

SW  
—  
A  
121

ISBN= 460175

**De regeling van verwarming en ventilatie in tomatenkassen.**

## De regeling van verwarming en ventilatie in tomatenkassen

De gebruikelijke automatische temperatuurregeling van kassen voldoet niet onder alle omstandigheden, b.v. niet in de winter bij donker, vochtig en windstil weer met vrij hoge temperaturen. Vooral als dat weertype zich voordoet, moet de automatische regeling veelvuldig door bediening met de hand worden vervangen.

Om een beter inzicht in deze materie te verkrijgen zijn ter zake van de automatische temperatuurregeling, op het proefstation te Naaldwijk proeven genomen met het verwarmen van tomatenkassen.

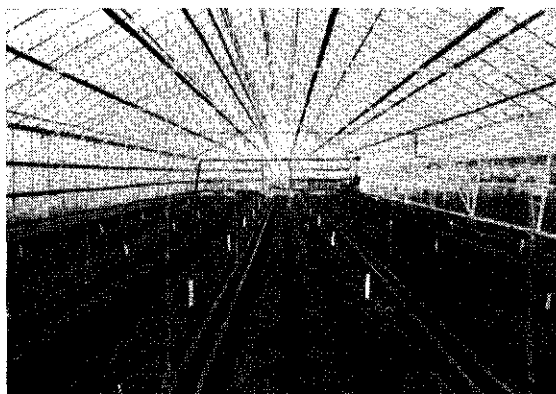
Vrijwel alle automatische regelingen zijn tot nu toe gericht geweest op het beheersen van de *ruimtetemperatuur*. Komt de ruimtetemperatuur beneden een ingestelde minimumwaarde dan wordt warmte toegevoerd. Wordt aan de andere kant een maximumwaarde overschreden dan treedt de ventilatie in werking. De minimum- en maximumtemperatuur liggen ongeveer vier graden Celcius uit elkaar. De warmtetoevoer is dus altijd afgesloten als de ventilatie werkt en omgekeerd. Gezien vanuit het standpunt van ruimtetemperatuurregeling en warmte-economie is deze werkwijze de meest juiste.

De laatste jaren is echter gebleken dat het ingrijpen van de tuinder, dat goeddeels op het gevoel gebeurt, er altijd op gericht is geweest een *gelijktijdige* werking van verwarming en ventilatie tot stand te brengen. Dit gebeurt, zoals gezegd, vooral in de wintermaanden bij donker, vochtig en windstil weer met vrij hoge temperaturen. Bij deze weersgesteldheid is weinig warmte voldoende om de gestelde minimum ruimtetemperatuur te handhaven. Door handbediening wordt dan doelbewust meer warmte toegevoerd dan nodig is. Tegenover de te grote warmtetoevoer

wordt tegelijkertijd een grotere mate van ventilatie gesteld, en wel zodanig dat geen stijging van de ruimtetemperatuur optreedt. De overtollige hoeveelheid warmte wordt dus geheel door ventilatie afgevoerd. Het doel is de verdamping van de plant op te voeren als deze van nature onvoldoende is. De werkwijze berust op het volgende principe: koele, van buiten afkomstige lucht wordt verwarmd waardoor de luchtvochtigheid daalt.

Door verdamping van de plant neemt de vochtigheid daarna weer toe. Men tracht de lucht dan door ventilatie af te voeren vóór dat ze weer te vochtig is geworden. Aangezien bij de genoemde weersgesteldheid de verschillen in vochtigheid en temperatuur van de kaslucht enerzijds en van de buiten-

De meeste verwarmingsbuizen bevinden zich dicht bij de grond en zijn regelmatig over de kasruimte verdeeld. De buizen boven in de kas worden alleen bij sterke afkoeling gebruikt.



lucht anderzijds maar klein zijn, moet dit proces van verwarmen en afvoeren snel gebeuren en zijn een hoge watertemperatuur en een ruime mate van ventilatie gewenst. De mogelijkheid om de watertemperatuur op te voeren is echter beperkt, omdat bij deze donkere weersgesteldheid een stijging van de ruimtetemperatuur niet toelaatbaar is. De ventilatiecapaciteit is in dit verband van grote invloed. Naarmate de luchtverversing sneller plaatsvindt, kan meer warmte worden toegevoerd. Aan de andere kant vormt de tijd die nodig is om de koele lucht op te warmen (verwarmingscapaciteit) een beperking voor de mate van luchtverversing door middel van ventilatie. Normatief hierbij zijn de variaties van de ruimtetemperatuur. Temperatuurdaling wijst in deze op een onvoldoende verwarming, hetzij door te lage watertemperatuur, hetzij door te sterke ventilatie. Temperatuurstijging wijst op het tegenovergestelde. Van essentieel belang is dat de verwarmingsbuizen laag liggen zodat de opwaartse luchtbeweging die mede door verwarming ontstaat, de hele plant van onder naar boven omvat. Ook is het gewenst dat de verdeling van de buizen zodanig is dat alle planten eenzelfde positie t.o.v. de verwarmingsbuizen innemen (één buis tussen elke twee rijen planten). Behalve voor het beheersen van de ruimtetemperatuur wordt de verwarming en ventilatie hier dus gebruikt om de verdamping van de plant regelend te beïnvloeden.

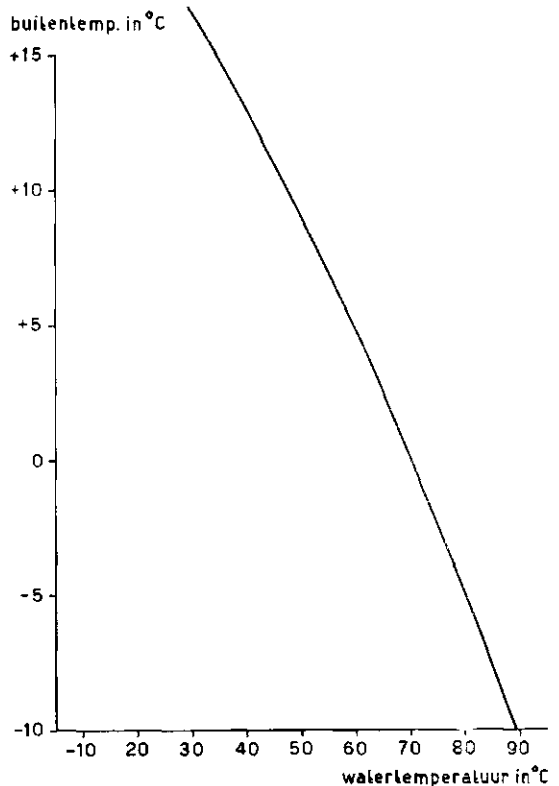
#### *Verwerking van de methode in de automatische regeling*

De bovenomschreven methode heeft gunstige resultaten opgeleverd. Daarom was het gewenst de methode in de automatische regeling te verwerken. Daarbij stond voorop dat niet als voorheen kan worden uitgegaan van een enkelvoudig gegeven als de ruimtetemperatuur. Dit te meer daar de ruimtetemperatuur onder veel omstandigheden tot een constante is gemaakt waardoor deze als normatieve regelfactor ongeschikt is geworden. Na talrijke proeven is gebleken dat de combinatie van lichtsterkte,

ruimtetemperatuur en watertemperatuur geschikt is om het een nieuwe regelingssysteem er op te baseren.

Wordt in een kas de ruimtetemperatuur op de gebruikelijke wijze constant gehouden, dan zal onder invloed van het wisselende buitenklimaat de watertemperatuur variëren (fig. 1). Bij sterke afkoeling moet de watertemperatuur hoog zijn om de gestelde ruimtetemperatuur te kunnen handhaven. Omgekeerd is bij weinig afkoeling een lage watertemperatuur vol-

Grafiek 1  
Verband tussen buitentemperatuur en watertemperatuur bij een constant gehouden ruimtetemperatuur van 20°C.

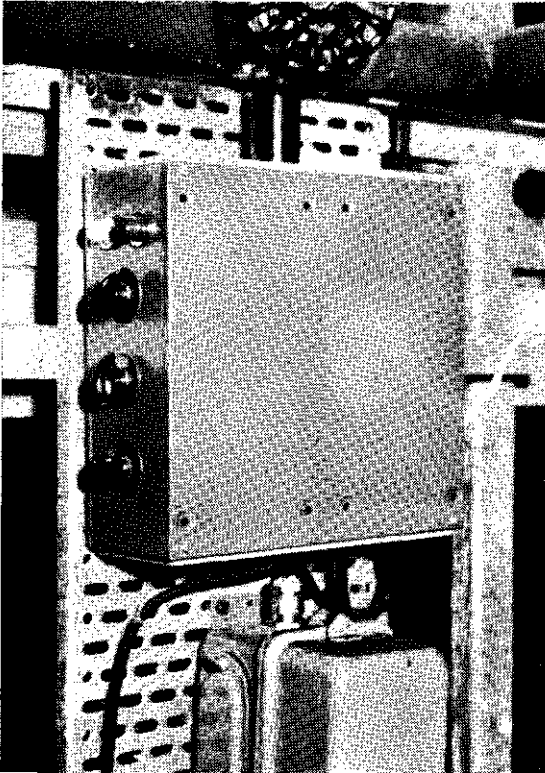


doende om hetzelfde te bereiken. Bij de proeven bleek dat wanneer een lage watertemperatuur gelijktijdig voorkomt met een geringe lichtsterkte, de weersgesteldheid aanwezig is waarbij maatregelen moeten worden genomen om de verdamping van de plant te bevorderen.

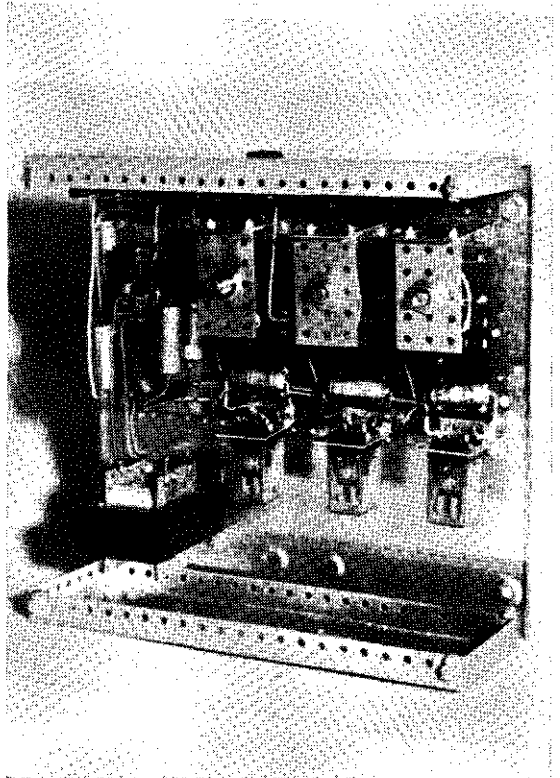
In de ontworpen regeling wordt dit als volgt gerealiseerd. De ruimtetemperatuur in een kas wordt constant gehouden bijvoorbeeld op 20°C. Wanneer bij een lichtsterkte van minder dan bijvoorbeeld 5000 lux

de watertemperatuur lager wordt dan een vastgesteld minimum (bijvoorbeeld 60°C), dan heeft dit tot gevolg dat door een impuls van de waterthermostaat de luchtramen open gaan. De ramen gaan verder open naarmate de watertemperatuur verder beneden 60°C komt (proportioneel geregeld). Hierdoor wordt de luchtverversing bevorderd en wordt een verdere daling van de watertemperatuur tegengegaan. Neemt de natuurlijke onttrekking weer toe, hetzij door wind, hetzij door daling van de buitentemperatuur, dan zal

Regelkast voor de instelling van de ruimtetemperatuur bij verschillende lichtsterkten.



De variaties van de lichtintensiteit worden hier trapsgewijs gemeten.

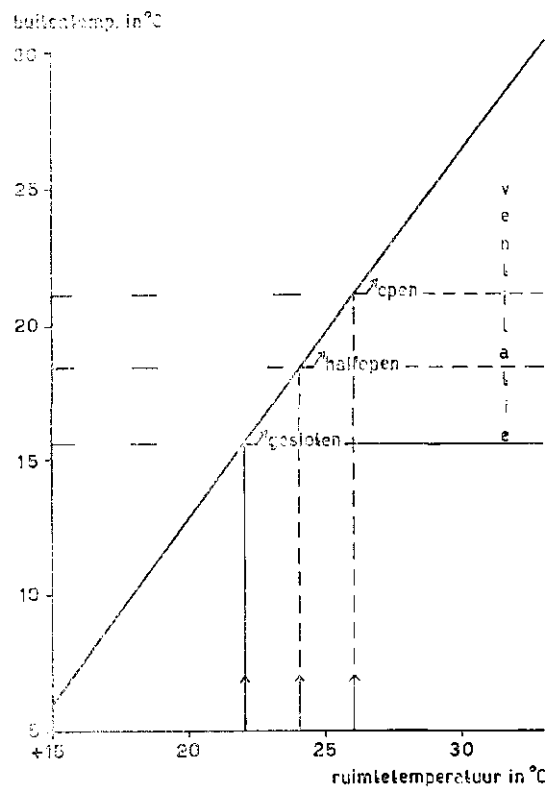
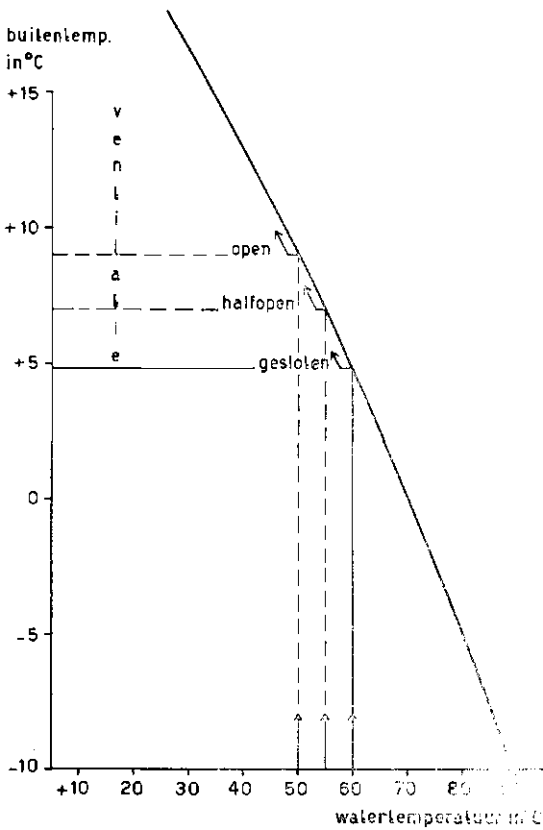


de watertemperatuur weer stijgen om de gestelde ruimtetemperatuur van 20°C te kunnen handhaven. Daarbij wordt de minimumwaarde van 60°C weer overschreden, maar nu in omgekeerde richting. Het gevolg is dat de luchtramen sluiten (fig. 2). Is de daling van de watertemperatuur een gevolg van sterkere zonninstraling (stijging van de ruimtetempera-

tuur), dan ontstaat een heel andere toestand. De ruimtetemperatuur is vaak belangrijk hoger dan de buitentemperatuur, terwijl vooral in de maanden maart en april de aanwezigheid van een sterke wind niet is uitgesloten. De uitwisseling van kaslucht en buitenlucht is meestal ruim voldoende en het te sterk worden van de verdamping komt vaker voor dan het

Grafiek 2  
Lichtintensiteit < 5000 lux; Ruimtetemperatuur 20°C; Ventilatie bij watertemperatuur < 60°C

Grafiek 3  
Lichtintensiteit > 5000 lux; Watertemperatuur constant 40°C; Ventilatie bij ruimtetemperatuur > 22°C



tegenovergesteld. Lage ruimtetemperaturen treden bij deze mate van instraling zelden op zodat aan dit onderdeel weinig aandacht behoeft te worden besteed. Wel is gebleken dat het wenselijk is de laag gelegen verwarmingsbuizen ook nu warm te houden. De reden is dat bij sterke instraling grote, verticale temperatuurverschillen in een kas kunnen optreden, waarbij de temperatuur onder het gewas 15°C en meer lager kan zijn dan boven het gewas. Dit is nadelig omdat op het koele benedendeel van de plant water kan condenseren (schimmels) en omdat het kleuren van de vruchten in een koele, vochtige atmosfeer niet op de juiste manier gebeurt. Bij sterke instraling kunnen daarnaast ongewenste toestanden ontstaan door het te hoog worden van de gemiddelde ruimtetemperatuur.

Bij een lichtsterkte van meer dan 5000 lux werkt de regeling als volgt. In tegenstelling tot de regeling beneden 5000 lux wordt niet de ruimtetemperatuur maar de watertemperatuur constant gehouden bijvoorbeeld op 40°C. Dit gebeurt door de waterthermostaat over te schakelen van de ventilatie naar de klep van de warmtetoevoer. Om grote wisselingen in de nu variabele ruimtetemperatuur tegen te gaan, wordt de ruimtethermostaat gebruikt om de ventilatie te regelen. Boven een vastgestelde ruimtetemperatuur (bijvoorbeeld 22°C) wordt geventileerd terwijl beneden deze temperatuur de luchtramen gesloten blijven (fig. 3). De grootste opening van de luchtramen kan door bediening met de hand worden begrensd om te voorkomen dat bij sterke wind de vochtonttrekking te sterk wordt. (Overigens zal het soms nodig zijn om ook door watertoediening een te sterke vochtonttrekking tegen te gaan. Dit laatste is echter niet in de regeling betrokken).

De regeling die op het Proefstation Naaldwijk in de voorjaarsteelt van 1966 op grotere schaal zal worden beproefd is in detail als volgt samengesteld. De beide regelonderdelen beneden en boven een lichtsterkte van 5000 lux zijn elk weer verdeeld in twee trappen. Hierdoor wordt een vloeiende overgang verkregen tussen de verschillende trappen.

Lichtsterkte	Ruimte-temp.	temp. Water-	Ventilatiewerking bij
< 100 lux (nacht)	16°C	variabel	watertemp. < 60°C
100-5000 lux (bewolkt)	21°C	variabel	watertemp. < 60°C
5000-15000 lux (zonnig)	variabel	50°C	ruimtetemp. > 22°C
> 15000 lux (zeer zonnig)	variabel	40°C	ruimtetemp. > 22°C

De betrokken proefkas bestaat uit vier kappen elk van 9,60 m breedte. Per kap bevinden zich op 25 cm boven het maaiveld 12 verwarmingsbuizen  $\varnothing$  51 mm (beneden verwarming) en 4 verwarmingsbuizen  $\varnothing$  51 mm op 2 m hoogte (bovenverwarming). De bovenverwarming wordt automatisch ingeschakeld als de watertemperatuur hoger wordt dan 70°C (sterke afkoeling) en is uitgeschakeld bij watertemperaturen die lager zijn dan 70°C.

De aangegeven temperaturen zijn aangepast aan de betreffende verwarmings- en ventilatiecapaciteit. Het zal duidelijk zijn dat beide grootheden niet voor alle kassen hetzelfde zijn, zodat de aan te houden temperaturen moeten worden aangepast.

De bovenomschreven regeling van verwarming en ventilatie is gebaseerd op de veranderingen van de lichtintensiteit. Omwille van de eenvoud van constructie wordt de invloed van deze veranderingen trapsgewijs gerealiseerd. Bij de verdere ontwikkeling van het systeem zal gestreefd worden naar het inpassen van de proportionele beïnvloeding, zoals deze wordt toegepast bij de bestaande lichtafhankelijke temperatuurregelingen. Vooral bij geringe lichtintensiteiten tot circa 5000 lux is een proportionele invloed van de lichtintensiteit op de ruimtetemperatuur te verkiezen boven de trapsgewijze invloed. Maar ook bij hogere lichtintensiteiten kan de instelling van de watertemperatuur zonder bezwaar proportioneel hieraan worden gekoppeld. Een samenvoeging van de hier beschreven regeling en de bestaande lichtafhankelijke temperatuurregeling vormt daarom een nader punt van onderzoek.

## Summary

**The regulation of heating and ventilation in tomato glasshouses** – Th. Strijbosch and L. Bol. Research Station for Fruit and Vegetable growing under glass at Naaldwijk.

The usual automatic temperature regulation in glasshouses is *not under all kinds of conditions satisfactory*, e.g. not in winter in dark, humid and calm weather with rather high temperatures.

Especially in that type of weather, hand regulation must take the place of automatic regulation. Experiments are being made at the Research Station at Naaldwijk, to get a better insight in this matter.

It has appeared that the factor 'space temperature' upon which nearly all automatic regulation systems have been based, should be replaced by a combination of the following factors: light intensity, space temperature and water temperature.

An automatic temperature regulating plant in which the above mentioned regulating factors have been worked, will be tested at the Research Station at Naaldwijk on a large scale in the spring of 1966.