen de tijd.

De aldus verkregen oogstcijfers zijn als basis gebruikt voor het statistisch onderzoek.

Omdat de behoefte gevoeld werd om deze oogstcijfers te toetsen, is er getracht om opbrengstcijfers van meer telers te verkrijgen. Hierbij werd alleen gebruik gemaakt van normale handelsvariëteiten welke een voldoende aantal jaren geteeld werden. Grafisch is dit weergegeven in fig. 2.

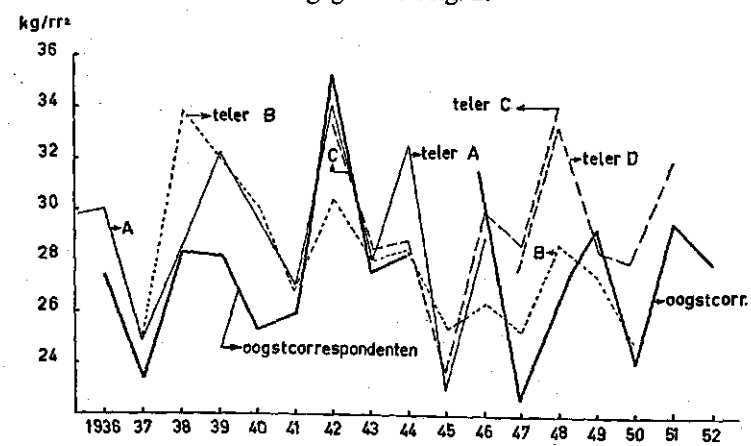


FIG. 2. De opbrengst in de opeenvolgende jaren volgens de oogstcorrespondenten en volgens de gegevens van enige telers.

FIG. 2. *The yield as given by the official correspondents and by some growers.*

Bij een vergelijking van de cijfers der oogstcorrespondenten met die, gebaseerd op de opgaven van enkele telers, zijn de volgende punten van belang: De lijnen der telers zijn ontleend aan een groot aantal tulpen van enkele bedrijven, die der oogstcorrespondenten daarentegen aan een zestal soorten maar van een veel groter areaal. Het verloop van de opbrengstcijfers vertoont echter een grote mate van overeenstemming, behalve de oogst van 1940 t.o.v. die van 1941 en de oogst van 1949 t.o.v. die van 1948, zodat ons inziens de betrouwbaarheid van de gebruikte oogstcijfers hiermede voldoende bewezen is.

3. DE HERKOMST VAN DE GEBRUIKTE WEERCIJFERS

De weerkundige gegevens werden ontleend aan de waarnemingsreeks van Lisse, waar op instigatie van de toenmalige Rijkstuinbouwconsulent Ir. Vol-

kersz, sinds 1920 dagelijks o.a. metingen van de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid en van de hoeveelheid neerslag werden verricht.

Wanneer het ging om gegevens welke in Lisse niet waren verzameld, dan werden zij, in overleg met het K.N.M.I., ontleend aan andere stations. Zo werd voor het aantal uren zonneschijn gebruik gemaakt van het gemiddelde der waarnemingen verricht te Vlissingen en te Den Helder, terwijl voor de bewolkingsgraad de gegevens van Naaldwijk zijn genomen.

De gegevens over het weer zijn alle de gebruikelijke welke betrekking hebben op het macro-klimaat, zodat ze gebruikt kunnen worden voor een vergelijking met de gemiddelde oogstgegevens van het beschouwde deel van de bollenstreek.

4. De gevolgde werkwijze

Bij de gevolgde werkwijze worden van de weerkundige gegevens de gemiddelden berekend per decade, waarna deze vergeleken worden met de bijbehorende opbrengstcijfers. Tevens wordt nagegaan of het gemiddelde van 2 of meer decaden enig verband met de opbrengst laat zien.

Het vergelijken zelf gebeurt door het samenstellen van stippendiagrammen waardoor, zonder veel rekenwerk te verrichten, een indruk wordt verkregen over het al of niet bestaan van een correlatie tussen beide reeksen van cijfers.

Deze methode is o.a. beschreven en uitgevoerd door Frankena (8) voor de suikerbiet, door Post (26) voor de grasproduktie en door Kramer, Post en Wilten (16) voor de brouwgerst. Een volledige uiteenzetting kan dan ook hier achterwege blijven. In het kort komt de methode hierop neer dat men op de horizontale as in de regel de weersfactoren uitzet en op de verticale as de bijbehorende opbrengst of groei. Elke stip stelt dan b.v. een jaar voor, fig. 7, of een dag zoals in fig. 20 en 21. Uit de ligging van de stippen volgt dan de betekenis van de correlatie. Post (26) wijst er bovendien op dat een stippendiagram op de juiste schaal getekend moet worden om het juiste beeld te geven zonder kans op gezichtsbedrog en dat dit, voor praktisch werk, voldoende benaderd wordt door het diagram even breed als hoog te nemen.

Natuurlijk is het voor een statistisch onderzoek van betekenis om te beschikken over een lange reeks van opbrengst- en weercijfers, al dient ook dan de mogelijkheid van toevalligheden nooit uitgesloten te worden. Van der Bijl (7) geeft hiervan voorbeelden. Daarom zullen de correlaties, welke dit statistisch onderzoek heeft opgeleverd en die in dit hoofdstuk alleen genoemd zullen worden, later worden vergeleken met gegevens van ander onderzoek om zodoende na te gaan of er feiten zijn aan te voeren welke de correlaties al of niet steunen.

5. De resultaten

Hier zal volstaan worden met het in een tabel weergeven van de resultaten. Uit tabel 2 blijkt dat de gevonden correlaties vooral voorkomen omstreeks november en in mei en dat het overwegend negatieve correlaties zijn.

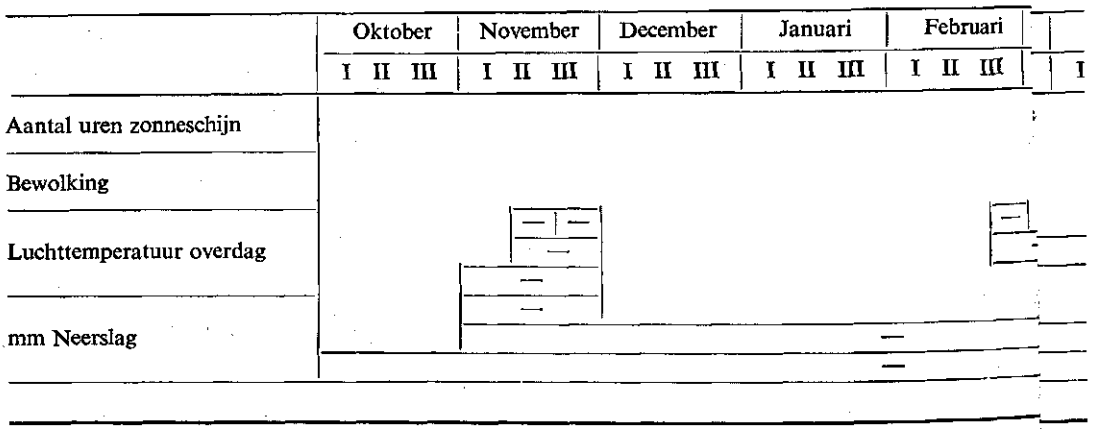
De temperatuur- en neerslagcorrelaties in november zijn tot eenzelfde invloed terug te brengen omdat ze niet onafhankelijk blijken te zijn.

Hetzelfde geldt voor de zonneschijn- en bewolkingscorrelaties en voor de correlaties in mei met de luchttemperatuur, gemiddeld overdag, en met de nachtelijke minimum temperatuur, welke laatste niet in de tabel is opgenomen en die, evenals de overige onderzochte factoren, relatieve vochtigheid en aantal vorstdagen, geen correlaties opgeleverd heeft.

Dit statistisch onderzoek is uitgevoerd in de jaren 1951 en 1952, terwijl in de

TABEL 2. De gevonden correlaties tussen de opbrengst en enkele weersfactoren.

TABLE 2. *The correlations that have been found between the yield and some weather factors.*



daaropvolgende jaren het empirisch onderzoek werd opgebouwd. Gebruik makend van de opbrengstgegevens van dit laatste onderzoek, de later te bespreken periodieke rooiproeven, welke 6 jaar met dezelfde variëteit, Krelage's Triumph, op verschillende plaatsen van eenzelfde tuin zijn genomen, ontstond de mogelijkheid om na te gaan of de gevonden perioden ook hier correlaties opleverden.

Door het geringe aantal jaren maar vooral door de veelal geringe spreiding heeft dit echter geen resultaten opgeleverd.

HOOFDSTUK IV

PERIODIEKE ROOIPROEVEN

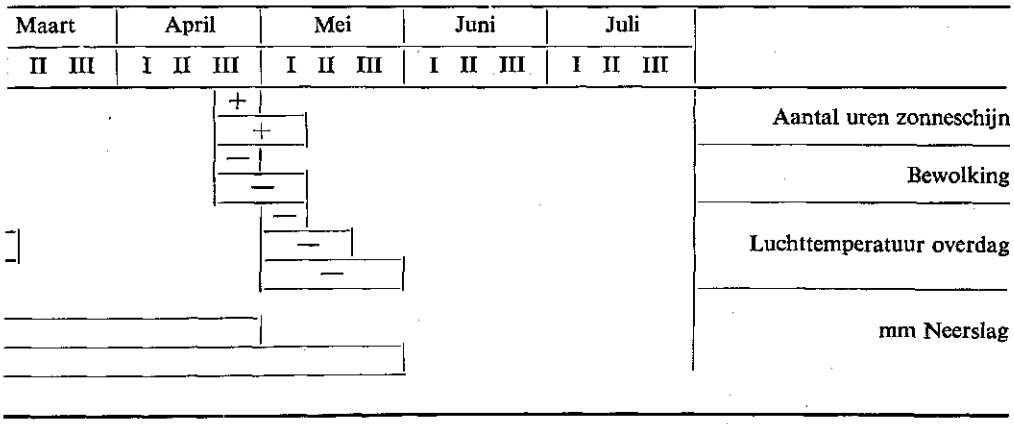
1. DE OPZET VAN DE PERIODIEKE ROOIPROEVEN

In hoofdstuk II is betoogd, dat het empirisch onderzoek oorspronkelijk bedoeld was om de juistheid van de statistisch gevonden correlaties in veldproeven na te gaan. Het ontwikkelen van een bruikbare methodiek voor dergelijke veldproeven, waarbij het aanbrengen van een variatie in één van de factoren geen verandering van een andere weersfactor tengevolge mocht hebben, bleek geen bevredigende resultaten op te leveren. Deze methodiek richtte zich dan ook, al experimenterend, meer en meer in de richting van het steeds nauwkeuriger volgen van de ontwikkeling van het gewas met gelijktijdige registratie van de weersfactoren. Uit deze gedachtengang is tenslotte de groeimeter ontstaan welke in hoofdstuk V besproken wordt.

De in dit hoofdstuk te bespreken gegevens betreffende de ontwikkeling van de plant zijn verkregen door periodiek een aantal planten gedurende het groeiseizoen te rooien om van enkele delen van deze planten de gewichtstoename vast te stellen, zoals bijv. van de nieuwe bol en van het kruid.

De weersfactoren uit de overeenkomstige perioden werden ontleend aan registrerende apparaten of aan opgaven van in de buurt gelegen stations van het K.N.M.I..

Vanaf het planten in november tot aan de oogst in juli werd, eerst één maal per maand en na half maart één maal per week, een veertigtal planten opge-



graven waaraan het gemiddelde gewicht ontleend werd van de oude bol, de nieuwe hoofdbol, de nieuwe bijbollen (klisters) en het kruid, zodat de groei van deze delen gevolgd kon worden.

Met de groei wordt dus hier bedoeld de gewichtstoename van het vers gewicht per tijdseenheid.

Het plantmateriaal was elk jaar de Mendeltulp Krelage's Triumph, zift 10, en elk jaar afkomstig van één partij. Deze op te planten bollen hebben elk jaar de voor plantgoed normale schuurbehandeling ondergaan, waarbij de bollen tot aan het planten bewaard worden bij een temperatuur van 20°C.

2. De plaatsen waar de proeven genomen werden

De proef is niet alleen in Lisse genomen maar aanvankelijk, 1953–1954, op drie plaatsen tegelijk, te weten Lisse, Breezand en Bovenkarspel. In het volgende jaar werden Fijnaart en Haamstede hieraan toegevoegd. Tot en met het groeiseizoen 1957–1958 is de proef elk jaar genomen.

De plaatsen waren zodanig gekozen, dat ze vrij ver uit elkaar lagen zodat er verschillen in het klimaat verwacht mochten worden. Drie plaatsen liggen op zandgrond langs de kust namelijk Haamstede, Lisse en Breezand en twee op de klei te weten Fijnaart en Bovenkarspel.

De gewichtsbepalingen werden alle te Lisse verricht. In fig. 3 zijn de verkregen gegevens van enkele groeiseizoenen weergegeven.

Alleen van de proeven genomen te Lisse en te Breezand mag aangenomen worden dat het water geen groeiremmende factor is geweest, omdat de bollen op deze plaatsen gestaan hebben op een zandtuin met een goede watervoorziening. Op de overige drie plaatsen kan het daarentegen zijn voorgekomen dat de watervoorziening gedurende het groeiseizoen onvoldoende werd, wat dan tot een geringere oogst aanleiding gaf. De gegevens van Lisse en Breezand zijn daarom het meest geschikt voor een vergelijking met de weersfactoren.

De verschillende plekken waar de bollen, in verband met de vruchtwisseling, in de opeenvolgende jaren in elk der vijf plaatsen hebben gestaan, zijn steeds zo dicht mogelijk bijeen geweest. De grootste afstand bedraagt een paar honderd meter in Fijnaart, Haamstede en Bovenkarspel. In Lisse en Breezand is de af-

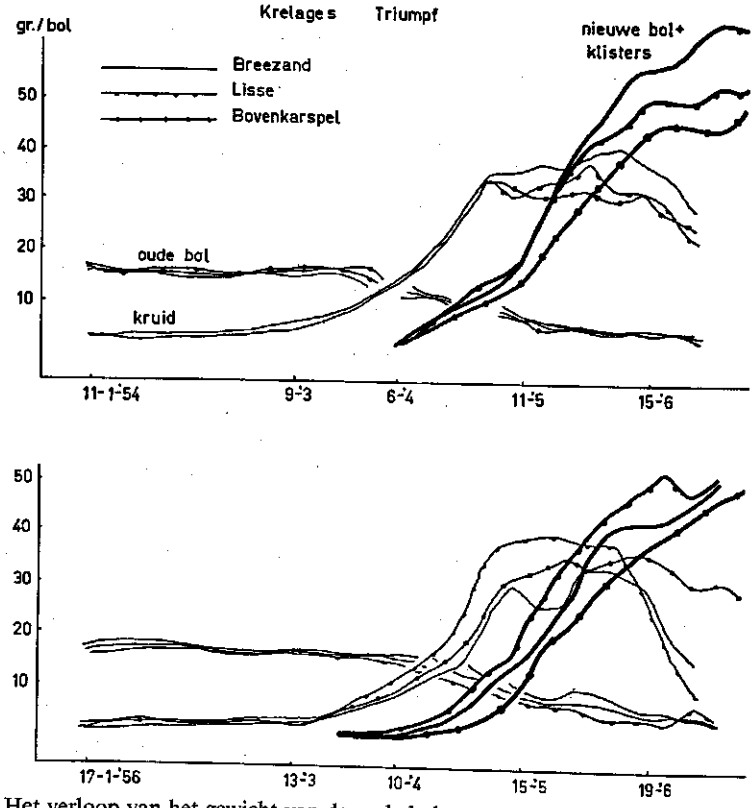


FIG. 3. Het verloop van het gewicht van de oude bol, van de nieuwe bol plus klisters en van het kruid, gedurende 2 groeiseizoenen op 3 plaatsen.

FIG. 3. *The course of the weights of the old bulb, of the new main and secondary bulbs and of the foliage, during 2 growing seasons on 3 places.*

stand zelfs kleiner geweest zodat de standplaatsverschillen steeds zo gering mogelijk zijn gehouden. Ook is op elke plaats steeds eenzelfde optimale bemesting gegeven volgens ter plaatse gebruikelijke normen.

De opbrengstverschillen, welke in de opeenvolgende jaren in eenzelfde plaats optraden, konden dan ook in hoofdzaak aan het verschil in de weersomstandigheden worden toegeschreven. Het feit dat op alle genoemde plaatsen de groeiresultaten in de opeenvolgende jaren een overeenkomstige onderlinge rangschikking vertonen, zie fig. 5 op p. 18, is hiervoor een bevestiging, omdat daaruit blijkt dat de weersomstandigheden een veel grotere invloed hebben uitgeoefend dan locale standplaatsverschillen.

Naast de metingen van de bol en van de bovengrondse delen is ook geprobeerd om de ontwikkeling van het wortelstelsel in natuurlijke omstandigheden op het veld te volgen. Hiertoe is gebruik gemaakt van een naaldenplank. Het bleek mogelijk om de losse zandgrond met de daarin aanwezige wortels te verkrijgen, maar het is steeds weer onmogelijk gebleken om tijdens het wegspoelen van het zand de zo uiterst breekbare tulpewortels heel te houden. Zelfs met een speciaal geconstrueerde plank met holle naalden met gaatjes erin waaruit het spoelwater in fijne straaltjes spoot en voorzien van een achterwand van gaas inplaats van

een van hout, om het zand regelmatig weg te laten vloeien, lukte het niet. Dit is dan ook stopgezet, zodat de zo belangrijke ontwikkeling van het wortelstelsel gedurende het groeiseizoen op het veld niet door periodieke bepalingen gevolgd kon worden.

Wel is uit een veldproef, genomen door Ir. L. C. STRUYS te Lisse in 1953, gebleken dat het vers gewicht van het totale wortelstelsel bij de Mendeltulp Krelage's Triumph langzaam toeneemt om zijn maximum reeds vóór de bloei te bereiken, waarna het vers gewicht weer gaat afnemen. Voor deze bepaling werden de planten met al de bijbehorende doorwortelde grond opgegraven waarna, met behulp van zeven, al de wortelstukjes verzameld werden. Het genoemde resultaat is in overeenstemming met BLAAUW (6) die bij de Darwintulp W. Copland op 1 maart een groter vers gewicht van het wortelstelsel vaststelde dan op 1 juni.

3. RESULTATEN

3.1. *De resultaten betreffende de oude bol*

Van de geplante bol, de oude- of moederbol, blijkt aan het eind van het groeiseizoen niet veel meer over te zijn, terwijl er inmiddels een nieuwe hoofdbol is gevormd met een aantal klisters. Dit proces, het elk jaar aanleggen en vormen van een nieuwe bol, is uitvoerig beschreven door MULDER en LUYTEN (23).

In fig. 3 is de gewichtsafname van de oude bol gedurende een tweetal groeiseizoenen weergegeven. Deze gewichtsafname blijkt vrij regelmatig te verlopen, behoudens in de periode lopend ongeveer van begin april tot eind mei, waarin de afname sneller plaats vindt. Deze periode valt samen met die waarin de nieuwe bol het snelst groeit. Dit beeld heeft zich, zonder noemenswaardige variatie, elk groeiseizoen op de vijf plaatsen herhaald.

Het bestaan van een samenhang tussen de gewichtsafname van de oude bol en de gewichtstoename van de nieuwe bol is niet onderzocht omdat hieraan, nog afgezien van de geringe resten welke van de oude bol overblijven, geen praktische betekenis is toe te kennen.

3.2. *De resultaten betreffende de groei van het kruid*

Omdat de groei van het kruid in het voorjaar wel gemakkelijk op het veld gevolgd kan worden, dus wel praktische betekenis heeft, is nagegaan in hoeverre deze groei samenhangt met de groei van de nieuwe hoofdbol plus de klisters of met de oogst.

Al vóór de winter heeft de aanleg van de nieuwe hoofdbol in de oude- of moederbol plaats, terwijl de ontwikkeling ervan steeds doorgaat, zelfs, zij het langzaam, gedurende de winter, MULDER en LUYTEN (23).

Met het stijgen van de temperatuur in het voorjaar gaat dan ook een versnelde groei van het kruid en van de nieuwe bol gepaard, zodat er aanvankelijk een samenhang aanwezig is tussen de kruidontwikkeling en de grootte van de nieuwe hoofdbol plus klisters. Dit is weergegeven in fig. 4.

Zo is de volgorde op bijv. 1 mei in deze figuur van boven naar beneden zowel van het gewicht van het kruid als van dat van de bol dezelfde.

Later in het seizoen blijkt deze aanvankelijke gelijkheid verloren te kunnen gaan. Hiermede is in overeenstemming dat er geen correlatie blijkt te bestaan tussen de opbrengst en het kruidgewicht in mei.

Evenmin bestaat er een verband tussen de oogst en de maximale kruidontwikkeling. Dit is in hoofdzaak te verklaren door het feit dat de uiteindelijke oogst

mede bepaald wordt door het vroeg of laat afsterven van het kruid. In dit verband dient er op gewezen te worden dat de in hoofdstuk V te bespreken proeven

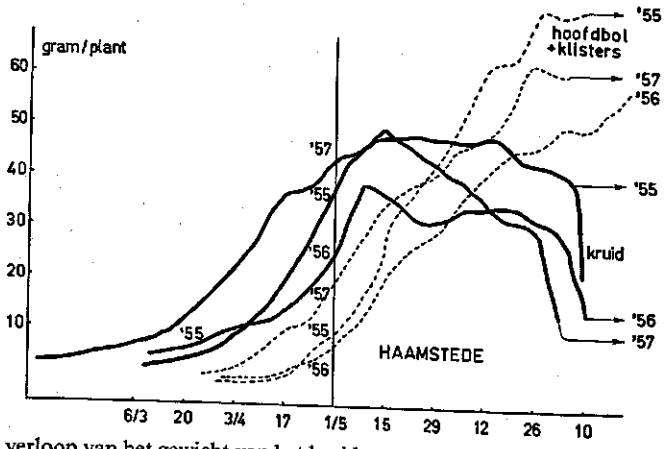


FIG. 4. Het verloop van het gewicht van het kruid en van de nieuwe bol plus klisters, gedurende 3 groeiseizoenen te Haamstede.

FIG. 4. *The course of the weights of the foliage and of the new main and secondary bulbs, during 3 growing seasons at Haamstede.*

met de groeimeter zullen laten zien, dat de groei van de bol onder gunstige omstandigheden nog doorgaat zolang er van het kruid nog maar een gedeelte groen is, om pas geheel op te houden wanneer het kruid volledig is afgestorven.

3.3. *De resultaten betreffende de groei van de nieuwe hoofdbol plus klisters*

Ongeveer een maand ná de oogst in juli begint in de geoogste bol de aanleg van de hoofdknop. De verdere ontwikkeling tot hoofdknop en de groei van deze hoofdknop blijken steeds door te gaan, zowel gedurende de bewaarperiode in de schuur als na het planten in de grond. Alleen gedurende de wintermaanden is de groei zeer gering. Deze hoofdknop groeit uit tot de nieuwe hoofdbol. De lengte ervan bedraagt begin februari ongeveer één cm en begin mei ruim 3 cm, waarna in juli geoogst wordt. Dit proces is wederom uitvoerig beschreven door MULDER en LUYTEN (23).

Het vers gewicht van de nieuwe hoofdbol en van de klisters is weergegeven in de volgende tabel 3, waaruit de variatie tussen de verschillende jaren tot uitdrukking komt.

TABEL 3. Vers gewicht van de nieuwe hoofdbol en van de klisters.

TABLE 3. *Fresh weight of the new main bulb and of the new secondary bulbs.*

	Vers gewicht in grammen Krelage's Triumph in de jaren 1953–1958		
	hoofdbol	klisters	totaal
Begin april	0,1– 3,5		0,1– 3,5
Begin mei	2,0–16,0	1,5– 8,0	3,5–24,0
Begin juni	15,0–34,0	5,5–19,0	20,5–52,5
Begin juli	27,0–46,0	10,5–27,0	42,0–67,5

Omdat het bij dit onderzoek ging om de invloed van de weersomstandigheden op de oogst, dus op de totale bolproduktie, is steeds gebruik gemaakt van het gewicht van hoofdbol en klisters tezamen.

Door het jaren achtereen herhalen van deze rooiproef werden ideale gegevens verkregen om met de weersfactoren te correleren. Bovendien is dan niet alleen de uiteindelijke oogst bekend, zoals in de regel bij een statistisch onderzoek het geval is, maar het gehele verloop van de groei, waardoor eerst recht een goede vergelijking mogelijk wordt. Ook zijn zo eventuele perioden van langzame en snelle groei te onderscheiden.

Uit de resultaten van de periodieke rooiproeven, zoals die weergegeven zijn in de figuren 3, 4 en 5, blijkt dat de nieuwe bol een periode doormaakt van snelle groei welke voorafgegaan en gevolgd wordt door perioden van langzame groei. De periode van snelle groei zet omstreeks de bloei, begin mei, in en duurt ongeveer een maand.

De toename van het gewicht aan droge stof vertoont eenzelfde beeld als die van het gewicht aan verse stof. Ook de verschillen tussen de jaren blijken bij het gewicht aan verse en droge stof overeen te komen. Het percentage droge stof van het verse gewicht van de bol ligt in de jaren met een zeer goede oogst (bijv. 1955) lager dan in jaren met een matige oogst. Dit is weergegeven in tabel 4.

TABEL 4. Het drogestof %, bepaald aan 100 bollen, hoofdbol plus klisters, te Lisse. Krelage's Triumph.

TABLE 4. *The dry weight %, determined from 100 bulbs, main and secondary bulbs, at Lisse. Krelage's Triumph.*

		1953	1954	1955	1956
Maart	19	13,3			
April	5		17,3		
	13	12,8			
	22, 26, 24		20,7	17,5	16,3
Mei	4, 3	23,2	25,8		
	10, 8			21,6	22,9
	17		24,3		
	26, 24, 22	31,2		25,8	26,4
	31		27,5		
Juni	7, 5			32,3	32,4
	15, 14	34,8	31,1		
	21, 19			39,3	34,4
	28		31,5		
Juli	7, 5, 3	36,8		34,6	37,9
	17				37,6

Uit de grafieken blijkt ook dat het koppen een gunstige invloed heeft op de groei van de nieuwe bol, hoewel niet geconcludeerd kan worden dat het koppen de periode van snelle groei doet aanvangen. Soms is deze namelijk reeds vóór het koppen begonnen.

Gedurende de tweede en derde decade van mei en de eerste decade van juni is het weer waarschijnlijk van grote betekenis omdat in deze tijd de periode van de snelle groei van de bol valt.

De watervoorziening van de gewassen is dan bijv. van belang, waar ook AZZI (3) op wijst voor de vijg en wat ook uit de beregeningsproeven te Bovenkarspel

(14) gebleken is. Deze proeven leerden dat er beregend moest worden, indien nodig, vanaf een week voor de bloei tot zes weken erna.

Ook de temperatuur is dan van belang, wat eveneens uit het statistisch onderzoek naar voren kwam en waar nog op teruggekomen wordt.

Natuurlijk is ook in de overige tijd van de groei het weer van belang, waarbij niet uitsluitend aan het optreden van korte, schade veroorzakende, extreme omstandigheden gedacht behoeft te worden.

In fig. 5 is dan voor elk der plaatsen Lisse, Breezand en Bovenkarspel afzonderlijk, de gewichtstoename van het vers gewicht van de hoofdbol plus de klisters als sommatiecurve uitgezet voor een aantal groeiseizoenen. De grote overeenkomst tussen de aldus verkregen figuren is opvallend. Zo ligt de curve van het jaar 1957 in alle gevallen het hoogst en die van 1956 steeds het laagst, terwijl ook de andere jaren, vanaf de aanvang tot begin mei, goed overeenkomen.

Dit verloop wijst erop, dat er een aanwijsbare samenhang bestaat tussen de groei en de veranderingen van het klimaat, zoals die op de normale hoogte (2,20 m) wordt waargenomen.

4. Vergelijking van de curven met de temperatuur

Wanneer de decade-cijfers van de gemiddelde overdagtemperaturen van de lucht op 2,20 m als sommatiecurve worden uitgezet, fig. 5, dan ontstaat er een opvallende overeenkomst met de groeicurve tot mei.

De temperaturen zijn ontleend aan waarnemingen te Lisse verricht en verder aan die van de waarnemingsstations van het K.N.M.I. te Hoorn en te Den Helder.

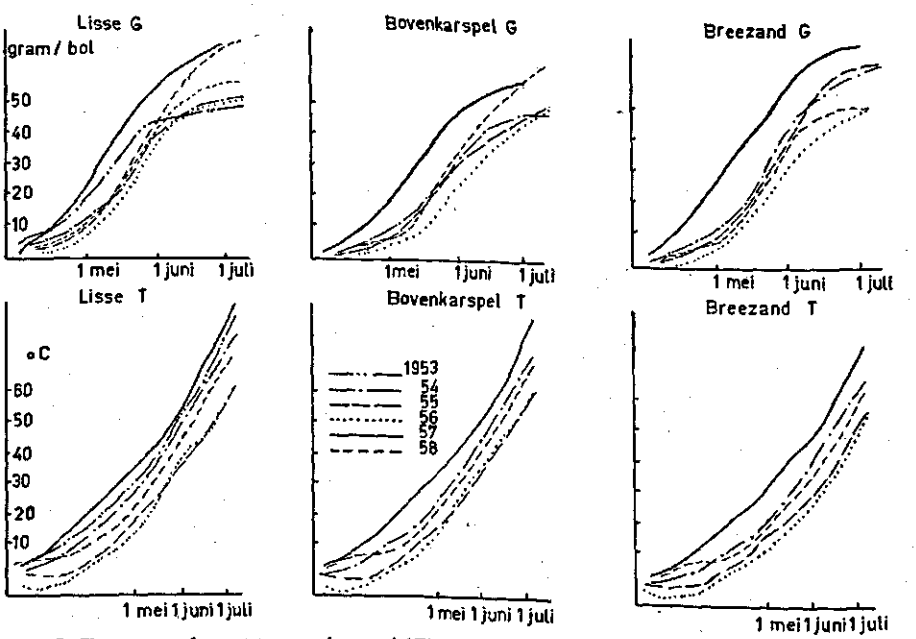


Fig. 5. De overeenkomst tussen de groei (G) van de nieuwe hoofdbol plus klisters en de luchttemperatuur (T), waarvan de decade temperaturen zijn uitgezet als sommatiecurven.

Fig. 5. *The conformity between the growth (G) of the main and secondary bulbs, and the air temperature (T), taken as sommation of the decade temperatures.*

Omdat de curven van de groei en de temperatuur van alle plaatsen goed overeenkomen, moet de temperatuur van grote betekenis zijn. Deze overeenkomst tussen de sommatie-curven van de groei en van de luchttemperatuur blijkt beter te zijn wanneer bij de temperatuur-curven de negatieve waarden naar beneden, dus als daling, worden uitgezet, dan wanneer dit horizontaal geschiedt. Het naar beneden uitzetten geeft een grotere vertraging in de ontwikkeling van het gewas weer dan het horizontaal uitzetten, omdat dan ook de strengheid van de vorst meetelt.

Dat dit naar beneden uitzetten van negatieve decade-gemiddelden van de temperatuur bij de tulp een betere overeenkomst te zien geeft, is waarschijnlijk toe te schrijven aan het feit dat de plant in het voorjaar nog bij een lage temperatuur groeit. Dit is duidelijk te zien wanneer de totale groei van de bloemstengel in het voorjaar wordt gemeten, wat is weergegeven in fig. 6.

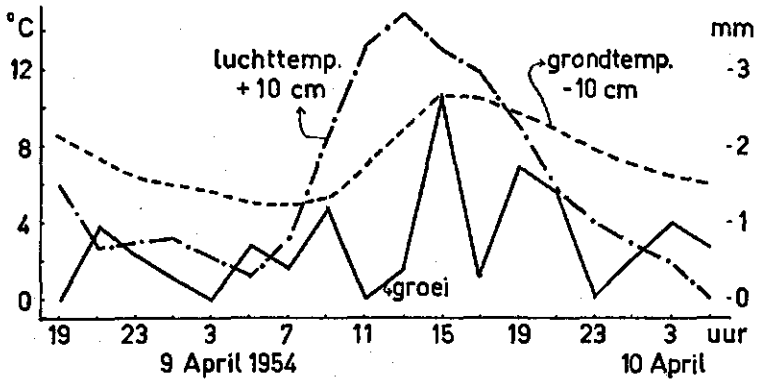


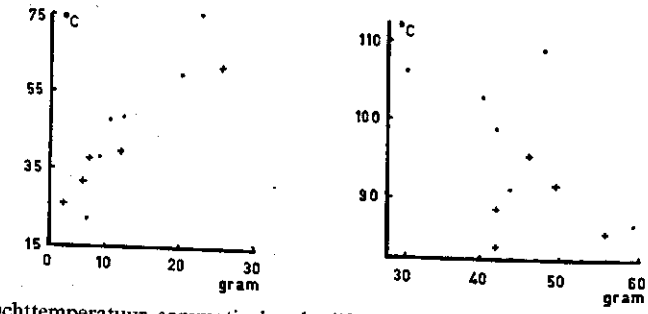
FIG. 6. De gemiddelde lengtegroei per 2 uren van 3 bloemstengels, Krelage's Triumph, te Lisse
FIG. 6. *The mean height growth per 2 hours of 3 flower stems, Krelage's Triumph, at Lisse.*

Begin mei verandert het verloop der groei-curven en neemt ook de overeenkomst tussen de plaatsen onderling af. Een beperking tot de 2 zandtuinen Lisse en Breezand, waarop een watertekort uitgesloten geacht mocht worden, leert dat de temperatuur na begin mei niet snel op moet lopen. Het verband tussen de temperatuur en de gewichtstoename van de bol is weergegeven in fig. 7 in een tweetal stippendiagrammen, één voor de vegetatieperiode tot begin mei en één voor de periode daarna. De eerste laat een positief verband zien, de tweede een negatief. Geheel afdoende is deze op zich belangrijke tendens echter met dit materiaal niet aan te tonen, hoewel de enige belangrijke uitzondering veroorzaakt wordt door het abnormale voorjaar van 1957.

Voor de berekeningen werd voor „begin mei" de datum 1 mei aangehouden. Het vervangen van de datum 1 mei door een phaenologisch tijdstip, bijv. de bloei- of kopdatum, gaf geen verschillen van betekenis te zien.

Gedurende het laatste deel van de groei-curve van de nieuwe hoofdbol plus klisters begint het afsterven van de plant.

Uit de verdampingscijfers, welke in hoofdstuk V besproken worden, fig. 14, blijkt dat de verdamping door het gewas al na half juni afneemt. Dit stemt overeen met de gewichtsafname van het kruid zoals uit de grafieken, ontleend aan de periodieke rooiproeven, blijkt. De groei-curve van de nieuwe hoofdbol plus klisters is dan ook in het laatste, meestal vlak verlopende, gedeelte aangeland.



ordinaat: luchttemperatuur, sommatie decade cijfers van de gemiddelde overdag temperatuur.
links: Lisse = • van feb. I t/m april III en Breezand = + van feb. II t/m april III.
rechts: beide van mei I t/m juli I.
absis: links: gewicht van de nieuwe hoofdbol plus klisters op 1 mei.
rechts: gewichtstoename van de nieuwe hoofdbol plus klisters vanaf 1 mei tot 1 juli.

FIG. 7. Het verband tussen de groei en de luchttemperatuur.

FIG. 7. *The relation between the growth and the air temperature.*

Op het afsterven oefenen, naast endogene processen, ook de uitwendige factoren invloed uit. Dit kan bijv. een sterke instraling zijn met een te sterke verwarming van het gewas als gevolg. Duidelijk is dit gebleken tijdens een proef, te Lisse genomen, waarbij een aantal van de objecten afgedekt was met kappen van gewapend plastic (windolite). Deze kappen werden gebruikt om de neerslag tegen te houden en lagen dan ook alleen tijdens regen of grote kans op regen op de betreffende objecten. Op 20 juni 1953, een zaterdag, leek het erop dat het zou gaan regenen, zodat de kappen voor het weekend werden geplaatst. In plaats van regen ging de zon fel schijnen en na dit weekend was het kruid bijna geheel bruin, behalve dat van de planten die onder een kap gestaan hadden. Deze waren veel groener gebleven.

Dat het een enkele extra-warme dag is, die dit effect kan teweeg brengen, blijkt uit de luchttemperaturen gedurende het bewuste weekend en van enkele dagen ervoor en erna.

TABEL 5. Enige luchttemperaturen te Lisse op 2.20 m.

TABLE 5. *Some air temperature at Lisse at 2.20 m.*

juni 1953	8 uur	14 uur	19 uur	gemiddeld
18	15,–	13,4	16,1	14,8
19	14,6	17,6	17,3	16,4
20	17,7	22,–	22,6	20,8
21	21,–	26,5	26,–	24,5
22	22,–	22,–	20,–	21,3
23	15,5	19,5	19,5	18,2

Aangenomen mag worden dat ook de reflectie door het zand op zulke dagen een rol speelt. De oppervlakte ervan kan zeer warm worden. Dit is ook af te leiden uit het verschil in het afsterven van de tulpen op het zand met die op de klei, zoals dat in periodieke rooiproeven (1957–1958) is voorgekomen in de tweede decade van juni. Door het langer groen blijven van het gewas te Fijnaart en te Bovenkarspel is ook de bol langer blijven groeien dan die te Lisse, Haam-

stede en Breezand, zodat de opbrengsten op de klei van de Krelage's dat jaar die van het zand evenaarden of zelfs, Bovenkarspel, overtroffen.

Tot nu toe is het verband besproken tussen de groei van de nieuwe hoofdbol plus klisters enerzijds en de luchttemperatuur op 2,20 m anderzijds. Daarnaast is nagegaan, of de genoemde groei mogelijk beter met de grondtemperatuur zou correleren dan met de luchttemperatuur. De grondtemperatuur op 10 cm diepte werd daartoe opgenomen met grondthermografen. Ook tussen de groei en de grondtemperatuur bleek een correlatie aanwezig te zijn, maar toch een met iets lagere correlatiecoëfficiënten dan bij de luchttemperatuur. De waarnemingen zijn te Lisse genomen vanaf 1953 t/m 1958 en te Breezand vanaf 1954 t/m 1958, zie tabel 6.

TABEL 6. Correlatie-coefficiënten tussen de groei van de nieuwe hoofdbol plus klisters met (a) de luchttemperatuur op 2,20 m en met (b) de grondtemperatuur op –10 cm.

TABLE 6. *Correlation coefficients between the growth of the new main and secondary bulbs with (a) the air temperature at 2.20 m and with (b) the soil temperature at –10 cm.*

	a	b
Tot begin mei	0,948	0,869
Na begin mei	–0,643	–0,576

HOOFDSTUK V

PROEVEN MET DE GROEIMETER

1. DE ALGEMENE OPZET

In het vorige hoofdstuk zijn de periodieke rooiproeven besproken, waarbij het erom ging de groei van de bol te volgen en deze groei te vergelijken met de weersfactoren. De frequentie van het rooien was hierbij maximaal één maal per week. Tijdens dit werk ontstond de behoefte om de groei van de bol nog nauwkeuriger te kunnen waarnemen en dit was, met de in dit hoofdstuk te bespreken groeimeter, te verwezenlijken. Het is mogelijk gebleken om de groei van de bol, van een normaal in het open veld groeiende plant, nauwkeurig te volgen. Dit is van dag tot dag mogelijk en zelfs van uur tot uur.

De opzet van de proeven met de groeimeter bestond in het continu registreren van de groei van de bol enerzijds en van enige weersfactoren en andere grootheden anderzijds. Van de volgende instrumenten werd hierbij gebruik gemaakt, waarbij van sommige gedurende de gehele groeiperiode van de nieuwe hoofdbol: een groeimeter; een thermograaf; een hygrograaf; een solarimeter; een verdampingsmeter volgens PICHE; een balans om de transpiratie buiten te bepalen en, – ter completering van de transpiratiemetingen –, van een registrerende porometer volgens PINKHOF (24). Er is naar gestreefd om te werken met uitsluitend zelfregistrerende instrumenten, LUNDEGÅRDH (18, p. 255), wat resulteerde in een opstelling waarbij de eigenlijke registrerende apparatuur zoveel mogelijk opgesteld was in een hut, welke op enige afstand van het proefveld stond.

Hoewel een frequente contrôle ook bij registrerende instrumenten noodzakelijk blijft, bleek dat op elektriciteit lopende apparaten de voorkeur verdienden boven die met een veermotor, omdat dan tenminste alle klokken gelijk lopen.

Van de verschillende bij deze proeven verkregen curven kunnen de schommelingen vergeleken worden zowel naar de grootte als wat het samenvallen van de begin- en eindtijden der schommelingen betreft. De groeimeter geeft uiteraard alleen een uitslag te zien tijdens de groeiperiode van de nieuwe hoofdbol plus klisters. Wanneer het begin en het eind van deze groeiperiode buiten beschouwing gelaten worden wegens de meestal zeer geringe uitslagen op de meter, dan blijft het onderzoek met de groeimeter bij de tulp globaal beperkt tot de tijd vanaf begin mei tot half juni. Op de betekenis van het statistisch onderzoek in dit verband werd reeds gewezen in hoofdstuk II.

2. Het principe van de groeimeter

De groeimeter, (13) fig. 8, bestaat uit een uiterst soepele band, welke strak om de bol van een groeiende plant gelegd wordt. Het ene uiteinde van de band kan, na om de bol gelegd te zijn, aan een uitstekende arm van het instrument vastgezet worden. Het andere eind gaat over in een metalen draad welke door een holle buis, waaruit de genoemde arm bestaat, in het inwendige van het apparaat geleid wordt, om daar aan een hefboom te worden vastgezet. De beweging van deze hefboom wordt op een wijzer met pen overgebracht, die schrijft op een roterende trommel, zodat een wijze van registratie ontstaat net zoals dit bij een thermograaf of hygrograaf het geval is. Bij de constructie werd indertijd ook uitgegaan van een thermograaf. In de bodem hiervan werd, ongeveer onder de as waar de schrijfpen om draait, een gat gemaakt met een middellijn van 3 à 4 cm. Aan de onderzijde van de kast werd vervolgens een koperen bus bevestigd van $\pm$ 15 cm lengte en $\pm$ 8 cm diameter, zodanig dat het gat op deze bus uitkwam. Aan de zijkant van deze bus, vlak boven de bodem, werden in de lengterichting van het instrument, twee holle koperen buizen aangebracht met een doorsnede van $\pm$ 1 cm en een lengte van 20 à 25 cm. Een van deze buizen bezit een verstelbaar uiteinde waaraan de band, na om de bol gelegd te zijn, vastgezet wordt. De andere buis dient om de draad te geleiden die aan het andere einde van de band zit en die anders over te grote afstand onbeschermd door de grond zou lopen.

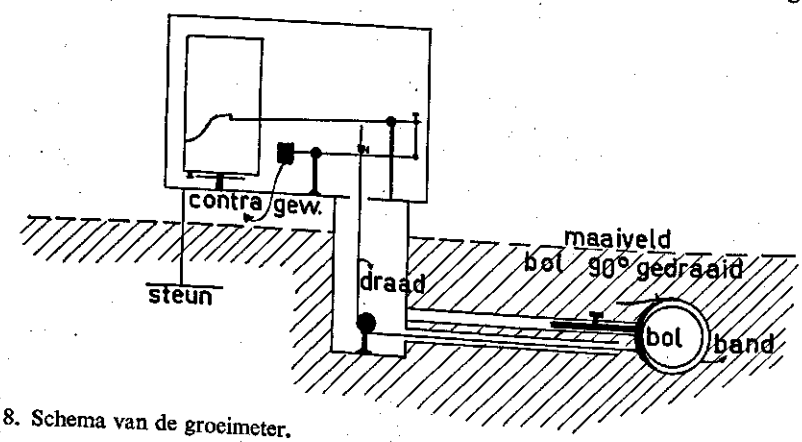


Fig. 8. Schema van de groeimeter.

Fig. 8. *Schema of the growth graph.*

Door voorzichtig te graven kan de plant blootgelegd worden tot en met het grootste deel van de bol zonder de wortels te beschadigen, wanneer tenminste de

bollen, met het oog op deze metingen, met de neuzen omhoog geplant zijn. Vervolgens worden de bus en de arm van de groeimeter zover ingegraven tot de arm op dezelfde hoogte ligt als het midden van de bol, terwijl het instrument zelf recht moet staan, d.w.z. de as van de roterende klok vertikaal. Het verstelbare eind van de arm wordt nu tegen de bol aangeschoven en vastgedraaid. De band wordt daarna om de bol gelegd en vastgezet. In het, boven de grond staande, kastje wordt nu de draad en daarmee ook de band, strak aangetrokken en eveneens vastgezet aan de hefboom. Dit geschiedt bij een wijzerstand op de onderste helft van het registreerpapier. Een contragewicht zorgt ervoor dat draad en band gespannen blijven. Als laatste handeling dienen de gegraven gaten weer gedicht te worden. De band is gemaakt van dun latoen koper, terwijl voor de draad weerstandsdraad is gebruikt. De foto's 1 t/m 3 en de tekening, fig. 8, verduidelijken de beschreven werkwijze. Er is steeds gebruik gemaakt van de, bij de uurwerktrommel, passende thermograafstroken met een omlooptijd van een week. De oorspronkelijke temperatuurcijfers, die op de stroken staan en die op de foto's 1 t/m 10 te zien zijn, hebben in dit verband geen betekenis.

De gevoeligheid van het instrument is verstelbaar op eendere wijze als dit bij een thermograaf het geval is. In de praktijk heeft een stijging van de wijzer van 5 cm bij een toename van de omtrek met 3 mm, goed voldaan.

De bol neemt echter niet alleen in dikte toe maar ook in hoogte, zodat de band geregeld iets hoger gesteld moet worden, om steeds het dikste deel van de bol omsloten te houden. Wanneer dit niet gedaan wordt, dan komt de band, tengevolge van de groei van de bol, iets scheef te liggen, glijdt verder naar beneden en komt tenslotte los om de onderste helft van de bol te zitten. Men kan echter de bol ten alle tijde even blootleggen voor controle. Tijdens dit afzakken van de band wordt een geringere groei gemeten dan het geval zou zijn met een band gelegen om het dikste deel van een bol. Omdat het steeds één à twee dagen duurt voordat de bol in de band gegroeid is en daardoor een goede registratie plaats vindt, is het feit dat bij deze metingen alles in de grond vastgezet wordt een groot voordeel. Een schok heeft al gauw een geringe ontspanning van de band tot gevolg wat weer resulteert in een tijdelijke vertraging van de registratie van de groei.

Het instrument gaf niet alleen goede resultaten bij tulpen maar eveneens bij hyacinten, gladiolen, aardappels, bieten en appels. Bij de bovengrondse meting van appels, foto 2 en 3, bleek een zwaar statief noodzakelijk te zijn, evenals het vastzetten van enkele takken om de trillingen zo veel mogelijk te beperken. Met deze voorzorgen zijn ook bij appels goede resultaten verkregen, al vallen hier dagen met te sterke wind uit. In de lucht kan dus niet in die mate continu gemeten worden als in de grond.

Voortbouwend op het principe van de hier beschreven groeimeter is op het K.N.M.I. een apparaat, voor hetzelfde doel geconstrueerd, foto 4 en 5. Hoewel het model als zodanig niet van dat van de oorspronkelijke meter afwijkt, zijn er toch enkele verbeteringen in aangebracht. Deze komen neer op een soepeler geleiding van de draad en een betere mogelijkheid om de draad te spannen. Ook kan de bus van onderen opengedraaid worden, wat het inzetten van een nieuwe draad vergemakkelijkt. Metingen hiermee verricht door Dr. Ir. J. J. Post, destijds werkzaam aan het K.N.M.I., gaven goede resultaten te zien. Bij het inschakelen van deze instrumenten in de proeven te Lisse bleken ze inderdaad beter te zijn dan de oorspronkelijke.

In de literatuur is de laatste paar jaar tenminste een tweetal artikelen ver-

schenen waaruit blijkt dat ook in het buitenland met analoge instrumenten proeven genomen zijn. Zo moet er een artikel zijn van MOKRONOSOV (22, 1958) waarvan de samenvatting in het engels vertaald als volgt luidt: „A description is presented of an apparatus called the „rostograpg" (growthgraph) which automatically records the diametrical increase in the growing potato tuber. With the aid of this recording apparatus it was possible to check on the daily growth and weight of the tubers directly in the soil without severing them from the plant. Observations indicated that under normal conditions and normal water supply the increase in the potato tuber dimensions occurs during the daylight. In drought the growth of the tubers stops." De resultaten van eigen onderzoek bij de aardappel zijn niet in overeenstemming met die van MOKRONOSOV.

STENZ (32, 1959), geeft een beschrijving van een groeimeter welke alleen bovengronds gebruikt kan worden. Hiermede zijn metingen bij appels verricht. Het principe van dit apparaat is weergegeven in fig. 9, waarbij de wijze van registratie opvalt.

Van oudere datum zijn o.a. de proeven met soortgelijke instrumenten van TE WECHEL (37), BARTHOLOMEW (5), MACDOUGAL (20) en ANDERSON en KERR (2).

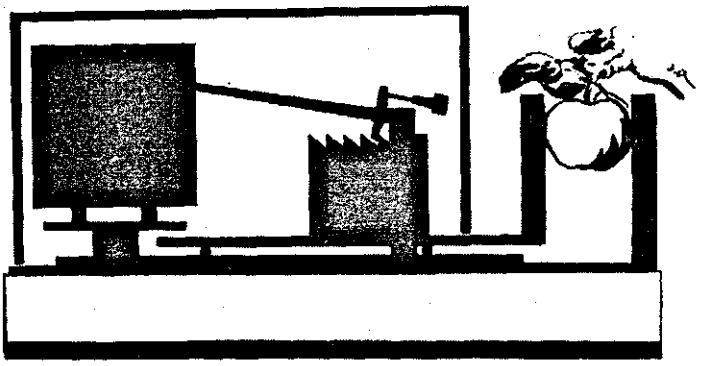


FIG. 9. Groeimeter volgens STENZ (28).

FIG. 9. *Growth graph after* STENZ (28).

3. DE BETEKENIS VAN DE VERKREGEN GROEICURVE

Uit het voorgaande volgt, dat met deze groeimeter de omtrek van een bol, een knol of een appel voortdurend geregistreerd wordt. Bij een toename van de omtrek stijgt de curve om tijdens een afname te dalen. Door het samenstellen van de verkregen curve tot één geheel, ontstaat een curve als in fig. 10 (onderste lijn) voor de omtrektoename gedurende de maanden mei en juni in 1955. De behoefte werd toen gevoeld om het verschil na te gaan tussen deze en de curve van het bijbehorende gewicht. Dit is vooral gedaan omdat een geringe toename van de omtrek van een dikke bol een geheel andere toename aan gewicht betekent dan een zelfde vergroting van de omtrek bij een kleine bol. Omdat in het betreffende jaar ook een periodieke rooiproef genomen werd met Krelage's Triumph en omdat op tulpen van deze partij de groeimeters stonden, waren de gemiddelde gewichten van de hoofdbol plus de klisters om de week bekend. Door uit te gaan van een theoretisch ronde bol werd vervolgens naar een benaderingsformule gezocht om de omtrek om te rekenen in gewicht. Dit is gedaan met de formule $G = 4/3\ \pi\ r^3 \times 1{,}08 - 8$, waarin G = gewicht, r = de straal,

afgeleid uit de gemeten omtrek, 1,08 en 8 = constanten in verband met het soortelijk gewicht en het werkelijke model van de bol. De aldus verkregen curve voor het gewicht bleek redelijk te liggen tussen de uit de periodieke rooiproeven bekende gewichten. Deze laatste, curve en gewichten, zijn ook in fig. 10 weergegeven. Het feit dat, ondanks het model van de tulpebol, een omrekening tot gewicht redelijke resultaten gaf, vergroot de betekenis van de met de groeimeter verkregen curve. Hoe bolvormiger de gemeten bol of vrucht is, des te beter zal het gewicht uit de omtrek berekend kunnen worden.

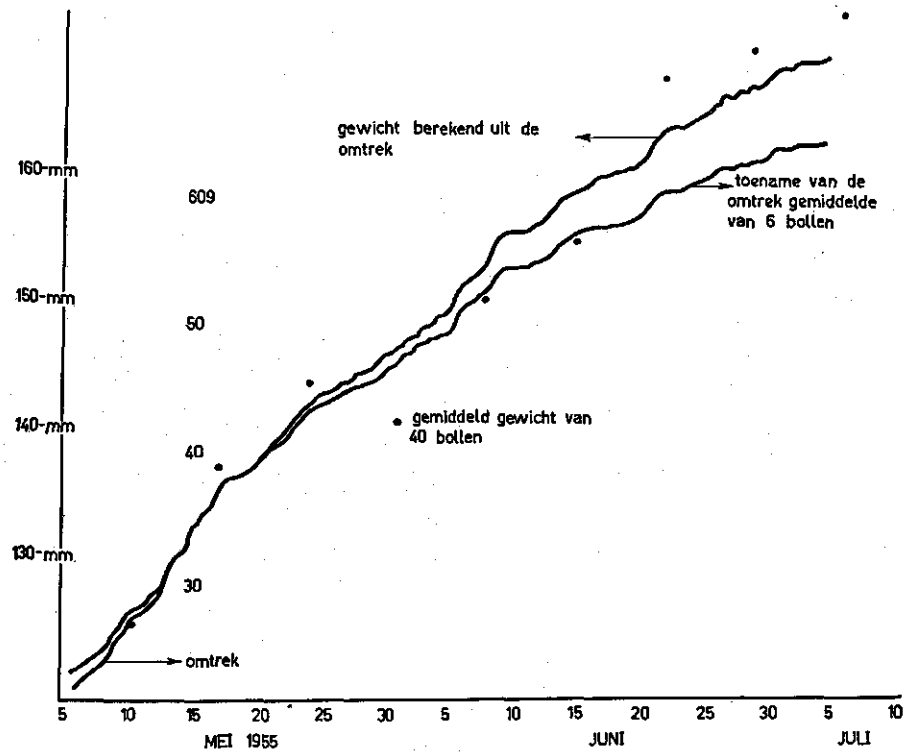


FIG. 10. Vergelijking van het uit de omtrek (onderste curve) berekende gewicht (bovenste curve) met de gewichten van de periodieke rooiproef van hetzelfde jaar (stippen). Tulp Krelage's Triumph.

FIG. 10. *Comparison of the weight (upper curve) calculated from the circumference (curve below) with the mean weights of 40 bulbs, determined by periodical liftings in the same year (dots). Tulip Krelage's Triumph.*

4. DE RESULTATEN BIJ DE TULP

In 1954 (13) werden de eerste metingen met de groeimeter verricht bij de tulp Krelage's Triumph. Wat hierbij het meest opviel, was het feit dat de groei 's nachts plaats vond en overdag stil stond. Dit stilstaan overdag bleek in de regel van $\pm$ 8 uur tot $\pm$ 18 uur te duren, om tijdens de periode van de snelle groei van de nieuwe bol alleen gedurende enkele uren op het midden van de dag voor te komen. Het kan ook zo geformuleerd worden, dat de lange horizontale stukken der groeicurve gepaard gaan met korte stijgingen en de korte horizontale stukken met grote stijgingen. Zie de foto's 6 t/m 10. Hoewel de hellings-

hoeken van de stijgende delen van de curven soms wat verschilden in de opeenvolgende nachten, wat een verschil in groeisnelheid betekende, waren deze toch overwegend van gelijke grootte. Over het algemeen was het dan ook meer de duur van de groei welke de grootte ervan per etmaal bepaalde. Tijdens een hoge temperatuur overdag zoals in 1955, foto 6, bleek bij de tulp de omtrek van de bol af te nemen.

In afwijking van de nacht en dag plaats vindende lengtegroei van de gehele bloemstengel, (zie fig. 6 op p. 19), groeit de bol dus overwegend 's nachts.

Wederom valt bij deze metingen van de groei van de tulpebol de periode met snelle groei op, net zoals bij de periodieke rooiproeven het geval was.

De op de foto's 6 t/m 10 en ook in de straks te bespreken fig. 11 weergegeven resultaten betreffen allemaal metingen welke te Lisse zijn verricht in 1954 en volgende jaren. Bij het beschouwen van deze curven dient er nog op gewezen te worden dat de plaats van de curve op het papier aan de boven of onderkant, geen verband houdt met de absolute omtrek van de bol. De wijzer werd immers telkens naar beneden verzet zodra de bovenkant van het papier bereikt was.

Bij de groeimetingen werd, behalve in het eerste jaar 1954, steeds gewerkt met twaalf groeimeters, waaronder zes identieke. Hierdoor was het mogelijk om de groei van de bollen van twaalf planten gelijktijdig te volgen. Gebleken is hierbij dat er vrijwel steeds een grote mate van overeenkomst bestond tussen al de verkregen groeicurven. De ene nacht groeiden al de bollen veel en tijdens een andere nacht allemaal weinig. Ook vallen de begin- en eindtijden van de groei van de verschillende bollen samen. Op de foto's 6 t/m 10 zijn steeds 2 of 3 curven weergegeven om deze overeenkomst te demonstreren. Bij de verschillende afwijkingen die hierbij te constateren zijn moet men, behalve aan individuele verschillen, ook vooral denken aan de mogelijkheid om fouten te maken tijdens het werk met de groeimeter. Zo zal een iets afgezakte band een te geringe groei te zien geven, die bij verder afzakken nog meer afneemt. Ook een stoot tegen het instrument heeft een verkeerde aflezing tot gevolg omdat deze de spanning in de band iets doet verminderen terwijl de wijzer wat omhoog springt. De volgende dagen zal de bol eerst weer in de band moeten groeien, wat eveneens een registratie van een geringe groei veroorzaakt.

Op de foto's komt de toenemende ervaring met het werken met deze apparaten dan ook tot uiting. In het laatste jaar, 1958, kwamen niet veel storingen meer voor. De onderlinge overeenkomst tussen de curven was toen dan ook zeer goed. Merkwaardig is alleen het plotseling beginnen van de groei in dat jaar. Op de eerste weekstrook begint de gestreepte lijn ineens te stijgen en op de tweede weekstrook de getrokken lijn.

Uit de grote onderlinge overeenkomst tussen de groeicurven van verschillende bollen volgt dat er uitwendige omstandigheden moeten zijn welke bepalen wanneer de groei 's nachts begint en hoelang deze zal aanhouden.

5. De resultaten bij enkele andere gewassen

Enkele groeimeters werden geplaatst op bollen of knollen van andere planten. De resultaten hiervan zijn reeds weergegeven op foto 10. In al deze gevallen bleek er ook een trapsgewijze groei te bestaan en wel een toename 's nachts en een stilstand overdag. Deze metingen werden ook in Lisse verricht bij de hyacint Pink Pearl, de gladiool Johann Strauss en wat de dicotylen betreft, bij de aardappel Eigenheimer en op de vrucht van een appel, Goudreinet. Bij de groei van de appel beginnen de horizontale delen der curve eerst na twaalf uur, wat

betekent dat de groei tot na twaalf uur voortduurt. Het betreft hier incidentele metingen, verricht in het najaar, aan een reeds vrij grote appel, fig. 11. Het is dan ook de vraag of dit beeld gedurende de gehele groei van de appel voorkomt. Mogelijk is dit te verklaren doordat het hele systeem vanaf de wateropnemende wortels tot en met de verdampende bladeren bij de appel veel uitgebreider is dan bij de andere onderzochte planten, zodat er meer tijd nodig is voor het transport van het water, met een later reageren op de uitwendige omstandigheden tot gevolg. De vergelijking der groeicurve met die van de relatieve vochtigheid laat, bij een verschuiving van de laatste over zes uur, zien dat dan de perioden van groei samenvallen met die van een hogere luchtvochtigheid. De waarnemingen zijn echter te gering in aantal geweest om hierover zekerheid te verkrijgen.

STENZ (32) heeft bij de appels een directe samenhang tussen de groei en de relatieve luchtvochtigheid gevonden met metingen tot eind juli.

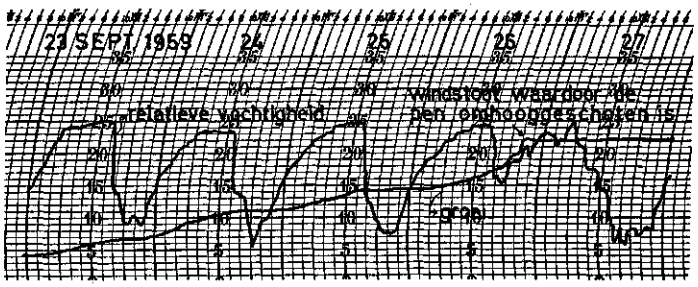


FIG. 11. Groeicurve van een appel, Goudreinet. De curve van de relatieve vochtigheid is 6 uur naar rechts verschoven.

FIG. 11. *Growth curve of an apple, Goudreinet. The curve of the relative humidity has been shifted 6 hours to the right.*

Een andere plant waarbij metingen zijn verricht in een kas was de *Hippeastrum Spec.* Hierbij vertoonde de groeicurve, waarop in fig. 16 wordt teruggekomen, weer hetzelfde trapsgewijs oplopende beeld met dien verstande dat de bol overdag steeds een vermindering van de omtrek te zien gaf. SCHROEDER (31) en SCHROEDER en WIELAND (30) hebben in Californië de groei van de avocado onderzocht en daarbij eveneens een dagelijkse fluctuatie gevonden. „The normal seasonal fruit growth curve of avocado fruit has been shown to follow the sigmoid or S-shape. Daily fluctuations in diameter of the avocado fruit were observed in the present study. Maximum fruit size was attained early in the day – about 8.00 or 9.00 o'clock in the morning in august depending upon the weather conditions. When the transpiration became active, because of increase in light and temperature, internal competition for water developed. Under these conditions of moisture stress water moved from the fruit to the leaves with the resultant reduction in fruit size. As the transpiration increased toward noon, moisture loss from the fruit continued and the fruit diameter decreased until about two or three o'clock in the afternoon, when at Los Angelos, the prevailing westerly wind from the ocean became effective to raise the humudity and lower the temperature, with the resultant decrease in leaf transpiration and increase in fruit diameter" (30, p. 253). Genoemde auteurs hebben dezelfde fluctuatie in de takken aangetoond waar ook TE WECHEL (37) over schreef. Deze dagelijkse fluctuatie is o.a. ook voor citroenen door BARTHOLOMEW (5) aangetoond en voor de zaaddozen van katoen door ANDERSON en KERR (2).

6. De meting van de transpiratie

Uit het trapsgewijze verloop van de met de groeimeter verkregen curve volgde dat de groei waarschijnlijk in belangrijke mate in verband zou staan met de waterhuishouding van de plant. 's Middags tijdens de grootste verdamping door het gewas bleek de groei van de bol stil te staan, soms zelfs af te nemen, terwijl in de nacht de groei juist plaats vond. Ook de andere gewassen dan de tulp vertoonden dit beeld.

Om dit na te kunnen gaan, moest de transpiratie van de plant continu geregistreerd worden, zodat beide curven, die van de groei en die van de transpiratie, doorlopend met elkaar te vergelijken zouden zijn.

Hiervoor werd aanvankelijk gebruik gemaakt van een balans van het type snelweger. Op de ene schaal hiervan werd het kistje met de planten geplaatst en op de andere schaal het benodigde contragewicht. Na instelling kon de, langs de schaal teruglopende, wijzer afgelezen worden. Door nu de as, waarom de wijzer draait, tot buiten de balans te verlengen en dwars hierop een lange schrijfpen te monteren en deze vervolgens, net als bij een thermograaf, een streep op een roterende trommel te laten trekken, ontstond de continue registratie. Eenzelfde indeling als op de wijzerplaat werd op het registreerpapier aangebracht, waarna de schrijfpen zodanig moest worden afgesteld, dat wijzer en schrijfpen steeds hetzelfde aanwezen. De gebruikte balans had een draagvermogen van 20 kg en een meetbereik van 50 gram, met een afleesmogelijkheid tot op een halve gram.

De fabrikant, die het probleem aldus oploste, bleek iets dergelijks al eens eerder gemaakt te hebben voor de steenindustrie, waar men het verloop van het droogproces wilde nagaan.

Op deze balans werd een kistje geplaatst met twee planten er in. Dit geheel was omsloten door plastic, polyaethyleen, waar alleen de stengels met de bladeren boven uit staken. De gewichtsvermindering kon dus alleen veroorzaakt worden door de transpiratie van de planten. Door op de andere kant van de balans net zo veel aan gewicht te plaatsen als het kistje + grond + planten enz. woog, kon de balans precies op de beginstand worden ingesteld. Telkens wanneer er 50 gram verdampt waren, moest opnieuw op de beginstand worden ingesteld. Tijdens dit instellen werd de roterende klok even van de schrijfpen vrijgesteld om onnodige lijnen te voorkomen.

Door regelmatige watergiften werd er voor gezorgd dat niet alleen het gewicht van het kistje + inhoud ongeveer gelijk bleef, maar ook dat dit gewicht zodanig

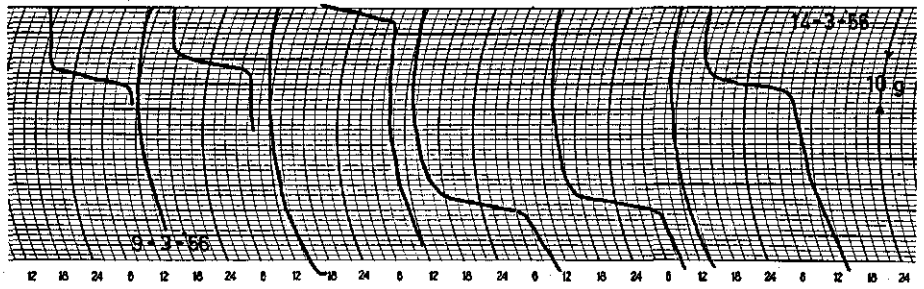


Fig. 12. De transpiratiecurve van *Hippeastrum*, in een kas. De schrijfpen werd 8 maal van beneden naar boven gezet.

Fig. 12. *The transpiration curve of Hippeastrum, in a glasshouse. The pointer was replaced 8 times to the top.*

was dat er geen vochttekort of teveel kon optreden. Foto 11 laat enkele bollen zien van planten welke buiten in kistjes op een balans gestaan hebben, waaruit duidelijk blijkt dat de groei goed geweest is.

De gelijktijdige meting van de transpiratie en de groei bij *Hippeastrum* kon, omdat dit in de kas plaats vond, aan één plant geschieden. Kistje in plastic + groeimeter stonden als één geheel op de balans. Buiten zou een dergelijke opstelling door zijn grootte teveel last ondervinden van de wind. Een voorbeeld van een curve met deze balans verkregen is weergegeven in fig. 12.

Met een dergelijke balans is alleen onder bijzonder gunstige weersomstandigheden buiten te werken. Het moet daarvoor droog zijn en liefst windstil, zodat men feitelijk op onderzoek in een kas is aangewezen.

In een later stadium van dit onderzoek werd echter gebruik gemaakt van een balans waarmee continu buiten gewogen kon worden. Hiertoe werd in de grond een dubbelwandige gegalvaniseerde ijzeren bak gegraven, waarin een balans geplaatst kon worden. Van deze balans, fig. 13, was het ene plateau zo hoog aangebracht dat het boven de deksel van de ijzeren bak uitkwam. Op dit plateau

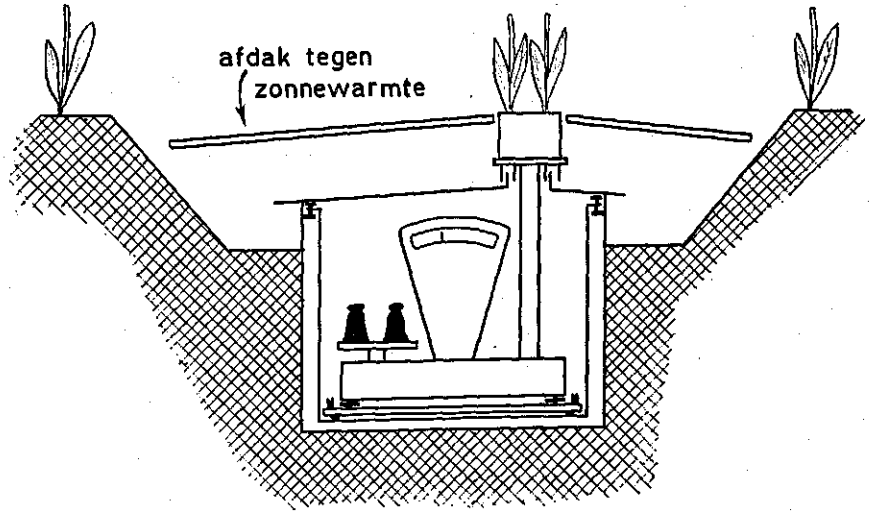


FIG. 13. Schema van de ingebouwde balans.

FIG. 13. *Schema of the built-in balance.*

werd het kistje met de planten gezet, terwijl de contragewichten op het andere plateau in de kist geplaatst werden. Het steeds weer op het beginpunt instellen van de balans geschiedde in de kist. Met de constructie van de deksel was hiermede rekening gehouden, zodat dit op eenvoudige wijze kon geschieden. Door de hoge grondwaterstand in de bollenstreek was aanzienlijke verzwaring van de bak nodig om te voorkomen dat deze ging drijven.

Deze bak met de balans erin stond midden in het proefveld ingegraven, foto 12 en 13, terwijl de apparaten voor de doorlopende registratie van de stand van de balans, geplaatst waren in een hut, opgesteld op enige afstand van het proefveld.

De opstelling van de benodigde apparatuur voor dit registreren op afstand geschiedde door terzake kundigen volgens het onderstaande schema.

Aan de balans werd een synchrogenerator bevestigd bestaande uit een rotor

en drie stator wikkelingen. Dit gedeelte van de apparatuur stond in de bak, de rest stond in de hut opgesteld. De rotor werd gevoed vanuit een transformator. De drie in ster geschakelde statorwikkelingen waren verbonden met de statorwikkelingen van een synchrotransformator. De rotor van deze synchrotransformator was aangesloten op de ingang van een servoversterker. De op deze versterker aangepaste servomotor was mechanisch gekoppeld met de rotor van de synchrotransformator en een potentiometer. De rotor van de synchrogenerator induceerde in de statorwikkelingen wisselspanningen, al of niet in fase met de aangelegde spanning. Verplaatste de weegschaal de rotor van de synchrogenerator, dan wijzigden de amplituden in elk van de drie geïnduceerde spanningen zich. De gekoppelde synchrotransformator induceerde hierdoor een spanning in haar rotor welke naar de servoversterker werd geleid. De servomotor verplaatste dan de rotor van de synchrotransformator totdat de in deze transformator geïnduceerde spanning nul was. Over de met de servomotor gekoppelde potentiometer werd het stuurvermogen afgenomen voor een registrerende millivoltmeter. Nadat het geheel nauwkeurig was ingesteld, kwam de wijzerstand van de schrijver steeds overeen met die van de balans. Ook met deze balans kon tot op 0,5 gram nauwkeurig gewogen worden, terwijl het totale meetbereik 50 gram bedroeg en het draagvermogen 20 kg was.

Met twee tulpen per kistje op de balans bleek dit bereik ruim voldoende te zijn. Wanneer de balans in de namiddag was ingesteld, was dit niet eerder weer nodig dan de volgende morgen. Overdag moest dit echter enige malen geschieden.

Het spreekt vanzelf dat regen deze waarnemingen stoorde, omdat door de druppels, die op het kistje en op de planten bleven liggen, het gewicht toenam. Na de bui verdampten deze druppels, wat wederom de waarneming onjuist maakte. Het is dan ook beslist een voordeel dat in de periode waarin gemeten werd, april, mei, juni, in ons land nogal eens droge perioden voorkomen. Om te verhinderen dat het kistje 's nachts tengevolge van een lichte bui al te zwaar zou worden en de balans zou doen doorslaan, werd deze in de namiddag ongeveer op het midden van de schaal ingesteld zodat er een 20 gram speling overbleef voor het eventuele zwaarder worden. Dit had tot voordeel dat dan ook nauwkeurig het begin en het eind van een bui werden geregistreerd, wat weer gebruikt kon worden bij de vergelijking met de curve der groeimeters.

Wind bracht de apparatuur in trilling. Het gevolg was een curve welke alleen bij weinig wind uit een enkele lijn bestond en bij veel wind uit een brede band. Door het midden van deze dikke streep te volgen was echter de transpiratie toch steeds goed te meten, zodat de wind voor de metingen eigenlijk geen belemmering was.

De verwarming van het met plastic omgeven kistje is verder nog een punt waaraan aandacht besteed moest worden. De temperatuur kon namelijk in het kistje aanmerkelijk stijgen boven die in de open grond. Door een extra afscherming, zodat het kistje grotendeels in de schaduw kwam te liggen, werd dit tegengegaan. Ook werd het kistje omgeven met witte isolerende platen, welke onder het plastic werden geplaatst. Een temperatuurverhoging kon echter niet steeds worden voorkomen, vooral niet midden op de dag.

Het kistje, dat op de balans stond, werd 's morgens en 's avonds gewogen, tegelijk met een drietal controlekistjes, welke eveneens met plastic omgeven waren. Van deze controlekistjes was er één dat steeds werd ingegraven binnen een cirkelvormig geplaatste elektrische verwarmingskabel, zodat dit een hogere bodemtemperatuur had dan de andere. Dit werd gedaan om na te gaan of de

temperatuurstijging in het kistje op de balans van invloed was op de transpiratie. Uit de cijfers weergegeven in tabel 7 blijkt, dat de temperatuurverhoging weinig invloed had op de transpiratie. De kistjes bevatten steeds elk twee planten, ondanks dat zal het totaal bladoppervlak per kistje verschillend geweest zijn. Dit kon niet worden gemeten, omdat daarmee de plant verloren zou gaan. In tabel 7 dient men dan ook voornamelijk op de orde van grootte van de cijfers te letten. De onverwarmde controlekistjes werden steeds ingegraven, zodat de temperatuur daarin gelijkgesteld mag worden aan die van het vrije veld. Bij al deze metingen is uitgegaan van bollen van de ziftmaat 10.

TABEL 7. Verandering van de gewichten van de controlekistjes ter vergelijking met dat op de balans (2 planten per kistje), met de bijbehorende bodemtemperaturen op –10 cm.

TABLE 7. *Change in weights of control boxes (column 3, 4 and 5) to compare with the box placed on the balance (column 7) with the corresponding soil temperatures at –10 cm. Two plants per box.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
mei 1958	uur	controle kistjes		verwarmd kistje		kistje op balans		vrije veld
		gram	gram	gram	°C	gram	°C	°C
26	10 : 00							
	16 : 15	– 38	– 59	– 38	21	– 46	16	12,5
27	8 : 45	– 13	– 14	– 16	19	– 14	8	10,7
	16 : 00	– 47	– 45	– 43	23,5	– 48	17,5	14
28	9 : 00	– 24	– 29	– 22	20	– 34	10,5	11
	16 : 35	– 87	– 86	– 75	25	– 82	23,5	15
29	8 : 40	– 27	– 25	– 22	18	– 27	11	11,8
	16 : 30	–103	–108	– 84	22,5	–103	24	16,5
30	8 : 45	– 43	– 43	– 38	21	– 51	13	13,2
	16 : 45	– 11	– 28	+30	21	+ 2	17	14
31	8 : 50	– 12	– 7	– 15	10,5	– 9	11,5	15
	16 : 30	– 83	– 75	– 75	28	–109	25	17

De transpiratiecijfers per plant per etmaal zijn, voor Krelage's Triumph, weergegeven in tabel 8. Van deze cijfers is het decade-gemiddelde bepaald, uitgedrukt in millimeters water per etmaal (tabel 9). Bij deze omrekening werd er van uitgegaan dat er 80 bollen van zift 10 per m^2 geplant worden.

TABEL 8. Transpiratiecijfers per etmaal en per plant van Krelage's Triumph. Plantmaat zift 10. Op de ontbrekende dagen heeft het geregend.

TABLE 8. *Transpiration in grams/24 hours/plant, Krelage's Triumph, Size of the planted bulbs was between 10 and 11 cm circumstance. Rain has fallen on the days non stated.*

	mei 1957				juni 1957		mei 1958		juni 1958			
	g		g		g		g		g		g	
				21	42			21	46			
1	–	11	47	22	53	1	51	22	34	1	90	11	27
2	–	12	40	23	–	2	62	23	–	2	86	12	31
3	–	13	–	24	48	3	56	24	–	3	58	13	30
4	48	14	81	25	79	4	–	25	35	4	43	14	39
5	59	15	55	26	62	5	–	26	–	5	49	15	46
6	–	16	59	27	58	6	32	27	28	6	64	16	49
7	28	17	80	28	65	7	40	28	53	7	–	17	24
8	39	18	–	29	55	8	37	29	67	8	–	18	26
9	47	19	52	30	26	9	58	30	28	9	36	19	19
10	65	20	67	31	48	10	–	31	64	10	34	20	17

Gedurende de decaden mei I tot en met juni I in 1957, bedroeg de transpiratie van Krelage's Triumph, zift 10, dus gemiddeld 4,1 mm per etmaal. Wanneer de evaporatie hieraan wordt toegevoegd, dan mag men aannemen dat de evapotranspiratie bij deze tulp 4,5 à 5 mm per etmaal zal bedragen.

TABEL 9. De gegevens van de vorige tabel uitgedrukt in mm per etmaal.

TABLE 9. *The data of table 8 converted into mm/24 hours.*

	1957	1958
mei I	3,8	
mei II	4,8	2,4
mei III	4,3	3,5
juni I	3,8	4,7
juni II		2,5

Metingen verricht met de enkele late tulp Golden Harvest, welke een veel forsere plant is dan de Krelage's Triumph, hebben regelmatig verdampingscijfers laten zien, welke twee maal zo hoog lagen. Ook van deze tulp was het zift 10, welke geplant werd. In tabel 10 zijn hiervan enkele cijfers opgenomen. Bij de omrekening werd hierbij van 70 planten per m^2 uitgegaan. In dit geval bedraagt alleen de transpiratie al meer dan 8 mm per etmaal.

Uit deze cijfers blijkt dat bij tulpen, die meer kruid maken dan Krelage's Triumph, ook met aanmerkelijk hogere transpiratiecijfers gerekend moet worden. Golden Harvest behoort tot de grote soorten, al is het niet de grootste. De betekenis van de doorlatendheid van de bollengronden wordt hiermee ook nog eens aangetoond.

TABEL 10. Transpiratie van de tulp Golden Harvest, gemiddelde van 2 planten. Plantmaat zift 10.

TABLE 10. *Transpiration of the tulip Golden Harvest, mean from 2 plants. Size of the planted bulbs was between 10 and 11 cm circumference.*

1958	uur	gram
mei 31	16 : 45	
	8 : 50	14
	16 : 30	80
juni 1	10 : 40	103
	16 : 30	66
2	8 : 50	109
	16 : 30	86
3	9 : 00	104
	16 : 30	66
4	9 : 30	27
	16 : 15	42

7. VERGELIJKING VAN DE TRANSPIRATIECIJFERS MET DIE VAN EEN LYSIMETER

Het Hoogheemraadschap Rijnland heeft enige lysimeters staan te Oude Wetering om o.a. het waterverbruik door bolgewassen na te gaan (19). In één hiervan wordt, net als in de bollenstreek, een grondwaterstand van 50 à 55 cm beneden het maaiveld gehandhaafd. Bovendien is deze lysimeter gevuld met

zand uit de bollenstreek. De oppervlakte bedraagt 1 m². In verband met de vruchtwisseling staan er op deze lysimeter om de drie jaar tulpen.

De door het Hoogheemraadschap hiermede verkregen gegevens over de verdamping vormen een mogelijkheid voor vergelijking met die van de transpiratiebalans. Nauwkeurig is dit helaas niet mogelijk omdat met andere variëteiten is gewerkt en omdat de plantmaat niet bekend is. Uit de plantgewichten en het aantal opgeplante bollen, die wel gegeven zijn, valt af te leiden dat in 1955 en 1958 de ziftmaat 10 is geweest en daarvóór vermoedelijk 11. De variëteiten met daarachter het aantal stuks en het plantgewicht waren: de Triumphtulp Alberio in 1943 (60 stuks: 1390 gram) en in 1946 (64 stuks: 1940 gram); de Darwintulp Bartigon in 1949 (? stuks: 1190 gram), de Darwintulp Prinses Elisabeth in 1952 en in 1955 (49 stuks: 810 gram) en in 1958 (49 stuks: 990 gram).

De evapotranspiratiecijfers van de lysimeter (neerslag + infiltratie – zakwater), zijn in fig. 14 grafisch weergegeven. In dezelfde figuur werden de gegevens over de transpiratie van Krelage's Triumph in 1957 en 1958 opgenomen. Hierbij werd uitgegaan van 60 planten per m² om in overeenstemming te komen met het aantal tulpen op de lysimeter. De met de balans verkregen cijfers liggen alleszins aanvaardbaar tussen die van de lysimeter, zodat aangenomen mag worden dat de met de balans verkregen cijfers niet aan de hoge kant zijn.

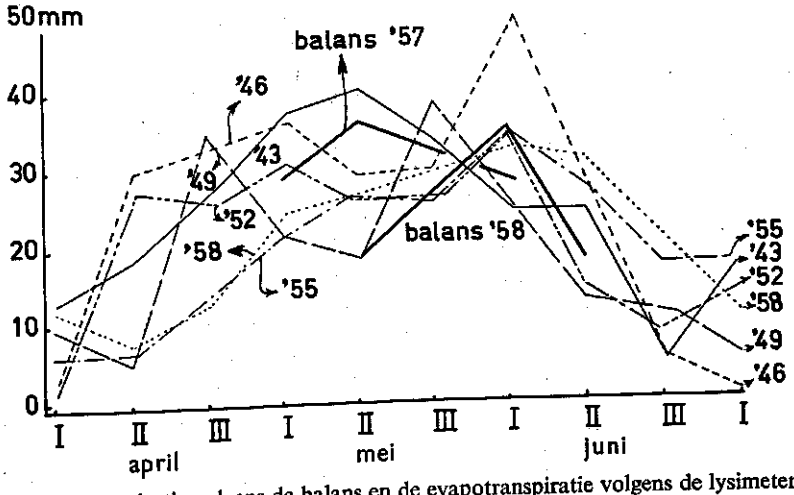


FIG. 14. De transpiratie volgens de balans en de evapotranspiratie volgens de lysimeters van Rijnland te Oude Wetering (tulpen).

FIG. 14. *The transpiration shown by the balance and the evapotranspiration according to the Rijnland lysimeters at Oude Wetering (tulips).*

De grafieken van de evapotranspiratie komen enigszins overeen met die welke het verloop van het kruidgewicht weergeven bij de periodieke rooiproeven en in fig. 3 en 4 werden afgebeeld. De toename van het kruidgewicht tot in de eerste decade van mei, waarin het grootste gewicht bereikt wordt, gaat gepaard met de stijging van de evapotranspiratie. Hierbij is ook het oplopen van de temperatuur betrokken. Na de eerste decade van mei blijven zowel het kruidgewicht als de evapotranspiratie min of meer op één hoogte schommelen, hoewel de temperatuur blijft stijgen, om beide omstreeks half juni te gaan dalen. Dit dalen betekent het begin van het afsterven van het gewas. Omstreeks deze tijd

eindigt ook de periode van snelle groei van de nieuwe hoofdbol + klisters.

Uit deze lysimetercijfers blijkt tevens dat de tulp het meeste water nodig heeft vanaf eind april tot half juni. Dit komt overeen met de uitkomsten van het beregeningsonderzoek (14), welke aantoonden dat het beregenen moest plaats vinden in de periode vanaf 1 week voor de bloei tot 6 weken er na.

8. Het gelijktijdig gebruik van groeimeter en transpiratiebalans bij *Hippeastrum*

Omdat de transpiratiebalans welke het eerst gebruikt werd, nl. die met de registratie op de roterende trommel, in de winter voor gebruik gereed kwam, werd naar een object gezocht dat geschikt was om er oriënterende proeven mee te nemen in een kas. Hiervoor werd *Hippeastrum* gekozen en omdat dit bijzonder mooie resultaten opleverde, werd het meten met deze bollen het volgende jaar herhaald. De resultaten van beide jaren waren aan elkaar gelijk.

De opzet was zo dat op de transpiratiebalans een kistje stond met een groeiende plant er in. Van de bol van deze plant werd de groei bepaald met een groeimeter. Het kistje, in plastic, en de groeimeter stonden als één geheel op de balans.

Omdat de transpiratiecurve van deze plant (fig. 12), zulke scherpe overgangen vertoonde tussen de geringe transpiratie 's nachts en de veel grotere overdag, werd ter completering van deze waarnemingen ook de openingstoestand van de stomata nagegaan. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de registrerende porometer zoals die door Pinkhof (25) is geconstrueerd en die aanwezig was op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse. Voor een uitvoerige beschrijving van het apparaat kan verwezen worden naar de betreffende publikatie van Pinkhof (25). Kort samengevat is de werking als volgt: Een tegen het blad bevestigd glazen cupje bevat twee openingen met aan elk een dunne rubber slang. Aan het andere eind van deze slangen zijn elektrisch afsluitbare openingen gemonteerd. Wanneer één opening reeds gesloten is, wordt, alvorens ook de andere te sluiten, in de slangen en dus ook in het cupje, een geringe onderdruk gezogen. Deze onderdruk komt tot uiting in het stijgen van een waterkolom tot ± 20 cm in een verticale glazen buis, welke in het systeem is opgenomen. Deze onderdruk kan alleen opgeheven worden door de lucht welke via de stomata in het afgesloten systeem dringt. De snelheid, waarmee dit geschiedt, bepaalt de snelheid waarmee de waterkolom weer zakt. Gedurende dit zakken van de waterkolom trekt het apparaat een lijn op het registratiepapier. Hoe langer deze lijn is, des te langer deed de waterkolom er over om te zakken en des te kleiner was dus de openingstoestand van de huidmondjes. De lijnen zijn weergegeven in fig. 15, in het gedeelte dat op de dag betrekking heeft. Gedurende de nacht daalde de waterkolom bij de *Hippeastrum* in de verwarmde kas zo goed als niet, zodat het apparaat dan een lange, evenwijdig aan de tijdschaal lopende lijn registreerde. De waterkolom daalde in de ochtend ook weer wat sneller tengevolge van het langzaam openen der stomata. Het apparaat werkte echter zo dat de kolom eerst aanzienlijk gezakt moest zijn om te bewerkstelligen dat de schrijfstift weer naar de andere zijde van het papier ging, zodat een vertraging in de registratie ontstond.

Het principe van de gebruikte porometer is hetzelfde gebleven. Wel werden de relais vervangen door moderne typen met gevolg dat het apparaat, zonder dat er storingen optraden, lange tijd dag en nacht gewerkt heeft. Hierbij werden de cupjes regelmatig verplaatst en werd in duplo gemeten. In verband met de slangen, tengevolge van de dan optredende niet constante invloed ervan op het ge-

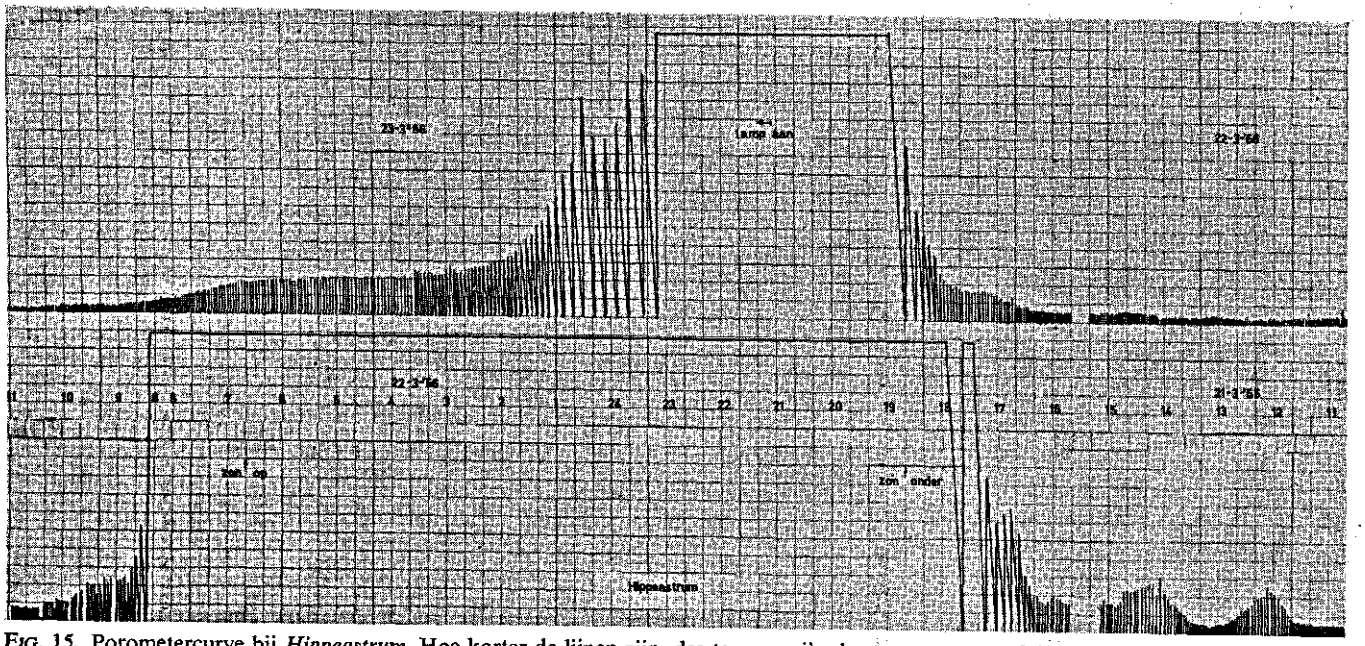


FIG. 15. Porometercurve bij *Hippeastrum*. Hoe korter de lijnen zijn, des te meer zijn de stomata geopend. 's Nachts zijn ze gesloten zoals van 18 uur de 21-3-1956 tot 8.30 uur de volgende morgen. Toen werd om 21 uur een boven de plant hangende lamp aangestoken wat een langzaam openen der huidmondjes om 23 uur ten gevolge heeft gehad.

FIG. 15. *Curve of Hippeastrum obtained with a porometer. The shorter the lines, the more the stomata are opened. At night they are closed, from 18 hours 21-3-1956 till the following morning. Then, at 21 hours, a lamp, hanging above the plant, was lit with the result that the stomata opened slowly.*

wicht, konden de cupjes niet geplaatst worden op de bladeren van de plant die op de balans stond, maar moest dit bij andere exemplaren geschieden.

In fig. 15 is het openen en sluiten der stomata fraai te zien. Dat deze overgangen vrij plotseling moesten zijn, was reeds uit de scherpe overgangen van de transpiratiecurve, fig. 12, af te leiden. Desondanks vormde de porometercurve een belangrijke aanvulling van de gegevens. In fig. 16 zijn de drie bij elkaar behorende curven, nl. die van de transpiratie, de groei- en van de porometer, bij de *Hippeastrum* weergegeven. Duidelijk blijkt het verloop van de groei tegengesteld te zijn aan dat van de transpiratie. Zodra de transpiratie voldoende is afgenomen, begint de groei van de bol en deze eindigt enige tijd nadat de transpiratie weer de volle omvang heeft bereikt. Tevens blijkt dat de balans 's nachts nog een gering gewichtsverlies aangeeft wat bij de porometercurve niet tot uiting komt. Dit is hierdoor te verklaren dat het cupje maar een gering bladoppervlak beslaat zodat de lucht door een beperkt aantal stomata heen moet. De balans reageert daarentegen op de verdamping van alle huidmondjes tezamen.

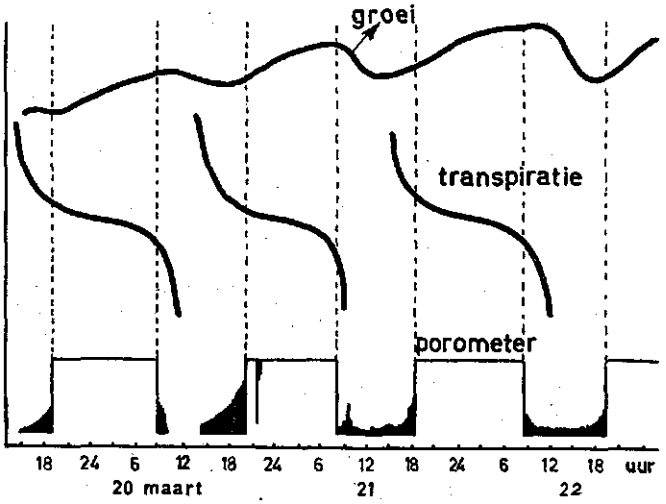


FIG. 16. Bij elkaar behorende curven van de groei, de transpiratie en de porometer, van *Hippeastrum*.

FIG. 16. *Corresponding curves of the growth, the transpiration and the porometer, of Hippeastrum.*

9. HET GELIJKTIJDIG GEBRUIK VAN GROEIMETER EN TRANSPIRATIEBALANS BIJ DE TULP

Voortbouwend op de resultaten van de proeven met *Hippeastrum* in de kas, werden overeenkomstige proeven met tulpen genomen. Dit kon aanvankelijk ook alleen in een kas plaats vinden, omdat de ingebouwde balans, geschikt voor metingen buiten, toen nog niet geconstrueerd was.

Ook bij de tulp is van de plant, waarvan de transpiratie bepaald werd, gelijktijdig de groei van de bol gemeten. Het kistje en de groeimeter hebben, tot één geheel verbonden, op de balans gestaan.

Een voorbeeld van gelijktijdige registratie van de groei en van de transpiratie is in fig. 17 weergegeven. Uit deze figuur is af te lezen dat ook bij de tulp de groei van de bol plaats vond gedurende de periode van geringe transpiratie en dat de groei stil stond zolang de plant veel verdampte.

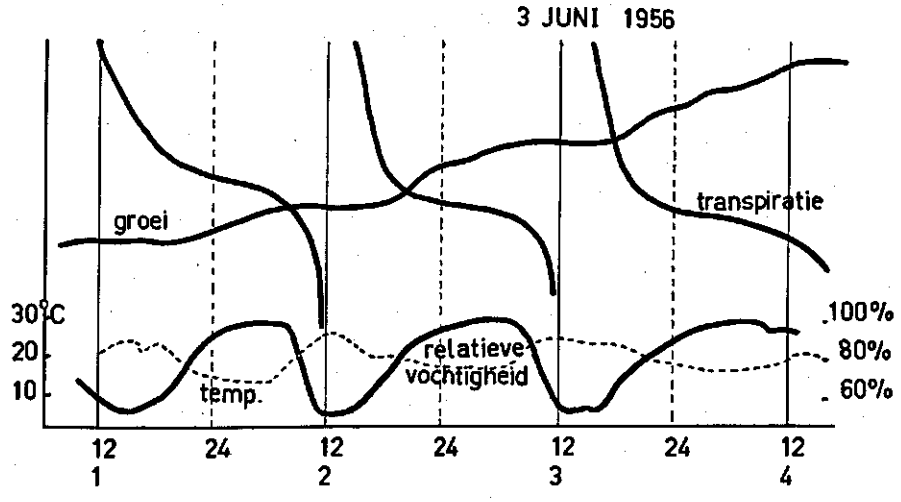


FIG. 17. Groeicurve van de tulp in de kas met de bijbehorende curven van de transpiratie, de relatieve vochtigheid en de temperatuur.

FIG. 17. *Growth curve of the tulip in a glasshouse with the corresponding curves of the transpiration, the relative humidity and the temperature.*

Ook is in deze figuur een samenhang te constateren tussen de genoemde grootheden en de relatieve vochtigheid. Zo vertoonden de transpiratie en de relatieve vochtigheid in de ochtenden van de tweede en van de derde juni vrij scherpe overgangen, terwijl dit bij beide de vierde juni niet het geval was. De perioden van stilstand in de groei kwamen overeen met die waarin de relatieve vochtigheid laag was. Wegens het grote verband dat er in de kas bestond tussen de relatieve vochtigheid en de temperatuur van de lucht, dient bij deze proef ook gewezen te worden op het verband tussen de groei en de luchttemperatuur.

Het verband tussen de groei en de verschillende uitwendige factoren is nader onderzocht in veldproeven, die genomen werden in aansluiting op deze metingen in de kas. De noodzaak om dit onderzoek buiten voort te zetten was gelegen in het feit, dat de groei van de tulpebol in de kas niet in voldoende mate plaats vond, terwijl het bovendien het uiteindelijke doel van dit onderzoek was om de invloed na te gaan van uitwendige factoren op de groei van tulpebollen buiten. Voor dit doel werd de ingebouwde balans geconstrueerd. De beschrijving van deze balans en van de gegevens welke ermee verkregen werden, zijn reeds onder 6 in dit hoofdstuk vermeld. De tijdens deze veldproeven verkregen groeicurven zijn besproken onder 4, terwijl de algemene opzet van deze proeven aan het begin van dit hoofdstuk uiteengezet is.

Bij deze veldproeven bleek er een eender verband te bestaan tussen de transpiratie en de groei van de bol als bij de *Hippeastrum* en de tulp in de kas was gevonden. Omdat met continu registrerende apparaten gewerkt werd, kwamen gegevens over een groot aantal dagen ter beschikking.

Ook bij deze veldproeven is gebruik gemaakt van de porometer en een voorbeeld van de hiermee verkregen curve, is weergegeven in fig. 18. Uit deze figuur blijkt dat de stomata van de tulp 's nachts niet geheel gesloten zijn, zodat er 's nachts ook nog transpiratie plaats vindt. Nooit werden 's nachts volledig gesloten huidmondjes geregistreerd.

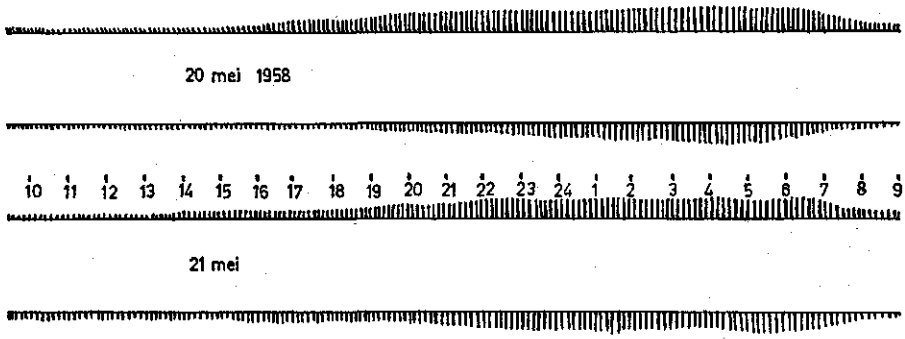


FIG. 18. Porometercurven in duplo, tegengesteld geregistreerd, van buiten groeiende tulpen. Krelage's Triumph.

FIG. 18. *Curves, in duplicate, counterwise registered by a porometer, of outdoor growing tulips. Krelage's Triumph.*

De transpiratiebalans gaf deze nachtelijke verdamping van het gewas eveneens weer (zoals in fig. 19 te zien is) en wel heel duidelijk in de nacht van 17 op 18 mei, en de uiterst geringe transpiratie gedurende de andere nachten. In tabel 11 zijn enkele waarden van de transpiratie per etmaal en per nacht weergegeven

TABEL 11. Transpiratie per plant, gemiddelde van twee planten, met de bijbehorende groei Krelage's Triumph.

TABLE 11. *Transpiration per plant, mean of two plants, with the corresponding growth. Krelage's Triumph.*

Datum 1957	Transpiratie in grammen		Groei in eenheden van de stroken
	etmaal	's nachts 18–8 uur	
8 mei	39	6	5,8
9 „	47	18	2,5
10 „	65	8	12,3
11 „	47	5	6,–
12 „	–	–	7,5
13 „	–	–	4,3
14 „	81	10	3,–
15 „	55	7	4,6
16 „	59	12	3,9
17 „	80	17	2,6
18 „	–	–	8,7
19 „	52	15	2,1
20 „	67	11	3,8
21 „	42	14	1,6
22 „	53	–	8,2
23 „	–	–	6,6
24 „	48	17	1,7
25 „	79	27	0,8
26 „	62	17	2,4
27 „	58	8	6,9
28 „	65	17	2,7
29 „	55	10	6,5
30 „	26	11	1,8
31 „	48	10	7,9
1 juni	51	–	5,9
2 „	62	10	3,7
3 „	56	3	6,1

om te laten zien om welke hoeveelheden het kan gaan. Ook blijkt uit de cijfers dat de nachtelijke transpiratie aanzienlijke verschillen vertoonde. Op de niet ingevulde dagen was het bepalen van de transpiratie ten gevolge van neerslag niet mogelijk.

10. Vergelijking van de groei met de weersfactoren

Bij deze vergelijking werd steeds gebruik gemaakt van dagelijkse gegevens. Zo werd gedurende de proeven elke dag de groei bepaald evenals de straling, de neerslag, de verdamping enz. en van al deze factoren werd nagegaan of ze met de groei correleerden. 's Morgens werd op de groeimeters de groei afgelezen. Deze groei werd gecorreleerd met de omstandigheden van de eraan voorafgegane dag en met die gedurende dezelfde nacht. Zo werden bijvoorbeeld de gemiddelde overdagtemperatuur van de 18e mei, fig. 19, en de straling op de 18e mei, vergeleken met de groei welke plaats vond gedurende de nacht van de 18e op de 19e mei. Voor de groei is het gemiddelde genomen van zes of meer groeimeters, waarbij de waarnemingen, waarin de band kennelijk niet goed meer zat, buiten beschouwing werden gelaten.

De mate, waarin de groei van de bol reageert op de uitwendige omstandigheden, is niet gedurende de gehele groeiperiode gelijk. De reactie zal gedurende de begin- en eindfase van de groei geringer zijn dan tijdens de periode van snelle groei. Zo nodig werd hiervoor een grafische correctie op het begin en op het eind van de groei toegepast, zoals in 1958. In 1957 daarentegen kon dit achterwege blijven, omdat toen de betrouwbaar verkregen gegevens binnen de periode van de snelle groei vielen. Om de groei in een cijfer uit te drukken werd de verticale stijging van de curve uitgedrukt in éénheden van het gebruikte registratiepapier. In fig. 19 zijn voor een aantal opeenvolgende dagen de verschillende factoren grafisch uitgezet. De verdamping en de transpiratie zijn in deze figuren op 24 uur steeds weer op de bijbehorende beginhoogte teruggezet. Toevallig valt hierbij het beginpunt van de transpiratie op de 19e mei samen met het eindpunt van de ver-

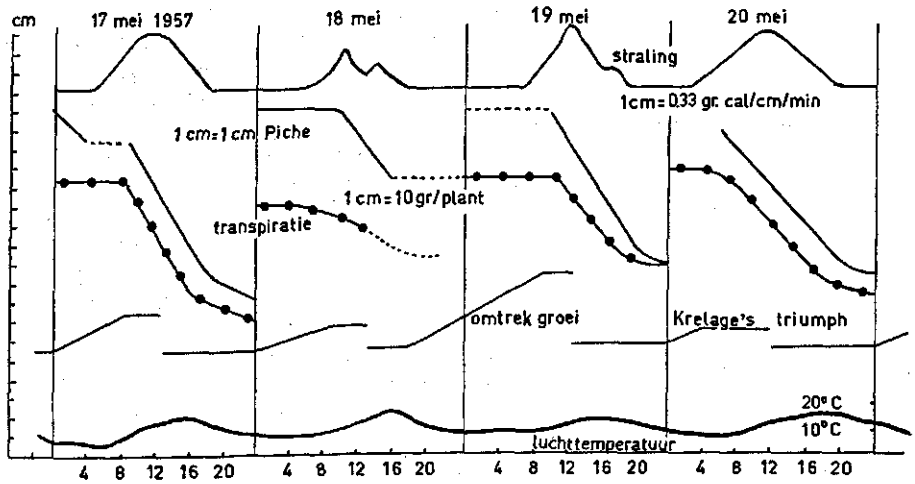


FIG. 19. Bij elkaar behorende curven van de straling, de verdamping, de transpiratie, de groei en de luchttemperatuur.

FIG. 19. *Corresponding curves of the radiation, the transpiration (Piche and plant), the growth and the air temperature.*

damping op de 18e. In verband met de nachtelijke groei is de curve van de groeimeter steeds om twaalf uur teruggezet. De mogelijkheid om de gegevens van de Piche verdampingsmeter ook als doorlopende curve per dag weer te geven, in fig. 19, ontstond doordat deze meter aan een registrerende balans verbonden is geweest.

Evenals de groei zijn ook de andere factoren in getalwaarden per etmaal uitgedrukt en vervolgens met de groei vergeleken. Dit is gedaan voor de jaren 1957 en 1958, omdat toen de ingebouwde balans beschikbaar was, evenals een solarimeter volgens Kipp.

Door het maken van stippendiagrammen werd hier, op eendere wijze als bij het statistisch onderzoek, nagegaan of er een verband kon worden aangetoond tussen de groei enerzijds en één der gemeten weersfactoren anderzijds.

Hierbij bleek dat er geen verband aan te geven was tussen de straling en de groei gedurende de erop volgende dag. De straling werd, ter controle, met twee solarimeters gemeten, met behulp van een registrerende millivoltmeter. Tussen de uitslagen van beide meetpunten, één op een pad en één tussen de planten, werd geen verschil geconstateerd. Door gebruik te maken van de gegevens van de periodieke rooiproeven kon de gewichtstoename van de nieuwe hoofdbol plus klisters per week worden berekend. Omdat van deze bollen ook het gewicht aan droge stof bepaald was, stonden zowel de toename per week aan vers gewicht als aan droge stof ter beschikking. Deze werden vergeleken met de bijbehorende weektotalen van de straling. In geen van beide gevallen kon echter een verband worden aangetoond. Hierbij moet worden bedacht dat dit nagegaan werd bij zes achtereenvolgende weken van hetzelfde groeiseizoen, waarbij het de vraag is of het gedrag van de plant gedurende deze opeenvolgende weken wel voldoende constant blijft.

Het zoeken naar een verband tussen de groei en de andere weersfactoren heeft evenmin in enig geval een betrouwbaar resultaat te zien gegeven. Ook wanneer de verdamping (Piche) gedurende de nacht vergeleken werd met de groei tijdens dezelfde nacht, bleek er tussen de getalwaarden geen verband te bestaan.

Wanneer alleen de gegevens met elkaar werden vergeleken van dagen zonder neerslag, dan ontstond er een zwak negatief verband tussen de groei en de transpiratie (quantitatief) 's nachts. Hetzelfde was met de gegevens van de verdampingsmeter (Piche) het geval.

De neerslag bleek toch invloed te hebben. Zo had de eerste regen na een droge periode vaak een flinke groei tot gevolg, terwijl de regen op de volgende dagen echter geen invloed meer had. Volledigheidshalve dient hier vermeld te worden dat de neerslag, welke b.v. de 8ste 's morgens werd gemeten, genoteerd werd op de 7de, zoals dit ook steeds met de groei gedaan werd.

Zolang de grondvochtigheid niet te gering was, bleek deze evenmin invloed te hebben op de dagelijkse groei van de tulpebol.

Kon tussen de weersfactoren en de groei geen correlatie aangetoond worden, tussen de transpiratie en de groei was dit wel het geval. Het ging hier bij de transpiratie niet om de grootte, maar om de duur ervan. De groei van de bol bleek voornamelijk bepaald te worden door de tijdsduur waarin zo goed als geen transpiratie voorkwam, d.w.z. de tijdsduur waarin de transpiratiebalans een gelijk blijven of een toename van het gewicht van het kistje op de balans registreerde gedurende de nacht. Dit verband is voor 1957 en 1958 weergegeven in fig. 20. De correlatiecoëfficiënten tussen de groei en deze tijdsduur zonder noemenswaardige transpiratie, bedroegen voor 1957: 0,736 en voor 1958: 0,579.

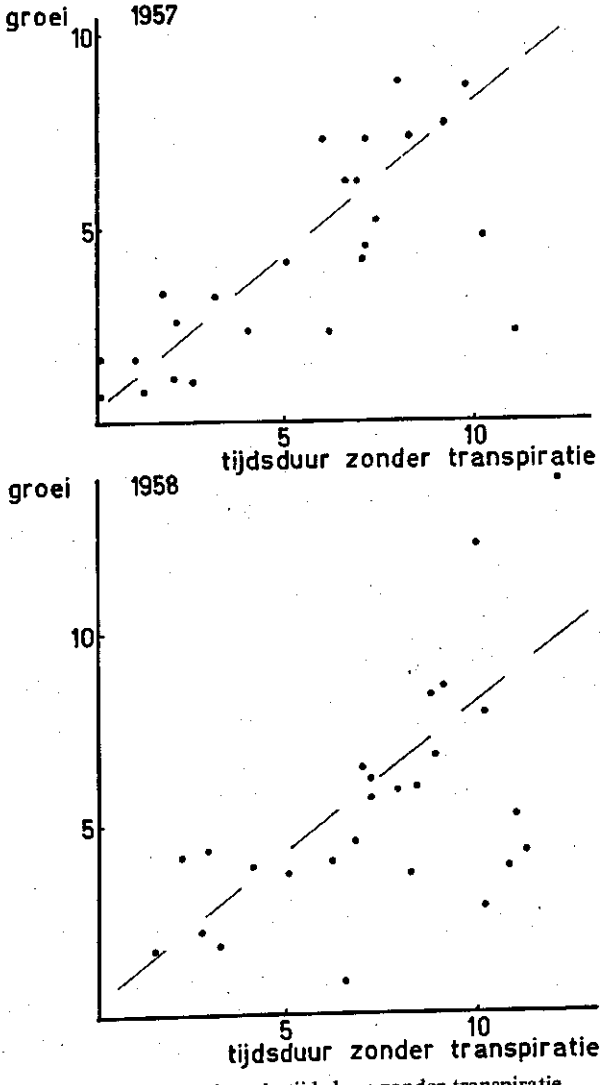


FIG. 20. Het verband tussen de groei en de tijdsduur zonder transpiratie.
FIG. 20. *The correlation between the growth and the time without transpiration.*

Hieruit volgt dat die uitwendige factoren invloed hebben op de dagelijkse groei van de tulpebol die 's nachts de transpiratie beïnvloeden, zoals de relatieve vochtigheid en de wind.

Of een dergelijk verband ook bestaat tussen de groei en de *duur* van de periode met geringe verdamping 's nachts, zoals de Piche verdampingsmeter dit weergeeft, kon met dit materiaal niet worden nagegaan. De meter was weliswaar aan de registrerende balans verbonden, maar door het geringe gewichtsverlies en de trillingen door de wind kon de registratie niet nauwkeurig worden afgelezen. Wel kon het verband tussen de transpiratie en de evaporatie (Piche), beide quantitatief, worden nagegaan. Dit is weergegeven in fig. 21.

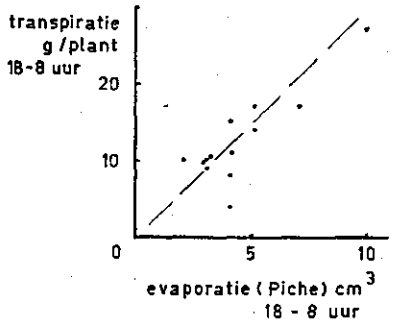


FIG. 21. Het verband tussen de transpiratie 's nachts (Krelage's Triumph) en de evaporatie 's nachts op dagen zonder neerslag in mei 1957 te Lisse.

FIG. 21. *The correlation between the transpiration during the night and the evaporation during the night on days without precipitation in May 1957 at Lisse.*

Het verband tussen de groei en de relatieve vochtigheid is nogmaals, maar dan betrekking hebbend op de proeven buiten met Golden Harvest, weergegeven in fig. 22.

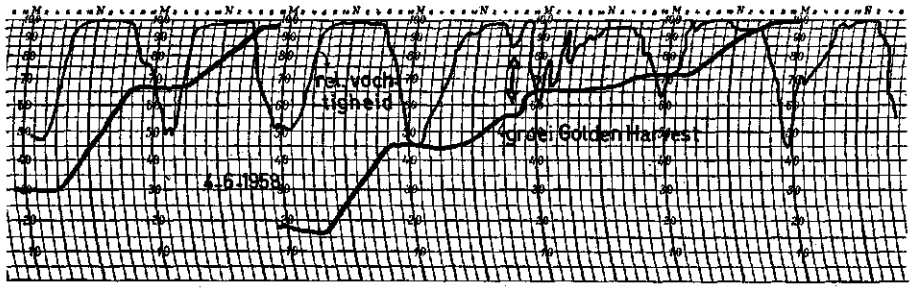


FIG. 22. Verband tussen de groei van Golden Harvest buiten en de relatieve luchtvochtigheid.

FIG. 22. *Correlation between the outdoor growth of Golden Harvest and the relative humidity.*

HOOFDSTUK VI

BESPREKING VAN DE RESULTATEN

In dit hoofdstuk zijn de resultaten, welke de verschillende onderzoekingen hebben opgeleverd, bij elkaar gevoegd en onderling vergeleken. Daarbij is nagegaan in hoeverre de verkregen inzichten met elkaar in overeenstemming waren en in welke mate ze samen een afgerond beeld gaven van de eisen, welke de tulp, tijdens de groeiperiode, aan het weer stelt om een optimale opbrengst te kunnen geven.

Uit de periodieke rooiproeven en uit de metingen met de groeimeter werd, door middel van een groeicurve, een duidelijk beeld gevormd van de groei van de nieuwe hoofdbol plus klisters. Ook het statistisch onderzoek heeft enkele duidelijke gegevens opgeleverd. Het zijn deze gegevens, welke met elkaar in het onderstaande vergeleken zijn. Hierbij werd ook gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur.

1. DE RESULTATEN WELKE VALLEN BINNEN DE GROEIPERIODE VAN DE NIEUWE BOL

Het onderzoek heeft aangetoond, dat de meetbare groei van de nieuwe hoofdbol + klisters ongeveer begin april aanvangt, om te duren tot begin juli. Binnen

deze tijd ligt de periode van snelle groei, welke ongeveer valt tussen de tweede helft van april of begin mei en begin of half juni.

Gedurende deze periode van snelle groei is waarschijnlijk de invloed van het weer op de groei het grootst (AZZI, 3).

Bij het onderling vergelijken van de resultaten werd uitgegaan van de bij het statistisch onderzoek gevonden correlaties. Binnen de groeiperiode van de nieuwe hoofdbol plus klisters behoorden hiertoe die tussen de groei (gewicht) enerzijds en anderzijds:

a. het aantal uren zonneschijn in april III, of in april III en mei I (positieve correlatie);

b. de bewolking, eveneens in april III, of in april III en mei I (negatieve correlatie);

c. de temperatuur in mei (negatieve correlatie).

De positieve correlatie met het aantal uren zonneschijn en de negatieve met de bewolking zijn afhankelijk van elkaar en betekenen hetzelfde. Hieruit valt af te leiden, dat het feit, dat de kuststreek in de maanden april t/m september zonniger is dan het overige deel van ons land, van betekenis is voor de tulpenteelt.

Niet alleen uit het statistisch onderzoek, maar ook uit de periodieke rooiproeven is gebleken, dat de temperatuur in mei negatief met de opbrengst correleert. Deze bevestiging vergroot de betekenis van het verband, maar onderstreept eveneens de waarde van het statistisch onderzoek. In fig. 1 was te zien, dat de daarin weergegeven temperatuurlijnen elkaar snijden in mei en, evenals in de inleiding, kan hier de vraag gesteld worden, of de aanwezigheid van een dergelijk snijpunt reeds een aanwijzing inhoudt voor het bestaan van een temperatuur-correlatie in die tijd? Alvorens hier betekenis aan te hechten, zal uit onderzoekingen met andere gewassen moeten blijken dat iets dergelijks zich vaker voordoet. Ook het feit, dat de temperaturen in de meeste teeltgebieden langzamer oplopen dan in de oorspronkelijke vindplaatsen, komt overeen met het gevonden negatieve temperatuurverband in mei.

Uit de periodieke rooiproeven kwam tevens naar voren, dat de groei van de bol tot mei positief met de temperatuur samenhangt (fig. 7). Hoe eerder dus de temperatuur in het voorjaar oploopt, des te eerder begint ook de groei van de nieuwe bol.

2. De resultaten welke vallen buiten de groeiperiode van de nieuwe bol

Naast de gevonden invloeden gedurende de groeiperiode van de nieuwe hoofdbol plus klisters zijn er, met behulp van het statistisch onderzoek, enkele gevonden, welke buiten deze groeiperiode vallen en waarvoor de verklaring dan ook niet in de groeicurve van de nieuwe bol gezocht kan worden.

Dit geldt voor de negatieve correlatie tussen de opbrengst en de temperatuur in november. Deze tijd valt direct na het planten, zodat het alleen maar kan gaan om de invloed van de grondtemperatuur op de geplante bol. Een verklaring kan dan gezocht worden in processen in de bol, waarop de temperatuur invloed heeft of in de beworteling, waarop de temperatuur eveneens van invloed is.

Wat het eerste punt betreft is de volgende aanhaling uit de literatuur van betekenis: ALGERA (1, p. 851): „That the planting, as was to be exepted, exercises a great influence too, is apparent from the unplanted M 17-17[1]) bulbs which could not at all increase their concentration." (reducing sugars).

(1, p. 852) „After the lifting the reversed process takes place viz. the decomposition of the stored starch. This decomposition or conversion into more

usefull carbohydrates is greatly dependent on the temperature. As soon as this is decreased, the percentage of non-reducing sugars increases. The lots M3w 17-9-9, M3w 17-9-9/17, M4w 17-9-9 and M 21-13-op already do this before being planted, as soon as they have been put in 9° resp. 13 °C., M 17-17-op and M non-non-op immediately after being planted in the lower outside temperature.

M 17-17-17 which was planted at 17 °C increased its concentration much slower. The unplanted M 17-17 bulbs were still much tardier. Besides the lowering of temperature, the planting therefore also promotes the raising of the concentration."

(1, p. 1109) „Shortly after the planting too, the lowering of temperature promotes the sugar formation. This is evident if LN 20-13-op is compared with LN 20-13-13 and LN 20-20-op with LN 20-20-13. In both the cases the sugar formation at 13 °C is less rapid than in the open, although the average temperature here was 9 °C. The difference between LN 20-13-13 and LN 20-13 shows that the planting is also of influence."

Hieruit is af te leiden, dat de temperatuur in november van betekenis is.

De invloed van de temperatuur op de beworteling wordt geïllustreerd op foto 14, waarbij gebruik werd gemaakt van elektrische grondverwarming.

De correlatie geeft in feite aan, dat een langzame of latere ontwikkeling gewenst is. Het is mogelijk, dat een gewas met reeds vroegtijdig een flink ontwikkeld wortelstelsel kwetsbaar is voor invloeden gedurende de winter. Een aanwijzing in deze richting is aan te treffen in het rapport over de vorstschade tijdens de winter van 1928–1929 (35). Op blz. 6 staat over tulpen:

„...dat in partijen, die abnormaal laat zijn geplant en dus bij het optreden van de vorst in januari 1929 waarschijnlijk nog niet of weinig geworteld waren, minder vorstbeschadiging is opgetreden dan in partijen die op de normale tijd waren geplant en..."

De aangevoerde feiten maken de besproken correlatie aannemelijk, al kan niet van een geheel bevredigende verklaring gesproken worden.

Uit de gegevens over de temperatuur (fig. 1) was af te leiden, dat de wintertemperatuur niet te hoog moet zijn voor de teelt van tulpebollen. Zo worden op de Scilly-eilanden praktisch geen tulpen geteeld, wel narcissen.

Voor de thans te bespreken correlatie tussen de opbrengst en de temperatuur in de derde decade van februari geldt hetzelfde. Deze negatieve correlatie is in strijd met de positieve invloed van het algemene temperatuurverloop in het voorjaar op de groei van de nieuwe bol. Een verklaring voor deze correlatie kan gelegen zijn in het feit, dat men pas ongeveer sinds 1950 beschikt over uitstekende spuitmiddelen tegen vuur. Voordien liep nl. een in het voorjaar vroeg opkomend gewas, ten gevolge van beschadiging door nachtvorst, hagel of stuiven, grote kans op het uitbreken van vuur, wat in grote mate de opbrengst bepaalde. Tegenwoordig zijn, door de goede spuitmiddelen, de gevolgen van beschadigingen gering.

Wanneer deze verklaring juist is, volgt hieruit, dat de ontwikkeling van de

[1]) nummers der groepen, welke tevens de temperaturen tijdens de schuurbehandeling aangeven.
M = de variëteit Murillo;
LN = de variëteit Le Nôtre;
op = in the open;
non = geen temperatuurbehandeling.

teelt van een gewas van invloed kan zijn op de interpretatie van de resultaten van een statistisch onderzoek. Aan de correlatie in februari zou dan geen betekenis meer te hechten zijn.

Wat de neerslag betreft werd er reeds in hoofdstuk III op gewezen, dat de neerslag- en de temperatuurcorrelaties in november niet onafhankelijk van elkaar zijn, zodat de neerslagcorrelatie vermoedelijk als een temperatuurinvloed opgevat moet worden.

Voor de het laatst te bespreken correlatie, die tussen de opbrengst en de neerslag gedurende het grootste deel van het groeiseizoen, is geen duidelijke verklaring te vinden. Deze correlatie is negatief en loopt over de periode oktober tot en met mei. Met de goede bollengronden, zandgronden met beheerst waterpeil, voor ogen moet de uitleg voor deze correlatie misschien toch gezocht worden in het veroorzaken, door de vele neerslag, van enig wateroverlast en luchttekort in de grond met als gevolg een minder diepgaand wortelstelsel gedurende de groeiperiode. In 3 wordt de neerslag nog nader besproken.

3. De resultaten verkregen met de groeimeter

De volgende stap werd in dit onderzoek gedaan door het inschakelen van de groeimeter. Dit apparaat heeft op zandgrond goed voldaan. Op zware gronden zijn er nog geen waarnemingen mede verricht. Het ontstaan van kluiten in klei of zavelgronden tijdens droogte zou een belemmering van de werking van het instrument kunnen betekenen.

De groeimeter is niet alleen met succes bij de tulp gebruikt, maar ook bij enkele andere bol- en knolgewassen, zoals de hyacint, de *Hippeastrum* en de gladiool, waarbij enkele incidentele waarnemingen werden verricht. Bij de appel (de vrucht) en bij de aardappel voldeed het apparaat eveneens goed.

Steeds is gebleken, dat de groei (de toename van de omtrek) onderbroken werd, zodra de transpiratie groot werd. Overdag vertoonden alle groeicurven dan ook een meer of minder lang durende stilstand van de groei. Tijdens de perioden van snelle groei bleef deze stilstand beperkt tot enkele uren rond twaalf uur overdag, om met afnemende groei steeds langer te worden. Uit het verdere onderzoek met behulp van de transpiratiebalans en van de porometer volgde inderdaad de samenhang tussen de groei en de transpiratie. De groei begint, zodra de transpiratie in de avond voldoende is afgenomen, om te eindigen, wanneer de transpiratie in de loop van de morgen weer toeneemt. De duur van de periode met geen of geringe transpiratie 's nachts correleert positief met de groei. Of er eveneens een positieve correlatie bestaat tussen de tijdsduur met geringe verdamping (Piche) 's nachts en de groei, was met de beschikbare gegevens niet na te gaan, omdat deze tijdsduur daaruit niet nauwkeurig was vast te stellen. Waarschijnlijk is dit echter wel het geval, omdat uit de benadering van het verloop van de verdamping, zoals deze is weergegeven in fig. 19, een grote overeenkomst zou zijn af te leiden. Hier komt bij, dat de hoeveelheden water verdampt tussen 18 en 8 uur door de plant en door de Piche, op dagen zonder neerslag, een goed onderling verband vertoonden, fig. 21. Het verband tussen de groei en de relatieve vochtigheid werd duidelijk aangetoond in fig. 22.

Het zijn dus de weersomstandigheden, welke gedurende de nacht de lengte van de periode zonder of met geringe transpiratie bepalen, die maatgevend zijn voor de groei zoals deze door de groeimeter geregistreerd wordt. Een directe invloed van de temperatuur of van de straling kon op deze dagelijkse groei niet worden vastgesteld. De dagelijkse schommelingen van de temperatuur bleken

evenmin te corresponderen met die van de dagelijkse groei. Hetzelfde geldt voor de straling, al dient hierbij te worden aangetekend, dat dit nagegaan is voor achtereenvolgende weken gedurende eenzelfde groeiseizoen, waarbij het de vraag is, of het gedrag van de plant gedurende deze tijd constant blijft. Het is ook mogelijk, dat in de behoefte aan straling van het gewas in de maanden april, mei en juni in de proefjaren 1957 en 1958 voldoende voorzien werd en dat er daarom geen verband kon worden aangetoond. De invloed van de gemiddelde maandtemperatuur in mei op de groei is reeds besproken.

De neerslag bleek op de dagelijkse groei wel enige, zij het een onregelmatige, invloed uit te oefenen. Het waren alleen de eerste buien na een droge periode, die de groei bevorderden. De neerslag gedurende de erop volgende dagen had deze invloed niet meer. Van deze latere neerslag zou dan een gedeelte overtollig genoemd kunnen worden, nl. al het water, dat niet nodig was om in de plant de vochttoestand te handhaven, zoals die bij de eerste buien was verkregen. Dit is enigermate in overeenstemming met de gevonden negatieve correlatie tussen de neerslag en de oogst, al kan hieruit niet afgeleid worden dat het overtollige water een nadelige invloed op de oogst uitoefende.

Het is bij dit onderzoek van belang gebleken, dat de metingen continu verliepen, met behulp van zelfregistrerende apparaten, LUNDEGÅRDH (18). Hiermede wordt bereikt, dat het aantal waarnemingen zo groot mogelijk wordt en dat de zich onverwachts voordoende extremen eveneens geregistreerd worden. Omdat veel factoren op de groei van invloed zijn, is een groot aantal waarnemingen noodzakelijk.

Een verdere ontwikkeling van deze apparatuur bestaat in het steeds meer centraal registreren van de waarnemingen. De meeste apparaten, voor straling, voor transpiratie, porometer, hadden hun registreergedeelte reeds in een hut, welke op enige afstand van het proefveld was opgesteld. Met de registratie van de groeimeters moet dit echter nog gebeuren, waarbij gedacht wordt aan het aansluiten van een aantal groeimeters op één schrijver. Om de fouten in de aflezing van de tijd op al de verschillende instrumenten zoveel mogelijk te beperken, dienen de registraties op een klein aantal schrijvers te geschieden. Het verwerken van de verkregen gegevens vergt dan, door het geringe aantal stroken, ook minder tijd.

De groeimeter zelf is eveneens aan het elektronisch meten en het centraal registreren aan te passen. Het instrument kan dan teruggebracht worden tot de band om de bol en een inrichting om de lengteverandering van de band op de recorder over te brengen. Hiervoor kan bijv. een verplaatsingsopnemer (inductive pick-up) (24) gebruikt worden, bijvoorbeeld zoals op foto 15.

Ook zou er bij een eventueel toekomstig onderzoek voor gezorgd moeten worden, dat de verdamping (Piche) betrouwbaar continu geregistreerd wordt. In principe kan dit op analoge wijze geschieden als thans met de transpiratie is gedaan. Om voldoende verschil in het gewicht te krijgen, zouden dan bijv. 3 of 4 meters aan één balans bevestigd kunnen worden. Dit zou tevens de betrouwbaarheid van de meting vergroten. Ook de windkracht zou continu gemeten moeten worden.

Een dergelijk onderzoek kan verder nog aangevuld worden met het vaststellen, gedurende de gehele groeiperiode, van de tijden, waarin de celdeling en de celstrekking in de bol of knol per etmaal plaats vinden. Dit zou dan met de dagelijkse groeicurve en met die van de gehele groeiperiode in verband gebracht moeten worden. Van de avocado (31, p. 118) wordt in dit verband gezegd: „It

may be stated in conclusion that the data concerning the development of cell size and cell number in the avocado fruit indicate that increase in fruit growth results from both cell division and increase in cell size during the early period of fruit development, but that cell division is the major factor concerned with increase in fruit size in the latter phase of fruit development. Cell division apparently continues throughout the time the fruit remains on the tree."

Terwijl daarentegen voor de appel (4) geldt, dat „after the first few weeks fruit growth is a matter of cell enlargement". Van de tulpebol is in dit opzicht nog niets bekend.

4. Praktische consequentie

De groei per etmaal blijkt dus afhankelijk te zijn van dié nachtelijke omstandigheden, welke de duur van de verdamping bepalen, d.w.z. dat de bol 's nachts groeit zolang er geen of weinig verdamping is.

De verdamping wordt door verschillende factoren bepaald, zoals de temperatuur, de luchtvochtigheid en de wind. Dat de wind de verdamping bevordert, is door WÄCHTERSHÄUSER (36) beschreven aan de hand van metingen met de Piche-verdampingsmeter. KRAMER (15) wijst eveneens op de invloed van de wind op de verdamping (Piche) en wel speciaal in de kuststreek. KRAMER (15, p. 14): „Opmerkelijk zijn de hoge verdampingswaarden in de dicht achter de duinen gelegen stations Lisse en Naaldwijk...", wat hij in verband brengt met „de grote windsterkte in de kuststreek".

Voor de tulpenteler is het kennen van de wind als een groeiremmende factor van belang, omdat hierdoor de mogelijkheid geboden wordt om de groei in gunstige zin te beïnvloeden. De wind is namelijk van de groep, die de verdamping bepaalt, de enige factor welke de teler verminderen kan. Het reduceren van de windkracht 's nachts moet voor de teelt van belang geacht worden. Het verband tussen de windkracht en de transpiratie is weergegeven in fig. 23.

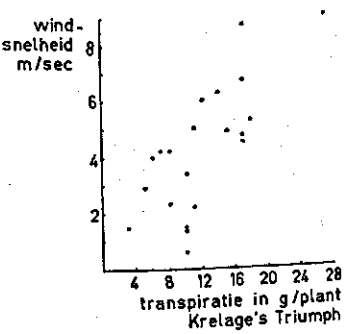


FIG. 23. Het verband tussen de windsnelheid 's nachts als het gemiddelde van de uurlijkse waarnemingen van 18 tot 8 uur op het vliegveld Valkenburg ZH, en de transpiratie van 18 tot 8 uur.

FIG. 23. *The correlation between the wind velocity during the night, mean of hourly data from 18–8 hours, and the transpiration from 18–8 hours.*

De windkracht is te verminderen door het aanbrengen van een beschutting, hetzij een haagje, een houtwal of een beplanting met een rij hoog opgaande bomen, zonodig met een kleiner type eronder om de gaten op te vullen.

De lage haagjes, welke wel gebruikt worden, maar die thans toch meer en meer gaan verdwijnen in verband met de toenemende mechanisatie, zijn alleen van belang met het oog op stuifschade en niet met het, onder gemiddelde omstandigheden, verminderen van de windkracht. Daarvoor is de windreductie van deze, ± 1 m hoge en meestal ± 25 m uit elkaar liggende, hagen in de kuststreek te gering in verband met de daar meestal heersende windsterkte. Proeven, welke

enige jaren achtereen met dit doel genomen werden, hebben geen invloed van een 1 m hoge haag op de opbrengst bij tulpen laten zien. Bij deze proeven bedroeg de afstand tussen de hagen 20 m, wat volgens de onderzoekingen van VAN RHEE (29) te groot is geweest. VAN RHEE beveelt voor het fruit in Zeeland, dus ook in een kustgebied, een afstand aan tussen de windschermen van 6 maal de hoogte van het scherm. Natuurlijk is deze afstand afhankelijk van de dichtheid van het scherm. JENSEN (12) heeft hierover in Denemarken metingen verricht bij levende schermen en deze vergeleken met de gegevens, verkregen met kunstmatige schermen met bepaalde doorlatendheid in een windtunnel. Daarbij blijkt, dat een verre van gesloten rij bomen, *Picea glauca* VOSS, van 7 m hoogte en met 75% opening (12, foto p. 181) vlak achter het scherm een windreductie van 30% veroorzaakte die, op een afstand van 20 × de hoogte van de bomen, nog 10% bedroeg. Bij een wat beter gesloten rij van dezelfde bomen van 6 m hoogte en met iets meer dan 65% opening (12, foto p. 182) werd een reductie van 50% verkregen en op een afstand van 20 × de hoogte nog een reductie van ongeveer 18%.

Het aanbrengen van dergelijke windschermen, bestaande uit een enkele rij bomen, zal dus reeds de wind aan kracht doen afnemen en in bepaalde nachten de windkracht zodanig verminderen, dat dan de periode zonder of met geringe transpiratie langer wordt, (11) (12), waardoor de groei van de bol zal toenemen. Dit effect wordt groter naarmate men meer van dergelijke rijen bomen zal planten. Omdat een verhoging van de temperatuur in mei en juni vermeden moet worden, dient de afstand tussen de rijen echter ook weer niet te gering te worden. Volgens VAN WIJK en HIDDING (38) treedt een temperatuurverhoging eerst op bij een afstand van 10 maal de hoogte en minder. Vrees voor het overschrijden van deze grens is, gezien de huidige meningen in het bollenvak, ongegrond. Een belangrijk voordeel zou reeds zijn verkregen, wanneer de wegen beplant zouden worden. Dit dient dan maar aan één zijde plaats te vinden en wel zódanig, dat de schaduw van de bomen op de weg valt.

Wat de soort van de bomen, welke dienen te worden aangeplant, betreft dient op naaldhout gewezen te worden, zoals *Picea* en *Abies* soorten. Deze geven immers vroeg in het voorjaar reeds beschutting en spelen geen rol in de levenscyclus van dié luizen, die viren in de bolgewassen overbrengen. Of naaldhout in de bollenstreek al of niet past uit een oogpunt van landschapsschoon, blijft een moeilijk te beantwoorden vraag, waarbij niet vergeten mag worden, dat de belangrijkste bolgewassen, de tulp, de hyacint en de narcis, er ook niet van nature voorkomen.

HOOFDSTUK VII

CONCLUSIE

De uit dit onderzoek te trekken conclusies, dus het aangeven van de weersomstandigheden, welke een optimale opbrengst van het gewas mogelijk maken, zullen in dit hoofdstuk genoemd worden.

Uit het onderzoek is gebleken, dat gedurende de groeiperiode op het veld, vanaf het planten tot aan de oogst, de volgende omstandigheden gewenst zijn:

a. Een lage temperatuur tijdens het planten en gedurende de eerste maand na het planten. Dit is gebaseerd op de negatieve correlatie tussen de opbrengst

en de temperatuur in november, al kan deze niet volkomen bevredigend verklaard worden.

b. De wintertemperatuur moet niet te hoog zijn, zoals volgt uit de temperatuurgegevens van de teeltgebieden.

c. In het voorjaar is het vroeg en regelmatig oplopen van de temperatuur gunstig, omdat dit gepaard gaat met een vroeg begin en een regelmatig voortgaande vorming van de nieuwe bol. Late vorst doet, behoudens extreme gevallen, het gewas geen schade, maar vertraagt de groei van de nieuwe bol en zou dus als tijdverlies gekarakteriseerd kunnen worden.

d. Het aantal uren zonneschijn in eind april en begin mei is eveneens van betekenis gebleken. Omdat er bij de kust gemiddeld in deze tijd meer uren zonneschijn voorkomen dan meer landinwaarts, moet ook in dit opzicht aan de ligging van de bollenteeltcentra in ons land in de kuststrook betekenis gehecht worden (Bollenstreek en Breezand).

e. Na het begin van mei moet de temperatuur zo lang mogelijk aan de lage kant blijven, opdat de groei lang zal aanhouden. Dit is ten dele gebaseerd op de periodieke rooiproeven en ten dele op het statistisch onderzoek.

De belangrijkste voorwaarden, waaraan het weer moet voldoen om tot een optimale oogst te komen, zijn dus een vroeg voorjaar, gevolgd door een koele maand mei en een koele maand juni.

Op deze eisen, welke allen betrekking hebben op het verloop van het algemene beeld van het weer gedurende het groeiseizoen, kan de teler geen invloed uitoefenen.

Het inschakelen van de groeimeter bij deze proeven leverde gegevens op waarin de groei per etmaal vergeleken kon worden met de weersfactoren per etmaal. Uit deze gegevens zijn de volgende conclusies te trekken:

f. Er bestaat geen verband tussen de groei per etmaal en de straling per etmaal.

g. Evenmin bestaat er verband tussen de groei per etmaal en de temperaturen per etmaal.

h. Van de neerslag blijkt alleen de eerste regen na een droge periode een toename van de groei tot gevolg te hebben.

i. De curve van de relatieve vochtigheid blijkt samen te vallen met die van de groei. Gedurende de periode met hoge luchtvochtigheid 's nachts vindt de groei plaats, om stil te staan zolang de luchtvochtigheid overdag lager is.

j. De groei per etmaal wordt in hoofdzaak bepaald door de duur van de periode zonder of met geringe transpiratie. Deze periode valt binnen de nachtelijke uren, dat wil zeggen ergens tussen de namiddag en de morgen. De tijdsduur zonder of met geringe transpiratie valt waarschijnlijk samen met die, waarin de evaporatie (Piche) gering is.

k. De transpiratie 's nachts is te verminderen door de wind in kracht te laten afnemen, waarvoor een beschutting wordt aanbevolen.

HOOFDSTUK VIII

SUMMARY

GROWTH MEASUREMENTS ON THE TULIP BULB

The scope of this research was the investigation of the influence of weather conditions on the growth of the tulip bulb.

For this purpose the yearly course of the temperature and of the precipitation in the various growing centres as well as in those parts of the world, where the tulip is endemic, were compared with each other. See map 1 on p. 2, fig. 1 on p. 7 and table 1 on p. 6. It was further concluded that the tulip did not demand a specific soil, provided the soil shows a pH value not below 6,5. Also the importance of a good water supply for this crop has been discussed.

In chapter III a statistical investigation has been carried out between the yields of the years 1936–1950 and the corresponding weather conditions. The results are given in table 2 on p. 12.

In chapter IV the results have been described of periodical liftings of the tulip, Krelage's Triumph, to follow the growth of the plants. During the growing season this was done once a week. The results were compared with weather factors. It was found that the increase in weight of the new main bulb and the secondary bulbs was, till May, positivily correlated with the temperature and from then on negatively, see fig. 7 on p. 20. The development of the foliage was also connected with the temperature. It turned out, however, that no correlation exists between the yield and the weight of the foliage, probably because the yield is also regulated by the time of dying off, early or late, of the foliage.

The experiments carried out with a growth graph are described in chapter V. The aim was to follow the growth of the bulb very closely and to correlate the daily growth with weather factors. For the construction of the growth graph see fig. 8 on p. 22. The results obtained with this instrument, not only with tulip bulbs, but also with some other bulbous and tuberous plants, such as hyacinth, gladiolus and potato, are given in photo's 6–10, while fig. 11 on p. 27 shows the growth curve of an apple.

In most of these figures two or three curves have been plotted to show the resemblance that appeared to exist between the growth of different tulip bulbs. The conclusion can be drawn that the growth of the bulbs is regulated by external factors.

With all the plants examined the growth showed an increase during the night and a standstill during the daytime. On very hot days this standstill could even become a decrease in the circumference of the bulb.

On account of this stepwise shape of the diurnal growth curve it became desirable to measure also the transpiration of the plants. For this purpose measurements were carried out with a recording balance that could not be used in the open. This was done first with *Hippeastrum* spec. in a greenhouse. The course of the transpiration of this plant is given in fig. 12 on p. 28. The changes between the periods of little and of much transpiration were very marked. These changes could also be demonstrated with the aid of a registering porometer. From fig. 15 on p. 35 it appears that opening and closing of the stomata of *Hippeastrum* spec. in a greenhouse takes place in a short time.

A special balance was constructed, fig. 13 on p. 29 and photo's 12 and 13, for measuring the transpiration of the tulip in the open during the growing season. The movements of the pointer were transmitted to a recorder, mounted in a shed at some distance from the experimental field. With the aid of this balance the transpiration of the tulip could be measured. This averaged 5 mm a day for the cultivar Krelage's Triumph, but for the much sturdier cultivar Golden Harvest at least 8 mm a day. These results have been compared with data from lysimeters, as is shown in fig. 14 on p. 33.

The simultaneous use of growth graph and transpiration balance showed, fig.

17 and 19 on p. 37 and p. 39, that growth occurred when transpiration was slight and that the growth slowed down to a standstill as long as there was much transpiration.

This explains why the growth of the tulip bulb occurred mainly during the night and it was confirmed in further investigations that nightly circumstances determined the growth per 24 hours. A correlation between the daily growth and daily weather factors, such as temperature and radiation, could not be established. Only rainfall had a stimulating effect on growth. This was, however, an irregular one, because it was only the first precipitation after a drought period that had this influence.

Finally it appeared that bulb growth was regulated by the length of the period without or with slight transpiration during the night, fig. 20 on p. 41. It is shown in table 11 on p. 38 that transpiration of the tulip during the night could be considerable. Fig. 18 on p. 38 shows that the stomata were not completely closed at night and this also proved that transpiration could occur under certain circumstances.

The quantity of water transpired between 18.00 and 8.00 hours measured during a number of nights was rather proportional to the data of the evaporation (Piche) in the same time. Hence it may be expected that also the lengths of the periods without or with slight transpiration and with little or no evaporation are approximately equal. It was not possible to prove this with the data obtained by means of these experiments. All these trials were carried out in the open in a sandy soil with a good water supply.

A possible further development of the instruments used has been indicated.

The growth of the bulb of Golden Harvest is demonstrated in fig. 22 on p. 42 with the corresponding relative humidity.

Of all the factors which regulate the nightly transpiration, it is only the wind, see fig. 23 on p. 47, that can be influenced by the bulbgrower by means of windbreaks. This windprotection will lengthen the period without or with little transpiration during certain nights and therefore stimulate bulb growth. For this purpose the usual small hedges, 1 m height and at 25 m distance, are of no value. It is recommended to plant rows of trees in the bulb district. In view of virus spreading aphids and because they give windprotection in early spring already, *Picea* and *Abies* species are to be preferred.

LITERATUUR

1. ALGERA, L., Concerning the influence of temperature treatment on the carbohydrate metabolism, the respiration and the morphological development of the tulip I–III. Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, **39** (1936) 846-855, 978-981, 1106-1114.
2. ANDERSON, D. B. and KERR, T. A note on the growth behavior of cotton bolls, Plant Physiol. **18** (1943) 261–269.
3. AZZI, G. Agricultural Ecology, London 1956.
4. BAIN, JOAN. M. and R. N. ROBERTSON, The physiology of growth in apple fruits 1. Cell size, cell number and fruit development. Austr. J. Scientific Research, B **4** (1951) 75–91.
5. BARTHOLOMEW, E. T., Internal decline of lemons. III. Water deficit in lemon fruit caused by excessive leaf evaporation. Amer. J. Bot. **13** (1926) 102–117.
6. BLAAUW, A. H., De Beteekenis van den Grondwaterstand voor de Bloembollencultuur. Verh. Kon. Ned. Akad. Wet. Amsterdam, Afd. Natuurk. tweede sectie, **37** (1938) 1–91.

7. BIJL, W. VAN DER, Toepassing van statistische methoden in de klimatologie. Meded. Verh. K.N.M.I. **58** (1952) 1–197.
8. FRANKENA, H. J., Een statistisch onderzoek naar de invloed van het weer op de opbrengst en het gehalte van suikerbieten in Nederland. Diss. Wageningen, 1932.
9. Gedenkboek ter herinnering aan het vijftigjarig bestaan der Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur te Haarlem 1860–1910, Haarlem, 1909.
10. GRUYTER, P. DE, Het beheer van Rijnlands boezem mede in verband met de bloembollenteelt. (Verslag van een lezing). Weekblad voor Bloembollencultuur, **62**, 33/34 (1951) 129–130.
11. HESSE, W., Wasserhaushalt der Kulturpflanzen. Neth. J. Agr. Sc. **4** (1956) 60–66.
12. JENSEN, M., Shelter effect. Investigations into the Aerodynamics of Shelter and its Effect on Climate and Crops. The Danish Technical Press, Copenhagen, 1954.
13. KRAAIJENGA, D. A., Groeimetingen bij de tulpebol. Meded. Dir. Tuinb. **17** (1954) 825–829.
14. KRAAIJENGA, D. A. en A. SCHOUTEN, Beregening van tulpen. Praktijkadvies 57, R.T.C. Hoorn, 1958.
15. KRAMER, C., Onderzoek naar de invloed van neerslag en verdamping op de dagelijkse fluctuaties van de grondwaterstand. Wetenschappelijk Rapport W.R. 54 – 002 (111–135) K.N.M.I., (1954) 1–50.
16. KRAMER, C., J. J. POST en W. WILTEN, Klimaat en brouwgerstteelt in Nederland. Een bijdrage tot de oecologie van de zomergerst. Meded. Verh. K.N.M.I. **A 57** (1952) 1–149.
17. KRELAGE, E. H., Drie Eeuwen Bloembollenexport. De Geschiedenis van de Bloembollenhandel en der Hollandsche Bloembollen tot 1938. 's Gravenhage, Landsdrukkerij, 1946.
18. LUNDEGÅRDH, H., Klima und Boden, Jena, 1954.
19. LYSIMETERS, The lysimeters of the Hoogheemraadschap (Regional Waterboard) Rijnland at Oude Wetering. Versl. Meded. Comm. Hydrol. Onderz. T.N.O. 3, 's-Gravenhage, 1958, p. 189–195.
20. MACDOUGAL, D. T., Studies in tree growth by the dendrographic method. Carnegie Instn. Wash. Publ. no. 462, 1936.
21. MEER, K. VAN DER, De bodemkartering van Nederland, XI, De Bloembollenstreek. Versl. Landbouwk., Onderz. 's-Gravenhage **58**.2, 1952.
22. MOKRONOSOV, A. T., Izmerenie sutochnoi periodichnosti rosta klubnei kartofelia (Measuring the daily increase in the size of potato tubers). Fiziol. Rastenii **2** (1955) 187–189. Vertaald uittreksel in Biol. Abstr., no. 10097 (1958).
23. MULDER, R. en IDA LUYTEN, De periodieke ontwikkeling van de Darwintulp. Verh. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Afd. Natuurk. tweede sectie, **26** (1928) 1–64.
24. PHILIPS, Gebruiksaanwijzing van de N.V. Philips, IM 4 – K 10, Industrial equipment division. Industrial measuring apparatus. Inductive pick-ups, types PR 9310 and PR 9312.
25. PINKHOF, M., Een nieuwe methode voor het registreren van de veranderingen in den openingstoestand der huidmondjes (eerste mededeling). Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Versl. Afd. Wis- en Natuurk. **29** (1920) 593–610.
26. POST, J. J., Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de grasproductie en de melkaanvoer. Meded. Verh. K.N.M.I. **55** (1949) 1–149.
27. Rapport studiegroep bosbouw. Amerikaanse houtsoorten voor het nederlandse bos. Contactgroep opvoering productiviteit, 1950.
28. REGEL, A., Reisverslag, Gartenflora, (1883) 142–145.
29. RHEE, J. A. VAN, Windbeschutting van cultuurgewassen, vooral onderzocht voor fruit. Meded. I.T.B.O.N., 43, 1959, p. 1–66.
30. SCHROEDER, C. A. and P. A. WIELAND, Diurnal fluctuation in size in various parts of the avocado tree and fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **68** (1956) 253–258.
31. SCHROEDER, C. A., Growth and development of the avocado fruit. Yearb. Calif. Avoc. Soc. for 1958, p. 114–118.
32. STENZ, S., Die Grössenveränderung der Früchte von zwei Apfelsorten (Borkh) im Zusammenhang mit meteorologischen Umweltbedingungen. Schweiz. Z. Obst. u. Weinb. **68** (1959) 267–270, 285, 288–290.
33. SOLMS LAUBACH, H. GRAF ZU, Weizen und Tulpe und deren Geschichte. Leipzig, 1899, p. 37–116.

34. TSUKAMOTO, Y., Studies on the Flower Bud Differentation of Tulip in Japan. Scientific Report Faculty Agr. Naniwa Univ. *no* 1, 1950.
35. Vorstschade, Rapport van de commissie, belast met het instellen van een onderzoek naar de schade, veroorzaakt door de weersomstandigheden gedurende den winter van 1928–1929. Weekblad voor Bloembollencultuur **41**, 36 (1930) 316–326.
36. WÄCHTERSHÄUSER, H., Die Verdunstungsmengen des Piche-Evaporimeters in ihrer korrelativen Abhängigkeit von Sättigungsdeficit und Wind. Angewandte Bot. **28** (1954) 192–203.
37. WECHEL, A. TE, Een zelfregistrerende boomdiktegroeimeter (Dendrograaf). Wereldkroniek **28**, 11, (1920).
38. WIJK, W. R. VAN en A. P. HIDDING, Onderzoek over de verandering van het klimaat achter windschermen. Landbouwk. Tijdschr. **67** (1955) 707–712.



FOTO 1. Groeimeter, waarbij het zand is weggegraven, zodat de bol en de band zichtbaar zijn. Aan het einde van het groeiseizoen.

PHOTO 1. *Growth graph, the sand has been digged away to show the bulb and the tape around it. At the end of the growing season.*

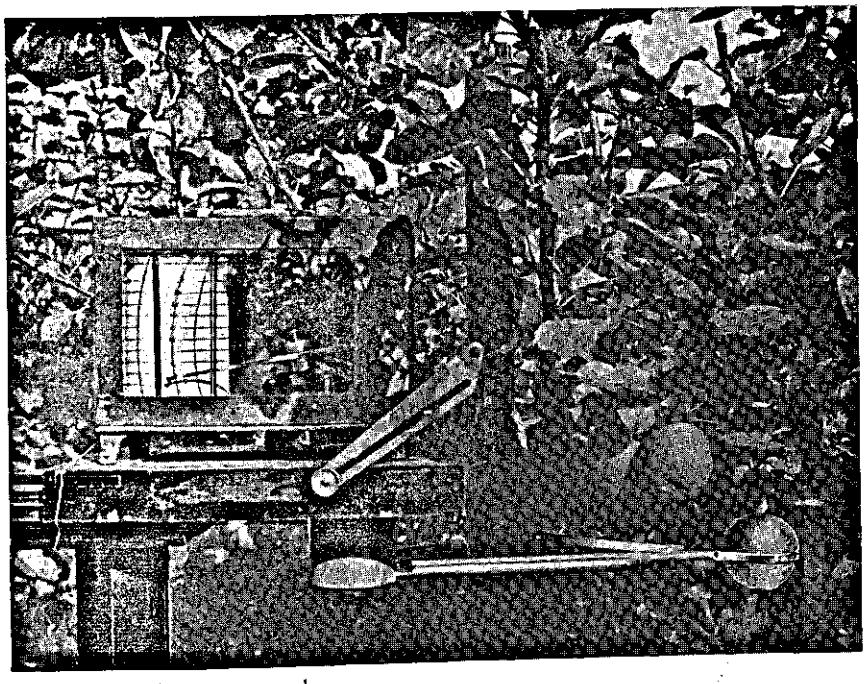


FOTO 2. Groeimeter op appel.
PHOTO 2. *Growth graph on apple.*

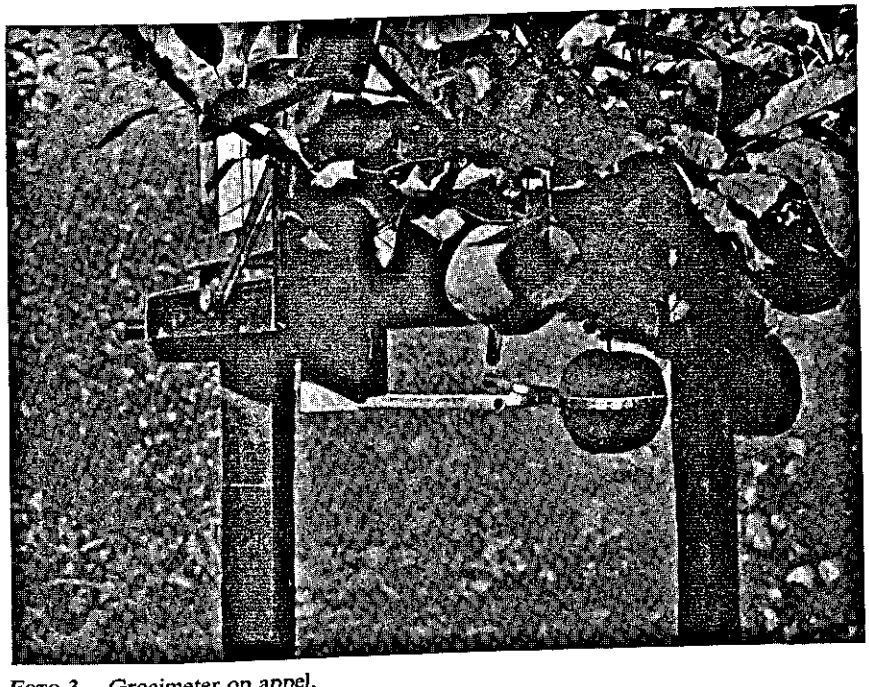


FOTO 3. Groeimeter op appel.
PHOTO 3. *Growth graph on apple.*

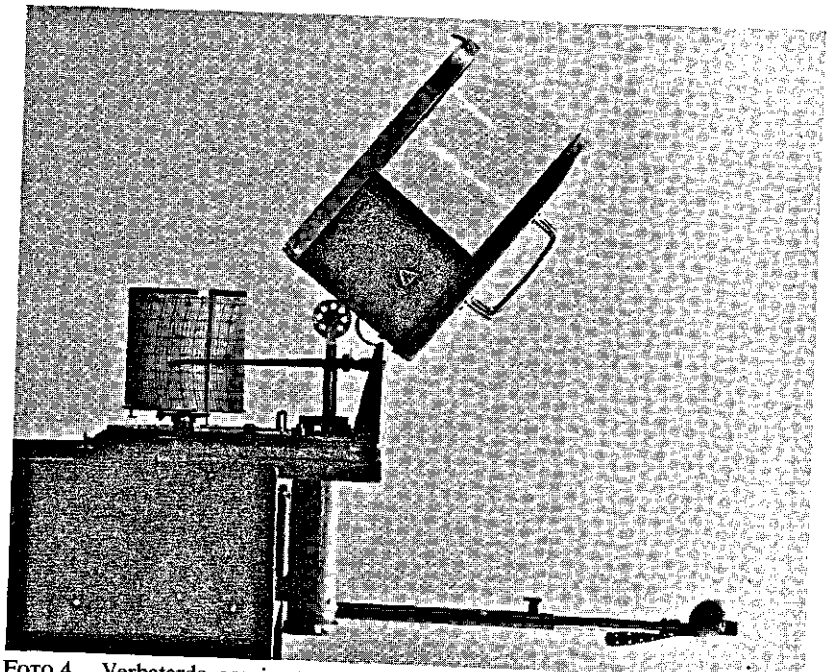


FOTO 4. Verbeterde groeimeter, geconstrueerd door het K.N.M.I., waarbij van de oorspronkelijke werd uitgegaan.
PHOTO 4. *Improved growth graph.*

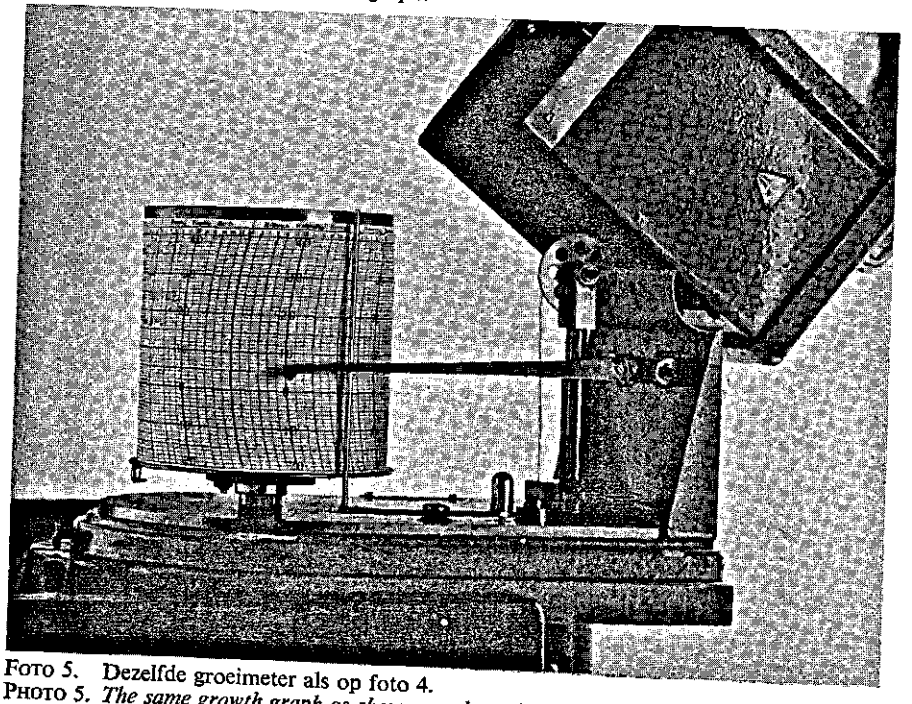


FOTO 5. Dezelfde groeimeter als op foto 4.
PHOTO 5. *The same growth graph as shown on photo 4.*

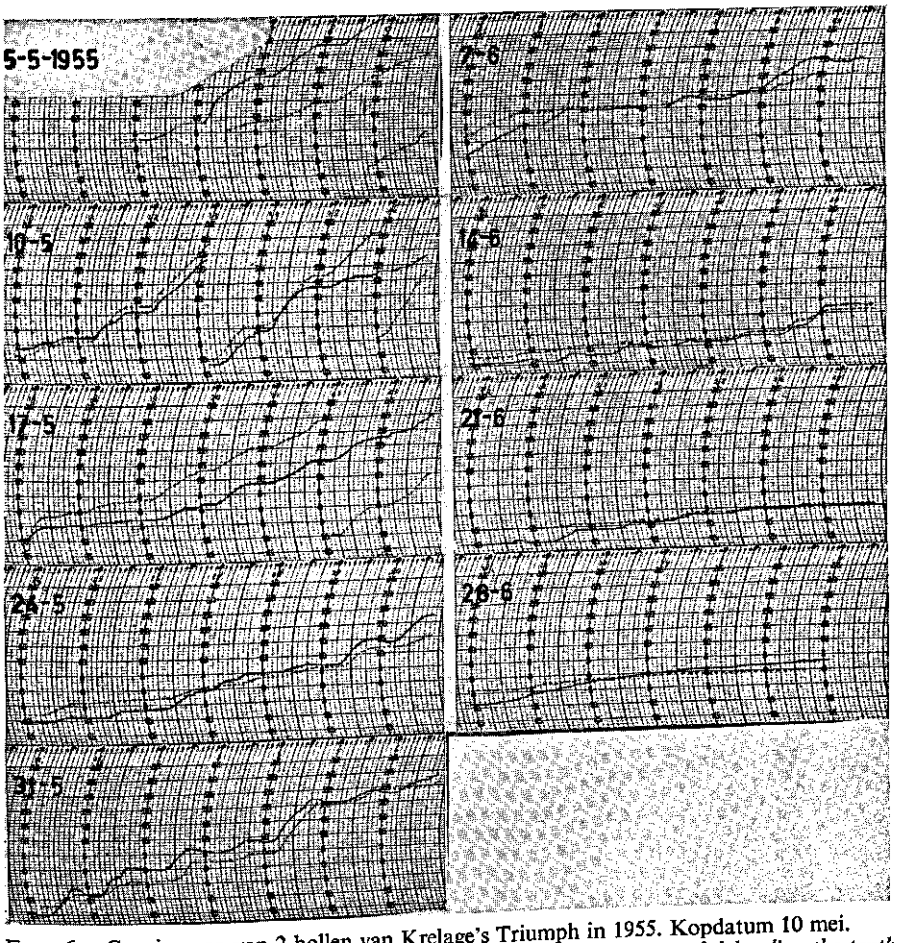


FOTO 6. Groeicurven van 2 bollen van Krelage's Triumph in 1955. Kopdatum 10 mei.
PHOTO 6. *Growth curves of 2 bulbs, Krelage's Triumph, in 1955. Date of deheading the tenth of May.*

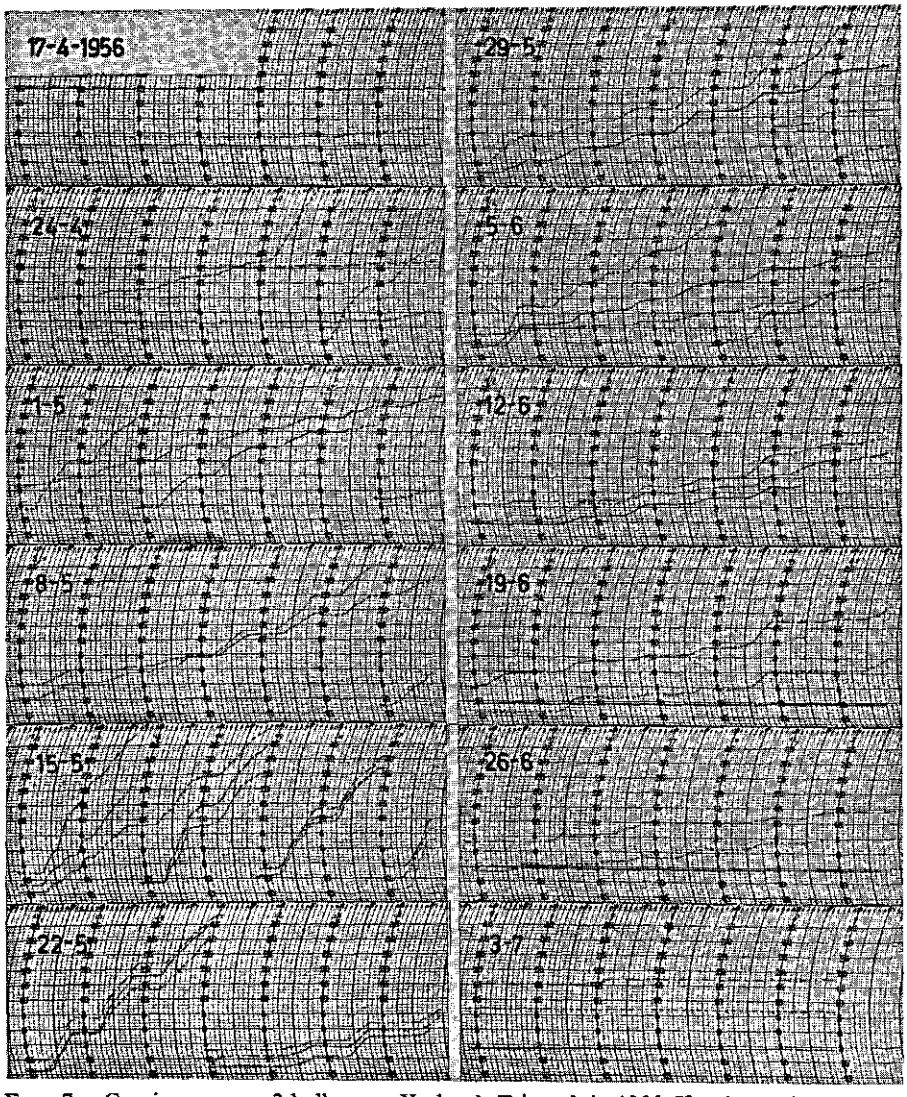


FOTO 7. Groeicurven van 3 bollen van Krelage's Triumph in 1956. Kopdatum 15 mei.
PHOTO 7. *Growth curves of 3 bulbs, Krelage's Triumph, in 1956. Date of deheading the fifteenth of May.*

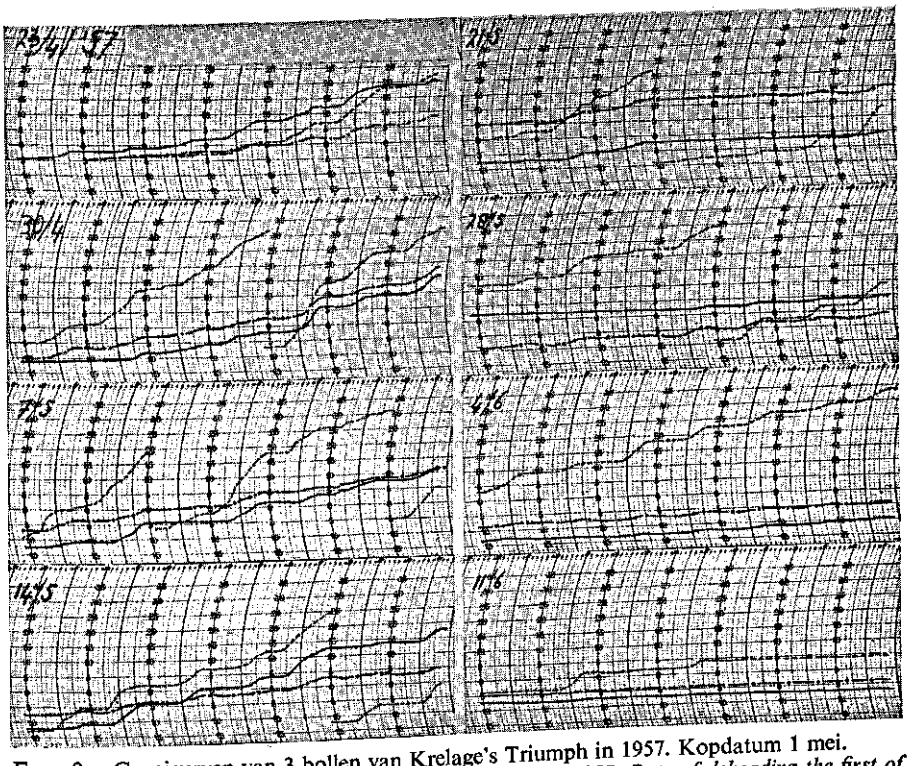


FOTO 8. Groeicurven van 3 bollen van Krelage's Triumph in 1957. Kopdatum 1 mei.
PHOTO 8. *Growth curves of 3 bulbs, Krelage's Triumph, in 1957. Date of deheading the first of May.*

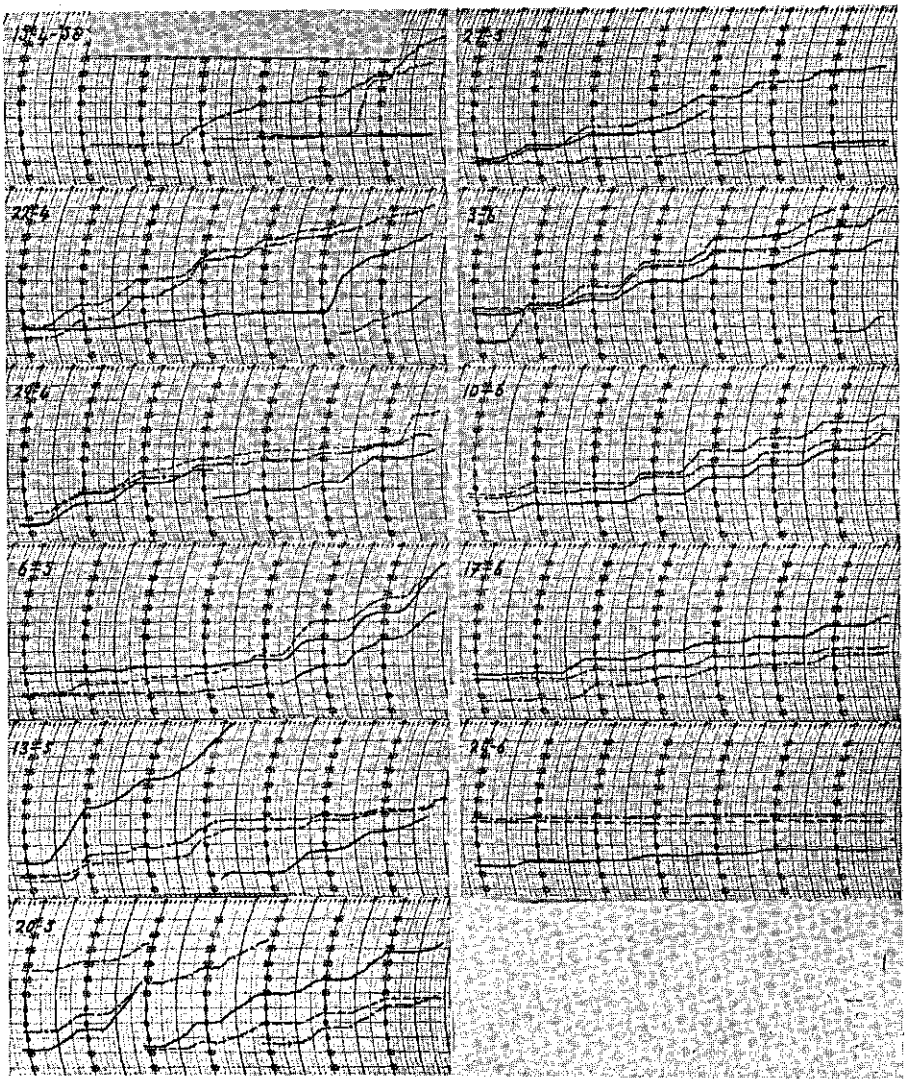


FOTO 9. Groeicurven van 3 bollen van Krelage's Triumph in 1958. Kopdatum 10 mei.
PHOTO 9. *Growth curves of 3 bulbs, Krelage's Triumph, in 1958. Date of deheading the tenth of May.*

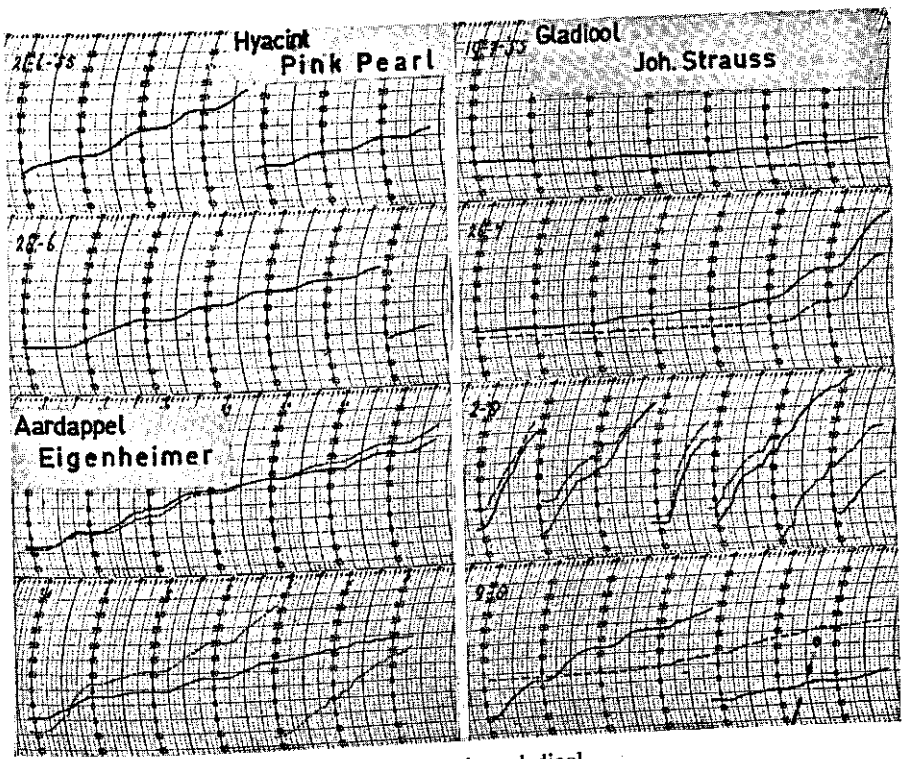


FOTO 10. Groeicurven van hyacint, aardappel en gladiool.
PHOTO 10. *Growth curves of hyacinth, potato and gladiolus.*

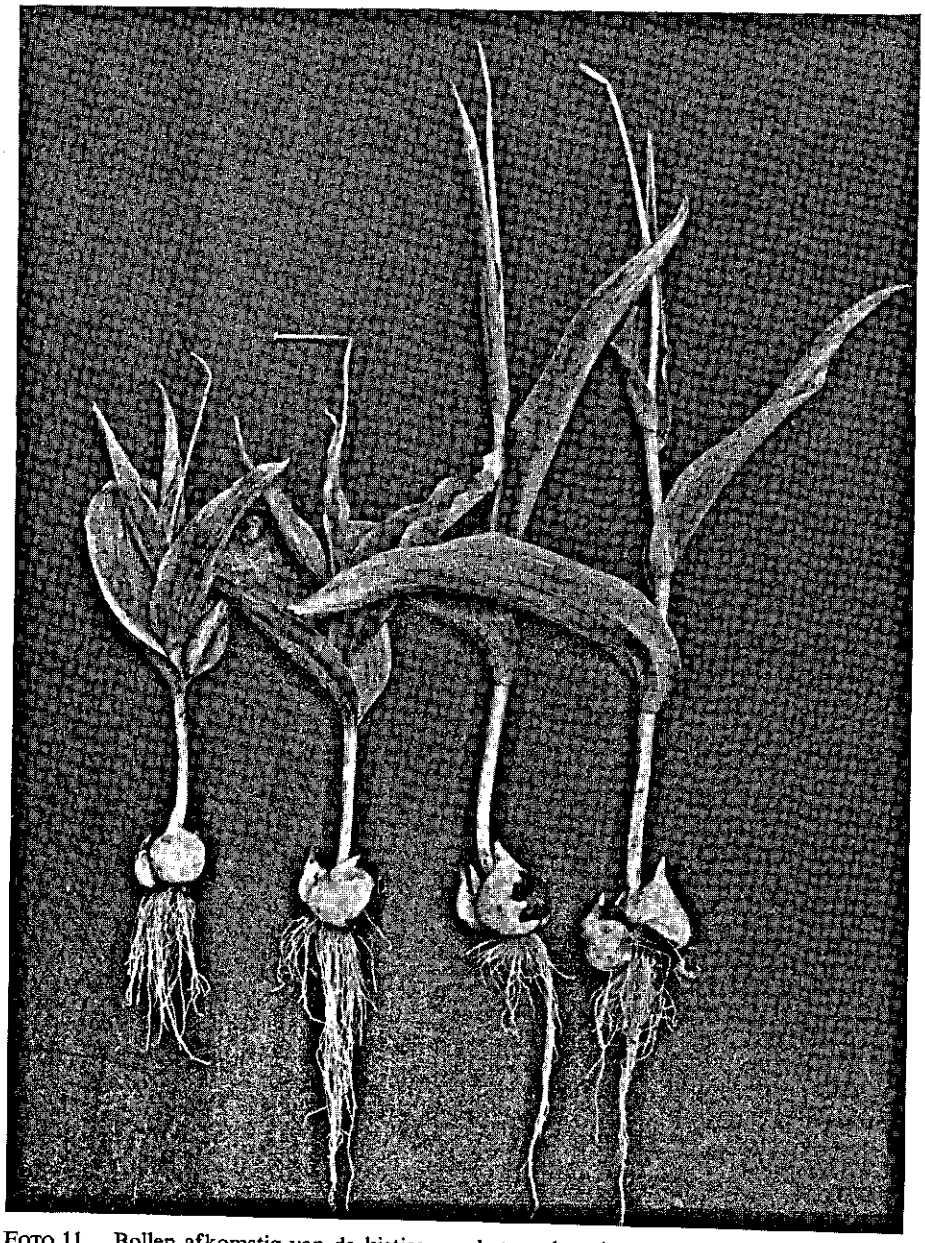


FOTO 11. Bollen afkomstig van de kistjes van het verdampingsonderzoek. Duidelijk blijkt dat de bollen goed groeiden. Links Krelage's Triumph en rechts Golden Harvest.

PHOTO 11. *Bulbs that have been used for measuring the transpiration, to show that they grew well in the small boxes. To the left Krelage's Triumph and to the right Golden Harvest.*

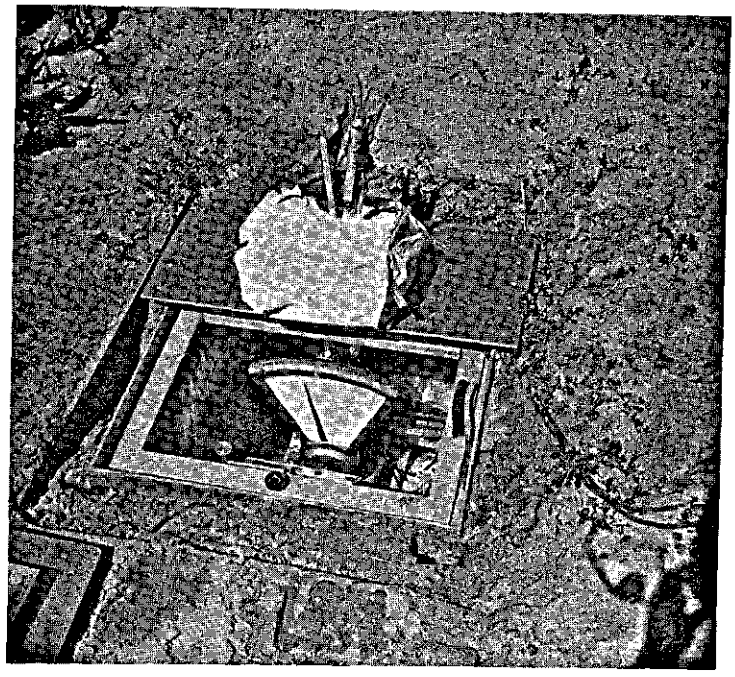


FOTO 12. Ingebouwde balans, geopend, zonder afdak tegen de zonnewarmte.
PHOTO 12. *Built-in balance, opened, without screen against insolation.*

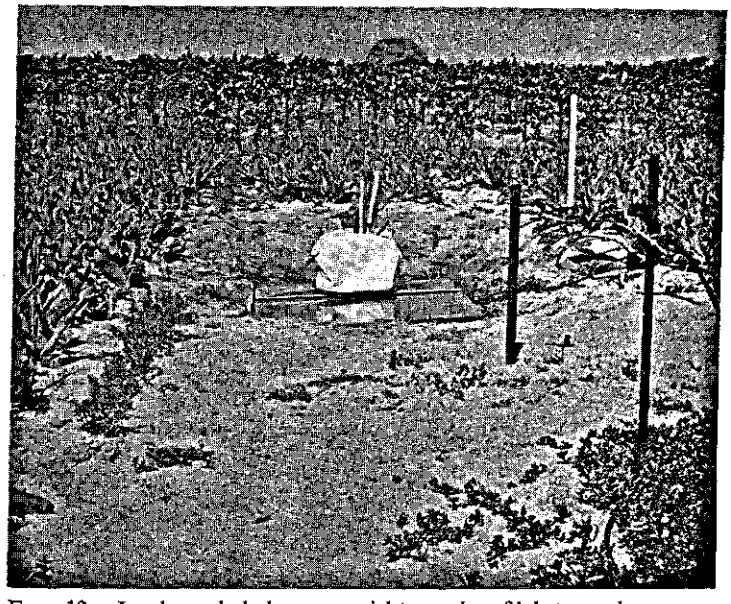


FOTO 13. Ingebouwde balans, overzicht, zonder afdak tegen de zonnewarmte.
PHOTO 13. *Built-in balance, general view, without screen against insolation.*

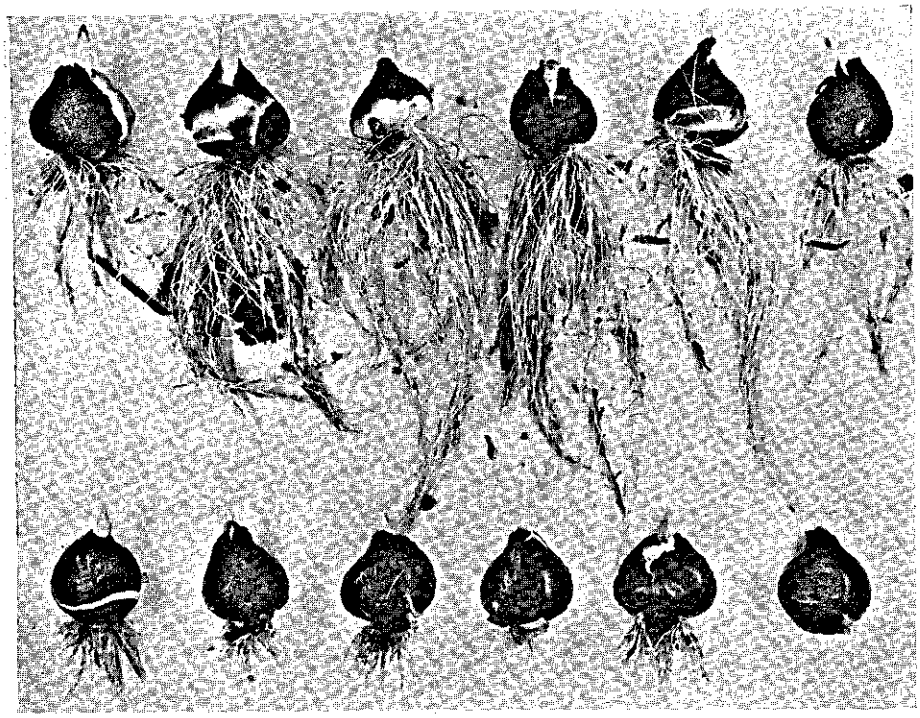


FOTO 14. Invloed van de grondverwarming op de wortelvorming. De bovenste rij met verwarming, gemiddelde overdag temperatuur 11 graden; de onderste rij zonder verwarming met een gemiddelde overdag temperatuur van 5,7 graden. Beide in de volle grond geplant de 13e november en gerooid de 17e december.

PHOTO 14. *Influence of soil heating on root formation. The upper row heated, mean temperature during daytime 11 C; the lower row unheated, mean temperature during daytime 5,7 C. Both planted outdoors, the thirteenth of November and lifted the seventeenth of December.*

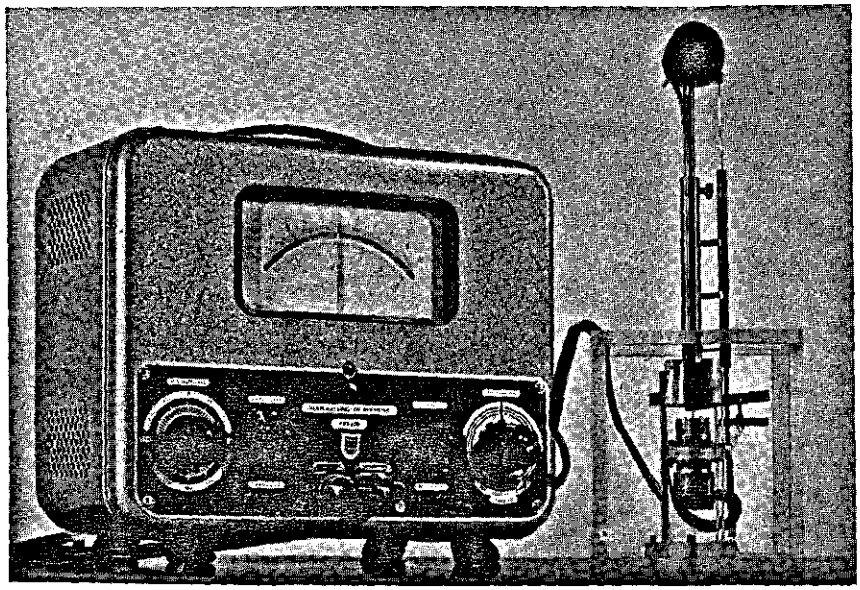


FOTO 15. Groeimeter, rechts, gebaseerd op een verplaatsingsopnemer (24), onderin, met de bijbehorende meetbrug.

PHOTO 15. *Growth graph, at the right, based upon an inductive pick-up (24), at the bottom, with the complimental measuring bridge.*