

KAS EN KASKLIMAAT

VOORDRACHTEN, GEHOUDEN TIJDENS DE
ONTWIKKELINGSDAG VOOR TUINBOUWTECHNIEK
OP 23 NOVEMBER 1961

INSTITUUT VOOR
BODEMYRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

Inleiding

Dr. ir. E. W. B. van den Muijzenberg, directeur van het Instituut voor Tuinbouwtechniek

Hoezeer 'de kas' in Nederland in de belangstelling staat, blijkt wel uit de omvang en de sterke uitbreiding van het glasareaal. Aan het eind van 1961 was de oppervlakte tuinbouw onder glas ongeveer 5000 ha waarvan naar schatting de helft verwarmd was. Nederland neemt wat glasareaal betreft in de wereld de eerste plaats in.

Berekenen we de investering in kassen in ons land op een laag gemiddelde, namelijk f 10 per m², dan komen we tot een totale investering in tuinbouwglas in Nederland van vijfhonderd miljoen gulden. De nieuwwaarde is zeker op het dubbele te stellen, dus 1 miljard gulden. Bij dit bedrag is de kostbare teeltgrond buiten beschouwing gelaten.

Noodzakelijk is, dat wij onze verantwoordelijkheid voor de geïnvesteerde vijfhonderd miljoen gulden op een positieve wijze tot uitdrukking brengen. Het belangrijkste is namelijk niet hoeveel kassen en waren-

huizen er zijn, maar hoe goed die zijn aangepast aan de teelten waarvoor ze gebruikt worden.

- Worden ze snel afgeschreven, zodat ze spoedig vernieuwd kunnen worden?
- Hoeveel tijd en geld wordt er aan het onderhoud besteed?
- Hoe is het gesteld met de werkmethoden in de kas?
- Hebben we doelmatige machines voor de grondbewerking onder glas?
- Hoe staat het met het klimaat in de kas? Hebben we dit voldoende in de hand?

Voor al dit laatste punt – het kasklimaat – is van belang, omdat het onmiddellijk verband houdt met zaken als oogstvervroeging, produktieverhoging en kwaliteitsverbetering. Het is dan ook om deze reden dat het kasklimaat al jaren een belangrijk deel uitmaakt van het onderzoek op het Instituut voor Tuinbouwtechniek. Het is vooral ook daarom dat wij het kasklimaat thans gekozen hebben als onderwerp voor deze Ontwikkelingsdag.

1. Vier kassen van verschillend type op de proeftuin van het I.T.T.



Teeltresultaten in kassen van verschillend type

Ir. G. H. Germing en B. E. N. Verberne, Instituut voor
Tuinbouwtechniek, Wageningen

Naar aanleiding van discussies over het meest aanbevelenswaardige kastype voor de stooktomatenteelt zijn in 1959 op het proefterrein van het Instituut voor Tuinbouwtechniek vier kassen van verschillend type gebouwd.

Hoewel de teeltresultaten in deze kassen geenszins een uitsluitsel over het vraagstuk van de kastypen zouden kunnen geven, werd een teeltvergelijking in het onderzoekprogramma opgenomen, zodat althans een globale indruk van deze materie zou kunnen worden verkregen.

De hier te beschrijven teeltresultaten met stooktomaten in 1961 zijn uiteraard gebonden aan de teeltomstandigheden, zoals deze zich dit jaar op de proefplaats voordeden.

Ondanks het uiteraard voorlopige karakter van de proefresultaten mag er door de tendens die zij te zien geven een hoge waarde aan worden toegekend. De gevonden verschillen zijn in het algemeen zeer systematisch en betrouwbaar. De betrouwbaarheid van de proef als zodanig wordt versterkt door de vele zorg en arbeid die aan de uitvoering ervan zijn besteed. De proeven zullen in 1962 worden voortgezet.

De gebruikte kastypen

De kastypen die in deze proef betrokken zijn, hebben de volgende afmetingen (afb. 1)

Aanduiding kastype	Vwh*	8 K*	4 K*	2 K*
Kapbreedte	3,20 m	3,28 m	6,56 m	13,12 m
Lengte	22,40 m	22,40 m	22,40 m	22,40 m
Dakhelling	20°	30°	30°	30°
Goothoogte	2,10 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m

* Vwh = Venlowarenhuis met 8 kappen, 8 K = 8-kapper,
4 K = 4-kapper, 2 K = 2-kapper

Voor al deze kassen is de nokrichting oost-west, de plantrichting noord-zuid. In oost-west richting zijn de kassen verdeeld in zeven banen. In de middelste baan zijn zogenaamde proefvakken aangelegd; in deze vakken, ca. 16 m² groot, ligt een 60 cm diepe – voor alle kassen gelijke – laag grond. Deze grond is vóór de teelt na een intensieve menging in de vakken aangebracht.

In elke kas bevinden zich in de middenbaan twee van deze proefvakken (een noordelijk en een zuidelijk proefvak); deze zijn gescheiden door een zogenaamd controlevak met oorspronkelijke kasgrond. De middenbaan wordt van water en voedingszouten voorzien door druppelbevloeiing. Voor broezen is een regeninstallatie beschikbaar.

Proefopzet 1961

Bij de proeven in 1961 lag het zwaartepunt op de proefvakken in de middenbanen. Om deze zo goed mogelijk vergelijkbaar te maken, is de temperatuurregeling er op gericht geweest, in deze middenbanen gelijke temperaturen te bereiken. Dit gebeurde door middel van vier stralingsvrije voelers, die regelmatig over de lengte van de middenbanen waren verdeeld. De temperatuurregeling zelf geschiedde door middel van – voor kasverwarming – zeer nauwkeurige regeltoestellen; het temperatuurverloop ter plaatse van de voelers werd voortdurend gecontroleerd met behulp van een 16-punts millivoltschrijver.

Hoewel tegen deze proefopzet, waarbij iedere kas

dezelfde temperatuur krijgt, diverse bezwaren zijn aan te voeren, is zij vrijwel de enige die op een verantwoorde en betrouwbare wijze is uit te voeren. Bij alle teeltmaatregelen is er naar gestreefd de planten in de proefvakken steeds een zo gelijk mogelijke behandeling te geven (door één persoon). Behalve opbrengstbepalingen werden in deze vakken vele aanvullende waarnemingen gedaan om tot een betere interpretatie te komen van eventuele opbrengstverschillen.

Van de planten buiten de proefvakken zijn alleen opbrengsten bepaald, voornamelijk om de opbrengstverschillen binnen een kas en de ruimtelijke verdeling daarvan na te gaan. De proefplanten zijn 1 februari geplant op afstanden 40×70 resp. 40×90 cm in de middenbanen en op 50×70 resp. 50×90 cm in de overige banen. Op 7 juni zijn de planten getopt op twee bladeren boven de laatste bloeiende tros.

Proefresultaten

De planten in de middenbanen zijn, behalve 's zondags, dagelijks geoogst.

In tabel 1 zijn de oogstresultaten vermeld in kilogrammen en in guldens. De geldopbrengst is berekend door de dagelijkse kg-opbrengsten te vermenigvuldigen met de gemiddelde dagprijzen voor tomaten (alle sorteringen) over de jaren 1958 t/m 1960 van de veiling Berkel. De geldopbrengst is bepaald, omdat hierin zowel de vroegheid als de hoeveelheid van de oogst is verrekend.

Tabel 1. Opbrengsten stooktomaten 1961 in middenbaan van verschillende kastypen

Kastype:	Vwh	8 K	4 K	2 K
kg/m ² :	13,5	14,7	15,1	15,9
in %:	100	109	112	118
guldens/m ²	15,52	16,36	16,80	18,12
in %:	100	105	108	117

De kg-opbrengsten nemen toe met de dakhelling resp. de kapbreedte van de kassen. De procentuele

verschillen voor de kg-opbrengsten en geldopbrengsten vertonen dezelfde tendens, maar zijn onderling verschillend. In het Vwh (Venlo-warenhuis) en de 2 K (tweekapper) is de gemiddelde kg-prijs namelijk iets hoger dan in de 8 K (achtkapper) en de 4 K (vierkapper); het verschil komt overeen met dat bij een verschil in vroegheid van ongeveer een dag. In het algemeen traden tussen de kassen geen belangrijke verschillen op in vroegheid van de oogst.

De verschillen in geldopbrengst tussen de kassen worden dan ook vrijwel uitsluitend bepaald door de kg-opbrengsten. Deze kg-opbrengsten liggen op een absoluut hoog peil als gevolg van het doortelen tot 1 augustus; het aantal trossen per plant bedroeg ongeveer twaalf.

Bespreking van de proefresultaten

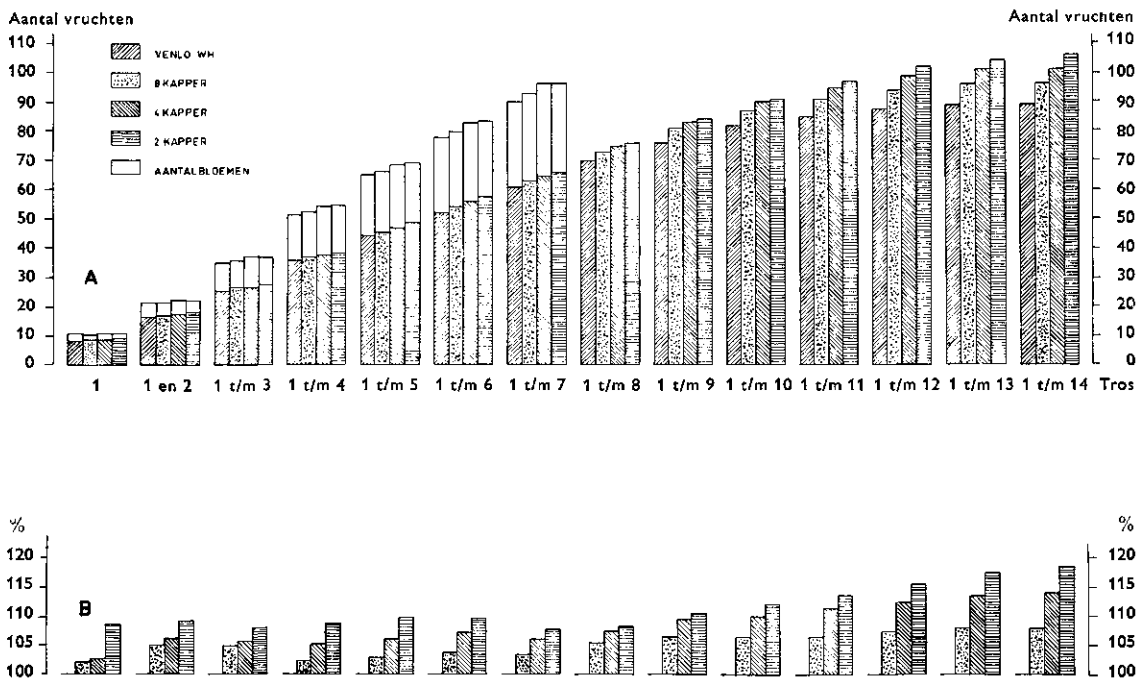
Voor een nadere interpretatie van de opbrengstgegevens zijn in tabel 2 de resultaten van enkele aanvullende waarnemingen betreffende de aantallen trossen, vruchten en het vruchtgewicht vermeld.

Tabel 2. Aantal trossen en vruchten per plant en het vruchtgewicht bij stooktomaten in verschillende kastypen

Kastype	Vwh	8 K	4 K	2 K
Aantal trossen per plant	11,9	12,1	12,4	12,8
Aantal geoogste vruchten per plant	85	88	92	95
Aantal geoogste vruchten per tros	7,1	7,3	7,4	7,4
Vruchtgewicht in g	51	54	53	54

Het gemiddeld aantal trossen per plant dat na het toppen op twee bladeren na de laatste bloeiende tros werd geteld, neemt evenals de kg-opbrengst toe in de volgorde: Vwh — 8 K — 4 K — 2 K.

Ook het aantal geoogste vruchten per plant neemt toe in deze volgorde; dit is voor een gedeelte toe te schrijven aan het aantal trossen, gedeeltelijk echter ook aan een toenemend aantal vruchten per tros.



2. A. Aantallen werkelijk gevormde vruchten en bloemen per plant voor een toenemend aantal trossen. B. Aantallen werkelijk gevormde vruchten (in procenten van het Venlo-warenhuis)

Het aantal vruchten per tros blijkt nauw samen te hangen met het aantal bloemen per tros, dus met de potentiële trosgroote.

Uit afbeelding 2, waarin het aantal bloemen en het aantal werkelijk gevormde vruchten voor een toenemend aantal trossen is weergegeven, blijkt dat de volgorde voor de trosgroote voor alle trossen gelijk is, namelijk: Vwh — 8 K — 4 K — 2 K. Voor de eerste zeven trossen, dat wil zeggen tot omstreeks half mei, blijven de procentuele verschillen tussen de kassen betreffende het aantal gevormde vruchten vrijwel gelijk. Bij de hogere trossen worden de kasverschillen

procentueel groter. Deze laatste waarneming wijst er op dat de resultaten van dit soort vergelijkingsproeven sterk afhankelijk zijn van de duur van de proef. Bovenstaande feiten duiden overigens op een systematisch verschil in groeiniveau tussen de kassen. Het is aannemelijk dat dit samenhangt met een verschil in lichtniveau.

Het vruchtgewicht is blijkens tabel 2 alleen in het Vwh gemiddeld lager.

De teeltresultaten in de middenbanen geven dus duidelijke verschillen tussen de onderscheiden kastypen te zien; deze verschillen komen tot uiting in de

aantallen geoogste vruchten en in de geoogste hoeveelheden. De verschillen in vroegheid zijn slechts van ondergeschikte betekenis.

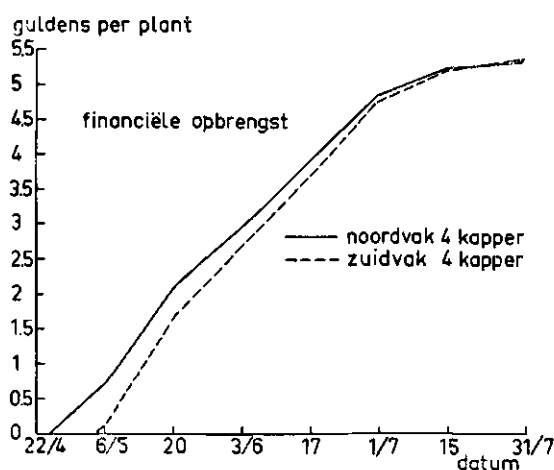
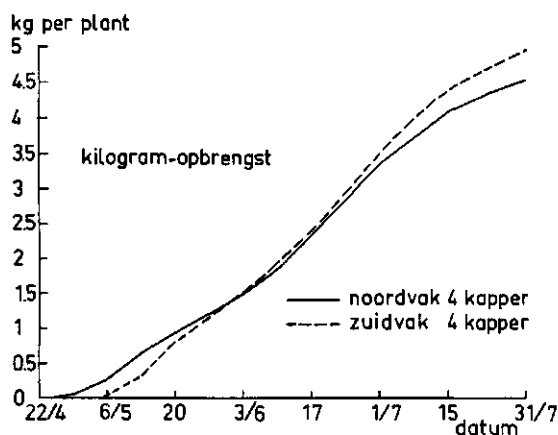
Verschillen binnen een kas

Aan de gelijkheid van de temperatuur in de onderscheiden middenbanen is de uiterste aandacht besteed en voortdurende temperatuurregistraties wijzen uit dat de gemiddelde temperaturen inderdaad als gelijk beschouwd mogen worden. Binnen een kas treden echter altijd temperatuurverschillen op; zo is in de middenbanen van alle kassen vooral 's nachts een temperatuurverloop van noord naar zuid. Dit is een gevolg van het feit dat de aanvoerleidingen voor de verwarming langs de noordkant zijn gemonteerd. Onder invloed van dit temperatuurverloop zijn er in het gewas verschillen opgetreden tussen de noordkant en de zuidkant van de kassen. Aan de noordkant gaat de ontwikkeling van de planten sneller, maar blijft de totale opbrengst op den duur achter bij die aan de zuidkant.

Ter illustratie van dit verschijnsel zijn in tabel 3 enige gegevens vermeld van een tweetal vakken (in dit verband uitersten) uit de middenbaan van de 4-kapper. Het verschil in luchttemperatuur tussen deze vakken was 's nachts in de orde van 1,5 à 2°C; het verschil in grondtemperatuur is iets geringer. In afbeelding 3 is het verloop van de kg-opbrengst en van de geldopbrengst voor deze vakken weergegeven.

Tabel 3. Enige gegevens over planten uit een noord- en een zuidvak in de middenbaan van de vierkapper

	n-vak	z-vak
Aantal trossen	12,8	12,0
Aantal vruchten	96	101
Opbrengst kg/plant	4,5	4,9
Opbrengst guldens/plant	5,31	5,33
Gem. kg-prijs in gld	1,18	1,09
Bloeidatum 1e tros (dagen)	0	+2
Rijpsdatum 1e tros (dagen)	0	+7
Gem. oogstvervroeging in dagen	0	+2,4



3. Kg-opbrengst in een noord- en een zuid-vak

Duidelijk blijkt dat het noordelijke vak vroeger is en dat het zuidelijke vak een hogere totale kg-opbrengst heeft. Dat de uiteindelijke geldopbrengst van beide vakken gelijk is, is in zoverre toeval, dat dit samenhangt met het tijdstip van beëindiging van de teelt. Bij een kortere teeltduur zou het noordelijke vak een hogere geldopbrengst hebben gegeven (en bij een

langere teeltduur het zuidelijke vak). Ook dit voorbeeld leert overigens dat bij vergelijkende proeven de teeltduur een belangrijke invloed heeft op de resultaten. Hiermede dient daarom terdege rekening te worden gehouden.

Invloed randwerking

De vraag dient te worden gesteld in hoeverre de teeltresultaten in de proefvakken in de middenbaan van de kassen representatief zijn voor het betrokken kastype.

Wanneer wordt aangenomen dat deze middenbanen representatief zijn voor een oneindig grote kas, wordt de geldigheid van de resultaten voor een kas van gegeven afmetingen bepaald door de zogenaamde randwerking in die kas. Juiste cijfers over de randwerking in de onderscheiden kastypen zijn nog niet beschikbaar. Buiten de middenbaan hebben de planten in de buitenste twee rijen, aan de oost- en westgevel, gemiddeld 10–15% meer kilogrammen gegeven dan in de overige rijen.

Ook de twee dubbele randrijen van een meetbaan (= open plek) gaven een 15% hogere kg-opbrengst. Genoemde meetbaan verstoort overigens het opbrengstpatroon binnen de kassen, zodat de resultaten van dit jaar nog geen duidelijk beeld geven van het eventuele verschil in 'dieptewerking' van het randeffect voor de topgevels in de verschillende kastypen. Er is een aanwijzing dat dit effect in de hoge kassen verder reikt dan de buitenste twee rijen. Wanneer we er van uitgaan dat de teeltresultaten in de buitenste twee rijen in een kas niet bepaald worden door het kastype (wegens het extra licht dat deze krijgen), is het kastype-effect over de gehele kas – dus voor alle planten – te berekenen. Bij kasoppervlakten vanaf circa 2000 m² is dan de invloed van het randeffect te verwaarlozen en zijn de proefvakken dus inderdaad representatief.

Resultaten buiten de proefvakken

Hoewel de proefopzet gebaseerd is op een vergelijking van de middenbanen (met name bij de temperatuur-

regeling is hiervan uitgegaan) is de verleiding groot ook de 'rest' van de kassen te vergelijken. Zoals reeds werd opgemerkt, staan de teeltresultaten buiten de proefvakken sterk onder invloed van randwerking. Van het totaal aantal geoogste dubbele rijen staan er vier rechtstreeks onder invloed van deze randwerking; bedoelde randrijen brengen gemiddeld over alle kassen bijna 15% meer kilogrammen op dan de rijen die niet onder invloed van randwerking staan. Voor wat de niet-randrijen betreft, is de volgorde voor de kastypen dezelfde als die voor de middenbanen; de relatieve verschillen zijn echter minder groot (tabel 4).

Tabel 4. Opbrengsten stooktomaten 1961 in middenbaan en overige niet-randrijen relatief ten opzichte van Venlo-warenhuis

Kastype	Vwh	8 K	4 K	2 K
Middenbaan	100	109	112	118
Overige niet-randrijen	100	103	107	110

Zoals reeds is vermeld, bedroeg de plantafstand op de rijen in de proefvakken 40 cm en buiten de proefvakken 50 cm. Er bestaat een sterk vermoeden dat dit verschil in plantafstand van invloed is geweest op de relatieve invloeden van de kastypen.

Samenvatting

In vier verschillende typen kassen zijn in 1961 vergelijkende teeltproeven genomen met stooktomaten. Bij deze proef lag het zwaartepunt op de middenbaan van elk der kassen; hierin lagen per kas twee proefvakken met gelijke grond. Verder is de temperatuurregeling er op gebaseerd geweest om de temperaturen in de onderscheiden middenbanen zo goed mogelijk gelijk te houden. Ook bij alle teeltmaatregelen is gestreefd naar een gelijke behandeling van deze banen.

De kg-opbrengsten blijken toe te nemen met de dakhelling (resp. 20° en 30°) en met de kapbreedte (resp. 3,20 m; 3,28 m; 6,56 m en 13,12 m) van de verschillende kassen. Aangezien er slechts geringe

verschillen in vroegheid van de oogst zijn opgetreden, worden de geldopbrengsten bepaald door de aantallen geoogste kilogrammen.

De kg-opbrengst blijkt in hoofdzaak te zijn bepaald door de trosgrootte, die voor alle trossen afzonderlijk toeneemt met de dakhelling en de kapbreedte.

Zowel de absolute als de relatieve kasverschillen worden groter naarmate langer wordt doorgeteeld. Binnen de kas treden verschillen in ontwikkeling op als gevolg van temperatuurverschillen; de gevolgen hiervan voor de geldopbrengsten zijn onder meer afhankelijk van de teeltduur.

Enkele proefresultaten duiden erop dat ook de plantafstand invloed heeft op de kwantitatieve opbrengstverschillen tussen kassen van verschillend type.

Temperatuur en koolzuurgas in kassen

Mej. drs. G. J. Los, Instituut voor Tuinbouwtechniek,
Wageningen

Met een Wösthoff gasanalysator, welwillend in bruikleen afgestaan door het Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek te Wageningen, is na enig oriënterend experimenteel onderzoek het natuurlijk verloop van het koolzuurgas in een kas gemeten.

De gebruikte kas is een 'diffusiedichte' kas met ingekit glas, zonder luchtramen en voorzien van de mogelijkheid tot geforceerde ventilatie door middel van een kleine ventilator in de zuidgevel. De kas is een tabletkas, door een wand met deur in twee afdelingen verdeeld. De buitendeur bevindt zich in het noordelijk compartiment. De lucht voor de metingen

is uit het zuidelijk deel afkomstig. De tabletten in dit deel zijn 8 meter lang en 1 meter breed. De inhoud van deze afdeling is 28 m³. De meetapparatuur is in de noordelijke afdeling ondergebracht. De gang van het natuurlijk CO₂-gehalte in de kas en de verschillen tussen opeenvolgende dagen zijn betrekkelijk klein, de orde van grootte is 0,01 volumeprocent.

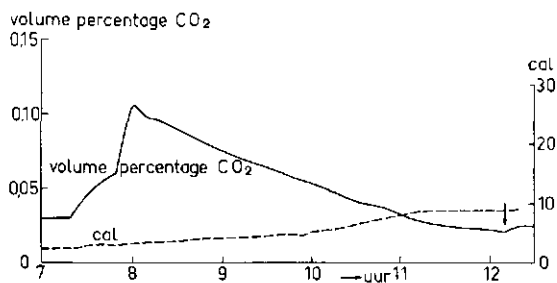
In het zuidelijk deel van de kas zijn 64 tomatenplanten geplaatst en in het noordelijk deel 10 planten. De gemeten dagelijkse gang van het koolzuurgasgehalte van de kaslucht wordt daardoor veel groter. Wordt de kas 's avonds gesloten, dan loopt het volumepercentage koolzuurgas tot 0,06 volumeprocent of hoger op. Bij zonsopgang wordt een daling van het koolzuurgasgehalte waargenomen en wanneer de kas gesloten blijft, daalt het volumepercentage op een zonnige dag al spoedig beneden het niveau van de buitenlucht.

Een dergelijk groot verschil tussen nacht- en morgen-niveau en een zo snelle daling zijn bij een normale kas niet te verwachten, omdat de natuurlijke ventilatie in een gewone kas groter is dan in de gebruikte dichte kas. De metingen zijn in juli 1961 begonnen. Ze zijn dus alle in het lichte jaargetijde in een onverwarmde kas uitgevoerd. Na eind augustus is 's nachts incidenteel verwarmd met een ventilator-kachel. In normale verwarmde kassen is te verwachten dat de verdeling van het koolzuurgas niet gelijkmatig zal zijn, daar deze samenhangt met de temperatuurverdeling. Er zijn geen metingen gedaan om de gradiënt in het koolzuurgehalte van de lucht te onderzoeken. Wel is er een extra ventilator in geplaatst om enige luchtbeweging te verkrijgen.

Toevoeging van koolzuurgas

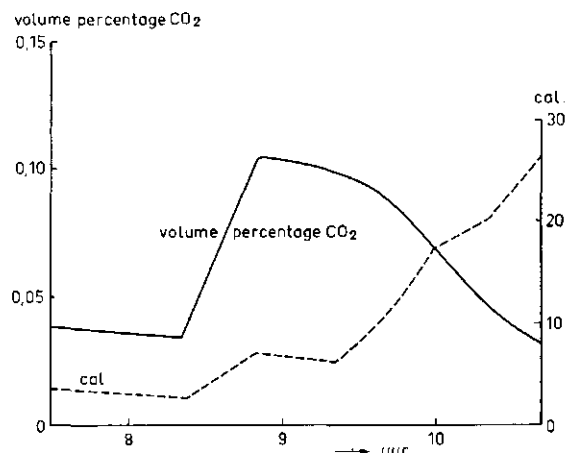
Met ingang van 24 juli is iedere dag een hoeveelheid koolzuurgas aan de kas toegevoegd. Dit gebeurde door een geperforeerde slang, die boven de tabletten aan de kapconstructie is bevestigd en via een controlevat is aangesloten aan een koolzuurcilinder op een weegschaal.

Er kunnen monsters getrokken worden uit vier ver-



1. Lichtintensiteit in cal/cm²-uur buiten en CO₂-gehalte van de lucht in volumeprocenten. Op het punt dat de pijl aanwijst, is de kas geopend (31 augustus 1961)

schillende punten in de kas en wel: uit de nok, van het pad tussen de tabletten en van elk der tabletten in een punt tussen de planten gelegen. Tijdens en na de dosering is de ventilator in de kas in werking. Wanneer de toediening van koolzuur langzaam plaatsvindt, is de verdeling in de ruimte gelijkmatig en kan met monsterneming boven de tabletten worden volstaan. Het koolzuurgehalte werd in de mor-



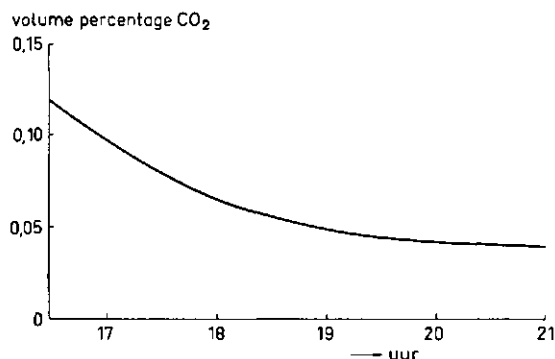
2. Lichtintensiteit in cal/cm²-uur buiten en CO₂-gehalte van de kaslucht in volumeprocenten op 25 september 1961

genuren opgevoerd. Op een later tijdstip van de dag zou de daarmee samenhangende temperatuurstijging ontoelaatbaar groot zijn, omdat de kas tijdens de dosering en één of twee uur daarna gesloten blijft.

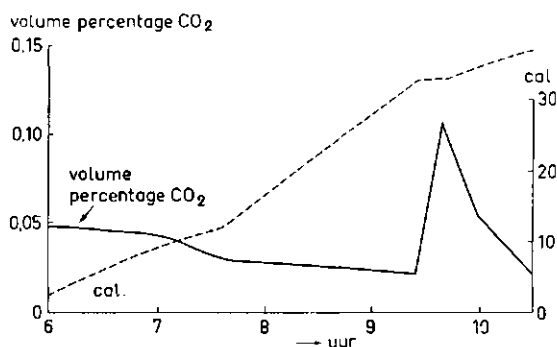
Gedoseerd is van het ochtendniveau tot een volumepercentage van ongeveer 0,1 volumeprocent, dat is ruim drie maal zoveel als het normale CO₂-gehalte van de lucht. Het geregistreerde verloop van het koolzuurgehalte wat dan volgt, is sterk afhankelijk van het niveau en van het verloop van de lichtintensiteit buiten.

In figuur 1 is het verloop van het CO₂-gehalte van de lucht tijdens het doseren (van 7.20–8 uur) en na doseren weergegeven, samen met het verloop van de lichtintensiteit. De afname van het CO₂-gehalte is langzaam, het lichtniveau is laag en loopt gedurende de dag slechts weinig op. Om 12.10 uur wordt de deur geopend, waardoor het CO₂-gehalte in de kas stijgt van 0,022 tot 0,026 volumeprocent. De knik in de kromme van het CO₂-verloop om 7.50 uur is het gevolg van een verder openzetten van de kraan. In figuur 2 is duidelijk te zien hoe het CO₂-gehalte van de lucht afneemt onder invloed van het licht tot aan het ogenblik van doseren. Vanaf 9.20 uur neemt de lichtintensiteit snel toe. Het CO₂-gehalte neemt daarna sneller af. Om 10.20 uur is een CO₂-concentratie bereikt, waarbij een verhoging van de lichtintensiteit geen versnelling van de CO₂-vermindering meer teweeg brengt.

Het voor de opvoering van het CO₂-gehalte benodigde aantal grammen is ongeveer 75 à 100. De juiste hoeveelheid is afhankelijk van begin- en eindniveau van de dosering en van de doseringstijd. Na het ruimen van het gewas zijn ventilatiemetingen in de lege kas uitgevoerd. De ventilatieverliezen hebben geen vaste waarde, afhankelijk van het verschil in CO₂-gehalte tussen de lucht binnen en buiten de kas, maar zij zijn wel sterk afhankelijk van de omstandigheden buiten de kas. Het is dan ook niet mogelijk de afneming van het CO₂-gehalte van de lucht na een dosering te splitsen in twee delen; één



3. Het verloop van het CO₂-gehalte van de lucht in een lege kas, na opvoering tot 0,12 volumeprocent op een winderige dag (8 november 1961)



4. Lichtintensiteit in cal/cm²-uur buiten en CO₂-gehalte van de kaslucht in volumeprocenten op 10 september 1961

als gevolg van de ventilatie, het andere als gevolg van de activiteit der beplanting. Wanneer men een dergelijke splitsing gewenst acht, is een dubbele meting nodig.

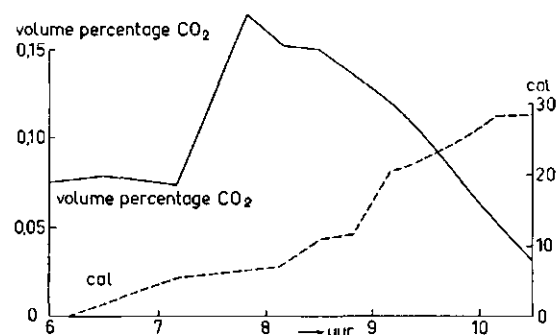
Figuur 3 toont het verloop van het CO₂-gehalte in de lege dichte kas, na dosering tot 0,12 volumeprocent CO₂ op een winderige dag in november. De ventilatieverliezen zijn groot, groter dan voor de teelt als gemiddelde mag worden aangenomen.

De figuren 4 en 5 geven het verloop van het CO₂-gehalte respectievelijk na snel doseren (doseringstijd 15 minuten) en na doseren tot een hoog niveau (0,17 volumeprocent). Gedurende de registratie, weergegeven in figuur 4 (zondag 10 september), is de kas geopend om 7 uur. De dosering begint om 9.25 uur, de zonintensiteit is groot (33 cal/cm²-uur) en er is snel gedoseerd. Na 9.40 uur volgt een snelle afname van het volumeprocentage koolzuurgas tot 10 uur, daarna is het verval wat kleiner. Niet vastgesteld kon worden of het snelle verloop een gevolg is van de grote CO₂-opneming van de planten bij dit hoge lichtniveau, of van een niet gelijkmatige verdeling van het koolzuur over de ruimte om 9.40 uur; een deel van het verval zou dan moeten worden toe-

geschreven aan een verdunning ter plaatse van de monsterneming tengevolge van een latere gelijkmatiger verdeling over de kas.

Figuur 5 heeft betrekking op de 20ste september 1961. Om 6.30 uur is er in de kas een hoog volumeprocentage CO₂ (0,078 volumeprocent). Er wordt om 7.10 uur gedoseerd zonder dat er eerst gelucht is.

5. Lichtintensiteit in cal/cm²-uur buiten en CO₂-gehalte van de kaslucht in volumeprocenten op 20 september 1961



Aan het einde van de doseringsperiode (7.50 uur) is het koolzuurgehalte opgelopen tot 0,17 volume-percent. Mogelijkerwijs hangt de betrekkelijk kleine afneming in de eerste 40 minuten na de dosering samen met de hoogte van het bereikte niveau. Of en in hoeverre soortgelijke verschijnselen optreden bij andere gewassen of bij hetzelfde gewas bij andere klimatologische omstandigheden, dient nader te worden onderzocht.

Van groot belang met het oog op de eventuele ontwikkeling van doseersystemen en -regelaars is de kennis van het assimilatiegedrag van gewassen. Op de vraag of er verschil in gedrag bestaat tussen een tijdelijke niveauverhoging van het CO₂-gehalte van de lucht en een niveauverhoging gedurende de gehele dag, eventueel van verschillende grootte, is echter geen antwoord in de literatuur te vinden. Zouden de beste resultaten gevonden worden bij schoksgewijs doseren, dan zou dit waarschijnlijk CO₂-besparend werken daar de tijd waarin belangrijke lekverliezen optreden, beperkt is.

De kas is iedere dag gesloten gehouden tot het ogenblik waarop het CO₂-niveau ongeveer de waarde van het niveau van de buitenlucht heeft bereikt. Dan worden de beide deuren van de kas geopend en wordt de ventilator in de zuidgevel in werking gezet. Gedurende de rest van de dag blijft het CO₂-gehalte van de lucht tussen de planten ongeveer 0,005 volume-percent onder het niveau van de buitenlucht. Dit is een gevolg van de gebrekkige ventilatie van de kas, waarbij wel lucht door het middenpad naar buiten wordt verplaatst, maar de lucht tussen het gewas slechts weinig wordt ververs.

Kosten van de CO₂-dosering

Een cilinder met een inhoud van 10 kg koolzuur kost f 7,80. Bij de besproken proeven zijn slechts kleine hoeveelheden gebruikt. De dagelijkse kosten waren ongeveer 7 cent voor 28 m³ lucht. De voor de dosering benodigde hoeveelheid CO₂ wordt voor een gewone kas geschat op 10 kg/1000 m² per dag. Behalve uit een cilinder kan de benodigde CO₂ ook

worden verkregen door verbranding van 4 liter petroleum. Helaas komen er dan ook andere verbrandingsprodukten in de kas. Koolzuur onder druk uit een cilinder heeft het voordeel dat het niet plaatselijk hoeft te worden toegediend, maar bijvoorbeeld via de lege sproeileiding kan worden verdeeld. Met het oog op een gelijkmatige verdeling is het gewenst langzaam te doseren. Bovendien treden in dat geval geen bevroeringsverschijnselen in het reduceerventiel op.

Wanneer de teelt onder toediening van koolzuur ingang vindt, zal het noodzakelijk zijn naar een goedkope CO₂-bron te zoeken. Voor CO₂-vergiftiging van de mensen in de kas hoeft, behalve bij toediening van extreem grote hoeveelheden, niet gevreesd te worden. De gevarenszone begint, volgens opgave van de Rijksverdedigingsorganisatie, bij 1,5 volumepercent CO₂.

Volgens recente literatuurgegevens treedt reeds bij een volumepercentage koolzuurgas van de lucht van 0,5 een versnelling van de ademhaling op; bij 1 à 3 volumepercent koolzuurgas treden na kortere of langere tijd ziekteverschijnselen op.

CO is al gevaarlijk bij een volumepercentage van 0,005.

De teelt

Het gewas is door een ervaren tuinman verzorgd en heeft, getopt op drie trossen voor de planten aan het pad en vier trossen voor de planten aan de raamzijde een normale oogst opgeleverd.

De dosering is eind september gestaakt, omdat de toestand van het gewas toen niet meer toeliet de kas nog lange tijd gesloten te houden. Het totale bladoppervlak van het volwassen gewas werd geschat op 20 m² en de opbrengst op 0,5 kg per tros.

Overzicht van de proef

De proef is slechts een eerste oriëntering geweest in het registreren meten van CO₂ en het telen van tomaten bij verhoogd koolzuurgehalte van de lucht. Behalve het CO₂-gehalte is de temperatuur registrerend gemeten. De stralingscijfers zijn aan de

registraties van het laboratorium voor Natuur- en Weerkunde ontleend. Pogingen om ook iets van het vochtgehalte van de lucht vast te leggen, zijn niet ondernomen. Van definitieve conclusies kan derhalve geen sprake zijn. Evenmin kan er sprake zijn van enige vergelijking tussen de beide afdelingen van de kas. In het noordelijk deel met de meetapparatuur en de tien planten is namelijk regelmatig bedienend personeel of bezoek aanwezig geweest. Daar een mens per uur ongeveer 40 gram CO_2 uitademt, is in dit deel geen teelt onder natuurlijke omstandigheden uitgevoerd.

Als de teelt van gewassen in een atmosfeer met verhoogd koolzuurgehalte ingang vindt, zal dit gevolgen hebben voor de afdichting van de kassen en voor andere cultuurmaatregelen.

De omvang van het verzamelde feitenmateriaal, zowel wat betreft het klimaat als de gevolgen daarvan op de teelt, is nog zo gering dat uitbreiding van de metingen noodzakelijk is.

Samenvatting

Als oefening in het registreren meten met een CO_2 -recorder zijn tijdens een tomatenteelt metingen verricht in een kleine 'diffusie-dichte' tabletkas. Het verschil in koolzuurgehalte van de lucht 's nachts en overdag was in de gesloten kas van de orde 2.

In de dichte kas begint na zonsondergang het CO_2 -gehalte van de lucht op te lopen van een niveau iets onder de waarde van de buitenlucht tot een niveau twee maal zo hoog als buiten. Het nachtelijk maximum wordt in de regel na middernacht bereikt en met het krieken van de dag begint het koolzuurgasgehalte van de kaslucht te dalen.

Wordt de kas gesloten gehouden, dan kan dit gehalte verder dalen tot een niveau van 0,01 volumeprocent CO_2 ; deze waarde werd op een zonnige dag geruime tijd voor het middaguur bereikt. In plaats van deze uitputting toe te staan, wordt aan de kaslucht om 7 à 8 uur 's morgens koolzuurgas toegevoegd en wel tot een niveau van omstreeks 0,1 volumeprocent; dat

is ruim drie maal zo hoog als het normale buiten-niveau. Afhankelijk van de lichtsterkte neemt het koolzuurgasgehalte van de lucht af tot het normale niveau in één à drie uren. Daarna werd de kas geopend en geventileerd.

Ook uit een kas zonder planten, maar met een verhoogd CO_2 -gehalte van de lucht, verdwijnt koolzuur. Deze ventilatieverliezen zijn sterk afhankelijk van windrichting en windsterkte, zodat het niet mogelijk is het verloop in de beplante kas voor ventilatieverliezen te corrigeren. Na een snelle dosering en na een dosering tot 0,17 volumeprocent is een opmerkelijke vorm van het verloop van het CO_2 -gehalte gevonden.

Grondbedekking met witte kunststoffolie

Ir. J. A. Sondern, Instituut voor Tuinbouwtechniek
Wageningen

Bij de teelt van stooktomaten is de hoeveelheid licht de groeifactor die in januari en februari dikwijls in het minimum verkeert. De vraag doet zich dus voor: 'kan de hoeveelheid licht voor deze planten worden vergroot door ze uit te planten op witgekleurde, lichtreflecterende folie, als grondbedekking?' Er waren enkele aanwijzingen dat dit inderdaad het geval kan zijn. Ir. Germing vond dat jonge belichte tomatenplanten reageerden op reflectie van zilverpapierstrookjes, die tussen de plantjes waren gelegd. In onze proefkassen is door ir. De Vries in november 1960 tussen de rijen najaarskommers witte folie gelegd om te trachten dit gewas in de lichtarme periode aan de groei te houden. In deze proef kon niet met zekerheid worden vastgesteld of het gewas

heeft gereageerd op het reflecterende licht, mogelijk omdat met oude planten werd gewerkt. De waarnemingen van ir. Germing doen echter verwachten, dat het reflecterende licht voor jonge lichtgevoelige stooktomaten, die nog klein zijn en daardoor dicht bij de reflectiebron staan, toch gunstig is.

Proef met witte folie

Op 1 februari 1961 werd op het Instituut voor Tuinbouwtechniek een proef met witte folie als grondbedekking begonnen. Een kas werd hiervoor verdeeld in een zuid- en een noordhelft en deze zijn weer verdeeld in een oost- en een westvak. De rijen in het zuidoost- en noordwestvak zijn met witte folie bedekt. De tomatenplantjes, opgekweekt in perspotten, zijn uitgeplant in twaalf noord-zuid lopende rijen. De witte folie is in de rijen iets bol gelegd (om het water gelegenheid te geven af te lopen) en de planten zijn in ruime kruissneden in de zijanten in deze folie uitgeplant. Om voetrot te voorkomen, zijn de stengels vrij gehouden van de folie.

Daar het reflecterende licht alzijdig terugkaatst, kunnen de bedekte vakken niet te klein worden genomen.

Om te voorkomen dat de planten in de witte folie niet voldoende vocht zouden krijgen van de regeninstallatie, werd tussen alle rijen een infiltratiesysteem gelegd. Door drainbuizen van polyvinylchloride, die 10 cm diep in sleuven worden ingegraven kon gemakkelijk extra water worden gegeven ook onder de afgedekte rijen.

Een paar dagen na het planten viel het op dat de bladeren van de tomatenplantjes op de witte folie meer gebogen waren (afb. 1). De bladstand deed vreemd aan en voorspelde niet veel goeds. Om zekerheid te krijgen dat deze bladstand door het reflecterende licht van de witte folie werd veroorzaakt, is onder enige planten een stuk zwarte folie boven op de witte gelegd. De bladstand van de planten werd normaal.

's Morgens als het licht werd, waren de bladeren al gebogen. Dit wijst erop dat noch de droogte, noch een ophoping van assimilaten in het blad de oorzaak kan zijn.

Het blad van de tomaat richt zich naar het licht. Komt er niet alleen licht van boven maar ook van beneden, dan wordt daardoor blijkbaar de bladstand gewijzigd om zoveel mogelijk licht op te vangen.

De stengels van de jonge tomatenplanten op de witte folie vertoonden een rode verkleuring. Er werd voorts een vervroegde en versterkte groei van dieven geconstateerd bij de jonge tomaten op de witte folie. Dit wijst op een stagnatie in de topgroei. Dit laatste is echter niet geconstateerd. Mogelijk is de diefgroei door het reflectielicht geactiveerd.

Bodemtemperatuur

Doordat de witte folie invallende lichtstralen terugkaatst, zal de grondtemperatuur onder de folie overdag minder vlug stijgen. Het is te verwachten dat een plant die meer licht ontvangt, juist een hogere grondtemperatuur zou kunnen gebruiken.

Uit metingen op 10 cm diepte valt het volgende af te leiden:

1. De grondtemperatuur van de onbedekte vakken wordt op zonnige dagen hoger dan die van de met witte folie bedekte vakken. Op dagen zonder zon is het verschil gering. Dit komt ook door de lage zonnestand en de korte dag.

2. Gedurende de nacht voorkomt de witte folie de afkoeling van de grond. Het verschil is 0,2°C, dus klein, doch elke morgen is de temperatuur van de grond onder de witte folie hoger dan die van de open grond. Op een zonnige morgen is het verschil in temperatuur door de open grond vlug ingehaald.

De gemiddelde dagelijkse amplitude van de temperatuur op 10 cm diepte in de kasgrond was in februari 1961 onder de witte folie 1,3°C en in de onbedekte grond 1,8°C.



Lichtmetingen

Metingen op 30 cm boven de grond met een vlakke lichtmeter gaven boven de witte folie een reflectie van 57% en boven de open grond een reflectie van 4,2% van het invallende licht.

Met een bolvormige lichtmeter, waarmee de totale hoeveelheid licht wordt gemeten, is op 30 cm hoogte, op een heldere dag boven de witte folie $\pm 26\%$ en $\pm 33\%$ meer licht gemeten dan boven de onbedekte grond.

Beide metingen tonen aan dat er boven de witte folie een belangrijke hoeveelheid meer licht is dan boven de niet-bedekte grond.

Aangenomen wordt dat het chlorofyl aan de onderkant van het blad aan het assimilatieproces meedoet als het licht ontvangt. In de natuur vangt bij wind elk blad licht op aan de onderkant van het blad.

Vergelijking van de bloei

Door tellen en noteren van het aantal bloeiende bloemen per plant, per tros en per vak op verschillende dagen kan het percentage planten met bloeiende 1e, 2e, 3e en 4e tros worden uitgerekend. Uit de grafiek (afb. 2) is duidelijk te zien dat de planten op de witte folie vroeger in bloei zijn. Vergelijking van de grafieken toont aan dat de bloei op de zuidhelft vroeger is dan de bloei op de noordhelft. Berekening van het aantal bloeiende bloemen van de eerste, tweede, derde en vierde tros per plant geeft cijfers voor de verschillende teldagen, waaruit een zelfde verloop van de bloei is af te leiden.

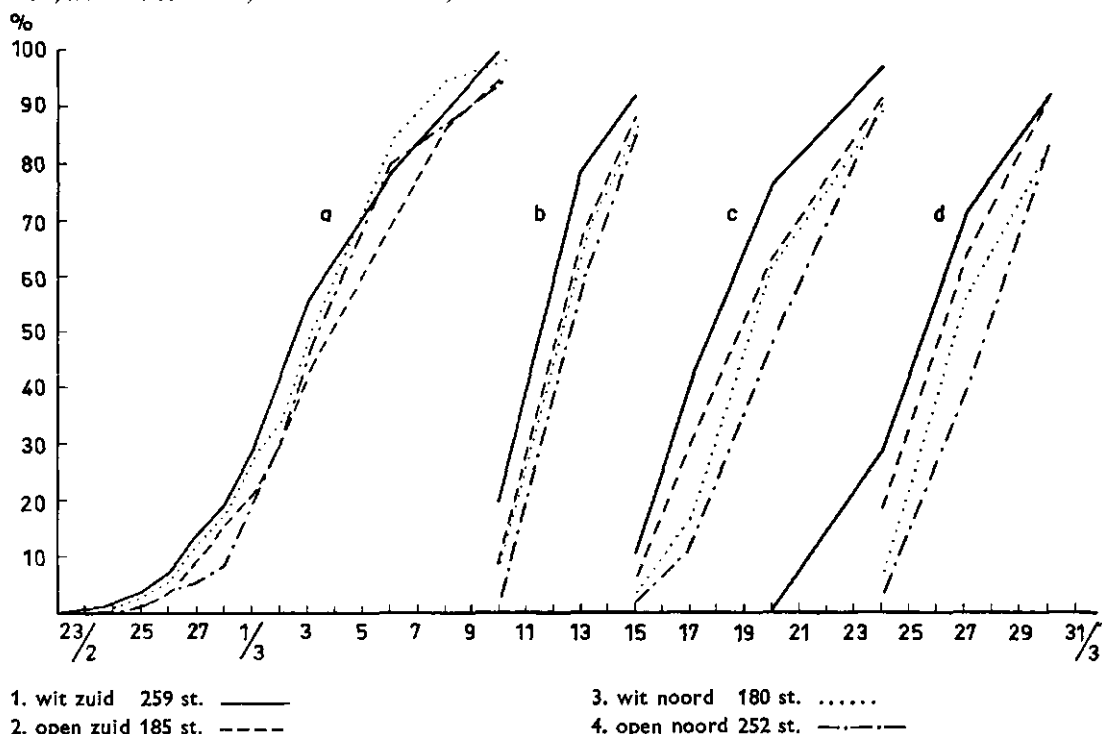
Een vervroegde bloei op de vakken met witte folie bedekt is dus met zekerheid geconstateerd.

De oogst

Op elke oogstdag is het aantal vruchten en het gewicht per rij genoteerd. De eerste vrucht rijpte op de randrij met witte folie in het zuidoostvak; zij is op

1. Jonge tomatenplanten op witte folie; de gebogen bladstand is duidelijk te zien

2. Percentage bloeiende planten op witte folie en open grond op verschillende data (a. eerste tros in bloei, b. tweede tros in bloei, c. derde tros in bloei, d. vierde tros in bloei)



21 april geplukt. Op 2 mei waren van alle rijen op de witte folie reeds verschillende vruchten geplukt. Van de twaalf onbedekte rijen hadden op die datum negen rijen een paar vruchten geleverd en drie rijen nog niets. De oogst blijkt op de witte folierijen beslist vroeger te beginnen (zie tabel).

Opbrengst van de proefvakken in kg

Datum	Witte folie	Open grond	Vershil
2/5	15,2	2,9	12,3
16/5	345	256	89
1/6	860	765	95
15/6	1355	1254	101
30/6	1770	1688	82
17/7	2210	2141	69
31/7	2395	2289	70

Uit deze tabel, waarin de opbrengst van de vakken op de verschillende tussendata wordt weergegeven, blijkt duidelijk dat de produktie op de witte folievakken in het begin belangrijk groter is dan op de onbedekte vakken (zie vooral het verschil op 16/5 en 1/6).

Opbrengstcurves van de vakken

Ook uit grafiek 3 is een vervroegde opbrengst op de met witte folie bedekte vakken af te lezen, al is het opbrengstverschil op 31 juli slechts 70 kg.

Verloop van de geldelijke opbrengst

Bij het berekenen van de gegevens voor grafiek 4 zijn de dagveilingprijzen voor tomaten te Berkel van de laatste drie jaren aangehouden. Door de vervroegde oogst op de met witte folie bedekte vakken

maakten de tomaten een hogere prijs. De gemiddelde prijs per kg tomaten van de witte folie was f 1,20. De gemiddelde prijs per kg tomaten van onbedekte grond was f 1,14.

De opbrengsten per plant zijn hoog. De witte folie gaf 5,400 kg per plant, dat is $\pm 13,5$ kg per m², ofwel f 16,20 per m². De onbedekte grond gaf 5,240 kg per plant, dat is $\pm 13,1$ kg per m², ofwel f 15,39 per m². De hoge opbrengsten per plant zijn vermoedelijk een gevolg van het infiltratiesysteem, waardoor een extra hoeveelheid water aan de planten gegeven kon worden. Een veel betere beworteling van de tomatenplant en een betere doorworteling van de grond dan in een kas zonder infiltratiesysteem wijzen in deze richting.

Opgemerkt moet worden dat hoe dichter de groei van een plant de optimale groei benadert, des te moeilijker het wordt de invloed van een verbeterde groeifactor te zien. Op 31 juli is niet van alle rijen op de witte folie de opbrengst per plant hoger dan van de onbedekte rijen. Op 16 mei is dit echter wel het geval. Wellicht is er later een remmende groeifactor op de witte folievakken opgetreden. Gedacht wordt hierbij aan de iets lagere bodemtemperatuur onder de witte folie, in de tijd dat het licht niet meer volstrekt in het minimum verkeert.

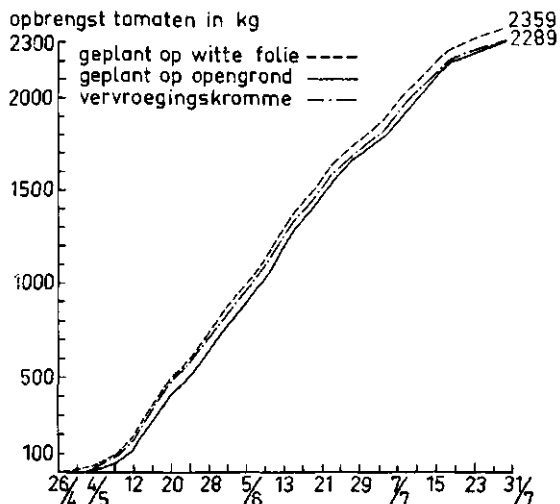
Vergelijking van het vruchtgewicht

Een iets hoger vruchtgewicht wijst op een betere kwaliteit. Op het oog waren de vruchten van de randrijen (vooral op de witte folie) belangrijk groter dan van de binnenrijen.

Gemiddeld vruchtgewicht:

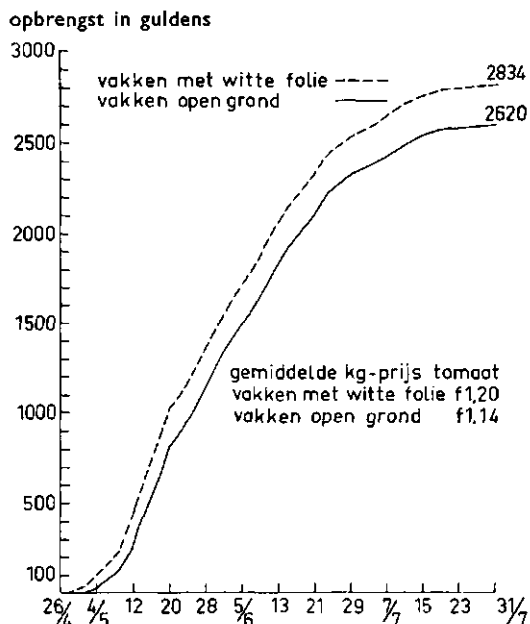
randrij met witte folie	70,5 gram
randrij met onbedekte grond	66 gram
vakken met witte folie	59,6 gram
vakken onbedekte grond	56,7 gram

Op de met witte folie bedekte binnenrijen hebben de planten in slechts 20% van het aantal rijen een vruchtgewicht beneden 56 gram. Dit is voor de onbedekte binnenrijen 80%.



3. Opbrengst tomaten in kg

4. Geldelijke opbrengst van tomaten, berekend naar de gemiddelde dagveilingsprijzen te Berkel



Alle gegevens wijzen erop dat het vruchtgewicht inderdaad door de witte reflectiefolie gunstig is beïnvloed.

Aantal vruchten per plant

Het volgende tabelletje geeft het aantal vruchten per plant op de verschillende vakken.

	Witte folie	Niet bedekt
Vakken	90,6	92,4
Randrij	99,-	101,8

Voor de binnenrijen is het verschil minder duidelijk. Het aantal vruchten op de met witte folie bedekte vakken varieert belangrijk, doch ook hier is wel een tendens aanwezig die wijst op minder vruchten per plant op de witte folie.

Witte folie: 50% van de rijen minder dan 90 vruchten per plant en 70% minder dan 92.

Onbedekte grond: 30% van de rijen minder dan 90 vruchten per plant en 60% minder dan 92.

Conclusies

Uit deze oriënterende proef kan worden geconcludeerd:

1. De stooktomaat reageert op een bedekking van de grond met witte folie.

2. Tomaten geplant op met witte folie bedekte grond komen vroeger in bloei en productie dan tomaten in de onbedekte grond.

3. Het vruchtgewicht van tomaten op grond bedekt met witte folie is hoger dan dat van tomaten in onbedekte grond.

4. De ook verwachte hogere kg-opbrengst per plant (immers de plant op de witte folie ontvangt meer licht en kan daardoor assimileren) is waarschijnlijk doorkruist door een andere groeifactor namelijk lagere bodemtemperatuur in de maanden juni en juli. Een wiskundige verwerking van de gegevens van de kg-opbrengsten per plant van de binnenrijen op 17 juni, geeft een betrouwbare hogere kg-opbrengst van de binnenrijen op de witte folie weer.

Op 31 juli is de kg-opbrengst echter niet betrouwbaar hoger.

Hoewel slechts de eerste conclusie positief wijst op het feit dat de plant op het reflecterend licht reageert, kan worden aangenomen dat conclusie 2 en 3 ook het gevolg zijn van de vergrote hoeveelheid licht.

Indien de jonge stooktomaat het reflecterend licht voor zijn groei kan gebruiken, zoals uit deze oriënterende proef wel is aan te nemen, is het misschien mogelijk bij een zeer vroege teelt de eerste en tweede tros toch in ontwikkeling te krijgen; daardoor is een zeer vroege oogst te verwachten.

Voor de verwezenlijking van dit doel wordt gedacht aan een verwarmde kas met grondverwarming en infiltratiesysteem en zeer vroeg (reeds in december) uitplanten, met witte folie als grondbedekking.

Automatische kasluchting

Ir. B. J. Heyna, Instituut voor Tuinbouwtechniek
Wageningen

De automatisering van de kasluchting staat dermate in de belangstelling, dat het nuttig is na te gaan welke middelen er zijn om deze automatisering te realiseren.

Voor de grote warenhuizen is de tijd reeds lang voorbij dat de luchtramen met de hand werden bediend, doch momenteel bestaat er ook behoefte aan speciale uitvoeringen voor kleine kassen.

De voordelen van automatisering zijn in de eerste plaats:

1. arbeidsbesparing,
2. betere teelt door gelijkmatiger luchttemperatuur,
3. de mogelijkheid om vrijwel gelijktijdig de ramen van alle kassen te openen, ook als er niet op de tuin wordt gewerkt.

Overige voordelen kunnen zijn:

4. rustiger arbeidsklimaat, omdat men ander werk niet hoeft te onderbreken,
5. vermindering van een eventueel tekort aan arbeidskrachten,
6. brandstofbesparing (geldt alleen voor stookkassen).

Mechanisatie

Van handwerk naar volledige automatisering van de kasluchting is een ontwikkeling die loopt via de mechanisatie van de raambeweging. Een pneumatische cilinder of elektromotor vormen hierbij de krachtbron waarmee een grote groep luchtramen kan worden bewogen. Door het omdraaien van een schakelaar kan de kweker de ramen bedienen. Aldus wordt reeds een behoorlijke arbeidsbesparing

verkregen. Als de schakelaar nu nog wordt bediend door een regelingsstelsel, wordt ogenschijnlijk een volledige automatisering bereikt. Hier schuilt echter een addertje onder het gras. Gesteld dat men een kas heeft waarvan men de raambeweging wil mechaniseren, dan zal men een stelsel kiezen, waarbij de ramen in 10-30 seconden worden gesloten. Als men dit stelsel later wil voorzien van een elektrisch regelingsstelsel, is voor een stabiele werking van het stelsel een sluitijd van 4 à 5 minuten nodig. Men kan dus de gemechaniseerde luchting niet *zonder meer* vervangen door een automatische: de overbrenging van de aandrijving moet vervangen worden. Een moeilijkheid is ook dat het in de tuinbouw niet gebruikelijk is een handbediende aandrijving even degelijk uit te voeren als een automatische bediende, omdat de handbediende aandrijving slechts enkele keren per dag in werking komt. Bij de bouw van een nieuwe kas, waarin nog geen automatisering van de luchtramen wordt aangebracht, is het dan ook verstandig zich met een firma op het gebied van regelapparatuur in verbinding te stellen, om zeker te zijn dat het voorlopige handmechaniek later van een regelingsstelsel kan worden voorzien.

Door de kweker te stellen eisen

De eisen, die een teler aan de raambeweging moet stellen, zijn:

1. Beheersing van de luchttemperatuur en eventueel van de relatieve luchtvochtigheid.
2. Fixatie van een zekere minimum- of maximumopening (onder andere voor droogstoken), waarbij de ramen niet naar de nulstand mogen terugzakken, moet mogelijk zijn.
3. Voor bijzondere omstandigheden moet zijn voorzien in de mogelijkheid van handbediening door middel van een schakelaar of afsluiter.
4. Volledige handbediening met een slinger of iets dergelijks tijdens storing aan de apparatuur moet eveneens tot de mogelijkheden behoren.

5. Bij voorkeur moeten de ramen beveiligd zijn tegen opwaaien.

6. Voor het geval er dubbele nokramen zijn, moet er een programmeerkeuze mogelijk zijn voor de volgorde waarin de ramen worden geopend.

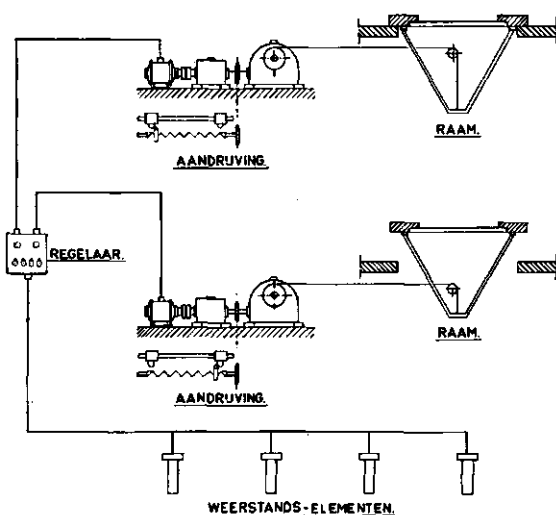
Het laatste punt wordt nader uitgewerkt in de nu volgende beschrijving van de beide bestaande systemen, te weten het elektrische en het pneumatische systeem.

Elektrische regeling

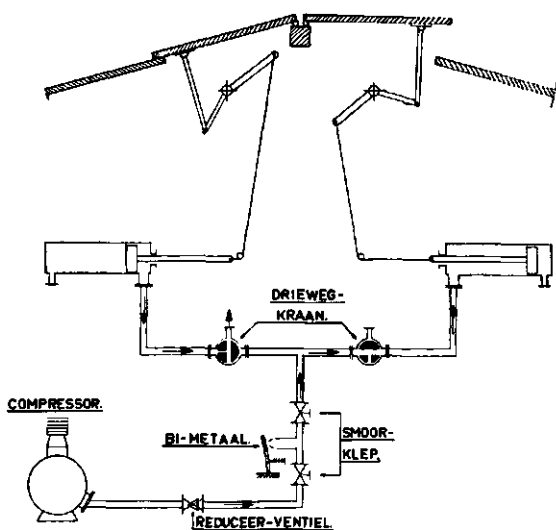
De installatie bestaat uit de volgende onderdelen:
a. één of meer weerstandselementen, op verschillende plaatsen in de kas gehangen om de luchttemperatuur te meten en gelijktijdig te kunnen middelen;

b. een regelaar, die de gemeten spanning vergelijkt met de ingestelde spanning, in casu de ingestelde temperatuur. Indien er een voldoende groot verschil bestaat, wordt een signaal doorgegeven aan de elektromotoren, die via een overbrenging gekoppeld zijn aan de ramen.

De regelaar geeft geen continu-signaal af aan de elektromotor, doch geeft op regelmatig terugkerende tijdstippen een sein waarbij de duur van het signaal afhankelijk is van het gemeten temperatuurverschil. Bij een groot verschil zal de motor enige seconden kunnen draaien, bij een klein verschil een evenredige tijd korter, totdat er geen verschil meer bestaat. Dit heet de proportionele werking van de regelaar, omdat de correctie op de raamstand evenredig is met het temperatuurverschil. De regelaar is tegelijk integrerend, omdat de motor niet lang genoeg draait om de afwijking geheel te corrigeren. De volledige correctie (bijvoorbeeld van geheel open naar dicht = 4,5 min.) kan de regelaar slechts in vele stappen geven; doch intussen kan de temperatuur weer gewijzigd zijn. Dit bevordert de stabiele werking van de regelaar. Er is bovendien een instelbaar ongevoeligheidsgebied, de neutrale zone, waarin de regelaar niet reageert.



1. Elektrisch systeem voor automatische kasluchting



2. Pneumatisch systeem voor automatische kasluchting

In combinatie met de verwarming voldoet deze regeling goed door het aanhouden van een eveneens instelbaar verschil tussen de temperatuur waarbij de verwarming uitgeschakeld wordt en een enige graden hogere temperatuur waarbij de ramen geopend worden. Hiermede wordt bereikt, dat er nooit, zonder dat de kweker het weet, gestookt wordt met geopende ramen. Van bijkomstige betekenis is dat de gecombineerde verwarmings-luchttingsregelaar een lichtafhankelijke temperatuurregeling nabootst. Een astronomische klok draagt zorg dat 's morgens bij zonsopgang de verwarming wordt overgeschakeld van de nacht- op de hogere dagtemperatuur. Dit is de eerste temperatuurverhoging bij meer licht. Als de zon schijnt wordt spoedig het moment bereikt, waarop de verwarming wordt uitgeschakeld; daarna stijgt de temperatuur verder door de zonne-energie. Deze hogere temperatuur is toelaatbaar en zelfs gunstig voor de assimilatie, omdat de planten gelijktijdig licht ontvangen. Dat is de tweede temperatuurverhoging bij meer licht. Bij de hoogste temperatuur van de overgangszone beginnen de ramen open te gaan. Een verdere verhoging van de temperatuur is ongewenst voor het gewas en bovendien zou door verhoogde assimilatie CO₂-gebrek optreden. Dit zou de verdere assimilatie belemmeren. De luchttingscapaciteit bij de maximale hoeveelheid licht moet tenminste tien maal het kasvolume per uur bedragen; dit met het oog op de CO₂-toevoer. Bij de handhaving van de maximum-temperatuur vaak nog meer, bijvoorbeeld vijftien à twintig maal het kasvolume. De drie temperaturen, te weten de nacht-, dag- en luchttingstemperatuur kunnen op het schakelpaneel onafhankelijk van elkaar worden ingesteld.

c. Per raamset een elektromotor met tandwiel- resp. wormwielvertraging met trekdraden naar de ramen en een copierinrichting. Een moer op de schroefspindel van de copierinrichting imiteert de raamstand. De moer beweegt zich tussen twee verstelbare eindschakelaars heen en weer. Als de moer een schakelaar raakt, wordt de stroom uitgeschakeld.

De plaats van de op een lineaal verschuifbare eindschakelaars is een maat voor de minimum- en maximum-stand van het raam. De mogelijkheden voor het raam worden nu:

1. geheel dicht naar geheel open;
2. bepaalde open stand naar geheel open;
3. geheel dicht naar een bepaalde open stand;
4. bepaalde minimum-stand naar bepaalde maximum-stand.

Indien er dubbele nokramen zijn, voorbeeld oosten westramen, kunnen met twee elektromotoren plus aandrijving doch met één regelaar nog meer mogelijkheden worden gerealiseerd, namelijk:

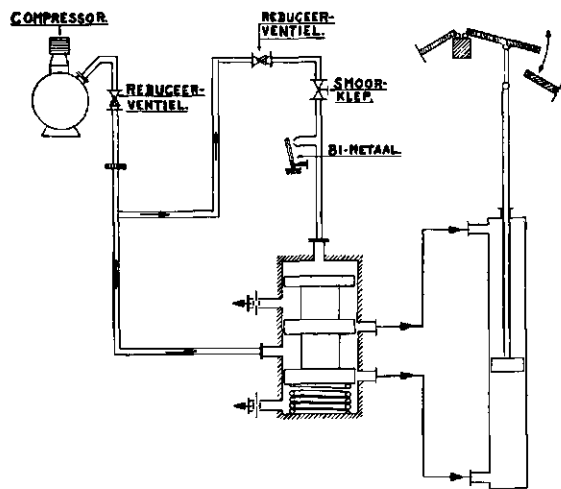
1. alleen oost open, west blijft gesloten;
2. alleen west open, oost blijft gesloten;
3. oost en west bewegen gelijktijdig;
4. eerst opent west, daarna oost;
5. eerst opent oost, daarna west;
6. één stel wordt automatisch bediend, het andere wordt met de hand op een bepaalde opening gezet. Deze mogelijkheden worden met die van de copierinrichting voor een gedeeltelijke raamopening nog gecombineerd.

Beveiliging van de ramen tegen opwaaien is alleen mogelijk met een (voorover ons bekend nog nooit uitgevoerde) dubbele bedrading. Op het Instituut voor Tuinbouwtechniek wordt deze regeling aangebracht op een raammechaniek met rondsels en beugels, waardoor de ramen ook gezekeerd zijn. Dit systeem is voor warenhuizen te duur, doch voor bloemenkassen wel geschikt.

Als accessoire is een luchtvochtigheidsbegrenzing in de handel. Bij het bereiken van de instelbare minimum-luchtvochtigheid wordt een signaal gegeven aan de kweker, bij het bereiken van de maximum-luchtvochtigheid worden de ramen met intervallen even geopend.

Pneumatisch systeem

Het pneumatische systeem maakt momenteel nog een ontwikkelingsgang door. Het elektrische systeem is eerst vervolmaakt voor warenhuizen, daarna werd getracht een eenvoudiger uitvoering te ontwikkelen voor kassen. Met het pneumatische systeem is het juist omgekeerd gegaan. De eenvoudige uitvoering volgens afb. 2. werkt regeltechnisch



3. Pneumatisch systeem voor automatische kasluchting met relais

bezien grof, doch in de praktijk heeft deze voor kleine kassen op het Instituut voor Tuinbouwtechniek (400 m²) goed voldaan. De regeling is zodanig uitgevoerd dat de ramen in elke stand in evenwicht kunnen zijn.

De onderdelen zijn: compressor met lucht tank en pressostaat, reduceerventiel met filter, thermostaat met bimetaal, twee driewegkranen voor de keuze van de nokramen en twee cilinders, voor elk der nokramen één. De kromming van het bimetaal is afhankelijk van de luchttemperatuur, waardoor de opening van het smoorgaatje meer of minder wordt gesloten. Door het reduceerventiel komt een vrij constante stroom lucht in de thermostaat. Deze lucht kan door de bimetaal-opening naar de luchtcilinders stromen. In evenwichtstoestand zijn de luchtdrukken achter het reduceerventiel overal gelijk, zodat de volledige luchtstroom door de smooring opening kan ontwijken. Bij afwijking van de ingestelde luchttemperatuur (schroefje op het bimetaal) verandert ook de smooring opening, zodat lucht van of naar de cilinders kan stromen. De traagheid ontstaat doordat een zekere hoeveelheid

lucht nodig is voor de doorstroming naar de cilinders. Voorwaarde voor een goede werking is, dat de lucht droog en stofvrij is.

Voor grotere warenhuizen wordt de traagheid te groot, omdat in verband met de beperkte openingen niet voldoende lucht naar de cilinders kan stromen. Dit bezwaar wordt opgevangen door tussenschakeling van een pneumatisch relais, dat de hoofdstroom van de lucht dirigeert naar en van de cilinders. Het relais krijgt daartoe een commando van de thermostaat (afb. 3).

De bezwaren van het systeem zijn, dat de zuigers nogal schokken (op te vangen door de cilinders dubbel lucht te geven) en dat de horizontale krachten in een warenhuis snel te groot worden voor de kasconstructie. Evenals bij de elektrische aandrijving bedient men zich dan van een roterende as, waarop voor de aandrijving twee cilinders met staaldraden worden gekoppeld.

De beide systemen, het elektrische en het pneumatische, gaan nu in uitvoering gelijkenis met elkaar vertonen.

Een luchtvochtigheidsbegrenzing is leverbaar; aan een arreteerinrichting om de ramen in een bepaalde stand te kunnen laten staan, wordt gewerkt. Automatische raamstandbegrenzings zijn nog niet uitgevoerd.

Samenvatting

Automatisering van de kasluchting geeft verschillende voordelen, waarvan de arbeidsbesparing en het onderhouden van een gelijkmatige temperatuur in de kassen de belangrijkste zijn. De eisen waaraan een automatische luchting dient te voldoen, worden genoemd.

Voorts wordt de constructie van een elektrisch en van een pneumatisch bediende kasluchting beschreven.

Literatuur

Olle MalmLöf, Vällingby/Zweden: *Pneumatische Regeling*. Die Deutsche Gartenbauwirtschaft. 9e jaargang, nr. 10, 1961.

Beter stoken met zware olie

P. A. Spoelstra, Instituut voor Tuinbouwtechniek
Wageningen

Het verbruik van zware stookolie in de tuinbouw neemt steeds toe door uitbreiding van de oppervlakte verwarmde kassen en door overschakeling van vaste brandstof op olie.

De redenen hiervoor zijn begrijpelijk. Zware stookolie (± 3500 sec RI) is op de brandstoffenmarkt verhoudingsgewijze de goedkoopste brandstof en een oliestookinrichting is in volautomatische uitvoering relatief goedkoop.

Bij de aanleg en het gebruik van stookinstallaties voor zware olie doen zich echter omstandigheden voor, die tot klachten over het functioneren van de installaties leiden.

Door de neiging van vele kwekers om zoveel mogelijk de investeringskosten te drukken en door de geneigdheid van sommige niet voldoende vakbekwame installateurs aan deze wens tegemoet te komen (veelal te goeder trouw) laat in vele gevallen de kwaliteit van de installaties veel te wensen over.

De bediening en de controle van de installaties geschiedt door de kweker of diens personeel, dat in het algemeen voor deze werkzaamheden niet geschoold is.

De laatste tijd komen er echter ook klachten van gemeenten, omwonenden van tuinbouwbedrijven, en ook van kwekers zelf, over ernstige hinder tengevolge van roetneerslag en andere vormen van luchtverontreiniging.

Luchtverontreiniging

Onder luchtverontreiniging wordt in het algemeen verstaan:

1. verontreiniging van de lucht door schadelijke gassen;

2. verontreiniging van de lucht door vaste stoffen (roetdeeltjes).

Van de stookoliën die in ons land gebruikt worden, is de gemiddelde analyse (1):

C : 81–86%, H₂ : 10–13%, S : 0,5–5%,
H₂O : 0–1%, Sediment : 0–0,25%.

Het zwavelgehalte van de zware stookolie die overwegend in de glastuinbouw wordt gestookt, is circa 3%.

Het zijn voornamelijk de vaste deeltjes die uit de schoorsteen komen, die de last veroorzaken. Deze vaste kleverige deeltjes met een diameter van circa 1,5 mm, meestal aangeduid als 'roet', hebben een pH van ca. 2 ten gevolge van de aanwezigheid van zwavelzuur (H₂SO₄). Hiermede kan voldoende de agressieve werking voor planten en verschillende materialen verklaard worden. Ook het inwendige van de ketels kan door zwavelzuur ernstig worden aangetast, hetgeen voor de kweker hoge kosten meebrengt. Al deze problemen zijn terug te voeren tot de aanwezigheid van zwavel in de brandstof en het bij de verbranding gevormde SO₃. Het verwijderen van zwavel uit de olie is praktisch moeilijk uitvoerbaar en economisch niet verantwoord. Bij het stoken met olie zullen alle maatregelen er in de eerste plaats op gericht moeten zijn de vorming van SO₃ zoveel mogelijk te voorkomen.

Beperken van SO₃-vorming

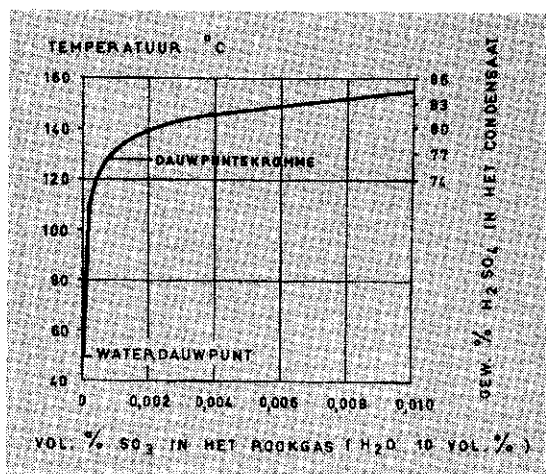
De in de olie aanwezige zwavel verbrandt in eerste instantie tot SO₂.



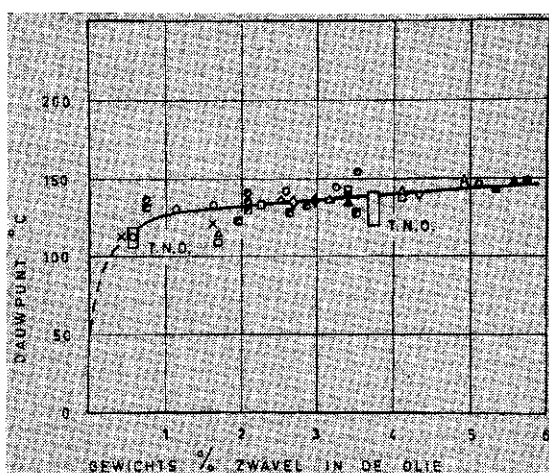
Een deel van deze SO₂ kan volgens de omkeerbare vergelijking (b) overgaan in SO₃.



Het evenwicht van deze omkeerbare reactie is afhankelijk van:



1. Verband tussen SO_3 -gehalte in rookgassen (Müller) en dauwpunt



2. Verband tussen zwavelgehalte in de olie en dauwpunt. De verscheidenheid van tekens geeft aan dat de resultaten van verschillende onderzoekers zijn opgenomen (zie ook fig. 3)

1. de hoeveelheid waarin de reagerende stoffen aanwezig zijn,
2. de temperatuur,
3. de aanwezigheid van katalisatoren,
4. de verblijfstijd van de gassen in de ketel.

De algemene tendens bij het stoken van olie in de praktijk is, dat het evenwicht naar rechts verschuift door:

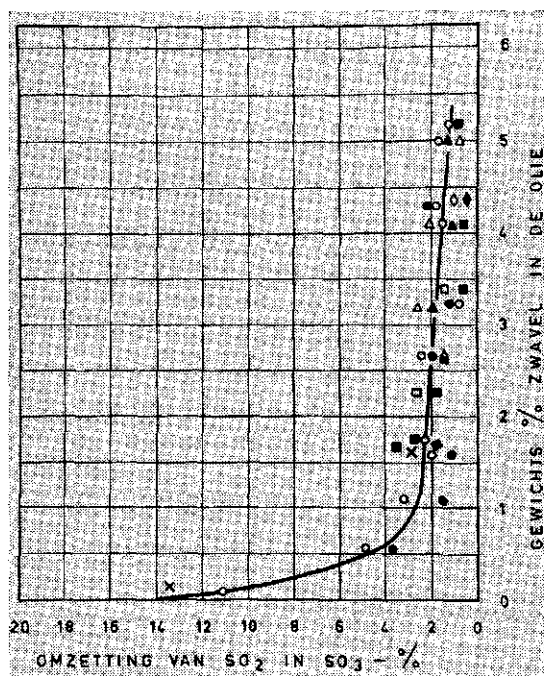
- hogere vlamtemperaturen ten gevolge van de aanwezigheid van meer atomaire zuurstof bij die hoge temperatuur,
- grotere luchtovermaat, dus lager CO_2 gehalte van de rookgassen,
- hoger zwavelgehalte van de stookolie,
- de aanwezigheid van katalisatoren onder andere ijzeroxide en vanadium uit het sediment.

Als de oliestookinrichting in elk opzicht aan hoge eisen voldoet, wordt circa 3% van het aanwezige SO_2 omgezet in SO_3 .

Condensatie van H_2SO_4

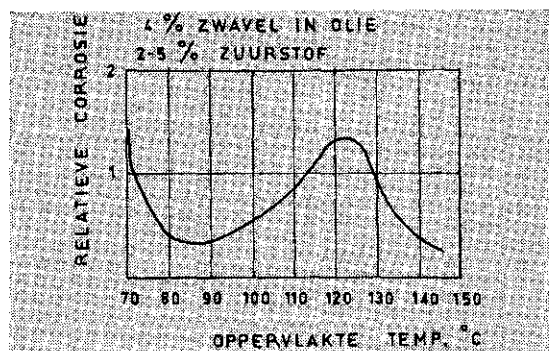
Bij stookolie zonder zwavel condenseert de waterdamp uit de rookgassen bij een temperatuur van circa 50°C (afhankelijk onder andere van lucht-overmaat). Dit is het zogenaamde waterdauwpunt. Een zeer geringe hoeveelheid SO_3 in het rookgas dat zich met de waterdamp tot H_2SO_4 heeft gevormd, heeft een belangrijke stijging van het dauwpunt ten gevolge. Een en ander blijkt uit figuur 1, waarin het verband tussen SO_3 in de rookgassen en het dauwpunt is aangegeven.

Verschillende onderzoekers hebben ook het dauwpunt bepaald bij verschillend zwavelgehalte van de olie. Figuur 2 geeft hiervan een samenvatting [2]. Uit deze figuur blijkt, dat boven de 1% zwavel het dauwpunt maar weinig toeneemt. Dit is in overeenstemming met Murray [3] die het verband tussen het percentage SO_2 dat wordt omgezet in SO_3 en het zwavelgehalte van de olie heeft onderzocht. Figuur 3 geeft hiervan de resultaten. Voor de prak-



3. Omzetting van SO_2 in SO_3 in verband met het zwavelgehalte van de olie (Murray). Rookgassen bevatten 10 vol. % waterdamp

4. Verband tussen relatieve corrosie en temperatuur van de wand-opppervlakte



tijk van het stoken met zware olie betekenen deze resultaten dat zwavelzuur zal condenseren op oppervlakken waarvan de temperatuur lager is dan $120^{\circ}\text{--}150^{\circ}\text{C}$. Nagenoeg alle ketels voor verwarming in de tuinbouw zijn warmwaterketels met een watertemperatuur van circa 80°C . De wandtemperaturen aan de rookgaszijde liggen circa $10^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{C}$ boven de watertemperatuur, zodat in alle warmwaterketels zwavelzuurcondensatie optreedt.

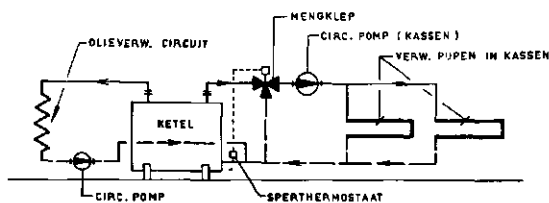
Corrosie

Zwavelzuur is zoals bekend agressief voor ijzer. De corrosie is afhankelijk van de concentratie van het zwavelzuur. Daar de concentratie afhangt van de temperatuur van het oppervlak waarop het zwavelzuur condenseert, is het te verwachten dat er ook verband bestaat tussen de corrosie en de wandtemperatuur.

In figuur 4 is het verband tussen de relatieve corrosie en de oppervlakte-temperatuur weergegeven [4]. In deze figuur is te zien, dat in een warmwaterketel, waarin de watertemperatuur zo gelijkmatig mogelijk op circa 80°C wordt gehouden, de corrosie relatief het kleinst is. Dit is volkomen in overeenstemming met de indrukken uit de praktijk. Corrosieproblemen bij warmwaterketels op een gelijkmatige temperatuur van circa 80°C zijn niet ernstig. De corrosie neemt echter sterk toe bij lagere temperaturen. Lagedruk stoomketels met wandtemperaturen van circa 120°C zijn er, wat de corrosie betreft, slechter aan toe.

In de praktijk wordt nog veel gezondigd tegen het op goede en gelijkmatige temperatuur houden van het ketelwater.

Zo wordt bijvoorbeeld uit zuinigheidsoverwegingen vaak overdag, als er geen warmte in de kassen nodig is, de gehele stookinstallatie met alle circulatiepompen stopgezet. Wanneer dan 's avonds weer warmte wordt gevraagd, is veelal de ketelwatertemperatuur tot circa 50°C gedaald. Het koude water uit de verwarmingspijpen komt bij het weer in bedrijf stellen van de installatie gedurende vrij



5. Aansluitschema van een ketel voor het stoken met zware olie

lange tijd in de ketel terug. Onder deze omstandigheden is ook het olieverwarmingscircuit te laag in temperatuur en ontstaat een slechte verbranding als gevolg van te lage olietemperatuur. De omstandigheden voor SO_3 -vorming, zwavelzuurcondensatie en corrosie bij de aanwezige ketelwandtemperaturen zijn dan nagenoeg optimaal.

Figuur 5 geeft een prinseschema voor aansluiting van de ketel, waarmee het mogelijk is, ook tijdens de opwarmperiode van de kassen, de watertemperatuur voldoende hoog te houden.

De circulatiepomp van het olieverwarmingscircuit heeft een zodanige capaciteit, dat de temperatuur van het ketelwater onder en boven in de ketel niet meer dan circa 10°C verschilt. De spierthermostaat zorgt er voor dat, wanneer het water onder in de ketel lager in temperatuur wordt dan 70°C , de mengklep zodanig wordt versteld, dat minder aanvoerwater de ketel verlaat [5].

Roethinder

Zoals reeds is vermeld, geeft het uit de schoorsteen komen van zure roetdelen (pH ongeveer 2) de grootste overlast. Gelukkig zijn er ook bedrijven waarvan niet of nauwelijks enige hinder wordt ondervonden. Er zijn dus blijkbaar grote verschillen in de stookinstallaties en mogelijk in de bediening. Het valt op dat bij de stookinstallaties met natuurlijke schoorsteentrek over het algemeen minder moeilijkheden voorkomen dan bij de installa-

ties die met geforceerde trek (afzuigventilatoren) of overdruk (toevoerventilatoren) werken. Wanneer we deze stookinstallaties vergelijken, komen er belangrijke verschillen naar voren, waaruit een en ander te verklaren is.

Figuur 6a, 6b en 6c tonen de verschillende stookinstallaties, zoals deze thans in de tuinbouw in gebruik zijn.

We nemen aan dat bij de drie keteltypen in fig. 6 goed en gelijkwaardig wordt gestookt wat betreft CO_2 -percentage en dat het roetgehalte in de rookgassen zodanig is, dat de rook niet of nauwelijks zichtbaar is (laag roetcijfer). In alle ketels vindt condensatie plaats van H_2SO_4 omdat de wandtemperaturen onder het dauwpunt liggen (120 – 150°C). Mogelijk is het dauwpunt in de ketels van figuur 6b en 6c hoger, omdat bij meer compacte vlammen de vlamtemperatuur hoger is en het bestraalde oppervlak kleiner. Dit leidt gemakkelijk tot meer vorming van SO_3 .

Dat er geen zichtbare rook uit de schoorsteen komt wil niet zeggen dat er geen vaste deeltjes in de rookgassen zijn. Alleen al aan niet brandbare delen uit de olie kan circa 500 kg met rookgassen meegvoerd worden als 200 ton olie verstoekt wordt. Het condenserende zwavelzuur werkt als kleefstof voor de vaste deeltjes.

De schoorsteen van de ketel in figuur 6a moet redelijk thermisch isolerend gebouwd zijn om voldoende natuurlijke schoorsteentrek te kunnen opwekken. Voor zover er condensatie in deze schoorsteen ontstaat (bijvoorbeeld na een langere stilstandperiode), zullen zich ook vaste deeltjes met het op de schoorsteenwand gecondenseerde zwavelzuur afzetten. De gassnelheden, zowel in de ketel als in de schoorsteen, zijn echter te laag om grotere relatief zwaardere delen mee te dragen. Deze blijven dan ook grotendeels in de ketel en de schoorsteen achter en moeten op bepaalde tijden verwijderd worden. In de ketel volgens figuur 6a vindt men dikwijls dikke korsten op de wanden. Deze zijn met een normale raagborstel moeilijk te

Fig. 6a

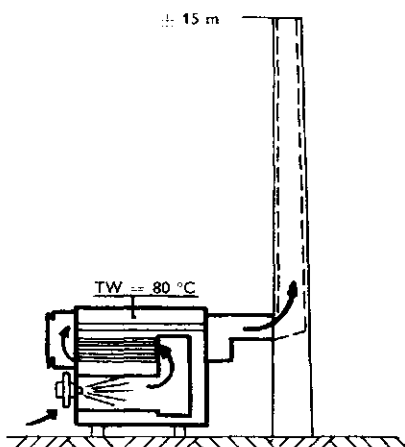


Fig. 6b

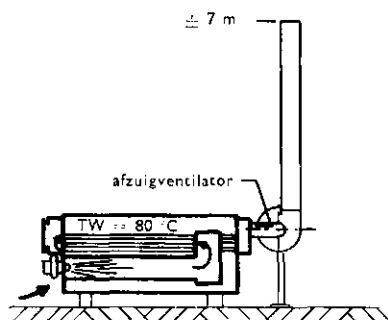
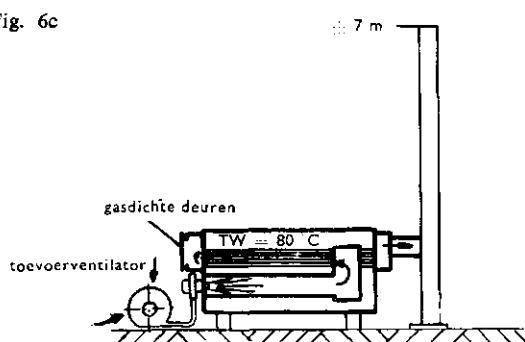


Fig. 6c



verwijderen; vandaar dat loonwerkers met speciaal reinigingsgereedschap hier een werkterrein hebben kunnen vinden.

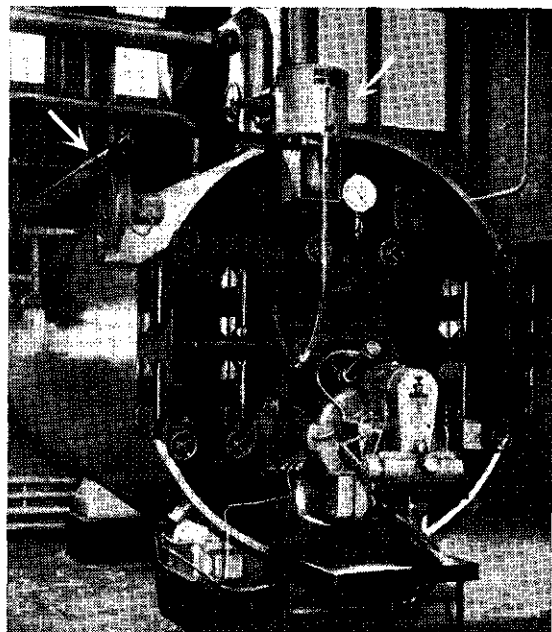
Bij de ketels van figuur 6b en 6c is de situatie wel enigszins anders. De roet- en asdeeltjes worden ook hier door het gecondenseerde zwavelzuur samengekit. Door de hoge gassnelheden krijgen deze tot kogeltjes samengekitte roet, as- en corrosiedeeltjes niet zo gemakkelijk de kans om zich af te zetten in de ketel en in de schoorsteen. Deze hoog belaste ketels (circa 25 000 kcal/m² verwarmend oppervlak) blijven inwendig ook veel schoner, doch de omgeving van de schoorsteen dient dan als vuilnisemmer.

De schoorstenen, die bij de ketels van figuur 6b en 6c alleen nog maar de functie hebben om de rookgassen op een aanvaardbare hoogte af te voeren en dus geen trek behoeven te leveren, worden veelal uitgevoerd met enkelwandige asbestcementpijpen en soms met stalen pijpen. De wandtemperaturen in deze ongeïsoleerde schoorstenen blijven

6. Enkele stookinstallaties zoals deze thans in de tuinbouw voorkomen. 6a: Schotse ketel met bovenpijpen (gebruikte ketel), natuurlijke trek, schoorsteen gemetseld, onderdruk in de ketel. 6b: Nieuwe vuurgang-vlampijpketel, (3 treks), schoorsteen enkelvoudig asbestcement of ijzer, onderdruk in de ketel. 6c: Nieuwe vuurgang-vlampijpketel (3 treks), schoorsteen enkelvoudig asbestcement of ijzer, overdruk in de ketel.

Enkele globale gegevens van de stookinstallaties

	6a	6b	6c
Ketelbelasting in kcal/m ² VO	12000	25000	25000
Ketelweerstand in mm W.K.	5	50	50
Snelheid rookgassen in vlampijpen in m/sec	5	25	25
Snelheid rookgassen in schoorsteen in m/sec	4	15	15



7. Doseringsinstallatie voor magnesiumoxyde op een vuurgang-vlampijpketel (I.T.T.)

ook tijdens volbelast stoken ver onder het dauwpunt en hier is, zoals uit verschillende proeven is gebleken, de vorming van roetkogeltjes wel heel sterk. Bij verschillende installaties kon door doelmatige isolatie van de enkelwandige schoorsteenkanalen het probleem voor het grootste deel of geheel worden opgelost [6].

Uit het voorgaande zouden we de conclusie kunnen trekken, dat de toepassing van de ketels volgens figuur 6b en 6c geen juiste ontwikkeling is. We moeten echter wel bedenken dat er lang niet meer voldoende gebruikte omgebouwde Schotse ketels beschikbaar zijn. De investeringskosten van nieuw gebouwde ketels volgens figuur 6a met schoorstenen voor natuurlijke trek zijn ongeveer tweemaal zo hoog als van de ketels met schoorstenen volgens figuur 6b en 6c. Hoewel het probleem van roetkogeltjes-vorming met de ketels van figuur 6b en 6c waarschijnlijk niet altijd geheel, zonder gebruikmaking van neutraliserende middelen (additives), is te voorkomen, dienen toch steeds onderstaande maatregelen te worden getroffen:

1. Oliebrander zodanig afstellen dat met zo hoog mogelijk CO_2 -percentage wordt gestookt (vast te stellen door rookgasonderzoek).
2. Het roetgehalte in de rookgassen moet laag zijn. (Vast te stellen door rookgasonderzoek). Roetindex ca. 2 volgens Bacharach smoketester).
3. Geen ongeïsoleerde enkelwandige schoorsteenpijpen toepassen. Wel schoorsteenpijpen met geringe warmtecapaciteit en goede isolatie.
4. Als de kassen geen warmte vragen, ketel en olieverwarmingscircuit op temperatuur houden.
5. Mengklep in combinatie met sper-thermostaat toepassen.

Gebruik van toevoegingen (additives)

Wanneer alle genoemde maatregelen zo goed mogelijk zijn uitgevoerd, kan hinder door roetuitval zeer sterk worden tegengegaan. Verdere maatregelen zouden kunnen bestaan in het gebruik van zogenaamde additives. Er worden echter vele additives in de handel gebracht, waarbij vaak meer resultaat wordt beloofd dan verkregen.

Afgaande op onderzoeken, die met verschillende middelen zijn gedaan, kan worden gezegd, dat goede resultaten bereikt kunnen worden met dolomiet (Mg CO_3 , Ca CO_3) en magnesiumoxyde in poedervorm in de olievlam gespoten [7 en 8].

In figuur 7 is afgebeeld een doseringsinstallatie voor magnesiumoxyde. Het toestel heeft een instelschuif voor de hoeveelheid te injecteren poeder. Het is nog de vraag of voor relatief kleine stookinstallaties zoals in de tuinbouw, met weinig toezicht, deze doseerinrichtingen voldoende ontwikkeld zijn. Door het Instituut voor Tuinbouwtechniek worden thans proeven genomen.

In afwachting van de resultaten hiervan dient men toch altijd eerst bij het stoken met zware olie de genoemde maatregelen in acht te nemen. Problemen van corrosie en roethinder kunnen, zoal niet steeds geheel, dan toch zeer sterk worden vermindert.

Samenvatting

Klachten over stookinstallaties voor zware olie hebben veelal ook betrekking op de verontreiniging van de lucht door schadelijke gassen en roet. De stookinstallaties in de tuinbouw geven bijna nooit aanleiding tot klachten over gasbeschadiging door SO₂. Wel worden klachten gehoord over roet-hinder en corrosie. Maatregelen die in het algemeen altijd genomen dienen te worden om de kwaliteit van de stookinstallatie zo goed mogelijk te maken en daarmee tevens corrosie en roet-hinder tot een minimum te beperken, worden aangegeven.

Door het Instituut voor Tuinbouwtechniek wordt thans nagegaan of voor die gevallen waar de kwaliteit van de oliestookinstallaties niet voldoende te verbeteren is, de vorming van H₂SO₄ voldoende kan worden tegengegaan door toevoeging van magnesiumoxydepoeider aan de olievlam, rekening houdende met de praktijkomstandigheden waaronder de stookinstallaties voor zware olie in de tuinbouw werken.

Literatuur

1. *Oliestoken in de industrie*. Uitg. Shell Nederland.
2. Beek, E. H. van: *Het dauwpunt van rookgassen*. Centraal Technisch Instituut T.N.O. Afd. Warmtetechniek. Verslag nr. 46, aug. 1957.
3. Murray, G. D. J.: *A review of low temperature corrosion from the combustion gases in oil burning plant*. Schweizer Archiv, sept. 1957.
4. Greenwood, J., und G. R. Wade: *Probleme der Korrosion, Belagsbildung und Luftverunreinigung bei Ölbefeuerten Dampfkesseln*. Schweizer Archiv, mei 1961.
5. Drenth, A., en C. de Jager: *Maatregelen tegen luchtverontreiniging*. Groenten en Fruit, 1 juli 1961.
6. Blum, H. A., B. Lees and L. K. Rendle: *The prevention of steel stack corrosion and smut emission with oil fired boilers*. The Journal of the Institute of Fuel, april 1959.
7. Rendle, L. K., and R. D. Wilson: *The prevention of acid condensation in oil fired boilers*. Journal of the Institute of Fuel, sept. 1956.
8. Zehnder, E.: *Bekämpfung von Korrosionen und Krusten in den Dampfkesseln beim Verfeuern schwefelreicher Heizöle*. Schweizer Archiv, mei 1961.

Automatische watervoorziening in kassen

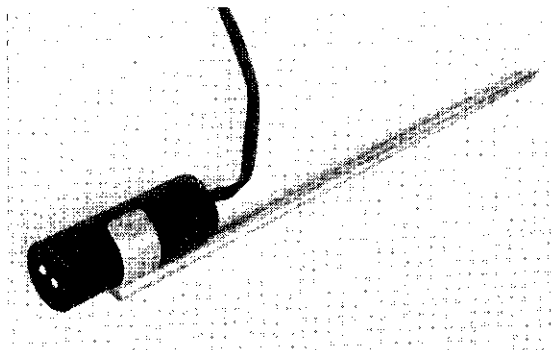
H. R. ten Cate, Instituut voor Tuinbouwtechniek Wageningen

Het automatiseren van de watervoorziening in kassen is voor verschillende bedrijven en cultures van grote praktische betekenis. Het doel is tweeledig: arbeidsbesparing en handhaving van een vrijwel constante vochtigheidsgraad. De toenemende hoge arbeidskosten zullen een stimulerende invloed hebben op de automatisering; deze wordt ook bevorderd door de nauwkeurigheid waarmee de automatische watervoorziening kan worden geregeld.

Water geven tegen droogte

De hoeveelheid arbeid voor het watergeven in kassen is de laatste jaren al sterk verminderd door gebruik van vaste (veelal in hoogte verstelbare) leidingen met sproeidoppen. Momenteel kunnen deze sproeileidingen ook automatisch worden bediend. Er zijn toestellen in de handel, waarmee men het watergeven kan laten beginnen op elk gewenst tijdstip. Dit tijdstip kan eventueel van te voren worden ingesteld op een tijdsklok.

Elke sproeileiding of groep van sproeileidingen wordt bediend door middel van een elektrische afsluiter. Elke afsluiter (of groep van afsluiters)



Elektronisch blad

heeft een schakelaar, waarmee kan worden ingesteld of hij wel of niet zal meedoen aan een bepaalde watergift. Bij de aanvang gaat de eerste afsluiter open. De pomp komt in werking door wateronttrekking aan een drukketel of rechtstreeks door een automatische schakelaar.

De *tijdsduur* waarin de afsluiter open blijft (en dat geldt ook voor de volgende kranen) is op een andere klok instelbaar. Alle ingeschakelde afsluiters worden achtereenvolgens een zelfde tijd geopend. De gelijkmatigheid is dus groter dan bij bediening met de hand, een voordeel dat vooral bij het gebruik van meststoffen in het sproeiwater tot uiting komt. Het water geven kan bij de laatste afsluiter worden beëindigd, maar ook is een aantal herhalingen mogelijk. Een voordeel hiervan is dat op gronden die het water niet snel kunnen opnemen, bijvoorbeeld driemaal 5 minuten gesproeid kan worden in plaats van éénmaal 15 minuten. Plasvorming moet zoveel mogelijk worden voorkomen, in verband met structuurbederf.

Tot een volledig automatisch systeem behoren ook een *tensiostaat* voor de bodemvochtigheid en een *hygrostaat* voor de luchtvochtigheid. Bij voorkomende vochtbehoefte commanderen deze instrumenten de automaat of zij geven een signaal. Voor de tensiostaat is nog weinig belangstelling omdat de grond een groot bufferend vermogen heeft en de optimale vochtigheidsgraad niet altijd dezelfde is. Voor de hygrostaat ligt dat anders, vooral bij gewassen als kropsla. Een te lage luchtvochtigheid kan daar schade veroorzaken. Het af en toe auto-

matisch broezen al naar behoefte bij een bepaalde relatieve luchtvochtigheid bespaart heel wat controlewerk en arbeid. Het beste kan worden gewerkt met een hygrostaat die bestaat uit een contactpsychrometer. Een haarhygrostaat is goedkoper, maar moet dikwijls gecontroleerd en geregenereerd worden en zelfs dan nog moet men rekening houden met een mogelijke afwijking.

Het nadruipen van de sproeidoppen, dat bij veelvuldig sproeien een nadeel van betekenis kan zijn, kan worden opgeheven door toepassing van zogenaamde ontlastventielen waardoor de sproeileiding leegloopt. Deze ontlastventielen openen zich als de afsluiter wordt gesloten.

Het mengen van kunstmest door het sproeiwater maakt veel opgang. Voor het *vaststellen* van de gewenste concentratie zijn instrumenten in de handel. Regeltoestellen voor het automatisch *handhaven* van een bepaalde concentratie zijn weliswaar te maken, maar ze zijn voorlopig nog te duur voor algemeen gebruik.

Het uitvoeren van de ziektenbestrijding via de sproei-installatie lijkt wel aantrekkelijk, maar heeft tot bezwaar dat het verbruik aan bestrijdingsmiddelen erg hoog is en dat bovendien alleen de bovenzijde van de bladeren wordt geraakt. Dit laatste is voor sommige bestrijdingen niet voldoende.

Handhaven van een constante vochtigheid

Het stekken onder waternevel van diverse bloemisterij- en boomkwekerijgewassen is een methode die goed bevalt, mits nauwkeurig wordt gewerkt. Het gewas moet voortdurend nat worden gehouden zonder een overmaat aan water toe te dienen. Hiervoor bestaan verschillende regeltoestellen.

Een *tijdklok* bevat in het algemeen matig omdat de snelheid van verdamping afhankelijk is van zeer wisselende weersomstandigheden. De hoeveelheid water moet dan afgesteld worden op de momenten van de grootste vochtbehoefte. Dit zelfde geldt in zekere zin voor een toestel dat uitsluitend werkt op het licht. De verdamping loopt namelijk ook niet

parallel met de lichtintensiteit, want temperatuur, luchtvochtigheid en wind hebben er invloed op.

Een 'elektronisch blad' meet in feite op de beste wijze. Het bestaat in principe uit twee elektroden, aangebracht in een blokje kunststof of ander isolerend materiaal. Tussen deze elektroden bestaat een elektrische weerstand; de grootte hiervan is afhankelijk van de vochtigheid. Het 'elektronisch blad' wordt tussen de stekken opgesteld, de meest geschikte plaats moet proefondervindelijk worden bepaald. Geen enkel sproeisysteem geeft namelijk op alle plaatsen precies evenveel water. Zodra het 'elektronisch blad' opdroogt, wordt de elektrische weerstand tussen de elektroden groter, waardoor een relais de afsluiter van de sproeileiding opent. Het watergeven gaat door tot er zoveel vocht op het 'elektronisch blad' (dus ook op het gewas) is gekomen, dat de elektrische weerstand tussen de elektroden beneden een bepaalde waarde daalt. Dan wordt de afsluiter van de installatie weer via het relais gesloten. Het openen en sluiten van deze kraan moet snel gebeuren, daar er anders bij het beginnen en eindigen van het sproeien telkens een te lage druk en daardoor te grove druppels ontstaan. De werking van een 'elektronisch blad' wordt beïnvloed door de zuiverheid van het water; de gevoeligheid is echter al veel minder dan enkele jaren geleden. Het 'elektronisch blad' wordt momenteel dan ook als het beste toestel voor dit doel beschouwd.

Rendabiliteit

Het is niet mogelijk exact aan te geven bij welke oppervlakte kassen of stekken een automatische watervoorziening rendabel is. Factoren die hierop invloed uitoefenen, zijn onder andere de aard van de gewassen en de personeelsbezetting. Globaal berekend zal men voor automatisch water geven tegen droogte, eventueel in combinatie met toedienen van meststoffen en doorspoelen van de grond, een oppervlakte van ten minste 5000 m² staand glas moeten hebben om de kosten verant-

woord te doen zijn. In de toekomst zal deze grens ongetwijfeld lager komen te liggen. Voor stekken onder waternevel is het nog moeilijker een rendabiliteitsgrens te noemen. Als gebruik gemaakt kan worden van leidingwater, zijn de kosten niet hoog, bijvoorbeeld f 1500 voor 20 à 30 m² oppervlakte. Soms zijn er al heel goede financiële uitkomsten mogelijk bij enkele tientallen vierkante meters met stekken. Ook de soort van het gewas is hierbij belangrijk. Per bedrijf kunnen de kosten en de baten vooraf tamelijk nauwkeurig worden geschat; ze lopen evenwel te ver uiteen voor algemene cijfers.

Conclusie

Samenvattend kan worden gezegd dat het automatisch watergeven in kassen thans technisch mogelijk is. Er zijn goede en betrouwbare regeltoestellen ontwikkeld en met behulp van een passende pomp, leidingen en doppen kan een goede sproei-installatie worden opgebouwd. De mogelijkheden van dergelijke installaties en de werking ervan worden in dit artikel beschreven. Ondanks de automatisering van het watergeven, zal echter het inzicht van de tuinder die met de installatie werkt, het uiteindelijke resultaat bepalen.

Literatuur

Doesburg, J., en K. Ravensberg: *Jaarverslagen 1957 t/m 1960 van het Proefstation voor de Boomkwekerij te Boskoop*.

Idem: *Het gebruik van een waternevelinstallatie als vorm van mechanisatie*. De Boomkwekerij, 25 sept. 1959.

Dorsman, C.: *Stekken onder sproeidoppen of mist?* Tuinbouwids 1960, pag. 509.

Floor, J.: *Proeven met stekken onder waterverneveling*. Mededeling I.V.T. no. 73, 1956.

Floor, J.: *De apparatuur voor het stekken onder waterverneveling*. Med. Dir. Tuinb. 20 (1957), 10: 685-689.

Germing, G. H., en E. E. Reynart: *Elektronische taster voor automatische waterverneveling*. Med. Dir. Tuinb. 22 (1959), 7: 390-391.

Zwaard, P. van der: *Stekken onder waternevel*. Tuinbouwids 1961, pag. 554.

Summaries

Cropping results in various types of glasshouses – G. H. Germing and B. E. N. Verberne. Page 3.

In 1961 comparative cultivation tests were made with hothouse tomatoes in four different types of equal-sized glasshouses. The main point of these experiments lay on the centre rows of each of the glasshouses, in which were two test plots with the same soil. Furthermore, the temperature control was based on keeping the same temperature in these centre rows. Efforts were made to ensure equal treatment of these rows in all cultivation measures. The kg yield seem to increase with the inclination of the roof (20° and 30° resp.) and the roof width (3.20 m; 3.28 m, 6.56 m and 13.12 m resp.) of the various glasshouses. As there are only slight differences in the earliness of the crop, the returns are determined by the number of kilogrammes harvested.

The kg yield seems to have been determined mainly by the bunch size, which size increases for every bunch separately, according to the inclination of the roof and the roof width.

Both the absolute and the relative glasshouse differences increase as the cultivation period continues. Inside the glasshouses differences in development occur as a result of differences in temperature; the results of these for the returns depend, among other things, on the duration of the cultivation period. Some experimental results reveal that the plant distance also influences the quantitative differences in yield between glasshouses of different types.

Temperature and carbonic-acid gas in glasshouses – Miss G. J. Los. Page 8.

During the tomato growing season measurements were made with a CO₂ recorder in a small 'diffusion tight' tablet glasshouse. The difference in the carbonic acid content of the air in the closed glasshouse during the night and during the day was of the order 2. After sunset the CO₂ content of the air in the closed glasshouse begins to rise from a level somewhat below the value of the outside air to a level twice as high as outside. The night maximum is generally attained after

midnight while at dawn the carbonic acid content of the air in the glasshouse begins to fall.

If the glasshouse is kept closed this content can fall further to a level of 0.01 volume percent CO₂; this value was reached, on a sunny day, long before noon. Instead of allowing this exhaustion, carbon dioxide is added to the glasshouse air at 7 or 8 in the morning to a level of about 0.1 volume percent; this is three times as high as the normal outside level.

Depending on the light intensity, the carbon dioxide gas content of the air decreases to the normal level in one to three hours. Carbon dioxide also disappears from a glasshouse without plants but with an increased CO₂ content of the air. These losses in ventilation greatly depend on the wind direction and wind force so that it is impossible to correct the proceedings, in the planted glasshouse, of the ventilation results. After a rapid dosage, and after a dosage to 0.17 volume percent a remarkable form of the proceedings of the CO₂ content has been found.

Soil covering with white plastic foil – J. A. Sondern. Page 12.

The Institute of Horticultural Engineering at Wageningen has experimented with foil as soil covering:

The following conclusions can be drawn from this orientating experiment:

1. The hothouse tomato reacts on a soil covering with white foil.
2. Tomatoes planted on soil covered with foil flower earlier and produce sooner than tomatoes in uncovered soil.
3. The fruit weight of tomatoes on soil covered with white foil is higher than that of tomatoes in uncovered soil.
4. The expected higher kg yield per plant (the plant receives more light and can consequently assimilate) has probably been crossed by another factor of growth, viz, lower soil temperature in the months June and July.

Though only the first conclusion reveals positively that the plant reacts to the reflecting light, it may be assumed that conclusion 2 and 3 are also the results of the increased amount of light.

If the young hothouse tomato can use the reflecting light for its growth, as may be assumed from the orientating experiment, it may be possible that, with very early cultivation, the first and second bunch can be brought to development. A very early crop may therefore be expected.

To realize this, a heated glasshouse is being considered with soil heating and infiltration system, and very early planting out (December) with white foil as soil covering.

Automatic airing of glasshouses – B. J. Heyna. Page 18.

Automation of glasshouse airing has several advantages, including labour economy and a constant temperature in the glasshouse. Mention is made of the demands to be met by automatic airings.

The construction of an electric and a pneumatic airing system are also described.

Better firing with heavy oil – P. A. Spoelstra. Page 22.

Complaints over burning plants for heavy oil usually refer also to the contamination of the air by noxious gases and soot.

The burning plants in horticulture seldom give rise to complaints of gas damage due to SO_2 , though sometimes complaints are heard about corrosion and nuisance from soot. In this article the measures taken to improve the burning plant so as to minimize corrosion and nuisance from soot are mentioned.

The Institute of Horticultural Engineering at Wageningen are doing trials on preventing the development of H_2SO_4 by adding magnesium oxide powder to the oil flame in burning plants that cannot be sufficiently improved.

Automatic watering in glasshouses – H. R. ten Cate. Page 28.

Automatic watering in glasshouses is now technically possible. Reliable adjusting devices have been developed and with a suitable pump, pipes and nozzles a good spraying plant can be constructed. The possibilities of such plants and their working are described in this article. Nevertheless, it is the insight of the market gardener who works with the plant that will determine the result.