

ob

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
1
K
77

ROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS,
TE NAALDWIJK.

Algemene groenteteelt onder glas.

door:
Ir.IJ.van Koot.

Naaldwijk, 1961.

223 8022

110/6
Stamboek no. 133
14 JUL 61

Bibliotheek
Proefstation voor de Groenten- en
Fruittelt onder Glas te Naaldwijk

ALGEMENE GROENTETEELT ONDER GLAS.
N. V. KooT

1. Het nut en de mogelijkheden van het gebruik van glas.

Het gebruik van glas in de tuinbouw ter beschutting van het gewas heeft in de eerste plaats tot doel de temperatuur te verhogen om aldus de groei van de gewassen te versnellen. Dit geldt ook voor onverwarmde kassen, waar de toege-straalde zonnewarmte door de glasbedekking beter wordt vastgehouden. Bovendien verleent het glas een beschutting tegen de wind en tegen regen-, hagel- en sneeuw- buien, waardoor de temperatuur eveneens wordt verhoogd. Voordat de glasbedekking ingang heeft gevonden, is veel gebruik gemaakt van heggen en muren, waardoor de wind wordt gebroken en de gewassen aan de zonzijde hiervan zich vroeger en sneller ontwikkelen.

Men kan op verschillende manieren profijt trekken van een glasbedekking.

1e. Met behulp van glas is het mogelijk zonder veel risico gewassen te telen, waarvan de teelt buiten niet mogelijk zou zijn (komkommer), of slechts gedurende een zo korte tijd mogelijk (tomaat), dat geen volwaardig gewas wordt verkregen. Of de teelt van een dergelijk gewas onder glas economisch verantwoord is, zal afhangen van de teeltmogelijkheden buiten in meer of minder ver verwijderde ge- bieden, van de transportkosten en van de mate, waarin het produkt transport kan verdragen (zonder te grote achteruitgang van kwaliteit). In dit opzicht liggen de mogelijkheden voor de teelt van bloemen en groenten onder glas in het algemeen gunstiger dan voor de teelt van fruit onder glas, omdat laatstgenoemd produkt in het algemeen beter houdbaar is en wat minder volumineus.

2e. Anderzijds is het mogelijk gewassen, die ook buiten zonder bezwaar geteeld kunnen worden, met behulp van glas op een ander tijdstip aan de markt te brengen (sla). Meestal wordt er naar gestreefd op deze wijze het tijdstip van de oogst te vervroegen, maar de laatste jaren ontstaat ook steeds meer belangstelling voor een verlating van het oogsttijdstip. Of een dergelijke teeltwijze economisch verant- woord is zal weer afhangen van de mogelijkheid hetzelfde produkt buiten te oogsten op het betreffende tijdstip in meer of minder ver afgelegen gebieden.

3e. Onder glas kan een produkt van betere kwaliteit worden gewonnen. Zodoende is het mogelijk, dat het onder glas geteelde produkt een aanmerkelijk hogere prijs opbrengt dan het op hetzelfde tijdstip geoogste buiten geteelde produkt. Het is van groot belang deze mogelijkheden zoveel mogelijk uit te buiten, daar de gun- stige concurrentie-positie van de onder glas geteelde produkten voor een belang- rijk deel berust op de betere kwaliteit. De verbetering van de kwaliteit houdt o.a. verband met het uitsluiten van beschadiging door te lage temperatuur (vorst, nachtvorst), beschadiging door hagel-, sneeuw- en regenbuien, lang aanhoudende regens met als gevolg ernstige aantasting door ziekten (rottingsverschijnselen), beschadiging door te hoge temperatuur en te felle zonnestraling (mits tijdig wordt geschermd of gekrijt en gebroed), beschadiging door droogte (een gelijkmatige watervoorziening, die men onder glas volkomen in de hand heeft, is zeer bevorder- lijk voor een goede kwaliteit).

Uit het voorgaande volgt, dat in de warmere klimaatsgebieden het gebruik van glas geen ingang zal kunnen vinden, daar hier de temperatuur zelden of nooit de groeifactor zal zijn, die in het minimum verkeert. Men zal dan van de glasbedekking vaak meer last dan gemak ondervinden, omdat het gevaar voor te hoge temperaturen en het optreden van verbrandingsverschijnselen dan zeer groot is.

Ook in een uitgesproken koud klimaat zal de glasteelt moeilijk ingang vinden. In deze, meest noordelijk gelegen gebieden is slechts sprake van een korte, warme zomerperiode, terwijl het gedurende de rest van het jaar zeer koud kan zijn. De warmte-doorlating van glas is betrekkelijk groot, zodat in deze tijd zwaar ge- stookt moet worden, waardoor de produktiekosten zeer hoog komen te liggen. Bovendien zijn de dagen er in de winter zeer kort, waardoor een groot tekort aan licht kan optreden. Onder glas doet dit tekort zich nog heviger gevoelen, daar het glasdek juist bij een zeer lage zonnestand veel licht kan tegenhouden (soms wel de helft). Voor de opkweek van jonge planten heeft men daarom in Zweden wel ruimten

ingericht, die 's winters geheel worden afgedekt met warmte-isolerend materiaal. De planten worden dan met uitsluitend kunstlicht opgekweekt (goedkope elektrische stroom). De kosten hiervan worden ruimschoots goed gemaakt door de besparing op de stookkosten. Ook de zware sneeuwval kan een bezwaar zijn tegen de toepassing van glas, daar de bouw van zeer zware en kostbare constructies nodig zou zijn om aan de sneeuwdruk weerstand te kunnen bieden.

In het algemeen is een zeeklimaat gunstiger voor het gebruik van glasopstanden dan een landklimaat. In tegenstelling tot wat men geneigd is te denken, is de bewolking overdag in de kustgebieden veelal geringer, zodat de voor de plantengroei beschikbare hoeveelheid licht groter is. Maar bovenal is het gunstig, dat de temperatuursverschillen tussen zomer en winter er kleiner zijn. De winters zijn er minder koud, zodat men minder behoeft te stoken; en de zomers zijn er koeler, zodat men minder spoedig last zal ondervinden van te hoge temperaturen onder glas. Er is aan de kust veel meer wind, wat 's winters wel eens wat extra kolen zal kosten, maar wat 's zomers de klimaatregeling gemakkelijker maakt. Het meer gelijkmatige karakter van het zeeklimaat maakt de teelt onder glas eenvoudiger.

In een uitgesproken landklimaat en ook in een koud klimaat met korte zomer (Japan, Finland) kan het gebruik van plastic voordelen bieden boven het gebruik van glas. Tijdens de warme zomer is beschutting van het gewas er niet nodig en tijdens de koude winter te kostbaar. Beschutting van het gewas heeft er voornamelijk zin tijdens de betrekkelijke korte overgangperiode tussen winter en zomer (soms slechts enkele weken). Door een tijdelijke beschutting met plastic kan dan een belangrijke vervroeging worden verkregen (door de minder sterke wind tevens gemakkelijker aan te brengen).

Slechts in een uitgesproken zeeklimaat kan het gebruik van onverwarmde glasopstanden voordelig zijn. Buiten Nederland treft men deze slechts weinig aan. De winter moet zo zacht zijn, dat bepaalde gewassen (sla) ook zonder verwarming in meer of mindere mate blijven doorgroeien, zodat de glasbedekking toch het gehele jaar benut kan worden. Ook in ons land is een sterke verschuiving bemerkbaar naar de teelt in verwarmde kassen. Feitelijk leent zich in het Zuidhollands Glasdistrict slechts een strook dicht langs de kust specifiek voor het gebruik van onverwarmde kassen. Hier treft men deze dan ook het meeste aan. De financiële uitkomsten van de teelt in onverwarmde kassen zijn in de omgeving van Rotterdam reeds belangrijk ongunstiger, wat voor een deel moet worden toegeschreven aan het minder gunstige klimaat aldaar, waardoor de oogst verlaat wordt.

2. De belangrijkste onder glas geteelde groentegewassen.

a. Tomaat.

Om te kunnen beoordelen in hoeverre het gebruik van glas voordeel kan opleveren moet men in de eerste plaats de temperatureisen van het te telen gewas kennen. Nu kan men een bepaalde groeifactor nooit los zien van andere groeifactoren. Zo hangt de gewenste temperatuur nauw samen met de lichtvoorziening en de vochtvoorziening. Het is hier dus slechts mogelijk een globaal temperatuurtraject te noemen, waarbinnen de teelt van tomaten goed mogelijk is; dit is tussen 12 en 22°C (+ gemiddelde etmaaltemperatuur).

Bij lagere temperatuur is de groei te gering en bestaat het gevaar voor een te lage grondtemperatuur met onvoldoende fosforopname en slechte vruchtzetting als gevolg. Bij hogere temperaturen stijgt deze overdag spoedig tot boven 27°C, wat ongelijkmatige kleuring en slechte vruchtkwaliteit tot gevolg heeft.

In ons klimaat schommelt de gemiddelde etmaaltemperatuur tussen + 2°C in januari en februari en + 18°C in juli en augustus. Aan de eis van 12°C wordt pas in de 2e helft van mei voldaan. De temperatuur blijft dan tot eind september geschikt voor een buitenteelt. Dit is slechts gedurende ruim 4 maanden, een te korte periode voor een goede teelt. Daarvoor is in verband met de continu doorgaande bloei en vruchtvorming minstens een periode van 6 - 7 maanden noodzakelijk. Door de planten onder glas op te kweken en buiten uit te planten is het echter mogelijk reeds een enigermate redelijk resultaat te verkrijgen. Door gebruik te

maken van onverwarmd glas kan de teeltperiode (exclusief opkweek) worden uitgebreid van half april tot eind oktober. Met behulp van een hete luchtkachel is een verdere vervroeging van de teelt met ongeveer een maand mogelijk. Naarmate een zwaardere verwarming wordt aangelegd kan de groeiperiode nog verder worden verlengd. Zo kan men tenslotte vrijwel het gehele jaar tomaatplanten onder glas hebben staan: uitplanten vanaf + 1 januari, oogsten tot december. Toch is men nog ver verwijderd van een teelt het jaar rond. Daarvoor is de lichthoeveelheid in de winter voor dit gewas in ons klimaat geheel onvoldoende. Voor april worden er dan ook geen vruchten geoogst.

Vrijwel het gehele jaar door ondervindt onze tomaat concurrentie van buiten geteelde tomaten. In de zomer worden in de naaste omgeving vooral in Duitsland in het Rijndal vrij veel tomaten buiten geteeld, doch ook wel in Noord-Frankrijk, België en zelfs wat in ons eigen land. Ten tijde van de grootste aanvoeren van de onder koud glas geteelde tomaten worden de zo juist genoemde buiten-tomaten echter nog niet in belangrijke mate geoogst. De concurrentie komt dan van de in midden-Italië (Marche) geteelde tomaten (vooral op de Duitse markt). Ook worden er dan buiten-tomaten in Zuid-Frankrijk geoogst. Op Sicilië en in Spanje rondom Valencia bedraagt de gemiddelde etmaaltemperatuur 's winters $+ 10^{\circ}\text{C}$. Voor een goede winter-teelt is het er nog iets te koud, terwijl de zomer er feitelijk al wat te warm en droog is voor het verkrijgen van een goede kwaliteit tomaten. Het accent ligt hier daarom meer op het vroege voorjaar (Sicilië of het late najaar (Valencia)). Deze gebieden kunnen dus in bepaalde tijden van het jaar ook onze stooktomaten concurrentie aandoen.

Een typische winterteelt van buiten-tomaten treft men aan in Noord-Afrika (Marokko, Algiers) en op de Canarische eilanden. De zomers zijn hier beslist te warm en te droog. In het algemeen valt de oogst van deze tomaten echter in een periode, waarin er in Nederland geen aanvoer is. De staart van de oogst kan echter samenvallen met de aanvoer van onze vroege stooktomaten. De kwaliteit van de Afrikaanse tomaat is dan al niet zo best meer, wat niet wegneemt dat het bijzonder te betreuren is, dat de kwaliteit van onze stooktomaten dan ook vaak nogal vaak wat te wensen overlaat (o.a. als gevolg van een te overvloedig gebruik van groeistoffen).

b. Komkommer.

Dit gewas vraagt een nog hogere temperatuur dan de tomaat. Globaal kan gesteld worden, dat binnen een temperatuurtraject van 16 tot 25°C (= gemiddelde etmaaltemperatuur) een redelijk goede teelt mogelijk is. Beneden deze temperatuur is de groei te gering, daar boven laat de vorming van tot parthenocarpisch uitgroeien in staat zijnde vrouwelijke bloemen veel te wensen over (vooral in combinatie met een lange dag).

Aan deze eisen wordt in ons klimaat slechts gedurende enkele korte perioden midden in de zomer voldaan. Een buiten-teelt van komkommers is daarom volkomen uitgesloten. Zelfs een onverwarmde teelt onder glas biedt slechts zeer beperkte mogelijkheden. Pas door het gebruik van broeimest wordt een goede teelt mogelijk. Hierop berusten de platglasteelten. Overigens vormen de grote temperatuurschommelingen, een gevolg van het niet regelbaar zijn van de warmtebron en het geringe luchtvolume onder platglas, wel een bezwaar (anderzijds is het geringe luchtvolume gunstig voor de handhaving van een voor de komkommer zo noodzakelijke hoge luchtvochtigheid).

De beste teeltmogelijkheden ontstaan pas bij de aanleg van een bij voorkeur zware verwarming. De komkommer kan met minder licht toe dan de tomaat. Zij is in staat bij een aanzienlijk lagere licht-temperatuurverhouding nog vruchten voort te brengen. Dit geldt vooral voor enkele nieuwe rassen. Mits de verwarmingscapaciteit in de kas voldoende is, kan dit gewas dan ook vrijwel het gehele jaar rond geteeld worden en de vruchten geoogst. Toch valt het in de late herfst en in de winter moeilijker om aan een voldoende opbrengst te komen.

Onze komkommer ondervindt vrijwel geen concurrentie van buiten geteelde komkommers. In het Middellandse zeegebied zijn de zomers weliswaar voldoende warm voor een teelt buiten, maar ze zijn tevens te droog. Ook in geïrrigeerde gebieden worden vrijwel geen komkommers geteeld, wel meloenen en augurkachtige typen.

In het zuidwesten van Frankrijk schijnen nog wel wat komkommer buiten geteeld te worden. Nu worden komkommers in West-Europa nog lang niet in die mate geconsumeerd als tomaten. Het is echter niet uitgesloten, dat de nieuwe bittervrije rassen de vraag naar komkommers geleidelijk zal doen toenemen.

c. Sla.

Dit gewas moet bij een betrekkelijk lage temperatuur worden geteeld. Globaal kan men stellen, dat de teelt binnen een temperatuurtraject van 8 tot 17°C mogelijk is. Bij lagere temperaturen wordt de groei te gering, bij hogere temperaturen wordt geen goede stevige krop gevormd (mede afhankelijk van lichtintensiteit en stikstofvoorziening).

Deze temperatuureisen brengen met zich mee, dat in Nederland van april tot en met oktober sla buiten geteeld kan worden. Onder glas wordt de temperatuur 's zomers te hoog voor de sla, maar zelfs bij afwezigheid van verwarming gelukt het veelal de gehele winter de sla over te houden. Midden in de winter wordt de gemiddelde etmaaltemperatuur van 8°C natuurlijk niet bereikt. Maar men kan het gewas in elk geval later "overwinteren". Door de sla gedurende een vorstperiode bovendien met plastic af te dekken, houdt men de groei beter in het gewas en is de sla vroeger oogstbaar. Ook bij strenge vorst kan het optreden van vorstschade aldus worden voorkomen. Het is mogelijk om bij een koude teelt goed oogstbare sla te hebben, juist op het moment, dat de temperatuur geschikt begint te worden voor de teelt van tomaten.

Het spreekt vanzelf, dat de aanwezigheid van een verwarming meer mogelijkheden biedt. Er zal echter steeds een matig tot spaarzaam gebruik van moeten worden gemaakt, omdat de sla evenals de tomaat een lage licht-temperatuurverhouding moeilijk verdraagt: de kropvorming laat dan spoedig te wensen over. Sommige nieuwe rassen kunnen in dit opzicht wat meer hebben. Zodoende is het nu goed mogelijk om het gehele jaar rond sla te telen en op de voiling aan te voeren.

In Nederland en aangrenzende gebieden begint de oogst van buiten-sla (eventueel onder glas opgekweekt) in de loop van de maand mei. In het Middellandse zeegebied is het zomers te warm en te droog voor de teelt van sla. In de winter wordt er echter veel sla geteeld, de teelt kan dan vroeger starten, naar mate de watervoorziening beter is. De belangrijkste gebieden zijn Zuid-Frankrijk, Catalonië en in Italië langs de Adriatische zee kust, Apulië in het zuiden en Marche meer noordelijk. De Franse sla komt vooral in december, de Spaanse in januari en de Italiaanse vanaf januari, maar met een top-aanvoer gewoonlijk in de tweede helft van maart tot begin april. Vroeger was in Nederland het streven de glassla aan te voeren na de Italiaanse top-aanvoer, doch voor de komst van de buiten-sla uit de naaste omgeving. Nu met behulp van nieuwe rassen in de winter onder glas zwaardere kropen worden geteeld, is het mogelijk gebleken op verschillende markten de concurrentie van de buiten-sla uit het Middellandse zeegebied te weerstaan, vooral dank zij de betere kwaliteit van het onder glas geteelde produkt. Daardoor heeft de slateelt onder glas in Nederland een meer veelzijdig karakter verkregen.

3. De ontwikkeling van de teelt onder glas in West-Europa.

Nederland bezit het belangrijkste glastuinbouwgebied van de wereld. Klimatologische omstandigheden hebben deze ontwikkeling stellig bevorderd. Het feit, dat met behulp van een betrekkelijk primitieve wijze van glasbedekking zonder verwarming reeds goede resultaten konden worden bereikt, heeft het tot stand komen van een glastuinbouwgebied vergemakkelijkt. Een goede ontwikkeling is daardoor niet alleen voorbehouden geweest aan enkele kapitaalkrachtige bedrijven. Bovendien waren de problemen bij de teelt onder glas hier minder groot door de betrekkelijke gelijkmatigheid van het klimaat en het gematigde karakter van de zomers.

De teelt onder glas neemt in Nederland nog steeds belangrijk toe: sinds de laatste oorlog van ± 3000 tot ± 5000 ha. Deze toename is geheel ten goede gekomen aan de groenteteelt onder glas, zodat deze nu ongeveer 80% van het totale

glas-areaal beslaat. De fruitteelt onder glas is in deze zelfde periode bijna gehalveerd, terwijl de toename van de bloemeteelt onder glas is geremd door de handhaving van een star stelel van teeltvergunningen.

Verreweg het belangrijkste centrum voor de teelt van groenten en fruit onder glas is het Zuidhollands Glasdistrict (Westland + Kring); het belangrijkste bloemeteeltcentrum is Aalsmeer. Daarnaast bestaan er nog diverse kleinere glascentra: Venlo, Amsterdam, Zwijndrecht + Dubbeldam, Vleuten, Emmen, Sappemeer, de Lijmers, Huissen en de Bommelerwaard. In deze centra overweegt veelal de groenteteelt. In de Lijmers en Huissen wordt nogal wat fruit onder glas geteeld en in de Bommelerwaard aardbeien.

Reeds binnen onze grenzen zijn de klimatologische omstandigheden voor de teelt onder glas niet overal even gunstig. Dicht bij de kust is het klimaat wat gelijkmatiger dan in het oosten van ons land. Bovendien is er bijna 200 uur meer zon per jaar. Weliswaar komt dit verschil het sterkst tot uitdrukking in de zomer, maar toch is ook in de winter en het voorjaar het grotere aantal uren zonschijn niet zonder betekenis.

De totale glasoppervlakte in België is wegens de gebrekkige statistiek niet goed bekend, maar zal stellig de 1000 ha overschrijden. De belangrijkste gebieden zijn:

- 1e. Tussen Antwerpen en Mechelen. Hier worden vooral groenten geteeld.
- 2e. Ten zuiden van Brussel (Hoeylaart). Dit is een typisch kasdruivencentrum. De kassen zijn vaak tegen stale hellingen gelegen.
- 3e. Rondom Gent een typisch bloemeteeltgebied (vanouds azalea's).
- 4e. Rondom Brugge ontwikkelt zich een nieuw centrum, waarin de teelt van groenten overheerst.

De oppervlakte glas breidt er zich geleidelijk uit, o.a. door de vorming van een nieuw centrum bij Brugge en door het min of meer kunstmatig in stand houden van het areaal druiven onder glas (export-subsidies). Klimatologisch is er weinig verschil met Nederland. In het nieuwe gebied rondom Brugge zijn de omstandigheden vergelijkbaar met die in het Zuidhollands Glasdistrict, terwijl de meer landinwaarts gelegen gebieden vergelijkbaar zijn met dergelijke gebieden in het zuiden van Nederland.

De totale glasoppervlakte in Engeland bedraagt ongeveer 2000 ha, waarbij de 400 ha op Guernsey zijn inbegrepen. Dit eiland behoort territoriaal weliswaar niet tot Engeland, maar kan zijn produkten zonder enige restricties naar dit land uitvoeren. De belangrijkste gebieden zijn:

- 1e. De kanaaleilanden (Guernsey). De teelt van tomaten is hier verreweg het belangrijkste. Daarnaast ook bloemen (irissen).
- 2e. De Lea-Valley ten noorden van Londen. Tomaten en komkommers worden hier het meest geteeld, maar ook andere produkten.
- 3e. Langs de zuidkust (Wörthing). Er worden hier zowel bloemen als groenten geteeld.
- 4e. Langs de Ierse zee (Blackpool). Hier wordt veel kleine sla in de wintermaanden geteeld.

Daarnaast zijn er nog verschillende kleinere centra, zoals bij Hull (veel Nederlanders), Evesham en Spalding (van Geest). In het algemeen teelt men de tomaten langer door dan bij ons, Op deze wijze zijn op enkele topbedrijven op Guernsey zelfs wel 10 kg tomaten per plant geogst.

De glasoppervlakte blijft in Engeland ongeveer constant. Op Guernsey wordt de uitbreiding vooral geremd door gebrek aan gietwater. In de Lea Valley vindt enige inkrimping plaats als gevolg van de stadsuitbreiding van Londen. Er is daarentegen enige uitbreiding langs de Ierse zee en de zuidkust. Klimatologisch zijn de omstandigheden in de Lea Valley beslist minder gunstig dan in Nederland. Het oosten van Engeland heeft reeds iets meer een landklimaat. Bovendien is het aantal mistdagen samenhangend met de uitgebreide industrie rondom Londen, zeer groot. Langs de Ierse zee zijn de omstandigheden belangrijk gunstiger en vergelijkbaar met die in Nederland. Langs de zuidkust en op de kanaaleilanden zijn de omstandigheden zelfs gunstiger dan in Nederland, hetgeen vooral tot uiting komt in hogere wintertemperaturen en in een groter aantal uren zonschijn.

De totale glasoppervlakte in Scandinavië bedraagt ongeveer 1000 ha. Denemarken bezit hiervan het belangrijkste deel: ruim 400 ha. Er zijn hier enkele uitstekende bloemen- en tomatenbedrijven. De belangrijkste centra, waarin doorgaans zowel bloemen als groenten worden geteeld, zijn de volgende:

- 1e. Rondom Odense op Fünen.
- 2e. Bij Kopenhagen op het eiland Seeland.
- 3e. In Zuid-Zweden verspreid langs de kust tegenover Denemarken (o.a. bij Malmö).
- 4e. Bij Stockholm.
- 5e. Rondom Oslo.
- 6e. Verspreid in Zuid-Finland.

Behoudens een geringe uitbreiding in Denemarken blijft de glasoppervlakte ongeveer constant. In Zweden, waar de bescherming het geringst is, moet de groententeelt onder glas steeds meer plaats maken voor bloementeelt. Verhoudingsgewijs zijn de klimaatsomstandigheden nog het gunstigst in Denemarken. Ook daar is de temperatuur in de winter en in het voorjaar echter reeds aanmerkelijk lager dan bij ons. Met de stookteelten start men daarom niet voor februari. In de andere centra is men nog later. Zonder beschermende maatregelen is de glasteelt daar niet bestaanbaar.

De totale glasoppervlakte in West-Duitsland bedraagt ruim 1500 ha. De kassen staan er zeer verspreid, zodat het moeilijk is bepaalde centra aan te geven:

- 1e. Vierlanden bij Hamburg. Dit is het voornaamste centrum met zowel groenten- als bloementeelt.
- 2e. Op verschillende plaatsen in het Rijndal. Zo b.v. een typisch groentencentrum bij Wiesbaden.
- 3e. In Zuid-Duitsland zeer verspreid een groot aantal bedrijven, vooral met bloemen

Er is een geleidelijke uitbreiding van de glasoppervlakte, vooral ten behoeve van de bloementeelt. De klimatologische omstandigheden in het gebied bij Hamburg zijn beslist minder gunstig dan bij ons en beter te vergelijken met die in Denemarken. Men is vaak geneigd zich een te gunstige voorstelling te maken van de klimatologische omstandigheden in het Rijndal, gezien o.a. de gunstige resultaten met de buiten-tomaten. De hogere temperaturen doen zich echter alleen in de zomer gevoelen wanneer men er onder glas meestal meer last dan gemak van heeft. Wel is de lichtvoorziening plaatselijk wat gunstiger in de winter.

De totale glasoppervlakte in Zwitserland + Oostenrijk bedraagt ongeveer 500 ha, waarvan beide landen ongeveer de helft voor zich opeisen. Ook hier is de groententeelt iets sterker rondom de bevolkingscentra geconcentreerd dan de bloementeelt. De voornaamste centra zijn:

- 1e. De omgeving van Weenen.
- 2e. De omgeving van Zürich.
- 3e. De omgeving van Bern.

Er is een geleidelijke uitbreiding van de glasoppervlakte, vooral in Zwitserland. De groententeelt onder glas vertoont er een geheel ander karakter dan bij ons, een verandering, die ook reeds in Zuid-Duitsland bemerkbaar is. De tomaat verschuift er naar de achtergrond, waarschijnlijk doordat de concurrentie van de tomaten uit Italië zich hier sterker doet gevoelen. Daarvoor in de plaats komen de komkommer en de paprika, laatstgenoemd gewas alleen in Oostenrijk. Daar ziet men in de zomer voornamelijk paprika, terwijl komkommers (stompe typen) en sla in voor- en najaar worden geteeld. In Zwitserland gaat het er voornamelijk om een eerste klas kwaliteitsprodukt te telen. De klimaatsomstandigheden zijn er weer minder gunstig: koude winter, warme zomer: In Bern is de gemiddelde temperatuur van de 5 wintermaanden november tot en met maart zelfs lager dan in ons land de gemiddelde temperatuur van de koudste maand.

De totale glasoppervlakte in Frankrijk is onbekend, maar waarschijnlijk nog niet zeer omvangrijk, alhoewel er verschillende gebieden zijn aan te wijzen, waar in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van glasbedekking:

- 1e. Frans Vlaanderen, aansluitend bij het gebied rondom Brugge. Vooral groententeelt.
- 2e. Rondom Parijs. Groenten en bloemen.
- 3e. Bij Orleans. Vooral bloemen.
- 4e. Bij Sens, 150 km ten zuidoosten van Parijs.

Hier wordt groententeelt bedreven op een aantal zeer goede bedrijven van Hollandse kolonisten.

5e. Bij Nancy.

6e. Bij Nantes.

Ook in Frankrijk begint de komkommer een steeds belangrijker wordende plaats in te nemen. Men ondervindt bij dit produkt geen concurrentie vanuit Zuid-Frankrijk of Noord-Afrika, hetgeen in sterke mate wel het geval is bij de tomaat. De klimatologische omstandigheden in Frans-Vlaanderen sluiten aan bij die in ons land. Langs de kust bij Nantes zijn deze beslist gunstiger: zachte winter, meer licht in de winter. Bij de meer landinwaarts gelegen gebieden doen zich weer in meer of mindere mate de bezwaren van het landklimaat gevoelen.

Tenslotte nog een opmerking over de teelt onder glas in de Verenigde Staten. In het noordoostelijk deel van dat land beslaat de glasoppervlakte ongeveer 2000 ha, zowel in gebruik voor groenten- als bloemeteelt. Het is opmerkelijk dat de teelt van tomaten onder glas zich hier nog geleidelijk uitbreidt. Dank zij de betere kwaliteit kan ze de concurrentie met de opengrondstomaten uit zuidelijker gebieden (vooral Florida) weerstaan.

4. Klimaatomstandigheden onder glas.

a. Het effect van glasbedekking op de temperatuur.

De invloed, die de glasbedekking op de temperatuur uitoefent, is slechts in geringe mate te danken aan een afscherming van de wind. (horizontale luchtverplaatsing). Belangrijker is de omstandigheid, dat de verwarmende zonnestraling grotendeels door het glas wordt doorgelaten, terwijl de meer langgolelige warmtestralen, die het aardoppervlak tengevolge van de verwarming door de zon uitstraalt, door het glas wordt geabsorbeerd en tendele teruggestraald. De zonnestrallen worden zodoende als het ware in de kas vastgehouden ("muisenval"-theorie). Nog belangrijker is, dat de opstijging van de aan het grondoppervlak verwarmde lucht door de glasbedekking wordt tegengehouden (verticale luchtverplaatsing). Door deze oorzaken blijft de toegestraalde zonne-energie voor een groot deel geconcentreerd in een dunne, door de glasbedekking begrensde, luchtlaag aan het aardoppervlak.

Wanneer men het temperatuurverloop onder koud glas en buiten vergelijkt, dan blijkt inderdaad, dat bij zonloos weer de temperatuursverschillen slechts gering zijn (vaak slechts 1 à 2°C). Speciaal de nachtelijke minima ontlopen elkaar weinig. Bij zonnig weer loopt daarentegen de temperatuur in de kas veel hoger op. Ook 's nachts kan de temperatuur onder glas dan nog enkele graden hoger zijn, vooral wanneer het glasdek goed dicht is en de luchtramen vroegtijdig in de middag zijn gesloten.

Het temperatuurverschil met de buitenlucht hangt dus geheel af van de kracht van de zon. Nu is het aantal uren zonneshijn in de winter door de korte dag zeer beperkt, terwijl als gevolg van de lage zonnestand, de zonnestrallen een langere weg door de atmosfeer moeten afleggen, waarbij een belangrijk deel van de zonne-energie verloren gaat. Ten naaste bij bedraagt in ons land het gemiddelde aantal zonne-uren in december 40, in februari 70, in maart 120 en in mei en juni 220. De hoeveelheid toegestraalde zonne-energie is in beide laatstgenoemde maanden ongeveer 10 keer zo groot als in december. Het is duidelijk, dat het effect van de glasbedekking in mei en juni zeer veel groter zal zijn dan in december. Reeds in maart zijn in onverwarmde kassen maximum-temperatuur waargenomen van 30 - 35°C en onder platglas zelfs temperaturen van 40°C.

De temperaturen kunnen onder glas veel sterker schommelen dan buiten. In het plotseling sterk oplopen van de temperatuur schuilen grote gevaren. Door de hoge temperatuur en de daarmee meestal gepaard gaande lage luchtvochtigheid kan de verdamping van het gewas tijdelijk zeer sterk worden. De water-aanvoer door de wortels is dan vaak niet voldoende om aan de behoefte van het gewas te voldoen. Speciaal plotselinge sterke veranderingen in temperatuur en luchtvochtigheid kan het gewas niet verdragen. Juist bij zonnig weer zijn de nachten vaak koud. In maart kan dan onder glas nog heel goed nachtvorst voorkomen. Ook kan de maximum

dagtemperatuur de ene dag met de andere dag wel 20°C verschillen, wanneer zonnige en zonloze dagen elkaar afwisselen. Zelfs kan de temperatuur op één bepaalde dag grote schommelingen vertonen bij het even doorbreken van de zon.

Er is een nauwe samenhang tussen de grondtemperatuur in de teeltlaag en de gemiddelde luchttemperatuur. Gemiddeld zal de grondtemperatuur in kassen daarom hogel liggen dan buiten. Men moet er echter rekening mee houden, dat als gevolg van de grote warmte-capaciteit van de grond de temperatuur-schommelingen sterk worden afgezwakt, terwijl de warmte-golf zich slechts met een aanzienlijke vertraging in de grond voortplant. De schommelingen zijn kleiner en de vertraging is groter naarmate het diepere grondlagen betreft. Dit is mede afhankelijk van grondtype en vochtgehalte. Zo is het mogelijk, dat het dagelijkse maximum op een halve meter diepte pas omstreeks middernacht wordt bereikt en de minimum temperatuur pas midden op de dag. In de winter kan dit bij een teelt van b.v. sla moeilijkheden geven. De temperatuur is dan vaak zodanig, dat midden op de dag alleen de wortels in het bovenste grondlaagje goed kunnen functioneren. Vandaar dat dit grondlaagje dan voor uitdrogen moet worden behoed. In het voorjaar is het vooral de rechtstreekse zonnestraling, die de grondtemperatuur doet stijgen. Naarmate de grond dichter met een gewas is bedekt, zal het gevaar groter zijn, dat de stijging van de grondtemperatuur belangrijk achterblijft bij die van de lucht. Afdekking van de grond met droog en luchtig organisch materiaal heeft een overeenkomstig effect.

b. Het effect op de luchtvochtigheid.

Glasbedekking heeft niet alleen sterke schommelingen in temperatuur ten gevolge maar vaak eveneens sterke schommelingen in luchtvochtigheid. De volgende factoren bepalen het verloop van de luchtvochtigheid onder glas.

e. Het verschil in temperatuur met de buitenlucht. Er is altijd wel enige lekkage in de glasbedekking, waardoor het vocht zich naar buiten kan verplaatsen. Er zal dus een tendens bestaan, dat zich onder glas dezelfde absolute luchtvochtigheid instelt als er buiten heerst. Daar de temperatuur onder glas echter vaak hoger is, betekent dit een lagere relatieve luchtvochtigheid onder glas, daar warme lucht veel meer waterdamp kan bevatten. Stel b.v. dat de buitentemperatuur 10°C is en de relatieve vochtigheid buiten 70%. Wordt deze lucht verwarmd tot 20°C , dan zal ze evenveel vocht blijven bevatten, doch de relatieve vochtigheid zal dalen tot $\approx 35\%$. Het temperatuurverschil kan op zonnige dagen in het voorjaar gemakkelijk 20°C bedragen. Dit betekent een temperatuurstijging van de kaslucht tot 30°C , waarmee overeenstemt een daling van de relatieve vochtigheid tot $\approx 20\%$. Hieruit blijkt, dat een plotselinge sterke stijging van de temperatuur veelal samengaat met een belangrijke daling van de vochtigheid. Dit effect kan door enkele andere factoren in meer of mindere mate worden te niet gedaan. In principe zal echter de kaslucht droger zijn, naarmate het temperatuurverschil met de buitenlucht groter is.

2e. De vochtigheid van de buitenlucht. Het treft enigszins ongelukkig, dat de bovengenoemde grote verschillen in temperatuur tussen de kaslucht en de buitenlucht meestal samengaan met een betrekkelijk lage vochtigheid van de buitenlucht. Juist bij een lage luchtvochtigheid is de zonneshijn het scherpst. Op bewolkte dagen, wanneer de relatieve vochtigheid buiten gewoonlijk aan de hoge kant is, is het temperatuurverschil tussen de kaslucht en de buitenlucht slechts klein en zal daardoor de relatieve vochtigheid in de onverwarmde kas stellig niet belangrijk lager zijn dan buiten. Zij kan dan zelfs hoger zijn dan buiten ten gevolge van de verdamping door grond en gewas.

3e. Verdamping door de grond. Dit is een van de factoren, die een corrigerend effect op de luchtvochtigheid onder glas kunnen uitoefenen, zij het, dat hiervoor nogal wat tijd nodig is. De hoeveelheid waterdamp, die een grond afgeeft, wordt bepaald door de temperatuur en de vochtverzadiging van de grond aan de oppervlakte. Deze grootheden zijn op hun beurt afhankelijk van de grondsoort, de bewerking, de grondwaterstand en de wijze van watergeven. Bij een nog betrekkelijk lage grondtemperatuur in het voorjaar zal de verdamping door de grond meestal niet van grote betekenis zijn ten verhoging van de luchtvochtigheid op zonnige dagen. Uiteraard zullen een waterrijke veengrond en een zware kleigrond meer waterdamp kunnen afgeven dan een lichte, hooggelegen duinzandgrond. Een lichte zandgrond zal daarentegen

gemakkelijker worden verwarmd.

4e. Verdamping door het gewas. Van meer belang voor de beïnvloeding van de luchtvochtigheid is de waterdamp afgegeven door het gewas. Deze invloed zal des te belangrijker worden, naarmate het gewas een groter bladoppervlak bezit. Daarom zal in het voorjaar, als het gewas juist begint uit te lopen (fruit) of kort te voren is uitgeplant (groenten), het gevaar voor een te sterk dalen van de luchtvochtigheid onder glas op een zonnige dag groter zijn. Het bezigen van een onder-teelt kan leiden tot een hogere luchtvochtigheid. Daar tijdens de bloei van perziken en pruimen nog vrijwel geen verdampend bladoppervlak aanwezig is, is het gevaar voor een te sterk dalen van de luchtvochtigheid op zonnige dagen dan zeer groot.

5e. Het meer of minder luchtdicht afgesloten zijn van de glasbedekking. Wanneer er veel lekkage is (zo b.v. bij warenhuizen, bedekt met éénruiters), zal de waterdamp zich gemakkelijk naar buiten kunnen verplaatsen. Dit zal enerzijds ten gevolge hebben, dat bij grote temperatuurverschillen tussen de kaslucht en de buitenlucht (zonnig weer!) de luchtvochtigheid onder glas sterk kan dalen, anderzijds, dat bij geringe temperatuurverschillen tussen de kaslucht en de buitenlucht (bewolkt weer!) de luchtvochtigheid onder glas slechts weinig hoger zal zijn dan buiten. Bij een goed luchtdicht afgesloten glasbedekking (vast glas, kieren dichtgeplakt met plakband) zal daarentegen bij zonnig weer de luchtvochtigheid onder glas minder sterk dalen, maar deze zal bij bewolkt weer aanzienlijk hoger zijn dan buiten, daar de door het gewas geproduceerde waterdamp niet snel genoeg weg kan. Een langdurige hoge luchtvochtigheid kan eveneens schadelijk zijn voor de gewassen (moeilijkheden bij de vruchtzetting, week gewas en bevordering van schimmelziekten).

Alleen als de produktie van waterdamp onder glas groter is dan de afvoer naar buiten, kan na enige tijd onder glas een hogere relatieve vochtigheid heersen dan buiten (afhankelijk van het temperatuurverschil). Is de afvoermogelijkheid van waterdamp groter dan de produktie, dan zal de relatieve vochtigheid onder glas steeds lager zijn dan buiten.

c. Het effect op de luchtbeweging.

De glasbedekking kan niet alleen een bescherming geven tegen mechanische beschadiging door krachtige wind, maar ze kan tevens een te sterke afkoeling in de winter ^{en} een te sterke uitdroging in de zomer tegengaan, die het gevolg kunnen zijn van een te krachtige wind. Dit effect is groter naarmate er minder lekkage is. Deze kan zeer aanzienlijk zijn. Uit metingen is gebleken, dat bij een gemiddelde windkracht en gesloten ramen in een warenhuis met éénruiters het gehele luchtvolume in 20 minuten tijds wordt ververst. In een goed gesloten komkommerskas duurt dit minstens een uur.

De temperatuurverdeling in de kas bij krachtige wind is in hoge mate afhankelijk van de plaats, waar de meeste lekkage optreedt. Betreft dit de zijgevels, dan blaast de koude wind hier als het ware doorheen en treden de laagste temperaturen en (bij vorst) de ernstigste beschadigingen aan de gewassen op, langs de aan de wind blootgestelde gevel. Wanneer de zijgevel goed gesloten is en lekkage voornamelijk door het dak plaats vindt, ziet men veelal het omgekeerde. Vlak achter de aan de wind blootgestelde gevel wordt de lucht dan uit de kas door het dak naar buiten gezogen, terwijl bij de van de wind afgekeerde gevel de meeste buitenlucht door het dak binnendringt. In de kas is de luchtbeweging dan tegengesteld aan de windrichting buiten. De laagste temperaturen kunnen dan optreden aan de van de wind afgekeerde zijde.

Bij strenge vorst kan de afkoeling en de vorstschade door een goed gesloten glasdek aanmerkelijk worden verminderd. Het aaneenvriezen van de ramen bij platglas kan in dit verband gunstig werken, doordat aldus het binnendringen van de koude wind aanmerkelijk wordt tegengegaan. Een doeltreffend middel om het binnendringen van de koude wind door de zijgevels tegen te gaan is het aanbrengen van plastic langs de binnenzijde van deze gevels. Dit onderschept wel enig licht, maar dit is niet bezwaarlijk, daar de planten langs de gevels in dit opzicht toch het gunstigst staan. In tegenstelling tot rietmatten, die men alleen in noodgevallen tijdelijk kan aanbrengen, kan men de plastic bescherming desnoods het gehele seizoen aanwezig

laten. Het gewas krijgt daardoor een gelijkmatiger stand in verband met de meer egale temperatuurverdeling. Het aanbrenge van plastic onder het glasdak kan, vooral bij aanwezigheid van de lichte verwarming, een temperatuurophoging in de kas van meerdere graden Celsius bewerkstelligen. Het extra lichtverlies van minstens 20% is echter een overwegend bezwaar. Deze maatregel kan daarom alleen in noodgevallen worden toegepast, tenzij een praktische werkwijze zou worden gevonden om het plastic overdag onder de goot of de nok op te rollen.

Vorstschade onder een niet verwarmd, doch goed gesloten glasedek kan bijna steeds volledig worden voorkomen door de grond voor de intreden van de vorst goed nat te maken en door het gewas af te dekken met banen geëlied papier of plastic. Het papier mag geen vocht op kunnen nemen; daardoor zou het isolerend vermogen verloren gaan. Het goede effect van beide maatregelen houdt verband met de voortdurende warmtestroom, die gedurende de wintermaanden uit de ondergrond naar boven stijgt. Op enkele meters diepte is de grondtemperatuur het gehele jaar vrijwel constant 10°C (onder glas wellicht iets hoger). Door het natmaken van de grond wordt het warmtegeleidend vermogen veel beter, zodat een sterkere warmtestroom omhoog stijgt. Tevens wordt hierdoor een verdroging en verwelking van het gewas tegengegaan. De isolerende afdekking met de daaronder stagnerende luchtlaag zorgen er voor, dat de uit de ondergrond opstijgende warmte niet onmiddellijk meer wordt afgegeven.

Plastic is te verkiezen boven geëlied papier, omdat het veel meer licht doorlaat. Het kan daarom gerust enige tijd op de planten blijven liggen. Een belangrijke voorwaarde is echter, dat men het plastic tijdig aanbrengt, terwijl de planten nog volkomen gaaf en onbeschadigd zijn. In dat geval behoeft men niet bevreesd te zijn voor het optreden van rottingsverschijnselen (*Botrytis*).

Onder bepaalde omstandigheden kan de glasbedekking ook oorzaak zijn van een te geringe luchtbeweging. Dit is spoedig het geval in de herfst in verband met de dan ongunstige, n.l. lage licht-temperatuurverhouding, waardoor men gemakkelijk een wat week gewas krijgt. Dit wordt nog versterkt door een te nauwe plantafstand en een te dicht bladrijk gewas (bij een gemakkelijke wateropname en een relatief rijkelijke stikstofvoeding). Men kiest daarom in de herfst vaak een wat ruimere plantafstand (sla) of houdt het gewas wat lager (tomaat). Heel belangrijk is, dat men al het oudere of beschadigde (en dus weinig functionerende) blad tijdig verwijderd, waardoor de luchtcirculatie en de lichttoetreding wordt verbeterd. Ook in het voorjaar kan de luchtbeweging te gering zijn, vooral als men het gewas te veel tracht te forceren en daartoe zelfs de kieren tussen de raamlijsten met plakband dichtplakt. Dit mag men nimmer doen bij de luchtramen; deze moeten steeds gebruikt kunnen worden. Een te geringe luchtbeweging kan de volgende nadelige gevolgen hebben:

- 1e. Een minder snelle afvoer van het uit de bladeren verdampte vocht. De relatieve vochtigheid kan dan hoog oplopen, terwijl aan het bladoppervlak (microklimaat!) de lucht zelfs geheel met waterdamp verzadigd kan zijn. Hierdoor kan gemakkelijk een sterke uitbreiding van schimmelziekten optreden, vooral bij aanwezigheid van reeds aangetast of beschadigd blad.
- 2e. Onder deze omstandigheden kan de verdamping van de plant soms sterker geremd worden door de geringe luchtbeweging dan door een zich gedeeltelijk sluiten van de huidmondjes. Er ontstaat dan op de duur een week, waterrijk gewas, dat zeer gevoelig is voor fysiogene beschadigingen en aantasting door ziekten.
- 3e. Een minder goede bestuiving. De geringe luchtbeweging remt de verspreiding van het stuifmeel. De daarmee vaak gepaard gaande hoge luchtvochtigheid is niet bevorderlijk voor een goed loslaten van het stuifmeel. Deze bezwaren doen zich vooral gevoelen bij vruchtdragende gewassen, waar bestuiving door bijen niet goed mogelijk is (tomaat). Voor komkommer geldt dit niet, daar men hier ter wille van een goede kwaliteit uitsluitend onbestoven, parthenocarpisch uitgegroeide vruchten wenst.
- 4e. Minder snelle toevoer van koolzuur.

Bij een redelijke lichtvoorziening en een niet te lage temperatuur wordt de assimilatie vaak beperkt door een lage koolzuur-concentratie. De koolzuur moet worden aangevoerd, hetzij van buiten, hetzij uit de grond (de koolzuurproductie in de grond wordt versterkt door een hoge temperatuur en door de aanwezigheid van veel, gemakkelijk verteerbaar, organisch materiaal: aanbrengen van staalgrond.) Een te geringe luchtbeweging kan de toevoer van het koolzuur naar het blad belemmeren. In goed gesloten komkommersassen stijgt het CO_2 -gehalte 's nachts vaak tot ver boven het gehalte in de atmosfeer. Op een zonnige ochtend kan het gehalte er echter zeer snel dalen. Vooral bij plantenteelt zonder aarde vraagt een kunstmatige verhoging van het CO_2 -gehalte de aandacht. Men heeft op verschillende manieren getracht dit te bereiken, o.a. door rookgassen van de verwarmingsketel, na zuivering van SO_2 , in de kas te leiden, door het verbranden van houtskool of spiritus of door koolzuur uit cilinders te laten ontsnappen. De kans op succes zal het grootst zijn bij een goed gesloten kas, een goede lichtvoorziening en een verhoging van de temperatuur. Deze omstandigheden zijn het best te verwezenlijken in een moderne kas (eventueel ook een komkommerskas) in het latere voorjaar voor de middag.

d. Het effect op de belichting.

Door de glasbedekking wordt een meer of minder belangrijk gedeelte van het daglicht onderschept. Juist in de winter, als de lighthoeveelheid het geringst is, is het lichtverlies door de glasbedekking het grootst. Er valt dan naar verhouding een groter deel van het licht van opzij in de kas, waarbij de kans op onderschepping door tot het geraamte van de kas behorende onderdelen (spanten, gordeningen, roeden e.d.) groter is. De lichtsterkte onder glas bedraagt dan vaak slecht de helft van de lichtsterkte buiten. Bij sterke bevuiling van het glas (na mistig weer) kan het lichtverlies nog belangrijk groter zijn. Zo heeft zich gedurende de mistperiode van februari 1959 op de kassen van het Proefstation te Naaldwijk een roetneerslag afgezet, waardoor alleen al 30% van het licht verloren ging. Deze roetafzetting zal voor een belangrijk deel zijn teweeg gebracht door de eigen ketels van de tuinbouwbedrijven. Midden in een industrie-centrum zal men een nog sterkere bevuiling kunnen verwachten.

De hoeveelheid zonlicht in de donkerste maand van het jaar (december) bedraagt slechts ongeveer een tiende van de hoeveelheid licht bij de hoogste zonnestand, een zelfde verhouding als we bij de hoeveelheid zonneenergie hebben gezien. Het lichtverlies ten gevolge van de glasbedekking is oorzaak van een verminderde assimilatie, waardoor het plantenweefsel wordt verzwakt. Speciaal bij winterteelten kan dit leiden tot een grotere gevoeligheid voor ziekten en beschadigingen. De mate van het lichtverlies wordt bepaald door de volgende factoren:

- 1e. De aard van het glas. Bij glas van goede kwaliteit bedraagt het lichtverlies bij recht opvallende straling tengevolge van absorptie en terugkaatsing ongeveer 10%. Gehamerd glas kan evenveel licht doorlaten als gewoon glas. Als voordeel wordt wel opgegeven, dat men diffuus licht verkrijgt, waardoor het gevaar voor verbranding minder zou zijn, zodat men iets minder spoedig behoeft te schermen. In elk geval verkrijgt men hiermee een meer gelijkmatige en alzijdige belichting.
- 2e. Reiniging van het glas. Nieuwe ruiten laten in het algemeen het meeste licht door. Vooral door roet- en ijzeraanslag kan het lichtdoorlatend vermogen sterk achteruitgaan. Er zijn gevallen geconstateerd, waar aldus de helft van het licht verloren ging. Een regelmatig herhaalde reiniging van het glas is daarom noodzakelijk. Roetaanslag kan worden verwijderd door boenen met wat, ^{er}waaraan eventueel een wasmiddel kan worden toegevoegd. Voor de verwijdering van ijzer-oxyde heeft men verdund zoutzuur nodig.
- 3e. Hellingshoek van het glasdek. In de winter vallen de zonnestralen door de lage zonnestand bijna horizontaal op het glas. Bij een vlakke stand van het glasdek wordt dan een belangrijk deel van het licht teruggekaatsd. Naarmate de inval meer loodrecht plaats vindt, wordt een groter deel van het licht doorgelaten. Wanneer de hoek met het glas kleiner wordt dan 30 graden, gaat het lichtverlies snel toenemen. Bij een hellingshoek van 30 graden worden ook de horizontaal invallende stralen nog grotendeels doorgelaten. Een dergelijke

steile glasstand, zoals men die kan aantreffen bij komkommerkassen en moderne kassen, is zeer gunstig; een vlakke glasstand, zoals bij platglas en warenhuizen, is ongunstig. Opweekkassen zullen beslist een steile glasstand moeten bezitten. Tegenwoordig prefereert men wel de asymmetrische kas met de steilste zijde op het zuiden gericht. Deze kas is ideaal voor de opweek van stóóktomaten, mits hiervoor een geschikte plaats is te vinden met een voldoende open ruimte (15-20m) op het zuiden. Aan de latere opweek van koude tomaten in deze kas is het bezwaar verbonden, dat bij een wat hogere zonnestand de zonnestralen langs het glasdek aan de achterzijde scheren, waardoor daar een schaduwplek ontstaat. Men kan dan beter een kweekkas hebben met de steilste zijde op het noorden.

4e. Richting van de glasopstand. Voor een teelt midden in de winter geeft een stand oost-west de beste lichtdoorlating. De lichtonderschepping door roeden e.d. is dan veel geringer dan bij een stand noord-zuid. In het late voorjaar en de zomer is de toestand echter omgekeerd. Een stand oost-west geeft dan wel is waar nog de beste lichtdoorlating midden op de dag, als het gevaar voor verbranding het grootst is, maar een stand noord-zuid geef dan een betere lichtdoorlating in de ochtend en de late namiddag. De invloed van de richting komt het sterkst tot uiting bij kleinere glasopstanden, zoals platglasrijen, komkommerkassen en druivenserres.

In al deze gevallen (afgezien van de nog slechts zeldzaam voorkomende enkele rij) heeft de stand oost-west het grote bezwaar, dat de belichting van de achterzijde (noordzijde) veel minder is dan die van de voorzijde. Ter wille van de gelijkmatige belichting zal men daarom bij een gewone teelt veelal een richting prefereren, die ten naaste bij noord-zuid loopt.

5e. Verhouding tussen glasoppervlak en geraamte. Bij warenhuizen, bedekt met éénruiters, is deze verhouding zeer ongunstig. Bij warenhuizen, bedekt met vast glas, is de oppervlakte door de roeden (resp. raamlijsten) ingenomen ongeveer gehalveerd, waardoor de belichting veel gunstiger is. Dunne, smalle, ijzeren roeden onderscheppen veel minder licht dan dikke en brede houten roeden, vooral bij lage zonnestand in de winter. Bij grote ruiten en een zo licht mogelijke constructie is de lichtinval het gunstigst.

6e. Onderhoud van de glasopstand. Indien alle onderdelen van het geraamte aan de binnenzijde van de glasopstand netjes wit geveerd zijn, zal het lichtverlies geringer zijn. Er wordt dan minder licht geabsorbeerd en meer teruggekaatst. Vooral ^{bij} een ijzeren kas gaat men op deze wijze tevens de afzetting van ijzerroest op het glas tegen. Het gebruik van thermisch verzinkt ijzer, wat geen onderhoud vraagt, verdient dan echter de voorkeur.

7e. De afstand van het gewas tot het glas. Naarmate deze afstand kleiner is, zal de belichting beter kunnen zijn, daar van de laag invallende straling dan minder verloren gaat. Wanneer deze afstand wordt verminderd door het omhoog brengen van het gewas (gebruik van tabletten), zal tevens minder last worden ondervonden van schaduwgevende, belendende objecten.

8e. De condensatie tegen het glas. Door het temperatuurverschil met de buitenlucht kan, speciaal als de ventilatie gering is, de waterdamp condenseren tegen de koude glasruiten. Een sterke condens-aanslag kan de lichtdoorlating belangrijk verminderen.

Op plastic kan zich bij een betrekkelijk vlakke stand een dicht waas van zeer fijne condens-druppeltjes vormen, waardoor veel licht wordt tegengehouden.

5. Beheersing van het kasklimaat, speciaal in verband met verstoring van de waterhuishouding van de plant.

De aan het aardoppervlak toegestraalde energie vindt in hoofdzaak drieërlei bestemming:

1e. Voor verwarming van het aardoppervlak en de daaraan grenzende luchtlagen.

2e. Voor verdamping van water uit de grond en door de plantengroei.

3e. Voor de koolzuurassimilatie in de groene plantendelen.

Laatstgenoemd proces bindt slechts een gering deel van de zonne-energie, doorgaand niet meer dan 2%. In klimaatkassen is het in bepaalde groeistadia soms wel gelukt tot 10% van de zonne-energie voor dit doel te benutten. Daar door de glashedekking de warmte-uitwisseling met hogere luchtlagen wordt tegengegaan, zal de temperatuur hier hoger oplopen, hetgeen tot een grotere verdamping kan leiden. Toch mag men niet onder alle omstandigheden verwachten, dat hier een groter deel van de toegestraalde zonne-energie voor verdamping zal worden gebruikt. De luchtbeweging kan n.l. zo gering zijn, dat hierdoor de verdamping weer wordt beperkt.

De vraag doet zich dan ook voor, in hoeverre de onder glas veelvuldig waargenomen verbrandingsverschijnselen een gevolg zijn van echte verbranding (te hoge temperatuur) of van verdroging (te sterke verdamping). Ongetwijfeld spelen beide oorzaken een rol, al is de juiste oorzaak niet altijd met zekerheid vast te stellen. Onder bepaalde omstandigheden (een geringe luchtbeweging en een hoge vochtigheidsgraad) ziet men soms verbrandingsverschijnselen optreden bij bladeren, zonder dat deze ook maar een ogenblik hebben slap gehangen. Door de belemmerde verdamping kan de bladtemperatuur soms wel 10°C hoger worden dan de temperatuur van de omgevende lucht. Op die wijze kan inderdaad hoge temperatuur-beschadiging optreden.

In vele gevallen zal de schade vooral een gevolg zijn van een te sterke verdamping. Zo is meermalen waargenomen, dat in kassen, waar tijdens een kritiek week-einde alle ramen en deuren wagenwijd werden opengezet, een ernstige beschadiging aan de druivebessen optrad, terwijl in nabij gelegen druivenkassen, die gesloten werden gehouden, niets te zien was. Juist het ineens alles wijd openzetten kan zeer gevaarlijk zijn, omdat de waterdamp dan zeer snel wordt weggevoerd, terwijl de vruchten nog enige tijd hun hoge temperatuur behouden, waardoor de verdamping tot een fatale hoogte kan worden opgevoerd. Gaat als gevolg van een te sterke verdamping het blad verwelken, dan kan dit zijn warmte niet meer goed kwijt, waardoor tevens gevaar voor hoge temperatuur beschadiging ontstaat. Het zou voor de teelten onder glas geschikt zijn, wanneer men de verdampingssterkte kon meten juist zoals temperatuur en luchtvochtigheid. De Piche-verdampingsmeter is hiervoor in zijn oorspronkelijke vorm te traag (geeft wel een beeld van de verdamping in een periode van 24 uur, maar niet ogenblikkelijk). Een gewijzigde vorm met micro-capillair biedt wellicht perspectieven. Intussen kan men wel stellen, dat de toestand gevaarlijk wordt, wanneer de relatieve vochtigheid daalt beneden 50%. Een betrouwbare maatstaf is dit echter niet, daar de verdampingssterkte mede wordt bepaald door de sterkte van de zonnestraling, de mate van de luchtbeweging en de hoogte van de temperatuur.

Er zijn 2 redenen aan te voeren, waarom bij de teelten onder glas de storingen in de waterhuishouding van de plant vaak zo accuut optreden, dat verbrandingsverschijnselen hiervan het gevolg zijn. Het gewas is hiervoor n.l. veelal gevoeliger, omdat door de geringe luchtbeweging en de hoge relatieve vochtigheid een weinig afgehard, week en waterrijk weefsel wordt gevormd. Anderzijds komt de verdamping-regulerende functie van de huidmondjes bij de teelt onder glas vaak niet tot zijn recht. De waterstroom in de plant is n.l. min of meer te vergelijken met een elektrische stroom. Het verschil in zuigkracht tussen blad en wortel kan wortel kan worden beschouwd als een spanningsverschil (voltage). Ook de waterstroom ondervindt bij het passeren van de verschillende weefsels een zekere weerstand. Indien het blad meer vocht verdampt dan de wortels opnemen, verliest het wat water, waardoor de zuigkracht wat toeneemt, maar waardoor tevens de huidmondjes zich gedeeltelijk gaan sluiten. De weerstand, die de waterstroom dan bij het verlaten van het blad gaat ondervinden, is zo groot, dat de weerstanden in alle andere weefsels hierbij in het niet vallen. Zodoende kan de waterstroom belangrijk verminderen. In normale gevallen zullen de huidmondjes zich zover sluiten, tot zich opnieuw een evenwicht heeft ingesteld tussen wateropname en verdamping. Onder glas kan de luchtbeweging zo gering zijn, dat de weerstand, die het transport van de waterdamp van de plant af naar buiten ondervindt, veel groter is dan de weerstand in de geopende huidmondjes. Het zich gedeeltelijk sluiten van de huidmondjes oefent dan geen invloed uit op

de waterstroom. Dit effect wordt dan pas bemerkbaar als de huismondjes zich grotendeels gesloten hebben. Daar hiervoor tijd nodig is, kan het blad intussen zo veel vocht hebben verloren, dat het reeds verwelkt is. Dat ondanks de geringe luchtbevinging toch het evenwicht tussen wateropname en verdamping verbroken kan zijn, hangt enerzijds samen met de door de hoge bladtemperatuur toch nog sterke verdamping, anderzijds met een verminderde vochtopname door droge of zoute grond, relatief lage bodemtemperatuur, slecht ontwikkeld wortelstelsel of bodemziekten, die de wortels aantasten ("knol", kurkwortel, Fusarium).

Men kan vaak verbrandingsverschijnselen waarnemen aan plantedelen (vooral vruchten die niet aan rechtstreekse zonnestraling zijn blootgesteld geweest. Er is dan natuurlijk geen sprake van hoge temperatuur-beschadiging, maar van een te sterk vochtverlies. Dit laatste hangt dan samen met interne wateronttrekking. Het jonge blad heeft meestal een sterkere zuigkracht dan andere plantedelen. Is de verdamping zo sterk, dat de watertoevoer uit de grond te kort schiet, dan gaan de jonge bladeren vocht onttrekken aan de wortels, aan het merg van de stengels en aan de vruchten. Zodoende kunnen vruchten van verschillende gewassen overdag bij zonneshijn inkrimpen en weer uitzetten, wanneer de zon achter een wolk schuilgaat. Dit is door metingen vastgesteld. Op deze wijze is het verklaarbaar, dat vruchten die onder een bladerdek hangen, beschermd tegen de zonneshijn, toch fysiogene afwijkingen kunnen vertonen als gevolg van een tijdelijk te groot vochtverlies.

Men moet de nadelige gevolgen van een te sterke verdamping niet onderschatten. Afgezien van een meer of minder sterke achteruitgang van de kwaliteit van de vruchten, is ook reeds het slap gaan van de bladeren zeer schadelijk, zelfs al herstellen deze zich later volkomen. Onder deze omstandigheden komt de assimilatie n.l. vrijwel tot stilstand, hetgeen ten alle tijde een nadelige invloed op de produktie zal uitoefenen.

Verbrandingsverschijnselen in het voorjaar.

In de maanden april, mei en juni is het gevaar voor het optreden van verbrandingsverschijnselen bijzonder groot (bij de druif spreekt men zelfs wel van meiziekte). Dit hangt natuurlijk samen met de grote kracht van de zon in die maanden. Er kunnen echter nog enkele bijzondere redenen worden aangevoerd.

1e. De temperatuurschommelingen buiten zijn in deze tijd van het jaar zeer groot.

Dit geldt in het bijzonder voor de dagelijkse maximum temperatuur. Deze kan van de ene dag op de andere zeer grote verschillen vertonen.

Deze z.g. ééndaagse veranderingen in de maximum temperatuur bereiken zowel in Naaldwijk als in het noorden en oosten van ons land in mei een maximum.

Onder glas bestaat dan het gevaar voor nog veel grotere wisselingen in temperatuur, wanneer men hieraan bij de klimaatregeling niet alle aandacht besteedt.

2e. Juist in deze maanden is de zonnekracht in verhouding tot de buitentemperatuur zeer groot. De hoogste buitentemperaturen treden n.l. later op dan het moment van de grootste zonnekracht. Dus niet 's middags 12 uur, maar pas ongeveer om 2 uur en ook niet op 21 juni, maar pas omstreeks een maand later. Als gevolg van de typische weersomstandigheden worden de meeste zonne-uren ^{vaak} zelfs reeds in mei waargenomen. Dit bevordert het optreden van grote temperatuurverschillen met de buitenlucht.

- 3e. Dit wordt nog in de hand gewerkt door de omstandigheid, dat de tuinder in het voorjaar streeft naar een zo vroeg mogelijk produkt. Bovendien moet men voorzichtig zijn met luchten, omdat een te krachtig binnenstromen van de koude, droge lucht eveneens voor verschillende gewassen (komkommers!) nadelig zou kunnen zijn. Daarom zal de tuinder, mede omdat hij enigszins misleid wordt door de lage buitentemperatuur, vaak te laat maatregelen treffen om deze grote temperatuurschommelingen tegen te gaan.
- 4e. Zoals de buitentemperatuur "achterloopt" t.o.v. de zonnekracht, zo loopt de grondtemperatuur achter t.o.v. luchttemperatuur. Het verschil is afhankelijk van de diepte. Het kan voor de diepere wortels ook wel weer een maand bedragen. Dit houdt in, dat bij plotselinge warmte in het voorjaar, waarbij het gewas veel vocht verdampt, de wortels door de lage grondtemperatuur nog betrekkelijk weinig werkzaam zijn en onvoldoende water toevoeren.
- 5e. In de genoemde voorjaarsmaanden komen vaak langdurige perioden voor met krachtige noordoosten-winden. Hierdoor wordt uit de poolstreken afkomstige lucht aangevoerd, welke koud en zeer droog is. Aldus kan de zonnestraling zeer fel zijn, terwijl de krachtige wind sterk uitdrogend werkt.
- 6e. Het nog niet of slechts in geringe mate aanwezig zijn van een bladerdek werkt eveneens sterke temperatuurschommelingen in de hand. Er kan dan slechts een betrekkelijk gering deel van de toegestraalde zonne-energie gebruikt worden voor verdamping. Dit geldt vooral voor fruitbomen, die langs het glas worden opgeleid, maar toch ook voor pas uitgepote jonge planten. In de zomer is het dan aanwezige bladerdek een belangrijke zonwerende en daardoor temperatuur-verlagende faktor voor de onder het bladerdek aanwezige lucht en de daarin hangende vruchten (geldt ook voor tomaten!).
- 7e. In het voorjaar heeft men vaak te maken met in de wintermaanden bij weinig licht gegroeid weefsel, dat daardoor zeer week is en weinig bestand tegen sterke verdamping. Bij sla betreft het vaak teer weefsel, dat beschut binnen in de krop is gevormd en door het losgroeien van de bladeren min of meer plotseling aan sterke uitdroging wordt blootgesteld.

Regeling van het kasklimaat.

Er staan ons verschillende mogelijkheden ten dienste om een matigende invloed uit te oefenen op het verloop van temperatuur en luchtvochtigheid. Speciaal een samengaan van hoge temperatuur met lage luchtvochtigheid moet men trachten te voorkomen, maar dit geldt ook voor een samengaan van een hoge luchtvochtigheid met een geringe luchtcirculatie.

- 1e. Het luchtvolume onder glas. Naarmate het luchtvolume groter is (hogere glasopstanden) zal er meer warmte nodig zijn om de temperatuur tot een bepaalde waarde te doen stijgen. Bij platglasrijen is het luchtvolume het geringst en zullen de schommelingen in temperatuur en eventueel luchtvochtigheid (d.w.z. bij gering verdampend oppervlak) het scherpst zijn. Bij warenhuizen is het luchtvolume groter en zijn de schommelingen reeds zwakker. Bij serres, blokkassen en hoog model warenhuizen zullen deze schommelingen nog kleiner zijn. Dit betekent dat bij zonnig weer de temperatuur lager zal blijven, terwijl de luchtvochtigheid meestal gematigder zal zijn. De schoorsteenwerking bij hoge kassen met een sterke dakhelling zal de luchtcirculatie verbeteren en de opdroging van het gewas bevorderen. Bij aanwezigheid van voldoende gewas, zal het echter in lage ruimten gemakkelijker zijn een combinatie van hoge temperatuur en hoge luchtvochtigheid te handhaven, hetgeen voor sommige gewassen (komkommer, asparages) belangrijk kan zijn.
- 2e. Het luchten. Hierdoor kan de ventilatie en ook de luchtbeweging tussen de planten aanzienlijk worden versterkt. De temperatuur zal daardoor bij zonnig weer minder hoog oplopen. In een ruimte zonder verdampend bladoppervlak zal dit tevens een minder laag dalen van de luchtvochtigheid ten gevolge hebben. Meestal zal echter wel een verdampend bladoppervlak aanwezig zijn. Het door het gewas verdampte vocht zal dan sneller worden weggevoerd met als

resultaat een verlaging van de luchtvochtigheid. Speciaal bij het zetten van tegenlucht of bij het wijd openen van deuren of gevelramen zal door de sterke luchtstroming de waterdamp snel van het blad worden weggevoerd en het vochtverlies daardoor worden vergroot. Men ziet dan soms nog ernstiger verbrandingsverschijnselen dan waar niet wordt gelucht.

In stookwarenhuizen worden de kieren tussen de ramen dikwijls dichtgeplakt met plakband. Hierdoor wordt een besparing op de hoeveelheid brandstof verkregen. Door de geringe luchtwisseling zullen temperatuur en luchtvochtigheid hoger blijven. Dit kan bij bewolkt weer een nadeel zijn, speciaal wanneer ook de luchtramen zijn dichtgeplakt, zoals soms geschiedt. Er is dan onvoldoende luchtbeveging en de luchtvochtigheid blijft veel te hoog.

3e. Het gebruik van ventilatoren. Met behulp van ventilatoren is het mogelijk de luchtbeveging tussen de planten aanzienlijk te verbeteren, zonder dat de luchtuitwisseling naar buiten belangrijk wordt vergroot. Er ontstaat een gelijkmatiger verdeling van temperatuur en luchtvochtigheid in de kas. De luchtvochtigheid tussen het gewas kan aldus worden verminderd zonder dat er grote warmteverliezen plaats vinden, al zal door de krachtiger luchtbeveging de warmte-afgifte door geleiding via het glasdek wel wat groter worden. Deze maatregel vindt o.a. toepassing bij fresia's, waar men in de herfst de temperatuur graag betrekkelijk laag houdt en aldus zonder droogstoken het gewas vrij van smeul kan houden. In goed gesloten kassen zullen ventilatoren wellicht nuttig kunnen zijn voor het tot stand brengen van een betere koolzuurvoorziening.

4e. Het broezen. Hierdoor wordt niet alleen de luchtvochtigheid verhoogd, maar tevens de temperatuur verlaagd. De voor de verdamping benodigde warmte wordt nl. aan de omgeving onttrokken. Door een fijne verneveling wordt de verdamping versneld en het effect vergroot. Dit effect is steeds slechts tijdelijk, zodat het broezen telkens moet worden herhaald. Door een regelmatige bevochtiging van het gewas wordt dit bovendien nog gevoeliger voor een sterke verdamping. Het broezen dient daarom slechts onder critieke omstandigheden te gebeuren (bij plotseling scherp zonnig weer of direkt na het uitbreken van een virusziekte). Het gevoelig worden van het gewas kan men tegengaan door bepaalde zouten (o.a. magnesiumsulfaat) aan het water toe te voegen; dit werkt afhardend. Een wat langduriger werking kan men verkrijgen door de grond/oppervlakkig nat te maken, waardoor de verdamping van het grondoppervlak enige tijd kan worden verhoogd. Voor het opvangen van extreme omstandigheden is deze maatregel echter minder effectief.

5e. Het schermen. Dit kan geschieden door het aanbrengen van schermmatten of door de ramen met krijt te bespuiten. Hierdoor wordt de zonnestraling getemperd. Het "kwaad" wordt dus bij de bron aangevat. Dit is dan ook de meest effectieve maatregel tot een gelijktijdige verlaging van de temperatuur en verhoging van de luchtvochtigheid. Een nadeel is de onderschepping van het voor de assimilatie benodigde licht. Bij zonnig weer is de hoeveelheid licht in de maanden mei en juni echter toch groter dan de plant kan gebruiken (stellig wanneer de planten dreigen slap te gaan!). Dit bezwaar geldt daarom vooral voor het vroege voorjaar en ook als bij bewolkte dagen het schermmateriaal aanwezig blijft. Men moet daarom nooit schermmateriaal gebruiken, dat moeilijk is te verwijderen (b.v. kalk).

6e. Het stoken (verwarmen). Hierdoor wordt een hogere temperatuur en een lagere luchtvochtigheid verkregen. Dit effect is het sterkst bij een lage buitentemperatuur (dus b.v. 's nachts en in de vroege ochtend). Door de verwarmingsbuizen dicht bij de grond aan te brengen kan men de luchtbeveging tussen de planten verbeteren, daar de warme lucht omhoog stijgt. Wanneer het er vooral om te doen is, de luchtvochtigheid te verlagen, kan men "droogstoken". Men geeft dan slechts een lichte verwarming en lucht gelijktijdig een weinig. In het stoken beschikt men over een middel, waarmee een sterk nivellerend effect op de temperatuur en de luchtvochtig-

heid kan worden uitgeoefend. Men zal er in verschillende gevallen voor moeten waken, dat de temperatuur niet te sterk wordt genivelleerd. Verschillende gewassen hebben een zekere wisseling tussen dag- en nachttemperatuur absoluut nodig. Ook zal men er op moeten letten, dat de verhouding tussen temperatuur en belichting niet te zeer wordt scheef getrokken. De mate van stoken zal geregeld moeten worden naar de hoeveelheid beschikbaar licht.

In de volgende tabel wordt het effect van de besproken cultuurmaatregelen samengevat:

Cultuurmaatregel	temperatuur	relatieve vochtigheid	luchtbeweging
Vergroting luchtvolume (weinig verdamping)	-	+	+
Vergroting luchtvolume (veel verdamping)	-	-	+
Luchten (weinig verdamping)	-	+	+
Luchten (veel verdamping)	-	-	+
Ventilator	±	-	+
Broezen	-	+	-
Schermen	-	+	-
Stoken	+	-	+

- lagere temperatuur of vochtigheid, minder luchtbeweging.

+ hogere temperatuur of vochtigheid, meer luchtbeweging.

± afhankelijk van het type verwarming (zie aldaar).

Men ziet dus als gevolg van deze cultuurmaatregelen meestal de volgende gecombineerde effecten: Verlaging van de temperatuur en verhoging van de luchtvochtigheid (bij groter luchtvolume en luchten zonder verdampend bladoppervlak, broezen en schermen) of verhoging van de temperatuur en verlaging van de luchtvochtigheid (stoken en gebruik van ventilator bij aanwezigheid van verwarming boven het gewas). Beide combinaties zijn gunstig. Door het luchten en ook wel door een groter luchtvolume bij aanwezigheid van een verdampend bladoppervlak wordt echter het vaak niet gewenste gecombineerde effect verkregen van een lagere temperatuur en tevens een lagere luchtvochtigheid. Sterke schommelingen worden door beide maatregelen wel tegengegaan. Plotseling veel luchten kan echter schadelijk zijn. Speciaal sterke luchtstromingen zal men tot een minimum moeten beperken. Feitelijk is er slechts één situatie, waarbij een sterk luchten geschikt is, nl. bij weinig wind, een zwaar wolkendek en een hoge luchtvochtigheid onder koud glas. De invloed van het ruim luchten op de temperatuur zal dan zeer weinig zijn, terwijl de luchtvochtigheid, meer zal kunnen worden verlaagd dan bij weinig luchten.

6. Automatisering van de klimaatregeling onder glas.

Om verschillende redenen bestaat er een toenemende belangstelling voor deze automatisering. In de eerste plaats heeft men de ervaring, dat er juist in het week-einde, als men niet op de tuin is, vaak ernstige ongelukken plaats vinden, waarvan het gewas veel te lijden heeft. Dit komt doordat men bij plotselinge veranderingen in de weersomstandigheden niet de vereiste maatregelen treft.

Door automatisering kunnen dergelijke calamiteiten vrijwel geheel worden voorkomen. Met de vrije zaterdag in het verschiet wordt dit vraagstuk in verschillende landen nu nog klemmender.

Een tweede faktor is de tijdsbesparing. Deze faktor spreekt de praktijk het meest aan. Wanneer men de klimaatregeling ook maar enigszins aan de weersomstandigheden wil aanpassen, dan vraagt dit voortdurende aandacht en vooral op grote bedrijven veel tijd en arbeid. Bij automatisering behoeft men

alleen zo nu en dan de regelapparatuur wat te verstellen in verband met wijzigingen in de behoeften van het gewas, bv. als gevolg van teeltwisseling of van het voortschrijden van de seizoenen (wat een belangrijke verandering in de lichtvoorziening met zich meebrengt).

Tenslotte zal men door automatisering van de klimaatregeling betere groeiomstandigheden kunnen scheppen en daardoor betere teeltresultaten kunnen verkrijgen. Aanvankelijk stond men hier sceptisch tegenover. Tegenwoordig is de situatie echter zodanig, dat men op de meeste bedrijven vaak zo druk bezet is met dringende werkzaamheden, zoals het oogsten en veilingklaarmaken van de produkten, dat de klimaatregeling min of meer in de verdrinking komt, terwijl speciaal de moderne goed gesloten kassen een voortdurende aandacht vragen voor een juiste klimaatregeling. Anderzijds is door de stormachtige ontwikkeling van de techniek de automatische regeling nu zodanig geperfectioneerd, dat ze aan vrijwel alle verlangens kan voldoen. Onze kennis omtrent de eisen, die de plant stelt, heeft deze ontwikkeling niet kunnen bijhouden. Doordat we niet voldoende weten, hoe onze apparatuur moet worden ingesteld, kan hiervan nog niet het maximale profijt worden getrokken. Het spreekt vanzelf, dat de aanschaffing van deze apparatuur een zekere investering vergt. De kosten worden slechts weinig beïnvloed door de grootte van het kascomplex. Naarmate dit groter is, zal het aanbrengen van een automatische klimaatregeling eerder verantwoord zijn.

a. De verwarming.

Het is nog niet zo lang geleden, dat men het idee had, dat een automatische temperatuurregeling alleen mogelijk zou zijn met electriciteit als warmtebron. De nauwkeurige regelbaarheid was inderdaad een groot voordeel van elektrische verwarming. Als gevolg van de hoge stroomkosten (althans in het Zuidhollands glasdistrict) waren de toepassingsmogelijkheden echter zeer beperkt. Reeds tijdens de laatste wereldoorlog zijn de eerste stappen gezet op de weg, die naar een automatische regeling van de verwarming leidde (zo is getracht door middel van een buitenthermostaat de schoorsteentrek te regelen om aldus bij lage buitentemperaturen een hogere ketelwatertemperatuur te verkrijgen). Pas door de verdringing van de kolen door olie als brandstof zijn echter goede mogelijkheden voor een automatische temperatuurregeling ontstaan.

Bij de automatisering zijn 2 ontwikkelingslijnen te onderscheiden geweest. De eerste betreft de besturing door een buitenthermostaat. Wanneer op een bepaald bedrijf als gevolg van specialisatie en uniforme teeltwijze in alle glasopstanden dezelfde temperatuureisen worden gesteld en de verwarmingscapaciteit dienovereenkomstig is, dan lijkt dit inderdaad de eenvoudigste werkwijze. Het verschil tussen buitentemperatuur en gewenste kastemperatuur bepaalt dan, door middel van een mengklepregeling, de watertemperatuur in de buizen. Toch waren de resultaten van dit systeem niet zo goed als bij de verwarming van gebouwen. Dit komt omdat bij kassen de invloed van andere weersfactoren, zoals zonneschijn en windsterkte, op de temperatuurverhoudingsgewijs veel groter is dan bij gebouwen.

Bij het andere systeem vindt de besturing plaats met behulp van een binnenthermostaat. Aanvankelijk functioneerde dit zodanig, dat al naar behoefte, door middel van afsluiters al of niet warm water wordt toegelaten in de verwarmingsbuizen. Dit betekent, dat de warmtetoevoer schoksgewijze plaats vindt, hetgeen een voortdurende schommeling van de kastemperatuur veroorzaakt. Het is mogelijk deze schommelingen tot redelijke proporties terug te brengen door een combinatie met eerstgenoemd systeem. Een buitenthermostaat zorgt er dan voor, dat de watertemperatuur niet onnodig hoog is.

Een nieuwe mogelijkheid is, de watertemperatuur of de stroomsnelheid rechtstreeks door de binnenthermostaat te laten regelen. Bij deze regelingen past men tegenwoordig steeds het proportionele of modulerende systeem toe. Dat wil in dit geval zeggen, dat er een geleidelijk, continu doorgaande steiging van de watertemperatuur (of stroomsnelheid) plaats vindt, naarmate het warmte-tekort groter is. Dit betekent echter tevens, dat het temperatuur-evenwicht in de kas zich bij dit laatste systeem op een lager niveau instelt,

naarmate er meer warmte wordt gevraagd. In Zwitserland heeft men deze moeilijkheid opgelost door een regelingsmechanisme, dat men modulerend en integrerend noemt. Hiermee is het nu mogelijk steeds hetzelfde temperatuurevenwicht te bereiken, dat met de binnenthermostaat wordt ingesteld.

Een belangrijk punt bij alle regelingsystemen is de traagheid. De weersomstandigheden kunnen soms zo snel en voortdurend wisselen (windvlagen en het even voor de zon schuiven van een wolkje), dat het niet gewenst is, dat het regelingsstelsel op elke verandering ogenblikkelijk reageert. Pas als de weersverandering enige tijd stand houdt, is aanpassing noodzakelijk. Bij de nieuwe systemen is het mogelijk, deze tijdsduur van inwerking, waarna het regelingsmechanisme gaat reageren, op een bepaalde waarde in te stellen (de traagheid). Een te grote traagheid is evenmin gewenst. Om een voldoende snelle aanpassing van de verwarming te verkrijgen, is het daarom nodig dunne buizen te gebruiken in de kassen (groter warmte-afgevend oppervlak bij een zelfde waterinhoud).

Een andere nieuwe ontwikkeling betreft de lichtafhankelijke temperatuurregeling. In het algemeen kan men stellen, dat onze gewassen een hogere temperatuur vragen naarmate de lichtvoorziening beter is. De toepassing van een lichtafhankelijke temperatuurregeling heeft dan ook weer 2 facetten: een betere aanpassing van de groeiomstandigheden aan de behoefte van het gewas waardoor betere teeltresultaten kunnen worden verkregen, maar ook het tegengaan van een verspilling van brandstoffen 's nachts of bij donker weer. Een dergelijk regelingsstelsel is het eerst ontwikkeld in Duitsland (het zgn. luvatherm-apparaat). Met behulp van dit apparaat kan men verschillende temperaturen instellen voor de nacht (volkomen duisternis) en voor 3 verschillende lichtniveau's overdag. Op deze wijze gaat de temperatuur bij toenemende lichthoeveelheid trapsgewijze omhoog, waarbij de eerste stijging plaats vindt, zodra het licht begint te worden.

In Wageningen heeft men een ander apparaat ontworpen, waarbij de temperatuursteiging geheel evenredig is aan de lichthoeveelheid en dus continu verloopt. Op het eerste gezicht lijkt dit een grote verbetering. Het bezwaar is echter, dat de temperatuursprong van nacht naar dag ontbreekt. Vele gewassen vragen nl. een bepaald temperatuurverschil tussen dag en nacht, ongeacht het feit of er veel of weinig licht is overdag. Bovendien is het koolzuurgehalte in de kassen 's-morgens vaak het hoogst; om hiervan ten volle profijt te trekken is dan een betrekkelijk hoge temperatuur gewenst. Tenslotte kan het gewas onder glas 's ochtends zo turgescient zijn (als gevolg van de geringe luchtbeweging en de daardoor geringe verdamping) dat de huidmondjes door de gespannen opperhuidcellen (niet de sluitcellen!) worden dichtgedrukt. Een snelle temperatuurverhoging doet de bladeren wat vocht verliezen, waardoor de huidmondjes zich openen en de assimilatie op gang kan komen. Om al deze redenen is een temperatuursprong van 's nachts naar dag gewenst. Wellicht verdient het zelfs de voorkeur, reeds enige tijd voordat het licht wordt, de temperatuur omhoog te brengen. Op het moment, dat het licht wordt, is het blad dan opgedroogd en is er reeds wat warmte in de grond gedrongen, zodat de plant onmiddellijk volop zal kunnen starten met assimileren. Het is mogelijk gebleken bij het in Wageningen ontworpen apparaat een temperatuursprong in te lassen. Een astronomische klok zorgt ervoor, dat de temperatuursprong steeds op het juiste moment plaats vindt.

In Zwitserland is wellicht het mooiste systeem voor een lichtafhankelijke temperatuurregeling ontworpen (solatherm). Wanneer men de temperatuur verticaal en de lichthoeveelheid horizontaal uitzet, dan verloopt de temperatuurstijging bij dit systeem volgens een kromme, die bij weinig licht bijna verticaal omhoog gaat, maar bij toenemende lichthoeveelheid steeds verder in horizontale richting afbuigt. Bovendien is het bij het Zwitserse systeem mogelijk de nachttemperatuur te laten afhangen van de hoeveelheid zonnestraling op de voorafgaande dag.

Voor de regeling van de grondtemperatuur kunnen in principe dezelfde

systemen worden toegepast als bij de regeling van de luchttemperatuur. Het is gewenst er op te letten, dat voldoende buizen aanwezig zijn, enerzijds ter verkrijging van een zo gelijkmatig mogelijke temperatuurverdeling, anderzijds om de watertemperatuur zo laag mogelijk te kunnen houden (25-30°C). Dit laatste is gewenst om plaatselijk verbranding van de wortels te vermijden en om het uitdrogen van de grond rondom de verwarmingsbuizen tegen te gaan. Bij kleine objecten, zoals voor het opkweken van jonge planten, kan men eventueel ook gaasverwarming toepassen, waarvoor stroom van een laag voltage wordt gebruikt.

b. Het luchten.

Ook voor de automatische regeling van het luchten bestaan reeds verschillende systemen. De krachtoverbrenging kan mechanisch plaats vinden, hydraulisch of door middel van perslucht. In Nederland is voornamelijk met mechanische overbrenging gewerkt. Het luchten heeft in de eerste plaats tot doel de temperatuur te verlagen. Hierbij verdient de voorkeur een systeem dat modulerend is en waarbij een zekere traagheid kan worden ingesteld. Dat betekent in dit geval, dat de luchtramen zich hoger zullen openen, naarmate in een bepaald voorafgaand tijdstraject de gewenste en ingestelde temperatuur verder is overschreden.

Daarnaast kan de automatische regeling van het luchten ook dienstbaar worden gemaakt voor het omlaag brengen van een te hoge luchtvochtigheid, ook al is de gewenste temperatuur niet overschreden. Het gevaar bestaat dan, dat door een zich te wijd openen van de ramen de temperatuur te zeer zou dalen. Het is daarom gewenst, dat verwarming en luchten door hetzelfde regelingsmechanisme worden bestuurd. Men kan op die wijze bereiken, dat bij een te hoge luchtvochtigheid (schadelijk in verband met vruchtzetting of uitbreiding van schimmelsiekten) er gelijktijdig iets gelucht wordt en verwarmd (droog stoken). Zijn verwarming en luchten niet gekoppeld, dan dient in elk geval een voorziening te worden getroffen, waardoor wordt bereikt, dat als gevolg van een te hoge luchtvochtigheid een bepaalde openingsstand van de ramen nooit wordt overschreden. Het is niet verantwoord het regelmechanisme zo af te stellen, dat bij een te lage luchtvochtigheid de ramen zich zouden sluiten, ook al wordt de gewenste temperatuur overschreden. Men dient dan andere voorzieningen te treffen.

Ook afgezien van de regeling van de luchtvochtigheid is het zeer gewenst, verwarming en luchten door hetzelfde regelingsmechanisme te laten besturen. Enerzijds worden hierdoor de kosten gedrukt. Anderzijds voorkomt men moeilijkheden als gevolg van kleine fouten bij het instellen van de temperaturen. Bij afzonderlijke regeling van verwarming en luchten zou het dan kunnen gebeuren, dat de verwarming reeds aanslaat nog voordat de ramen zich geheel hebben gesloten. De ramen zouden zich dan weer verder openen en men stookt voor de ruimte.

Een belangrijke faktor in verband met het luchten is altijd de windsterkte. Men kan het beste aan weerszijden van de nok ramen hebben. Het luchtingssysteem moet dan zodanig worden ingericht dat men naar believe aan één van beide zijden of eventueel zelfs aan beide zijden de automatische regeling buiten werking kan stellen, in geval de windkracht te hoog wordt. Hiervoor is echter de aanwezigheid van 2 sets regelapparatuur noodzakelijk. In Zwitserland is een systeem uitgewerkt, waarbij ook de aanpassing aan windsterkte en windrichting automatisch kan geschieden. Beneden een bepaalde in te stellen grens van de windkracht, openen de ramen zich aan beide zijden. Boven die grens sluiten de naar de wind gekeerde ramen zich automatisch. Bij een plotselinge bui sluiten alle ramen zich.

c. Verneveling.

Wenst men de luchtvochtigheid te verhogen, dan kan men dit bereiken door middel van verneveling. Ook hier is een automatische regeling mogelijk. In de praktijk is deze in de groenteteelt nog slechts op een enkel bedrijf met plantenteelt zonder aarde verwezenlijkt. Als gevolg van het periodiek

toevoeren en weg laten lopen van het water bij deze teeltmethode, kan het gewas soms zeer gevoelig zijn voor een te lage luchtvochtigheid. Zolang de watervoorziening van de wortels optimaal is, zijn de meeste gewassen betrekkelijk ongevoelig voor een lage luchtvochtigheid en bestaat er dus weinig behoefte aan een vernevelingssysteem, louter voor het omhoog brengen van de luchtvochtigheid.

De situatie ligt natuurlijk anders bij het opkweken van nog niet goed bewortelde stekken. Deze mogen niet uitdrogen, terwijl men toch licht wenst toe te laten om het assimilatieproces gaande te houden. Er is in dit verband in Nederland een soort electronisch kunstblad ontwikkeld, dat bij opdroging een impuls geeft tot hernieuwde verneveling. Aldus wordt bereikt, dat het stekmateriaal steeds met een vochtfilmje bedekt blijft.

In Denemarken is voor hetzelfde doel (opkweek van anjerstek) een apparatuur ontwikkeld, die bestuurd wordt door de hoeveelheid opgevangen zonne-energie. Telkens als een bepaalde dosis zonne-energie is opgenomen, wordt de vernevel-apparatuur automatisch in werking gesteld. Men kan zowel de tijdsduur van verneveling als de intervallen (evenredig aan de zonne-energie) naar willekeur instellen. De gedachte, de overvloedige zonne-energie te binden door ze te gebruiken voor de verdamping van het vernevelde water, vormt de achtergrond van deze werkwijze. Er wordt aldus gelijktijdig een verhoging van de luchtvochtigheid en een verlaging van de temperatuur bereikt. Het is hiervoor echter noodzakelijk, dat er een fijne nevel wordt gevormd, die snel verdampt, zodat het water niet van de planten afdruipt en in de grond terecht komt. Ter verkrijging van een fijne nevel moeten natuurlijk sproeidoppen met een kleine opening worden gebruikt; er moet echter tevens worden gezorgd voor een hoge druk in de sproeileiding (+ 10 atmosfeer).

Bij de normale teeltwijze in de praktijk zou toepassing van verneveling belangrijk kunnen zijn bij het samengaan van een minder goede wortelfunctionering (ongunstige toestand van de grond, aantasting door bodemziekten, onvoldoende nieuwvorming van wortels door concurrentie met uitgroeiende vruchten en een sterke verdamping (sterke zonnestraling, harde wind, hoge temperatuur en lage luchtvochtigheid). Het gevaar voor het optreden van verbrandingsverschijnselen en het verdrogen van de bloempjes is dan groot. Het betreft de omstandigheden, waarbij in verband met een te hoge temperatuur de ramen wijd zou moeten openen, terwijl men ze in verband met een te lage luchtvochtigheid feitelijk zou moeten sluiten. Een goed vernevelingssysteem zou hier uitkomst kunnen geven en het optreden van fysiogene afwijkingen kunnen tegengaan. Het Deense systeem is hiervoor niet zonder meer bruikbaar. Zou de verneveling voortdurend in evenredigheid met de toegestraalde zonne-energie plaats vinden dan zou men een te week en overgevoelig gewas krijgen (tevens meer kans op schimmelziekten). Er is hier nu een zodanige wijziging aangebracht, dat het apparaat pas begint te werken boven een als kritiek beschouwde grens van de intensiteit van de zonnestraling. Bovendien is de verneveling dan niet evenredig aan de totale zonne-energie, maar evenredig met de hoeveelheid energie, die boven de toelaatbare grens is ingestraald.

Men moet echter wel bedenken, dat het eigenlijke doel van de verneveling is, een te sterke verdamping tegen te gaan. De sterkte van de verdamping is echter niet enkel afhankelijk van de zonnestraling, maar o.a. ook van windsterkte en luchtvochtigheid. De apparatuur voor het meten van de verdampingssterkte is echter nog niet voldoende ontwikkeld. Er bestaat hiervoor op het ogenblik veel belangstelling. Zo is bv. gebleken, dat bij het toepassen van chemische bestrijdingsmiddelen tegen onkruiden en plantenziekten, de resultaten in hoge mate afhankelijk kunnen zijn van de verdampingssterkte op het ogenblik van de toediening van de middelen. De uit Duitsland afkomstige Piche-meter werkt veel te traag voor ons doel. Door het aanbrengen van een gecalibreerde capillair is ze echter in Wageningen zodanig verbeterd, dat het mogelijk is om vrijwel ogenblikkelijk de verdampingssterkte af te lezen. Ideaal zou zijn een vernevelingsapparatuur, die bestuurd zou worden door de verdampin-

sterkte. Er wordt nu nagegaan of het elektronisch kunstblad hiervoor kan worden benut. Door dit "blad" met een klein sproeiertje periodiek te bevochtigen zou men kunnen bereiken, dat de vernevelingsinstallatie pas in werking treedt als de verdamping zo sterk is geworden, dat het elektronisch blad geheel is opgedroogd, voor de volgende periodieke bevochtiging heeft plaats gevonden.

d. Schermen.

Wanneer het er om gaat, de overmaat aan zonnestraling weg te nemen, bestaat er geen effectiever middel dan het gebruik van schermmateriaal, waardoor een deel van de zonnestraling wordt onderschept. Het bezwaar is, dat het zonlicht anderzijds zo hard nodig is voor een optimaal verloop van het assimilatieproces. Bij vermindering van de intensiteit van de zonnestraling geeft de aanwezigheid van schermmateriaal dus alleen maar een nadelig effect. Een automatische regeling van het scherm, bestuurd door de intensiteit van de zonnestraling, zou daarom wel gewenst zijn. In Duitsland zijn hiervoor verschillende, mechanisch-functionerende systemen uitgedacht. Zij hebben alle het bezwaar, dat ze niet voldoende veilig zijn (o.a. in verband met storm), of onbetaalbaar duur.

In Zwitserland is onlangs een geheel andere methode ontwikkeld, die wellicht bepaalde perspectieven opent. Men laat hierbij een donkergroen gekleurde vloeistof vanuit boven de nok gelegen spoelleidingen over het dak van de kas stromen. De vloeistof wordt opgevangen in gootjes en teruggevoerd naar het reservoir en vandaar uit weer rondgepompt. Daalt de intensiteit van de zonnestraling tot een toelaatbare waarde, dan komt de vloeistofcirculatie tot stilstand. Er wordt dan automatisch nog even nagespoeld met schoon water uit een ander reservoir, waarin het op het glasdek terechtkomende regenwater wordt verzameld. Men is er in geslaagd voor dit doel een kleurstof te vinden, die geen residu op het glas achterlaat en een grote duurzaamheid bezit. Het is overigens de vraag of bij de groenteteelt onder glas schermen nog wel nodig of gewenst zal zijn, wanneer men de andere klimaatfactoren, dank zij automatisering, volledig in de hand heeft.

Water geven.

Daar het water geven in de plaats komt van de regen, die buiten valt, kan ook deze handeling min of meer als een vorm van klimaatregeling worden beschouwd. Automatisering is alleen mogelijk, indien overal vaste sproei-leidingen aanwezig zijn. Dit is het geval bij druppelbevloeiing (een uit Engeland afkomstig systeem) en bij beregening met behulp van een vaste regen-leiding (eventueel in verticale richting verstelbaar: hoog - laag regenleiding).

Bij druppelbevloeiing worden de planten min of meer individueel verzorgd, zij het op gelijke wijze: bij de tomaat 1 druppeldop per plant bij de voet, bij komkommer en meloen enkele doppen per plant er rond omheen, bij sla (en anjer) 4 planten rondom 1 druppeldop. Het is wel is waar het duurste systeem, doch daar staat tegenover, dat het betere mogelijkheden biedt tot groei-beheersing en uitkomst kan geven op enkele typen grond met een moeilijke waterhuishouding. Op structuur-gevoelige gronden is bovendien van belang, dat de structuur bij druppelbevloeiing beter intact blijft. Overigens behoeft ook beregening niet tot structuurbederf te leiden, mits maar voldoende fijne sproeidoppen worden gebruikt. In de praktijk werkt men in verband met gevaar voor verstopping veelal met te grove sproeidoppen.

Aan het bezwaar van verstopping kan worden tegemoet gekomen door het aanbrengen van een goede filter-installatie om het water te voren te reinigen (doorlaat-oppervlak moet voldoende groot zijn en schoon te maken als het waterpeil bij de zuigbuis zakt!). Bij automatisering van het watergeven is dit een absolute eis, omdat men niet langer zelf aanwezig is bij het watergeven en men daardoor eventuele haperingen niet tijdig zou opmerken. Trouwens ook zonder automatisering is een goede functionering van verneveling en druppelbevloeiing zonder een perfect filtersysteem ondenkbaar. Bij automatisering van de watervoorziening vindt de besturing plaats door

middel van een tensiometer, waarop de vochtspanning in centimeters kwikdruk kan worden afgelezen. Wordt de vochtspanning te groot, dan wordt langs elektrische weg de watertoevoer in werking gesteld. Door middel van een schakelklok bereikt men, dat dit alleen op een bepaald tijdstip van de dag (bij voorkeur in de ochtend en in de avond) kan geschieden. Bij zeer hoge temperatuur midden op de dag zou de apparatuur nl. wel eens minder goed kunnen functioneren, terwijl aldus tevens wordt voorkomen, dat tijdens de werkzaamheden in het gewas onverwachts de beregening aanvangt. Bovendien kan met deze klok een bepaalde tijdsduur van beregening worden ingesteld, hetgeen gewenst is, omdat de tensiometer niet onmiddellijk reageert op het toegediende water. Dit moet eerst in de grond zakken.

Een grote moeilijkheid, die tot nu toe het automatiseren van de watervoorziening heeft tegen gehouden, is het feit, dat de vochtspanning in de grond plaatselijk zo sterk kan verschillen. Dit is enerzijds een gevolg van grote verschillen in vochtonttrekking door de wortels, anderzijds wordt dit nog verergerd door een ongelijkmatige verspreiding bij de toediening van het water, in het bijzonder wanneer over het gewas heen wordt beregend. Bij druppelbevloeiing zou men nog kunnen overwegen, de tensiometer met zorg te plaatsen in de kegel vochtige grond onder een druppeldop, waar zich tevens de meeste wortels hebben geconcentreerd. Men moet dan wel een goede gemiddelde plant hebben, terwijl er geen enkele hapering aan de betreffende druppeldop mag optreden. Bij de regeling van andere klimaatsfactoren is het zonder bezwaar mogelijk een aantal voelers in serie te schakelen, waarbij de besturing plaats vindt aan de hand van het gemiddelde van de verschillende aanwijzingen. Tot nu toe werd bij het in serie schakelen van tensiometers echter steeds een reactie verkregen op de hoogste of de laagste stand, maar niet op het gemiddelde. Het schijnt, dat er nu een oplossing voor dit probleem is gevonden.

Een geheel ander systeem van watervoorziening bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Daarbij is het water aanwezig in een in de grond gebracht gesloten, doch poreus buizensysteem. Door de zuigkracht van grond en wortels zou het water hieruit naar behoefte moeten worden opgezogen. Met behulp van een vlotter-systeem kan gezorgd worden voor een automatische aanvulling van het gebruikte water.

Bemesting.

De bemesting vormt natuurlijk geen onderdeel meer van de klimaatregeling. Daar een automatisering van de bemesting steeds gekoppeld zal zijn aan de wijze van water geven, is het toch gerechtvaardigd er hier iets van te zeggen. De koppeling van de bemesting aan het watergeven is in principe zeer toe te juichen. Alleen op deze wijze kan worden voorkomen, dat de verdeling van het water en de meststoffen, die aan de grond worden toegediend, niet gelijk op gaat. Zijn dergelijke verschillen in voedingstoestand eenmaal ontstaan, dan bestaat de tendens, dat ze steeds groter worden. De wortels zoeken nu eenmaal het vocht op en zullen daar ter plaatse ook de meeste voeding zouten aan de grond onttrekken.

Ook bij beregening over het gewas behoeft de toediening van meststoffen aan het water geen bezwaar te zijn. Door regelmatig met een oplossing van voedingszouten de sproeien, kan de concentratie laag gehouden worden bv. 0,25 - 1 atmosfeer (osmotische spanning). Bij deze waarden behoeft men voor verbranding van het gewas niet bevreesd te zijn. Het is integendeel zo, dat men een veel harder gewas krijgt, dan wanneer met zuiver water over het gewas wordt beregend. Zou men echter met uitsluitend stikstof-meststoffen beregenen, dan gaat dit niet helemaal op.

Het verdient aanbeveling om met zgn. vloeibare meststoffen te werken. Er blijven dan geen ballaststoffen achter en de juiste concentratie kan beter worden gehandhaafd. Bij deze wijze van bemesting is het veelal gewenst tevens magnesium toe te dienen. Men moet in elk geval volledig oplosbare meststoffen gebruiken om verstopping van druppeldoppen of sproeidoppen te voorkomen.

Dit systeem van bemesting heeft het eerst toepassing gevonden bij de

druppelbevloeiing. Men maakt daartoe gebruik van een verdunner, dit is een vat, gevuld met een geconcentreerde oplossing van voedingszouten. Met behulp van een regelknop kan een meer of minder groot deel van het aangevoerde water door dit vat worden geperst, waardoor de concentratie van de voedingsoplossing op een meer of minder hoge waarde kan worden ingesteld. In principe is een dergelijke verdunner bij andere wijzen van water geven eveneens te gebruiken. Bij toediening van voedingszouten via de regenleiding, verdient het de voorkeur buizen van hard plastic te gebruiken (om de meter ondersteund door ophanging in een haakje). IJzeren buizen zijn in de meeste gevallen, in verband met de grote verdunning van de voedingszouten, ook wel bruikbaar, mits men dikwandige, goed thermisch verzinkte buizen neemt. Oplossing met een pH beneden 6 (bv. zwavelzure ammoniak) vreten echter sterk in op deze buizen.

Door de firma Mulder te Voorburg is een ander systeem uitgewerkt, dat zeer geschikt is om te worden toegepast bij beregening. De geconcentreerde oplossing bevindt zich in een voorraadtank en kan met behulp van een concentratiemeter in regelbare mate worden toegelaten in de zuigbuis. Men stelt nu een bepaalde osmotische waarde in. Na de menging wordt het elektrisch geleidingsvermogen gemeten. Een wijzer geeft aan of deze in overeenstemming is met de ingestelde osmotische waarde. De toevoerkraan in de zuigbuis wordt zo gesteld dat de wijzer op "goed" staat. Daar het elektrisch geleidingsvermogen niet altijd evenredig is met de osmotische waarde (afhankelijk van de ionisatiegraad van de moleculen en van de waardigheid van de ionen), zijn voor verschillende groepen van voedingsoplossingen verschillende schaalverdelingen aanwezig.

Bij grotere kascomplexen is het veelal niet mogelijk, de gehele oppervlakte gelijktijdig te beregenen in verband met te grote weerstanden, die in de leidingen zouden optreden, en een onvoldoende debiet van de pomp. Het systeem is thans echter zodanig geperfectioneerd, dat het apparaat automatisch overschakelt van de ene groep kappen op de andere, zodat achtereenvolgens het gehele kascomplex wordt beregend.

Grondwaterstand.

Ter vermijding van een te hoge grondwaterstand kan men drainage aanbrengen. Bij de teelt onder glas wordt drainage veelvuldig toegepast, mede in verband met het regelmatig uitspoelen van de grond. Voor laatstgenoemd doel is een grote capaciteit vereist; meestal kiest men als norm een afvoer van 60 mm per etmaal. Uit deze afvoer, de toelaatbare opbolling van het water (bij uitspoeling ± 30 cm), de doorlatendheid van de grond (te meten) en de afwateringsdiepte kan de benodigde onderlinge afstand van de drains worden berekend. Deze wordt dan wat aangepast bij het kastype (bij een kapbreedte van 3.20 m kiest men dus bv. een afstand van 3.20 m, 4.80 of 6.40 m).

Bij enkelvoudige drainage mondt elke buis uit in de sloot, bij samengestelde drainage in een verzameldrain. In laatstgenoemd geval kan men tussen de verzameldrain en de sloot een afsluitputje aanbrengen, waardoor men desgewenst de afstroming naar de sloot kan beletten. Dit kan nuttig zijn in een droog jaargetijde, bij infiltratie (feitelijk omhoog brengen of opzetten van de grondwaterstand), en bij de aanvang van het uitspoelen, waardoor de grond beter wordt bevochtigd en het zout sneller oplost. Wanneer men het slootwaterpeil niet voldoende kan beheersen, verdient het aanbeveling het systeem van samengestelde drainage te combineren met onderbemaling. Vanuit het putje, waarin de verzameldrains uitmonden, kan het water dan worden opgepompt naar de sloot. De elektrische motor wordt bestuurd door een in het putje aangebracht vlotterstelsel, waardoor het grondwater op een constant niveau kan worden gehandhaafd.

7. Typen van glasbedekking.

Over plastic als vervanger van glas zal hier niet worden uitgewijd. De plastic-typen, die ons op het huidige moment ter beschikking staan, lenen

zich nog niet goed voor gebruik in ons klimaat. Ons winderig klimaat met zachte winters en koele zomers en kans op buien in alle tijden van het jaar vraagt om een continu bedekking met voldoende stevig materiaal.

Ook primitieve vormen van glasbedekking, zoals de uit Engeland zeer bekende "cloches" of glaskappen, passen niet in ons rationeel beoefende tuinbouwbedrijf. Voor amateur-tuinders is het wel een prettig hulpmiddel. In Engeland zijn hiermee wel aardige resultaten bereikt bij de teelt van aardbeien of meloenen.

Aan het gebruik van platglas kleven eveneens grote bezwaren. De enkele rij, vroeger wel benut voor de opkweek van plantmateriaal (dan bij voorkeur gelegen in oost-west richting), is in onbruik geraakt. Juist voor opkweekdoel-einden doet zich het bezwaar van de slechte regelbaarheid van het klimaat extra sterk gevoelen. Alleen in het najaar bieden platglasrijen voor dit doel bepaalde voordelen (bv. voor bloemkool). In deze tijd van het jaar is de behoefte om goed afgeharde planten op te kweken in verband met de naderende winter bijzonder groot. Dit afharden gaat onder platglas vaak beter dan onder staand glas, omdat de temperatuur er gemakkelijker omlaag gebracht kan worden, daar zo nodig alle ramen kunnen worden open gezet (hierdoor tevens een betere licht-temperatuur verhouding).

Het blijkt, dat het platglas niet deelgenomen heeft aan de stormachtige uitbreiding, die de glasopstanden in ons land, na de laatste wereldoorlog te zien hebben gegeven. Aanvankelijk was er nog wel een geleidelijke uitbreiding van de totale oppervlakte platglas, maar deze heeft de laatste paar jaar plaats gemaakt voor een lichte te-ruggang. Dit betekent, dat er nu meer platglas wordt omhoog gebracht, dan er nieuwe rijen worden aangelegd. De belangrijkste reden voor deze teruggang is wel, dat het platte glas naar verhouding veel arbeid vraagt, die bovendien vaak onder minder prettige omstandigheden moet worden uitgevoerd. Het is moeilijk hiervoor geschikte arbeidskrachten te vinden. Bovendien laat platglas slechts een beperkte keuze toe ten aanzien van de hoofdteelt (voornamelijk komkommers, eventueel meloenen). De voordelen, verbonden aan de gemakkelijke verplaatsbaarheid van het platglas, spelen nu geen rol meer. Vroeger, toen men nog niet over zulke goede grondontsmettingsmiddelen beschikte, de methode van het enten nog niet had leren toepassen, en de gevaren van een hoge zoutconcentratie nog niet wist te beteugelen, was dit geheel anders. Nu beschikt men trouwens vaak niet eens meer over voldoende open grond om nog een goede vruchtwisseling te kunnen toepassen.

Aan het bezwaar van de slechte regelbaarheid van het klimaat heeft men wel getracht tegemoet te komen door het aanbrengen van een paar verwarmingspijpen onder het platglas, soms alleen in de lucht, soms ook in de grond. Op deze wijze kan dus een onvoldoende warmte-afgifte van het broeimateriaal in koude perioden worden gecompenseerd. O.a. in Leidschendam zijn op deze wijze wel aardige resultaten bijsla en komkommers verkregen. Deze maatregel zal echter niet voldoende zijn om de platglasteelt te redden.

Men ziet soms een tussenvorm tussen platglas en normale kassen of warenhuizen, waarbij het glas slechts halverwege is omhoog gebracht. Dergelijke opstanden zijn wel gebruikt voor zaadwinning, waarbij vaak slechts aan één zijde een zijgevel van opstaande ramen is aangebracht (knippen of hokken, een tijdelijke constructie). In Venlo zijn dergelijke tussenvormen met volledige zijgevels ook wel min of meer blijvend in gebruik genomen voor normale teelten. Men heeft dan vaak aan de verplaatsbaarheid van het platte glas vastgehouden, door het geheel verrolbaar te maken (rolbakken). Het zijn echter ondingen om in te werken. Er bestaat dan ook de tendens ze steeds hoger te maken, zodat ze het warenhuis-model gaan benaderen. Ook dit type glasopstand zal men evenals het verwarmde platglas als een overgangsfase moeten beschouwen.

Bij de hogere typen glasopstanden zijn er enkele met beperkte gebruiksmogelijkheden. Zo bij voorbeeld de Loosduinse komkommerkasjes, smalle kasjes (+ 4 m breed) met steile dakhelling, waarin aan weerszijden

één rij komkommer/planten langs de gevel wordt omhoog geleid. Soms staan ze afzonderlijk soms tegen elkaar aan, zodat men in het gunstigste geval via een corridor van de ene kas in de andere kan komen. Onder de buitengevel is een muurtje opgetrokken, waardoor de warmte-afgifte (afkomstig van staalgrond en verwarmingsbuizen) naar buiten wordt beperkt. Door de geringe inhoud en de grote dichtheid van het glasdek is het betrekkelijk gemakkelijk een hoge luchtvochtigheid te handhaven. Voor een vroege teelt van komkommers zijn deze kasjes zeer geschikt, maar voor andere teelten zijn ze niet goed bruikbaar.

Een ander type glasopstand met beperkte gebruiksmogelijkheden is de druivenserre. Een enkele maal zijn een paar van deze kassen aaneengebouwd, maar meestal staan ze afzonderlijk, hetgeen voor een goede ontwikkeling van de druivenbomen is te prefereren. Deze kassen zijn ongeveer dubbel zo breed als de komkommerkasjes en ook belangrijk hoger. Aan weerszijden kunnen 3 of 4 leggers druiven boven elkaar worden geteeld. Voor een onderteelt zijn deze kassen goed geschikt (alleen laat zich elke onderteelt niet even goed combineren met de druiventeelt). Bij het verlaten van de druiventeelt is het echter zeer moeilijk een hoofdteelt te vinden, die in deze glasopstand past; daarvoor is de geringe kniehoogte meestal een groot bezwaar. Nu sinds de oorlog de druiventeelt zo sterk is ingekrompen, heeft men op enkele plaatsen een aantal druivenserre's van een gemeenschappelijk dak voorzien, waarbij de huidige goothoogte belangrijk uitkomt boven de vroegere kniehoogte.

Op het ogenblik gaat de voorkeur uit naar een type glasopstand, dat in grote complexen kan worden gebouwd en waarin zoveel mogelijk gewassen met succes kunnen worden geteeld. Er zijn hiervoor verschillende redenen aan te voeren. In de eerste plaats gaat de ontwikkeling steeds meer in de richting van een gespecialiseerd bedrijf. Doordat men zijn aandacht niet mede over verschillende gewassen en teeltwijzen behoeft te verdelen, kunnen betere resultaten worden bereikt. Het is dan het eenvoudigst zo'n bepaalde teelt niet over een groot aantal kassen te verspreiden. Bovendien bouwt men goedkoper één groot kascomplex dan een groot aantal kleine eenheden. Tenslotte laat de zo gewenste automatisering van de klimaatregeling zich slechts in grote kascomplexen op economische basis verwezenlijken. Het is wel gewenst, dat in een dergelijk complex uiteenlopende gewassen kunnen worden geteeld, zodat men zo nodig op een ander gewas kan overschakelen (ook voor vruchtwisseling is dit geschikt).

Bij het bouwen van dergelijke grote kascomplexen is het zeer belangrijk het juiste type te kiezen. Dit is niet eenvoudig, temeer waar het economisch resultaat afhankelijk is van te veel factoren die niet met voldoende betrouwbaarheid berekend kunnen worden. Er zal hier daarom voornamelijk aandacht worden besteed aan de teelttechnische kant van het probleem. Enerzijds zullen de doeleinden, die men nastreeft met glasbedekking (temperatuurverhoging, beschutting tegen regenbuien e.d.), zo goed mogelijk moeten worden verwezenlijkt. Anderzijds zullen de nadelen, die automatisch voortvloeien uit de glasbedekking (licht-vermindering, sterke schommelingen in temperatuur en vochtigheid, te geringe luchtbeweging), tot een minimum moeten worden beperkt.

1e. Temperatuur-verhoging. De warmteafgifte door convectie, geleiding en straling moet zo gering mogelijk zijn. Ter vermindering van het verlies door convectie moet de kas goed dicht zijn: vast glas met goede afdichting bij de roeden en grote, lange ruiten met weinig overlappingsen. Aan het verlies door geleiding is weinig te veranderen, zolang ter vervanging van het glas geen ander goed lichtdoorlatend materiaal (dit behoeft niet doorzichtig te zijn!) met een geringere warmte-geleiding is gevonden. Wat betreft de straling is het zo, dat in verband met de eerder behandelde eigenschappen van het glas de winst door een verhoogde uitstraling veelal groter zal zijn dan het verlies door de grotere uitstraling. Bij de lichtfaktor wordt hierop teruggekomen. Men moet zich er echter wel van bewust zijn, dat bij een hoge kas met steile dakhelling het glasoppervlak wordt vergroot, waardoor de warmteafgifte door geleiding eveneens groter wordt.

2e. Beschutting tegen regenbuien e.d. In dit verband is een goed

onderhoud van de kas primair. Overigens zal men bij een vast dek minder last hebben van lekkages dan bij een dek met losse éénruiters. In de bloemeteelt is men vaak zeer bevreesd voor neerdruiwend water (hetzij afkomstig van lekkage of van condenswater). Dit is waarschijnlijk het belangrijkste motief voor het bouwen van kassen met een zeer grote kapbreedte en dus met weinig goten, waar de belangrijkste lekplaatsen voorkomen.

3e. Lichtvermindering. Deze kan tot een minimum worden beperkt door een steile helling van het glasdek (± 30 graden), grote brede ruiten (roeden verder uiteen) en een lichte constructie, waarvan de onderdelen zo min mogelijk schaduw geven. In hoeverre een grotere kapbreedte in dit opzicht nuttig kan zijn, is discutabel. Het aantal goten wordt wel minder, maar deze moeten stuk voor stuk groter zijn (grotere waterafvoer per goot). Het gevaar voor een wat achterblijven van het gewas bij de goot wordt daardoor groter. Bovendien eist een brede overkapping een wat zwaardere constructie.

4e. Sterke schommelingen in temperatuur en vochtigheid. Deze kunnen worden vermindert door het luchtvolume onder glas en de ruimte tussen gewas en glasdek te vergroten. Een grotere hoogte van de glasopstand is dus in dit verband belangrijk. Een grotere hoogte kan worden verkregen door uit te gaan van een grotere goothoogte door een steilere helling van het glasdek en door een grotere kapbreedte.

5e. Te geringe luchtbeweging. Hierdoor kan de vochtigheid bij de plant te hoog oplopen en kan de voorziening met koolzuur onvoldoende zijn. Door de hoogte van de glasopstand te vergroten kan een betere schoorsteenwerking worden verkregen, waardoor de luchtcirculatie wordt versterkt. Dit vormt waarschijnlijk mede de verklaring voor het gunstige effect van de verhoging van de glasopstand ten aanzien van het afzwakken van de temperatuurschommelingen. De verhoogde luchtcirculatie leidt echter tevens tot een grotere warmte-afgifte via het glasdek.

Het is nu gewenst de verdiensten van de bestaande kastypen aan bovengenoemde punten te toetsen. Voorheen werden in hoofdzaak slechts 2 kastypen gebouwd, nl. het Westlands warenhuis met losse éénruiters (kapbreedte 3,20 m) en, voornamelijk benut voor bloemeteelt, een kas met een veel bredere kapoverspanning. Laatstgenoemde kassen mogen daarom nog niet zonder meer als "modern" worden beschouwd; de verwezenlijking van bovengenoemde punten liet in vele gevallen nog te wensen over. Het Westlands warenhuis voldoet echter zelfs niet aan laag gestelde eisen. Bijzondere omstandigheden daargelaten (zoals het omhoog brengen van plat glas), is de bouw niet meer verantwoord. Vroeger ontleende dit type warenhuis zijn betekenis aan de gemakkelijke afneembaarheid van de ramen, waardoor het dezelfde voordelen bood, die bij het platglas zijn genoemd.

Later is het type Venlo-warenhuis op de voorgrond getreden. Dit is een warenhuis met houten roeden, waarin de éénruiters geschoven worden (kapbreedte tot 3.20 m). Dit type is veel beter gesloten (minder warmteverliezen door convectie), terwijl 12-15 % meer licht wordt doorgelaten. Elke 2,5 % lichtwinst betekent, dat de gehele teelt van tomaten één dag naar voren geschoven kan worden. In totaal kan dus door overschakeling op dit type een vervroeging van 5-6 dagen worden verkregen. Daar de bouwkosten bovendien lager zijn, verdient het Venlo-warenhuis onder alle omstandigheden de voorkeur boven het Westlands warenhuis.

Verdere verbeteringen kunnen echter alleen worden verkregen door met geld in de kassenbouw te investeren. In hoeverre dit verantwoord is, hangt af van de omstandigheden. Voor een blijvende koude teelt heeft het waarschijnlijk weinig zin iets beters te verlangen. Naarmate men echter streeft naar een verder gaande vervroeging en daartoe een zwaardere verwarming aanlegt, zullen verdere verbeteringen in de kassenbouw eerder verantwoord zijn. Men kan daarbij in de eerste plaats denken aan de omvorming van het Venlo-warenhuis in een soort "moderne Venlo"-kas. Dit kan men bereiken door de goothoogte groter te kiezen, door met behulp van extra lange ruiten te komen tot een steilere dakhelling en door van de houten constructie over te stappen op een lichte

constructie van thermisch verzinkt ijzer. Op deze wijze wordt nogmaals ongeveer dezelfde lichtwinst verkregen als bij de overschakeling van het Westlands warenhuis op het Venlo-warenhuis en dus een overeenkomstige mogelijkheid tot vervroeging. Bovendien zal de verbetering van de luchtbeweging en de verzwakking van extreme wisselingen in de groeiomstandigheden vooral later in het seizoen een gunstige invloed kunnen uitoefenen op de kwaliteit van de produkten. In verband met de betrekkelijk geringe extra kosten zal men voor een stookteelt ten alle tijde aan dit verbeterde type de voorkeur moeten geven boven het Venlo-warenhuis.

Ongeveer gelijktijdig is een ander type kas tot ontwikkeling gekomen, de zgn. Bom-kas met een kapbreedte van 4.80 m. Hierin kunnen dus per kap 6 rijen tomaatplanten worden gezet tegen 4 rijen in een kap van een warenhuis of "moderne" Venlo -kas. Ook bij dit type zijn in de loop der laatste jaren nog enkele verbeteringen aangebracht; zo is de luchttingscapaciteit vergroot, de glasmaat vergroot en de dakhelling wat steiler geworden, zodat de ongeveer optimale helling van 30 graden nu dicht wordt benadert. Ook dit kastype verdient de aanduiding "modern" ten volle. Het laat nog iets meer licht binnen dan de "moderne Venlo"-kas en vertoont ook nog een iets betere luchtcirculatie. Daar de prijs van dit type bij eenzelfde uitvoering (thermisch verzinkt ijzer) nauwelijks hoger ligt, zal het voor stookteelten waarschijnlijk nog te prefereren zijn boven de "moderne Venlo"-kas.

Het is moeilijk te beoordelen, in hoeverre het onder bepaalde omstandigheden (voor een zeer vroege teelt of op een gemengd groenten- en bloemenbedrijf) verantwoord is, om nog hogere kassen met nog grotere kapbreedte te bouwen. In het algemeen vervalt men dan nl. in aanmerkelijk zwaardere constructies, die een belangrijk hogere investering vergen. De zwaardere constructie is enerzijds nodig in verband met de grotere kapoverspanning en hangt anderzijds samen met de aanname, dat bij zo'n grote kapbreedte een doorlopende nokluchting noodzakelijk is. Door dit laatste gaat het verband in de nok verloren, wat door een zwaardere constructie moet worden ondervangen. Het is echter geenszins bewezen, dat bij een kapbreedte van 6.40 m in een zeeklimaat, zoals in westelijk Nederland heerst, een doorlopende nokluchting onontbeerlijk is. ^VLaat men deze achterwege, dan behoeft een moderne kas met een kapbreedte van 6-40 m niet belangrijk meer te kosten dan een overeenkomstige kas met een kapbreedte van 4.80 m.

Hiermee zijn de belangrijkste kastypen behandeld. Er bestaan nog wel een groot aantal variaties, die in verband met bepaalde eigenschappen soms als modern worden aangeprezen, maar die toch feitelijk de toets der kritiek niet kunnen doorstaan. Een apart vraagstuk vormt nog het nut van verrolbare kassen in de groententeelt. Op zuivere groentenbedrijven biedt de rolkas in het algemeen geen grote perspectieven. Een uitzondering hierop vormt evenwel de benutting van de rolkas voor een hoofdteelt van aardbeien (in de Bommelerwaard). De rolkas is beter op zijn plaats in een gemengd groenten- en bloemenbedrijf. In het bijzonder voor de fresia-teelt leent zich dit kastype heel goed, omdat het voor een goede ontwikkeling gewenst is, dat de knollen niet in grond van te hoge temperatuur worden gezet. Buiten uitpoten is daarom vaak gunstig. Zo-wel de aardbeienteelt als de fresia-teelt worden vaak afgewisseld met een tomatenteelt. Voor deze teelt is de rolkas echter stellig niet ideaal. Er doen zich spoedig moeilijkheden voor met de groei-beheersing. (zie aldaar), vooral wanneer wordt uitgeplant in een koude natte grond (voorjaar) of in een moeilijk waterhoudende grond (najaar) met laag voedingsniveau.

Er is reeds enkele malen gewezen op de teelttechnische voordelen, die een constructie van thermisch verzinkt ijzer biedt. Daar komt nog bij, dat deze constructie absoluut geen onderhoud vraagt, waardoor de jaarkosten belangrijk lager liggen dan men aan de hand van de investering zou denken. Er zijn reeds voorbeelden bekend van dergelijke kassen, die er na 25 jaar zonder enig onderhoud nog als nieuw uitzagen. Alleen in gebieden, waar de lucht in sterke mate verontreinigd wordt door industriegassen, zal de levensduur aanmerkelijk korter

Vwellicht is ze door de temperatuurdaling als gevolg van grotere lekkage zelfs ongewenst.

kunnen zijn.

Wat betreft de mogelijkheden tot ventileren, kan worden vastgesteld, dat men in een zeeklimaat, zoals bv. in westelijk Nederland heerst, kan volstaan met het aanbrengen van een mogelijkheid tot luchten in het glasdak. In het algemeen zal het in een dergelijk klimaat, in verband met de vaak krachtige winden, de voorkeur verdienen aan beide zijden van de nok luchtramen aan te brengen. Dit is vooral belangrijk bij de teelt van gevoelige gewassen, zoals de komkommer. Wanneer men aan beide zijden kan luchten, kan worden volstaan met om de 4 tot 5 ramen een luchtraam aan te brengen (20 - 25 % van het glasdek). Bij windstilte kan nl. aan beide zijden worden gelucht. De luchtramen mogen echter niet verder uiteen liggen, omdat de ventilatie dan te ongelijkmatig zou kunnen worden. Zijn slechts aan één zijde luchtramen aanwezig, dan is het gewenst, om de 3 ramen een luchtraam aan te brengen (17 % van het glasdek). Bij hogere kasttypen kan men vanwege de grotere schoorsteenwerking het percentage van het glasdek, dat geopend moet kunnen worden, eventueel iets laten zakken. Bij hoge kassen met brede kappen past men graag een doorlopende nokluchting toe, waarbij een goede en gelijkmatige ventilatie wordt verkregen.

In gebieden, waar meer een landklimaat heerst, kan niet worden volstaan met een nokluchting; daar moet tevens een zijluchting of gevelluchting aanwezig zijn. Er bestaan een groot aantal variaties van luchtingsmogelijkheden. De sterkste ventilatie wordt verkregen, wanneer door middel van een doorlopende zijluchting dicht bij de grond koele lucht wordt aangezogen, terwijl de warme lucht kan ontwijken via een doorlopende nokluchting, waarbij de ramen zich van de nok af naar boven openen. In Zwitserland heeft men verschillende luchtningssystemen uitgedacht (speciaal voor bloemenkassen), waarbij het onder alle omstandigheden mogelijk is te ventileren, zonder dat een koude luchtstroom het gewas raakt. Bij het mooiste systeem is aan de onderzijde van de naar buiten uitspringende knie een zeer fijn afstelbare, doorlopende luchting aangebracht, waarvan de ramen zich aan de bovenzijde binnenwaarts openen. De lucht beweegt zich dan langs het glasdek omhoog naar een eveneens goed regelbare spleetvormige opening in de nok. Een dergelijk systeem is vooral van belang om een te hoge luchtvochtigheid te vermijden.

In verschillende landen heeft men ook wel geprobeerd de luchtramen te vervangen door enkele, meestal aan de geveleinden geplaatste ventilatoren, waarmee buitenlucht wordt aangezogen. Dit streven komt voornamelijk naar voren in gebieden, waar min of meer een vastelandsklimaat heerst en langdurige perioden met windstilte optreden. Om een enigszins gelijkmatige verdeling van de luchtbeweging te verkrijgen en een luchtverplaatsing, die de natuurlijke ventilatie nabij komt, zijn krachtige ventilatoren nodig, die veel stroom vragen. In de Verenigde Staten heeft men soms ter ondersteuning van de natuurlijke ventilatie ventilatoren aangebracht, die alleen tijdens perioden met heet, windstil, broeierig weer worden gebruikt, o.a. om de verbreiding van bladvlekkenziekte bij de tomaat in toom te kunnen houden. Het is de vraag of een dergelijke kunstmatige ventilatie ⁱⁿ een zeeklimaat ooit verantwoord zal zijn.

8. Verwarmingssystemen.

Elektriciteit, kolen en olie zijn de voornaamste energiebronnen. Elektriciteit heeft nooit algemene toepassing gevonden en is nu bovendien zijn belangrijkste voordeel, de uitstekende regelbaarheid, grotendeels verloren. De hoge stroomkosten vormen een bezwaar. De toepassing is daarom beperkt gebleven tot kleinere objecten, waarbij men in hoofdzaak kan volstaan met verwarming tijdens de nacht, zodat men van het dan geldende lage tarief kan profiteren. Dit betreft voornamelijk grondverwarming (grotere warmte-capaciteit). Als medium voor energie-overbrenging wordt bij de opkweek van plantmateriaal wel een soort kippegaas gebruikt, waar doorheen een stroom van laag voltage wordt geleid (verkregen met een transformator). De perspotten worden tegen elkaar aan op het gaas gezet. Wanneer de potten later van elkaar af worden geplaatst, moeten de tussenruimten worden opgevuld met een isolerend materiaal (bv. turfmoel), opdat de warmte niet grotendeels aan de lucht wordt afgegeven.

Voor het forceren van opgekuilde witlof maakt men rondom Amsterdam wel gebruik van een speciaal type elektrische verwarmingskabel.

Kolen worden als energiebron steeds meer verdrongen door olie. Voor de wat grotere bedrijven is olie stoken al spoedig voordeliger. Het vraagt minder arbeid, geeft een schoner ketelhuis en leent zich bovendien beter voor een goede automatisering van de temperatuurregeling. Het overbrengen van de warmte kan bij deze beide energiebronnen in principe op tweeërlei wijze geschieden. In de eerste plaats door een te verhitten medium via buizen naar bepaalde plekken in de glasopstand te leiden. In de tweede plaats door verhitte lucht rechtstreeks uit te blazen in de kassen.

Er bestaan verschillende media om de warmte in de buizen te brengen. Men heeft zelfs wel geëxperimenteerd met een soort olie, waardoor buistemperaturen van 200 tot 300°C kunnen worden bereikt. Bij dergelijke temperaturen wordt de de warmte grotendeels afgegeven als straling. Men heeft dan ook de verwarmingsbuizen boven het gewas aangebracht om de zonnestraling na te bootsen. Er kan dan worden volstaan met een klein aantal dunne buizen. Het systeem biedt verder geen bijzondere voordelen. Een bezwaar kan zijn de minder goede luchtcirculatie tussen de planten (hoewel ook de sterke straling drogend werkt), terwijl als de koppen van de planten de buizen beginnen te naderen er verbrandingsverschijnselen optreden.

Een ander medium is stoom. Deze kan rechtstreeks door de buizen worden geleid of in het reeds in de buizen aanwezige water worden gebracht (stoominjectie). In beide gevallen kan een buistemperatuur van omstreeks 100°C worden verkregen (hierbij is de warmte-afgifte door straling ongeveer gelijk aan de warmte-afgifte door geleiding en convectie). Als voordeel van de hoge temperatuur werd beschouwd de mogelijkheid om in korte tijd veel warmte in de kas te brengen (tevens door het vrijkomen van condensatie-warmte), waar-door een snelle aanpassing aan veranderde weersomstandigheden kan worden verkregen. Hier-voor bestaan echter thans beter geëigende systemen. Het gebruik van stoom als medium is vooral toegepast in komkommers, waar een hoge temperatuur wordt gevraagd. De buizen zijn daar dicht bij de grond gelegen. De hoge temperatuur oefent zodoende een sterk drogende werking uit, hetgeen feitelijk minder gewenst is bij komkommers. Het optreden van spint wordt er door bevorderd. Bovendien gaat de stoominjectie met zware schokken gepaard, waarvan het materiaal te lijden heeft. Stoom leent zich bovendien minder goed voor toepassing van de moderne systemen van automatische temperatuurregeling.

Het belangrijkste medium voor het transport van de warmte is water. Dit betreft het meest gangbare systeem van centrale verwarming. Men streeft er gewoonlijk naar, de temperatuur van het water aan te passen bij de warmte-behoefte op een bepaald moment. De buistemperatuur zal daarom meestal belangrijk lager liggen dan 100°C. In dat geval zal de warmte-afgifte voornamelijk plaats vinden door geleiding en convectie. Een snelle aanpassing van de warmte-voorziening aan de behoefte (bv. bij plotseling optredende buien en dergelijke weersveranderingen of voor het snel omhoog brengen van de temperatuur tegen de ochtend) wordt verkregen door regeling van de watertemperatuur. In dit opzicht is een grote vooruitgang geboekt door de invoering van het systeem van de dunne buisverwarming. Het warmte-afgevend oppervlak is hierbij in verhouding tot de waterinhoud sterk vergroot. De aanwezigheid van een circulatiepomp is bij dit systeem noodzakelijk om de stroomsnelheid van het water te verhogen.

De ligging van de buizen is zeer belangrijk. Bij de teelt van bloemen ziet men vaak een hoge ligging, boven het gewas. Het belangrijkste motief is wel het tegengaan van condensvorming tegen de binnenzijde van het glasdek. Aldus wordt voorkomen, dat druppels condenswater op de planten vallen en smeulplekken veroorzaken. Wellicht kan dit resultaat echter ook wel worden bereikt door een andere constructie van de kas (gootvormige gordingen met U-profiel ter plaatse waar de ruiten over elkaar heen steken). Er zijn nl. grote nadelen verbonden aan de hoge ligging. Door de betrekkelijk lage buistemperatuur wordt de warmte voornamelijk afgegeven door geleiding en convectie. De aldus verwarmde lucht

geeft zijn warmte af tegen het glasdak, maar zakt niet tussen het gewas. Hier is de temperatuur vaak belangrijk lager dan boven de planten. Bovendien is de luchtbevinging tussen de planten gering en de luchtvochtigheid vaak hoog (condensatie tegen het koude glas kan daarentegen samengaan met een betrekkelijk lage vochtigheid in de warme lucht tussen het gewas). Een ligging van de verwarmingsbuizen dicht bij de grond is zeer bevorderlijk voor een snel opdrogen van het gewas.

Bij de teelt van groenten ziet men bijna steeds een lage ligging van de verwarmingsbuizen. Het is gewenst deze zodanig aan te brengen, dat alle planten gelijkmatig van de warmte profiteren. In komkommerskassen vormt dit in het algemeen geen probleem. Bij de tomaat dient men er echter op te letten, dat om de andere rij een verwarmingsbuis aanwezig is (bij dunnebuis-verwarming eventueel 2 buizen, een heengaande en een retour). Anders is het niet mogelijk alle planten de juiste temperatuur te geven; de planten naast de buizen (onder de goot) staan dan te warm of die onder de nok te koud. Het is bovendien zeer geschikt, wanneer de buizen in hoogte verstelbaar zijn. Men kan dan bij afwezigheid een afzonderlijke grondverwarming gedurende de eerste maand na het uitplanten de buizen op de grond leggen. Hierdoor wordt een betere verhouding tussen grond en luchttemperatuur verkregen, mits men er voor zorgt, dat de grond tegen de buizen niet te zeer uitdroogt (bij normale luchtverwarming komt slechts ongeveer 10% van de warmte ten goede aan de grond). Ook kan men dan bij een slateelt de buizen wat verder omhoog brengen, zodat een gelijkmatiger stand van het gewas wordt verkregen. Ook bij een teelt van tomaten kan het geschikt zijn, de buizen tijdens de rijping van de vruchten aan de onderste trossen hier wat dichterbij te brengen, waardoor het rijpingsproces kan worden versneld.

Bij grondverwarming is het gewenst de verwarmingsbuizen zo ondiep mogelijk te leggen (bv. op 40 cm), waardoor de temperatuur beter regelbaar wordt. Men moet minstens één buis per 2 rijen tomaatplanten in de grond aanbrengen. In plastic beschikt men tegenwoordig voor dit doel (mede gezien de lage watertemperatuur) over een goedkoop materiaal, dat hoogstwaarschijnlijk juist in de grond duurzaam zal blijken te zijn.

Er bestaat sinds kort een systeem van warmte-overdracht, dat een soort overgang vormt tussen de buisverwarming en de hetelucht-verwarming. Er worden bij dit systeem in de nok van de kassen spiraalvormig gewonden verwarmingsbuizen aangebracht, voorzien van dwars uitstaande afkoelingsvlakken. Door een sterke ventilator wordt hierlangs in benedenwaartse richting een luchtstroom gestuwd, die de warmte bij het gewas brengt. Het systeem komt vooral in aanmerking bij een teelt van bloemen, waar men ramen en gewas droog wil houden. Zolang het temperatuurverschil met de buitenlucht niet te groot is, kan een behoorlijk gelijkmatige temperatuur worden verkregen. Bij lage buitentemperatuur vindt langs de gevels een sterke afkoeling plaats, waardoor het gewas daar kan achterblijven. Vandaar dat men langs de gevels wel enkele normale verwarmingsbuizen aanbrengt; die men vaak alleen laat meelopen als het buiten zeer koud is.

Bij het gebruik van een heteluchtkachel wordt de warmte ter plaatse geproduceerd en met behulp van een sterke ventilator door de kas verspreid. Dit systeem stelt de tuinders in staat om door middel van een betrekkelijk geringe investering hun oorspronkelijk koude teelten niet onaanzienlijk te versnellen. De heteluchtkachel leent zich echter niet voor een vroege stookteelt omdat de temperatuurverdeling hiervoor niet voldoende gelijkmatig is (bovendien dan relatief duur). Een eerste eis, die gesteld moet worden ter verkrijging van een redelijk gelijkmatige temperatuurverdeling, is een ongeveer vierkante vorm van de glasopstand. Het spreekt vanzelf, dat de capaciteit van de kachel (het aantal calorieën) voldoende moet zijn om het gewenste temperatuurverschil met de buitenlucht te kunnen tot stand brengen. Bijzonder belangrijk is echter de capaciteit van de ventilator. De geproduceerde warmte moet over een zo groot mogelijk volume lucht worden verdeeld. Een sterke stroom matig warme lucht is dus veel beter dan een betrekkelijk zwakke stroom hete lucht. In laatstgenoemd

geval kan het temperatuurverschil in verticale richting zeer groot zijn. De warme lucht stijgt dan omhoog tegen het glasdek. Bij de grond en in de grond is de temperatuur al spoedig minstens 5°C lager. Ook bij de gevels blijft de temperatuur dan lager. Onder deze omstandigheden zal ook het drogend effect op de planten gering zijn, vooral wanneer het gewas al wat hoger is opgegroeid (tomaten).

Om de temperatuurverdeling te verbeteren wordt de hete lucht wel in leidingen geblazen, waaruit men ze op verschillende plaatsen door roosters laat ontsnappen. De investeringskosten stijgen hierdoor echter aanzienlijk. Feitelijk is dit systeem nauw verwant aan het airconditioning systeem, dat bij klimaatkassen wordt toegepast. Ook daarbij vindt de warmte-overdracht (eventueel ook bij koeling) plaats door middel van een luchtstroom, die uit gelijkmatig over de ruimte verdeelde openingen wordt geblazen.

Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat een zo groot mogelijke centralisering van de warmteproductie gewenst is. Een grote ketel werkt voordeliger dan meerdere kleine ketels. Het kan daarom overweging verdienen, om onder bepaalde omstandigheden (nieuw compact glascentrum met kleine bedrijven) een warmtecentrale te bouwen voor verschillende bedrijven gezamenlijk.

9. Toepassing van kunstlicht.

Bij het gebruik van ^{een} glasbedekking wordt het licht veelal de groeifactor, die in het minimum verkeert. Dit is vooral in de wintermaanden het geval. Het ligt daarom voor de hand te overwegen, in hoeverre dit bezwaar door toepassing van kunstlicht kan worden ondervangen. Bij de groententeelt onder glas zal men hiermee hoofdzakelijk een versterking van de assimilatie willen bereiken, opdat een snellere groei en ontwikkeling mogelijk is. Hiervoor zijn tamelijk hoge lichtintensiteiten nodig. De toepassing is daardoor alleen economisch verantwoord bij de opkweek van jonge planten. Deze nemen dan nog weinig ruimte in, zodat de belichtingsinstallatie beperkt kan blijven.

Er staan ons hierbij tal van lamptypen ten dienste. De roodoranje stralen zijn het meest werkzaam ten aanzien van de assimilatie, daarop volgen de blauwe stralen. Daarnaast bestaan ook formatieve (vormgevende) effecten. Zo werkt rode straling en de nabij gelegen infrarode straling in het algemeen rekkend op de plantengroei; blauwe straling geeft daarentegen een meer gedrongen groei. Dergelijke verschijnselen openbaren zich het sterkst, wanneer uitsluitend met kunstlicht wordt gewerkt. Bij opkweek in schuurruimten is het lamptype daarom veel belangrijker dan wanneer het kunstlicht als aanvulling op het daglicht wordt gegeven. Sla is al bijzonder gevoelig voor de kleur licht. In rood licht ontstaan zeer langgerekte, smalle blaadjes, in blauw licht mooie brede bladeren. Tevens wordt het doorschieten in rood licht bevorderd.

Gewone gloeilampen zijn voor ons doel weinig geschikt, daar ze in hoofdzaak warmtestralen (infrarode straling) afgeven. Bij gasontladingslampen komt daarentegen de energie in hoofdzaak vrij in het zichtbare gedeelte van het spectrum. De uitgezonden straling is opgehoopt in nauw begrensde gebieden (lijnen van het spectrum). Aanvankelijk werd als vulling voor de lampen vooral neongas gebruikt (neonbuizen met in hoofdzaak oranjerode straling). Later is men echter overgeschakeld op kwikdampen, waarbij de straling voornamelijk plaats vindt in het blauwviolette deel van het spectrum (o.a. bij de hogedruk kwiklamp HO). Ter voorkoming van ongewenste formatieve effecten geeft men echter veelal de voorkeur aan een doorlopend spectrum. Dit is te bereiken door de binnenkant van de glaswand van de lampen te voorzien van een fluorescerende laag. Hierdoor kan de uitgezonden straling zodanig van samenstelling worden veranderd, dat een meer continu spectrum wordt verkregen (min of meer wit licht, o.a. bij fluorescentiebuizen en H.P.L.-lampen). Men streeft ernaar, de fluorescerende laag zodanig te maken, dat toppen van uitstraling optreden in het oranjerode en blauwe deel van het spectrum, terwijl de stralingsintensiteit in het daar tussen gelegen geelgroene deel van het spectrum belangrijk kleiner is. Al naar het gebruikte materiaal voor

De fluorescerende laag kan de samenstelling van het spectrum meer naar de rode of naar de blauwe kant zijn verschoven, waarbij de kleur van het uitgestraalde licht resp. meer warmwit (iets rose) is of meer blauwwit (daglicht-lampen). De kleurtemperatuur van de lampen wordt wel uitgedrukt in graden Kelvin, waarbij een hoge temperatuur wijst op de aanwezigheid van veel blauwe straling.

Voor het verkrijgen van een goed uniform gewas is het gewenst, dat de lichtverdeling zo gelijkmatig mogelijk is. In dit verband verdienen buisvormige lichtbronnen de voorkeur boven puntvormige (ballonvormige). Deze buizen (TL-buizen e.d.) hebben echter het bezwaar, dat hun helderheid (uitstraling per oppervlakte-eenheid) zo gering is. Vergroting van het vermogen van deze lampen (van 40 op 65 of 80 watt) werd tot voor kort in hoofdzaak verkregen door vergroting van hun oppervlakte (langere en dikkere buizen). Een recente vinding heeft het echter mogelijk gemaakt, de helderheid aanzienlijk op te voeren. In verband met de lichtverdeling is voor puntvormige lichtbronnen een grotere ophanghoogte vereist. Deze dient minstens gelijk te zijn aan de halve diameter van het te bestralen oppervlak. Naarmate de puntvormige lichtbronnen een groter vermogen bezitten, moeten ze dus op een grotere hoogte boven het gewas worden opgehangen. Juist de lampen met een groot vermogen zijn verreweg het zuinigst in het gebruik (relatief goedkoper en hogere lichtopbrengst). Daarom verdienen lampen van 400 tot 500 watt de voorkeur. In lage glasopstanden zijn deze echter niet te gebruiken. Daar als gevolg van de grote ophanghoogte een groot deel van het licht zijwaarts valt, is het gewenst een betrekkelijk grote, aaneengesloten oppervlakte met planten te belichten.

Ongeveer de helft van het licht kan verloren gaan door uitstraling opzij en omhoog. Het is daarom nodig reflectoren aan te brengen. De vorm moet zodanig zijn, dat een gelijkmatige verspreiding van het licht plaats vindt. De binnenkant moet goed blinkend zijn of helderwit geverfd. Bij fluorescentiebuizen moet men niet de door de fabriek hierbij geleverde reflectoren nemen, maar deze veel te breed zijn en daardoor te veel daglicht onderscheppen. Zeer smalle reflectoren verdienen bij dit lamptype de voorkeur. Deze buizen worden ook wel geleverd met "inwendige reflectie" (TLF-buizen). Dit zou ideaal zijn, indien de reflectie afdoende was. Er wordt echter door deze buizen toch nog vrij veel licht naar boven en zijwaarts uitgestraald.

De keuze van het lamptype is moeilijk. De gewone fluorescentiebuis is een massaproduct en daardoor goedkoop. Bij elke buis behoort echter een vrij kostbaar voorschakelapparaat. Vanwege de geringe capaciteit van deze lampen heeft men een groot aantal nodig en dus ook veel voorschakel-apparaten. Zodoende liggen de investeringskosten zeker zo hoog als bij het gebruik van puntvormige lichtbronnen met een groot vermogen, waarbij ^{men} veel minder (doch kostbaarder) voorschakelapparaten nodig heeft. Sinds kort is de menglichtlamp in beproeving. Hierbij is het voorschakelapparaat vervangen door een gloeilamp. Het lichtrendement is minder groot. Men zal dan ook een wat groter vermogen moeten installeren. Niettemin kunnen de investeringskosten met dit lamptype tot minder dan de helft worden teruggebracht. Daar tegenover staat echter wel een groter stroomverbruik.

Toepassing van kunstlicht heeft vooral zin in de maanden november, december en januari. Men moet de lampen niet slechts gedurende een deel van de nacht laten branden, maar vooral ook overdag, wanneer de zon niet schijnt. Om zoveel mogelijk profijt te trekken van de lampen, verdient het aanbeveling aanvankelijk een hoog vermogen te installeren, bv. 200 watt per m². Naarmate de planten meer ruimte gaan innemen, kan men het geïnstalleerde vermogen bij de tomaat terugbrengen tot ongeveer 80 watt per m² door de lampen verder uit elkaar te hangen. Bij komkommers verkrijgt men zelfs met 50 watt per m² nog een belangrijke verbetering. Een groot bezwaar tegen de toepassing van kunstlicht in ons land is de vaak zeer vroege uitplantdatum (januari), waardoor de planten na het uitpoten een groot tekort aan licht hebben. Een nevenvoordeel van de geleidelijk afnemende belichting is, dat men deze overgang bij het uit-

planten minder groot maakt.

Een belangrijk punt is de daglengte. De eerste paar weken geeft men bij voorkeur continu licht (24 uur dag). Hierdoor kan de vegetatieve ontwikkeling belangrijk worden versneld. Er wordt zodoende sneller een assimilatie-apparaat opgebouwd, terwijl het beschikbare grondoppervlak eerder is volgegroeid, waardoor een maximale benutting van het licht wordt verkregen. Na ongeveer 2 weken moet de daglengte echter worden te-ruggebracht tot maximaal 16 uur. Anders zouden ongewenste "lange dag"effecten kunnen optreden. Sla kan dan gaan doorschieten (verschillende rassen reeds bij daglenten van 12-14 uur), de komkommer vormt onvoldoende vrouwelijke bloemen (bovendien minder goed in staat om parthenocarpisch uit te groeien), terwijl de tomaat een chlorotische verkleuring van het blad laat zien (waarschijnlijk samenhangend met molybdeen-gebrek).

Om een maximale benutting van de lampen te verkrijgen, past men in het laatste stadium van de opkweekperiode, als de te belichten oppervlakte het grootst is, wel een verschuif- of omhangsysteem toe, waardoor men met één groep lampen 2 partijen planten kan belichten. Er moet dan tussen beide partijen een goed lichtdicht scherm (zwart doek of plastic) aanwezig zijn. De ene partij wordt dan belicht van middernacht tot het middaguur (voor de middag), de andere partij van het middaguur tot middernacht (na de middag). In de genoemde maanden kan dit net, zonder een 16-urige daglengte belangrijk te overschrijden. Het is opvallend dat de na de middag belichte planten in het algemeen veel beter zijn. Waarschijnlijk vloeit dit voort uit een gemiddeld wat hogere temperatuur van de lucht, maar vooral van de grond, na de middag.

Het effect van de belichting komt vooral tot uiting in een snellere ontwikkeling van het assimilatie-apparaat (groot gewas) en in een krachtiger ontwikkeld wortelgestel. Bovendien bevatten de belichte planten meer droge stof, waardoor ze meer weerstand kunnen bieden tegen ziekten en tijdelijk ongunstige omstandigheden. Om hiervan tenvolle te profiteren, moet er op worden gelet, dat bij oppotten en uitplanter/het wortelstelsel zo min mogelijk wordt beschadigd. In verband met het grotere gewas moet meer aandacht worden geschonken aan de vochtvoorziening. De groei moet dus veel minder worden geremd dan bij de onbelichte planten. Let men hier niet op, dan kan de oogst van de eerste vruchten wel is waar zeer vroeg vallen, maar dit gaat ten koste van de groei en daardoor van de totale opbrengst. Zorgt men voor een goede aanpassing van de overige groeiomstandigheden aan de verbeterde belichting, dan kan niet alleen een belangrijke vervroeging maar tevens een overeenkomstige verhoging van de totaal opbrengst worden verkregen.

Bij komkommer belicht men gedurende de gehele opkweekperiode (5-6 weken) Er doen zich hier meestal geen grote moeilijkheden voor, omdat het in het algemeen niet gebruikelijk is de komkommerplanten te veel te remmen in hun ontwikkeling. Het is echter te betreuren dat men vaak te laat aanvangt met de bereiding van de staalgrond, waardoor deze niet voldoende is uitgespoeld op het moment, dat ze gebruikt moet worden. Zodoende kan de zoutconcentratie van het potgrond-materiaal veel te hoog zijn. Door de sterke groei drogen de potten met belichte planten bovendien veel sneller uit. Soms kan men zelfs speciaal bij de belichte planten verbrandingsverschijnselen op het blad opmerken. Het spreekt vanzelf, dat bij een dergelijke ongunstige vochtvoorziening het gunstige resultaat van de belichting grotendeels wordt teniet gedaan. Ook een lage temperatuur tijdens de opkweek is funest. Bij een goede belichting kunnen per plant enkele vroege vruchten meer worden gesneden.

Bij tomaat kan meestal ook het best gedurende de gehele opkweekperiode worden belicht. Bij een latere teelt (uitplanten omstreeks half februari) kan eventueel worden volstaan met belichting tot het oppotten, hetgeen natuurlijk veel minder kost. De resultaten vallen in de praktijk vaak erg tegen, omdat de groei door allerlei oorzaken te zeer wordt geremd. In de eerste plaats dient de luchttemperatuur hoger te zijn (nachttemperatuur $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dagtemperatuur $\pm 20^{\circ}\text{C}$). Daardoor zal tevens de grondtemperatuur hoger zijn, hetgeen

ook door een afzonderlijke grondverwarming kan worden bereikt. Een grondtemperatuur van minstens 16°C is noodzakelijk om een krachtig ontwikkeld wortelstelsel te verkrijgen en een goede fosforopname. Belichte planten hebben nl. spoedig in ernstige mate te lijden van fosforgebrek, vooral bij een lage grondtemperatuur. Juist bij de handhaving van hoge temperaturen ontstaat er echter gevaar voor molybdeengebrek. Het is daarom gewenst 10 gram ammoniummolybdaat per m^3 potgrond (± 1000 kg) toe te voegen. Een minder goede samenstelling van de potgrond kan eveneens in belangrijke mate afbreuk doen aan het resultaat van de belichting. Zijn er geen groeibelemerende factoren werkzaam, dan kan men rekenen op een opbrengstverhoging met 400 tot 700 gram per plant, welke verhoging gewoonlijk in de eerste 5 weken van de oogst reeds volledig tot uitdrukking komt. Dit betreft een vergelijking met gelijktijdig gezaaide, onbelichte planten. Men kan de onbelichte planten natuurlijk ook enkele weken eerder zaaien en langzaam opkweken bij lage temperatuur. Ten opzichte van dergelijke planten bedraagt de opbrengstverhoging slechts ongeveer de helft.

Bij sla heeft belichting alleen zin gedurende 7-10 dagen na het uitzaaien. Naarmate later in de herfst wordt gezaaid, is het effect duidelijker. Het kan zijn, dat men aldus meerdere dagen vroeger kan oogsten, of bij gelijke oogstdatum een honderdkropgewicht verkrijgt, dat een paar kg hoger ligt.

Er is ook wel nagegaan in hoeverre het mogelijk is, planten rechtstreeks met suikers te voeden en daardoor het assimilatieproces min of meer overbodig te maken. Het is inderdaad op deze wijze gelukt een soort tomaatplant op te kweken zonder toetreding van licht. Een enigszins normaal gewas wordt zo echter nimmer verkregen. Het is echter wel verleidelijk te proberen of men de toediening van kunstlicht kan vervangen door suikerbespuitingen, daar dit veel goedkoper zou zijn. Bovendien zou dit een mogelijkheid kunnen bieden om de ongunstige omstandigheden kort na het uitplanten te overbruggen. Er zijn bij verschillende gewassen tal van proeven genomen, waarbij is gespoten met een 10% suikeroplossing waaraan 0,1% uitvloeier en 0,025% sulfanylamide is toegevoegd. Laatstgenoemde stof dient om de groei van schimmels in de suikeroplossing tegen te gaan. Bij sla kan geen suikerbespuiting worden toegepast, daar vaak ernstige bladmisvormingen optreden. Ook bij de meeste andere gewassen zijn deze bespuitingen tot nu toe niet erg succesvol geweest. In het algemeen wordt een harder gewas verkregen; om deze reden past men deze bespuitingen in de Verenigde Staten wel toe bij de opkweek van jonge tomaatplanten in de zuidelijke staten, bestemd om per vliegtuig naar de noordelijke staten te worden getransporteerd, om aldaar te worden uitgeplant. De totale opbrengst wordt vaak wel wat verhoogd, maar de oogst wordt tevens verlaat, hetgeen juist beslist niet wordt gewenst. Het is wel mogelijk gebleken dit verlatend effect ongedaan te maken en zelfs in plaats daarvan een vervroeging te bewerkstelligen door aan de suikeroplossing 0,5% ureum toe te voegen. Dank zij de aanwezigheid van de suiker veroorzaakt deze concentratie ureum beslist geen beschadiging. Men kan zo een sterkere groei verkrijgen.

Toch zijn de toepassingsmogelijkheden voor deze bespuitingen nog gering, daar de resultaten zeer wisselvallig zijn en vaak onvoldoende. Dit hangt hoogstwaarschijnlijk samen met een meer of minder goede opname door het blad. Wanneer de oplossing opdroogt zonder dat de suiker door het blad is opgenomen, ontstaat er een kleverige laag, waardoor de huidmondjes kunnen worden verstopt en de assimilatie benadeeld. De bespuitingen kunnen dan eerder nadelig dan voordelig zijn. In een droge atmosfeer zal de oplossing sneller opdrogen en het effect van de bespuitingen geringer zijn. Tegen de avond van een zonnige dag is waarschijnlijk het beste resultaat te verwachten; het gewas gaat dan wel vochtig de nacht in. Met behulp van de opgespaarde zonne-energie en dank zij een wat geringere turgescentie in de late namiddag van een zonnige dag wordt de oplossing dan met meer kracht naar binnen gezogen. Ook een betrekkelijk droge grond is in dit opzicht waarschijnlijk nuttig, zodat het aan te bevelen zou zijn, de suikerbespuiting een dag aan het watergeven te laten voorafgaan. In de Verenigde Staten heeft men de opname van stoffen door het blad weten te versnellen door de toevoeging van 1% glycerine hetgeen daar in de praktijk wel plaats vindt bij groei.

stofbespuitingen (2 of 3 maal in het begin van de teelt). Bij veelvuldig herhaalde suikerbespuitingen heeft deze toevoeging echter aanleiding gegeven tot ernstige beschadiging van het gewas (cumulatief effect).

10. Ontwikkeling en periodiciteitsverschijnselen.

Men dient onderscheid te maken tussen groei en ontwikkeling. Groei is een kwantitatief proces (toename van omvang en gewicht). De groei zal in het algemeen sterker zijn, naarmate de plant meer licht en warmte krijgt toegevoerd, voor zover dit althans niet leidt tot het optreden van verbrandingsverschijnselen. Ontwikkeling is een kwalitatief proces (vormverandering, bv. overgang van vegetatieve naar generatieve fase). Deze wordt door geheel andere factoren bepaald, voornamelijk door daglente (fotoperiodiciteit) en door perioden met lage temperatuur (belangrijk lager dan voor de groei optimaal is: vernalisatie). Daarnaast kunnen soms ook vochtgebrek en stikstofgebrek een rol spelen. In laatstgenoemde gevallen kan een snelle ontwikkeling plaats vinden als gevolg van een "noodtoestand". Het spreekt daarom vanzelf, dat men bij een normale teelt zo min mogelijk van deze factoren gebruik moet maken voor de beïnvloeding van de ontwikkeling. Onder thermoperiodiciteit verstaat men het verschijnsel, dat de planten voor een normale ontwikkeling in meer of mindere mate de behoefte hebben aan een afwisseling tussen dag- en nachttemperatuur.

Vroeger werd bij periodiciteitskwesties vooral gelet op de bloemaanleg. Het is echter gebleken, dat ze in zeer verschillende ontwikkelingsfasen een rol kunnen spelen zoals bij ontkieming en ontwakking uit de winterrust, kropvorming en koolvorming, bloemaanleg en uitgroeien van de bloemstengel (doorschieten), stengelvertakking en vorming van uitlopers, bladval en vorming van knollen en bollen. De invloed van de verschillende groeifactoren is echter niet in alle ontwikkelingsfasen dezelfde. Zo ziet men bv. in vele gevallen, dat de bloemaanleg bevorderd wordt door een lage temperatuur, maar dat het uitgroeien van de bloemstengel het best plaats vindt bij een hoge temperatuur (dit laatste kan louter een kwestie zijn van groeiversnelling). Er zal vaak een nauw verband zijn tussen de behoeften van de plant en de opeenvolging van groeiomstandigheden, zoals deze wordt aangetroffen in het oorsprongsgebied van het gewas bij ontwikkeling onder natuurlijke omstandigheden. Bij de teelt onder glas (vooral bij bloemen, maar toch ook bij groenten en fruit) heeft men meestal te maken met gewassen, die hier van nature niet thuis behoren, en die men dan vaak nog in de onmogelijkste tijden van het jaar tracht te telen. Het spreekt haast vanzelf, dat dan niet altijd de juiste opeenvolging van groeiomstandigheden zal kunnen worden verwezenlijkt, welke het gewas vraagt. Het is dan vaak moeilijk de juiste oorzaak van een minder goed resultaat op te sporen.

Fotoperiodiciteit.

In dit verband wordt veelal over "kortedag" en "lange dag"-planten gesproken. Deze benamingen zijn in verschillende opzichten verwarrend:

1e. Het is niet zo, dat voor de verschillende ontwikkelingsfasen van de plant een zelfde daglengte nodig is. Bij de benamingen "korte dag"- en "lange dag"-planten denkt men dan ook speciaal aan de omstandigheden, die nodig zijn voor de bloemaanleg.

2e. Het gaat niet altijd in de eerste plaats om de daglengte. In het bijzonder bij de "korte dag"-planten is de nachtlengte veel belangrijker dan de daglengte. Het zou misschien juist zijn te spreken van "lange nacht"- en "lange dag"-planten.

3e. "Korte dag" planten en "lange dag"-planten wil in het geheel niet zeggen, dat deze planten resp. een korte dag of een lange dag nodig hebben voor de bloemaanleg. Het wil slechts zeggen, dat er een zekere minimum nachtlengte, resp. een zekere minimum daglengte nodig is voor het tot stand komen van de bloemaanleg.

Men kan zich het verschijnsel als volgt voorstellen. In de plant hebben voortdurend allerlei levensprocessen plaats, die in het algemeen dag en nacht doorgaan (bv. de ademhaling). Bepaalde levensprocessen en biochemische omzettingen hebben echter uitsluitend of in hoofdzaak overdag plaats (bv. assimilatie en verdamping). Andere levensprocessen daarentegen vinden overwegend des nachts



plaats (bv. assimilaten-transport en lengtegroei). Er is een bepaald evenwicht noodzakelijk om de plant in een toestand te brengen, waarbij bv. bloemaanleg mogelijk is. Men kan zich nu voorstellen, dat bij een plant bepaalde processen, welke zich des nachts afspelen, gemakkelijk in het minimum komen te verkeren. Beneden een bepaalde nachtlengte zal dan geen bloemaanleg plaats vinden: "lange nacht"- plant of "korte dag"- plant. Bij een andere plant zullen juist de processen, welke zich overdag afspelen, gemakkelijk in het minimum komen te verkeren. Beneden een bepaalde daglengte zal dan geen bloemaanleg plaats vinden: "lange dag"- plant. Men kan aldus 4 groepen van planten onderscheiden:

1. "Lange dag"- planten. Hierbij kunnen dus de overdag plaats hebbende processen in het minimum komen te verkeren. Er is daarom een bepaalde minimum daglengte noodzakelijk. Dit is de kritieke daglengte, waarbij nog juist bloei mogelijk is. Het behoeft echter in het geheel geen lange daglengte te zijn, zoals bv. 14 of 16 uur. Er zijn ook "lange dag"- planten, waarbij deze kritieke daglengte slechts 10 of 12 uur bedraagt.

2. "Korte dag"-planten. Hierbij kunnen de 's nachts plaats hebbende processen in het minimum komen te verkeren. Er is daarom een bepaalde minimum nachtlengte noodzakelijk. Men zou deze de kritieke nachtlengte kunnen noemen, waarbij nog juist bloei mogelijk is. Het behoeft echter weer geen lange nachtlengte te zijn, zoals bv. 14 of 16 uur (resp. dag van 10 of 8 uur). Er zijn ook "korte dag"-planten, waarbij de kritieke nachtlengte slechts 10 of 12 uur bedraagt (resp. dag van 14 of 12 uur). Er zijn dus "lange dag"- planten, die kunnen gaan bloeien bij een dag korter dan 12 uur, en er zijn "korte dag"-planten, die kunnen gaan bloeien bij een dag langer dan 12 uur.

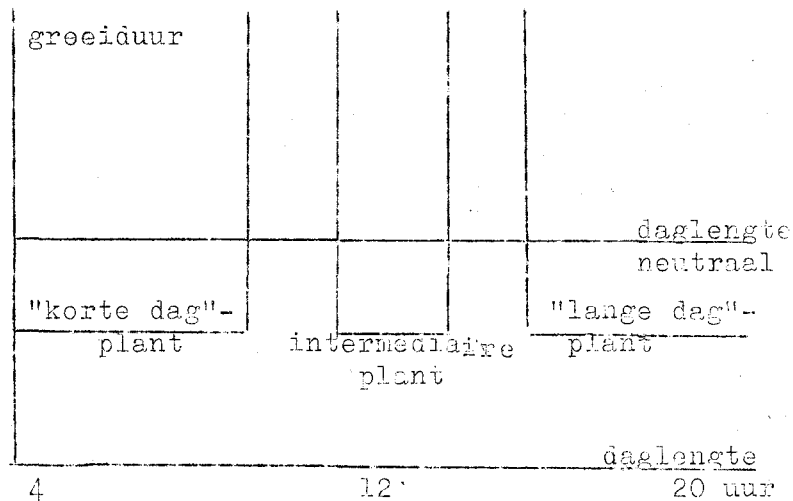
3. Intermediare planten. Hieronder verstaat men planten, waarbij zowel de overdag als de 's nachts plaats vindende processen in het minimum kunnen komen te verkeren. Er is dus zowel een bepaalde minimum daglengte als een bepaalde minimum nachtlengte vereist. Er zijn hier dus 2 kritieke punten, waarbuiten geen bloei mogelijk is. Liggen beide punten dicht bij elkaar, dan is dus slechts bij een zeer bepaalde daglengte bloemaanleg mogelijk.

4. Daglengte-neutrale of daglengte-indifferentie planten. Hierbij kunnen noch de overdag plaats hebbende levensprocessen, noch de 's nachts plaats hebbende levensprocessen in het minimum komen te verkeren. Er is dus voor de bloemaanleg geen minimum daglengte vereist en evenmin een minimum nachtlengte. Deze kan in principe bij elke daglengte plaats vinden.

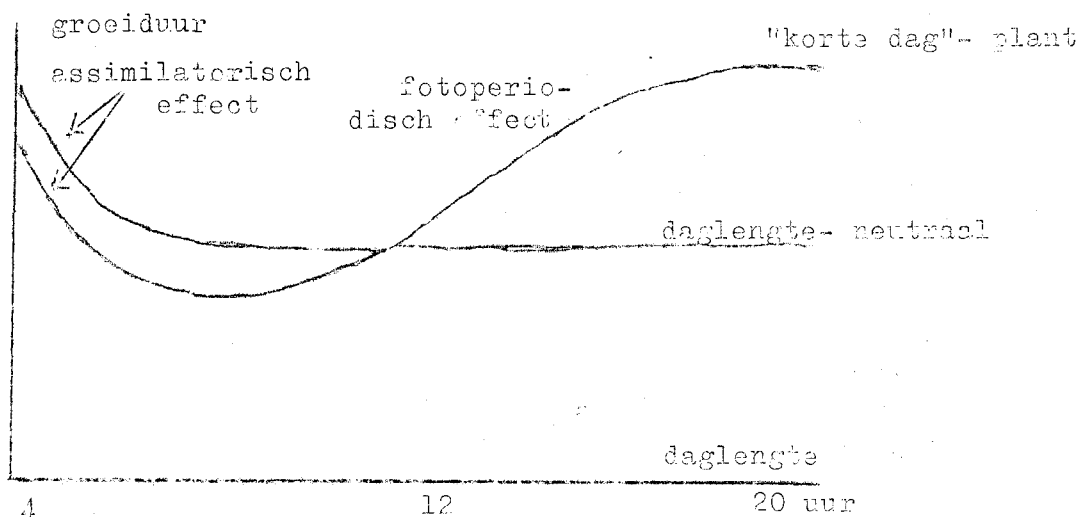
Vanzelfsprekend kunnen planten niet in voortdurende duisternis groeien; zij zouden afsterven bij gebrek aan assimilaten. In voortdurend licht kunnen de meeste planten echter op de duur evenmin goed groeien, zodat ze soms zelfs voortijdig afsterven. Zij kunnen in het algemeen slechts in hun jeugdperiode enige tijd continu licht zonder nadeel verdragen. Er zijn slechts weinige planten (bv. Petunia's), die hun gehele ontwikkeling in continu licht met succes kunnen volbrengen.

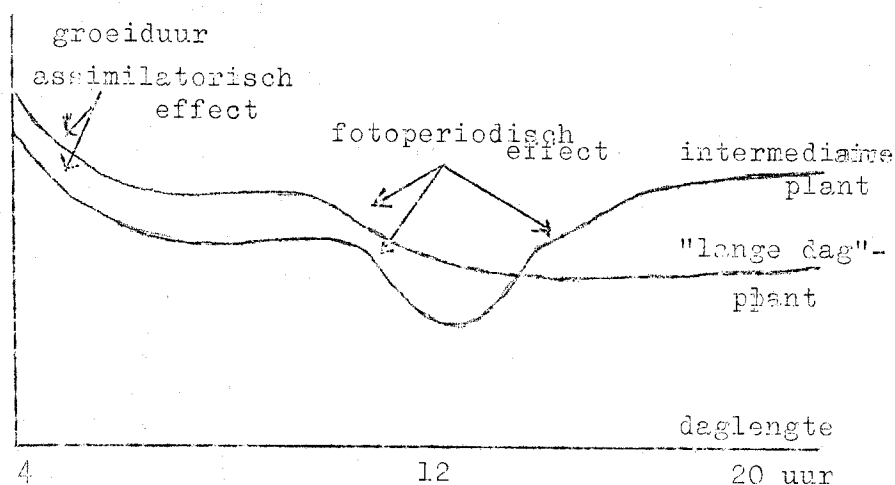
Het effect van een kortstondige onderbreking van nacht en dag is verschillend. Bij "korte dag"-planten kan een kortstondige onderbreking van de nacht de bloemaanleg verhinderen (dit wijst erop, dat de nachtlengte essentieel is). Naarmate de lichtbron sterker is, kan met een kortere onderbreking worden volstaan. Het effect is vrijwel recht evenredig met de hoeveelheid toegestraalde lichtenergie. Een kortstondige onderbreking van de dag bij "lange dag"-planten heeft echter in het algemeen weinig effect. "Nacht" kan men echter niet in verschillende gradaties geven, zoals licht. Het is niet onmogelijk, dat er een zekere minimum inwerkingsduur van de "nacht" nodig is om de "dag-processen" voldoende te verstoren.

Om het karakter van de fotoperiodiciteit bij een bepaalde plant weer te geven, zet men veelal in een grafiek de totale groeiperiode (van keiwing tot en met zaadvorming) uit tegen de daglengte. Er van uitgaande, dat de invloed van de daglengte absoluut is, zouden de 4 hierboven genoemde vormen van fotoperiodiciteit de volgende lijnen te zien kunnen geven.



De invloed van de daglengte is echter zelden absoluut. Zo-wel bij de "korte dag"- als bij de "lange dag"- planten bestaan er allerlei overgangen tussen een vrijwel absoluut karakter van deze eigenschap en onverschilligheid voor daglengte (daglengte-indifferent of daglengte-neutraal). Dit komt tot uiting in een meer of minder steil verloop van het opstijgende deel van de lijnen. De helling is dus een maatstaf voor de sterkte van het fotoperiodisch effect. Hoe steiler de lijn is, des te sterker is de invloed van de fotoperiodiciteit. Het zelfde geldt ook voor de intermediaire planten. Hier heeft men echter met 2 hellende lijnstukken te maken, die elk een andere helling kunnen bezitten. Uitgaande van een constante sterkte van het fotoperiodisch effect bij een bepaald type van fotoperiodiciteit, zijn evenog verschillende evenwijdige lijnen mogelijk, afhankelijk van de kritieke daglengte of nachtlengte. Bij afnemende kritieke nachtlengte verschuiven de lijnen naar rechts, bij afnemende kritieke daglengte naar links. In werkelijkheid hebben de lijnen gewoonlijk een min of meer vloeiend verloop. Een verdere complicatie is nog, dat bij zeer korte dagen de groeiduur kan worden verlengd als gevolg van een onvoldoende assimilatie. Bij "lange dag"- planten is dit effect niet steeds duidelijk te onderscheiden van het zuiver fotoperiodisch effect. Hier volgen tot slot nog enkele lijntypen, zoals deze zich in de natuur kunnen voordoen.





Vernalisatie en koude-behandeling.

Ook hierbij is aanvankelijk vooral gedacht aan een beïnvloeding van het bloeitijdstip. Klassiek is het voorbeeld van de zomer- en wintergranen. Zomergranen kunnen in het voorjaar worden gezaaid en schieten toch in de aar. Wintergranen doen dit alleen als ze in de herfst zijn gezaaid en de winterkoude als jonge plant hebben meegemaakt.

De inwerking van de koude is op zeer verschillende momenten mogelijk. Er zijn voorbeelden bekend (o.a. bij andijvie), waar het niet geheel uitgerijpte zaad aan de moederplant reeds de koudeïnvloed ondergingen, waardoor vernalisatie optrad met een neiging tot vroegtijdig doorschieten van de het volgend jaar uit dit zaad opgroeiende planten als gevolg. Wanneer het zaad in volkomen rusttoestand verkeert, is het ongevoelig voor de inwerking van koude. Zodra het zaad is opgezwollen (water opgenomen) en begonnen te kiemen, kan de koude in vele gevallen weer vernaliserend gaan werken. Hierop berust de koude-behandeling van het juist gekiemde zaad van wintergranen bij uitzaai in het voorjaar. In het algemeen moet de koude geruime tijd inwerken, wil ze een voldoende effect hebben (gewoonlijk minstens 3 weken). Soms zijn de planten vooral in een veel later stadium gevoelig voor vernalisatie. Dit is veelal het geval bij van nature 2-jarige planten, die in het eerste jaar een wortelrust vormen en in het tweede jaar een bloestengel. Dit laatste geschiedt dan onder invloed van de winter, die de plant heeft meegemaakt.

Behalve de bloemaanleg kunnen nog verschillende andere in de inleiding genoemde ontwikkelingsfasen door een periode van lage temperatuur worden beïnvloed, zo bv. de ontkieming van zaden en de ontwaking uit de winterrust (hierdoor wordt veelal de overgang van de traagheidstoestand naar de gerende toestand bewerkstelligd). Een bekend voorbeeld is de behoefte aan rijping van vers geoogst sla-zaad. Ook al is dit zaad van uitstekende kwaliteit, dan kiemt het toch aanvankelijk slecht, in het bijzonder bij hoge temperatuur. Zet men het tevoren geweekte zaad echter enkele dagen bij $\pm 5^{\circ}\text{C}$ in een koelkast, dan ondergaat het zaad een rijpingsproces waardoor een snelle en gelijkmatige kieming mogelijk wordt (in dit geval mag men niet meer van vernalisatie spreken).

Er bestaat vaak een wisselwerking tussen de lage temperatuur en andere groeifactoren bij de beïnvloeding van het ontwikkelingsritme van de planten. Soms wordt het effect alleen zichtbaar bij een bepaalde combinatie van omstandigheden. Een zeer typisch voorbeeld hiervan treft men aan bij de ontkieming van het zaad van sommige woestijnplanten. Hiervoor is dan nodig

het samengaan van een afkoeling met het vallen van een zekere hoeveelheid neerslag. In andere gevallen is het verband minder sterk, maar toch duidelijk merkbaar. Zo is de daglengte-behefte vaak afhankelijk van de temperatuur. Men ziet dan bij voorbeeld (o.a. bij aardbeien) een verschuiving van de kritieke daglengte optreden. Naarmate de temperatuur lager is, kan dan bij een langere dag (feitelijk kortere nacht) nog bloemaanleg plaats vinden. Dit houdt in, dat bloemaanleg dan bij een grotere variatie in daglengte mogelijk is.

Thermoperiodiciteit.

Zoals reeds is vermeld, wordt hiermee het verschijnsel aangeduid, dat verschillende planten 's nachts een andere temperatuur (bijna steeds een lagere) vragen dan overdag. Dit kan enerzijds verband houden met het feit, dat 's nachts het verlies aan organische stof (koolhydraten e.d.) als gevolg van de ademhaling, kan worden beperkt door een lage temperatuur. Daar overdag bij voldoende licht en koolzuurgas het ademhalingsproces verre wordt overschaduwd door de assimilatie, zal het overschot aan assimilaten in het algemeen bij een hoge temperatuur groter zijn. Een betrekkelijk lage nachttemperatuur en een hoge dagtemperatuur zullen dus leiden tot een gunstige drogestof balans.

Daarnaast bestaat de mogelijkheid, dat bepaalde processen, die zich vooral 's nachts afspelen, een lager temperatuuroptimum vertonen dan de processen, die overdag plaats vinden. Een bekend voorbeeld hiervan vormt het transport van de assimilaten. Bij verschillende planten wordt de afvoer van de assimilaten uit het blad, bevorderd door een betrekkelijk lage temperatuur. Hierdoor is het te verklaren, dat bij een te hoge nachttemperatuur de vorming en rijping van organen, waarin veel reserve-voedsel ligt opgeslagen, zoals vruchten, knollen en bollen, kan worden vertraagd. Dit komt o.a. tot uiting bij de vorming van tomaatvruchten en aardappelknollen en bij de rijping van druiven.

Groeistoffen, remstoffen, bloeistoffen.

De daglengte en koude hun invloed uitoefenen is nog niet precies bekend. Waarschijnlijk wordt hierdoor het groeistofniveau in bepaalde delen van de plant beïnvloed, hetzij door vorming of door afbraak van groeistoffen en remstoffen. In verschillende gevallen kon een verandering in hoeveelheid of aard van de groeistoffen worden vastgesteld. Het is zelfs wel gelukt, de daglengte- of koudebehandeling met meer of minder groot succes te vervangen door de toediening van bepaalde groeistoffen (o.a. bij de beïnvloeding van het uitlopen van knoppen, het doorschieten van de bloemstengel en het vallen der bladeren). Zo is het bij de winning van slazaad gelukt, het doorschieten van de bloemstengel aanmerkelijk te vervroegen, zowel door een "lange dag"-behandeling als door een koude behandeling, en eveneens door de toediening van bepaalde groeistoffen (in het bijzonder gibberellazuur). Dit heeft als voordeel, dat het zaad vroeger en dus in een gunstiger seizoen kan afrijpen, terwijl geen krop wordt gevormd, waardoor aan de voet van de stengel geen dichte bladmassa aanwezig is, welke gemakkelijk tot rotting zou kunnen overgaan.

Bij de rijping van zaden, en misschien ook wel bij de beëindiging van de traagheidstoestand kan de afbraak van remstoffen een rol spelen. Deze remstoffen kunnen bij zaden ook wel worden verwijderd door uitspeling met water, hetgeen soms wel (bv. bij bietenzaad) opzettelijk wordt gedaan ter verkrijging van een betere kieming. Ook het effect van de regen bij de zaadkieming van bepaalde woestijnplanten kan op deze wijze worden verklaard.

Hoewel het nog niet gelukt is een bloeistof aan te tonen en te identificeren, is toch ook het bloei-inducerend verschijnsel waarschijnlijk van stoffelijke aard, zij het dat hierbij aan een meer complex karakter zal moeten worden gedacht, en niet aan één bepaalde bloeistof. Een sterke aanwijzing voor de stoffelijke aard vormt het feit, dat men de toestand van bloeirijpheid kan overbrengen op planten of plantedelen, welke niet de vereiste daglengte- of koude-behandeling hebben ontvangen. De mate, waarin deze bloeirijp-

heidstoestand kan worden overgebracht, varieert zeer sterk. Het meest frappante voorbeeld van de overbrenging van de bloeirijpheidstoestand doet zich voor bij *Perilla*, een "korte dag"-plant. Door een enkel blad van een bloeirijpe plant te enten op een exemplaar dat steeds aan een lange dag is blootgesteld geweest, kan men reeds bloei te weeg brengen. Het is zelfs gelukt, dit zelfde blad tot 6 maal toe van de plant te verwijderen en op een andere plant te enten, waarbij telkens weer bloei werd geïnduceerd. In andere gevallen is het veel moeilijker, de bloeirijpheidstoestand over te brengen. Men kan bv. *Poinsettia* met 2 stengels laten opgroeien, waarbij de ene stengel een "lange dag"-behandeling krijgt en de andere een "korte dag". Slechts de laatstgenoemde gaat dan bloeien. Door nu van de andere stengel al het blad te verwijderen, kan ook deze tot bloei worden gebracht. In het algemeen zal de toestand, welke heerst in dat deel van de plant, waar het meeste blad aanwezig is, domineren.

Innerlijk ritme.

Toen men een halve eeuw geleden de verschijnselen van fotoperiodiciteit, vernalisatie e.d. nog niet had leren kennen, schreef men het al of niet in bloei komen van de plant toe aan een innerlijk ritme van de plant. Toen men leerde het bloeitijdstip te beïnvloeden, is deze theorie geheel verlaten. De laatste jaren heeft men echter een andere vorm van "innerlijk ritme" bij de plant kunnen vaststellen, nl. een meer of minder sterke binding van de plant aan een innerlijk ritme van 24 uur, waarbinnen zich de afwisseling van dag- en nachtprocessen moet voltrekken. Zijn dag en nacht samen belangrijk korter of langer dan 24 uur, dan wordt het evenwicht verstoord. De reactie op de daglengte kan daardoor sterk worden gewijzigd. Het is gebleken, dat het innerlijk afhankelijk kan zijn van de temperatuur. Bij zeer lage temperaturen kan het ritme worden vertraagd, bij zeer hoge temperaturen versneld. Zo is bij de tomaat gevonden, dat bij een temperatuur van 10°C de gunstigste lengte voor dag + nacht ongeveer 28 uur bedraagt, bij 30°C daarentegen slechts ongeveer 18 uur.

Synchronisatie-effect.

De doelmaticheid van het verschijnsel van de fotoperiodiciteit hangt samen met de omstandigheid, dat in de natuur de groei van de verschillende individuen van een bepaalde plantesoort niet gelijk opgaat. Het ene individu zal nu eenmaal gunstiger omstandigheden treffen dan het andere. Daardoor zal vaak reeds de kieming niet gelijktijdig plaats vinden. Voor de meeste planten is kruisbestuiving noodzakelijk voor het in stand houden van de groeikracht. Kruisbestuiving is echter alleen mogelijk bij een gelijktijdige bloei. De fotoperiodiciteit moet nu worden gezien als een synchroniserend mechanisme. Het luistert vaak zeer nauw naar de "klok" die de natuur biedt in de vorm van een geleidelijk veranderende daglengte.

In een periode van toenemende daglengte (op het noordelijk halfrond: voor 21 juni) zullen dié planten in bloei komen, waarbij hetzij voor de bloemaanleg, hetzij voor de strekking van de bloemstengel een "lange dag" nodig is. Naarmate de kritieke daglengte korter is, zullen deze planten vroeger in het voorjaar tot bloei komen. In een periode van afnemende daglengte (op het noordelijk halfrond: na 21 juni) zullen de planten in bloei komen, waarbij hetzij voor de bloemaanleg, hetzij voor de strekking van de bloemstengel een "korte dag" nodig is. Naarmate de kritieke nachtlengte langer is, zullen deze planten later in de herfst tot bloei komen. Men kan de van nature in het voorjaar bloeiende planten vaak ook wel in het najaar laten bloeien en omgekeerd, maar dan blijft het synchroniserend effect van de daglengte achterwege.

In dit licht, laten de verschillende eisen, die de opeenvolgende ontwikkelingsstadia van de plant aan de daglengte kunnen stellen, zich gemakkelijker verklaren. Zo komt het veelvuldig voor, dat de bloemaanleg (vroeg in het voorjaar, soms reeds voor de winter) wordt bevorderd door een "korte dag", doch het uitgroeien van de bloemstengel (later in het voorjaar) door een "lange dag". Een ander veel voorkomend verschijnsel is, dat de bloei

(voor 21 juni) wordt bevorderd door een "lange dag", maar de vorming van knollen en bollen (na 21 juni) door een "korte dag" (transport van assimilaten!). Bij de aardbei is het typisch, dat de bloemaanleg wordt bevorderd door een "korte dag", maar de vorming van uitlopers door een "lange dag".

Planten met een zeer lange kritieke daglengte of nachtlengte kunnen hun ontwikkeling slechts voltooien, indien ze groeien op een hoge breedtegraad, waar lange dagen of nachten ^{kunnen} voorkomen. Zij zijn dan ook uit die gebieden afkomstig, hetzij van nature, hetzij aldaar door de mens gewonnen. Naarmate de kritieke daglengte of nachtlengte dichter nadert tot de waarde van 12 uur, zijn de planten geschikt om op een lagere breedtegraad tot volledige ontwikkeling te komen. Bij tropische planten treft men dan ook altijd kritieke daglengten aan van om en nabij 12 uur. Hier leven ook de intermediaire planten met gering verschil tussen kritieke daglengte en kritieke nachtlengte. Bij planten, welke leven aan de grens van hun natuurlijk verspreidingsgebied, treft men wel het verschijnsel aan, dat in bepaalde jaren geen enkel exemplaar bloeit, terwijl ze in andere jaren alle tot bloei komen. De voor bepaalde ontwikkelingsprocessen noodzakelijke daglengte wordt dan ternauwernood bereikt, waardoor alleen bij een in bepaalde jaren optredend gunstig samenspel van de groeifactoren de ontwikkeling kan worden voltooid.

Veredeling in verband met fotoperiodiciteit.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de geografische verspreiding van een plantesoort ten nauwste verband houdt met zijn fotoperiodische reacties. Het zelfde geldt voor de bruikbaarheid van door de mens geteelde cultuurrassen. Bij een enigszins sterk fotoperiodisch effect (betrekkelijk steile helling v de groeilijn) bedraagt de schommeling om de ideale breedtegraad niet meer dan 4 graden. Dat wil zeggen, dat in Zuid-Zweden of in Parijs gekweekte rassen zich in ons land dan juist aan de grens van hun verspreidingsgebied bevinden. Dit is o.a. zeer duidelijk gebleken bij tarwe, een "lange dag"- plant. Een dergelijke plant met een voor Parijs optimale kritieke daglengte, zal in ons land te snel in bloei komen, omdat de kritieke daglengte hier vroeger in het seizoen wordt bereikt. De plant is dan nog niet voldoende uitgegroeid, waardoor de produktie gering blijft. Een plant met een voor Zuid-Zweden optimale kritieke daglengte, zal daarentegen in ons land te laat in bloei komen, omdat de kritieke daglengte hier later in het seizoen wordt bereikt. Er bestaat dan gevaar, dat het zaad niet voldoende zal uitrijpen. Het hangt dan vaak van de weersomstandigheden af, of zulke planten (rassen) in bepaalde jaren toch nog goed zullen voldoen.

Er kunnen dus rasverschillen bestaan ten aanzien van de kritieke daglengte of nachtlengte. Rasverschillen ten aanzien van de sterkte van het fotoperiodisch effect kent men eveneens. Behoudens één uitzondering zijn er echter nog geen voorbeelden bekend van het bestaan van rassen met een "lange dag"- karakter naast rassen met een "korte dag"- karakter bij eenzelfde gewas. In vele gevallen is het wel gelukt, om bij gewassen met een "lange dag"- of met een "korte dag"- karakter, vormen te kweken, welke daglengte-neutraal zijn. De in het wild groeiende typen zijn gewoonlijk niet daglengte-neutraal, maar bij kruisingen splitsen meermalen daglengte-neutraal typen uit. Voor bijzondere teeltwijzen leggen laatstgenoemde typen ons veel minder moeilijkheden in de weg.

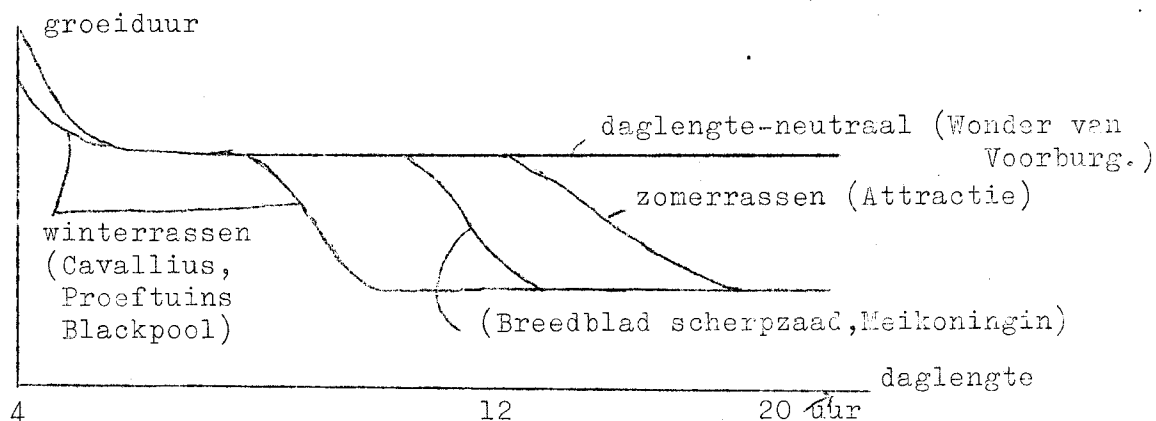
Voor zoverre het de onder glas geteelde groenten betreft, is het opvallend, dat aangaande de fotoperiodiciteit veel meer bekend is van de gewassen, die in een vegetatief stadium worden geoogst, dan van de gewassen, waarbij het om de vrucht te doen is. Dit is niet onlogisch. Bij de eerstgenoemde gewassen (bladgroenten) is er weinig reden om te selecteren in de richting van daglengte-neutraal typen. Het is integendeel vaak gunstig, dat het tijdstip van bloemvorming wordt uitgesteld. De plant zal zich dan vegetatief sterker kunnen ontwikkelen. Bij vruchtgewassen kunnen fotoperiodische effecten daarentegen zeer hinderlijk zijn, in het bijzonder wanneer

men deze in alle tijden van het jaar wil telen en in een klimaat, waarin ze oorspronkelijk niet thuis behoren. Voor zover deze eigenschap niet van nature aanwezig was, zal er dan ook wel onbewust in de richting van daglengte-neutrale typen zijn geselecteerd. In het algemeen zal bij de huidige rassen het tijdstip van bloemvorming niet in belangrijke mate door fotoperiodische effecten worden bepaald. Dit wil echter niet zeggen, dat deze rassen in al hun levensverrichtingen worden beïnvloed. Deze invloed zal echter minder opvallend zijn en daardoor vaak nog minder goed bekend. ^Fnimmer door fotoperiodische effecten

Reactiewijze van enkele veel onder glas geteelde gewassen.

Spinazie is een "lange dag"-plant, waarvan de rassen belangrijke verschillen in kritieke daglengte vertonen. Naarmate deze korter is, lenen de rassen zich minder goed voor een zomerteelt, omdat ze bij deze teeltwijze te spoedig zouden doorschieten. Deze rassen zijn daarentegen voor een winter-teelt soms extra geschikt, omdat ze met minder licht toe kunnen.

In onderstaande grafiek stelt de rechtse lijn het gedrag van de zomer-rassen voor, die een lange kritieke daglengte bezitten. De middelste lijn geeft het gedrag weer van de rassen, die men tot voor ongeveer 10 jaar in de winter teelde (voornamelijk Breedblad scherpzaad). Zij bezitten een kortere kritieke daglengte. Daarna zijn er rassen in de handel gekomen met een nog kortere kritieke daglengte (Cavallius). Hun lichtbehoefte is bovendien beduidend geringer, zodat ze bij weinig licht (korte dagen) sneller groeien. Zij worden daarom ten onrechte wel "korte dag"-rassen genoemd; hun gedrag wordt uitgebeeld door de linkse lijn.



Sla is eveneens een "lange dag"-plant, waarvan de rassen belangrijke verschillen in kritieke daglengte vertonen. Er bestaat een overeenkomstig verband tussen de kritieke daglengte en de geschiktheid van de rassen voor zomer- en winterteelt als bij de spinazie. Het gedrag van de slarassen kan dan ook in principe door dezelfde grafiek worden uitgebeeld, mits men niet op de absolute waarden let, maar slechts acht geeft op de onderlinge ligging van de lijnen.

De zomerrassen hebben een lange kritieke daglengte (Attractie). Deze is soms zo lang, dat het in bloei komen ook midden in de zomer in ons land nog niet wordt versneld. Hun gedrag wordt weergegeven door de rechtse lijn. Enkele zomerrassen zijn daglengte-neutraal (Wonder van Voorburg). Dat wil in dit geval zeggen, dat geen daglengte bekend is, waarbij het in bloei komen wordt versneld (horizontale lijn). Meikoningin, tot voor kort vrijwel het enige ras dat op grote schaal onder glas geteeld werd, bezit een kortere kritieke daglengte en is daarom minder geschikt voor een zomerteelt. Het gedrag van dit ras wordt uitgebeeld door de middelste lijn. De lichtbehoefte van Meikoningin is echter te groot om hiermee in een winterteelt

redelijke resultaten te kunnen bereiken. Ook van dit gewas zijn sinds enkele jaren rassen in de handel gekomen met een nog kortere kritieke daglengte (Proeftuins Blackpool, uitgebeeld in de linkse lijn). Opnieuw gaat hiermee samen een geringere lichtbehoefte, zodat ze bij korte dagen en een lagere licht-temperatuur verhouding beter kunnen doorgroeien. Ook in dit geval wordt wel ten onrechte over "korte dag"-rassen gesproken. Zij lenen zich niet voor een zomerteelt, en evenmin voor een vroege herfstteelt, omdat ze bij een te vroegtijdig uitzaaien in de zomer snel doorschieten, tenzij men kunstmatig de dag verkort. Niet bij alle rassen berust de geschiktheid voor de winterteelt op een korte kritieke daglengte. Dit is bij voorbeeld niet het geval bij Regina (qua kritieke daglengte vergelijkbaar met Meikonigin). Ook de geringere lichtbehoefte is minder opvallend dan bij Proeftuins Blackpool. Wellicht ontleent Regina haar geschiktheid voor de winterteelt vooral aan een geringere warmtebehoefte, verband houdend met een zeer diepe wortelontwikkeling.

Bij sla is ook de kropvorming, een bijzondere vorm van vegetatieve ontwikkeling, een belangrijk proces. De jonge plant vormt altijd eerst een aantal langgerekte bladeren. In een later stadium worden de bladeren breder en gekroesd. Deze brede bladeren kunnen elkaar goed omsluiten, waardoor een krop wordt gevormd. De kropvorming berust in wezen op het niet goed uitgroeien van de middennerf. Knipt men het bladmoes langs de middennerf los, dan krijgt men vrijwel de oorspronkelijke langgerekte vorm van het blad terug. Het tijdstip van kropvorming is afhankelijk van verschillende groeiomstandigheden, die het uitgroeien van de middennerf kunnen remmen. Dit gebeurt door een ruime lichtvoorziening, een lage temperatuur (vooral 's-nachts), en een beperkte stikstofvoorziening (beslist geen stikstofgebrek). Er bestaan ook in dit opzicht grote verschillen tussen de rassen. Naast onze "gewone" rassen bestaan er extreme wintertypen (Cheshunt 5 b en Early Giant). Deze kunnen bij weinig licht toch een goede krop vormen. Deze worden vroegtijdig gevormd, doch blijven steeds klein. Hier tegenover staan de Amerikaanse ijsslatypen met een zeer lange groeiperiode, waarin dan zeer grote kroppen kunnen worden gevormd.

Bloemkool neemt een overgangspositie in. Het is weliswaar geen vruchtgewas, maar de kool is toch een vorm van generatieve ontwikkeling. Zij bestaat namelijk uit een groot aantal nog niet uitgegroeide vertakkingen van de bloemstengel. Er is weinig bekend omtrent enige fotoperiodische reactie van bloemkool. Wellicht ligt dit anders bij de winterbloemkool, die nog niet lang geleden uit de brocoli is geselecteerd, evenals dit eeuwen geleden gebeurd is met onze gewone bloemkool. De winterbloemkool schijnt een winterperiode nodig te hebben om tot koolvorming te geraken. In elk geval worden de kolen veel meer gelijktijdig gevormd dan bij gewone bloemkool (lange oogstperiode!) het geval is. Het is echter nog niet onderzocht, in hoeverre dit samenhangt met de daglengte of met een periode met lage temperatuur.

Men kent bij bloemkool tal van fysiogene afwijkingen, die feitelijk te beschouwen zijn als abnormaliteiten in de ontwikkeling, en waarbij vernalisatieverschijnselen een rol kunnen spelen. Zo gebeurt het vaak, dat de koolvorming in meer of mindere mate wordt geremd (boorders, klemharten) of zelfs geheel achterwege blijft (hartloosheid). Deze verschijnselen worden opgeroepen door een koude-periode (mede door vochtgebrek). Hierdoor kan het groeipunt te vroegtijdig overgaan tot generatieve ontwikkeling, namelijk op een moment, dat de plant nog niet in staat is, de kool tot volledige wasde te brengen. Ook is het mogelijk, dat de vernaliserende invloeden niet voldoende lang inwerken, waardoor het groeipunt in het begin van de generatieve ontwikkeling blijft steken en kan worden overgroeid door het laatst gevormde blad (hartloosheid). Door molybdeen- en stikstofovermaat (vooral bij lage pH) kan het groeipunt worden verzwakt (eiwitvorming onvoldoende!), waardoor het optreden van klemharten sterk in de hand kan worden gewerkt. Het ontstaan van boorders, althans het snel doorschieten

van de kooltjes, kan worden bevorderd door droogte en hoge temperaturen. Enkele andere afwijkingen, nl. doorwas (groene blaadjes in de kool), witte doorwas (grijs dons op de kool, bestaande uit miniatuur-blaadjes) en schift (grijs later paarskleurend dons op de kool, bestaande uit miniatuur-bloempjes), treden vooral op tijdens groeizame omstandigheden. Men kan hierbij denken aan warme, vochtige nachten en aan een ruime water- en stikstofvoorziening. Het al of niet optreden wordt echter veelal reeds bepaald door groeiomstandigheden in een veel vroeger ontwikkelingsstadium. De juiste samenhang tussen de groeiomstandigheden en het zich openbaren van vele van deze afwijkingen is echter nog niet volledig opgehelderd.

De tomaat is, evenals de komkommer, een gewas met een langdurige bloeiperiode. Dit sluit fotoperiodische effecten evenwel niet geheel uit. Men zou zich bv. kunnen voorstellen, dat een "lange dag"-plant met een kritieke daglengte van 10 uur, van begin maart tot half oktober doorgaat met bloeien. Het is echter wel zo, dat voor dergelijke planten een fotoperiodische reactie zinloos is. Door hun lange bloeiperiode treedt namelijk automatisch een gelijktijdige bloei op, zodat de noodzaak van "op de klok kunnen kijken" niet aanwezig is. In overeenstemming hiermee is de tomaat dan ook altijd als een daglengte-neutraal gewas beschouwd.

Toch is de tomaat niet onverschillig voor de daglengte en zeker niet voor de hoeveelheid licht. De slechte ontwikkeling van de trossen en het achterwege blijven van vruchtzetting in de winter werd tot voor kort uitsluitend toegeschreven aan lichtgebrek en aan een te lage licht-temperatuurverhouding. Er zijn echter enkele aanwijzingen, dat vooral bij afnemende daglengte de korte dag op zich een remmende faktor kan zijn, hetzij bij de trosontwikkeling, hetzij bij het uitgroeien van de trossen.

Een continu belichting verdraagt de tomaat niet goed, behoudens de eerste weken na de kieming. Als gevolg hiervan treden bladbeschadigingen op en kunnen de planten zelfs voortijdig afsterven. Deze schadelijke gevolgen kunnen voor een belangrijk deel worden teniet gedaan door een "nacht" te geven in de vorm van een lagere temperatuur. Juist bij gebrek aan assimilaten is een flink verschil tussen dag- en nachttemperatuur gewenst om toch nog een deel van de assimilaten aan de vruchtvorming ten goede te laten komen. Door een lange dag (eventueel continu belichting) in de beginperiode wordt de vegetatieve groei versneld, waardoor eerder een flink assimilatie-apparaat wordt gevormd, de grond vlugger is bedekt en het zonlicht beter wordt benut.

Bij grotere planten is opgemerkt, dat bij een lange dag tijdens de laatste uren van de dagperiode de assimilatie vrijwel tot stilstand kan komen. Wellicht vormt dit mede een verklaring voor het feit, dat een namiddag belichting met kunstlicht tijdens de opkweek steeds de beste resultaten geeft. Men heeft dan de grootste lichtsterkte in het begin van de assimilatieperiode.

Bij de komkommer is de toestand gecompliceerder dan bij de tomaat. De bloemaanleg in het algemeen wordt waarschijnlijk niet door de daglengte beïnvloed, maar wel de geslachtstoestand van de gevormde bloemen. De bij ons geteelde komkommerrassen bezitten namelijk geen tweeslachtige bloemen, maar afzonderlijke mannelijke en vrouwelijke bloemen. De plant vormt eerst mannelijke bloemen en na enige tijd ook vrouwelijke. Naarmate de dagen korter zijn en de temperatuur lager is (althans 's-nachts) worden er eerder vrouwelijke bloemen gevormd en bezitten deze in sterker mate het vermogen om parthenocarpisch tot vruchten uit te groeien. Daarom levert een te lang voortgezette belichting met kunstlicht 's-nachts een averechts resultaat op. Aldus is het ook duidelijk, waarom een zomerteelt van komkommers op IJsland (vrijwel 24 uur dag) tot mislukking gedoemd is. Is de vorming van vrouwelijke bloemen eenmaal begonnen, dan schijnt een lange dag gepaard met hoge temperatuur minder funest te zijn, hoewel een belangrijke verschuiving in de verhouding tussen mannelijke en vrouwelijke bloempjes ten gunste van

de mannelijke onvermijdelijk is. Dit kan leiden tot een oogstdepressie.

Het is bekend, dat de gewone komkommerrassen (normaal in het voorjaar geteeld) bij een herfstteelt minder goed voldoen. Dit zal ongetwijfeld samenhangen met het feit, dat in het voorjaar de daglengte toeneemt en in het najaar afneemt. Een gewijzigde temperatuur-licht verhouding zal in dit geval niet zo belangrijk zijn, omdat in het voorjaar harder gestookt wordt dan in het najaar, waardoor de van nature optredende wijzigingen in deze verhouding weer ongedaan wordt gemaakt. De hoeveelheid licht is in september en oktober beslist niet minder dan in februari. De onvoldoende vruchtbaarheid in het najaar mag daarom niet uitsluitend worden toegeschreven aan een onvoldoende assimilatie als gevolg van lichtgebrek. Bovendien is het mogelijk gebleken om door kunstmatige bestuiving (met behulp van bijen) een veel grotere vruchtbaarheid te verkrijgen, zij het dat dan slechts minderwaardige zaadkoppen worden gevormd. De planten, voor een herfstteelt bestemd, worden opgekweekt bij een lange dag en betrekkelijk hoge temperatuur. Daardoor zullen de nog gevormde vrouwelijke bloempjes weinig potentie bezitten om parthenocarpisch uit te groeien. Het uitgroeien zelf wordt bij de vancouds geteelde rassen (zoals Spotvrije) waarschijnlijk bevorderd door een hoge temperatuur, een eis waaraan in de herfst vaak evenmin wordt voldaan. De juiste opvolging van groeiomstandigheden is bij de herfstteelt verbroken. Er zijn nu nieuwe rassen gewonnen, die in de herfst gemakkelijker tot vruchtvorming geraken. Het is nog niet bekend in hoeverre dit te danken is aan een geringere lichtbehoefte of aan andere eisen, die gesteld worden ten aanzien van bloemaanleg en uitgroeien van de vruchten. Het laat zich echter aanzien, dat met deze rassen zelfs een winterteelt niet langer tot de onmogelijkheden mag worden gerekend.

Bij de meloen is het verschijnsel van de steeds voortgaande bloei en vruchtzetting minder duidelijk waarneembaar dan bij de voorgaande gewassen. De oogst vindt plaats in enkele sneden, waarvan de eerste gewoonlijk verreweg de belangrijkste is. Daar tussen is wel bloei mogelijk. Zodra er echter enkele uitgroeiende vruchten aan de plant liggen, heeft er geen nieuwe vruchtzetting meer plaats. Dit is pas weer mogelijk, wanneer de eerstgevormde vruchten zijn geoogst. Rassen, die van zuidelijker breedtegraad afkomstig zijn, vertonen hier vaak een onvoldoende vruchtbaarheid (Honeydew, Benders surprise). Door deze rassen extra lang te snoeien, kan de vruchtbaarheid soms worden verbeterd. De ogenmeloen (uit Israël) vertoont daarentegen een haast overdadige vruchtbaarheid. De oorzaken van deze verschillen zijn echte nog onbekend; zo weet men ook niets van een eventuele daglengte-reactie bij de meloen.

Het suikergehalte en de kwaliteit laten bij ons vaak te wensen over. In een droger subtropisch klimaat zijn het suikergehalte en de bewaarbaarheid veelal belangrijker (o.a. in Israël). Dit verschil wordt gewoonlijk geweten aan een onvoldoende assimilatie in ons land. Het komt echter niet alleen aan op de mate van assimilatie, maar ook op de wijze, waarop de assimilaten worden gebruikt. Het is niet uitgesloten, dat de korte nachten met onvoldoende verschil tussen dag- en nachttemperatuur voor dit gewas nadelig zijn, omdat het transport van de assimilaten hierdoor wordt beperkt.

Van de behoefte van de paprika is evenmin al veel bekend. Er is in sommige opzichten een overeenkomst met de tomaat o.a. wat betreft het benodigde verschil tussen dag- en nachttemperatuur. Voor de vorming van de eerste vruchten is echter een belangrijk hogere temperatuur vereist dan bij de tomaat. Oudere paprika-planten kunnen daarentegen bij een lagere temperatuur doorgaan met vruchtvorming dan oude tomaatplanten. Zodoende laat de paprika zich in het voorjaar moeilijker vervroegen dan de tomaat, terwijl de teelt in de herfst juist langer kan worden volgehouden. De verklaring van dit verschil in gedrag is echter nog onbekend.

Ten slotte nog iets over een tweetal niet-groentegewassen, die men echter vrij veel kan aantreffen op de groentebedrijven onder glas, hetzij

in combinatie met groenteteelt of in afwisseling hiermee. De druif is een fruitgewas, d.w.z. een houtig, meerjarig gewas. Dergelijke gewassen vertonen vaak een jeugdperiode met geen of geringe vruchtbaarheid. Bij de druif blijkt hiervan niet veel, al is de vruchtbaarheid de eerste jaren wel wat minder (vooral bij Muscaat). In het algemeen biedt de overgang naar het generatieve stadium dus weinig moeilijkheden. Toch laat bij bepaalde rassen de vruchtbaarheid vaak te wensen over, in welk verband een lange snoei dan noodzakelijk is. Voor de bloemontwikkeling in hoger geplaatste knoppen schijnt namelijk minder koude nodig te zijn.

Ook zijn er vaak klachten over een te laag suikergehalte van de bessen, wat wel wordt toegeschreven aan onvoldoende assimilatie. Toch is er in het Westland betrèkkelijk veel zon, terwijl door de glasbedekking een langere groeiperiode mogelijk is. Hierdoor kan meer profijt worden getrokken van de zonnrijke voorjaarsmaanden. Wellicht wordt de rijping benadeeld door de lange dagen en een onvoldoende temperatuursdaling 's-nachts onder glas midden in de zomer, hetgeen het assimilatentransport kan bemoeilijken. In dit verband is het typisch, dat in tropische gebieden de druif veel beter afrijpt in bergstreken (lage nachttemperatuur) dan in de laagvlakte (hoge nachttemperatuur). Waar men in België de druiven de winter overhoudt aan de bomen, wordt ook reeds gedurende de zomer 's-nachts gestookt, waardoor niet alleen het optreden van rottingsverschijnselen wordt tegengegaan, maar ook het afrijpen van de bessen.

De chrysaant wordt veel geteeld in afwisseling met de tomaat. Zij is van nature een herfstbloem en als zodanig een typische "korte dag"-plant. Het ene ras komt echter belangrijker vroeger in bloei in de herfst dan het andere. Dit heeft twee oorzaken. In de eerste plaats zijn er verschillen in kritieke nachtlengte; naarmate deze langer is, zal het ras later in bloei komen. In de tweede plaats verschilt de tijdsduur, die er verstrijkt tussen het begin van de bloemaanleg en het in bloei komen. Deze periode kan variëren van 8 tot 15 weken. In dit verband spreekt men bv. van 8-, 10-, 12- of 15 weken rassen. Bij onze rassen bedraagt deze periode meestal 10 á 12 weken.

Door beïnvloeding van de daglengte kan men de chrysaant op elk gewenst tijdstip in bloei brengen en aldus het jaar rond telen. In Amerika doet men dit reeds jaren, maar ook in verschillende Europese landen ontstaat voor deze teeltwijze steeds meer belangstelling. Door kunstmatige verduistering toe te passen kan men de bloei vervroegen, waardoor de teeltduur (van uitplanten van stek tot snijden van bloemen) kan worden bekort tot 14- 17 weken, afhankelijk van het ras. De 12 tot 15 weken rassen kan men namelijk reeds 2 weken na het planten toppen en verduisteren. Bij de andere typen moet men hiermee zoveel langer wachten, dat de totale groei-duur toch 14 weken wordt.

Door nachtonderbreking met behulp van kunstlicht gedurende een uur kan men de bloei verlaten. Men moet er wel op letten, dat op het moment, waarop met de belichting wordt aangevangen, nog geen begin van bloemaanleg heeft plaats gevonden. Anders zouden er allerlei abnormaliteiten kunnen optreden. Ook moet de belichting voldoende intensief en gelijkmatig zijn, dit om een goed gelijktijdige bloei te waarborgen. De optimale temperatuur voor de bloemaanleg ligt bij sommige rassen hoger dan de optimale temperatuur voor het uitgroeien van de bloemen (resp. $\pm 15^{\circ}\text{C}$ en lager tot uiterlijk 10°C). Dit is in overeenstemming met het dalen van de temperatuur, vooral later in de herfst. Bij andere rassen ligt het temperatuur-optimum voor bloemaanleg en uitgroeien ongeveer gelijk en wijkt dan meestal niet ver af van 15°C . Hieruit blijkt, dat de chrysaant zich door stoken nauwelijks zal laten forceren; bovendien wordt de kwaliteit bij hogere temperatuur vaak wat minder. Te lage temperaturen (beneden 10°C) moet men echter vermijden.

11. Vruchtzetting onder glas.

Onder glas kunnen zich verschillende moeilijkheden met de vruchtzetting voordoen. De luchtbeweging in de kassen is gering, waardoor de overbrenging van het stuifmeel bij windbestuivers wordt belemmerd. Ook de bloembezoekende insecten hebben niet altijd vrij toegang, zodat hun activiteit minder is dan buiten. De klimaatsomstandigheden kunnen in bepaalde opzichten extreem ongunstig zijn voor vruchtzetting. Zo kan het gewas in samenhang met de geringe luchtbeweging vaak lang vochtig blijven, waardoor het stuifmeel moeilijk loslaat. Ook kan bij zonnig weer de verdamping te sterk worden, waardoor het stuifmeel niet goed kan kiemen (verdrogen van de stempel), of waardoor in extreme gevallen het gehele bloempje kan verdrogen en afvallen (bloemrui; dit treedt meestal slechts op in combinatie met een slechte wortelontwikkeling en een hoge zoutconcentratie in de grond). Ook kunnen in bepaalde tijden van het jaar (vooral als gevolg van lichtgebrek) onvolledig ontwikkelde bloemen worden gevormd, waarin b.v. geen stuifmeel aanwezig is. Het spreekt vanzelf, dat dit probleem alleen aanwezig is bij vruchtgewassen en fruitgewassen (niet bij bloemgewassen). Zo kent men bij de druif het verschijnsel van de bloemrui (vooral het ras Muscaat is gevoelig voor verdroging en onvoldoende voeding van de bloempjes: graterige trossen), terwijl iedereen wel weet, dat de vruchtzetting van perziken en pruimen onder glas in belangrijke mate kan worden bevorderd door de plaatsing van bijenvolken in de warenhuizen. Valt de bloei bij laatstgenoemde gewassen in een zonnige periode, dan kan verhoging van de luchtvochtigheid zeer gunstig werken; is het daarentegen koud, donker weer tijdens de bloei, dan kan een goed resultaat worden verkregen door wat bij te stoken of door het plaatsen van ventilatoren.

Vruchtzetting is niet voor elk vruchtgewas vereist. De komkommer heeft in dit opzicht namelijk een aparte positie in. De in Amerika geteelde typen bezitten vaak tweeslachtige bloemen, die inderdaad bestoven moeten worden om vrucht te kunnen zetten. Onze rassen hebben echter eenslachtige bloemen, mannelijke en vrouwelijke tesamen op één plant. De vrouwelijke bloemen kunnen zonder voorafgaande bevruchting parthenocarpisch uitgroeien. Bestuiving is zelfs ongewenst, daar hierdoor de beruchte zaadkoppen kunnen ontstaan (met plaatselijke verdikking aan de top, deze zijn minder waard). Men zou de bestuiving kunnen tegengaan door alle mannelijke bloempjes systematisch bij hun vorming te verwijderen. Dit eist echter zeer veel arbeid, al kan het in bepaalde gevallen ook nuttig zijn ter voorkoming van een sterke verspreiding van een Botrytisaantasting.

De bestuiving van komkommers heeft voornamelijk plaats door bloembezoekende insecten. Om dit tegen te gaan is de aanwezigheid van een glasdek dus alleen maar prettig, hoewel helaas vaak niet afdoende. Bij staand glas kan veelal een goede afsluiting worden verkregen door het aanbrengen van nijlongaas onder de luchtramen. Vooral in de herfst is dit noodzakelijk, daar de betreffende insecten dan buiten niet meer voldoende voedsel kunnen verzamelen en daardoor meer neiging hebben de kas binnen te komen. Bij platglas kan een dergelijke afsluiting niet worden aangebracht, daar men hi door te zeer zou worden gehinderd bij het werken in de rijen en men bovendien het klimaat onder het platte glas niet meer voldoende zou kunnen beheersen. In een eenzijdig glasgebied zijn het vooral de bijen, die de bestuiving veroorzaken. Een bijenverordening is dan op zijn plaats. Het is ook mogelijk, door bespuiting met bepaalde groeistoffen (o.a. α -nafthylazijn zuur) de vorming van mannelijke bloemen te onderdrukken. Bij onze komkommerrassen gaat dit echter niet zonder het gewas ernstig te beschadigen. In Japan heeft men hiermee meer succes gehad. Men kent daar zelfs komkommertypen, die van nature in het geheel geen mannelijke bloemen vormen. Deze kunnen natuurlijk alleen als hybride in stand worden gehouden. Wellicht zal het binnenkort gelukken, deze eigenschap in onze cultuurrassen over te brengen.

Ook bij de meloen wordt de bestuiving overwegend door insecten tot stand gebracht. Vandaar dat men bij de teelt onder staand glas veel proeft kan trekken van het plaatsnemen van bijenvolken in de glasopstanden. Dit is onder plat glas niet mogelijk. Men zou dan tijdens de bloei gaarn lucht willen zetten, om aan insecten en de wind toegang te verschaffen. Voor een goed verloop van de vruchtzetting heeft de meloen echter ook veel warmte (en licht!) nodig. Aan deze eisen kan bij een platglasteelt moeilijk gelijktijdig worden voldaan. Zodoende biedt vooral een vroege teelt onder platglas grote moeilijkheden met de zetting. Later gaat dit beter. Toch blijft het moeilijk, een zodanig royale vruchtzetting te bereiken als bij staand glas mogelijk is.

Men kan trachten de vruchtzetting te verbeteren door bespuiting met groeistoffen (op basis van B-naftoxyazijnzuur of monochloor fenoxiazijnzuur). Parthenocarpische vruchtzetting is echter nimmer waargenomen. Toch zijn bij een te weelderige groei (relatief gemakkelijke opname van water en stikstof vooral op verse grond) hiermee opvallende resultaten bereikt. Overeenkomstige resultaten kunnen echter eveneens worden verkregen door een aan de groeiomstandigheden aangepaste snoeiwijze. In beide gevallen resulteert de behandeling in een remming van de vegetatieve ontwikkeling. Een belangrijk nevenvoordeel van het gebruik van groeistoffen is, dat bij een platglasteelt de oogst van de meloenen met een week tot 10 dagen kan worden vervroegd. Het is zeer de vraag of deze vervroeging ook optreedt bij aanwezigheid van een goede mogelijkheid tot bestuiving, zoals waar onder staand glas bijenvolken zijn geplaatst.

Van de vruchtzetting van de tomaat is misschien wel het meest bekend. Achtereenvolgens zal aandacht worden besteed aan de trosaanleg, het uitgroeien van tros en bloemen, het loskomen van het stuifmeel en de kieming van het stuifmeel.

De trosaanleg heeft reeds plaats lang voor dat men er iets van ziet. Zo kan de eerste tros al ongeveer 10 dagen na de opkomst worden aangelegd. Door zeer hoge nachttemperaturen kan men de trosaanleg volledig onderdrukken. Lage nachttemperaturen kunnen niet alleen de trosaanleg bespoedigen, maar kunnen ook leiden tot een sterkere vertakking van de trossen, zodat een groter aantal bloempjes wordt gevormd. Een sterkere vertakking van de trossen kan eveneens worden verkregen door op het moment, dat de trosaanleg begint, een bespuiting uit te voeren met de groeistof stikstof - metatolylftaal-aminozuur (duraset). Het heeft bij een vroege stookteelt echter in het algemeen weinig zin om de planten sterk vertakte onderste trossen te laten aanleggen, daar ze meestal toch niet over voldoende licht (en warmte) kunnen beschikken om dergelijke trossen (met de vruchten) groot te brengen.

Speciaal bij vroege stookteelten laat het uitgroeien van tros en bloemen vaak veel te wensen over. Soms ziet men slechts dwergtrosjes ("hanepootjes"). De bloempjes hieraan zijn vaak nietig en zeer flets van kleur ("gerstebloempjes"). Veelal zijn deze bloemen niet volledig ontwikkeld; zo bevatten zij vaak geen stuifmeel. Gewoonlijk zetten deze bloempjes dan ook geen vrucht. Men kan trachten een parthenocarpische vruchtzetting te forceren door bespuiting met fel werkende groeistoffen, zoals dichloorfenoxiazijnzuur (tomafax) of monochloorfenoxiazijnzuur (seedless set). Hierdoor kan tevens een vervroeging van de oogst met ongeveer een week worden verkregen. Een veelvuldige bespuiting met deze groeistoffen kunnen de planten echter niet verdragen; het blad geeft een virusachtig beeld te zien en de groei kracht gaat achteruit, wat leidt tot een lagere totaalopbrengst. Men moet tevens bedenken, dat de aldus verkregen vruchten meestal van slechte kwaliteit zijn (zacht, kantig en hol, in extreme gevallen zgn. paprika's). Het is verstandiger te trachten de trosontwikkeling in betere banen te leiden, door de oorzaken van het slecht uitgroeien zo veel mogelijk weg te nemen. Aan de hoofdoorzaak, het lichtgebrek, valt na het

uitplanten weinig te veranderen. Men moet er echter naar streven de temperatuur zo goed mogelijk aan te passen bij de lichtvoorziening, waarbij vooraan gezorgd moet worden voor een ruim verschil tussen dag- en nachttemperatuur. Een andere oorzaak is een over het geheel genomen te lage temperatuur, in het bijzonder van de grond. In extreme gevallen kan dit leiden tot vochtgebrek en groei stilstand. Bij wat minder extreem lage bodemtemperatuur kan echter reeds de voorziening met fosfor veel te wensen overlaten, een element dat onontbeerlijk is voor een volledige ontwikkeling van de bloempjes. Aan een onvoldoende stuifmeelvorming zou eventueel tegemoet gekomen kunnen worden door bestuiving met bewaard stuifmeel, dat in de voorafgaande zomer is gewonnen. Deze maatregel is nog niet in de praktijk toegepast, doch in principe mogelijk. De bewaring van het voorgedroogde stuifmeel vindt plaats in een diepvriesruimte, waarin een zeer lage luchtvochtigheid heerst.

De tomaat wordt weinig bevolgen door insecten. De overbrenging van het stuifmeel heeft voornamelijk plaats door de wind. Feitelijk is overbrenging niet noodzakelijk, daar de tomaat in hoofdzaak een zelfbestuivend gewas is. Ook voor zelfbestuiving is het nodig, dat het stuifmeel eerst goed loslaat. Hiervoor is de drogende werking van de wind vaak onontbeerlijk. In koude kassen zal men daarom 's-ochtends tijdig moeten ventileren om het gewas te laten opdrogen. In warme kassen kan men hetzelfde effect bereiken door reeds vroeg in de ochtend flink te stoken. De van de verwarmingsbuizen langs de plant opstijgende warme lucht doet de bloempjes opdrogen. Dergelijke maatregelen zijn vooral nodig bij donker, vochtig weer. Bij zonnig weer komt het stuifmeel toch wel vrij. De weersomstandigheden zijn echter soms zo ongunstig dat het nodig is het stuifmeel met mechanische middelen los te trillen.

Trillen geeft ook gunstig resultaat bij "haverbloempjes". Deze worden gevormd bij een krachtige groei. Zij bezitten lange kelk slippen. De heldergeel gekleurde bloemkroonblaadjes blijven echter samenkleven, waar-
meestal door ook het stuifmeel niet loslaat. Tikken tegen de planten of tegen de draden helpt meestal niet voldoende. Aanvankelijk heeft men wel gebruik gemaakt van een zgn. kunstbij, waarmee tevens stuifmeel kan overbrengen van de ene plant op de andere (voor veredelingsdoeleinden). Men moet echter elke bloem apart behandelen, wat veel te veel arbeid vraagt. In dit opzicht was de uit Amerika afkomstige trostriller een grote verbetering. Er zijn hiervan nu verschillende typen verkrijgbaar, die alle goed bruikbaar zijn, mits de trilling voldoende krachtig is. Er zal maximaal drie maal per week getrild behoeven te worden, afhankelijk van de weersomstandigheden. Dit zal bij voorkour niet vroeg in de ochtend dienen te gebeuren. Wellicht is ook enig resultaat te bereiken door met behulp van een motorverstuiver de planten sterk in beweging te brengen.

De kiemkracht van het stuifmeel is meestal wel voldoende. Het is moeilijk door bepalingen op het laboratorium hierover een betrouwbare indruk te krijgen. Het is nu echter ook mogelijk de kieming op de plant na te gaan. Een goede boriumvoorziening is een eerste vereiste. Voorts is gebleken, dat een zeer hoge luchtvochtigheid (90 á 100 %) niet alleen nadelig is voor het vrijkomen van het stuifmeel, maar ook voor de kieming. In het algemeen zal de kieming van het stuifmeel echter het meest worden benadeeld door een te sterke uitdroging van de lucht en van stijl en stempel. Bij scherp zonnig weer, harde wind en droge lucht zal daarom regelmatig moeten worden gebroeid (zorgen voor een zo fijn mogelijke verneveling!). In extreme gevallen zal men wat moeten schermen. Dit laatste zal in het algemeen slechts nodig zijn als de vochtvoorziening van het gewas te wensen overlaat. Dit kan nog een gevolg zijn van een onvoldoende wortelvorming in de jeugdperiode (slechte potgrond, te koude grond, aantasting door wortelduizendpoot). Later kan de situatie nog ernstiger worden door het optreden van bodenziekten (lucal, kruk wortel, slaapziekte), waardoor het wortelstelsel ernstig wordt aangetast. Tenslotte kan de waterhuishouding van de plant ook door virusziekten ernstig worden verstoord. Twee tot drie weken na

het binnendringen van het virus doen zich de grootste moeilijkheden voor met het kiemen van het stuifmeel. Zolang de verdroging niet zo ernstig is dat bloemrui optreedt, kan men trachten door groeistofbespuitingen een betere zetting te verkrijgen. Deze zijn vooral belangrijk bij lage temperaturen, waarbij het vrijkomen en het kiemen van het stuifmeel wordt bemoeilijkt. Dit is speciaal van belang bij een vroege koude teelt en bij een herfstteelt. Men kan nu met minder straf werkende groeistoffen volstaan, zoals A -naftoxyazijnzuur (o.a. no seed) en stikstofmetatclylftaalaminozuur (duraset). Met dergelijke groeistoffen kan men vaker spuiten, zonder dat dit leidt tot een verminderde groeikracht van de plant en tot nisvorming van blad en vruchten. Laatstgenoemde groeistof heeft bovendien het voordeel dat het kroontje in veel mindere mate onder de kelk vastgehecht blijft (wat bij toepassing van andere groeistoffen zeer gebruikelijk is). Hierdoor is het gevaar voor Botrytis-aantasting op vrucht en tros minder groot.

Het verschijnsel van de steektrossen gaat ook vaak gepaard met een moeilijke vruchtzetting. De trosstelen blijven schuin omhoog staan en schijnen min of meer te verhouten. Steektrossen treden op bij snelle wisselingen in de groeikracht. Deze houden veelal verband met een zwak ontwikkeld wortelgestel. Men moet daarom trachten een zo geleidelijk mogelijk doorgaande groei te verwezenlijken.

De zetting en het zwellen van de vruchten kan behalve door een onvoldoende wortelwerking ook nog worden benadeeld door een onvoldoende toevoer van assimilaten. Dit treft men vooral aan bij volwassen, getopte en gediefde planten, die vol beladen hangen met uitgroeiende vruchten.

12. Wortelontwikkeling en grondkeuze bij de teelt onder glas.

Alleen voor wortelgewassen geldt, dat het gewas met de krachtigste wortelontwikkeling tevens het beste gewas is. Bij peen, waar men de wortels oogst, is het inderdaad belangrijk, dat een zo groot mogelijk deel van de gevormde assimilaten aan de wortels ten goede komt. Een te krachtige loofontwikkeling (b.v. door een te hoge luchttemperatuur of door een te rijkelijke voorziening met stikstof) moet daarom worden voorkomen.

Bij bladgewassen (sla, andijvie, spinazie) is het doel een zo groot mogelijke bladmassa te oogsten. Een hoog spruit-wortelquotient is daarom in principe gunstig. Het is voldoende, wanneer het wortelstelsel gedurende de gehele teelt in staat is de plant van de benodigde hoeveelheid water en voedingszouten te voorzien (tevens produktie van bepaalde aminozuren in de wortels, nodig voor de groei).

Bij vruchtgewassen (tomaat, meloen, komkommer) gaat het om de hoeveelheid vruchten. De functie van het wortelstelsel is daarbij dezelfde als bij de bladgewassen. Daarnaast moet men echter kijken naar de blad-vrucht verhouding, die bij voorkeur zo klein mogelijk moet zijn. Men moet het blad hier voornamelijk zien als produktie-apparaat, dat o.a. moet zorgen voor een voldoende assimilatie. Het moet dus van zodanige omvang zijn, dat de mate van assimilatie niet nemenswaard wordt beperkt door een mogelijk te kleine omvang. Overigens moet men de groeiomstandigheden zo trachten te kiezen, dat een zo groot mogelijk deel van de assimilaten aan de vruchten ten goede komt.

Dit betekent, dat men bij blad- en vruchtgewassen met een beperkte ontwikkeling van het wortelstelsel kan volstaan, naarmate men beter in staat is om alle groeiomstandigheden op een optimaal niveau te handhaven. Hetzelfde geldt in principe bij wortel- en vruchtgewassen voor de loofontwikkeling. De komkommer neemt echter in dit opzicht een enigszins aparte plaats in. Hier ziet men toch feitelijk onder alle omstandigheden wel graag een flinke groei. Doordat bij dit gewas geen echte vruchtzetting plaats vindt (geen bestuiving en zaadvorming) ondervindt de vruchtvorming wellicht minder concurrentie van de bladontwikkeling, terwijl door het

ontbreken van zaden deze vruchten minder assimilaten van de plant verbruiken. Bovendien kan het komkommerblad nog van betrekkelijk geringe lichthoeveelheden profijt trekken. Dit alles verklaart wellicht, dat bij de komkommer een grote vruchtproduktie en een krachtige loofontwikkeling veelal samengaan al kan onder bijzondere omstandigheden ook bij dit gewas het uitgroeien van de vruchten geremd worden door een te krachtige loofontwikkeling.

Er is echter een groot risico aan verbonden om met het minimum aan wortelvorming of bladvorming te volstaan. Onder constant optimale omstandigheden zal men dan wel is waar de allerbeste resultaten kunnen verwachten. Er zal altijd echter wel iets aan de groeiomstandigheden mankeren. Zo zullen de vochtvoorziening en de voedingstoestand van de grond in bepaalde opzichten fouten kunnen vertonen. Het zou funest kunnen zijn, wanneer er sterke schommelingen op zouden treden in de voorziening van de plant met water of in de behoefte van de plant aan water (afhankelijk van de regelbaarheid van de klimaatomstandigheden). Ook moet men er rekening mee houden, dat er ziekten kunnen optreden, waardoor een meer of minder belangrijk deel van het loof of van de wortels buiten werking wordt gesteld. Het is daarom maar beter, dat de plant wat meer wortels en blad vormt dan strikt nodig is. Men moet dit beschouwen als een soort verzekeringspremie, die hoger zal moeten uitvallen, naarmate men de groeiomstandigheden minder goed kan beheersen, terwijl ook bijzondere teeltmethoden tot het stellen van hogere eisen kunnen leiden. Men dient er echter steeds op bedacht te zijn, dat een al te krachtige wortelwerking kan leiden tot een ruime opname van water en stikstof. Hierdoor krijgt men niet alleen een week gewas, maar wordt tevens de ontwikkeling in sterke mate in vegetatieve richting geleid, waardoor de vruchtvorming alles te wensen kan overlaten.

Een veel voorkomende bijzonderheid bij de teelten onder glas is, dat men de planten niet ter plaatse zaait, maar één of meermalen verplant (verspenen, oppotten, uitplanten). Elk verplanten leidt tot wortelbeschadiging en groei stagnatie. Het is een fictie, dat hierdoor de wortelvorming zou worden versterkt; deze verandert hoogstens van aard (meer oppervlakkige ontwikkeling en vertakking). Ter plaatse zaaien is echter onmogelijk in verband met een efficiënt gebruik van de ruimte en van de verwarming, terwijl we bovendien in het geheel niet behoeven te streven naar een zo uitgebreid mogelijk wortelgestel. Wel zal men er voor moeten waken, dat de wortels bij het verplanten niet te zeer worden beschadigd en de gelegenheid krijgen zich tijdig te herstellen, omdat er na het begin van de vruchtvorming weinig nieuwe wortels meer worden gemaakt. In de eerste plaats moet daarom de kweekgrond vrij zijn van bodemparasieten, omdat het telkens in zijn groei geremde wortelgestel van de jonge planten hieraan gemakkelijker ten prooi valt. Tijdig verplanten is in dit verband ook zeer belangrijk. De wortelpunten hebben dan nog niet of pas net de rand van de potkluit bereikt waar ze kans lopen te verdrogen, dan wel door te wortelen in de ondergrond, zodat ze later worden afgebroken. Het uitplanten, speciaal van losse planten, moet voorzichtig geschieden (vakbekwaamheid vereist!) en in grond van voldoende hoge temperatuur. Worden de planten op hun definitieve plaats gezet dan is het gewenst, dat de bovengrond daar niet te vochtig is, zodat de wortels de neiging krijgen om wat meer de diepte in te groeien, waar ze minder bloot staan aan een tijdelijke uitdroging.

Men zal hogere eisen moeten stellen aan de omvang en de activiteit van het wortelstelsel, naarmate men een teelt langer wenst voort te zetten. Dit betreft speciaal gewassen zoals tomaat en komkommer, waarvan de oogst lange tijd kan voortduren. Bodenziekten en andere aantastingen krijgen dan gelegenheid zich sterk uit te breiden. De noodzaak voor een goede grondontsmetting is daarom groot. Men kan echter met succes gebruik maken van de eigenschap van genoemde gewassen, dat ze gemakkelijk bijwortels kunnen vormen uit de stengelvoet. Om dit te stimuleren kan b.v. de staalgrond van de bedden in komkommerkassen enkele malen worden opgehoogd (soms tevens

nodig om het bloot trekken van de wortels bij het inzakken van de bedden tegen te gaan). Een overeenkomstige maatregel kan men treffen bij de zgn. doorteelt van tomaten. Door de kasgrond in de rijen te bedekken met een laag humeus, goed vochthoudend materiaal, schept men rondom de stengelvoet een milieu, waarin zich gemakkelijk nieuwe wortels kunnen ontwikkelen, mits men zorgt voor een voldoende ruime voorziening met water en stikstof. Desnoods kan de vorming van nieuwe wortels nog verder worden gestimuleerd door de toediening van bepaalde groeistoffen aan de omgeving van de stengelvoet. Door in een tijd, dat de prijzen laag zijn, enkele trossen bij het begin van hun vorming te verwijderen, kan het uitgroeien van nieuwe wortels worden bespoedigd, zodat de planten de beschikking krijgen over een nieuw produktie-apparaat (oude wortels en bladeren zijn weinig actief, zodat men oud blad dan ook maar het beste kan verwijderen).

In het algemeen mag men echter stellen, dat het bij de teelten onder glas niet in de eerste plaats te doen is om een zo snel en krachtig mogelijke groei van wortels en loof (een kwantitatief proces, dat in het algemeen zal worden bevorderd door een royale vochtvoorziening, veel licht en een hoge temperatuur, voor zoverre dit niet leidt tot een te grote vochtonttrekking aan het gewas). Hiervoor zijn 3 redenen aan te voeren. In de eerste plaats vraagt elke ontwikkelingsfase zijn eigen specifieke groeiomstandigheden, zoals reeds eerder is behandeld. In de tweede plaats gaat het alleen om de oogst van het te consumeren produkt, welke vaak in sterker mate wordt bepaald door de verdeling van de assimilaten over de verschillende plantedelen dan door de totale assimilatie. In de derde plaats is de kwaliteit van de onder glas geteelde produkten zo belangrijk, dat men voor een gave kwaliteit zo nodig enige opbrengstderving over heeft. Juist bij een snelle groei ontstaat er een grote gevoeligheid voor het optreden van fysiogene beschadigingen. Dit geldt niet alleen voor vruchtgewassen (in het bijzonder de tomaat), maar b.v. ook voor de kropvorming bij sla en de koolvorming bij bloemkool.

Uit het voorgaande blijkt, dat men bij de keuze van de grondsoort niet in de eerste plaats moet letten op een zo groot mogelijke geschiktheid voor een krachtige wortelontwikkeling. Het is moeilijk concreet aan te geven, welke eigenschappen de geschiktheid van de grond voor de teelt van groenten onder glas bepalen. Feitelijk wordt deze mede bepaald door onze kennis en ons vermogen om de groeiomstandigheden te regelen en te beheersen. Dit betekent, dat zeer uiteenlopende grondtypen voor de teelt onder glas goed bruikbaar zijn, mits men de teeltwijze en de regeling van de groeiomstandigheden op de juiste wijze weet aan te passen aan de eisen, die grond en gewas stellen.

Er zal hier getracht worden kort aan te geven, welke veranderingen de glasbedekking kan aanbrengen in de eisen, die wij voor de groenteteelt aan de grond stellen. De groenteteelt buiten vindt voornamelijk in het zomer-halfjaar plaats. Een goede vochtvoorziening moet dan tijdens eventuele droge perioden in de zomer gewaarborgd zijn. Het feit, dat men de groeiomstandigheden weinig in de hand heeft, vraagt een grote reserve aan groeikracht, terwijl bij sommige gewassen in verband met de lange teeltduur en de beperkte tijdsruimte ook om die reden een snelle groei gewenst is. Het behoeft daarom niet te verwonderen, dat in het algemeen de beste resultaten zijn verkregen op lichte, diep in het water gelegen gronden. (afgegraven duinzandgronden rondom 's-Gravenhage, veengronden rondom Amsterdam en Rotterdam).

Wanneer men bij de groenteteelt streeft naar vervroeging (hetzij met of zonder gebruik van glas), dan verschuift de teeltperiode van de zomer in de richting van het voorjaar. Het zwaartepunt ligt dan niet meer zo zeer bij de vochtvoorziening, maar bij de warmtevoorziening. De nabijheid van het grondwater doet daardoor aan betekenis in, in het bijzonder bij de teelt onder glas, waar men toch zijn toevlucht moet nemen tot kunstmatige

methoden van watervoorziening (berekening e.d.). In plaats daarvan komt op de voorgrond het vermogen van de grond om warmte op te nemen en vast te houden, zodat de temperatuur van de teeltlaag in het voorjaar snel kan stijgen.

In dit verband moeten de volgende eisen aan de grond worden gesteld. In de eerste plaats moet de zonnestraling zo goed mogelijk worden geabsorbeerd: zwarte, humeuze grond. In de tweede plaats moet er een redelijke warmtegeleiding naar de teeltlaag kunnen plaats vinden. Een sterk uitgedroogde, losse bovengrond zou in dit opzicht nadelig zijn. Anderzijds mag de warmteafgifte aan de diepere ondergrond en aan het grondwater geen grote omvang aannemen, daar dit verlies van warmte betekent. Een zelfde hoeveelheid warmte zal bij een geringere warmte-capaciteit (soortelijke warmte x gewicht) tot een grotere temperatuursteiging kunnen leiden. Ook ter wille van een geringe warmte-capaciteit is het nodig, dat de grondwaterstand niet te hoog ligt en het vochtgehalte van de teeltlaag niet te groot is. Tevens wordt aldus warmteverlies door te sterke verdamping aan het grondoppervlak tegengegaan, terwijl bovendien minder gevaar bestaat voor hetzij een te gemakkelijke vochtopname in een periode, dat de vochtbehoefte nog niet groot is, hetzij een bemoeilijking van de doorluchting van de grond.

Een geringe warmtecapaciteit van de grond heeft echter ook tot gevolg, dat de temperatuurdaling tijdens de nacht en in koude-periode groot kan zijn. Dit kan een reden zijn om niet zonder meer de voorkeur te geven aan de grond met de laagste warmte-capaciteit. Zolang de temperatuurdaling echter niet zo ernstig is, dat hierdoor beschadiging van het planteweefsel wordt te weeggebracht, mag men bij een zelfde temperatuurgemiddelde de voorkeur geven aan een grond, die de grootste schommeling in temperatuur vertoont, daar de groei meer dan evenredig met de temperatuur toeneemt. Ook in dit opzicht verdient een lage warmtecapaciteit de voorkeur. Mogelijke bezwaren in verband met beschadiging van het gewas kan men trachten te ondervangen door het tijdelijk afdekken met rietmatten of plastic of door het aanbrengen van een glasbedekking. Door laatstgenoemde maatregel wordt de verwarming overdag bevorderd en de warmteafgifte 's-nachts belemmerd, mits het glasdek goed dicht is.

Al deze overwegingen leiden tot de conclusie, dat voor een vroege, koude teelt een iets slibhoudende, goed humeuze zandgrond die niet te diep in het water ligt, het meest geschikt is. Bij aanwezigheid van een glasbedekking lenen, dank zij de kunstmatige vochtvoorziening, lichte, goed humeuze zandgronden zich vaak nog beter voor vervroeging. Anderzijds kunnen bij aanwezigheid van een glasbedekking ook wat zwaardere gronden eerder voor een vroege teelt in aanmerking komen. Door het buitensluiten van de natuurlijke neerslag zullen dergelijke gronden wat indrogen, hetgeen gepaard gaat met een verbetering van de structuur en de doorluchting. Op de lichtere gronden zal echter bij een koude teelt de sterkste vervroeging kunnen worden verkregen.

Bij deze beschouwing^{en} moet men steeds bedenken, dat er altijd sprake is van een opeenvolging van teelten, die ten aanzien van oogstdatum en plantdatum aan elkaar gekoppeld zijn. Dit betreft onder staand glas gewoonlijk sla en tomaten, onder platglas sla en komkommers. Eerst wordt dan het minst warmte-behoefte gewas, in dit geval de sla geteeld. Een volgende stap is geweest, dat men bij de koude teelt onder glas getracht heeft, de teelt van het minst warmte-behoefte gewas reeds in het najaar aan te vangen. Het zwaartepunt ligt bij deze teeltwijze op het succesvol overwinteren van dit gewas, zodat bij hervatting van de groei in het vroege voorjaar zo snel mogelijk een oogstbaar produkt wordt verkregen. Aldus is het gelukt het oogsttijdstip zowel van de sla als van het daarop volgende gewas nog verder te vervroegen.

Voor een goed verloop van de overwintering heeft men rassen nodig, die de lage wintertemperaturen goed kunnen verdragen en daarbij zo mogelijk

nog wat blijven doorgroeien. Een diep in de grond doordringend wortelstelsel kan in dit verband nuttig zijn, omdat de temperatuur daar minder sterk daalt. Anderzijds is het gewenst, dat bij stijging van de luchttemperatuur ook de wortels haar activiteit snel hervatten. In dit verband kan juist een wat meer oppervlakkige beworteling nuttig zijn, mits voor een juiste vochtvoorziening wordt zorg gedragen.

Ook bij deze teeltwijze gaat de voorkeur uit naar een iets slibhoudende, goed humeuze zandgrond. De geringe warmte-capaciteit kan echter tijdens perioden van strenge vorst oorzaak zijn van een ernstige beschadiging van de planten. In dit verband zou een wat zwaardere, meer vochthoudende grond de voorkeur verdienen. In normale jaren zal op een dergelijke grond echter wat later worden geoogst. Vlak bij de kust, waar in de winter gewoonlijk minder extreem lage temperaturen zullen voorkomen, zal men het risico verbonden aan een geringe warmte-capaciteit eerder aanvaarden. Dit risico kan worden verminderd door het gebruik van meer moderne kastypen (geen hoog model!), die goed dicht zijn afgesloten, en door het aanbrengen van een plasticafdekking over het gewas tijdens de vorstperiode.

De situatie wordt geheel anders, wanneer men overgaat tot de aanleg van verwarming (zowel in de ruimte als in de grond). De warmtevoorziening verkeert dan niet langer in het minimum, maar dit is nu het geval met de lichtvoorziening. De lichtfactor gaat nu de grondkeuze beheersen. Dank zij de verwarming wordt de hoofdteelt nog verder vervroegd, terwijl de slateelt, afhankelijk van de bij de hoofdteelt toegepaste mate van vervroeging, terecht komt in de winter of zelfs in de herfst. Men spreekt dan gewoonlijk bij dit gewas van een nateelt en over verlaten.

Om de groeiomstandigheden aan te passen bij de geringe lichthoeveelheid, is het nodig de groeiprocessen te vertragen. Dit kan o.a. gebeuren door het aanhouden van een lagere temperatuur en door een belemmering van de wateropname. Laatstgenoemd middel is echter vaak minder goed hanteerbaar. De verlaging van de temperatuur moet zowel bij sla als bij tomaat in de nacht worden gerealiseerd. Het spreekt vanzelf, dat nu die gronden de voorkeur verdienen, waarop de groei van nature wat traag verloopt. Dit zijn de zwaardere gronden, die gemiddeld een hogere vochtspanning vertonen, waardoor de wateropname enigszins wordt geremd. In de praktijk heeft deze teeltwijze dan ook het eerst ingang gevonden op de zware zavel- en kleigronden (o.a. rondom Bleiswijk).

Vooraf voor de herfst- en winterteelt van sla zijn deze gronden bij uitstek geschikt. Dank zij hun grote warmte-capaciteit, zakt de temperatuur er in het najaar slechts langzaam, waardoor de groei lange tijd ongestoord door kan gaan, zonder dat veel behoeft te worden verwarmd. Op lichtere gronden groeit de sla aanvankelijk veelal snel weg (te snel!), waarna als gevolg van een snelle daling van de temperatuur of van de vochtvoorziening een des te grotere terugslag optreedt. Juist in de herfst is de licht-temperatuur verhouding bijzonder ongunstig, zodat een trage, maar gelijkmatig doorgaande groei essentieel is. Voor de tomaat moet natuurlijk een wat hogere temperatuur worden aangehouden. Doordat men op bovengenoemde zware zavel- en kleigronden bijzonder vroeg kan starten, wordt ondanks een wat tragere groei een voorsprong behouden. Bovendien mag men op dit type grond de temperatuur wat hoger opvoeren, daar als gevolg van de betrekkelijk hoge vochtspanning in de grond het gewas niet zo spoedig te weelderig zal worden.

Er zijn ontwikkelingen gaande, waardoor de mogelijkheden voor een stookteelt op minder zware grondtypen gunstiger zijn geworden. Zo heeft men slarassen verkregen (o.a. Proeftuins Blackpool), die bij een lagere licht-temperatuur verhouding een krop kunnen vormen. Dit heeft geleid tot een belangrijke uitbreiding van de herfst- en winterteelt wat niet

wegneemt, dat de resultaten op de zwaardere gronden nog steeds het best zijn.

Een andere ontwikkeling betreft het ingang vinden van meer moderne kastypen waardoor de lichtvoorziening van de planten met 15 tot 20 % is toegenomen. Dit doet vooral zijn invloed gelden op de vroege teelt van stooktomaten. Groeivertraging is dan in wat mindere mate noodzakelijk, waardoor de teelt ook op lichtere gronden een betere kans van slagen heeft. Hiervan kunnen vooral de veengronden profiteren. Door de nieuwe methoden van watergeven kan de wateraanvoer en bevochtiging van de grond langzamer en gelijkmatiger plaats vinden, waardoor indroging als gevolg van te droog houden niet meer behoeft voor te komen. Op dergelijke grond (rondom Berkel) beperkt men zich gewoonlijk tot een zeer vroege teelt van tomaten en laat men dus de herfstteelt van sla achterwege.

Over de komkommer is hier weinig gezegd. Dit gewas vraagt altijd een flinke groeikracht. Toch is de binding aan een bepaald grondtype betrekkelijk gering. Dit hangt samen met het gebruik van grote hoeveelheden organisch materiaal (tevens voor verwarming: broeimest), waardoor de aard van de grond op de duur in belangrijke mate kan worden veranderd. Structuur en bewerkbaarheid kunnen hierdoor worden verbeterd, waardoor de grond ook voor andere tuinbouwgewassen aan waarde wint. Dit verschijnsel heeft zich o.a. voorgedaan bij de zware gronden rondom Delft en Pijnacker (platglasteelt). De teelt van vroege kaskomkommers was aanvankelijk geconcentreerd op een volkomen tegengesteld grondtype: de slibarme duinzandgronden rondom Loosduinen. Ook hier werd door het gebruik van staalbedden een grotendeels kunstmatig milieu verkregen voor de komkommerwortels. Een voortdurend royale vochtvoorziening is bij komkommers echter steeds gewenst. Hiertoe moet regelmatig ruim gegoten kunnen worden. Dit is alleen mogelijk, wanneer dit niet leidt tot structuurbederf van de bovengrond (daarom hoge eisen stellen aan de fysische toestand van de gebruikte staalgrond). Bovendien moet het overtollige water gemakkelijk via de ondergrond kunnen worden afgevoerd.

13. Grondontsmetting en groeistimulatie.

Na grondontsmetting ziet men veelal een verbeterde groei van het gewas en een verhoogde opbrengst. Dit is natuurlijk mede een gevolg van de doding van de in de grond aanwezige ziektekiemen. Daarop zal hier niet nader worden ingegaan. Ook op een gezonde grond neemt men na ontsmetting vaak een verbeterde groei waar. Dit hangt samen met bepaalde specifieke effecten, die de ontsmetting op de grond uitoefent. Deze kunnen niet alleen leiden tot een groeistimulatie, maar soms ook tot groeiremming. Daarbij hebben wij niet het oog op groeiremming, die bij het gebruik van chemische grondontsmettingsmiddelen kan optreden als gevolg van een niet tijdig volkomen verdwijnen van het middel of van schadelijke bijmengsels uit de grond. Aan een eventuele rechtstreekse fytotoxische werking van het middel op de plant wordt hier voorbijgegaan.

De hier bedoelde groeistimulatie, resp. groeiremming kan daarom het beste worden bestudeerd bij het stomen van de grond. Niet alleen omdat neven-effecten (van het middel op de plant) hierbij niet optreden, maar ook omdat bij geen enkele andere wijze van grondontsmetting de groeistimulatie zo groot kan zijn als bij het grondstomen. Vroeger werd deze groeistimulatie zonder meer aanvaard als een bijkomstig voordeel van de grondontsmetting. De extra opbrengstverhoging, die soms zeer belangrijk kan zijn, is natuurlijk ook nu nog welkôm. Zij gaat echter, vooral bij de tomaat, vaak samen met een ernstige achteruitgang van de kwaliteit. In verband met onze exportbelangen wordt tegenwoordig veel waarde gehecht aan een goede kwaliteit en aanvaardt men desnoods een iets minder hoge opbrengst ter wille van een goede kwaliteit. Dit is mede een reden om liever jaarlijks licht te stomen dan om het andere jaar (en dan zwaar met grote kans op sterke groeistimulatie en een minder goede kwaliteit van de vruchten).

Bij de tomaat kan men bij stomen extra last ondervinden van waterziek en geelkragen, hetgeen ongetwijfeld verband houdt met de zeer weelderige groei, waardoor het gewas gevoeliger wordt voor een tijdelijk vochttekort. Ook neusrot kan echter na het stomen in sterker mate optreden; wellicht houdt dit mede verband met een moeilijker calcium-opname als gevolg van een hogere concentratie aan voedingszouten. Bij sla overheerst het verschijnsel van de groeiremming, vooral wanneer kort na het stomen wordt geplant. Er worden dan geen goed gevulde kroppen gevormd. Bij komkommer treft men wel groeistimulatie aan, doch zelden nadelen. Bij meloen kan zich na het stomen soms een afwijking voordoen, die waarschijnlijk geen verband houdt met het bovenstaande, maar een gevolg is van mangaan-vergiftiging. Als gevolg van het stomen kunnen nl. zeer grote hoeveelheden mangaan in de grond beschikbaar komen voor de planten. De nerven op de meloenbladeren worden dan min of meer doorzichtig en kunnen later bruin kleuren; de aan-tasting kan zich vanaf de nerven verder over het blad verbreiden.

Het verschijnsel van groeistimulatie en groeiremming is nog onvoldoende verklaard. Men heeft in de eerste plaats verband gezocht met veranderingen van het microleven in de grond. Dit kan inderdaad zeer ingrijpend worden gewijzigd. Er zijn vele voorbeelden bekend, dat het bacterieleven in de grond zich gedurende ettelijke maanden na het stomen handhaafde op een peil, dat meer dan het tienvoudige was van de normale bacterieactiviteit. Men kan zich voorstellen, dat een dergelijk intens microleven een gunstige invloed uitoefent op de fysische en chemische toestand van de grond, alsmede op de wortelactiviteit van de planten.

De vraag doemt op, waaraan dit verhoogde bacterieleven moet worden toegeschreven. Vroeger dacht men aan het doden van schadelijke organismen, zoals de bacterie-verslindende amoeben, die veel tijd nodig hebben om zich weer te herstellen. Behalve in zeer vochtige en warme kasgrond is hun betekenis echter gering gebleken. Waarschijnlijk speelt de afbraak van allerlei toxische stoffen een grotere rol. Deze stoffen kunnen zowel op het bacterieleven als op de wortelontwikkeling groeiremmend werken. Het betreft vaak

stofwisselingsprodukten van het eigen organisme. Toch is het effect van de grondontsmetting op de afbraak van deze produkten nimmer duidelijk kwantitatief aangetoond. Er zijn echter wel verschillende ervaringen, die in deze richting wijzen. Zo slaagt een teelt van druiven nimmer op een grond, waar kort te voren een druivegewas is gerooid, tenzij de grond tot op flinke diepte degelijk is gestoomd. Dit geldt ook wanneer het voorgaande druivegewas vrij was van ziekten en in de grond geen ziektekiemen konden worden aangetoond (zelfs geen vrij levende aaltjes).

Daarnaast kan men ook denken aan gunstiger omstandigheden in de grond voor de ontwikkeling van het bacterieleven. Dit zouden fysische omstandigheden kunnen zijn (betere voorziening met zuurstof en water) of chemische (betere voorziening met voedingsstoffen). Het eerste is niet erg waarschijnlijk, zoals we nog zullen zien. Soms treedt zelfs een aanzienlijke verslechtering op van de structuur, nl. wanneer als gevolg van condensvorming in lange, onvoldoend geïsoleerde leidingen te veel water in de grond wordt gebracht. In extreme gevallen kan deze zelfs tot een modderbrei worden. Als gevolg van een snelle afbraak van voor het bacterieleven moeilijk toegankelijke organische verbindingen kan echter de voorziening met voedingsstoffen belangrijk worden verbeterd. Het mineralisatieproces in de grond kan hierdoor belangrijk worden versneld, waardoor tevens de plantenwortels kunnen profiteren van een ruimere voorziening met voedingszouten.

Hiermee is het wezen van de groeistimulatie niet voldoende verklaard. In dit verband is het van belang zich goed te realiseren, dat na de grondontsmetting de verschillende soorten bacteriën niet even snel hun activiteit hervatten, en dat ook niet alle voedingszouten in gelijke mate in het bodemvocht beschikbaar komen. Het reeds vermelde vrijkomen van mangaan neemt een aparte plaats in. Dit is niet zo zeer een gevolg van een versnelde mineralisatie als wel van fysisch-chemische veranderingen van de mangaantoeestand in de grond. Daarnaast ziet men vooral een verhoging van de in water oplosbare hoeveelheid stikstof in de grond optreden. Het stikstofcijfer vertoont veelal reeds ogenblikkelijk na het stomen een duidelijke stijging, die zich daarna nog geruime tijd kan voortzetten, samenhangend met een voortgaande mineralisatie. Het spreekt vanzelf, dat ook fosfor en kali bij dit proces vrijkomen. Dit valt echter minder op bij het grondonderzoek, omdat de fosfor gewoonlijk niet in belangrijke mate in het bodemvocht oplost, terwijl de kali voor het grootste deel aan het adsorbtiecomplex wordt gebonden (dit is echter ook bij de ammoniak-stikstof mogelijk). In elk geval treft men in het bodemvocht naar verhouding meer stikstof aan na de grondontsmetting. Dit kan leiden tot een weelderige groei, maar ook tot een betrekkelijk week en gevoelig gewas. Dit effect wordt nog verscherpt door de vorm, waarin de stikstof vrijkomt. Bij de afbraak van de eiwitten worden eerst aminozuren gevormd en hieruit ammoniak-stikstof. Bij bemesting met ammoniakbevattende meststoffen wordt in een goede grond door de activiteit van de nitrificerende bacteriën de ammoniak snel omgezet tot nitraat. In een gestoomde grond duurt het echter gewoonlijk zeer lang, eer de nitrificerende bacteriën hun activiteit hervatten. De stikstof is daardoor in de eerste groeiperiode voornamelijk slechts in de vorm van ammoniak aanwezig.

De toename van het bacterieleven en de verhoging van het gehalte in water oplosbare stikstof zijn echter niet altijd even groot. Het sterkst ziet men deze effecten op grond, die voor de eerste maal wordt gestoomd. Naarmate er een kortere periode is verstreken tussen 2 opeenvolgende grondontsmettingen, is het effect geringer. Ook de mate van stomen is van belang. Bij zwaar stomen is het groeistimulerend effect het grootst. Ook bij chemische grondontsmetting geeft verhoging van de dosering soms een sterker groeistimulerendeffect. Toch ziet men hierbij ook vaak, dat een voor het goed doden van de ziekteverwekkers te lage dosering reeds gunstig kan werken als gevolg van een zekere groeistimulatie. Het groeistimulerend effect is bovendien afhankelijk van de aard van de grond. De grootste invloed ziet men in een grond, die rijk is aan organisch materiaal (veengrond).

Het kan ook voorkomen, dat ondanks een verhoogd bacterielevens gehalte in water oplosbare stikstof afneemt. Dit hangt in de eerste plaats af van de koolstof-stikstof verhouding in het in de grond aanwezige organische materiaal. Is dit naar verhouding rijk aan koolhydraten, dan zullen de hiervan levende bacteriën juist stikstof aan de grond kunnen onttrekken. Dit is bv. het geval wanneer men stro in de grond brengt. Bij lage temperaturen in de winter kan dit verschijnsel zich ook voordoen, maar dan, naar het schijnt min of meer onafhankelijk van de koolstof-stikstof verhouding. De bacteriën, die de koolhydraten afbreken, herstellen dan hun activiteit soms sneller dan de eiwitsplitters.

Bij de sla ondervindt men de meeste hinder van groeistimulatie en groei-remming bij een herfst- of winterteelt onmiddellijk na een voorafgaande grondontsmetting. Bij deze teeltwijze is het gevaar voor een te snel weggroeien in het begin zeer groot. Dit kan funeste gevolgen hebben, omdat het gewas dan tijdens de er op volgende ongunstige omstandigheden in de late herfst en de winter niet voldoende is afgehard. Er kan dan een grote terugslag in de groei optreden, die in hoofdzaak veroorzaakt wordt door moeilijkheden met de watervoorziening, vooral als gevolg van een lage grondtemperatuur. Zelfs zonder een voorafgaande grondontsmetting heeft men op lichte en groei-krachtige gronden vaak al met dergelijke moeilijkheden te kampen.

De aanvankelijk snelle groei op gestoomde grond maakt, dat een week gewas wordt gevormd. Dergelijke planten hebben een geringere zuigkracht, waardoor later gemakkelijker een vochttekort optreedt. Daarnaast is er goede reden om aan te nemen, dat als gevolg van het stomen de waterhuishouding van de grond meer of minder wordt verstoord. Er kan een zekere dehydratatie van de bodemkolloïden optreden, waardoor het water na het stomen slecht wordt vastgehouden en de aanvulling van het watergehalte moeilijk en slechts geleidelijk plaats vindt. Tevens is het niet onmogelijk, dat de osmotische waarde van het bodemvocht kort na het stomen hoger steigt, dan men uit het vrijkomen van voedingszouten zou afleiden. Bij de afbraak van de organische stof wordt deze nl. aanvankelijk ontleed tot kleinere moleculen (b.v. eiwitten tot aminozuren), die wel degelijk een osmotisch effect uitoefenen, zonder dat de voedingsstoffen reeds in de vorm van zouten in de grond zijn vrijgekomen. Door al deze omstandigheden kunnen gemakkelijk storingen in de vochtvoorziening optreden. Na een aanvankelijk zeer welige groei ziet men dan later een plotse linge stilstand van de groei. In hoeverre dit verschijnsel mede kan worden bevorderd door een tijdelijk stikstofftekort als gevolg van bepaalde verschuivingen in de bacterie-populatie is niet bekend.

Er zijn verschillende mogelijkheden om het nadelige effect van de groeistimulatie te verminderen. In de eerste plaats kan men de tijdsduur tussen ontsmetten en uitplanten zo lang mogelijk maken. Dit is vooral van belang bij de teelt van sla. Men laat daarom aan de slateelt wel eens een ander gewas met een korte groeiperiode (bv. spinazie) voorafgegaan. Dit geeft een zeer gunstig resultaat, dat wel wordt toegeschreven aan een consumeren van de "overmaat" aan voedingsstoffen door het spinazie-gewas. Daarnaast zullen zich echter in de grond na verloop van tijd weer meer normale verhoudingen instellen, waardoor het groeistimulerend effect zwakker wordt. Ook zonder dat men in de tussentijd een gewas teelt kan dan ook door te wachten reeds een behoorlijk resultaat worden verkregen.

Vroeger was het vaak gebruikelijk de overmaat van voedingsstoffen uit te spoelen. Dit is echter in het algemeen, en zeker voor de tomaat, geen ideale maatregel. Wel is waar zal men het optreden van neusrot hierdoor kunnen tegengaan, maar het gevaar voor waterziek en geelkragen zal nog worden verergerd. Men zal zich bewust moeten zijn, dat als gevolg van grondontsmetting eerder een verkeerde verhouding tussen de voedingszouten optreedt dan een echte overmaat. Bovendien is het voor de tomaat niet geschikt om de teelt in de winter te starten met een lage osmotische waarde van het bodemvocht (dan een te gemakkelijke wateropname). Het zou daarom in de meeste gevallen beter zijn door een juiste keuze van meststoffen te trachten de

verkeerde verhouding tussen de voedingszouten te corrigeren. Het is niet bekend, in hoeverre het praktisch mogelijk is, de verhouding tussen nitraat- en ammoniak-stikstof gunstiger te maken door de grond na het stomen te enten met nitrificerende bacteriën.

De grond heeft als gevolg van de hoge temperatuur na het stomen de neiging min of meer droog te broeien. In verband met het verminderde vermogen van de grond om water vast te houden, moet men dit proces beslist niet te ver laten voortschrijden. De grond moet dus tijdig op het juiste vochtgehalte worden gebracht en gehouden. Men kan daarom niet volstaan met het teeltklaar maken van de grond voor het uitplanten. Er zullen regelmatig kleine hoeveelheden water moeten worden gegeven, ook tijdens de groeiperiode van de herfstsla, om voortdurend een goede vochtigheidstoestand van de grond te kunnen handhaven. Dit is veel belangrijker en essentiëler dan het een keer uitspoelen van de grond.

14. Groeibeheersing

De zorg voor een produktieapparaat van voldoende omvang.

Vooraf bij vruchtgewassen is het van belang, dat men tijdens het begin van de teelt zorgt voor zodanige groeiomstandigheden, dat zich voldoende bladmassa heeft gevormd op het moment, dat de vruchtzetting begint. In een der vorige hoofdstukken hebben wij reeds gezien, dat bij daglengte-gevoelige rassen, die op een zuidelijker breedtegraad zijn gekweekt, het gevaar bestaat dat zij in ons klimaat te vroeg tot bloei komen. De opbrengst valt dan tegen omdat het produktie-apparaat niet tot volle wasdom is kunnen komen.

Bij de teelten onder glas ligt de opkweekperiode vaak in de winter, dus bij zeer ongunstige groeiomstandigheden. Toch wil men vroeg zijn. De kans is dan groot, dat men bij het forceren van het gewas een weg kiest, die leidt tot een te vroegtijdige vruchtvorming. De vroegheid gaat dan ten koste van de totaalopbrengst. Juist bij het gebrek aan licht in de winter, waardoor het produktie-apparaat niet op volle capaciteit kan werken, kan een te vroegtijdig forceren van de vruchtvorming oorzaak zijn van een ernstige uitputting van het gewas.

Eén der beste mogelijkheden om de vorming van het produktie-apparaat te beïnvloeden is de temperatuurregeling. De reactie op de temperatuur kan zeer verschillend zijn. Er zijn gewassen, zoals de erwt, die een lage temperatuur nodig hebben, om het produktie-apparaat tot volle wasdom te kunnen brengen. Andere gewassen, zoals de boon, hebben hiervoor juist een hoge temperatuur nodig, terwijl nog weer andere gewassen minder scherp op de temperatuur reageren. Hoewel de eisen, die onze glasteelten in dit opzicht stellen, nog niet voldoende zijn onderzocht, zijn er toch verschillende aanwijzingen, dat zij in het algemeen gunstig reageren op een hoge temperatuur tijdens de jeugdperiode. In verband met de gebrekkige lichtvoorziening zal men echter niet te ver moeten gaan met het opvoeren van de temperatuur.

Het gunstige effect van een ~~wontinu~~ continue belichting bij de tomaat tijdens de eerste opkweekperiode is waarschijnlijk ook grotendeels te danken aan een bevordering van de vegetatieve groei, waardoor een betere opbouw van het produktie-apparaat wordt verkregen. Er is reeds op gewezen, dat men vooral bij toepassing van kunstlicht moet zorgen voor een voldoende hoge temperatuur tijdens de opkweek. Men houdt echter ook de bij natuurlijk licht opgekweekte planten waarschijnlijk vaak te koud. Men laat zich gemakkelijk misleiden door het feit, dat men door een lage temperatuur een vroegtijdige vorming en een grote omvang (sterke trosvertakking) van de eerste tros kan induceren. Men heeft hieraan echter niet veel, wanneer het produktie-apparaat ontbreekt om de vruchten te doen uitgroeien.

Een andere mogelijkheid om de vorming van voldoende bladmassa te stimuleren, is het zorgen voor een goed ontwikkeld wortelgestel. De wortelvorming heeft vooral in het jeugd stadium plaats en kan bij gebrek aan licht

(midden in de winter) veel te wensen overlaten. Het nadelige effect van lichtgebrek kan ten aanzien van de wortelvorming enigermate worden gecompenseerd door te zorgen voor een voldoende hoge grondtemperatuur. Ook in dit opzicht is de aanwezigheid van een afzonderlijke grondverwarming bij de opkweek van het plantmateriaal in het winterseizoen gewenst. Groeiremmingen als gevolg van een te laat oppotten, het uitdrogen van perspotten, een te lage grondtemperatuur (vooral bij het overplanten), een verkeerde samenstelling van de potgrond, een aantasting door wortelduizendpoot reeds tijdens de opkweek, enz., manifesteren zich dan ook vooral in een gebrekkige ontwikkeling van het wortelgestel en een onvoldoende vorming van het produktieapparaat.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat de zaaidatum niet in de eerste plaats van belang is voor de vroegheid. Ook behoeft vroegheid niet zonder meer samen te gaan met een lage opbrengst. Belangrijk is, dat men vroeg uitplant (eventueel een plant van grote omvang, zoals in tompotten, of een extra belichte plant). De planten moeten de potentie hebben en de mogelijkheid krijgen om voldoende bladmassa te vormen, alvorens tot vruchtzetting over te gaan. In overeenstemming hiermee is, dat men voor een winterteelt van komkommers het beste vroegtijdig in de herfst kan uitplanten (een moeilijkheid kan hierbij een al te grote vruchtbaarheid zijn; er gaat dan veel energie verloren omdat de plant slechts een klein deel van de gevormde vruchten tot volle wasdom kan brengen). Ook de "overwinterde" teelt van tomaten, die men de laatste jaren op enkele plaatsen aantreft, heeft zijn succes vooral te danken aan de tijdige vorming van een uitgebreid produktie-apparaat.

Het voorkómen van een te wilde groei.

Tijdens de opkweek en kort na het uitplanten is het soms moeilijk om voor een voldoende groeikracht te zorgen. Zijn de planten eenmaal flink aan de groei, dan heeft men te waken tegen een te wilde groei. Men zou dan een gewas kunnen krijgen met een dichte bladmassa en zeer dikke stengels (tomaten groeien dan gemakkelijk door de tros heen). Het weefsel van een dergelijk gewas is zeer waterrijk en gevoelig voor plotselinge veranderingen in de groeiomstandigheden (te groot vochtverlies: fysiogene beschadigingen). De assimilatie is dan minder efficiënt. De vruchten zijn vaak van een mindere kwaliteit (kantig en wankleurig door een minder goede zaadzetting en tijdelijk vochttekort). Het geheel doet soms denken aan een vicieuze cirkel. Blijft vruchtzetting achterwege, dan wordt de groei nog wilder en levert de vruchtzetting bij de volgende trossen nog meer moeilijkheden op.

De waterhuishouding is bij dit verschijnsel van doorslaggevende betekenis. Het treedt vooral op bij een gemakkelijke wateropname enerzijds en een beperkte verdamping anderzijds. Op gronden, die waterrijk zijn of een sterk vochtopgevend vermogen hebben, heeft men er het meeste mee te kampen. Het wordt bevorderd door een tekort aan zonlicht, een geringe luchtbeweging en een hoge luchtvochtigheid.

De bovengrondse omstandigheden kan men het gemakkelijkst verbeteren door droog te stoken. Men zorgt aldus voor wat meer luchtbeweging, een lagere luchtvochtigheid en toevoer van energie voor de verdamping. Het bouwen van moderne, lichtrijke kassen is in dit verband eveneens nuttig, evenals het vrijhouden van het glas van stof-, roet- en condensanslag. Ook is het gunstig te zorgen voor een voldoende ventilatie tussen het gewas. Dit kan enerzijds worden bereikt door een lage ligging van de verwarmingsbuizen, anderzijds door het verwijderen van overbodig blad.

In tegenstelling tot wat men soms geneigd is om te denken, kan een te wilde groei in zekere mate worden afgeremd door verhoging van de luchttemperatuur. Men krijgt bij een hogere temperatuur wel is waar in principe een snellere groei, maar deze vindt naar verhouding meer in de lengte en minder in de breedte plaats. Het gewas wordt ijler, minder wild. Tevens leidt de temperatuurverhoging tot een lagere luchtvochtigheid en een grotere verdamping. Men zal echter een flink verschil tussen dag- en nachttemperatuur moeten

handhaven en moeten oppassen voor een verstoring van het evenwicht tussen de lichtvoorziening en de temperatuur. Anders zou temperatuursverhoging kunnen leiden tot een zekere mate van uitputting van de plant, hetgeen de vruchtzetting evenzeer zou bemoeilijken.

Verhoging van de grondtemperatuur zal de wortelactiviteit bevorderen en kan daardoor gemakkelijk oorzaak zijn van een te sterke wateraanranding naar het gewas. Op bepaalde grondtypen zal een langdurig voortgezette verwarming van de grond wel is waar kunnen leiden tot een uitdroging van de grond en daardoor tot groeiremming, maar dit is evenmin gewenst. Bij gewassen zoals tomaat, waar een te wilde groei funeste gevolgen kan hebben, zal een juist gebruik van een afzonderlijke grondverwarming na het uitplanten danook meer moeilijkheden bieden dan bij een gewas als komkommer, waar een grote groeikracht niet zo spoedig nadelig is.

De meest effectieve wijze om de groei te beheersen is door regeling van de vochtvoorziening. Er is geen beter middel om een te wilde groei tegen te gaan dan een vermindering van de vochtvoorziening. Het is echter een gevaarlijk middel om te hanteren, daar het vaak te fel werkt. Er kan soms geruime tijd vocht aan de grond worden onttrokken, zonder dat de vochttopname hierdoor noemenswaard wordt verminderd. Een verdere vochtonttrekking aan de grond kan echter de vochtspanning plotseling sterk doen stijgen en oorzaak zijn van een ernstige groeiremming. De plant mist de tijd om zich aan te passen, hetzij door verhoging van de zuigkracht van het gewas, hetzij door nieuwvorming van wortels in een grondlaag, waar nog wel voldoende vocht beschikbaar is. Veranderingen in de vochtvoorziening brengen danook maar al te gemakkelijk onverantwoorde schommelingen in de groeikracht teweeg.

Bovendien is het in het algemeen wel mogelijk door toediening van water de vochtvoorziening te verbeteren, maar gaat het omgekeerde op verschillende grondtypen zeer moeilijk. Op waterrijke veengrond of op zeer opdrachtige grond is het laatste vaak niet goed mogelijk, (tenzij door een strolaag in de grond aan te brengen), al kan op de opdrachtige gronden door regeling van de grondwaterstand wel wat worden bereikt. Waar men de vochtvoorziening niet voldoende kan beïnvloeden, wordt wel uitgeplant op verhoogde ruggen of in tompotten, die niet worden ingegraven. Men profiteert dan bij het uitplanten van een betere verwarming en later van een minder ruime vochttoetreding.

Er staat ons echter een ander middel ten dienste om de vochtvoorziening van de plant op een indirecte en daardoor minder felle wijze te beïnvloeden, nl. door de regeling van de osmotische waarde van het bodemvocht. Door verhoging van de osmotische waarde, dit is door verhoging van de zoutconcentratie, kan men de vochttopname bemoeilijken. Dit werkt meer geleidelijk. Wel zal men dan nog ernstiger moeten waken tegen een te sterke uitdroging van de grond. Bij gevaar voor een te wilde groei (weinig zonneschijn, geringe verdamping) zal men moeten streven naar een hoge osmotische waarde van het bodemvocht en een naar verhouding beperkte stikstofvoorziening. Bij veel zonneschijn en een sterke verdamping is daarentegen een lage osmotische waarde en een naar verhouding ruimere stikstofvoorziening gewenst. Bij het voortschrijden van het seizoen zou men dus tot een lagere osmotische waarde van het bodemvocht moeten geraken. Een dergelijke beïnvloeding is echter op verschillende grondtypen weer moeilijk te verwezenlijken. Het beste slaagt men hierin nog door toepassing van het systeem van druppelbevloeiing. Het wortelgestel blijft dan van een beperkte omvang en voornamelijk geconcentreerd in de omgeving van de bevoeiingskegel. Op deze wijze kan vaak een ideale groei-beheersing worden verkregen. Bij de plantenteelt zonder aarde is dit natuurlijk nog beter mogelijk.

Men tracht een te wilde groei ook wel ongedaan te maken door een rechtstreekse ingreep op de plant zelf. Men kan daartoe een deel van de wortels afsteken. Ook wipt men soms de plant wat op, waardoor tal van wortels afbreker. Iets dergelijks bereikt men door tompotten met reeds doorgewortelde planten rond te draaien. Zulk een beschadiging van het wortelgestel is ongetwijfeld

effectief. Men kan er een plotseling verbeterde zetting mee bereiken in gevallen van een extreem wilde groei. Toch moet men zo iets steeds als een paardenmiddel beschouwen, dit te meer, waar er van een hernieuwde wortelgroei na het één maal op gang komen van de vruchtzetting weinig sprake meer zal zijn. Dergelijke maatregelen kunnen daarom gemakkelijk ontaarden in een te sterke groeiremming.

Door groeistofbespuiting kan men niet alleen een parthenocarpische vruchtzetting forceren, maar kan tevens een te wilde groei worden afgeremd. Het is dan wel nodig betrekkelijk hoge concentraties te gebruiken.

Ook door de snoeiwijze kan de groei kracht worden beïnvloed. De snoei moet worden aangepast aan raseigenschappen en aanwezige groei kracht. Door een ingrijpende snoei kan de groei kracht worden getemperd. Soms kan de plant tot vruchtzetting worden gedwongen door een vroegtijdig wegnemen van alle vegetatieve groeipunten.

Dergelijke concurrentie-verschijnselen tussen vegetatieve en generatieve groeipunten openbaren zich niet enkel bij een wilde groei. Men kan zo iets ook bij een zwakke groei soms duidelijk waarnemen. Een typisch voorbeeld hiervan ziet men bij de Muscaat-druif, waar het intoppen van de scheuten bij het begin van de bloei een welhaast noodzakelijke cultuurmaatregel is. Vergelijkbaar hiermee is de concurrentie tussen vruchtbeginsels en reeds eerder gezette vruchten, zoals men dit bij de meeste meloenrassen in sterke mate aantreft.

Het tegengaan van sterke groeischommelingen.

Juist na een periode van wilde groei is het gevaar voor sterke groeischommelingen groot. Deze zijn namelijk voor het grootste deel te herleiden tot schommelingen in de waterhuishouding. Wild gegroeide planten hebben in het algemeen een groot verdampend bladoppervlak en week weefsel met betrekkelijk geringe zuigkracht. Hierdoor zullen in afhankelijkheid van de weersomstandigheden grote variaties in vochtbehoefte optreden. Naarmate het wortelstelsel minder krachtig is ontwikkeld zullen deze eerder leiden tot wisselingen in de groei kracht. Vooral bij een zwak wortelstelsel zullen zich snelle schommelingen in de groei kunnen voordoen.

Bij de tomaat komen dergelijke schommelingen duidelijk tot uiting in een wisselende dikte van de stengel. Men ziet dan ook vaak het verschijnsel van de steektrossen. Deze blijven omhoog staan en vertonen meestal een slechte vruchtzetting. Door de gestoorde waterhuishouding zullen de bloemen gemakkelijk kunnen verdrogen. Om te sterke groeischommelingen tegen te gaan moet op de volgende punten worden gelet.

1^o. De aanwezigheid van een redelijk ontwikkeld wortelgestel. Daar de vorming van het wortelstelsel vooral in de jeugdfase plaats vindt, moet dan gezorgd worden voor voldoende gunstige groeiomstandigheden. Ernstige groei remmingen moeten worden vermeden.

2^o. De grond moet steeds in een goede vochtigheidstoestand verkeren. Bij de teelt onder glas moet uitdrogen van de grond ten alle tijden worden voorkómen. Naarmate de vochtvoorziening gelijkmatiger is, kan met een kleiner wortelgestel worden volstaan. Anderzijds kan bij een te klein wortelstelsel een geringe uitdroging reeds tot een ernstige verstoring van de waterhuishouding leiden.

3^o. Grote schommelingen in de verdamping moeten door een zo goed mogelijke klimaatregeling in de kas worden tegengegaan. Het uitbreken van een virusaantasting kan in dit verband funest zijn, omdat de zuigkracht van het gewas hierdoor nog verder wordt verminderd. Vele bloemen kunnen hierdoor verloren gaan. Door op het juiste moment te broezen en te schermen kan de schade worden beperkt.

Het behoud van voldoende groei kracht bij een ouder gewas.

Groei beheersing moet nooit ontaarden in groei remming. Ook bij een

jong gewas kan dit een onvoldoende groeikracht ten gevolge hebben. Dit komt vaak tot uiting in een enigszins overdadige bloei en in een wat vertraagd uitgroeien van de vruchten. De bladeren in de top van de tomaatplanten zijn dan soms sterk ineengedraaid. Meestal doet het bezwaar van een onvoldoende groeikracht zich echter pas gevoelen bij oudere planten, in het bijzonder bij een doorteelt of een overwinterde teelt. In dit verband moet ook worden gelet op de hiervoor genoemde punten, die sterke groeischommelingen kunnen tegengaan. Daarnaast staan ons de volgende mogelijkheden ten dienste.

1^o. Een goede grondontsmetting. De werking is tweeledig. Door de bestrijding van bodemziekten zullen de wortels langere tijd gezond kunnen doorgroeien. Bovendien wordt een meer of minder krachtige groeistimulatie verkregen. Beide factoren werken het behoud van een goede groeikracht in de hand.

2^o. Het enten op een resistente onderstam. Ook deze maatregel werkt tweeledig. Enerzijds wordt aantasting door verschillende bodemziekten voorkomen. Anderzijds bezitten deze onderstammen gewoonlijk een aanmerkelijk krachtiger ontwikkeld wortelgestel.

3^o. Het aan-aarden van de stengelvoet met materiaal, dat goed vocht-houdend is en rijk aan organisch materiaal. Eventueel kunnen ook groeistoffen worden toegevoegd. Het doel is de vorming van bijwortels uit de stengelvoet te stimuleren en daardoor de groeikracht te herstellen. Dit materiaal moet daartoe voortdurend in een gunstige vochttoestand worden gehouden, terwijl er in ruime mate stikstof aanwezig moet zijn.

4^o. Zorgen voor een gemakkelijke vochtopname bij de oudere planten. Hiertoe moet de osmotische waarde van het bodemvocht aan de lage kant worden gehouden, terwijl er relatief voldoende stikstof aanwezig moet zijn.

5^o. Het is gewenst, dat in de kas een "groeizaam" klimaat heerst. Dit moet echter gepaard gaan met een voldoende lichttoetreding tot het gewas, opdat de vorming van nieuwe wortels vlot verloopt.

6^o. Als uiterste maatregel zouden in een periode van lage prijzen de juist gezette vruchten verwijderd kunnen worden. Er komen dan meer assimilaten beschikbaar voor een herstel van de plant en voor de vorming van nieuwe wortels.

Aanvulling op hoofdstuk 8: Verwarmingssystemen.

Kachels, zoals de salamanders, die men in de kas plaatst zonder een afvoer van de rookgassen naar buiten aan te brengen, worden in het algemeen (en terecht) als een zeer primitieve en dure wijze van verwarming beschouwd, een soort voorloper van de heteluchtkachel. Dergelijke kachels nemen een zekere ruimte in beslag en de warmteverdeling is zeer ongunstig: dicht er om heen gevaar voor verbranding, verder weg onvoldoende verwarming. In het gebruik hiervan schuilt bovendien het grote gevaar van beschadiging van de gewassen door schadelijke stoffen in de rookgassen. Zo zal bij een zwavelrijke brandstof veel SO_2 kunnen worden gevormd, dat in water oplost tot zwaveligzuur en aanleiding kan geven tot ernstige verbrandingsverschijnselen. Ook dient men op te passen voor een onvolledige verbranding, waardoor eveneens schadelijke bestanddelen en roet op de planten kunnen terecht komen.

Toch zijn in 's-Gravenzande zeer gunstige resultaten verkregen bij de vroege voorjaarssla door het tijdelijk plaatsen van een eenvoudig kacheltje, de zgn. hylo. Zij worden gestookt met petroleum, een wel is waar vrij dure, maar doorgaans schone brandstof. Er vindt een volledige verbranding plaats en beschadiging is tot dusverre niet opgetreden. Zij nemen zeer weinig ruimte in en de constructie is zodanig, dat de warmte vooral omhoog stijgt. Een ventilator zorgt ervoor, dat de warmte met de rookgassen door de kas wordt verspreid.

Het gunstige resultaat is waarschijnlijk in de eerste plaats te danken aan het sterk verhoogde CO_2 -gehalte in de kas. Men laat de kachels nl. (behoudens bij vorst) uitsluitend overdag branden bij gesloten luchtramen. Voor een goed verloop van het assimilatieproces zijn licht, warmte en koolzuurgas in de juiste verhouding nodig. Dank zij het vooral aan de kust zonnige voorjaar 1961 (in februari dat jaar in Naaldwijk ruim 90 uren zonneshijne) en de overdag zeer hoge temperaturen in de kas, hebben de planten ten volle profijt kunnen trekken van het verhoogde CO_2 -gehalte. 's Nachts wordt niet gestookt, maar gelucht, waardoor het verlies aan assimilaten tot een minimum beperkt blijft en een stevig gewas wordt verkregen. Zelfs zeer extreme temperatuurschommelingen (als uiterste van 35°C overdag naar 2°C 's nachts) heeft het gewas goed doorstaan. Dit zal mede te danken zijn aan het feit, dat bij de verbranding van petroleum, een koolwaterstofverbinding, tevens grote hoeveelheden water in de kaslucht terecht komen, hetgeen o.a. blijkt uit een sterke condensvorming tegen de goten. Daardoor blijft de luchtvochtigheid overdag hoog, waardoor een te groot vochtverlies van het gewas wordt voorkomen. Een fris gewas kan bovendien maximaal assimileren; bij een gewas, dat begint te verwelken, sluiten de huidmondjes zich en vermindert de assimilatie zeer sterk.

Met olie gestookte heteluchtkachels, waarvan de rookgassen in de kas worden geleid, geven als gevolg van de sterke luchtstroming een wat minder hoge luchtvochtigheid, vooral in de naaste omgeving (de bij de hylo's opgestelde ventilator is van geringere capaciteit). Bij het stoken van kolen wordt vrijwel in het geheel geen waterdamp gevormd. Naarmate de gebruikte olie zwaarder is, is het gevaar voor verontreiniging en beschadiging groter.