

Intensiveren schermgebruik

Vergelijken van klimaatinstellingen en -realisaties in telersgroepsverband

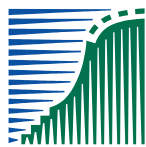
M. Ruijs

A. Dieleman Wageningen UR Glastuinbouw

M. Esmeijer PPO Glastuinbouw

F. Kempkes Wageningen UR Glastuinbouw

C. Reijnders



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

Projectcode 4030900

November 2006

Rapport 3.06.05

LEI, Den Haag



Beweegbaar transparant scherm bij tomaat

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Intensiveren schermgebruik; Vergelijken van klimaatinstellingen en -realisaties in telers-groepsverband.

Ruijs, M., A. Dieleman, M. Esmeijer, F. Kempkes en C. Reijnders

Den Haag, LEI, 2006

Rapport 3.06.05; ISBN-10: 90-8615-113-2; ISBN-13: 978-90-8615-113-4

Prijs €15 (inclusief 6% BTW)

61 p., fig., tab., bijl.

Dit rapport beschrijft de resultaten van een vergelijking van het schermgebruik tussen telers. Intensiveren van het schermgebruik door tomaten en komkommertelers is zeker mogelijk en biedt kansen voor verdergaande energiebesparing. Door het in groepsverband vergelijken van klimaatinstellingen en klimaatrealisatie in relatie tot gewas en energie ontstaat meer inzicht in de effecten van het schermen. Hierbij leveren grafische overzichten van een of meer klimaatparameter(s) een duidelijke meerwaarde. Wel is hierbij inhoudelijke begeleiding van de telers aan te bevelen.

This report describes the results of a comparison of the screen use of growers with a grower who makes intensive use of screens. Intensification of the use of screens by tomato and cucumber growers is certainly possible and offers opportunities for far-reaching energy savings. By means of group comparisons of climate settings and actual climate in relation to crops and energy, greater insight can be gained into the effects of the screens. The graphical overviews of one or more climate parameters are of great additional value in this regard. Contentful guidance for growers is to be recommended in this.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2006

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	13
1. Inleiding	17
1.1 Aanleiding	17
1.2 Doel	17
1.3 Leeswijzer	18
2. Materiaal en methode	19
2.1 Opzet	19
2.2 Data en informatie	20
2.3 Gegevensverwerking	21
2.4 Bepaling schermgebruik en energiebesparing	26
3. Resultaten	30
3.1 Ervaringen bedrijfsvergelijkingstraject	30
3.2 Schermgebruik en energiebesparing	33
3.3 Artikelen	37
4. Discussie	56
5. Conclusies en aanbevelingen	57
5.1 Conclusies	57
5.2 Aanbevelingen	57
Literatuur	59
Bijlage	
1. Geregistreerde klimaatgegevens	61

Woord vooraf

In het kader van het energieonderzoeksprogramma van het ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw is een studie uitgevoerd naar het intensiveren van het schermgebruik onder schermende telers. Nagegaan is in hoeverre telers leren van een intensief schermende teler door het vergelijken van klimaatinstellingen en klimaatrealisaties in telersgroepsverband.

Het rapport bevat de bevindingen uit het bedrijfsvergelijkingstraject met twee telersgroepen (tomaat en komkommer). Daarnaast is de ontwikkeling van het schermgebruik en de bijbehorende energiebesparing gekwantificeerd. Het rapport bevat tevens een zestal inhoudelijke artikelen op basis van de bevindingen uit dit onderzoek en aangevuld met bestaande onderzoekskennis.

Het onderzoek is uitgevoerd door M. Ruijs (projectleider) en C. Reijnders van het LEI, mevrouw A. Dieleman en F. Kempkes van Wageningen UR Glastuinbouw en mevrouw M.H. Esmeijer van (tot 1/9/2006) PPO Sector Glastuinbouw. De meewerkende bedrijven zijn geworven met hulp van LTO-Groeiservice en Hidra Agro Automatisering.

Bijzondere dank gaat uit naar de 13 telers van tomaten en komkommer, die medewerking hebben verleend aan dit onderzoek. Tevens wordt Th. Hidra van Hidra Agro Automatisering bedankt voor zijn bijdrage aan de bedrijfsvergelijking.



Dr. J.C. Blom
Algemeen directeur LEI B.V.

Samenvatting

Aanleiding en doel

Uit eerder onderzoek is gebleken dat met een intensiever schermgebruik extra energie is te besparen. Telers gaven daarbij aan veel waarde te hechten aan de ervaringen op voorbeeldbedrijven. De vraag is of telers leren van een voorbeeldteler om het schermgebruik te intensiveren en het energieverbruik te verminderen. Doel van het onderzoek is het stimuleren van het schermgebruik door 'minder intensief schermende' telers te laten leren van een 'intensief schermende teler'. Nagegaan is of en in welke mate het schermgebruik is toegenomen en welke energiebesparing is bereikt.

Aanpak

Met twee telersgroepen (tomaat en komkommer) is eind 2005 een bedrijfsvergelijking gestart, waarin de klimaatinstellingen en klimaatrealisaties met de software Klimlink zijn verzameld en via e-mail tussen de bedrijven zijn uitgewisseld. In het onderzoek zijn de klimaatdata bewerkt en weergegeven in individuele of groepsoverzichten met één of meer klimaatparameters voor een één- of meerdaagse periode.

Het bedrijfsvergelijkingstraject is ondersteund met het rekenmodel Kaspro, waarin de voorbeeldbedrijven zijn ingevoerd en simulaties zijn uitgevoerd om effecten op klimaat en energie te kwantificeren. Tevens is het rekenmodel gebruikt om de ontwikkeling van het schermgebruik en de bijbehorende energiebesparing in 2006 ten opzichte van 2005 te kwantificeren. Ook is de telers gevraagd naar hun verwachtingen omtrent de energiebesparing. De bevindingen zijn tijdens het bedrijfsvergelijkingstraject besproken met de telersgroepen. Op basis van de bevindingen en bestaande onderzoekskennis is een zestal artikelen geschreven om de grote groep van schermende telers handvatten te bieden voor het schermseizoen 2006/2007.

Ervaringen bedrijfsvergelijkingstraject

Bijna alle telers zijn het scherm 's-ochtends later gaan openen. Dit is de belangrijkste aanpassing geweest in het schermgedrag. Het langer schermen past bij het begrenzen van de maximum buistemperatuur om daarmee binnen de contractcapaciteit te blijven.

De helft van de telers past de schermkier niet toe uit vrees voor kouval. Hiervan wil de helft eerst het probleem van de koude plekken oplossen alvorens de schermkier uit te proberen. De door het onderzoek gepresenteerde vochtstrategie om een hoge relatieve luchtvochtigheid (RV) onder het scherm te voorkomen heeft de andere helft (nog) niet kunnen overtuigen.

Enkele telers zijn wat voorzichtiger geworden met grotere schermkieren (>2,5%), omdat deze horizontale temperatuurverschillen kunnen veroorzaken.

De meeste telers zijn het scherm meer gaan zien als vriend dan als vijand. Dit geldt met name voor de komkommertelers. De tomatentelers zien het scherm toch vooral als een

noodzakelijk kwaad vanwege de energiekostenbeheersing. Desondanks hebben de tomatentelers dit seizoen het scherm meer gebruikt en is het ze toch meegevallen (leerervaring).

Bij komkommer blijkt vast folie langer te kunnen worden gebruikt. Het scherm kan vanaf het begin van de teelt tot circa 20 januari onder verschillende buitenklimaatcondities dicht blijven liggen zonder grote gevolgen en levert extra energiebesparing op.

De schermregeling wordt beschouwd als een complexe regeling door de vele instellingen. Er is behoefte aan een schermregeling waar men minder omkijken naar heeft. Het sturen op energiewaarde (warmtevraag van de kas) is hierbij als optie genoemd, maar dit is nog niet op elke klimaatcomputer mogelijk.

Een tweede beweegbaar scherm komt steeds meer in beeld als de gasprijzen blijven stijgen. Komkommertelers zien dit als een reële optie bij nieuwbouw. De tomatentelers staan afwijzend tegenover een tweede scherm.

De interactie tussen telers en onderzoekers leverde boeiende discussies op. Telers varen vaak op het gevoel dat zij hebben bij het actuele kasklimaat en de gewasstand. Wat telers voelen of ervaren en wat planten 'voelen' hoeft niet altijd overeen te komen, zoals bij kouval of 'actief houden' van een gewas. Voor onderzoekers zijn de gevoelswaarden van de teler dan ook moeilijk te ontzenuwen.

Telers hebben voorkeur voor bepaalde regelingen, invloedsfactoren, enzovoort. op basis waarvan zij het gewenste kasklimaat willen en kunnen bereiken. Hiermee heeft men ervaring en men 'weet' wat het effect zal zijn van de aanpassing(en) op de klimaatregeling. Niet voor niets zei een teler dat hij een nieuwe klimaatcomputer eerst moet leren kennen, alvorens daarmee de grenzen van de (scherm)regeling op te zoeken.

Bij de telers ligt het zwaartepunt in de teelt op het realiseren van het gewenste kasklimaat voor het gewas. Energiebesparing sec lijkt wat op de achtergrond te staan. Bij extremere buitenklimaatomstandigheden zijn telers echter bereid tot grotere concessies aan de klimaatstrategie als het handhaven van die klimaatstrategie tot hogere energiekosten leidt. De eventuele lagere teelttemperaturen worden dan tijdelijk geaccepteerd en hoopt men later weer in te halen.

Doel van dit project was het stimuleren van het schermgebruik door het leren van een voorbeeldteler. In beide telersgroepen is de voorbeeldteler niet zozeer een blauwdruk geweest. De voorbeeldteler is het vertrekpunt geweest om te discussiëren over het schermen in relatie tot kasklimaat, gewas en energie.

Telers zijn positief over de ondersteuning vanuit het onderzoek. Vooral het ter discussie stellen van bepaalde 'waarheden' door telers en het presenteren van diverse overzichten heeft meerwaarde opgeleverd. Het groepsoverzicht van een klimaatparameter over een meerdaagse periode verschafte de telers inzicht in de vraag of de nagestreefde klimaatstrategie daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Structurele verschillen in klimaatstrategie en teeltconcept tussen telers worden eerder zichtbaar en bespreekbaar. De samengestelde overzichten stelden de telers in staat om klimaatinstellingen en -realisaties van meerdere klimaatparameters in onderlinge samenhang te beschouwen. Wel vraagt een goede interpretatie van de samengestelde overzichten door de telers inhoudelijke ondersteuning.

Het uitwisselen van klimaatdata tussen telers via Klimlink verliep niet altijd zonder problemen. Het werken met Klimlink vereist discipline van de telers voor het verzenden van de data. Er zijn plannen voor een online versie van Klimlink, die de huidige ongemakken kunnen wegnemen.

Intensiever schermgebruik en energiebesparing

De tomatenbedrijven zijn in 2006 in de periode december tot mei - na correctie voor buitenklimaat - circa 55% meer uren gaan schermen dan in 2005. De tomatentelers die dit jaar voor het eerst schermde, hadden een gemiddeld tot hoog aantal schermuren.

Het voorbeeldbedrijf behaalde een energiebesparing van 7,5% die voor een belangrijk deel te danken is aan het intensievere schermgebruik (50% meer schermuren). Voor de andere tomatenbedrijven was de energiebesparing niet te bepalen doordat warmtekrachtkoppeling werd gebruikt voor elektriciteitsteruglevering.

Het schermgebruik is in 2006 op twee komkommerbedrijven duidelijk toegenomen (20 en 40% meer schermuren) ten opzichte van 2005. Op de andere bedrijven is dit relatief weinig veranderd (gecorrigeerd voor buitenklimaat, planttijdstop en gebruiksduur vast folie). De bedrijven die meer schermde, behaalden een gasbesparing van circa 12%. Eén bedrijf, dat 6% minder schermuren had, behaalde een gasbesparing van 10%. Dit laatste houdt verband met andere aanwijsbare zaken, zoals lagere maximum buistemperatuur en installatie van een beweegbaar gevelschem.

Hoewel de telers is gevraagd naar hun verwachtingen over de te bereiken energiebesparing, kan men dit moeilijk kwantificeren. Aan de andere kant is de energiebesparing moeilijk door telers vast te stellen, omdat ook andere factoren dan het schermgebruik van invloed zijn op het gasverbruik.

Artikelen

Om handvatten te bieden voor andere schermende telers van groenten en siergewassen, zijn zes artikelen geschreven en aangeboden aan de vakbladen over:

- start teeltseizoen;
- vast folie in de kas;
- schermen en kasklimaat;
- schermen en gewasreactie;
- (tweede) scherm als teeltconcept;
- schermen en ondernemersgedrag.

De artikelen zijn integraal in dit rapport opgenomen.

Conclusies

- Het vergelijken van het eigen schermgebruik met dat op een voorbeeldbedrijf levert de telers meerwaarde op, waarbij het voorbeeldbedrijf niet als een blauwdruk wordt gezien, maar als vertrekpunt voor discussie. De inhoudelijke ondersteuning door het onderzoek is daarbij positief ervaren.
- De belangrijkste gedragsverandering van tomaten- en komkommertelers om intensiever te schermen is het later openen van het scherm in de ochtend. De hoge gasprijs en het koude weer (februari-maart 2006) hebben zeker meegewerkt.
- De helft van de telers staat nog afwijzend tegenover het kieren met schermen. Een deel zou wel willen, maar de aanwezigheid van en/of de vrees voor koude plekken vormt daarvoor nog een belemmering.

- De telers zijn het scherm meer als vriend dan als vijand gaan beschouwen. De tomatentelers beschouwden het scherm vooral als een noodzakelijk kwaad om op energiekosten te besparen, maar het intensiever gebruik is hen toch meegevallen.
- De huidige schermregelingen worden complex gevonden vanwege de vele instellingen. Behoeft is aan een eenvoudiger schermregeling, waarbij regelen op energiewaarde (warmtevraag van de kas) als optie wordt genoemd.
- Het aantal - voor buitenklimaat gecorrigeerde - schermuren is onder de schermende tomatenbedrijven in 2006 duidelijk toegenomen ten opzichte van 2005. Bij beginnende schermers ligt dit direct al op een gemiddeld tot hoog niveau.
- Onder de komkommertelers is het - voor buitenklimaat, plantijdstip en gebruiksduur vast folie gecorrigeerde - schermgebruik op twee van de zes bedrijven in 2006 duidelijk toegenomen; op de overige bedrijven veranderde er weinig. Daar waar intensiever werd geschermd heeft dit bijgedragen aan de energiebesparing.
- De groepsoverzichten van een klimaatvariabele over een meerdaagse periode en de samengestelde overzichten van meerdere klimaatvariabelen geven de telers meer inzicht in de gevolgde klimaatstrategie en de onderlinge samenhang van de klimaatregelingen. Deze overzichten kan Klimlink (nog) niet produceren.

Aanbevelingen

- Het verdient aanbeveling telers te stimuleren het schermgebruik (en andere klimaatregelingen) in telersgroepsverband te vergelijken, omdat de context van het bedrijf en de teelt bekend is. Een voorbeeldbedrijf is daarbij een pré. Het (regelmatig) op de agenda zetten van de klimaatbeheersing in relatie tot gewas en energie (in die volgorde) stelt telers in staat stil te staan bij de klimaatstrategie en gezamenlijk te zoeken naar verbeteringen.
- Het verdient aanbeveling dat meerdaagse overzichten van klimaatgegevens (instelling en realisatie) en samengestelde overzichten van meerdere klimaatgegevens voor een specifieke klimaatdag binnen Klimlink kunnen worden samengesteld om telers meer inzicht te verschaffen in de (gevolgde) klimaatstrategie en de onderlinge samenhang van de klimaatregelingen.
- Ten behoeve van de vergelijking in telersgroepsverband strekt procesmatige en inhoudelijke ondersteuning tot aanbeveling. Enerzijds om de discussie te leiden en anderzijds om de inhoudelijke kwaliteit van de discussies te bewaken. Hier is een belangrijke rol weggelegd voor de adviseur/voorlichting.
- De plannen van Hydra Agro Automatisering voor een online versie van Klimlink verdienen steun, omdat daarmee de huidige ongemakken kunnen worden weggenomen. Het stelt adviseurs beter in staat hun adviserende rol uit te voeren. Daarnaast biedt de online versie een extra instrument voor onderzoeksdoeleinden om bedrijven op afstand effectief en efficiënt te kunnen volgen.

Summary

Intensification of screen use; A comparison of climate settings and actual climate in groups of growers

The motivation for this study and the objective

Previous research has shown that extra energy can be saved through more intensive use of screens. In this regard, growers indicated that they greatly valued the experiences on pilot greenhouse holdings. The question is whether growers learn from a pilot grower in order to intensify their use of screens and to reduce their energy consumption. The goal of the research is to promote the use of screens by allowing 'less intensive screen-using growers' to learn from 'intensive screen-using growers.' The research looked at whether (and to what extent) screen use has increased and at the energy savings that have been achieved.

Approach

A comparative study of greenhouse holdings began at the end of 2005, focusing on two groups of growers: tomato growers and cucumber growers. Within this study, the climate setting data and actual climate data were collected using the Klimlink software and exchanged between holdings via e-mail. Within the context of the research, the climate data has been processed and presented in individual or group overviews with one or more climate parameters for a one-day period or a period of several days.

The comparison process was supported by the Kaspro calculation model, into which the pilot holdings and their data were entered and simulations were implemented in order to quantify effects on climate and energy. The calculation model was also used to quantify the development of screen use and the resulting energy savings in 2006 compared with 2005. The growers were also asked about their expectation regarding energy savings. The findings were discussed with the grower groups during the comparison process. On the basis of the findings and existing research-based knowledge, six articles were written in order to offer the large group of screen-using growers clues for the 2006-2007 screen season.

Experiences of the greenhouse holding comparison process

Almost all the growers switched to opening the screen later in the morning. This was the most important modification in the screen-use behaviour. The longer use of the screens matches with the limiting of the maximum pipe temperature in order to thus remain within the contract capacity.

Half of the growers do not use a screen gap because they are concerned about the risk of local temperature drops. Half of these first want to resolve the problem of cold spots before trying out the screen gap. The humidity strategy presented by the research to prevent high relative humidity levels occurring under the screen has not (yet) convinced the other half.

A few growers have become more cautious about larger screen gaps (>2.5%), as these can result in horizontal differences in temperature.

Most growers have come to see the screen more as a friend than a foe. This applies particularly to cucumber growers. The tomato growers see the screen primarily as a necessary evil for the sake of energy cost management. Despite this, the tomato growers have used the screen more this season, and have been pleasantly surprised by their experiences - it has been a learning experience for them.

In the case of cucumber crops, it appears that fixed foil can be used for longer. The screen can be kept closed from the start of cultivation until about 20 January under a variety of outdoor climate conditions without any major consequences and at the same time bringing extra energy savings.

The screen control is viewed as a complex control due to the many settings. There is a need for a screen control with fewer inconveniences. Regulation on the basis of energy values (heat demand of the greenhouse) has been mentioned as an option in this regard, but this is not yet possible on every climate-control computer.

A second movable screen is becoming a more and more plausible option as gas prices continue to increase. Cucumber growers see this as a realistic option in new construction projects. Tomato growers reject the idea of a second screen.

The interaction between growers and researchers led to interesting discussions. Growers often act on the basis of the instinctive feeling about the greenhouse climate and the state of the crop at that moment. What growers feel or experience, and what plants 'feel' do not necessarily always correspond, for example with regard to local temperature drops or keeping the crop 'active.' For researchers, the instincts of growers are therefore difficult to refute.

Growers have preferences for certain schemes, influential factors, etc. on the basis of which they want and are able to achieve the appropriate greenhouse climate. This gives them experience and they then 'know' what the effect of the modification(s) on the climate regulation will be. It is for good reason that a grower said that he first needed to get to know a new climate-control computer before using it to find the limits of the screen controls.

Among growers, the focus on the cultivation lies in achieving the desired greenhouse climate for the crop. Energy savings alone seem to take a back seat. In more extreme outdoor climate conditions, however, growers are prepared to make greater concessions in their climate strategy if maintaining that climate strategy leads to higher energy costs. The potentially lower crop temperatures are then temporarily accepted, and growers hope to be able to 'catch up' again at a later date.

The objective of this project was to encourage screen use through being taught by a pilot grower. In both growers groups, the pilot grower was not so much a blueprint but rather the starting point for a discussion about the screens in relation to the greenhouse climate, the crop and energy.

Growers are positive about the support provided by research. In particular, the discussion of certain 'truths' by growers and presenting various overviews was of value. The group overview of a climate parameter about a period of several days provided the growers with insight into whether the pursued climate strategy is actually achieved. Structural differences in climate strategies and cultivation concepts between growers become more visible and can be discussed. The formulated overviews enabled the growers to consider climate settings for several climate parameters and the achievement of those climates in

combination. A good interpretation of the formulated overviews by the growers does require contentful support.

The exchange of climate data between growers via Klimlink did not always go without problems. Working with Klimlink requires discipline from the growers for sending the data. There are plans for an online version of Klimlink, to eliminate the current inconveniences.

More intensive screen use and energy savings

After correction for the outdoor climate, the tomato farms used screens approximately 55% more in 2006 than in 2005 in the period from December to May. The tomato growers using screens for the first time this year had an average to high number of screen hours.

The pilot holding achieved energy savings of 7.5%, which to a great extent was thanks to the more intensive screen use (50% more screen hours). For the other tomato farms, the energy savings could not be determined due to the use of the cogeneration (combined heat and power) equipment for the restitution of surplus electricity to the national grid.

Screen use clearly increased on two cucumber farms in 2006 (20% and 40% more screen hours) compared with 2005. There was relatively little change in this regard on the other holdings (corrected for outdoor climate, time of planting and useable life of fixed foil). The holdings with more screen hours achieved savings on their gas consumption of approximately 12%. One greenhouse holding, with 6% fewer screen hours, achieved a 10% saving in gas consumption. This was related to other demonstrable matters such as lower maximum pipe temperature and the installation of moveable side screens.

Although the growers were asked about their expectations regarding the energy savings to be achieved, this is difficult to quantify. On the other hand, it is difficult for growers to determine the energy saving because factors other than screen use can influence gas consumption.

Articles

In order to help other screen-using growers of vegetables and ornamental crops, six articles have been written and offered to the trade journals on:

- the start of the cultivation season;
- fixed foil in the greenhouse;
- screen use and greenhouse climate;
- screen use and crop response;
- a screen (or second screen) as a cultivation concept;
- screen use and entrepreneurial behaviour;

The articles have been integrated into this report.

Conclusions

- The comparison of their own screen use with that on a pilot holding was of extra value to the growers. The pilot holding was not seen as a blueprint but rather as a starting point for a discussion. The content-related support resulting from the research was therefore experienced as being positive.

- The most important change in behaviour of tomato and cucumber growers in terms of more intensive screen use is the later opening of the screen in the morning. The high gas price and the cold weather (February and March 2006) certainly had a role in this.
- Half of the growers still reject the idea of screen gaps. Some of them would like to, but the presence and/or fear of cold spots still form an impediment.
- The growers have come to see the screen more as a friend than a foe. The tomato growers viewed the screen primarily as a necessary evil in order to save on energy costs, but the more intensive use was not as inconvenient as they had expected.
- The current screen controls are considered complex due to the many settings. There is a need for simpler screen controls, with regulation on the basis of energy values (the heat demand of the greenhouse) being mentioned as an option.
- The number of screen hours - corrected for the outdoor climate - has clearly increased among the screen-using tomato farms in 2006 in relation to 2005. New screen users already had an average to high number of screen hours.
- Screen use among cucumber growers increased significantly on two of the six holdings in 2006 (corrected for outdoor climate, time of planting and the useable life of fixed foil); little changed on the other holdings. More intensive screen use contributed to the energy savings.
- The group overviews of a single climate variable over the course of several days and the compiled overviews of several climate variables give the growers more insight into the climate strategy followed and the mutual cohesion between the climate regulation aspects. Klimlink is (as yet) unable to produce these overviews.

Recommendations

- It is advisable to encourage growers to compare screen use (and other climate-control aspects) in a group of growers, as the context of the business and the crop is known. A pilot holding is an advantage in this. Putting climate control in relation to the crop and energy (in that order) on the agenda on a regular basis allows growers to think about the climate strategy and to look for improvements together.
- Another recommendation is to combine multiple-day overviews of climate data (setting and actual climate) and compiled overviews of several types of climate data for a specific climate day within Klimlink in order to provide growers with greater insight into the climate strategy followed and the cohesion between the climate regulation aspects.
- For the purposes of the comparison in grower groups, process-related and content-related support is to be recommended, partly to give direction to the discussion and partly to guarantee the content-related quality of the discussions. There is an important role in this for advice and extension service.
- The *Hydra Agro Automatisering* plans for an online version of Klimlink should be supported in order to eliminate the current inconveniences. This better enables advisers to carry out their advisory tasks. In addition, the online version offers an extra tool for research objectives in order to be able to monitor holdings effectively and efficiently from a distance.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

In de studie 'Evaluatie van schermgebruik in de praktijk' (Ruijs et al., 2005) bleek dat met hogere setpoints voor relatieve luchtvochtigheid (RV), instraling en buitentemperatuur, voordat het scherm open en/of dichtgaat, energiebesparing is te bereiken. De berekende besparing bedroeg, afhankelijk van het gewas en het schermgebruik, 5 tot 12%. Een intensieve schermstrategie zou op het geschermd areaal van de onderzochte gewassen (tomaat, komkommer, paprika en Spathiphyllum) een energiebesparing kunnen opleveren van 42 tot 63 miljoen m³ aardgas per jaar (1,3-1,9% van het totale sectorverbruik). Uit het eerder genoemde maar ook uit ander onderzoek bleek dat reële of vermeende risico's bij telers intensivering van het schermgebruik in de weg staan. Daarnaast hanteren telers soms vaste waarden voor setpoints, terwijl dit flexibeler zou kunnen. Telers zeiden in de studie van Ruijs ook groot belang te hechten aan voorbeeldbedrijven, die worden gezien als 'demonstratieprojecten' voor kennistoetsing en -verspreiding.

Om telers tot verdere intensivering van het schermgebruik te stimuleren zonder ongunstige effecten voor het gewas en het product, is een voorbeeldbedrijf als uitgangspunt genomen. In feite omvat dit een vorm van bedrijfsvergelijking, waarbij minder intensief schermende telers kunnen leren van een intensief schermende teler.

Om ook van kleine verschillen in setpoints voor de schermregeling en dergelijke te leren, is het wenselijk de bedrijfsvergelijking op gedetailleerde tijdsbasis te laten plaatsvinden. Hiervoor is een softwarepakket op de markt om uitwisseling van gegevens via e-mail mogelijk te maken. Door het vergelijken van klimaatinstellingen en gerealiseerde klimaatcondities wordt inzichtelijk hoe een teler het doet ten opzichte van de voorbeeldteler. Daarbij kan ook de bedrijfsadviseur in staat worden gesteld om 'mee te kijken'. Dit is op dezelfde wijze ook mogelijk voor onderzoekers, waardoor deze regelmatig op afstand de ontwikkelingen kunnen analyseren en evalueren.

1.2 Doel

Het onderzoek heeft een driedelig doel:

1. het stimuleren van het schermgebruik door 'minder intensief schermende' telers te laten leren van een 'intensief schermende' teler (voorbeeldteler), en vanuit de opgedane ervaringen trachten een vooraf bepaalde energiebesparingsdoel te bereiken;
2. het communiceren van de resultaten en ervaringen naar andere schermende telers;
3. het evalueren van de gehanteerde bedrijfsvergelijkingsmethode op haar waarde voor onderzoek en voor andere gebruiksdoeleinden (demonstratieprojecten, enzovoort).

Het onderzoek richt zich op een telersgroep van komkommer en één van tomaat. Beide telersgroepen hebben een intensief schermende teler die als voorbeeldteler dient.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de werkwijze van het onderzoek belicht. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de resultaten. Dit omvat een overzicht van de bevindingen in het bedrijfsvergelijkingstraject, een kwantificering van het schermgebruik en de bijbehorende energiebesparing en een serie inhoudelijke artikelen. In hoofdstuk 4 worden enkele discussiepunten aangestipt. De conclusies en aanbevelingen worden in hoofdstuk 5 beschreven.

2. Materiaal en methode

2.1 Opzet

Het onderzoek omvat een bedrijfsvergelijkingstraject met twee telersgroepen. De keuze is gevallen op de gewassen komkommer en tomaat, omdat beide gewassen snelgroeiend zijn en effecten op gewasontwikkeling en productie eerder tot uiting komen. Beide telersgroepen schermen en beschikken over het programma Klimlink van Hidra Agro Automatisering. Met Klimlink worden data over klimaatinstellingen en -realisaties verzameld en worden via e-mail binnen de telersgroep uitgewisseld. De onderzoekers beschikten over het programma Klimlink en ontvingen de klimaatdata van de telers om deze te bewerken en te analyseren.

Het traject is gestart met een kick-off meeting per telersgroep, waarin de laatste stand van zaken vanuit het onderzoek zijn gepresenteerd. Hierbij is aandacht besteed aan de relatie tussen enerzijds schermen en anderzijds klimaat, energie en gewas.

De te vergelijken parameters over klimaat en teelt zijn in overleg met de telers gekozen. Op basis van verzamelde informatie over bedrijf en teelt is in overleg met de telers een voorbeeldteler gekozen. Deze voorbeeldteler is de teler, die het meest intensief schermt en/of de meeste ervaring met schermen heeft. Voor beide gewassen is het voorbeeldbedrijf in het rekenmodel Kaspro ingevoerd en aan de hand van historische gegevens gematched. Hierdoor is het mogelijk zo realistisch mogelijk simulaties uit te voeren om effecten van bepaalde zaken te kwantificeren.

Ook zijn de ambities van de telers ten aanzien van de te verwachte energiebesparing tengevolge van het intensiever schermen geïventariseerd.

In twee bijeenkomsten (halverwege en aan het eind van het traject) zijn de resultaten over de achterliggende schermperiode aan de telers teruggekoppeld en geëvalueerd. De terugkoppeling betrof overzichten (grafieken en commentaar) op individueel en op groepsniveau. Hierbij zijn door onderzoekers en telers discussiepunten aan de orde gesteld en zijn op verzoek van de telers enkele rekenexercities met het model Kaspro uitgevoerd.

Aanvankelijk was het de bedoeling de overzichten tegelijkertijd ook via e-mail aan collega tomaten- en komkommertelers toe te sturen. Daar de overzichten sterk contextgebonden zijn, is hiervan afgezien. Voor een juiste interpretatie is meer informatie over de bedrijven en de teeltstrategieën benodigd. Wel is tijdens de looptijd van het onderzoek een artikel opgenomen in de nieuwsbrief en groeiflits van LTO-Groeiservice (Anonymus, 2006) en is in het maandblad Onder Glas een interviewartikel opgenomen (Arkesteijn, 2006).

De gekozen werkwijze van bedrijfsvergelijken via e-mail is na afloop van het traject geëvalueerd met de telers. Tevens zijn de resultaten en ervaringen met het programma Klimlink teruggekoppeld met de leverancier.

De resultaten en de ervaringen in dit onderzoekstraject zijn in een serie artikelen beschreven om de grotere groep van schermende telers handvatten aan te reiken voor het

nieuwe schermseizoen 2006/2007. De artikelen omvatten zes onderwerpen en zullen vanaf najaar van 2006 worden gepubliceerd.

Tenslotte zijn aanbevelingen gedaan op welke manier het leerproces van telers via bedrijfsvergelijking met een 'voorbeeldteler' in de praktijk kan worden geïmplementeerd.

2.2 Data en informatie

De twee telersgroepen zijn geworven met behulp van LTO-Groeiservice en Hidra Agro Automatisering. De tomatengroep bestond uit 7 telers en de komkommergroep uit 6 telers. Van alle bedrijven is algemene informatie ingewonnen over het bedrijf en de teelt. De belangrijkste kenmerken van de bedrijven zijn in tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Kenmerken deelnemende bedrijven in de tomatengroep en de komkommergroep

Tomatengroep:							
Kenmerk	Oppervlak (m ²)	WKK	Warmte-opslag (m ³)	Schermtyp	Schermpoppervlak (%)	Leeftijd Schermdoek (j)	Groeilicht
Bedrijf							
1	26.500	J	300	SLS-10-Ultra Plus	100	6	N
2	51.000	J	1.400	SLS-10-Ultra/folie	33/67	3	N
3	70.000	J	1.400	SLS-10-Ultra	100	Nieuw/ 3	N
4	36.000	J	700	Phormilux	100	3	N
5	51.000	J	1.500	Folie (beweegbaar)	100	Nieuw	J
6	25.000	N	300	SLS-10-Ultra Plus	100	Nieuw	N
7	82.000	J	1.750	SLS-10-Ultra	100	1	N
Komkommergroep:							
Kenmerk	Oppervlak (m ²)	WKK	Warmte-opslag (m ³)	Schermtyp	Schermpoppervlak (%)	Leeftijd Schermdoek (j)	
Bedrijf							
1	21.000	N	300	SLS-10-Ultra	100	3	
2	27.000	J	300	SLS-10-Ultra	100	2	
3	10.850	N	108	SLS-10-Ultra	100	8	
4	20.000	N	150	SLS-10-Ultra	100	2	
5	17.380	N	185	SLS-10-Ultra	100	1	
6	22.500	N	245	SLS-10-Ultra	100	6	

Opmerking: Bedrijf 1 is in beide telersgroepen het voorbeeldbedrijf.

Van de twee voorbeeldtelers zijn daarnaast de klimaatinstellingen en -realisaties over 2004 verzameld. Op basis van deze gegevens zijn beide bedrijven ingevoerd en gematched in het simulatiemodel Kaspro (De Zwart, 1996).

Met behulp van het programma Klimlink zijn gedurende het bedrijfsvergelijkings-traject de klimaatinstellingen en -realisaties van alle telers verzameld. Klimlink van Hidra Agro Automatisering is een 'registratiepakket voor klimaat (en substraat), dat onafhankelijk van het merk procescomputer de resultaten op een eenduidige wijze registreert, in een

databas opslaat en in grafieken kan weergegeven per 5 min' (www.hijdra.nl). Via e-mail worden de gegevens tussen telers uitgewisseld. Deelnemers kunnen vervolgens naar eigen keuze de gerealiseerde klimaatparameters in groepsoverzichten weergeven.

Op dezelfde wijze zijn - na autorisatie door de telers - de gegevens voor het onderzoek beschikbaar gesteld. De betreffende (klimaat)gegevens zijn in bijlage 1 vermeld. De klimaatgegevens zijn verzameld in de periode van 1 december 2005 tot 1 juni 2006. Aanvankelijk verliep het aanleveren van de klimaatdata door de telers niet geheel vlekkeloos. Behalve problemen met Klimlink waren de telers niet altijd voldoende bedreven met het programma Klimlink. Na tussenkomst van F. Kempkes van PRI en Th. Hijdra zijn de problemen voor een belangrijk deel verholpen.

Voor beide groepen zijn relevante energiegegevens verzameld: energieverbruik (gas en elektriciteit), contractcapaciteit en aantal schermuren.

Daarnaast zijn bij komkommer enkele gewasgegevens, zoals productie en leaf area index (LAI), verzameld. Bij tomaat is beperkt inzage gekregen in de gewasgegevens, met uitzondering van de productie.

Aan het begin van het traject is de telers gevraagd welke energiebesparing zij denken te behalen met een intensiever schermgebruik tijdens het bedrijfsvergelijkingstraject.

In de evaluatiebijeenkomsten is aan de hand van de terugkoppeling van de klimaatinstellingen en -realisaties en gewasgegevens informatie verkregen over de redenen en overwegingen bij hun schermstrategie. Deze informatie is mede gebruikt voor het bepalen van de onderwerpen voor de artikelen.

Na afloop van het vergelijkingstraject zijn de telers telefonisch benaderd voor een enquête over hun ervaringen: in welke mate is hun gedrag ten aanzien van schermen gewijzigd, welke energiebesparing is gerealiseerd en hoe is de werkwijze en de inhoudelijke ondersteuning ervaren.

2.3 Gegevensverwerking

Klimaatgegevens

De gegevens over de klimaatinstellingen en -realisaties zijn met Klimlink verzameld, uit de Klimlink database gehaald, bewerkt en vervolgens verwerkt in een aantal overzichten. Er zijn drie typen overzichten samengesteld:

- per telersgroep met het verloop over een periode van 7-10 dagen;
- per telersgroep met het verloop op een specifieke klimaatdag;
- per individueel bedrijf met het verloop op een specifieke klimaatdag.

Hieronder zijn ter illustratie enkele voorbeeldoverzichten weergegeven, namelijk enkele groepsoverzichten op periodeniveau, groepsoverzichten op dagniveau en een individueel bedrijfsoverzicht op dagniveau.

a) Groepsoverzichten op periodeniveau:

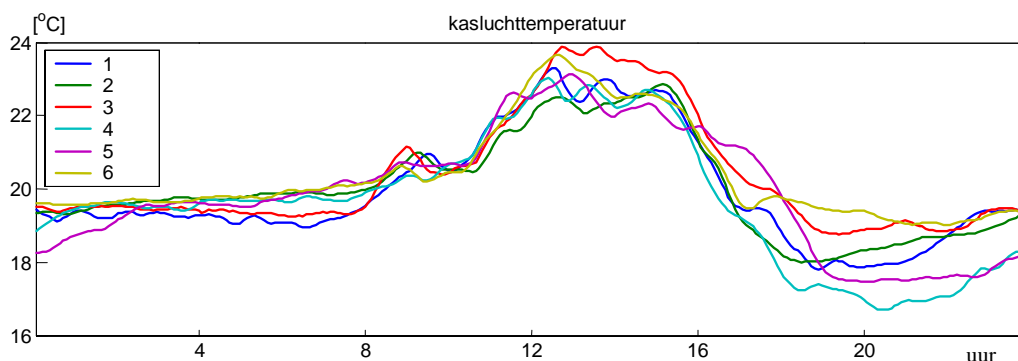
elk groepsoverzicht omvat een tabel met de gemiddelde ingestelde en gerealiseerde waarden (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2 Gemiddelde waarden van klimaatparameters voor de 6 komkommerbedrijven voor de periode 22 t/m 28 februari 2006

Bedrijf	Setpoint verwarming [°C]	Kaslucht temperatuur [°C]	Schermsstand a) [%]	RV [%]	Setpoint ventilatie. [°C]	Raamstand [%]
1	19,6	19,9	76,5	80,1	24,2	0,1
2	19,6	20,0	72,5	77,9	24,7	0,0
3	20,3	20,3	79,8	79,0	27,9	0,0
4	19,3	19,7	74,5	83,2	25,0	0,0
5	20,1	19,9	75,7	77,4	26,3	0,0
6	20,5	20,4	74,8	83,1	25,1	0,0

a) De gemiddelde schermsstand, kan vertaald worden naar het aantal schermuren als zijnde het percentage volledig gesloten zijn in relatie tot de meetperiode. Bijvoorbeeld: 75% over deze periode van 7 dagen is 126 uur scherm volledig gesloten

De gerealiseerde kasluchttemperaturen voor deze periode van 22 t/m 28 februari zijn in figuur 2.1 opgenomen. De bijbehorende gemiddelden staan in de 2^e kolom van tabel 2.2 weergegeven.



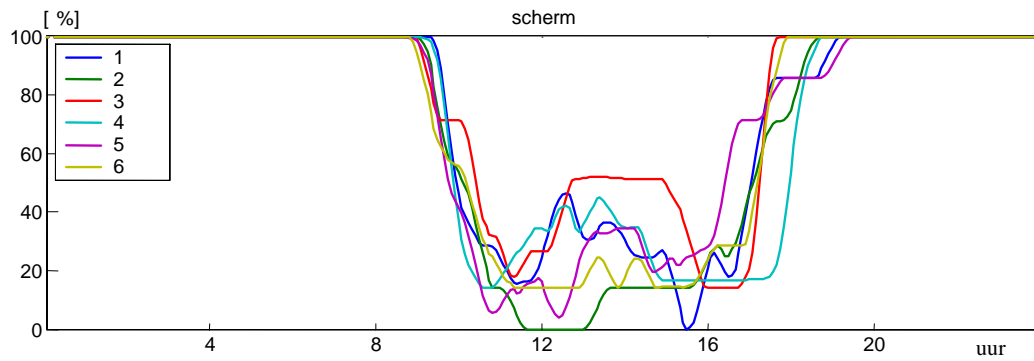
Figuur 2.1 Kasluchttemperatuur, weergegeven als cyclisch gemiddelde gedurende de dag voor de periode 22 t/m 28 februari 2006 (komkommerbedrijf 1 t/m 6)

Figuur 2.1 laat zien dat er gedurende de dag grote onderlinge verschillen kunnen ontstaan, vooral in de namiddag/vroeg avond. De gerealiseerde schermsstanden zijn in figuur 2.2 vermeld, zie ook de 3e kolom in tabel 2.2.

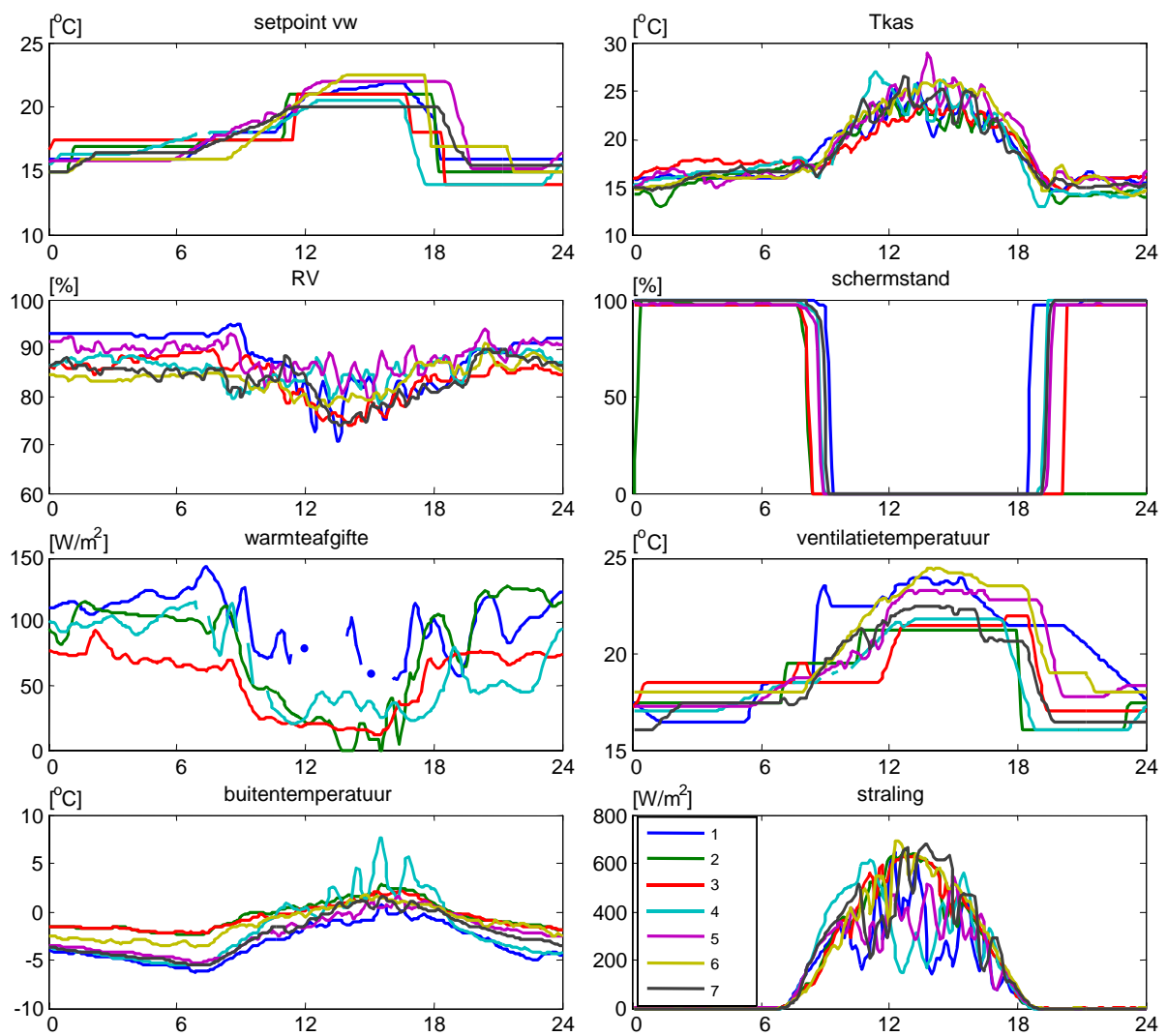
Ook voor andere klimaatparameters zijn dergelijke overzichten opgesteld.

b) Groepsoverzichten op dagniveau:

in figuur 2.3 is een overzicht opgenomen voor 12 maart 2006, een koude dag (nacht) met veel instraling. In dit groepsoverzicht is het verloop van de belangrijkste klimaatparameters in één overzicht opgenomen. Door middel van dit groepsoverzicht worden verschillende klimaatparameters in samenhang met elkaar beschouwd en komen verschillen in klimaatstrategie tussen de bedrijven tot uitdrukking.



Figuur 2.2 Gerealiseerde schermstand, weergegeven als cyclisch gemiddelde gedurende de dag voor de periode 22 t/m 28 februari 2006 (komkommerbedrijf 1 t/m 6)



Figuur 2.3 Overzicht klimaatparameters van 12 maart 2006 (tomatenbedrijf 1 t/m 7)

c) Individueel bedrijfsoverzicht op dagniveau:

voor ieder bedrijf afzonderlijk is een 6-luik van een aantal parameters weergegeven. Hieronder is een voorbeeld van een zes-luik gegeven.

Kasluchttemperatuur	T kas		Gemeten buisrail temperatuur	Gem. buisr
Setpoint verwarmen	Setp vw		Berekende buisrail temperatuur	Ber. buisr
Setpoint ventilatie	Setp vent			
Schermandstand	Schermand		Gemeten groeibuis temperatuur	Gem. groeib
Raamstand	Raam		Berekende groeibuis temperatuur	Ber. groeib
RV	RV			
Straling	Straling			
Afgegeven vermogen buisrail gemeten	Br gem		Totaal afgegeven vermogen	Berekend
Afgegeven vermogen buisrail berekend	Br ber		Totaal afgegeven vermogen	Gemeten
Afgegeven vermogen groeibuis gemeten	Gb gem			
Afgegeven vermogen groeibuis berekend	Gb ber			

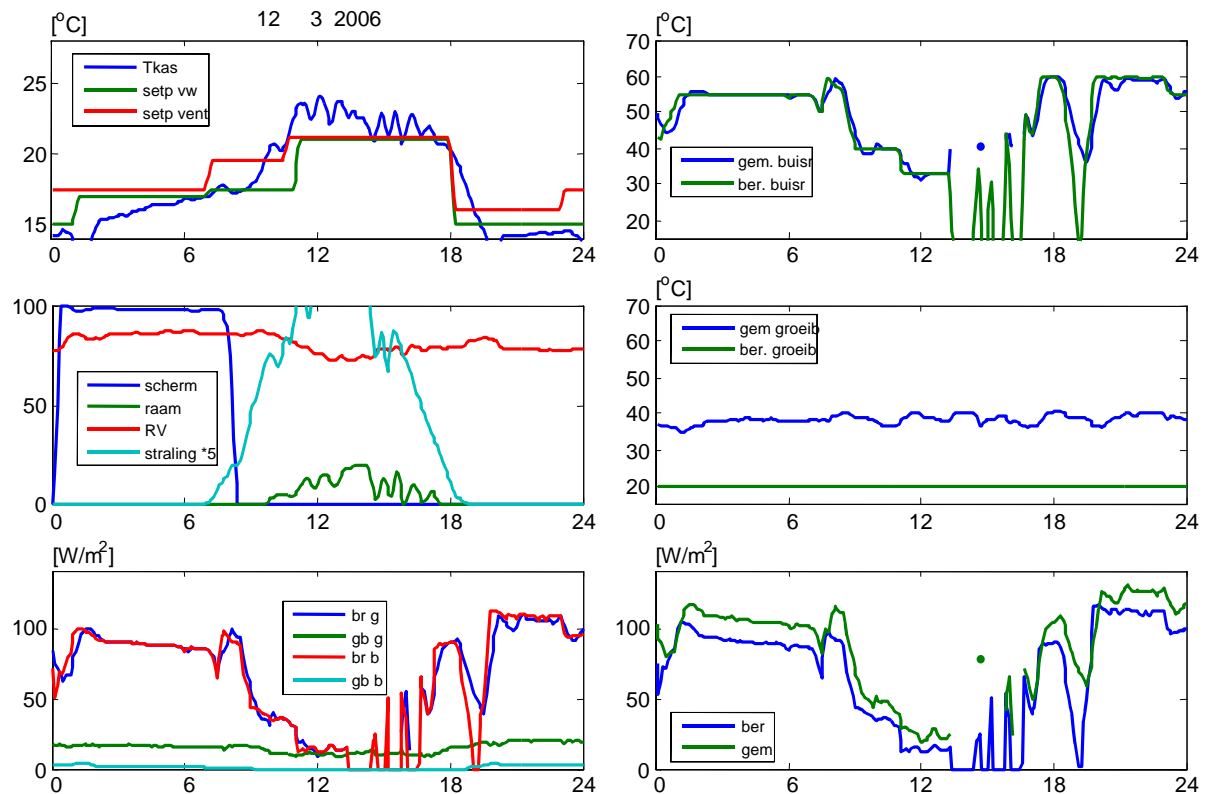
Het bovenstaande 6-luik ziet er voor het tomatenbedrijf 2 uit als in figuur 2.4 (zie pagina 26)

De 6-luiken zijn afhankelijk van de beschouwde klimaatdagen verschillend ingevuld. De overzichten op groep en bedrijfsniveau zijn aangevuld met opmerkingen en vragen van de kant van het onderzoek. Vaak betreft dit zaken die naar het oordeel van de onderzoekers niet logisch overkomen. Soms lagen hieraan meetfouten ten grondslag. De opmerkingen en vragen vormden de basis voor discussie tussen de onderzoekers en de telers.

Gewasgegevens

Bij komkommer is een aantal gewasgegevens verkregen, waarmee de ontwikkelingen in de tijd zijn weergegeven. Dit betreft onder andere de productie, LAI (leaf area index = bladoppervlakte per eenheid grondoppervlak), watergift en wateropname. Deze ontwikkelingen zijn gepresenteerd in de bijeenkomsten.

Bij tomaat is in beperkte mate inzage gekregen in de gewasgegevens. Hierdoor is geen analyse uitgevoerd van de gewaskundige effecten in relatie tot het scherm. In de discussies tijdens de bijeenkomsten zijn de gewasaspecten wel aan bod gekomen.



Figuur 2.4 Overzicht klimaatparameters van tomatenbedrijf 2 op 12 maart 2006

Simulatieberekeningen met Kaspro

De twee voorbeeldbedrijven zijn ingevoerd in het simulatiemodel Kaspro van Wageningen UR Glastuinbouw.

Met behulp hiervan zijn rekenexercities uitgevoerd om het effect van bepaalde zaken te kwantificeren op klimaat en energie. De volgende effecten zijn nagegaan:

- tomaat:
 - effect van scherm open of dicht op de hoeveelheid PAR op gewasniveau op een lichte en een donkere dag;
 - effect van verschillende buitentemperaturen op kasluchttemperatuur, groeibuis temperatuur, drogestof productie en gasverbruik in verschillende situaties (lichte dag/scherm open, lichte dag/scherm dicht, donkere dag/scherm open en donkere dag/scherm dicht);
 - effect van kiergrootte op voorkomen van koude plekken.
- komkommer:
 - effect van verwijdermoment vast folie op gasverbruik;
 - relatie tussen klimaatjaar en aantal uren vochtdeficit ($< 3 \text{ gr/m}^3$ lucht) onder vast folie: indicatie verwijdermoment vast folie ongeacht buitenklimaat;
 - effect van verschillende temperaturen van buisrail en groeibuis op warmteafgifte;

- effect van instraling overdag op warmteafgifte van de buizen;
- effect van scherm op warmteverlies van de kas in een 'koude' nacht.

2.4 Bepaling schermgebruik en energiebesparing

Met behulp van Kaspro is voor de voorbeeldbedrijven de energiebesparing tijdens het bedrijfsvergelijkingstraject gesimuleerd. Hierbij is het effect van het buitenklimaat zoveel mogelijk geëlimineerd om het effect van de aangepaste schermstrategie onafhankelijk van de buitenklimaatomstandigheden te kunnen bepalen. De energiebesparing op de andere bedrijven is geschat op basis van de resultaten van de voorbeeldbedrijven, de specifieke wijzigingen in de schermstrategie, het aantal gerealiseerde schermuren en het werkelijke gasverbruik. Op basis van de geschatte energiebesparing is nagegaan in welke mate de door de bedrijven verwachte energiebesparingdoelen zijn behaald.

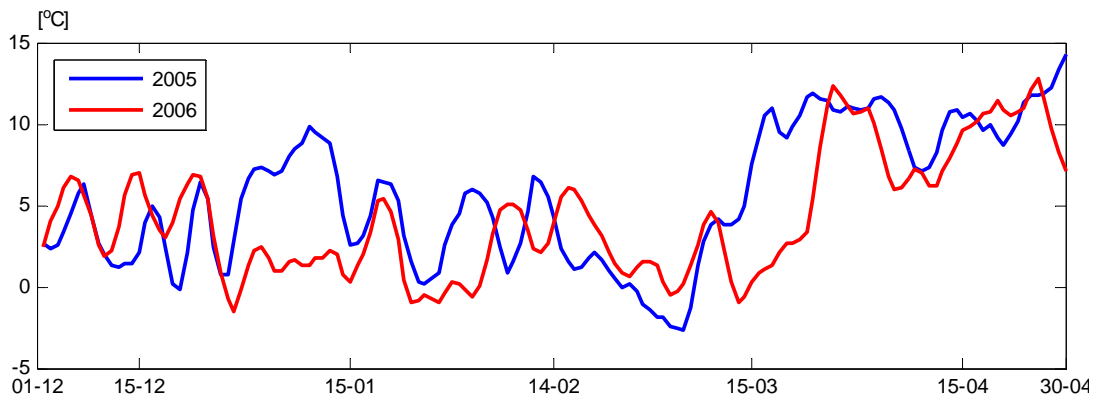
Voorbeeldbedrijven

Het kwantificeren van de energiebesparing op de bedrijven als gevolg van het beter omgaan met een scherm is niet direct mogelijk. Immers geen jaar is met betrekking tot de klimatologische omstandigheden gelijk. Tijdens de teelt zullen in verband met de stand van het gewas setpoints worden gewijzigd en er zijn altijd externe factoren die het energiegebruik beïnvloeden. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan een beperking van de contractcapaciteit. Om toch een zo goed mogelijke indicatie te maken is voor de volgende aanpak gekozen:

Binnen de komkommer- en de tomatengroep is bij aanvang van het project één van de bedrijven als voorbeeldbedrijf bestempeld. Van dit voorbeeldbedrijf zijn alle klimaatsetpoints en gerealiseerde klimaatdata, voor zover mogelijk, uit de klimaatcomputer overgenomen. Hiermee is het kasklimaatmodel KASPRO gevoed en gematched om tijdens het project berekeningen te kunnen maken die zo dicht mogelijk bij de praktijksituatie liggen. Voor deze match is het klimaat tijdens het teeltseizoen 2005 van De Bilt gebruikt. Met de klimaatdata van De Bilt 2006 is het schermseizoen 2006 gesimuleerd. Het gebruiken van klimaatdata uit De Bilt is niet optimaal, maar zijn geen betere data beschikbaar. Dit betekent dat door de geografische ligging van de bedrijven er een fout gemaakt zal worden. Het komkommerbedrijf is in het westen (Pijnacker) en het tomatenbedrijf in het zuidoosten (Venlo) gelegen. Hierdoor is te verwachten dat het energiegebruik van het komkommerbedrijf wordt overschat en dat van het tomatenbedrijf wordt onderschat. Omdat 2 jaren worden vergeleken zal dit beide jaren het geval zijn en het is dan ook geen direct probleem omdat niet alleen naar de absolute gebruiksgedaten wordt gekeken.

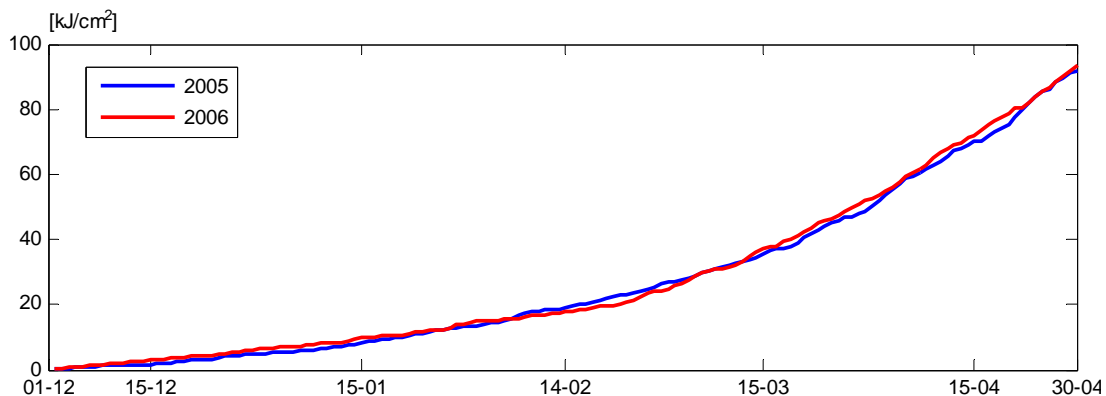
Als gevolg van de klimatologische omstandigheden zal, ook indien alle andere variabelen in de teelt exact gelijk zouden blijven, een energiegebruikverschil ontstaan. Dit verschil tussen winterseizoen 2004-2005 en dat van 2005-2006 verklaart dan een deel van het verschil in energiegebruik van de deelnemende bedrijven tussen deze twee teeltjaren.

De buitentemperatuur is een belangrijke parameter die het energiegebruik beïnvloed. In figuur 2.5 is de etmaaltemperatuur voor de periode 1 december tot en met 30 april weergegeven.



Figuur 2.5 Etmaalgemiddelde buitentemperatuur (voortschrijdend gemiddelde van 4 dagen)

Figuur 2.5 laat duidelijk zien dat er perioden zijn geweest dat het in teeltseizoen 2006 behoorlijk kouder is geweest dan in 2005. Gemiddeld over deze periode was de buitentemperatuur $5,6^{\circ}\text{C}$ in 2005 en $4,3^{\circ}\text{C}$ in 2006. Vooral in de eerste helft van januari en de tweede helft van maart zijn de verschillen groot. Op grond hiervan is te verwachten dat het energiegebruik in 2006 hoger komt te liggen dan in 2005. Een tweede factor die grote invloed heeft is de hoeveelheid straling. In figuur 2.6 is de cumulatieve stralingsom voor de periode 1 december tot en met 30 april weergegeven.



Figuur 2.6 Cumulatieve stralingsom

Hoewel er begin maart een behoorlijke achterstand in stralingsom was, werd aan het eind van de periode in 2006 cumulatief toch al circa 1,5% meer licht dan in 2005 gemeten. Gemiddeld gesproken heeft dit een dempende werking op de toename in het energiegebruik ten gevolge van de lagere temperatuur in deze periode (figuur 2.5).

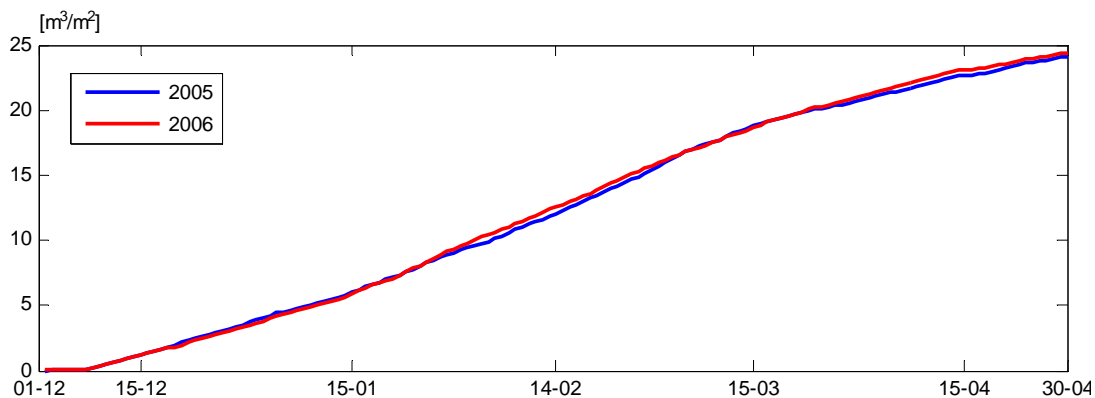
Met deze gegevens zijn de klimaatsetpoints van teeltseizoen 2005 integraal overgenomen op teeltseizoen 2006. Voor het tomatenbedrijf kan dat één op één omdat daar de startdatum van de nieuwe teelt in beide jaren op 10 december is gevallen. Voor het komkommerbedrijf zijn er 2 mogelijkheden:

- a) evenals bij tomaten ook de klimaatsetpoints 1 op 1 overnemen; of
- b) ten opzichte van het teeltjaar 2005 daarnaast nog twee onderdelen wijzigen, die wel aanwijsbare invloed op het energiegebruik hebben. Dit zijn de plantdatum die van 6 naar 11 december is opgeschoven in teeltseizoen 2006 en het moment waarop de 2^e folie verwijderd is van 15 januari in 2005 naar 27 januari in 2006.

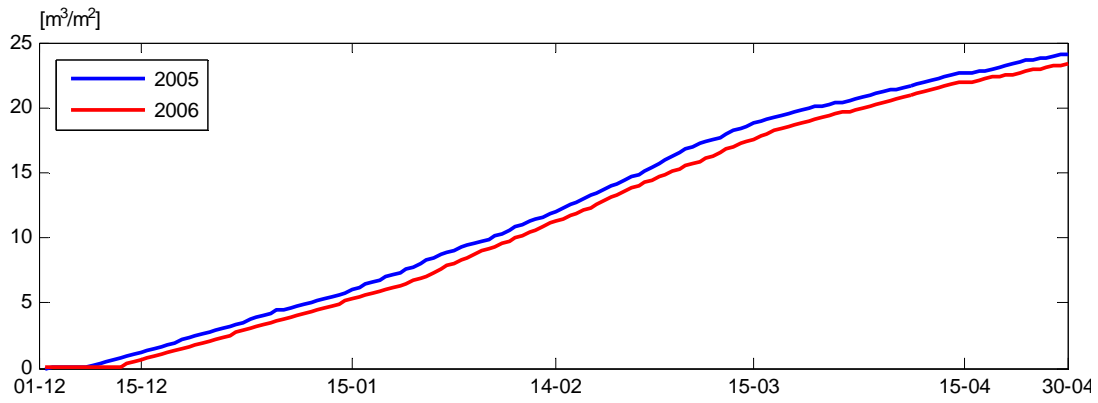
- ad a) Volgens optie a zou op het komkommerbedrijf het energiegebruik gestegen zijn met circa 1,5%. Wel zijn er door de koudere perioden meer schermuren gemaakt (2.820 tegenover 3.057 voor respectievelijk 2005 en 2006). Een toename van ruim 8%. Hierbij zijn de uren dat er een foliescherm geïnstalleerd was en het beweegbare scherm ook gesloten is, dubbel geteld. In werkelijkheid zullen er nog meer schermuren gemaakt worden omdat er door het koudere weer voor gekozen is om het vaste foliescherm in een later stadium te verwijderen; zie optie b.
- ad b) Bij optie b daalt het verbruik met ruim 3% ten opzichte van 2005 omdat er 5 dagen later met de teelt gestart wordt en het foliescherm er 12 dagen later uitgehaald wordt. Het aantal schermuren neemt nu toe van 2.820 naar 3.137 in 2006, een toename van 11%. De toename ten opzichte van optie a kan geheel worden toegeschreven aan het 2^e foliescherm.

Bij het tomatenbedrijf is het verschil in energiegebruik groter. In 2006 zou er bij ongewijzigde setpoints bijna 4% meer gas gebruikt zijn. Het aantal schermuren zou toenemen van 1.517 tot 1.647 uur, een toename van ruim 8%.

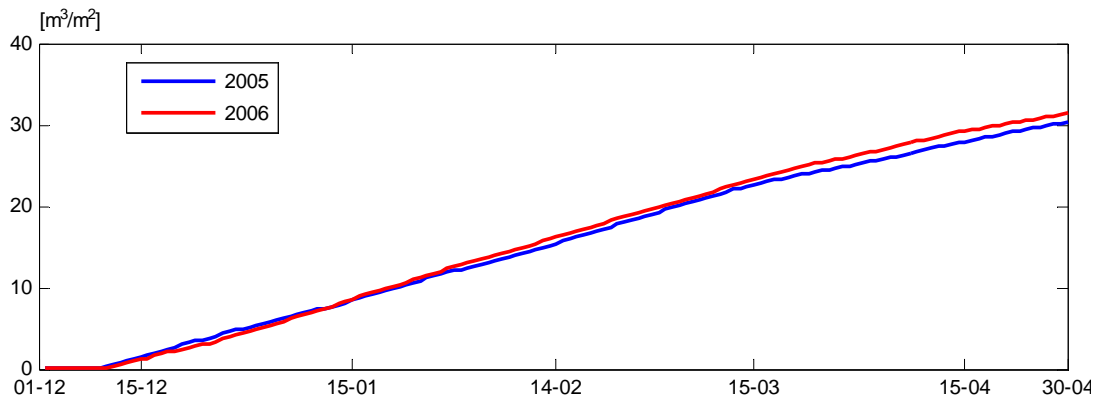
In figuur 2.7, 2.8 en figuur 2.9 zijn de cumulatieve gasverbruiken van het komkommer- en het tomatenbedrijf voor deze 2 teeltjaren weergegeven.



Figuur 2.7 Cumulatief gasverbruik van het komkommerbedrijf, optie a)



Figuur 2.8 Cumulatief gasverbruik van het komkommerbedrijf, optie B)



Figuur 2.9 Cumulatief gasverbruik van het tomatenbedrijf

Opvallend is dat het verschil in gasverbruik op het tomatenbedrijf pas duidelijk na half maart ontstaat, terwijl dit bij het komkommerbedrijf minder duidelijk is (optie a).

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bedrijfsvergelijkingstraject beschreven. Dit omvat de ontwikkeling van het schermgebruik en de energiebesparing op de deelnemende bedrijven, een evaluatie van de werkwijze in het bedrijfsvergelijkingstraject en een serie inhoudelijke artikelen.

3.1 Ervaringen bedrijfsvergelijkingstraject

Het bedrijfsvergelijkingstraject is georganiseerd rond een tweetal telersgroepen. De bedrijven wisselen met behulp van het programma Klimlink gegevens over klimaat, teelt en energie uit via e-mailberichten. In iedere groep is een voorbeeldbedrijf geselecteerd, dat een intensiever schermgebruik of meer schermervaring heeft en min of meer model heeft gestaan voor de andere bedrijven.

Door het onderzoek zijn op basis van diezelfde klimaatdata aanvullende overzichten opgesteld (zie ook 2.3). Deze overzichten zijn, aangevuld met opmerkingen en tips, drie-maal teruggekoppeld naar de telers.

Bevindingen uit het bedrijfsvergelijkingstraject

Het stimuleren van twee telersgroepen (tomaat en komkommer) ten aanzien van het schermgebruik door middel van een vergelijking met een voorbeeldbedrijf heeft de volgende resultaten en ervaringen opgeleverd:

- alle telers, op één na, zijn het scherm 's-ochtends later gaan openen. Dit is de belangrijkste aanpassing geweest in het schermgedrag. Hierbij heeft een rol gespeeld dat door de hoge gasprijzen en de hoge pieklasten de telers zuinig met energie omgaan. Het langer schermen past bij het begrenzen van de maximum buistemperatuur om daarmee binnen de contractcapaciteit te blijven;
- de helft van de telers past de schermkier niet toe uit vrees voor kouval. Hiervan wil de helft eerst het probleem van de koude plekken oplossen alvorens de schermkier uit te proberen. De door het onderzoek gepresenteerde vochtstrategie om hoge RV's onder het scherm te voorkomen heeft de andere helft (nog) niet kunnen overtuigen;
- de hierboven vermelde vochtstrategie is: boven een bepaalde RV wordt begonnen met voorzichtig te kieren in het scherm. In stappen van 0,3 tot 0,5% kier per 5 à 10 minuten wordt het scherm verder gekierd tot een kier van 3%. Is de RV nog steeds te hoog in de kas, dan wordt een vochtkier van 10% in de luchtramen gezet en vervolgens stapsgewijs verhoogd tot 40%. Als de RV dan nog te hoog is wordt een miniumbuis ingeschakeld;
- enkele telers zijn wat voorzichtiger geworden met schermkieren, nadat duidelijk werd dat te grote schermkieren (>2,5%) horizontale temperatuurverschillen kunnen veroorzaken;

- vast folie in het begin van de teelt (komkommer) blijkt langer te kunnen worden gebruikt dan werd gedacht. Bij komkommer kan het scherm vanaf begin teelt tot circa 20 januari onder verschillende buitenklimaat condities dicht blijven liggen zonder grote gevolgen, maar levert het extra energie(kosten)besparing op;
- de meeste telers zijn het scherm meer gaan zien als vriend dan als vijand. Dit geldt met name voor de komkommertelers. De tomatentelers zien het scherm toch vooral als een noodzakelijk kwaad vanwege de energiekostenbeheersing. Desondanks hebben de tomatentelers dit seizoen het scherm meer gebruikt en is het ze toch meegevallen (leerervaring);
- de schermregeling wordt beschouwd als een complexe regeling. Nu kan men meerderde instellingen aanpassen, waarbij het mis kan gaan. Er is behoefte aan een schermregeling waar men minder omkijken naar heeft. Het sturen op energiewaarde (warmtevraag van de kas) is hierbij als optie genoemd, maar dit is nog niet op elke klimaatcomputer mogelijk;
- een tweede beweegbaar scherm komt steeds meer in beeld als de gasprijzen blijven stijgen. Komkommertelers zien dit als een reële optie bij nieuwbouw. De tomatentelers staan afwijzend tegenover een tweede scherm. Wanneer de gasprijzen blijven stijgen zullen ook zij maatregelen moeten treffen, waarbij eerder gedacht wordt aan een foliescherm bij de start van de teelt dan een tweede beweegbaar scherm;
- de interactie tussen telers en onderzoekers leverde boeiende discussies op. Onderzoekers bekijken zaken minder vanuit de dynamiek en heftiek op de dag, maar meer vanuit de grote lijn of trend. Telers varen vaak op het gevoel dat zij hebben bij het actuele kasklimaat en gewasstand. Bevalt hen dat niet, dan wordt ingegrepen op de klimaatcomputer. Wat telers voelen of ervaren en wat planten 'voelen' hoeft niet altijd overeen te komen, zoals ten aanzien van kouval of 'actief houden' van een gewas. Voor onderzoekers zijn de gevoelswaarden van een teler vaak ongrijpbaar en daarvoor ook moeilijk te ontzenuwen;
- telers hebben voorkeur voor bepaalde regelingen, invloedsfactoren, setpoint overgangen, enzovoort op basis waarvan zij het gewenste kasklimaat willen en kunnen bereiken. Hiermee heeft men ervaring en men 'weet' wat het effect zal zijn van de aanpassing(en) op de klimaatregeling. Niet voor niets zei een teler dat hij een nieuwe klimaatcomputer eerst moet leren kennen, alvorens daarmee de grenzen van de (scherm)regeling op te zoeken. Ook bij een nieuw ras wordt eerst een voorzichtige strategie gevolgd;
- telers zijn positief over de ondersteuning vanuit het onderzoek in dit bedrijfsvergelijkingstraject. Extra aandacht levert weliswaar altijd een bepaald rendement op, maar het heeft de telers toch aan het denken gezet. Vooral het ter discussie stellen van bepaalde 'waarheden' en het presenteren van groepsoverzichten (trendmatige ontwikkeling klimaatvariabelen) en samengestelde overzichten (samenhang tussen klimaatvariabelen) heeft volgens de telers meerwaarde opgeleverd. Dit heeft er toe geleid dat de houding ten aanzien van schermen in positieve zin is veranderd (scherm als vriend). De vraag blijft in welke mate de kennis bij de telers in de klimaatstrategie voor het nieuwe teeltseizoen zal worden ingepast;
- in de bijeenkomsten lag het zwaartepunt van de discussie op het realiseren van het gewenste kasklimaat en de relatie tussen kasklimaat en gewas. Het gewas staat cen-

traal. Energiebesparing sec lijkt wat op de achtergrond te staan. Bij extremere buitenklimaat omstandigheden zijn telers echter bereid tot grotere concessies aan de klimaatstrategie als het handhaven van die klimaatstrategie hogere kosten tot gevolg heeft (hoger volumeverbruik en/of overschrijden contractcapaciteit). De daardoor ontstane lagere teelttemperaturen worden dan tijdelijk wel geaccepteerd en hoopt men later weer in te halen;

- doel van dit project was het stimuleren van het schermgebruik door het leren van een voorbeeldteler. De voorbeeldteler is door de groep zelf aangewezen. In beide telersgroepen is de voorbeeldteler niet zozeer een voorbeeld geweest in de zin van een blauwdruk. De voorbeeldteler is het vertrekpunt geweest om te discussiëren over het schermen in relatie tot kasklimaat, gewas en energie. Vervolgens hebben de telers dit op een bepaalde manier vertaald naar hun eigen klimaatstrategie (zie punten hierboven).

Klimlink

Het uitwisselen van klimaatdata via Klimlink bleek in de praktijk niet zonder problemen te verlopen. Voor een deel ligt dit bij de telers. Het vereist discipline en aandacht om ervoor te zorgen dat de data daadwerkelijk worden weggestuurd. Soms wordt het programma Klimlink uitgezet, waardoor dataverkeer niet mogelijk is en men daar niet altijd alert op is. Tijdens het onderzoek zijn de telers er met zekere regelmaat aan herinnerd om het programma Klimlink aan te zetten om het dataverkeer te laten plaatsvinden. Daarnaast is het toevoegen van nieuwe items (bijvoorbeeld het gasverbruik) aan de verzendlijst geen routine voor telers, waardoor deze activiteit in het begin moeizaam verliep. Enkele telers gaven aan dat dit project er voor gezorgd heeft dat Klimlink voor hen nu beter functioneert. In het begin van het traject heeft Hydra Automatisering overigens ondersteuning verleend om de problemen met dataverkeer te verhelpen.

Uit een gesprek met Hydra is gebleken dat men bezig is middelen te verwerven om een online versie van Klimlink te ontwikkelen. Bij een online versie zijn bedrijven online met elkaar verbonden en kunnen de gegevens up-to-date worden gehouden. Met de online versie zouden de hiervoor genoemde bezwaren worden verholpen. De online versie zou hiermee ook voor het onderzoek een hulpmiddel kunnen zijn om groepen bedrijven op afstand te volgen.

Overzichten met klimaatgegevens (grafische weergave van ontwikkelingen)

De door het onderzoek opgestelde (grafische) overzichten met klimaatgegevens - instellingen en realisaties - voorzien duidelijk in een behoefte van de telers (zie figuur 2.1 tot en met 2.4). Dit betreft enerzijds een groepsoverzicht van een klimaatvariabele over een meerdaagse periode en anderzijds de samengestelde overzichten van meerdere klimaatvariabelen per telersgroep en per individu voor een specifieke klimaatdag.

Het groepsoverzicht van een klimaatvariabele over een meerdaagse periode verschaft de telers inzicht of de nagestreefde klimaatstrategie daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Door het meerdaagse overzicht wordt de trend beter zichtbaar doordat het beeld minder wordt vertroebeld door korte termijn fluctuaties welke vaak worden veroorzaakt door lokale klimaatomstandigheden of onrust in de regeling. Daarnaast worden structurele verschil-

len in klimaatstrategie en teeltconcept tussen telers zichtbaar en vormen stof voor discussie.

De samengestelde overzichten maakten het de telers mogelijk om klimaatinstellingen en -realisaties van meerdere klimaatvariabelen meer in onderlinge samenhang te beschouwen. Opvallende en/of ongewenste zaken kunnen dan vanuit verschillende regelingen worden beoordeeld. Vervolgens kunnen dan passende maatregelen worden genomen om de regelingen beter op elkaar af te stemmen.

De interpretatie van de samengestelde overzichten vraagt inhoudelijke begeleiding van de teler(s). Uit de bijeenkomsten met de telersgroepen is gebleken dat de discussie regelmatig wordt beïnvloed door (voor)oordelen en gevoelswaarden van telers. Deze worden dan ter discussie gesteld door de onderzoekers. Enkele uitspraken van telers die door onderzoek in twijfel werden getrokken zijn: 'een plant moet verdampen om te groeien', 'zon benutten gaat voor scherm dichthouden (ochtend) of scherm dichttrekken (avond)' en 'schermkieren veroorzaken kouval'. Vaak blijken zaken genuanceerder te liggen en is inhoudelijke ondersteuning gewenst om dit te verduidelijken.

3.2 Schermgebruik en energiebesparing

Het schermgebruik en de energiebesparing op de bedrijven zijn bepaald aan de hand van de berekeningen met de voorbeeldbedrijven.

Voorbeeldbedrijf tomaat

Het energiegebruik van 2005 over de periode van teeltstart tot 1 mei bedroeg $30,4\text{m}^3/\text{m}^2$. Op grond van de berekeningen is bepaald dat zijn energiegebruik als gevolg van de klimatologische omstandigheden in 2006 met 4% zouden zijn toegenomen ten opzichte van 2005. Het verbruik in 2006 zou dan $31,6\text{m}^3/\text{m}^2$ bedragen. Zijn werkelijke gebruik is $29,4\text{m}^3/\text{m}^2$ geweest. Hij heeft dus 7,5% bespaard. Op grond van de klimatologische omstandigheden zou hij 8% meer schermuren zijn gaan maken. Zonder wijzigingen in zijn setpoints zou hij van 1.106 schermuren in 2005 naar 1.195 uur in 2006 zijn gegaan. In werkelijkheid heeft hij echter 1.787 schermuren gemaakt. Door intensivering van zijn schermgebruik is hij dus 592 meer schermuren gaan maken. Deze zullen een belangrijk deel van de 7,5% besparing voor hun rekening nemen.

Voorbeeldbedrijf komkommer

Het energiegebruik van 2005 over de periode van teeltstart (6 december) tot 1 mei bedroeg $22,2\text{m}^3/\text{m}^2$. Op grond van de berekeningen is bepaald dat zijn energiegebruik als gevolg van de klimatologische omstandigheden, de latere teeltstart en het later verwijderen van de vaste folie in 2006 met 3% zouden zijn afgenomen ten opzichte van 2005. Het verbruik over deze periode in 2006 zou dan $21,5\text{m}^3/\text{m}^2$ bedragen. Zijn werkelijke gebruik is $21,2\text{m}^3/\text{m}^2$ geweest. Hij heeft dus circa 1% bespaard. Op grond van de klimatologische omstandigheden, de latere teeltstart en het later verwijderen van de vaste folie zou hij 11% meer schermuren zijn gaan maken. Zonder wijzigingen in zijn setpoints zou hij van 2.588 schermuren in 2005 naar 2.873 uur in 2006 zijn gegaan. In werkelijkheid heeft hij echter 2.879 schermuren gemaakt. Dit is een zo'n klein verschil met de ingeschatte 2.873 uur dat

hier niet van intensivering van het schermgebruik gesproken kan worden. De 1% besparing komt dan niet direct van het intensiveren van het schermgebruik maar van ander parameters.

In de praktijk zal het energiegebruik meestal anders uitpakken dan op grond van deze berekeningen bepaald is. De oorzaken daarvan kunnen zijn:

- beperking maximum buistemperatuur (lagere kasluchttemperatuur);
- meer schermuren dan op grond van klimaat verwacht kan worden door aanpassing van de setpoints (intensivering van het schermgebruik);
- lagere teelttemperatuur;
- andere startdatum teelt;
- enzovoort.

Overige bedrijven

Om een indicatie te krijgen van de energiebesparing die is behaald met het intensiever schermen, is gebruik gemaakt van de data van beide voorbeeldbedrijven (zie hiervoor). Via deze cijfers was het mogelijk om per teler een schatting te maken van de invloed van het (buiten)klimaat, het langer aanhouden van een folie scherm bij komkommers en andere plantdata op het gasverbruik en de schermuren in 2006 ten opzichte van 2005.

Een exacte bepaling van de behaalde resultaten van alleen dit project is door de praktijksetting niet mogelijk. Om deze reden is ervoor gekozen om de procentuele besparing van het gasverbruik en de procentuele stijging van de schermuren na correctie voor buitenklimaat, plantdatum en/of folietoepassing uit te rekenen.

Resultaten tomatenbedrijven

Van de zeven bedrijven hadden drie bedrijven (bedrijf 5, 6 en 7) het afgelopen teeltseizoen voor het eerst een scherm. Bij deze bedrijven wordt geen correctie uitgevoerd. Opvallend is het hoge aantal schermuren bij tomatenbedrijf 6 en 7; het hoogste van de hele groep, wat niet gebruikelijk is voor telers die het eerste jaar schermen. Tomatenbedrijf 5 lijkt meer het beeld te bevestigen dat in het eerste jaar nog niet intensief wordt geschermd. Al valt het aantal schermuren bij dit bedrijf ook lager uit door de latere plantdata in vergelijking met de andere bedrijven.

Voor de tomatenbedrijven die vorig jaar wel een scherm hadden, was het alleen noodzakelijk de schermuren te corrigeren voor de klimatologische omstandigheden. Hierdoor komt de correctie voor ieder bedrijf uit op 8%. Na de klimaatcorrectie blijkt dat de meeste telers circa 55% meer uren zijn gaan schermen (tabel 3.1). Op bedrijf drie ligt dit percentage op 100%. De voornaamste reden hiervoor is dat dit scherm pas op 20 december 2004 in gebruik kon worden genomen. Hierdoor valt bij dit bedrijf de stijging van het aantal schermuren hoger uit.

Tabel 3.1 *Ontwikkeling van het aantal schermuren bij tomaten in 2006 ten opzichte van 2005 in de periode van 1 december tot 1 mei gecorrigeerd voor klimaatsinvloeden*

	Schermuren 2006	Schermuren 2005	Klimaatcorrectie (%)	Stijging schermuren na correctie (%)
Bedrijf 1 a)	1.787	1.106	8	50
Bedrijf 2	1.711	992	8	60
Bedrijf 3	1.519	690 b)	8	104
Bedrijf 4	1.249	750	8	54
Bedrijf 5	1.065	-	-	-
Bedrijf 6	1.941	-	-	-
Bedrijf 7	1.970	-	-	-

a) Bedrijf 1 is het voorbeeldbedrijf bij tomaat; b) Op 20 december 2004 werd het scherm in bedrijf genomen. Hierdoor konden de eerste drie weken van december 2004 niet worden geschermd.

Voor de overige tomatenbedrijven was het niet mogelijk om de besparing van het gasverbruik te berekenen. Dit wordt veroorzaakt door de WK-installaties die op deze bedrijven geplaatst zijn. Hierdoor is het gasverbruik niet alleen afhankelijk van de noodzakelijke warmte voor de teelt van tomaten, maar ook afhankelijk van de productie van elektriciteit voor teruglevering aan het net.

Resultaten komkommerbedrijven

Om de resultaten te bepalen bij de komkommerbedrijven is behalve de klimaatcorrectie ook gecorrigeerd voor het langer aanhouden van een folie scherm en/of het aanhouden van andere plantdata. Het directe gevolg hiervan zijn de verschillende absolute correctiefactoren per bedrijf (zie tabel 3.2 en 3.3). Twee van de zes bedrijven zijn in 2006 intensiever gaan schermen. Bedrijf 2 heeft tijdens het project meegedaan aan een proef van de klimaatleverancier ten aanzien van de kierregeling. Bij de helft van de bedrijven is het aantal schermuren niet toe- of afgenomen. Op bedrijf 4 is minder intensief geschermd (-6%). Bedrijf 6 heeft dit jaar een maand later gepoot. De teler van dit bedrijf gaf ook aan dit jaar minder intensief te schermen om eerst meer ervaring op te doen met het later telen.

Tabel 3.2 *Ontwikkeling van het aantal schermuren bij komkommers in 2006 ten opzichte van 2005 in de periode van 1 december tot 1 mei gecorrigeerd voor klimaatsinvloeden, verschillende plantdata en gebruik van een foliescherm*

	Plantdata	Folie	Schermuren a) 2006	Schermuren a) 2005	Correctie (%)	Stijging schermuren na correctie (%)
Bedrijf 1 b)	13/12/05	ja	2.879	2.588	11	0
Bedrijf 2	15/12/05	ja	2.926	1.815	22	32
Bedrijf 3	10/12/05	ja	3.187	2.701	19	-1
Bedrijf 4	8/12/05	nee	2.561	2.424	12	-6
Bedrijf 5	15/1/06	nee	1.452	1.160	5	19
Bedrijf 6 c)	16/1/06	ja	1.653	1.364	24	-2

a) Indien er 2 schermen zijn, die beide gesloten zijn wordt er per klok uur 2 schermuren geteld.; b) Bedrijf 1 is het voorbeeldbedrijf bij komkommer; c) Op bedrijf 6 is in seizoen 2006 een maand later gepoot.

De stijging van het aantal schermuren is bij de komkommertelers lager dan bij de tomaat. Dit lag in de lijn der verwachting, omdat komkommertelers al intensiever schermen dan tomatentelers, waardoor de mogelijkheden om nog intensiever te schermen beperkter zullen zijn. Hoewel is gecorrigeerd voor het langer aanhouden van de vaste folie, is dit ook deels te beschouwen als intensivering van het schermgebruik.

Uit de daling van het gasverbruik in tabel 3.3 volgt dat 3 van de 6 bedrijven beduidend minder gas zijn gaan verbruiken. Bij bedrijf 2 en 6 daalde het gasverbruik met 12% het meest. Dit zijn ook de bedrijven waar men intensiever is gaan schermen. Bedrijf 4 behaalt 10% besparing. Deze besparing is niet het gevolg van intensiever schermen. De voornaamste redenen voor de hier gerealiseerde besparing van het gasverbruik, is het aanhouden van een lagere maximum buistemperatuur en het rustiger opstoken in de ochtend. Daarnaast heeft dit bedrijf (gedeeltelijk) een beweegbaar gevelschermbekleding geïnstalleerd wat ook bijdraagt bij de besparing.

Verwachte en behaalde energiebesparing

Aan het begin van het project is de telers ook gevraagd naar hun verwachtingen over de energiebesparing die met het intensiever schermen kan worden behaald. Voor de komkommerbedrijven is dit vermeld in tabel 3.3. Opvallendst zijn de bedrijven 5 en 6. Bedrijf 5 kon niet aangeven welke gasbesparing kon worden verwacht, maar wist uiteindelijk een forse besparing te behalen. Voor bedrijf 6 is dit omgekeerd. Of het feit dat dit bedrijf veel later heeft geplant hierop van invloed is geweest is niet geheel duidelijk (overschatting gasbesparing). Bij de overige bedrijven komt de verwachting redelijk in de buurt van de geschatte energiebesparing.

Tabel 3.3 *Ontwikkeling van het gasverbruik bij komkommers in 2006 ten opzichte van 2005 in de periode van 1 december tot 1 mei gecorrigeerd voor klimaatsinvloeden, verschillende plantdata en gebruik van een folieschermbekleding en de verwachte gasbesparing*

	Plantdata	Folie	Gasverbruik (m ³ /m ²) 2006	Gasverbruik (m ³ /m ²) 2005	Correctie (%)	Daling gasverbruik na correctie (%)	Verwachte gasbesparing (%)
Bedrijf 1 a)	13/12/05	ja	21,2	22,2	-3,0	2	3
Bedrijf 2	15/12/05	ja	22,2	25,3	-0,5	12	8
Bedrijf 3	10/12/05	ja	23,5	24,8	-1,5	4	5
Bedrijf 4	8/12/05	nee	22,6	24,6	2,5	10	7,5
Bedrijf 5	15/1/06	nee	16,6	18,8	0	12	-
Bedrijf 6 b)	16/1/06	ja	15,4	15,4	-1,0	-1	6,5

a) Bedrijf 1 is het voorbeeldbedrijf bij komkommer; b) Op bedrijf 6 is in seizoen 2006 een maand later geplant.

Bij de tomatengroep is een vergelijking van de verwachte en behaalde gasbesparing alleen mogelijk bij het voorbeeldbedrijf, omdat van de andere bedrijven geen gasbesparing kon worden bepaald (zie vorig onderdeel). De voorbeeldteler kon vooraf geen inschatting geven van de verwachte energiebesparing. In werkelijkheid is de voorbeeldteler 50% meer uren gaan schermen bij een berekende gasbesparing van 7,5%.

Het bovenstaande geeft enerzijds aan dat het voor telers niet eenvoudig is om een schatting te geven van de te verwachte energiebesparing door intensiever te schermen. Anderzijds is het voor telers niet eenvoudig achteraf te bepalen welke energiebesparing is behaald, omdat verschillende factoren daarop van invloed zijn. Een indicatie van de behaalde energiebesparing is zonder hulp van rekenmodellen eigenlijk niet te kwantificeren.

3.3 Artikelen

In plaats van het communiceren van ervaringen en resultaten tijdens het bedrijfsvergelijkingstraject via e-mail naar collega-telers, is een serie inhoudelijke artikelen opgesteld (zie ook 2.1). Hierin worden de bevindingen uit het onderzoek gecombineerd met bestaande kennis.

De serie artikelen gaat over de volgende onderwerpen:

1. start schermseizoen;
2. vast folie in de kas;
3. schermen en kasklimaat;
4. schermen en gewasreactie;
5. (tweede) scherm als teeltconcept;
6. schermen en ondernemersgedrag.

De artikelen zijn gebaseerd op de bevindingen en resultaten in het project en op kennis uit andere onderzoeksprojecten en praktijkervaringen. De hieronder beschreven artikelen zijn in de tweede helft 2006 aangeboden aan de vakbladen Groenten+Fruit, Vakblad voor de Bloemisterij en Maandblad Onder glas. De aangeboden artikelen zijn hieronder integraal opgenomen.

3.3.1 Artikel 1

Start schermseizoen

Afgelopen schermseizoen zijn twee groepen van schermende tuinders begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis van dit onderzoek alsmede andere ervaringen is een aantal artikelen geschreven. Het eerste artikel gaat over de voorbereiding van het nieuwe schermseizoen. Veel problemen tijdens de teelt blijken terug te voeren op zaken die niet in orde zijn, maar met een kleine inspanning vooraf voorkomen hadden kunnen worden.

Iedere teeltstart betekent heel veel werk. Vaak wordt zoveel aandacht besteedt aan het inrichten van de kas en vervolgens aan het zo spoedig mogelijk neerzetten van het gewas dat alle andere zaken er een beetje bij komen te hangen.

Toch is het goed om ook stil te staan bij de kasuitrusting en de klimaatregeling. Juist omdat die de basis vormen voor een goede teelt. Dat begin met heel primaire vragen als: sluiten de ramen nog wel overal goed? Kan het scherm nog een jaartje mee? Zijn alle ruiten nog heel?

Kloppen de metingen nog wel? En de reactie erop? Wat doet de klimaatcomputer?

Is alles nog heel

Bij metingen op praktijkbedrijven blijkt heel vaak dat de schermuitrusting niet in orde is. Profielen zijn in de loop van de tijd krom of scheef getrokken, of er zijn plaatselijke blokkades ontstaan met als gevolg dat het scherm niet meer volledig sluit. Het schermdoek is regelmatig gescheurd of extreem vuil. Scheuren of niet aansluitende profielen vormen de kieren waardoor ongewenste trek ontstaat. De isolatiewaarde en daarmee de energiebesparing nemen af. In de kas ontstaan luchtstromingen en verschillen in klimaat met als gevolg verschillen in gewasgroei.

Oude doeken en folies zijn soms sterk vervuild waardoor teveel licht wordt tegen gehouden. Dit beperkt de mogelijkheid om het scherm op de dag te sluiten. Het scherm wordt eerder geopend en later gesloten om lichtverlies tegen te gaan, maar dit gaat ten koste van de energiebesparing.

Om optimaal gebruik te kunnen maken van het scherm is het noodzakelijk dat het scherm overal even goed sluit en op dezelfde manier opent.

Sluit daarom tegen het einde van het teeltseizoen het scherm op de dag en loop er kritisch onderdoor. Noteer op een plattegrond van de kas alle plekken waar het scherm niet goed meer sluit. Probeer gelijk de oorzaak op te sporen en zet die erbij. Zit er iets in de weg, is het profiel krom? Moet er een baan schermdoek vervangen worden? Stel daarna de meest gebruikte kier in op de computer en meet met behulp van een maatblokje of die kier ook daadwerkelijk overal bereikt is. Ook nu worden afwijkingen weer op de plattegrond ingetekend. En dan volgt het belangrijkste: op basis van de resultaten maakt u een plan van aanpak en voert dit vervolgens uit.

Vergeet ook het gevelscherm niet. Bij gebruik van een bovenscherm is het noodzakelijk dat er aan de gevels gelijkwaardige maatregelen worden genomen, anders wordt het hier te koud. U kunt kiezen voor een gevelscherm met vergelijkbare isolatiewaarde of extra verwarming om het warmteverlies op te vangen. In beide gevallen moet het goed werken. Het uiteindelijke doel is immers om ervoor te zorgen dat u straks in de winter het scherm optimaal kunt gebruiken.

Waarom meters ijken?

Een goede en correcte meting is belangrijk om de teelt te kunnen vergelijken met eerdere teeltjaren of met collega's, of om een teeltrecept te kunnen uitvoeren. Maar vooral omdat er op geregeld wordt.

Sommige afwijkingen worden opgelost door de klimaatcomputer eerder of later te laten reageren. De afwijking wordt proefondervindelijk vast gesteld en de directe regeling erop aangepast. Veel regelingen op de klimaatcomputer hangen echter met elkaar samen. Het kost ongemerkt veel tijd én geld om alle regelingen onderling af te stemmen op die ene afwijkende meting en vaak lukt dat niet helemaal waardoor vreemde dingen gebeuren. Het is dan uiteindelijk veel voordeliger om de meters wel te ijken.

Een voorbeeld:

Een afwijkende temperatuurmeting hoeft voor het gewas geen langdurig grote gevolgen te hebben. Na een week of wat blijkt immers dat het gewas niet volgens de verwachting groeit. Dit wordt opgelost door de temperatuur instelling aan te passen. Voortaan wordt een graadje hoger of lager gestookt waardoor alsnog de gewenste temperatuur in de kas

heerst. De afwijking wordt pas vervelend in combinatie met een RV-regeling omdat de computer te vroeg of te laat in actie komt. De temperatuurmeter wijst bijvoorbeeld een graad te laag aan. Het is in werkelijkheid 19°C in de kas, en volgens de meter 18°C. Het vochtgehalte van de kaslucht is 13,9 gram per m³. Uitgaande van de gemeten 18°C komt de computer op een RV van 90%. Dat is te hoog, dus worden de buizen opgestookt en het raam open gezet. In werkelijkheid bedraagt de RV bij de echte temperatuur van 19°C circa 85% en daarbij had niet gestookt hoeven worden.

Afwijkingen in de meting van het buitenklimaat hebben eveneens vervelende gevolgen. Altijd minder licht meten dan collega's in de buurt lijkt geen probleem, maar er wordt wél op geregeld. De zonwering sluit op instraling, in het voorjaar worden stooktemperatuur en luchttemperatuur verhoogd op instraling, de minimumbuis wordt afgebouwd op instraling, de watergift reageert op instraling enzovoort. Bij al deze regelingen moet rekening gehouden worden met een foute lichtmeting, en als u zich dat realiseert is het twee keer per jaar schoonmaken van de lichtmeter ineens niet meer zoveel werk.

Ook de plaatsing van de meters is van belang. Een dip in de lichtmeting omdat er elke middag een schaduw overheen valt, betekent dat op dat moment de lichtverlaging op de buis wegvalt en de buis opgestookt wordt of dat de lichtverhoging op de ventilatietemperatuur wegvalt. De ramen gaan open, terwijl het net zo zonnig is als vijf minuten voor de schaduw op de lichtmeter viel. Een half uurtje later is de schaduw weg, en wil de computer de kas weer warm stoken. Kortom ongemerkt kost dit elke dag nodeloos energie.

Alle meetpunten binnen en buiten moeten minimaal één keer per jaar geijkt worden. Voor de CO₂ meter geldt zelfs dat de meter een paar keer per jaar geijkt moet worden. Een foute CO₂ aanwijzing kan namelijk grote gevolgen hebben. Als de meter een lagere concentratie aangeeft dan in werkelijkheid in de kas heerst, bestaat met name in de winter kans op gewasschade. Dat kan zowel een gevolg zijn van een teveel aan CO₂ als van een teveel aan schadelijke gassen. In de zomer is de kans op gewasschade gering doordat er gelucht wordt, maar blaast u meer CO₂ naar buiten dan u zou willen. Vooral bij de dosering van zuiver CO₂ kost dit onnodig extra geld. Elke kilo zuivere CO₂ die bij geopende luchtramen de kas ingeblazen wordt boven een concentratie van circa 450 ppm kost meestal meer dan dat het opbrengt.

Geeft de CO₂ -meter een hogere concentratie aan dan in werkelijkheid, dan laat u productie liggen.

Computer instellingen

Tegenwoordig zijn heel veel instellingen mogelijk op de klimaatcomputer. In de loop van het jaar wordt tussendoor ook veel gewijzigd. Als er heel veel wordt gewijzigd is niet meer aan te geven welke gewasreactie het gevolg is van welke wijziging. Daarbij is het zomaar mogelijk dat instellingen elkaar tegenwerken.

Het vergt echt wel even tijd om de klimaatcomputer helemaal onder de knie te krijgen, en dat schiet er vaak bij in door de drukte van alledag. Toch is het belangrijk. Met de computer maakt u immers de groeiomstandigheden en dus uw gewas.

Eigenlijk moet u minimaal een keer per jaar alle instellingen controleren. Gebruik de start van het teeltseizoen om de computer opnieuw in te stellen zoals u de regelingen wilt hebben. De startinstellingen draait u uit en bewaart u. Maak er een goede gewoonte van om in een apart schriftje bij te houden wat u wanneer op de computer verandert, waarom en zo

mogelijk wat voor een gevolgen dit in de kas had. Zo blijft u voortdurend op de hoogte wat u de klimaatcomputer laat doen. Verder maakt dit het makkelijker om terug te grijpen op goede regelingen en kunnen fouten het jaar erop worden voorkomen.

Samenvatting

- Controleer voor de start of het scherm nog goed sluit en pas dit zonnodig aan.
- IJk alle meters om goede regelingen te krijgen.
- Leer uw computer kennen om te kunnen regelen wat u wilt.

3.3.2 Artikel 2

Vast folie in de kas.

Afgelopen schermseizoen zijn twee groepen schermende tuinders begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis van dit onderzoek alsmede andere ervaringen is een aantal artikelen geschreven. Dit is het tweede verhaal in deze reeks en gaat in op het gebruik van vast folie in het begin van de teelt.

Naast het gebruik van een beweegbaar energiescherm kiezen steeds meer telers voor het gebruik van een vast folie bij de start van de teelt. Het extra scherm heeft veel voordelen. De eerste weken van de teelt wordt het makkelijker om de RV hoog te houden en de temperatuur te halen, zeker bij een krap gascontract of een onverwacht koude winter. Daarnaast bespaart het dubbele scherm extra energie. De besparing hangt af van het aantal weken dat de vaste folie blijft liggen, het stookgedrag en het buitenklimaat maar bedraagt 1,5 tot ruim $4\text{m}^3/\text{m}^2$.

Een nadeel is dat de folie zo'n 10% extra licht weg schermt. Bij een wat ouder gewas kan ook de luchtvochtigheid hoger oplopen dan gewenst. Dit betekent niet meteen dat de folie er dan maar uit moet. Door te 'spelen' met het beweegbare scherm, de ramen en de buizen kan het klimaat nog enkele weken beheerst worden. Dit heeft als voordeel dat er langer energie bespaard kan worden.

Om goed met het extra scherm om te kunnen gaan, komen er een aantal zaken bij kijken. In dit artikel wordt ingegaan op een aantal van deze aspecten.

Luchtvochtigheid onder de folie

De stijging van de luchtvochtigheid in de kas hangt samen met de gekozen perforatie. Perforatie is eigenlijk niks anders dan een permanente kier keurig verdeeld over de kas. Door de keuze van de perforatie bepaalt u de kiergrootte en daarmee de invloed op het kasklimaat. Hoe groter de kier des te meer afvoer van vocht en warmte. Het aantal gaatjes per m^2 is hierbij het belangrijkste, omdat de totale kiergrootte evenveel toeneemt als het aantal gaatjes. De diameter van de gaatjes heeft minder invloed op de totale kier. Wordt bijvoorbeeld de diameter van de gaatjes 8mm in plaats van 6mm, dan neemt de totale kier toe met een factor 1,78.

In tabel 3.4 staat de totale kier bij verschillende perforaties en diameters.

Tabel 3.4 Kiergrootte bij verschillende perforaties en diameters. Kiergrootte in cm^2/m^2 (of percentage)

Perforaties	Kier bij diameter 6 mm	Kier bij diameter 8 mm
5 * 5	1,13	2,01
10 * 10	0,28	0,50
20 * 20	0,07	0,12
40 * 40	0,017	0,03

In het verleden zijn verschillende perforaties met elkaar vergeleken. De eerste weken van de teelt was er weinig verschil in prestatie tussen de folies met een 'kier' van minder dan 0,3%. Pas bij een grotere 'kier' bleef de RV lager. Bij een 'kier' boven de 1% was de energiebesparing ook minder. De luchtvochtigheid bij een 'kier' van 2% was 4% lager dan bij een kier van 0,3%, terwijl het energieverbruik circa 12% hoger lag.

Als na een paar weken de luchtvochtigheid op de dag te hoog dreigt te worden kan door het openen van het beweegbare scherm boven de folie de vochtafvoer gestimuleerd worden. Door boven de folie te luchten wordt het vochtverlies nog groter. Dit effect is sterker bij een folie met meer perforaties. Door op vocht te luchten is het goed mogelijk de RV in de hand te houden. Dat wil zeggen dat pas gelucht wordt als het vochtgehalte in de kas boven een bepaalde waarde is gestegen. De keus voor luchten op RV of vochtdeficit maakt hierbij niet zoveel uit. Alleen bij grote schommelingen in de kastemperatuur is het beter om op vochtdeficit te luchten.

Het beweegbare scherm wordt in de nacht weer gesloten. Zo kan de RV nog enige tijd beheerst worden terwijl nog wel extra energie wordt bespaard.

Folie verwijderen

Elk jaar is de hamvraag: wanneer haal ik de folie eruit? Te vroeg verwijderen betekent dat het enkele dagen later ineens te koud kan worden in de kas, of dat er veel dure m^3 gas extra verstoekt moeten worden. Te laat verwijderen kan nadelig zijn voor de groei. Doorslaggevend voor de beslissing is meestal de gewasstand, maar het is verstandig om ook het verwachte buitenklimaat en het gerealiseerde kasklimaat mee te wegen.

Afgelopen winter zijn twee groepen tuinders intensief gevolgd in hun schermgedrag. Voor dit project is op basis van hun klimaatgegevens berekend wat het aan gas scheelt om de vaste folie eerder of later te verwijderen. De teelt startte op 8 december 2005 en de folie was in werkelijkheid op 15 januari 2006 verwijderd. In deze periode bedroeg de energiebesparing door de folie $3\text{m}^3/\text{m}^2$. Eén week eerder de folie verwijderen had de tuinder $0,4\text{m}^3$ gas extra gekost, had de tuinder de folie één week later verwijderd, dan had hij nog $0,5\text{m}^3/\text{m}^2$ minder verstoekt. Vier weken later verwijderen had dit jaar nog $1,7\text{m}^3/\text{m}^2$ extra bespaard. Het verwijderen van de vaste folie kostte de eerste anderhalve maand van 2006 dus ongeveer $0,4\text{m}^3\text{gas}/\text{m}^2/\text{week}$ extra. In minder koude winters ligt de besparing lager.

Maar wat is nu een goed moment? De gewasstand is heel belangrijk. Tijdens sterke vruchtgroei is de wortelgroei van vruchtgroenten tijdelijk minder. Van komkommer weten we dat de wortelgroei ook wordt beïnvloed door temperatuur en licht. Meer licht geeft meer groei maar een hogere temperatuur zorgt ervoor dat minder assimilaten naar de wortels gaan. In perioden van sterke vruchtgroei is de plant kwetsbaar en kunnen opzettelijke schokken beter vermeden worden. De folie moet hiervoor of hierna verwijderd worden. En die beslissing hangt af van het kasklimaat en de weersverwachting op lange termijn.

Voor het kasklimaat is het voorkomen van een te hoge RV van belang. Voor het schermonderzoek is berekend wanneer het vochtdeficit in de kas onder de 3 gram/m³ lag. Meestal kwam dit korte perioden voor, maar nooit lang achter elkaar. De afgelopen 10 jaar was dit vaak pas rond 20 januari het geval. Voor de RV in de kas kan de folie prima tot rond of na 20 januari blijven liggen.

Ook langdurig hoge buitentemperaturen zijn een reden om de folie vroeger te verwijderen, zeker als dit gepaard gaat met veel instraling. De afgelopen jaren waren de winters extreem warm of juist extreem laat nog koud zodat het moeilijk is hier een tendens in aan te geven.

Vaak bleken problemen met het gewas niet samen te hangen met het tijdstip van het verwijderen van de folie maar met andere kasfactoren, waar we in een volgend artikel nog verder op in gaan. Door te zorgen dat watering, voeding en het kasklimaat in orde zijn, kan de folie langer blijven liggen.

Een nadeel van de folie is het lichtverlies. Voor directe en diffuse straling samen komt het lichtverlies op circa 18% uit. Dat betekent dat het licht dat door het glas valt met nog eens 18% verminderd wordt. Toch geeft dit niet automatisch een zelfde percentage minder opbrengst. De directe straling wordt door de folie omgezet in diffuse straling. Diffuse straling dringt beter door in het gewas en zorgt voor minder planttemperatuur verschillen dan bij directe straling. Bij een aantal gewassen, waaronder komkommer, bleek het hogere vochtgehalte onder folie in staat het lichtverlies door de folie te compenseren. Helaas is het niet mogelijk om aan te geven wanneer de voordelen van gesloten folie (hogere RV, lagere buistemperatuur en meer diffuus licht) ingehaald worden door de nadelen van het lichtverlies.

Het beste is om de folie geleidelijk te verwijderen om klimaatschokken te voorkomen. Maak hiertoe eerst gaten in de folie, bijvoorbeeld elke m² één à twee gaten met behulp van de plantgatsteker op een boormachine. Na enkele dagen kunnen kieren getrokken worden en vervolgens weer enkele dagen later de folie in het geheel verwijderd worden. Wanneer de folie in zijn geheel in één keer verwijderd moet worden kan dit het beste aan het eind van de dag als het beweegbare scherm net weer gesloten is. Sluit hiertoe het beweegbare scherm desnoods eerder. Zorg in ieder geval dat de folie per regelafdeling op gelijk verwijderd wordt. Het scherm neemt dan de werking van de folie over waardoor het voor de plant net lijkt of er weinig veranderd is. Het is dan echter verstandig om de volgende dag niet weer gelijk het scherm volledig open te trekken. Vergeet niet om na het verwijderen van de vaste folie de instellingen van het beweegbare scherm op de klimaatcomputer aan te passen aan de nieuwe situatie.

Gevels

Heeft de kas een beweegbaar scherm en wordt er extra folie ingelegd dan moet er ook iets aan of bij de gevels gebeuren. Het dubbele scherm isoleert namelijk extra en dus moeten ook de gevels extra geïsoleerd worden om verschil in vocht, maar met name warmteverlies tegen te gaan. Gebeurt dat niet, dan wordt het langs de gevels kouder dan in de rest van de kas. Hierdoor ontstaan weer extra luchtstromen en het resultaat is ongewenste klimaatverschillen in de kas.

Samenvatting

Let bij keus folie op de gewenste perforatie. Hiermee is het vocht en energieverlies te beïnvloeden. Verwijder de folie in stappen. Weeg gewasstand, kasklimaat en buitenklimaat mee bij het bepalen van het moment van verwijderen.

3.3.3 Artikel 3

Schermen en kasklimaat

Afgelopen schermseizoen zijn twee groepen schermende tuinders begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis van dit onderzoek alsmede andere ervaringen is een aantal artikelen geschreven over de bevindingen. Dit is het derde verhaal in deze reeks en gaat in op enkele aspecten van het kasklimaat.

Het afgelopen seizoen zijn de klimaataspecten een aantal malen met de deelnemers doorgesproken. Op basis van een grafiek met weekgemiddelden werd terug gekeken op wat er gerealiseerd was, hoe dit bereikt was en hoeveel energie dit gekost had. Een weekgemiddelde geeft hier een veel beter inzicht in dan een dagoverzicht omdat alle momentane schommelingen afgevlakt worden. Het bekijken en bespreken van de grafieken bracht veel aan het licht. Door de instellingen naast de gerealiseerde waarde te leggen werd direct duidelijk of de instelling gewerkt had. Vervolgens werd ingegaan op de 'waarom' vragen. Waarom was de instelling niet gerealiseerd, waarom is dat erg of juist niet en waarom stel je dit zo in? De instelling van een voornachtverlaging bleek bijvoorbeeld heel bepalend voor het tijdstip waarop het scherm kon sluiten en daarmee voor de te bereiken energiebesparing. De discussie over het waarom bracht de telers aan het denken waardoor ze gesterkt werden in hun ideeën of juist verbeterpunten ontdekten.

Een gesloten scherm in de kas beïnvloedt alle factoren die voor de groei van het gewas van belang zijn. De kastemperatuur, de instraling en het luchtvochtigheidsniveau worden direct door het scherm beïnvloed. De tuinders uit het project bleken verschillend te reageren op deze gevolgen en het scherm dientengevolge anders toe te passen. De reactie werd grotendeels bepaald door wat nog acceptabel gevonden werd en welk gewas de tuinder nastreefde. De instelmogelijkheden op de computer beperkten ook voor een deel de regelmogelijkheden van het scherm. Soms was een betere regeling helemaal niet mogelijk. Soms was deze alleen met ingewikkelde ingrepen te bereiken en werd daarom niet uitgevoerd. Soms ook was gemakzucht de reden van bepaalde instellingen. Omdat de uren dat het scherm gebruikt wordt uiteindelijk bepalend zijn voor de energiebesparing volgt hieronder een beschrijving van de gevolgen voor het kasklimaat en de energiebesparing.

Scherm en temperatuur

Onder een gesloten scherm wordt het makkelijker om op koude dagen en nachten de kastemperatuur te halen. Bij de overgang van open naar dicht en omgekeerd wordt heel direct invloed uitgeoefend op de temperatuur. Door plotseling het scherm te openen kan de temperatuur sterk dalen, tot wel anderhalf à twee graden. Geleidelijk openen of pas openen als de zon krachtig genoeg is om de kas te verwarmen kan dit grotendeels voorkomen. Bij het sluiten geldt het omgekeerde, het kan ineens warm worden. Door de buis al voorafgaand aan de sluiting minder hard te stoken is dit tegen te gaan. Dat betekent dat je de verwarming niet op kastemperatuur moet regelen maar op de geplande schermacties waardoor de

ruimtetemperatuur minder schommelt. Omgekeerd zou je effecten ook kunnen gebruiken om voornachtverlagingen en nanachtverhogingen en dergelijke te stimuleren zonder dat het veel energie kost. Dan laat je aan het eind van de middag het scherm dichtlopen om het later ineens open te trekken.

Schermbekleding en instraling

Het kasdek houdt een deel van de straling van de zon tegen. Afhankelijk van de leeftijd, het model en de vervuilingsgraad van het kasdek ligt dit tussen de 20 en 35% bij een glazen dek. Van de zonnestraling komt dus tussen de 65 en 80% in de kas terecht. Heldere energieschermen beperken de instraling met nog eens 18 à 20%. Energieschermen met aluminiumbandjes schermen nog meer licht weg. Naarmate het scherm ouder wordt, vervuilt het en loopt de lichtdoorlaat steeds verder terug. Uiteindelijk kan een voorheen helder scherm wel tot 35% van de straling tegen houden. Na een jaar of vier à vijf is een scherm om die reden aan vervanging toe.

Bovenstaande cijfers lijken misschien hoog, maar zijn gebaseerd op praktijkmetingen. In de specificaties staat vaak een hogere lichtdoorlating omdat alleen de doorlating van de directe straling vermeldt wordt. Zowel voor glas als schermstoffen geldt dat ze meer diffuse straling tegen houden dan directe straling. Door alleen naar de cijfers voor directe straling te kijken, lijkt de lichtdoorlating hoger dan in werkelijkheid. Daarnaast is in de winterdag als het scherm gebruikt wordt het aandeel diffuus licht groter dan direct licht.

Blijft de vraag of en zo ja bij welke instraling het scherm overdag open moet.

Het scherm voor of met zonsopkomst openen heeft niet veel zin. Juist deze uren van de dag is het koud, en door het scherm nu te openen wordt het effect versterkt. Dit betekent dat een relatief warme buis nodig is om de kas op temperatuur te krijgen. Ook omdat rond deze tijd het setpoint verhoogd wordt naar dagwaarde, wat nog eens extra stoken vraagt. Uit energieoogpunt is het daarom beter om het scherm later te openen. Het (zon) licht heeft de lucht boven het scherm dan ook al kunnen opwarmen, wat 'kouval' helpt voorkomen. Het verschil in lichtval op de plant met en zonder scherm is ook nog maar enkele Watts. Voor de groei van de plant maakt dat niet uit. Ook het effect op de verdamping zal minimaal zijn en hooguit positief - minder verdamping betekent minder vocht in de lucht en minder kans op natslag. Met zonop het scherm openen of pas openen bij een instraling groter dan 50 W bleek het niveau van de fotosynthese van tomatenplanten nauwelijks te beïnvloeden. Groei en productie waren vergelijkbaar, terwijl het scherm later openen wel energie bespaarde.

Het scherm gaat aan het eind van de dag weer dicht. Dan gelden eigenlijk dezelfde afwegingen als voor het openen. Ook in de laatste uurtjes van de dag doet het licht niet meer zo heel veel voor de groei. De meeste tuinders in dit onderzoek sloten het scherm in februari en maart vaak laat, als de zon al helemaal onder was. In de laatste uurtjes voor het sluiten werd flink gestookt om de kas op temperatuur te houden. Het scherm eerder dicht laten lopen had dit kunnen voorkomen. Als reden werd vaak genoemd de wens om de voornachttemperatuur te verlagen, maar dit kwam lang niet altijd overeen.

Wanneer laat je het scherm de hele dag dicht liggen? Op koude maar zonnige dagen in februari loont het al gauw de moeite midden op de dag niet te schermen. Niet alleen ontvangt het gewas zo meer licht, ook de warmte van de stralen zijn vaak al voldoende om de kas te verwarmen. Blijft het scherm op die zonnige koude dag dicht, dan moet vaak meer

gestookt worden. Op dagen met weinig instraling ($100\text{W}/\text{m}^2$ of minder) maakt het niet zoveel uit. Van de 100W straling buiten komt in het gunstige geval 80W op het scherm terecht, en vervolgens wordt daar nog eens circa 16W extra tegengehouden. Vooral als het buiten koud is kan het scherm op zo'n dag rustig dicht blijven liggen.

Schermbekleding en vocht

Het scherm beperkt de condensatie. In de winter is dit de belangrijkste afvoer van vocht. Het scherm zorgt ervoor dat meer vocht in de kas blijft. Voor jonge net geplante gewassen is dit een groot voordeel. Zodra het gewas groter wordt en meer verdampt kan het te vochtig worden. Een hoge luchtvochtigheid wordt als zeer ongewenst ervaren. Sommige gewassen zijn zeer gevoelig voor hoge RV's, zoals een aantal siergewassen waarbij de houdbaarheid vermindert. Het grootste probleem bij een hoge RV is het gevaar voor schimmelaantasting. Boven een RV van 95% neemt het gevaar voor schimmels als Botrytis en Mycosphaerella sterk toe.

Er is al veel geïnvesteerd in manieren om vocht kwijt te raken. Er zijn vochtdoorlatende schermen ontwikkeld, schermen met permanente kieren en scherminstallaties waarmee nauwkeurig gekierd kan worden. Uit onderzoek bleek dat het goed mogelijk is om gecontroleerd vocht af te voeren met de volgende vochtstrategie: boven een bepaalde RV wordt begonnen met voorzichtig te kieren in het scherm. In stappen van 0,3 tot 0,5% kier per 5 à 10 minuten wordt het scherm verder gekierd tot een kier van 3 procent. Blijkt het vochtpercentage nog steeds te hoog in de kas, dan wordt nu een vochtkier van 10% in de luchtramen gezet. Ook deze kier wordt vervolgens stapsgewijs verhoogd tot 40%. Pas als de RV dan nog te hoog is wordt een minimumbuis ingeschakeld. Dankzij de wachttijden is dit 50 -100 minuten na de eerste schermkier van 0,5%. Op deze manier bleek het goed mogelijk om op een energiezuinige manier in een groot gedeelte van het teeltseizoen het vochtgehalte laag genoeg te houden om problemen te voorkomen.

Kieren

Hoewel kieren in het scherm dus over het algemeen het vocht goed afvoeren, wordt het in de praktijk weinig toegepast. De angst voor horizontale klimaatverschillen is groot. Met simulaties op de computer is berekend dat bij continu kieren groter of gelijk aan 2,5% in de kas inderdaad temperatuurverschillen kunnen ontstaan als gevolg van luchtstromen in de kas. Kleinere kieren geven nauwelijks een horizontaal verloop in temperatuur. De verschillen verdwijnen weer als het scherm gesloten wordt. Tijdelijke klimaatverschillen geven geen probleem voor de gewasgroei. Problemen ontstaan pas als het verschil permanent is. Op de permanent koudere plekken blijft het gewas achter in groei. Het risico van condensatie op het gewas is wel altijd groter op koudere plekken, maar omdat het gewas langzamer afkoelt dan de kaslucht en met de kier vocht afgevoerd wordt, kan dit bij een tijdelijke kier ook meevallen. Dit is echter nog niet te simuleren en zal daarom door middel van onderzoek in de praktijk gemeten moeten worden.

Schermen waar omwille van de vochtafvoer permanente kieren in zijn gemaakt, lijken om meer redenen niet interessant. Behalve de kans op permanente temperatuurverschillen is ook de energiebesparing lager. De ervaring is dat deze lagere momentane besparing niet wordt gecompenseerd door een langer gebruik van het scherm.

Luchtuitwisseling

Omdat onder een gesloten scherm minder kaslucht door de kieren in het kasdek kan ontsnappen, wordt de lucht minder snel ververs. Normaal verdwijnt hiermee een beetje vocht en gassen naar buiten terwijl verse, koude en meestal drogere lucht ervoor in de plaats komt. Het wordt makkelijker om een hoge CO₂-concentratie te handhaven, maar de andere rookgassen blijven ook meer in de kas. Andersom, luchtvervuiling van buiten komt ietsje langzamer binnen. Door de CO₂-concentratie goed in de gaten te houden zijn problemen te voorkomen. Bij smog is het belangrijk dat de ramen dicht blijven en dan kan het scherm beter geopend worden als het binnenklimaat uit de hand loopt.

3.3.4 Artikel 4

Schermen en gewasreactie

Afgelopen schermseizoen zijn een groep komkommertelers en een groep tomatentelers begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis van dit onderzoek alsmede andere ervaringen is een aantal artikelen geschreven over de bevindingen. Dit is het vierde verhaal in deze reeks en gaat over schermen en de gewasreacties.

Een gesloten scherm in de kas beïnvloedt alle factoren die voor de groei van het gewas van belang zijn. De kastemperatuur, de instraling en de luchtvochtigheid worden direct door het scherm beïnvloedt. Ook het CO₂-gehalte van de kaslucht wordt beïnvloed door de luchtuitwisseling te beperken. Indirect verandert het scherm de planttemperatuur, de verdamping en daarmee de mineralenopname.

Dit maakt dat de groei van een gewas anders verloopt als er een scherm boven ligt dan zonder scherm. Dit kan zowel gunstig als ongunstig uitpakken. De uitkomst is te sturen door rekening te houden met het scherm en te leren van wat er gebeurt. Regelmatig gaat er in de teelt iets mis. Het is heel gemakkelijk om dan het scherm de schuld te geven maar analyse van wat er mis ging toont nogal eens aan dat een van de andere groeifactoren de oorzaak is. Dat bleek ook weer in dit onderzoek.

Al doende blijkt het heel goed mogelijk om een gewas naar de zin neer te zetten onder een scherm. Zo'n vijf jaar geleden werd je bijvoorbeeld nog voor gek verklaard als je voorstelde dat alle tomatentuinders zouden gaan schermen. Nu is het heel gebruikelijk. De tomatendeelnemers aan het schermproject hebben dit seizoen veel meer geschermd dan ze ooit voor mogelijk hadden gehouden en het was ze reuze mee gevallen. Vrijwel elke gevolgde tuinder wist 'zijn' eigen gewas neer te zetten, waarbij de verschillen in uiterlijk soms groot waren.

Planttemperatuur

De planttemperatuur is belangrijk voor de plant. Wordt deze te hoog dan functioneert de fotosynthese niet meer optimaal, kan bloemabortie optreden of ontstaat zelfs verbranding. Is de planttemperatuur te laag dan kan de plant nat slaan of bij nog extremere kou zelfs bevriezen. Op koude, winterse nachten kunnen beiden tegelijk optreden. De kop van het gewas wordt te koud als gevolg van de uitstraling, de onderkant wordt te warm als gevolg van de hete buis die nodig is om de kas op temperatuur te houden. Het spreekwoord 'houdt u hoofd koel en uw voeten warm, dat maakt de bakkers rijk en de dokters arm' gaat niet voor planten op.

Het scherm is een ideaal middel om de planttemperatuur te beïnvloeden. Een gesloten scherm voorkomt in koude nachten dat de kop van het gewas te sterk afkoelt, en voorkomt tegelijkertijd dat de voet te warm wordt omdat de buistemperatuur lager blijft. In vergelijking met een gewas zonder scherm heeft een geschermd gewas dus een gelijkmatiger temperatuur. Minder koude plantendelen betekent minder kans op natslag en daarmee minder kans op bijvoorbeeld Botrytis.

In de wintermaanden zorgt een hogere planttemperatuur voor een snellere ontwikkeling van het gewas. Een warme 'kop' vormt sneller nieuwe bladeren en groeipunten dan een koude. Met een gesloten scherm bestaat dus de kans dat het gewas zich te goed ontwikkelt maar door de ruimtetemperatuur hieraan aan te passen en bijvoorbeeld minder te gaan stoken is dit weer te compenseren. Bijkomend voordeel is dat dit nog extra energie bespaart.

Op zonnige dagen zorgt een gesloten scherm ervoor dat de kop van het gewas niet te warm wordt. Het beperken van de instraling remt ook de verdamping en verkleint de kans op beschadiging van het fotosyntheseapparaat door een teveel aan licht. In de komkommergroep werd om deze reden al vrij vroeg in het jaar op de dag geschermd. Vooral bij plotselinge weersovergangen lijkt dit voordelen te hebben omdat het dan voorkomt dat een aantal planten slap gaat. Wat hiervan precies de oorzaak is en of het nadelige gevolgen voor het gewas heeft, is niet duidelijk.

Verdamping

Het scherm beïnvloedt heel direct de luchtvochtigheid en daarmee de verdamping. Een hogere luchtvochtigheid in de kas betekent dat de plant minder verdampt. Veel planten blijken prima te groeien als ze minder verdampen. Verdampen is namelijk niet hetzelfde als groei. De belangrijkste reden voor een plant om te verdampen is koeling. De plant warmt op als gevolg van straling, meestal van de zon, maar ook lampen en hete buizen geven straling af. Als de plant niet te warm is, is koelen minder noodzakelijk en is er dus ook minder verdamping nodig.

Het scherm beperkt de straling van de zon of van de buis, de planten blijven koeler dan ongeschermd plant en hoeven dus minder te verdampen. Dat betekent ook dat er minder vocht afgevoerd hoeft te worden, en levert dus een energiebesparing op.

Wortels, water en mineralenopname

Een van de terugkerende discussie punten betrof de ondergrondse activiteit van de plant. In hoeverre is het noodzakelijk om de verdamping te stimuleren en de wortels actief te houden? Hoeveel wortels heeft een plant eigenlijk nodig? Hoeveel water moet een plant opnemen? In onderzoek naar minimale verdamping bleek al dat er nauwelijks een relatie is tussen het waterverbruik en de productie. Ook in één van de gevolgde teeltgroepen verschilde het waterverbruik sterk. Een waterverbruik van 40% meer tussen de hoogste en de laagste gebruiker resulteerde echter slechts in een toename van de bruto productie van 2%. Andere factoren bleken van veel meer invloed op de productie. Zo leidde een gewasschade als gevolg van een defecte CO₂-meter tot een grote productieachterstand die weken later nog 12% bedroeg. Het waterverbruik blijkt een onbetrouwbare indicator voor hoe goed de plant groeit en produceert.

Ook de mineralenopname verloopt over het algemeen nog goed als de plant minder verdampt. De plant neemt de meeste mineralen actief op, dat wil zeggen de plant beslist

zelf welk element én hoeveel hij er van opneemt. Dat gaat alleen op als alle elementen voldoende beschikbaar zijn. Een uitzondering hierop is calcium. Calcium wordt alleen passief opgenomen en met de waterstroom mee naar de plantdelen gebracht. Te weinig verdamping kan tot calciumgebrek in de bladeren leiden, te veel verdamping tot calciumgebrek in de groeipunten en vruchten.

Bladproblemen zijn eerder een gevolg van verkeerde voeding dan van te weinig verdamping. De meeste gebrek- en overmaatverschijnselen uit zich als vergeling, hetzij van bladmoes, hetzij van de nerven, in jonge of oude bladeren. Alleen een echte deskundige kan op basis van het bladbeeld bepalen welk element teveel of te weinig is opgenomen. Bij twijfel is het dan ook beter een bladanalyse te laten uitvoeren. Is het calciumgehalte in het blad goed, dan heeft de plant in ieder geval voldoende verdampt.

Goede voeding is zeer complex. Niet alleen de concentratie van het element is belangrijk, ook de onderlinge verhoudingen bepalen de opname. De kalium/calcium verhouding is heel bepalend voor welk van de twee goed opgenomen wordt. Hoge concentraties zink en magnesium remmen de opname van ijzer (Fe). Een aantal elementen, waaronder ijzer, is zeer gevoelig voor de pH en wordt bij een afwijkende pH slecht opgenomen.

Wat de beste voeding is, is voor elk gewas anders en verschilt zelfs per stadium. Niet voor niets wordt het zo vaak gecontroleerd. Wees alert op het oplopen van de concentratie van één of enkele elementen in de mat. Dit betekent namelijk niet altijd dat de plant er genoeg van heeft, maar kan ook duiden op een verstoorde opname van dit element.

Uit het bovenstaande blijkt dat het beslist niet noodzakelijk is dat de plant altijd veel verdampt en de RV daarom dus omlaag moet. Dat de verdamping gestimuleerd moet worden blijft echter hardnekkig rondzingen. Onduidelijk is waarom dit nodig zou zijn. Veelvuldig wordt genoemd het afharden van de plant om weersovergangen aan te kunnen, maar met scherpe weersovergangen blijkt dat nog steeds aanvullende maatregelen genomen worden zoals het inzetten van daksproeiers of het tijdelijk sluiten van het scherm op instraling. Je kunt je afvragen waarom een afgeharde plant dit nodig heeft.

Kortom, schermen beïnvloeden de gewasgroei in gunstige zin omdat ze zorgen voor een gelijkmatiger planttemperatuur en een minder extreme verdamping. Negatieve effecten zijn deels op te vangen door het kasklimaat anders te sturen dan wanneer er geen scherm gebruikt wordt. Telen met een scherm is in het begin ingewikkelder dan zonder scherm, maar kan bij goed gebruik veel opleveren en naarmate de ervaring toeneemt wordt het net zo gewoon als telen zonder scherm.

Het waterverbruik is geen goede maat om aan te geven of de teelt goed verloopt. Een slechte plantengroei wordt soms te gemakkelijk aan het scherm toe geschreven terwijl de werkelijke oorzaak in een van de vele andere groeifactoren ligt.

3.3.5 Artikel 5

(Tweede) scherm als teeltconcept

Afgelopen schermseizoen zijn een groep komkommertelers en een groep tomatentelers begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis van dit onderzoek alsmede andere ervaringen is een aantal artikelen geschreven over de bevindingen. Dit is het vijfde verhaal in deze reeks en gaat over de aandachtspunten bij een tweede scherm.

Vroeger teelde iedereen in de buitenlucht. De afhankelijkheid van het weer was groot en bepaalde succes of mislukking van de oogst. Op een gegeven moment begon iemand beschermd te telen. Iemand anders nam het idee over en bracht een kleine wijziging aan en zo ging het door en door. Een paar eeuwen geleden overwinterden kwetsbare planten in een onverwarmde oranjerie, tegenwoordig groeien planten jaarrond onder een glazen dek. De houtgestookte kachel en koemest zijn vervangen door moderne ketels, CO₂-dosering en vloeibare meststoffen. Lampen vervangen de zon en plaatselijk vervangt de zon via aquifers de ketel. Telen onder een glazen dek gaat iedereen goed af, hoewel dat 100 jaar geleden best even wennen was. De afhankelijkheid van het buitenklimaat is vervangen door afhankelijkheid van het gascontract. Energie besparen om te overleven lijkt bittere noodzaak. Een scherm is daarbij zeer behulpzaam, en een tweede scherm kan nog extra helpen. Maar dat is wel weer een leerproces.

Instellingen op het scherm

Vaak wordt nu het scherm gesloten of geopend op een combinatie van buitentemperatuur en straling. Als het harder waait, mag het scherm eerder dicht. In heldere nachten ook, maar wat doe je dan bij de combinatie van bewolkt weer en wind? Wat gaat dan voor? En bij welke instraling open je het scherm weer? Of bepaalt de buitentemperatuur dat? Het beste is om voor een zo eenvoudig mogelijke strategie te kiezen en daaraan vast te houden. Als het scherm wordt gebruikt voor energie besparing, moet het bij voorkeur op de energievraag geregeld worden. Het scherm sluit als de computer berekent dat er meer energie nodig is om de kas op temperatuur te houden dan een bepaalde drempelwaarde en wordt weer geopend als er minder energie nodig is. Dit heeft als voordeel dat er geen instellingen nodig zijn die afhankelijk zijn van het buitenklimaat, wat de regeling een stuk vereenvoudigt. Helaas is dit nog niet bij elk merk klimaatcomputer mogelijk. Als de energiewaarde niet gekozen kan worden kan een buiswaarde als grens genomen worden.

Een groot nadeel van schermen is dat het gebruik ervan ingewikkeld kan zijn. Er zijn zoveel instellingen mogelijk dat het makkelijk verkeerd kan gaan. Eén van de redenen hiervoor is dat het scherm als extra sturelement gezien wordt, na de buis en het raam. Door dit om te draaien, en er vanuit te gaan dat eerst het scherm iets doet en dan de rest volgt, wordt dit eenvoudiger.

Nu wordt nog vaak voor een buistemperatuur gekozen. Men wil bijvoorbeeld graag een buis van 40°C hebben, ongeacht of dit nodig is voor de kastemperatuur of niet. Het gevolg is dat er bij tijden teveel warmte onder het scherm in de kas gebracht wordt, waardoor de temperatuur hoger oploopt dan gewenst. Het scherm volledig openen is nog net geen optie, want dan is ineens weer te veel warmte nodig om de kas op temperatuur te houden. Het gevolg is dat je moet gaan nadenken over kieren of luchten boven het scherm om het teveel aan warmte af te voeren. Was in dit geval gekozen om het scherm als basis te zien en de buistemperatuur af te stellen op de resterende warmtebehoefte dan waren kieren en luchten nog helemaal niet aan de orde geweest. Waarom zou tijdelijk een buis van 25°C niet voldoende zijn voor het gewas? Het is vaak puur een gevoel dat iemand erbij heeft. Dat gevoel kan heel goed zijn, maar er ook wel eens flink naast zitten. Bovendien, gevoel kun je leren. Vijftien jaar geleden was er immers geen tuinder met een goed gevoel bij een buis van 40°C. Maar ook toen waren er hele goede tuinders.

Een tweede scherm erbij?

Welk tweede scherm kies je? Uitgangspunt bij deze keuze is het doel waarvoor je het wil gebruiken. Vaak wordt één scherm voor veel doeleinden gebruikt, zowel energiebesparing als zonwering als verduistering. Dit vergt nogal wat van de eigenschappen van het scherm. Een scherm dat overal optimaal geschikt voor is, bestaat niet. Bij de keus om meer dan één scherm te installeren ligt het voor de hand om de gebruiksmogelijkheden te splitsen. Wat is de hoofdreden van schermen? Pas daar het eerste scherm op aan. In het tweede scherm neem je reden twee mee.

De belangrijkste eisen per scherm staan hieronder nog even opgenoemd.

- Energieschermen: zo min mogelijk doorlaat van warmte. Bij voorkeur helder, zodat het ook op koude dagen overdag gesloten kan worden.
- Zonwering: tegenhouden van straling. Doorlaten van vocht.
- Verduistering: 100% lichtwering van buiten naar binnen. Lichtafscherming: tegenhouden van minimaal 95% licht van binnen naar buiten, transport van warmte en vocht.

Schermen hebben altijd een combinatie van eigenschappen. Energieschermen weren ook zon. Zonneschermen, verduisteringsschermen en lichtweringsschermen besparen ook energie. Dat komt omdat ze altijd het transport van warmte en vocht in meer of mindere mate remmen of straling tegenhouden.

Hoe installeren?

Voor tweede schermen zijn veel mogelijkheden. Het tweede scherm kan zowel op dezelfde scherminstallatie liggen als een eigen installatie hebben. Voordelen van een eigen installatie zijn dat er meer mogelijkheden zijn om de schermen te sturen en om ze in combinatie te gebruiken. Nadeel zijn de kosten. Voordelen van het tweede scherm op dezelfde installatie is dat het iets goedkoper is en minder verticale ruimte kost.

Het energiescherm kan het beste als onderste scherm geïnstalleerd worden. Doel hiervan is immers de warmte binnen te houden, en hoe kleiner het volume van de te verwarmen ruimte des te minder energie dit kost. Daarnaast zijn er ook nog warmtetechnische redenen om het energiescherm onder te houden. Wordt namelijk een tweede scherm boven het energiescherm gesloten, dan zal het energiescherm warmer blijven en minder energie uit het gewascompartiment onttrekken.

Het zonweringsscherm of het meest vochtdoorlatende scherm wordt boven geplaatst. Gesloten boven het dichte energiescherm bespaart het nog extra energie terwijl het vocht makkelijker doorlaat richting kasdek, zodat de minste kans op vochtproblemen tussen de schermen ontstaat. Gebruikt als zonwering is juist een wat groter volume onder het scherm handig als buffer; Een iets grotere ruimte warmt net iets minder snel op, en nu is immers het doel de ruimte onder het scherm koel te houden. Hoe eerder de zonnestralen uit de kas geweerd worden des te minder warmen kasdelen op, wat ook helpt het koel te houden.

Lichtwering of verduisteringsschermen met eronder lampen moeten juist weer zo hoog mogelijk in de kas geplaatst worden. Een groter kasvolume onder het verduisteringsscherm zorgt er voor dat er meer warmte van de lampen in de kas kan voordat dit problemen oplevert met te hoge temperaturen.

Natuurlijk het gaat om centimeters verschil, maar over een paar ha kas win je toch weer een fiks aantal m³.

De eenvoudigste vorm van een tweede scherm is een vast folie, dat vooral bij de teeltstart van komkommer en paprika momenteel snel opgang vindt. De effectiviteit staat en valt met de weersomstandigheden. Met een planting in de tweede week van december zijn er in de komkommerteelt voor 20 januari geen wezenlijk problemen met de teelt te verwachten. Wie in het afgelopen winterseizoen van 10 december tot 27 januari in de komkommers een vast folie (geperforeerd) had liggen, heeft daarmee zo'n 4 m³ gas bespaard.

In de sierteeltsector is in vergelijking met de glasgroentesector veel meer ervaring met meerdere schermen. Daar wordt al regelmatig van 3 schermen, met ieder zijn eigen eigenschappen gebruik gemaakt. Nu kenmerkt iedere teelt zich door zijn eigen specifieke eisen, dus is het niet mogelijk één op één schermstrategieën tussen verschillende teelten uit te wisselen. Het is echter nooit verkeerd om je licht ook eens bij andere teelten op te steken. Immers met het uitroepen van de kreet 'maar bij mij is het toch heel anders' is weinig energie te besparen. Schermen kunnen de teler in staat stellen het gewas neer te zetten dat hij wil met een serieuze vermindering van de stookkosten.

3.3.6 Artikel 6

Schermen en ondernemersgedrag

Afgelopen schermseizoen zijn twee groepen schermende telers (tomaat en komkommer) begeleid door onderzoekers bij hun schermgebruik. Op basis hiervan is een aantal artikelen geschreven over de bevindingen. Het zesde en laatste artikel gaat in op de ervaringen van de telers en hun gedrag ten aanzien van het schermgebruik.

In het onderzoek is nagegaan in hoeverre telers kunnen leren van een intensief schermende collega (voorbeeldteler). Met behulp van Klimlink (Hijdra Agro Automatisering) zijn de instellingen en realisaties van klimaatparameters van de bedrijven vergeleken. De bedrijfsvergelijking is vanuit onderzoek ondersteund. De vraag was: is men intensiever gaan schermen en op welke punten? Is de houding tegenover schermen veranderd? Welke energiebesparing heeft dat opgeleverd?

Ervaringen

In beide telersgroepen was de voorbeeldteler was niet zozeer een blauwdruk, maar is hij een vertrekpunt geweest voor discussies over schermen in relatie tot kasklimaat, gewas en energie. Het zwaartepunt lag hierbij op het realiseren van het gewenste kasklimaat en op de relatie tussen gewas en kasklimaat.

Door de hogere gasprijzen is de aandacht van telers voor het schermen toegenomen. De telers waren hierdoor bereid het schermgebruik te intensiveren. Intensiever schermen staat bijna synoniem voor vochtiger telen. Dit wordt bevestigd door de hogere vochniveaus, die de telers de laatste jaren accepteren. Om intensiever te kunnen schermen is een goede horizontale temperatuurverdeling (met gevelscherf of regelbaar gevelnet) een vereiste om scherper op een hoger vochniveau te kunnen regelen zonder dat er de kans bestaat van het natslaan van de vruchten. Ventilatoren kunnen temperatuurverschillen slechts beperken.

De belangrijkste ervaring uit dit onderzoek is dat bijna alle telers het scherm in de ochtend op een later tijdstip hebben geopend of soms zelfs dicht hebben laten liggen. Hierbij heeft driekwart van de telers een lagere maximum buistemperatuur aangehouden om daarmee binnen de contractcapaciteit te blijven. Het langer schermen past goed in een strategie waarbij het setpoint maximum buistemperatuur is verlaagd. Tijdens de koude buitenomstandigheden in maart van dit jaar werd door veel telers een lagere teelttemperatuur tijdelijk geaccepteerd.

Het toepassen van een schermkier om vocht af te voeren en toch nog energie te besparen kent voor en tegenstanders. Een belangrijke reden om het niet te gebruiken is de vrees voor kouval. Deze telers houden liever een raamkier aan boven het gesloten scherm. Enkele voorstanders van een schermkier zijn wat voorzichtiger geworden, nadat informatie is verstrekt dat grote schermkieren (>2,5%) horizontale temperatuurverschillen kunnen veroorzaken.

Een opvallend verschil bij de tomatentelers was het moment van sluiten van het scherm in de namiddag (een verschil van soms 3 uur). Deze verschillen werden veroorzaakt door hoe men de voornachtverlaging van de kastemperatuur wilde bereiken en door de mate van voornachtverlaging.

De meeste komkommertelers hadden naast een beweegbaar scherm een vast (geperforeerd) folie geïnstalleerd. Het moment van verwijderen van deze folie was verschillend, waardoor meer of minder energie werd bespaard.

Het bleek dat telers voorkeur hebben voor bepaalde regelingen, invloedsfactoren en setpointovergangen om een gewenst kasklimaat te bereiken. Hiermee heeft men ervaring en men 'weet' wat voor effecten het oplevert als deze instellingen worden gewijzigd. Hierdoor wordt een andere strategie niet gemakkelijk overgenomen, omdat men de reactie van klimaatcomputer (nog) niet kent. Dit is een aandachtspunt voor de teler zelf en voor zijn adviseur wil deze de teler op andere gedachten brengen.

De schermregeling vinden de telers een complexe regeling, omdat veel instellingen zijn aan te passen en het ingrijpt op veel groeifactoren voor het gewas in een periode dat het al moeilijk is het door de teler gewenste gewas neer te zetten. Er is behoefte aan een regeling waar men minder omkijken naar heeft. Het sturen op energiewaarde (warmtevraag in de kas) is hierbij zowel door onderzoekers als telers genoemd. Echter deze optie is nog niet op alle klimaatcomputers aanwezig. Wel zal dit, zoals bij het vorige punt, leertijd vragen.

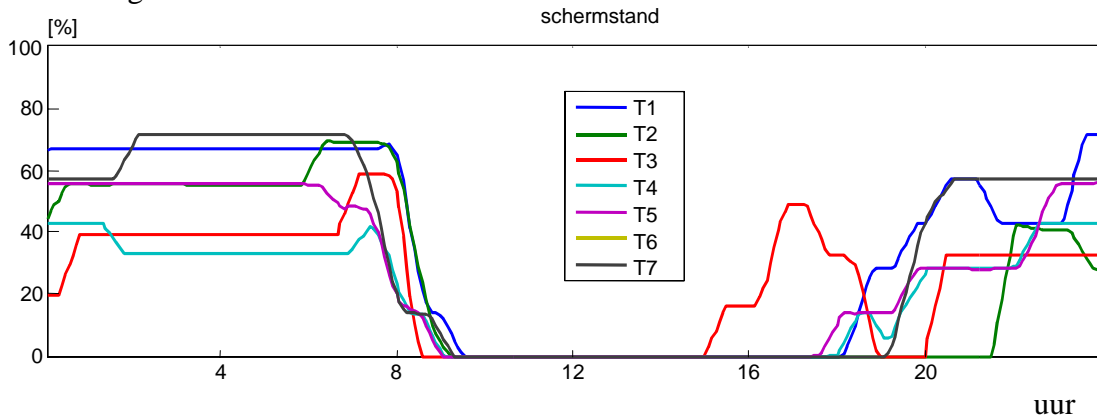
Als de gasprijzen blijven stijgen komt een tweede beweegbaar scherm bij komkommertelers steeds meer in beeld, vooral bij nieuwbouw. De tomatentelers gruwelen bij dit idee, maar onderkennen dat bij hogere gasprijzen toch maatregelen moeten worden genomen, zoals bijvoorbeeld een vast folie bij start.

Terugkijkend op het bedrijfsvergelijkingproject zijn de telers het scherm meer als vriend dan als vijand gaan zien. De tomatentelers beschouwen het scherm nog vooral als een noodzakelijk kwaad (energiekostenbesparing). Desondanks zijn ze meer gaan schermen en is het ze meegevallen.

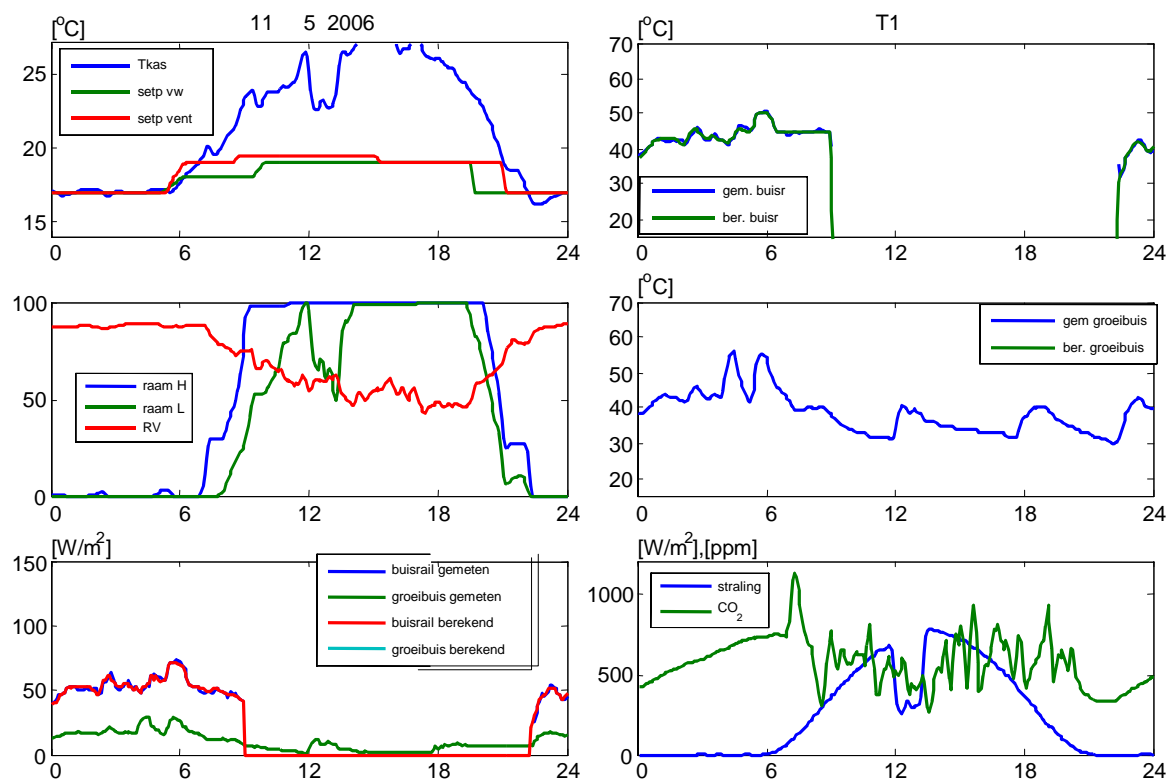
Ondersteuning bedrijfsvergelijking

Door de onderzoeker zijn grafieken samengesteld, waarin de klimaatgegevens van de bedrijven (instellingen en realisatie) op verschillende manieren zijn gepresenteerd.

Het groepsoverzicht van een klimaatparameter over een meerdaagse periode laat structurele verschillen in klimaatstrategie en teeltconcept tussen telers zien. Dit vormde stof voor discussies in beide telersgroepen. Zo bleek de schermstand in de namiddag bij de tomatentelers soms behoorlijk te verschillen (zie figuur 3.1). Het meerdaagse overzicht bleek duidelijk in een behoefte te voorzien, omdat de telers hiermee kunnen nagaan of men op schema ligt of niet.



Figuur 3.1 Gerealiseerde schermstand, weergegeven als gemiddelde gedurende de dag voor de periode 6 t/m 12 maart 2006 (tomatenbedrijf 1 t/m 7)



Figuur 3.2 Ingestelde en gerealiseerde klimaatparameters van tomatenbedrijf 1 (T1) op 11 mei 2006

Het (groep of individuele) overzicht van meerdere klimaatparameters voor een specifieke klimaatdag maakt het de teler(s) mogelijk de klimaatinstellingen en -realisaties meer in onderlinge samenhang te beschouwen. Interpretatie van wat er feitelijk heeft plaatsgevonden kan dan vanuit meerdere regelingen worden bekeken, waardoor verkeerde interpretaties en conclusies kunnen worden vermeden. In figuur 3.2 is een voorbeeld gegeven voor een tomatenbedrijf. Welke klimaatparameters in het overzicht worden opgenomen is naar keuze van de teler of telersgroep.

In de bijeenkomsten is gebleken dat inhoudelijke begeleiding van de telers bij het interpreteren van de overzichten meerwaarde verschaft. In de discussie kunnen daarnaast (voor)oordelen en gevoelswaarden in het juiste perspectief worden geplaatst. De begeleiding kan door (eigen) adviseurs worden ingevuld.

Bovenstaande overzichten zijn nog niet binnen Klimlink mogelijk, maar is volgens de leverancier toe te voegen als hiertoe vanuit de praktijk behoefte bestaat.

Intensivering schermgebruik en energiebesparing

Met behulp van het kasklimaatmodel van Wageningen UR Glastuinbouw is voor de voorbeeldbedrijven het aantal schermuren en het gasverbruik in 2006 bepaald en vergeleken met 2005. Hierbij is gecorrigeerd voor verschillen in buitenklimaat, planttijdstop en gebruiksduur vast folie. Voor de overige bedrijven zijn de resultaten afgeleid. De telers is ook gevraagd welke energiebesparing ze denken te verwachten door intensiever te schermen. De verwachtingen liepen uiteen van 'geen idee' tot 8% energiebesparing.

Vier van de zeven *tomatenbedrijven* hebben in de periode 1 december tot 1 mei minimaal 50% meer schermuren gemaakt. Twee bedrijven die voor het eerst schermde hadden zelfs een groter aantal schermuren dan de al langer schermende collega's, terwijl een derde bedrijf een gemiddeld beeld liet zien. Het voorbeeldbedrijf bespaarde 7,5% gas (verwachting: 'geen idee'), dat voor een belangrijk deel wordt verklaard door het grotere aantal schermuren (50%). Bij de overige bedrijven kon de gasbesparing niet worden bepaald vanwege de aanwezige wkk (met teruglevering).

Bij de *komkommerbedrijven* veranderde het aantal schermuren op drie bedrijven niet of nauwelijks. Op twee bedrijven nam het aantal schermuren duidelijk toe (20 en 30%) en op één bedrijf was er een lichte daling (circa 5%). De behaalde gasbesparing lag hiermee in lijn (1 tot 12%). De bedrijven met de grootste besparing waren ook de bedrijven die intensiever zijn gaan schermen. Het bedrijf met een daling van het aantal schermuren liet desondanks een gasbesparing zien van circa 10% (mogelijke oorzaken: lagere gerealiseerde etmaaltemperatuur en gevelscherm geïnstalleerd). De behaalde gasbesparing kwam op vier van de zes bedrijven redelijk in de buurt van de verwachting (zie tabel 3.5).

Tabel 3.5 *Ontwikkeling van het schermgebruik en de gasbesparing op de komkommerbedrijven in 2006 ten opzichte van 2005 (periode 1 december tot 1 mei), gecorrigeerd voor buitenklimaat, plant-tijdstip en gebruiksduur folie en de verwachte gasbesparing*

	Plantdata	Vast folie	Berekende toe- name scher- muren (%)	Berekende gasbesparing (%)	Verwachte gasbesparing (%)
Bedrijf 1 a)	13/12/05	Ja	0	2	3
Bedrijf 2	15/12/05	Ja	32	12	8
Bedrijf 3	10/12/05	Ja	-1	4	5
Bedrijf 4	8/12/05	nee	-6	10	7,5
Bedrijf 5	15/1/06	nee	19	12	-
Bedrijf 6	16/1/06	ja	-2	-1	6,5

a) Bedrijf 1 is het voorbeeldbedrijf.

Samenvatting

Bijna alle telers hebben het scherm in de ochtend later geopend of soms zelfs dicht laten liggen. Daarbij worden er de laatste jaren beduidend hogere vochniveaus geaccepteerd. Intensiever schermen vraagt om scherper te sturen, waarbij een goed horizontaal klimaat en het doorgronden van klimaatinteracties, aandacht vereist. Daarnaast moeten de telers soms drempels overwinnen (vrees voor koudeval) of zich andere strategieën eigen maken (vraagt leertijd).

Grafische overzichten van één of meer klimaatparameter voor een eendaagse of meerdaagse periode verschaffen de telers meer inzicht in de klimaatbeheersing. Inhoudelijke begeleiding in groepsverband door een adviseur strekt tot aanbeveling.

Het schermgebruik is onder de schermende tomatentelers duidelijk toegenomen. Bij de beginnende schermers ligt dit al direct op een gemiddeld tot hoog niveau.

Onder de komkommertelers is het schermgebruik op twee van de zes bedrijven duidelijk toegenomen, op de overige bedrijven veranderde er weinig en op één bedrijf was er een lichte daling.

Daar waar intensiever werd geschermd heeft dit bijgedragen aan de energiebesparing.

4. Discussie

Uitdragen ervaring en kennis

Het was de bedoeling tijdens het bedrijfsvergelijkingstraject andere telers van tomaat en komkommer via e-mail te informeren. Al vrij snel bleek dat het verspreiden van de diverse overzichten zich niet leent voor het 'over de schutting gooien' als daar informatie over de context van het bedrijf en de teelt ontbreekt. In de bijeenkomsten was toelichting op de overzichten door de onderzoekers nodig. Met name het in samenhang beschouwen van de verschillende klimaatvariabelen is voor telers niet altijd eenvoudig. Daarvoor is niet altijd voldoende theoretische kennis aanwezig. Hierdoor is het niet eenvoudig om telers op andere gedachten te brengen of andere strategieën of werkwijzen aan te leren.

Schermgebruik, kasklimaat en teeltresultaten

In het onderzoek is het accent gebleven bij het schermgebruik in relatie tot het kasklimaat. De gewaskundige aspecten zijn beperkt behandeld. Bij de tomatengroep waren om move-rende redenen de productiegegevens niet beschikbaar. Hierdoor is de relatie tussen schermgebruik en productie niet aan bod gekomen. Bij de komkommertelers liepen de planttijdstoppen tussen en binnen de bedrijven behoorlijk uiteen en werden verschillende teeltsystemen gebruikt (2-3 teelten per jaar) waardoor het betrekken van de productiegegevens in de analyse van kasklimaat en schermgebruik onderbelicht is gebleven.

Programma Klimlink

Na een wat moeizame start is het programma Klimlink een redelijk tot goed hulpmiddel geweest in het bedrijfsvergelijkingstraject. Een deel van de problemen lag bij de telers (controle op dataverkeer via e-mail). Aan de andere kant kan de gebruiksvriendelijkheid worden verbeterd om de toepassing te vereenvoudigen. De plannen tot een online versie van Klimlink beogen de ongemakken van het programma weg te nemen.

Stimuleren schermgebruik en energiebesparing

Het vaststellen van de behaalde energiebesparing door het stimuleren van het schermgebruik bleek niet eenvoudig. De verzamelde informatie was niet altijd eenduidig bruikbaar. Dit betreft met name het gasverbruik op de tomatenbedrijven met een WKK, die ook werd gebruikt voor elektriciteitslevering. Daarnaast was het in de periode februari-maart langdurig koud, waardoor de telers uit oogpunt van energiekostenbeheersing het ook zuiniger aandeden. Dit beïnvloedt het energiebesparingeffect van het schermgebruik.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

De volgende conclusies worden getrokken:

- het vergelijken van het schermgebruik met een voorbeeldbedrijf levert de telers meerwaarde op, waarbij het voorbeeldbedrijf niet als een blauwdruk wordt gezien, maar als vertrekpunt voor discussie. De inhoudelijke ondersteuning door het onderzoek is daarbij positief ervaren;
- de belangrijkste gedragsverandering van tomaten- en komkommertelers om intensiever te schermen is het later openen van het scherm in de ochtend. De hoge gasprijs en het koude weer (februari-maart 2006) hebben zeker meegewerkt;
- de helft van de telers staat nog afwijzend tegenover het kieren met schermen. Een deel zou wel willen, maar de aanwezigheid van en/of de vrees voor koude plekken vormt daarvoor nog een belemmering;
- de telers zijn het scherm meer als vriend dan als vijand gaan beschouwen. De tomatentelers beschouwden het scherm vooral als een noodzakelijk kwaad om op energiekosten te besparen, maar het intensiever gebruik is hen toch meegevallen;
- de huidige schermregelingen worden complex gevonden vanwege de vele instellingen die mogelijk zijn. Behoeft is aan een eenvoudiger schermregeling, waarbij regelen op energiewaarde (warmtevraag van de kas) als optie wordt genoemd;
- het aantal - voor buitenklimaat gecorrigeerde - schermuren is onder de schermende tomatenbedrijven in 2006 duidelijk toegenomen ten opzichte van 2005. Bij de beginnende schermers ligt dit al direct op een gemiddeld tot hoog niveau;
- onder de komkommertelers is het - voor buitenklimaat, planttijdstop en gebruiksduur vast folie gecorrigeerde - schermgebruik op twee van de zes bedrijven in 2006 duidelijk toegenomen; op de overige bedrijven veranderde er weinig. Daar waar intensiever werd geschermd heeft dit bijgedragen aan de energiebesparing;
- de groepsoverzichten van een klimaatvariabele over een meerdaagse periode en de samengestelde overzichten van meerdere klimaatvariabelen geven de telers meer inzicht in de gevolgde klimaatstrategie en de onderlinge samenhang van de klimaatregelingen. Deze overzichten kan Klimlink (nog) niet produceren.

5.2 Aanbevelingen

- Het verdient aanbeveling telers te stimuleren het schermgebruik (en andere klimaatregelingen) in telersgroepsverband te vergelijken, omdat de context van het bedrijf en de teelt bekend is. Een voorbeeldbedrijf is daarbij een pré. Het (regelmatig) op de agenda zetten van de klimaatbeheersing in relatie tot gewas en energie (in die volgor-

de), stelt telers in staat stil te staan bij de klimaatstrategie en gezamenlijk te zoeken naar verbeteringen.

- Het verdient aanbeveling dat meerdaagse overzichten van klimaatgegevens (instelling en realisatie) en samengestelde overzichten van meerdere klimaatgegevens voor een specifieke klimaatdag binnen Klimlink kunnen worden samengesteld om telers meer inzicht te verschaffen in de (gevolgde) klimaatstrategie en de onderlinge samenhang van de klimaatregelingen.
- Ten behoeve van de vergelijking in telersgroepsverband strekt procesmatige en inhoudelijke ondersteuning tot aanbeveling. Enerzijds om de discussie te leiden en anderzijds om de inhoudelijke kwaliteit van de discussies te bewaken. Hier is een belangrijke rol weggelegd voor de adviseur/voorlichting.
- De plannen van Hydra Agro Automatisering voor een online versie van Klimlink verdient steun, omdat daarmee de huidige ongemakken kunnen worden weggenomen. Het stelt adviseurs beter in staat hun adviserende rol uit te voeren. Daarnaast biedt de online versie een extra instrument voor onderzoeksdoeleinden om bedrijven op afstand effectief en efficiënt te kunnen volgen.

Literatuur

Anonymus, *Nieuwsbrief tomaat en groeiflits*. LTO-Groei-service, Rijswijk, 2006.

Arkesteijn, M. 'Bij intensiever schermen is vocht de grootste bottleneck; Intensiever schermen om energie te besparen'. *Maandblad onder Glas*, nr. 6/7, 2006, pp 29-31.

Ruijs, M.N.A., C.E. Reijnders, F.L.K. Kempkes en M.H. Esmeijer, *Evaluatie van schermgebruik in de praktijk; een kwantitatieve en kwalitatieve analyse*. Rapport 3.05.01. LEI, Den Haag, 2005.

Zwart H.F. de, *Analyzing energy-saving options in greenhouse cultivation using a simulation model*. Rapport 96-05, IMAG, Wageningen, 1996.

www.hijdra.nl

Bijlage 1. Geregistreeerde klimaatgegevens

De onderstaande gegevens zijn door de telers met Klimlink geregistreeerd.

Variabele	Opmerking
setpoint verwarmen	
setpoint ventilatie	
setpoint vocht a)	RV of vochtdeficit, waarop geregeld wordt
buistemperatuur net 1	
buistemperatuur net 2	
buistemperatuur net 3	
berekende buistemperatuur net 1 b)	
berekende buistemperatuur net 2	
berekende buistemperatuur net 3	
berekende energiewaarde net 1	Vermogen dat volgens de klimaatcomputer in de kas moet worden gestopt door het vw-net
berekende energiewaarde net 2	
berekende energiewaarde net 3	
kasluchttemperatuur gemeten RV	
schermstand (gemeten)	
raamstand windzijde	[%]
raamstand lijzijde	
gas pulsen c) d)	
planttemperatuur	berekend dan wel gemeten
temperatuur boven het scherm	
watergift	
drain	
buitentemperatuur	
straling	[W/m ²]

a) Het vochniveau waarbij een actie in de klimaatregeling wordt getroffen om het vochniveau te verlagen; b) Als de warmtevraag wegvalt (klep loopt dicht) wil de gemeten buistemperatuur wel eens hoog blijven terwijl de buis in de kas koud ligt. Hiermee kan gecontroleerd worden of dit voorkomt; c) De totale hoeveelheid gas die het bedrijf ingaat. In een situatie met een wk-installatie, waarbij de wkk een aparte gasmeter heeft, beiden; d) Op bedrijven waar meer dan 2 gasmeters aanwezig zijn, of waar een deel belicht wordt, wordt afgegaan op de berekende energiewaarde.