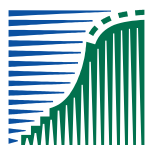


Evaluatie van schermgebruik in de praktijk

Een kwantitatieve en kwalitatieve analyse

M.N.A. Ruijs (LEI)
C.E. Reijnders (LEI)
F.L.K. Kempkes (A&F)
M.H. Esmeijer (PPO Glastuinbouw)



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Projectcode 64572

Maart 2005

Rapport 3.05.01

LEI, Den Haag

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

Evaluatie van schermgebruik in de praktijk; Een kwantitatieve en kwalitatieve analyse
Ruijs, M.N.A., C.R. Reijnders, F.L.K. Kempkes en M.H. Esmeijer
Den Haag, LEI, 2005
Rapport 3.05.01; ISBN 90-5242-975-8; Prijs €15,75 (inclusief 6% BTW)
94 p., fig., tab., bijl.

Dit rapport beschrijft een evaluatie van het schermgebruik op glastuinbouwbedrijven. Tussen schermende bedrijven zijn (grote) verschillen in schermgebruik en in energiegebruik. Hogere klimaatinstellingen voor RV, buitentemperatuur en stralingsniveau leveren extra energiebesparing op zonder dat dit hoeft te leiden tot nadelige productie en kwaliteitseffecten. Veel schermende telers menen dat ze goed bezig zijn; dit belemmert hen echter om de schermstrategie aan te passen. Voor niet-schermende tomatentelers is een energiescherm economisch interessant bij relatief hoge energieprijzen en een intensievere schermstrategie.

This report describes an evaluation of screen use on greenhouse horticultural holdings. There are great differences in screen use and in energy consumption between screen-using holdings. Higher climate settings for relative humidity, outside temperature and radiation level produce additional energy saving without this necessarily leading to adverse production and quality effects. Many screen-using growers believe that they are doing the right thing, but this inhibits them from adjusting their screen strategy. For non-screen-using tomato growers, an energy screen becomes economically interesting at relatively high energy prices and a more intensive screen strategy.

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, 2005

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	15
1. Inleiding	21
1.1 Probleemstelling	21
1.2 Doelstelling	21
1.3 Leeswijzer	22
2. Materiaal en methode	23
2.1 Opzet	23
2.2 Data en informatie	24
2.3 Gegevensverwerking	24
3. Schermgebruik en energieverbuik	29
3.1 Tomaat	29
3.1.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat	29
3.1.2 Omwisselen schermstrategie	30
3.1.3 Gewasproductie	31
3.1.4 Uitschakelen scherm	32
3.2 Komkommer	33
3.2.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat	33
3.2.2 Invloed temperatuurintegratie op schermen	34
3.2.3 Omwisselen schermstrategie	35
3.2.4 Gewasproductie	36
3.3 Paprika	36
3.3.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat	36
3.3.2 Invloed temperatuurintegratie op schermen	37
3.3.3 Omwisselen schermstrategie	38
3.3.4 Gewasproductie	39
3.4 Fresia	40
3.4.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat	40
3.4.2 Omwisselen schermstrategie	40
3.4.3 Gewasproductie	41
3.5 Spathiphyllum	42
3.5.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat	42
3.5.2 Omwisselen schermstrategie	43

	Blz.
3.5.3 Gewasproductie	44
3.6 Discussie bij resultaten schermgebruik en energieverbruik	44
4. Gedrag, houding en perceptie over scherm	46
4.1 Beschrijving bedrijven en ondernemers	46
4.2 Gedrag	47
4.3 Houding	51
4.4 Perceptie	54
4.5 Discussie bij gedrag, houding en perceptie	58
5. Workshop met telers, onderzoekers en adviseurs	59
5.1 Discussie in gewasgroepen	59
5.2 Kennisverspreiding onder telers	60
5.3 Stellingen	61
6. Perspectief scherm voor ongeschermden bedrijven	63
6.1 Tomaat	63
6.2 Fresia	64
6.3 Profielklanten	66
7. Energiebesparing door intensiever schermgebruik	67
7.1 Inleiding	67
7.2 Energiebesparing op bedrijfsniveau	67
7.3 Energiebesparing op sectorniveau	68
8. Conclusies en aanbeveling	69
8.1 Conclusies	69
8.2 Aanbevelingen en kennisproducten	71
Literatuur	75
Bijlagen	
1 Vragenlijst schermende telers	77
2 Kasparameters en setpoints tomaat	86
3 Rekenmodel KASPRO	89
4 Berekende en gemeten gasverbruiken tomatenbedrijven	91
5 Analyse schermgebruik	92

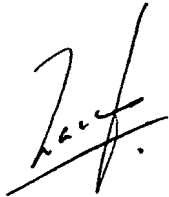
Woord vooraf

In het kader van het energieonderzoeksprogramma van LNV en PT, dat energiebesparing centraal stelt, is een studie uitgevoerd naar het gebruik van (energie)schermen op glastuinbouwbedrijven. De vraag is onderzocht of het schermgebruik op geschermded bedrijven is te intensiveren en daarmee extra energiebesparing is te behalen. Daarnaast is nagegaan of de huidige inzichten en ervaringen in de praktijk de toepassing van schermen op ongeschermded bedrijven binnen bereik brengt of kan brengen.

Het rapport bevat een kwantitatieve analyse van het schermgebruik. Daarnaast is het gedrag, de houding en de perceptie ten aanzien van schermen onder telers onder de loep genomen. Het rapport bevat tevens de resultaten van een workshop met telers, onderzoek en voorlichting.

Het onderzoek is uitgevoerd door M.N.A. Ruijs (projectleider) en C.E. Reijnders van het LEI, F.L.K. Kempkes van A&F en M.H. Esmeijer van PPO Sector Glastuinbouw. De bedrijven zijn geworven met hulp van LTO-Groeiservice en H. Pronk (adviseur).

Dank gaat uit naar de 43 telers van tomaat, paprika, komkommer, fresia en Spathiphyllum die medewerking hebben verleend aan dit onderzoek. Tevens worden H. Pronk (adviseur), G. Heij (PPO/adviseur), B. Houter (PPO), R. Kaarsemaker (PPO/adviseur) en A. Dieleman (PRI) bedankt voor hun inbreng in de workshop.



Prof.dr.ir. L.C Zachariasse
Algemeen directeur LEI B.V.

Samenvatting

Aanleiding en doel

Op circa 75% van het glastuinbouwareaal komen energieschermen voor. Energieschermen hebben een belangrijke energiebesparende functie. De vraag is of uit het oogpunt van energiebesparing het schermgebruik verder is te verbeteren en te intensiveren. Daarbij speelt de vraag of de toepassing voor ongeschermded bedrijven interessanter is geworden door technologische en economische ontwikkelingen. Doel van de studie is het kwantitatief analyseren van het schermgebruik in de praktijk en inzicht verkrijgen in het gedrag, de houding en de perceptie van telers over de schermtoepassing.

Onderzoeks aanpak

Onder 43 telers met tomaat, paprika, komkommer, fresia of *Spathiphyllum* is een enquête gehouden over de klimaat- en schermstrategie en over het gedrag, de houding en de perceptie van telers ten aanzien van het schermgebruik. Voor een extensief en een intensief geschermd bedrijf zijn het schermgebruik, het energiegebruik en de gewasproductie met een rekenmodel gekwantificeerd. Daarnaast is de interactie tussen schermen en temperatuurintegratie onderzocht. In een workshop met telers, onderzoekers en adviseurs zijn de resultaten teruggekoppeld en is gesproken over aandachtspunten voor kennisoverdracht.

Scherfgebruik en energiegebruik (extensief respectievelijk intensief geschermd bedrijf)

Op het intensief geschermded *tomaten*bedrijf werd in 2002 650 uur langer geschermd dan op het extensieve bedrijf (zie tabel 1). Dit werd bereikt door bij een hogere buitentemperatuur en een hoger stralingsniveau het scherm open/dicht te laten gaan. Als het extensieve bedrijf de intensieve schermstrategie zou toepassen, bespaart het 12% energie.

Bij *komkommer* bedroeg het verschil in schermuren bijna 600 uur. Meer schermuren hangt samen met een hogere setpoint RV en ruimere setpoints voor het openen en sluiten. Daarnaast levert een tweede scherm (folie) het intensieve bedrijf bijna 4% extra energiebesparing op. Voor het extensieve bedrijf resulteert de intensieve schermstrategie niet in een naventante toename van het aantal schermuren; de energiebesparing is daardoor beperkt. Het intensieve bedrijf bespaart met temperatuurintegratie 11% energie; het aantal schermuren wordt nauwelijk beïnvloed.

Tussen de *paprikabedrijven* is een enorm verschil in schermuren (1.665). Het extensieve bedrijf heeft vrijwel geen schermkieruren in de nacht en het intensieve bedrijf hanteert hoge setpoints voor RV en buitentemperatuur. De intensieve schermstrategie op het extensieve bedrijf leidt tot een besparing van 12%. Het gebruik van temperatuurintegratie op het intensieve bedrijf beïnvloedt het aantal schermuren nauwelijks; zonder TI zou het energiegebruik 12% hoger zijn.

Tabel 1 Aantal schermuren van het extensief en intensief geschermd bedrijf in 2002 en de potentiële energiebesparing op het extensieve bedrijf met de intensievere schermstrategie

Gewas	Intensief geschermd bedrijf aantal schermuren per jaar	Extensief geschermd bedrijf	
		aantal schermuren per jaar	energiebesparing door de intensievere schermstrategie (%)
Tomaat	1.690	1.040	12
Komkommer	2.278	1.683	5
Paprika	3.211	1.546	12
Fresia	593	522	0,4
Spathiphyllum	3.656	3.638	7

De *fresi*bedrijven schermen beperkt (lage teelttemperatuur) en verschillen weinig in schermuren. Hierdoor is er een gering effect op het energieverbruik.

*Spathiphyllum*bedrijven schermen veel (hoge teelttemperatuur), maar is er weinig verschil in schermstrategie en -uren. Op het intensieve bedrijf levert een tweede (zonwering) scherm 10% extra energie op. De intensievere schermstrategie (inclusief extra scherm) bespaart het extensieve bedrijf 7% energie.

Gedrag, houding en perceptie van schermende telers

Vrijwel alle bedrijven schermen 's nachts én overdag voor energiebesparing. *Spathiphyllum*telers schermen het gehele jaar door de hoge teelttemperatuur. De meeste telers sturen het sluiten en openen van het scherm aan door een combinatie van setpoints (buitentemperatuur, straling en/of astronomische tijd). Vooral vruchtgroentetelers hadden via registratiecijfers inzicht in hun schermuren.

De helft van de bedrijven past de aanwezige vochtkierregeling niet toe uit vrees voor kouval en temperatuurverschillen. Vochtproblemen komen regelmatig voor en uiten zich vooral in schimmelziekten. Hoewel twee derde van de bedrijven over temperatuurintegratie (TI) beschikt, past de helft het ook bewust toe. De ervaringen met TI zijn overwegend positief, desondanks grijpen telers regelmatig in.

Een kwart van de telers ziet kansen voor intensivering van het schermgebruik. Eenderde van de telers zegt hiervoor (nog) over onvoldoende kennis te beschikken. Voor temperatuurintegratie ziet twee derde van de telers verbetermogelijkheden. Enkele telers passen het principe van TI toe, maar via andere klimaatinstellingen.

Circa 20% van de telers verwacht het schermgebruik in de toekomst te intensiveren. Opvallend is dat hieronder geen tomatentelers zitten, ook die het recent aanschafte. De soms grote verschillen in schermstrategie tussen bedrijven bieden echter aanknopingspunten voor intensivering. Van temperatuurintegratie verwacht de helft van de telers het gebruik te intensiveren, maar worden geen grote energiebesparingen verwacht. De helft van de telers zonder TI koppelt de aanschaf aan een nieuwe klimaatcomputer. In de toekomst denkt 70% van de telers op energie te besparen, waarbij meestal andere opties dan intensivering van het schermgebruik worden genoemd. Telers lijken zich nog onvoldoende bewust van de extra besparingsmogelijkheden van het scherm.

Ten aanzien van de AMvB-normen voor 2010 denkt ruim 80% dit te halen. Bij *fresia* en *Spathiphyllum* telers ligt dit op een lager niveau. Opvallend was dat niet alle telers zich bewust zijn van hun positie ten opzichte van de norm.

Workshop

Telers, onderzoekers en adviseurs zijn van mening dat gewasspecifieke condities en de teler zelf de toepassingswijze van schermen en temperatuurintegratie bepalen. Het is een afweging, waarin gewas en teeltsturing leidend zijn. Telers wijken daarbij niet gauw van hun klimaatstrategie af en belemmeren vermeende risico's de weg naar intensivering. Telers zijn van mening dat schermen een negatieve invloed hebben op horizontale temperatuurverschillen en kouval, terwijl onderzoekers dit weerspreken. Tuindersbegrippen en gevestigde oordelen spelen daarin zeker een rol.

Veel waarde wordt gehecht aan voorbeeldbedrijven, omdat ze een belangrijke inspiratiebron en vergelijkingsmaatstaf zijn. Daarnaast is het zichtbaar maken van klimaatrealisaties en hun effecten belangrijk voor het verkrijgen van inzicht.

Perspectief voor ongeschermden tomaten en fresiabedrijven

Met een scherm kan bij *tomaat*, afhankelijk van de gebruiksintensiteit, 10 tot 17% energie worden bespaard. Ondanks deze besparing blijkt een scherm nog niet direct rendabel, maar komt het wel eerder binnen bereik naarmate intensiever wordt geschermd.

Bij *fresia* is een beperkte energiebesparing haalbaar door de lage teelttemperaturen. Daarentegen kan een scherm wel energiekostenbesparend zijn, indien een contractcapaciteitsverlaging (piekscheren) haalbaar is.

Energiebesparing op sectorniveau

Wanneer alle schermende telers van *tomaat*, *komkommer*, *paprika* en *Spathiphyllum* dezelfde schermstrategie en gedrag en attitude zouden hebben als de intensief schermende telers in dit onderzoek dan kan er 42 tot 63 miljoen m³ aardgas extra worden bespaard. Dit is een besparing van 1,3-1,9% op het gasverbruik van de sector in 2002.

Conclusies

Schermggebruik en energieverbruik

1. Hoe hoger de setpoints voor RV en voor buitentemperatuur en/of stralingsniveau voor het openen/sluiten van het scherm des te meer energie wordt bespaard.
2. Een extra scherm bespaart, afhankelijk van materiaal en gebruik, extra energie.
3. De inzet van temperatuurintegratie beïnvloedt in geringe mate het schermgebruik.
4. Een energiescherm is voor tomatenbedrijven rendabel bij relatief hoge energieprijzen én een intensievere schermstrategie.

Gedrag, houding en perceptie ten aanzien van schermen

1. Schermende telers baseren hun schermstrategie in belangrijke mate op eigen kennis en ervaring. Niet-schermende telers gaan vooral af op collega's.
2. Angst voor kouval en temperatuurverschillen belemmert de helft van de telers om de vochtkierregeling toe te passen.
3. Een kwart van de telers denkt het scherm in de toekomst intensiever te benutten, maar zegt over onvoldoende ervaring en theoretische kennis te beschikken.
4. Telers zien voor temperatuurintegratie nog verbetermogelijkheden, maar verwachten daarvan een marginale energiebesparing.
5. Telers die hun positie ten opzichte van de AMvB-norm niet kennen denken vaak nog energie te moeten besparen, terwijl ze al aan de 2010 normen voldoen.
6. Voor kennisverspreiding verwachten telers veel van voorbeeldbedrijven (de demonstratieprojecten Energie Kennis Kas en Energie Optimaal Kas). Deze bedrijven spreken meer aan wanneer het raakvlakken heeft met hun eigen situatie.

Eindconclusie

Er is nog voldoende potentie om het energieverbruik van bedrijven terug te dringen door het schermgebruik te intensiveren. Voor ongeschermden tomatenbedrijven is een energiescherm bij de huidige relatief hogere energieprijzen interessanter geworden.

Telers zijn in het algemeen van mening dat ze goed bezig zijn. Daarbij hebben niet alle telers een juist beeld van hun schermstrategie. Dit belemmert (gewenste) gedragsverandering en aanpassing van het teeltregime.

Aanbevelingen

Algemeen

- Het transparant maken van het gebruik van schermen op bedrijven verdient aandacht; ook voor vergelijking met voorbeeldbedrijven.
- Maak telers bewust van hun positie ten opzichte van de AMvB-normen.
- Het wegnemen van drempels die implementatie van kennis over klimaat- en schermstrategie in de weg staan verdient nader onderzoek. Angst en vermeende risico's zijn slechte raadgevers. Daarnaast kunnen er kennislacunes bij telers zijn.

Kennisverspreiding naar schermende telers

- Hogere setpoints voor RV en hogere setpoints voor de buitentemperatuur en/of stralingsniveau (openen/sluiten scherm) leveren extra energiebesparing op zonder dat dit hoeft te leiden tot nadelige effecten. De energiebesparing kan oplopen tot 12% afhankelijk van gewas en teeltsituatie.
- Hogere setpoints voor RV gaan vaak samen met een grotere toegestane vochtkier.
- Een tweede scherm levert, afhankelijk van het schermmateriaal en gebruikswijze, extra energiebesparing op. Voorbeelden hiervan zijn een tijdelijk vast foliescherm bij komkommer (3-4%) en een zonnenscherm bij Spathiphyllum (7-10%).
- Temperatuurintegratie beïnvloedt het schermgebruik nauwelijks en hoeft intensivering van het schermgebruik niet in de weg te staan.

Kennisverspreiding naar niet-schermdende telers

- Het bereiken van de potentiële energiebesparing is een leerproces en vraagt tijd.
- Bij tomaat is een besparing van 10% haalbaar en kan oplopen tot 17% bij intensiever schermgebruik. Bij 10% energiebesparing is een scherm nog niet rendabel. Dit is wel het geval bij hogere energieprijzen en een intensiever schermgebruik.
- Bij fnesia levert een zonweringscherm door de lagere teelttemperaturen een beperkte energiebesparing op (2-2,5%). De energiekostenbesparing valt groter uit als ook een contractcapaciteitsverlaging kan worden bereikt (circa 0,25 euro/m²).

Summary

Evaluation of screen use in practice; A quantitative and qualitative analysis

Reasons for and purpose of the study

Energy screens are used in a large part (approximate 75%) of the area of greenhouse horticulture. Energy screens have an important energy saving effect. The question is whether screen use can be further improved and intensified in order to save energy. And has the use of screens become more interesting for unscreened holdings as a result of technological and economical developments? The purpose of the study is to make a quantitative analysis of screen use in practice and to gain insight into the behaviour, attitude and perception of growers with respect to use of screens.

Research approach

A survey was conducted among 43 tomato, sweet pepper, cucumber, freesia and *Spathiphyllum* growers to enquire into their climate and screen strategy and their behaviour, attitude and perceptions in relation to screen use. A mathematical model was used to quantify the screen use, energy consumption and production of holdings using screens extensively and intensively, respectively. In addition, we determined the effect of temperature integration on screen use and energy consumption. The results were presented at a workshop attended by growers, researchers and advisers, and points of interest for knowledge transfer were discussed.

Screen use and energy consumption (firms using screens extensively and intensively, respectively)

On the intensive screened *tomato* firm the screen has been used 650 hours longer than the extensive firm, in 2002. This was reached when the screen was set to open or close at a higher outside temperature and radiation level. The use of an intensive screen strategy could save the extensive firm c. 12% of energy.

With *cucumbers* the difference in screen hours was almost 600 hours. More screen hours were mainly the result of a higher relative humidity setting and more generous settings for opening and closing. In addition a second, foil, screen yields nearly 4% additional energy saving. A more intensive screen strategy on the extensive holding is partly expressed in the number of screen hours and in the energy consumption (minus 5%). Temperature integration saves the intensive holding 11% of energy; the number of screen hours is scarcely affected.

There is an enormous difference in screen hours between the *sweet pepper* holdings (1.665). The extensive holding has hardly any screen-gap hours during the night, while the intensive holding applies high settings for relative humidity and outside temperature. The application of an intensive screen strategy on the extensive holding would result in a calculated saving of 12%. The use of temperature integration scarcely affects the number of

screen hours; without temperature integration, energy consumption on the intensive holding is 12% higher.

Table 1 Number of screen hours of the extensive and the intensive screened firm in 2002 and the potential energy saving on the extensive firm with the more intensive screen strategy

Crop	Intensive screened firm	Extensive screened firm	
	Number of screen hours per year	Number of screen hours per year	Energy saving by the more intensive screen strategy (%)
Tomato	1,690	1,040	12
Cucumber	2,278	1,683	5
Paprika	3,211	1,546	12
Freesia	593	522	0,4
Spathiphyllum	3,656	3,638	7

The *freesia* holdings screen on a limited scale (low growing temperature) and differ little in screen hours. Because of this, there is little effect on energy consumption.

The *Spathiphyllum* holdings screen a lot (high growing temperature), but there is little difference in screen strategy and screen hours. On the intensive holding a second, shading, screen yields 10% additional energy. The more intensive screen strategy (including additional screen) saves the extensive holding 7% of energy.

Behaviour, attitude and perception of screen-using growers

Nearly all the holdings screen both at night and during the day to save energy. *Spathiphyllum* growers screen throughout the year (high growing temperature). The majority of growers control the closing and opening of the screen with a combination of settings (outside temperature, radiation and/or astronomical time). Fruitvegetable growers, in particular, were able to monitor their screen hours from recorded figures.

Only a half of the holdings with a humidity control of the slit actually applied it. Fear of cold fall and temperature difference inhibited growers from applying it. Humidity problems are a regular occurrence and are expressed particularly in fungal diseases. Over two-thirds of the holdings have temperature integration, but only half of them actually use it. Growers who apply it are overwhelmingly positive, although they do intervene regularly.

A quarter of the growers envisaged potential for the intensification of screen use. About 35% of the growers said they still have insufficient knowledge for this. Two-thirds of the growers saw a potential for improved temperature integration. Some growers applied the principle of temperature integration, but using different settings.

Only 20% of the growers expected to intensify screen use in the future. It is striking that this did not include any tomato growers, not even those who recently acquired a screen. The sometimes wide differences in screen strategy between holdings, however, provide a starting point for optimisation. Half of the growers expected to intensify the use of temperature integration, but no great energy savings were expected. Half of the growers without temperature integration linked the acquisition to a new climate computer; some

applied the principle of temperature integration in another manner. Seventy % of the growers were thinking about saving energy in the future, but usually referred to other options than optimisation of screen use. Growers still seemed to be insufficiently aware of the extra energy-saving possibilities of screens.

Over 80% thought that they would achieve the energy consumption standards for 2010. The percentage was lower for freesia and *Spathiphyllum* growers. It was noteworthy that not all the growers were aware of their position relative to the standard.

Workshop

Growers, researchers and advisers believed that crop-specific conditions and the grower himself determine the level of screen use and temperature integration. It is a weighing up in which crop and growing control are the principal factors. Growers don't deviate easily from their climate strategy and supposed risks inhibited intensification. Growers believed that screens adversely affect horizontal temperature differences and cold fall, but researchers denied this. Grower's preconceptions and prejudices certainly played a part here.

Growers attached much value to model holdings, because they are an important source of inspiration and a comparison yardstick. In addition, the making apparent of the actual climatic conditions and their effects is important for gaining understanding.

Prospects for unscreened tomatoes and freesia holdings

With a energy screen *tomato* growers can save 10-17% energy, depending on the use intensity. In spite of this saving a screen does not bring an immediate return, but a return does come within reach as screening becomes more intensive.

With *freesias* the low growing temperatures mean that only a limited energy saving is achievable, but a screen can save energy costs if a reduction of contract capacity (peak reduction) can be obtained.

Energy saving at the sector level

If all the screen-using tomato, cucumber, sweet pepper and *Spathiphyllum* growers adopted the same screen strategy, behaviour and attitude as the intensively screening growers in this study, an additional saving of 42 to 63 million m³ of natural gas could be achieved. This is a saving of 1.3-1.9% of the greenhouse industry's gas consumption in 2002.

Conclusions

Screen use and energy consumption

1. The higher the settings for relative humidity and outside temperature and/or radiation level for opening and closing the screen, the greater the energy saving.
2. Depending upon the material and use, an additional screen saves additional energy.
3. The use of temperature integration has little effect on screen use.

4. An energy screen becomes a paying proposition for tomato holdings when energy prices are relatively high and a more intensive screen strategy is adopted.

Behaviour, attitude and perception relative to screens

1. Screen-using growers base their screen strategy to a large extent on their own knowledge and experience. Non-screen-using growers largely emulate their fellow growers.
2. Fear of cold fall and temperature differences inhibit a half of the growers from applying the humidity control of the slit.
3. A quarter of the growers think that they will use a screen more intensively in the future, but say that they have insufficient experience and theoretical knowledge. Non-screen-using growers have a more positive attitude towards screens.
4. Growers see possibilities of improved temperature integration, but expect only a marginal energy saving from it.
5. Growers who are ignorant of their position relative to the energy consumption standards think that they still have to save energy when they actually already satisfy the 2010 standards.
6. Growers have high expectations of model holdings for knowledge diffusion (the Greenhouse Energy Knowledge and Greenhouse Optimum Energy demonstration projects). These holdings appeal more when they have points of contact with the growers' own situation.

Final conclusion

There is still sufficient potential for reducing the energy consumption of holdings through intensification of screen use. The use of screens on tomato holdings has become more interesting with the current relatively higher energy prices. Growers generally believe that they are doing the right thing. However, growers do not always have an accurate picture of their screen strategy. This inhibits desirable behaviour change and adjustment of the growing regime.

Recommendations

General

- Thought should be given to revealing the actual use of screens on holdings; this could also be useful for comparison with model holdings.
- The importance of higher settings for relative humidity and of higher outside temperature and/or radiation level (screen opening and closing) for energy saving merits more attention in the communication with growers.
- Make growers aware of their position relative to the energy consumption standards.
- There should be further research into the removal of obstacles to the implementation of knowledge of climate and screen strategy. Fear and supposed risks are poor counsellors. In addition, there may be knowledge gaps among growers.

Knowledge transfer to screen-using growers

- Higher settings for relative humidity and higher settings for the outside temperature and/or radiation level (screen opening and closing) yield additional energy saving without this necessarily leading to adverse effects. The energy saving can amount to 12%, depending on the crop and growing situation.
- Higher settings for relative humidity often accompany a greater permitted humidity slit.
- Depending on the screen material and mode of use, a second screen yields additional energy saving. Examples of this are a temporarily fixed foil screen for cucumbers (3-4%) and a shading screen for *Spathiphyllum* (7-10%).
- Temperature integration influences screen use little, if at all, and need not stand in the way of intensification of screen use.

Knowledge transfer to non-screen-using growers

- The achievement of potential energy saving is a learning process and needs time.
- With tomatoes, a saving of 10% is achievable and can rise to 17% with more intensive screen use. At current energy prices and 10% energy saving a screen is not yet a paying proposition, but it does become one at higher energy prices and/or a more intensive screen use.
- For freesia, because of the lower growing temperatures, a shade screen yields a limited energy saving (2-2.5%). The energy cost saving will be greater if a contract capacity reduction can also be achieved (approximate 0.25 euro/m²).

1. Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de glastuinbouw is op bijna driekwart van het areaal een energiescherm aanwezig. Hier- van betreft het in circa 95% van de gevallen een beweegbaar scherm. Gewassen waar weinig wordt geschermd zijn onder andere tomaat en de (energie-)extensieve gewassen. De nadelige effecten van een scherm, zoals lichtverlies, ongunstige klimaateffecten en/of geringe energiebesparing weerhouden deze telers tot aanschaf over te gaan. Daarnaast dateert kwantitatieve informatie reeds van enige tijd geleden.

Uit een praktijkevaluatie van het scherm bij tomaat (Van der Sluis et al., 1995) bleek dat de energiebesparing sterk afhankelijk is van de gebruiksduur. De gebruiksduur liep uit- een van een paar honderd uur tot ruim 2.000 uur op jaarbasis met een bijbehorende brandstofbesparing van 2 en 12 m³ per m².

Bij andere gewassen waar schermen op grote schaal worden gebruikt zoals paprika, komkommer, roos en potplanten, wordt meer uren geschermd dan bij tomaat. Ook hierbij zullen er in de praktijk grote verschillen bestaan in gebruiksduur. De vraag is of de ge- bruiksduur van het scherm uit het oogpunt van energiebesparing kan worden geïntensiveerd.

Bij gewassen waar een scherm nog geen gemeengoed is, is de vraag of de nadelige effecten nu nog steeds in dezelfde mate optreden als voorheen. In de bedrijfsvoering (zoals rassen, teeltwijze en klimaatbeheersing) en bedrijfsuitrusting (zoals lichtere kassen, schermtypen en schermtechniek) hebben zich ontwikkelingen voorgedaan, waardoor de huidige situatie niet vergelijkbaar is met jaren geleden.

Daarnaast is door de liberalisering van de aardgasmarkt de toepassing van schermen uit het oogpunt van energiekostenbeheersing (met name door piekscheren) in een gunstiger daglicht komen te staan. Zo hebben met name tomatentelers vanaf 2001 energieschermen versneld aangeschaft.

Door de toegenomen kennis over en ervaring met energieschermen ontstaan moge- lijkheden om het schermgebruik te intensiveren en extra energiebesparing te behalen. Daarnaast kunnen de inzichten en ervaringen met een energiescherm de toepassing bij on- geschermden bedrijven eerder binnen handbereik brengen.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is:

- het inventariseren en analyseren (kwalitatief en kwantitatief) van de gebruikswijze van energieschermen onder praktijkomstandigheden. Tevens wordt daarbij de inter- actie met temperatuurintegratie meegenomen;
- het bepalen van het perspectief van energieschermen voor ongeschermden gewassen;

- het aandragen van bouwstenen voor kennisoverdracht.

Het onderzoek richt zich op glastuinbouwgewassen waar energieschermen reeds een aantal jaren op grote (>80% van het areaal) of op beperkte schaal (10-20% van het areaal) voorkomen. Hiervan kan een leereffect worden verwacht voor andere bedrijven met dat gewas.

De aandacht concentreert zich daarbij op de volgende gewassen:

- overwegend geschermd gewassen: komkommer, paprika en Spathiphyllum;
- deels geschermd gewassen: tomaat en fnesia.

In de studie zal bij tomaat en fnesia behalve bij geschermd bedrijven ook bij enkele ongeschermd bedrijven informatie worden verzameld.

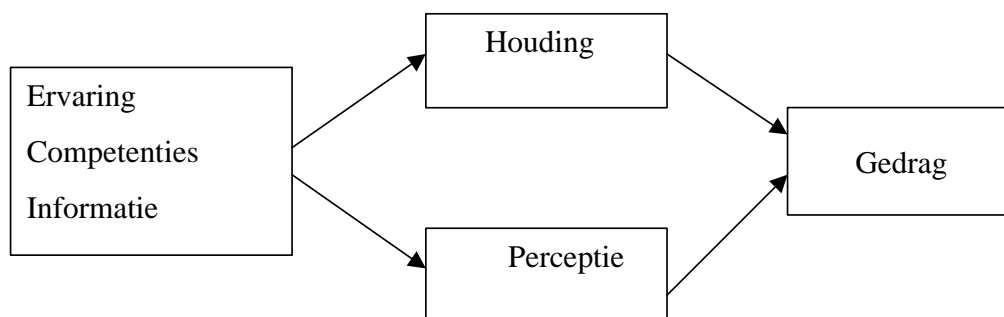
1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 beschrijft de probleem en doelstelling. In hoofdstuk 2 wordt de gevolgde werkwijze uiteengezet. In de hoofdstukken 3, 4, 5 en 6 worden de resultaten gepresenteerd ten aanzien van het schermgebruik in relatie tot energieverbruik, het gedrag ten aanzien van schermen respectievelijk het economisch perspectief bij ongeschermd gewassen. In hoofdstuk 7 wordt de potentiële besparing op sectorniveau aangegeven. De conclusies en aanbevelingen zijn in hoofdstuk 8 opgenomen.

2. Materiaal en methode

2.1 Opzet

Het onderzoek omvat een enquête onder telers met vragen over de klimaat(regel)strategie, het schermgebruik, de interactie met temperatuurintegratie en het telersgedrag ten aanzien van schermen en temperatuurintegratie. Voor de samenstelling van de vragen is gebruikgemaakt van de enquête en de onderliggende theoretische concepten uit de studie 'Ondernemen met energie' (Verstegen et al., 2003). Hierbij is het volgende model aangehouden:



Voor de onderdelen van dit model zijn in de enquête vragen opgenomen.

Daarnaast is per gewas voor een intensief en een extensief geschermd bedrijf gedetailleerde gegevens verzameld over bedrijfsuitrusting, teelt- en klimaatstrategie. De keuze van het extensief en het intensief geschermd bedrijf is gedaan op basis van onder meer aantal uren schermen, setpoints voor sluiten en openen, enzovoort. Op basis van deze detailinformatie is een simulatie uitgevoerd met een rekenmodel om het schermgebruik, het energieverbruik en de productie-effecten te kwantificeren. Hierbij is eerst het schermgebruik en het energieverbruik in de bestaande situatie in kaart gebracht. Vervolgens zijn de schermsetpoints van het extensief en het intensief geschermd bedrijf omgewisseld om het effect op het schermgebruik en energieverbruik na te gaan.

In een workshop zijn de resultaten teruggekoppeld naar de geïnterviewde telers, onderzoek en voorlichting gericht op het ontwikkelen van kennisproducten voor voorlichting en praktijk.

Op basis van de resultaten is tevens een economische beoordeling uitgevoerd van een (energie)schermd bedrijf voor ongeschermd bedrijf met tomaat of fnesia.

2.2 Data en informatie

Met medewerking van LTO-Groei-service en particulier adviseur Pronk hebben in totaal 43 telers deelgenomen aan het onderzoek. De geïnterviewde bedrijven waren gesitueerd in het Zuid-Hollands glasdistrict (33) en in Noord-Limburg (10).

Hiervan hebben 36 bedrijven een scherm en 7 bedrijven geen scherm. In tabel 2.1 zijn de belangrijkste kenmerken van de deelnemende bedrijven weergegeven.

Tabel 2.1 Kenmerken deelnemende bedrijven aan het onderzoek

Aantal bedrijven	Zonder scherm	Met scherm	Geschermden bedrijven met		
			vochtkierregeling	TI-regeling	groeilicht
Tomaat	2	7	6	6	0
Fresia	4	6	4	5	5
Spathiphyllum	0	8	8	5	5
Komkommer	0	7	7	5	0
Paprika	1	8	8	4	0
Totaal	7	36	33	25	10

Van alle bedrijven is een enquête afgenomen. In de enquête is informatie verzameld over ondernemer, bedrijf, teelt, algemene klimaatstrategie en energieverbruik en een schets van het bedrijf en het verwarmings- en teeltsysteem. Tevens is informatie verzameld over zaken die van invloed zijn op de besluitvorming van ondernemers. De vragenlijst is in bijlage 1 weergegeven. De vragenlijst betreft die voor een geschermd bedrijf. Voor het ongeschermd bedrijf is de vraag over het huidige gebruik van het scherm niet relevant. Vanuit deze enquête zijn per gewas een intensief en een extensief schermend bedrijf gekwantificeerd

Voor deze intensief en extensief schermende bedrijven zijn aanvullende gegevens verzameld over de bedrijfsopzet, teelt- en klimaatstrategie. Deze gegevens vormen de input voor een rekenmodel, waarmee het schermgebruik, het energieverbruik en de productie-effecten zijn gekwantificeerd. Een voorbeeld voor het gewas tomaat is in bijlage 2 opgenomen.

In een workshop, gehouden in 2004, zijn de resultaten besproken met telers, onderzoek en voorlichting. Daarnaast zijn enkele stellingen besproken om argumenten helder te krijgen. Doel van de workshop is het verkrijgen van informatie die als basis kan dienen voor het opstellen van kennisproducten ten behoeve van voorlichtingsdoeleinden. De bevindingen in de workshop zijn teruggekoppeld naar de deelnemende telers in de vorm van een flyer voor de workshop 'Gebruikswijze van energieschermen in de praktijk' (2004).

2.3 Gegevensverwerking

Enquête

De selecte steekproef (verdeeld over verschillende gewassen) beperkt de mogelijkheden voor statistische betrouwbare uitspraken. Daarom is een eenvoudige statistische analyse

uitgevoerd. Hierbij zijn de geschermden bedrijven ingedeeld naar gewas. Achtergrond is dat het schermgebruik en het gedrag ten aanzien van schermen sterk afhankelijk is van het betreffende gewas. De aangehouden setpoints voor schermen zijn gewasspecifiek en zijn mede gebaseerd op kennis en (jarenlange) ervaringen in de praktijk. Daarbij spelen ook de verschillende teeltcondities en -omstandigheden tussen de gewassen een rol zoals het gebruik van scherm als zonwering (fresia en Spathiphyllum), grondkoeling (fresia) en groeilicht (fresia en Spathiphyllum).

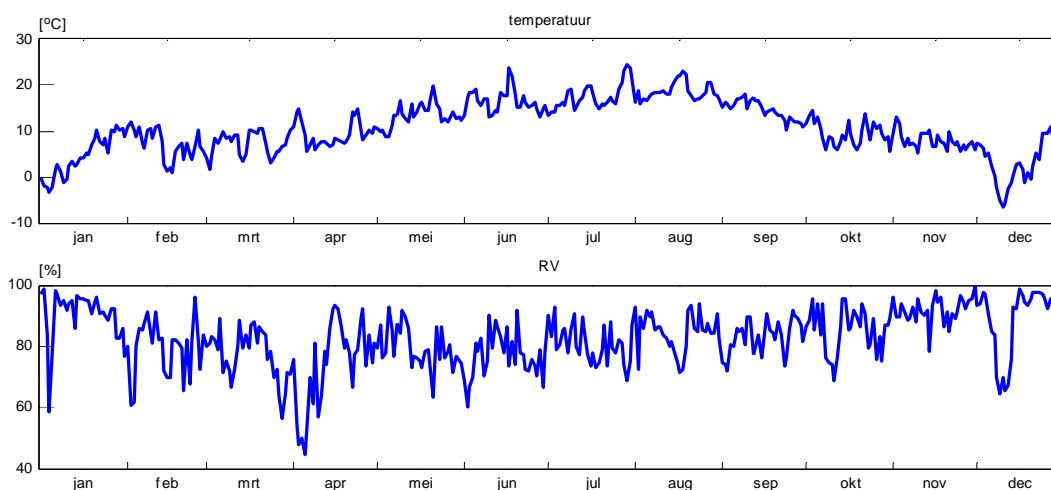
De resultaten zijn uitgesplitst naar gedrag, houding en perceptie.

Simulatieberekeningen

Van 10 bedrijven met 5 gewassen zijn de verzamelde detailgegevens over bedrijfsopzet, teelt- en klimaatstrategie in het rekenmodel KASPRO van A&F gebruikt om het schermgebruik, energieverbruik en productie-effecten te kwantificeren. In bijlage 3 wordt het rekenmodel KASPRO uitgebreider toegelicht.

De berekeningen zijn als volgt uitgevoerd:

- berekende gasverbruiken afstemmen op de gemeten gasverbruiken;
- gerealiseerd schermgebruik en klimaat;
- invloed temperatuurintegratie op het schermgebruik;
- omwisselen schermstrategie (van intensief naar extensief en vv);
- fotosynthese;
- uitschakelen scherm (tomaat).



Figuur 2.1 Daggemiddelde buitentemperatuur en RV van het jaar 2002 (De Bilt)

Om het berekende verbruik te matchen met het gemeten gebruik, is gebruikgemaakt van het klimaat uit De Bilt van het jaar 2002. Hierdoor kunnen er verschillen zijn met de werkelijk opgetreden buitenomstandigheden op de bedrijven, omdat de bedrijven gespreid over het land liggen. In figuur 2.1 is van de gebruikte weergegevens de daggemiddelde buitentemperatuur en RV weergegeven. Met name in periode 13 is er een zeer koude week

geweest. Het grootse aandeel in het energiegebruik is benut voor het handhaven van de teelttemperatuur. Op de tweede plaats staat in het algemeen de vochtregulatie.

Uit de geleverde parameters met bedrijfsuitrusting en de setpointinstellingen is gebleken, dat bij een aantal telers de gebruikte bedrijfsuitrusting niet of niet goed in Kaspro geïntegreerd zijn. Dit betreft grondverwarming (fresia), dubbel scherm (Spathiphyllum en komkommer) en combinaties van onder meer wk-i voor de grondkoeling en manieren van regelen.

De uitkomsten zijn het resultaat van berekeningen met setpoints, zoals deze uit de interviews en aanvullende gegevens naar voren zijn gekomen. In bijlage 2 zijn de belangrijkste parameters voor het gewas tomaat opgenomen. Bij de meeste teelten is er in de vroege herfst/winterperiode (periode 9-12) soms een erg forse afwijking tussen berekende en gemeten waarde. Uit extra contact bleek, dat telers afhankelijk van de omstandigheden de setpoint instellingen soms sterk wijzigen.

In de enquête is onderscheid gemaakt tussen (eigen) gasgebruik en warmte van derden. Deze warmtestroom van derden is omgerekend naar m^3 aardgas en is in het gemeten totaal opgenomen. Voor de warmtekrachtinstallatie (op 2 bedrijven aanwezig) is voor het gasgebruik van de installatie alleen het deel van het gasgebruik dat als warmte is geleverd in de tabel opgenomen. Op beide bedrijven is het thermisch rendement van de installatie op 50% gesteld.

Als voorbeeld zijn voor tomaat de berekende en gemeten verbruiken in bijlage 4 weergegeven.

Na vaststelling van de definitieve inputgegevens van de bedrijven voor het rekenmodel is een analyse van schermgebruik en het energieverbruik uitgevoerd.

Van de door het model berekende waarden, zoals kasluchttemperatuur, schermstand en RV, zijn overzichten gemaakt. Hiervoor zijn in principe alle uren van het jaar 2002 gebruikt, echter de uren gedurende de teeltwisseling (geldt alleen voor de glasgroentebedrijven) zijn uit deze berekeningen weggefilterd. Bij het vergelijken van de verschillende teelten moet dan ook in het achterhoofd gehouden worden dat de teeltperiode kan verschillen, wat invloed heeft op het absolute aantal schermuren.

Om de resultaten enigszins te kunnen uniformeren worden voor 4 combinaties van schermgebruik de gegevens nader beschouwd. Onderscheid wordt gemaakt tussen dag en nacht en tussen scherm dicht of scherm op een kier. De gegevens worden in de combinaties zoals weergegeven in figuur 2.2 uitgewerkt.

Dagdeel schermstand	Dag globale straling $> 6.7 \text{ W/m}^2$	Nacht globale straling $< 6.7 \text{ W/m}^2$
Kier (90 < schermstand < 100%)	KD	KN
Dicht (schermstand 100%)	DD	DN

Figuur 2.2 Combinatie van schermstand en dagdeel waarvoor de berekende waarden zijn bepaald

Het onderscheid tussen dag en nacht is gemaakt door de uren waarop de globale straling kleiner is dan $6,7 \text{ W/m}^2$ tot de donkerperiode te rekenen en de uren met een globale straling van meer dan $6,7 \text{ W/m}^2$ tot de lichtperiode. Hierdoor ontstaat op jaarbasis een

50/50-verdeling van dag en nacht, omdat voor de zonsopkomst en na de zonsondergang er al wat globale straling gemeten kan worden.

Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

De schermregeling kan op vele manieren gerealiseerd worden en deze is vaak weer afhankelijk van de klimaatcomputerfabrikant. In alle berekeningen is met één schermregeling gewerkt. Hierbij wordt het scherm gesloten als de buitentemperatuur onder een bepaald niveau komt en het donker wordt, of een andere instelbare combinatie van buitentemperatuur en stralingsniveau bereikt wordt. Het openen gebeurt op vergelijkbare wijze. Bij het openen wordt tussen 100 (scherm is dicht) en 95% schermstand het scherm met stappen van 0,5% geopend met telkens een wachttijd van 2 minuten, dit om kouval te voorkomen. Mocht het vochniveau te hoog oplopen, dan wordt afhankelijk van de instellingen eventueel een vochtmier getrokken. Bij een vochtmier wordt het scherm in stappen van 0,5% geopend, waarbij na iedere stap 6 minuten wordt gewacht wat de gevolgen op de RV zijn en afhankelijk van de RV ontwikkeling wordt het scherm verder geopend of eventueel weer een stap gesloten.

Voor iedere combinatie uit tabel 2.2 zijn de volgende parameters uitgewerkt:

- het setpoint RV in een drietal klassen;
- de afwijking van de RV van de kaslucht ten opzichte van het setpoint RV;
- het aantal uren dat het scherm in een bepaalde schermstandklasse heeft gestaan;
- het totaal aantal uren schermgebruik in de verschillende gedefinieerde perioden;
- de gemiddelde kasluchttemperatuur;
- het gemiddelde setpointverwarmen van de kaslucht.

Invloed temperatuurintegratie op schermen

Op twee bedrijven (met komkommer en paprika) wordt gebruikgemaakt van temperatuurintegratie (TI). Met het simulatiemodel is een berekening uitgevoerd waarbij de TI van het betreffende bedrijf is uitgeschakeld en alle overige parameters gelijk gebleven zijn. De gevolgen van de TI op de periodieke gasgebruiken met TI en zonder TI en de gevolgen hiervan op het gerealiseerde klimaat worden gepresenteerd.

Omwisselen schermstrategie

Er zijn soms grote verschillen in de schermstrategieën van de bedrijven, omdat bij de selectie van bedrijven rekening is gehouden met (waar mogelijk) een intensief en een extensief geschermd bedrijf. Modelmatig is het eenvoudig om de schermstrategieën van deze twee bedrijven om te wisselen. Hierbij wordt het toegepaste schermtype ook mee gewisseld omdat de gekozen setpoints van de schermstrategie afhankelijk zijn van het toegepaste schermdoekmateriaal. De verschillen in schermstrategie tussen de twee bedrijven zijn nader bekeken.

Gewasproductie

Met behulp van Kaspro kan ook de fixatie van CO₂ door het gewas en daarmee de drogestofproductie berekend worden. Dit is de totale productie, waarvan een deel in blad en stengel wordt omgezet, een deel benodigd is voor het onderhoud en een deel in oogstbaar product.

De fotosynthese is afhankelijk van een groot aantal kasparameters zoals diffuse en directe straling, het CO₂-niveau in de kas, de gewastemperatuur, het bladoppervlak (LAI) en de bladweerstand (onder andere grootte van het blad en het type gewas).

3. Schermgebruik en energieverbruik

In dit hoofdstuk worden per gewas de resultaten gepresenteerd over het gerealiseerd schermgebruik en klimaat, de invloed van temperatuurintegratie, het modelmatig omwisselen van de schermstrategie en de gewasproductie. Voor tomaat zijn ook de resultaten beschreven indien geschermd bedrijven geen scherm zouden hebben.

3.1 Tomaat

3.1.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

Uit tabel 3.1 blijkt dat er op het bedrijf tom1 maar een relatief beperkt aantal uren wordt geschermd. Het totaal aantal schermuren tom1 is circa 60% van dat van tom2 (1.040 respectievelijk 1.690 uur). Op beide bedrijven wordt gedurende de dagperiode niet of maar zeer beperkt geschermd; bij tom1 zijn het uren die behoren bij het openlopen van het scherm vanuit een gesloten situatie. Dit kan ook worden afgeleid uit de gemiddeld 0,5°C lagere kasluchttemperatuur dan het setpoint verwarmen. Het setpoint RV ligt meestal boven de 87,5%. Opvallend is dat op het tom2 vrijwel niet gekierd wordt (minder dan 10% van de totale schermtijd) en dat als er al gekierd wordt op beide bedrijven de kierstand klein is (0 - 1%).

Tabel 3.1 Gerealiseerde klimaat en schermgebruik van tomatenbedrijven tom1 en tom2

Parameter	Eenheid	Periode							
		tom1				tom2			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	1	4	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	18	43	0	11	707	93	0	10
Setpoint RV > 87,5	uur	825	138	0	0	762	27	63	28
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	708	83	0	6	861	40	44	28
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	136	91	0	3	328	38	16	9
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	11	0	2	280	42	3	1
90 < schermstand < 95%	uur	-	23	-	2	-	15	-	2
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	4	-	7	-	21	-	12
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	29	-	2	-	13	-	6
99 < schermstand < 100%	uur	-	129	-	0	-	71	-	18
Schermstand = 100%	uur	844	-	0	-	1.469	-	63	-
Totaal uren	uur	844	185	0	11	1.469	120	63	38
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	17,3	17,1	-	16,7	17,1	17,4	18,9	18,5
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	17,3	16,7	-	17,2	17,1	17,2	18,6	18,4

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Afhankelijk van het tijdstip in het uur waarop het scherm opent of dicht loopt, kan de uurgemiddelde schermstand dan voldoen aan één van de gekozen schermstandklassen. Hierdoor kan het lijken alsof er gekierd is, terwijl dit het gevolg kan zijn van een dichte naar open schermstand. Hetzelfde effect is te zien bij het tom2, dat geen vocht kier toepast, maar in totaal 158 uur een kierstand heeft.

3.1.2 Omwisselen schermstrategie

Uit 3.1.1 blijkt dat tom2 een intensief en tom1 een extensief geschermd bedrijf is. Het toegepaste schermdoekmateriaal op beide bedrijven is gelijk. Bij tom2 wordt gemiddeld gesproken bij hogere buitentemperaturen al/nog geschermd en wordt het scherm iets later geopend (bij meer licht). In bijlage 2 zijn de verschillen in schermstrategie tussen de twee bedrijven weergegeven.

De gevolgen van het omwisselen van de schermstrategieën op het klimaat en het schermgebruik zijn in tabel 3.2 gepresenteerd. Het intensief geschermd bedrijf is door de extensievere schermstrategie 12% meer gaan verbruiken. Het omgekeerde geldt voor het extensief geschermd bedrijf, dat 11% gaat besparen.

De besparing met de schermstrategie van het intensief schermende bedrijf kan niet één op één worden overgedragen op het extensief schermende bedrijf bij het omwisselen van de schermstrategie. Er zijn immers setpoints, zoals bijvoorbeeld het setpoint RV en in mindere mate het setpoint verwarmen, die niet mee worden gewisseld, maar wel het schermgebruik kunnen beïnvloeden. Zo kan het setpoint RV meer of minder kierstand veroorzaken, met name in combinatie met het setpoint scherm sluiten/openen (setpoint: maximum buitentemperatuur waarop scherm nog sluit en het setpoint: stralingsniveau waarop scherm open/dicht gaat).

Het berekende energiegebruik in de zomerperiode is onafhankelijk van de gekozen schermstrategie, omdat beide bedrijven dan niet schermen.

Vergelijking van tabel 3.1 en tabel 3.2 laat zien dat het aantal schermuren door het omwisselen van de schermstrategieën meer dan volledig mee wisselen. Van een verschil van circa 650 uur loopt dit op tot circa 960 uur. Dit kan onder andere verklaard worden doordat de teeltwisselingsperiode van tom2 een week langer (168 potentiële schermuren) is, en niet mee gewisseld is. Daarnaast is uit analyse gebleken dat de openloopstrategie van het scherm hierop ook invloed heeft. Om kouval te voorkomen wordt er bij het openlopen van het scherm rekening gehouden met de schermstand. Is deze dicht op het moment dat het scherm geheel geopend mag worden, dan wordt er een kleine stap gezet en vervolgens gewacht. Deze strategie geldt tussen 100 en 95% schermstand. Iedere 2 minuten wordt het scherm 0,5% geopend. Staat het scherm op een kier, dan zal het scherm dus sneller geheel open zijn dan in een situatie waar het scherm dicht is. Dit komt vervolgens ook tot uitdrukking in de uurgemiddelde schermstand waardoor deze in een andere schermstand klasse valt, of zelfs buiten een klasse valt.

Tabel 3.2 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de tomaatbedrijven bij de omgewisselde schermstrategieën

Parameter	Eenheid	Periode							
		tom1 met s2				tom2 met s1			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	12	8	16	18	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	70	58	112	18	164	102	0	5
Setpoint RV > 87,5	uur	1.521	52	10	2	560	106	0	4
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.135	47	42	22	631	92	0	6
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	430	36	6	8	93	112	0	3
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	38	35	90	8	0	4	0	0
90 < schermstand < 95%	uur	-	15	-	2	-	23	-	0
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	17	-	10	-	4	-	5
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	12	-	6	-	39	-	4
99 < schermstand < 100%	uur	-	74	-	20	-	142	-	0
Schermstand = 100%	uur	1.603	-	138	-	724	-	0	-
Totaal uren	uur	1.603	118	138	38	724	208	0	9
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	17,4	17,4	18,1	18,6	17,2	17,0	-	17,5
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	17,3	17,2	17,2	18,3	17,2	16,7	-	17,7

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

3.1.3 Gewasproductie

Tussen de twee tomatenbedrijven is er maar een klein verschil in de jaarsom drogestofproductie zoals uit tabel 3.3 is op te maken.

Tabel 3.3 Jaarsom drogestofproductie van de bedrijven tom1 en tom2 met de standaardscherfstrategie en de omgewisselde schermstrategie

	Tom1	Tom1 met s2	Tom2	Tom2 met s1
Drogestofproductie [kg/(m ² jr)]	12,68	12,66	12,66	12,70

De verschillen zijn als gevolg van het omkeren van de schermstrategie marginaal (minder dan 1%). Dit is niet verrassend omdat de wijze waarop het scherm in de ochtend wordt gebruikt (het stralingscriterium waarop het scherm wordt geopend) vrijwel de enige mogelijkheid is waarop de schermstrategie de productie kan beïnvloeden. Zoals blijkt uit bijlage 2 schermt tom2 in de periode van 20 dec (de plantdatum) tot 1 februari iets meer (het scherm gaat pas bij 20 W/m² open in plaats van bij 5 W/m²) en in de rest van het jaar (behoudens de teeltwisselingsperiode) trekt tom2 het scherm zelfs wat eerder los. De consequentie van dit verschil is dat tom2 misschien zo'n 30 uur meer schermuren overdag heeft dan tom1 en daarmee nog geen 0,5% van het aantal uren met daglicht een lagere lichtintensiteit in zijn kas heeft.

3.1.4 Uitschakelen scherm

Voor beide tomatenbedrijven zijn ook berekeningen gemaakt, waarbij het scherm is uitgeschakeld. De resultaten hiervan zijn in tabel 3.4 vermeld.

Tabel 3.4 *Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voor twee tomatenbedrijven met en zonder scherm*

Bedrijf periode	Tom1		Tom2	
	berekend met scherm	berekend zonder scherm	berekend met scherm	berekend zonder scherm
1	6,2	7,7	5,0	6,9
2	5,3	5,9	4,7	5,8
3	5,1	5,6	4,5	5,5
4	4,5	4,7	4,0	5,1
5	3,4	3,4	3,4	3,6
6	2,6	2,6	2,6	2,6
7	2,2	2,2	2,4	2,4
8	2,0	2,0	2,2	2,2
9	2,2	2,2	2,2	2,2
10	2,9	2,9	2,8	2,8
11	4,2	4,3	4,5	4,6
12	4,3	5,1	3,7	4,9
13	3,6	4,6	2,2	3,4
totaal	48,5	53,2	44,2	51,9
relatief	100	110	100	117

Het gebruik van het energiescherm heeft op beide bedrijven een forse besparing tot gevolg. Het extensieve bedrijf (tom1) en het intensieve bedrijf (tom2) hebben een besparing van 10 respectievelijk 17% bereikt door het toepassen van het scherm. Hierbij is verondersteld dat beide bedrijven dezelfde setpointinstellingen aanhouden indien er geen scherm toegepast zou worden. In de praktijk zullen waarschijnlijk wel setpointwijzigingen worden doorgevoerd indien er geen scherm aanwezig is.

In de berekeningen, is de gehele scherminstallatie (modelmatig) verwijderd. Hierdoor zal er meer licht op het gewas terechtkomen, wat ook gevolgen zal hebben voor de fotosynthese. De drogestofproductie neemt dan voor tom1 en tom2 met 2,3 respectievelijk 2,4% toe ten opzichte van de situatie met scherm (zie tabel 3.3).

Gerekend is met een lichtonderschepping van de scherminstallatie van 3%. Kijkend naar de vaak toegepaste lichtproductie vuistregel (1% meer licht is 1% meer productie), is hier sprake van een 0,8% productieverandering per % licht. De relatieve productiewinst bij een hogere lichtdoorlaat van de kas, is overigens door het jaar heen niet constant (De Zwart, 1996, blz. 137).

Samenvattend laat het voorgaande zien dat een intensievere schermstrategie bij tomaten een behoorlijke energiebesparing kan opleveren. Ditzelfde geldt als ongeschermden bedrijven tot toepassing van een scherm zouden overgaan. Wel moet er rekening worden gehouden met een effect op de gewasproductie.

3.2 Komkommer

3.2.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

In tabel 3.5 zijn voor de bedrijven kom1 en kom2 de resultaten uitgewerkt. Op kom2 wordt een relatief beperkt aantal uren geschermd gedurende de dagperiode in vergelijking met kom1. Het setpoint RV ligt bij kom1 meestal boven de 87,5% en zijn op de momenten dat er gekierd wordt, de meeste uren met de grootste overschrijding van de RV ten opzichte van het setpoint RV. Dit zal ook de oorzaak zijn van het kieren. Bij het kieren gedurende de dagperiode vallen de meeste uren in de klasse met een schermstand tussen de 95 en 97,5%, de klasse waarin ook de maximale schermkier (4%) valt. Gedurende de nachtperiode ligt dit bij kleinere kierstanden. Dit is tevens de verklaring dat tijdens de nachtperiode de meeste uren in de RV overschrijdingsklasse -2,5 - +2,5% vallen.

Dat tijdens het kieren gedurende de dagperiode naar verhouding veel uren vallen in de RV overschrijdingsklasse groter dan +2,5%, is ook het gevolg van de gekozen setpoint-instellingen op dit bedrijf, waarbij in de nanacht/vroege ochtend een RV setpointverlaging wordt doorgevoerd. Dit blijkt ook nog eens uit het naar verhouding grote aandeel uren dat valt in de RV setpointklasse 82,5 - 87,5%.

Tabel 3.5 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de komkommerbedrijven kom1 en kom2

Parameter	Eenheid	Periode							
		kom1				kom2			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	206	162	77	141	1.063	243	68	140
Setpoint RV > 87,5	uur	1.133	315	117	127	105	2	10	52
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.165	45	190	20	778	50	62	47
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	173	376	4	113	291	19	12	47
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1	56	0	135	99	176	4	98
90 < schermstand < 95%	uur	-	11	-	13	-	14	-	17
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	116	-	167	-	0	-	9
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	141	-	44	-	81	-	110
99 < schermstand < 100%	uur	-	209	-	44	-	150	-	56
Schermstand = 100%	uur	1.339	-	194	-	1.168	-	78	-
Totaal uren	uur	1.339	477	194	268	1.168	245	78	192
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	18,6	17,4	21,2	19,5	17,9	18,1	19,5	20,4
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	18,5	17,3	20,8	18,3	17,9	17,9	19,9	19,2

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Bij kom2 valt direct op dat er veel minder geschermd wordt dan bij kom1, 1.683 respectievelijk 2.278 uur. Op jaarbasis scheelt dit zo'n 600 uur. Een mogelijke oorzaak voor het lage aantal schermuren is het gemiddeld lagere setpoint RV, met daarbij een relatief groot aantal uren met een RV overschrijding van meer dan 2,5% zoals uit tabel 3.5 valt af

te leiden. Er kan dus geconcludeerd worden dat het verminderde aantal schermuren op bedrijf kom2 onder ander het gevolg is van lagere setpoints RV. Daarnaast gebruikt bedrijf kom1 tijdelijk (van half november tot eind januari) een tweede scherm (folie) en heeft de setpoints voor het schermgebruik iets ruimer staan waardoor er ook potentieel meer schermuren beschikbaar zijn. Ook is er een verschil in lengte van teeltwisseling (10 dagen), waardoor het potentieel aantal schermuren van kom2 kleiner is. Daarnaast is het setpoint verwarmen in de 'scherm dicht gedurende de nacht periode' (DN) op bedrijf kom2 duidelijk lager, terwijl dit in de KD periode juist één °C hoger ligt.

3.2.2 Invloed temperatuurintegratie op schermen

Bedrijf kom1 past temperatuurintegratie (TI) toe. Er is een berekening uitgevoerd waarbij de TI is uitgeschakeld en alle overige parameters gelijk gebleven zijn.

De inzet van TI in de wintermaanden leidt niet tot energiebesparing. In periode 3 t/m 11 heeft de inzet van TI wel duidelijke invloed op het energiegebruik. Op jaarbasis heeft de inzet van TI tot een besparing van 11% geleid. Dit getal ligt wat hoger dan de 7 à 8% zoals deze is berekend door Van de Braak (2002). In absolute zin heeft daar de inzet van TI tot een besparing van 3,2 m³ geleid, waar deze hier 4,2 m³ is. De bandbreedte is bij kom1 gemiddeld gesproken iets groter (circa 0,5°C).

In tabel 3.6 zijn de berekende klimaatparameters en de schermstanden van bedrijf kom1 met en zonder TI opgenomen. Zoals uit tabel 3.6 valt op te maken heeft het uitschakelen van de TI slechts marginale effecten op het schermgebruik. Het totaal aantal schermuren komt gelijk uit, omdat geen setpointwijzigingen met betrekking tot de scherminstellingen zijn doorgevoerd. Wel is opvallend, dat als TI is uitgeschakeld, het setpoint verwarmen meestal circa 0,4°C hoger ligt, wat veroorzaakt wordt door de TI-regeling.

Tabel 3.6 *Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van komkommerbedrijf kom1 met en zonder gebruik van TI*

Parameter	Eenheid	Periode							
		Kom1 met TI				kom1 zonder TI			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	206	162	77	141	211	157	77	141
setpoint RV > 87,5	uur	1.133	315	117	127	1.145	304	117	127
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.165	45	190	20	1.199	38	189	19
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	173	376	4	113	157	384	5	116
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1	56	0	135	0	39	0	133
90 < schermstand < 95%	uur	-	11	-	13	-	11	-	12
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	116	-	167	-	87	-	170
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	141	-	44	-	146	-	39
99 < schermstand < 100%	uur	-	209	-	44	-	217	-	47
Schermstand = 100%	uur	1.339	-	194	-	1.356	-	194	-
Totaal uren	uur	1.339	477	194	268	1.356	461	194	268
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	18,6	17,4	21,2	19,5	18,9	18,0	21,2	19,6
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	18,5	17,3	20,8	18,3	19,0	18,1	20,9	19,0

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

3.2.3 Omwisselen schermstrategie

Er is een groot verschil in de schermstrategieën tussen de twee komkommerbedrijven, waarbij kom1 een intensief en kom2 een extensief geschermd bedrijf is. Bij bedrijf kom1 wordt behalve het tijdelijk toepassen van een vast folie naast het beweegbare scherm, ook bij hogere buitentemperaturen al geschermd en wordt het scherm iets later geopend (bij meer licht).

De gevolgen van het omwisselen van de schermstrategieën op het klimaat en het schermgebruik zijn in tabel 3.7 gepresenteerd. Er is een duidelijke invloed van de schermstrategie en het schermmateriaal op het energiegebruik. Het intensieve bedrijf is door de extensievere schermstrategie meer (4%) gaan verbruiken, met name in de periode waarin het dubbele scherm wordt toegepast. Het omgekeerde geldt voor het extensief geschermd bedrijf (5% besparing). In de zomerperiode is het berekende energieverbruik gelijk, omdat beide bedrijven dan niet schermen (zie ook bijlage 5).

De relatieve besparing respectievelijk meerverbruik bij het omwisselen van de schermstrategieën ligt fors lager dan bij tomaat (circa 11%). Bij tomaat en bij komkommer is het absoluut verschil tussen het intensief en extensief geschermd bedrijf 600 á 700 schermuren, maar bij komkommer wordt op het extensief geschermd bedrijf evenveel schermuren gemaakt als op het intensief geschermd tomatenbedrijf. Het absolute verschil wordt daardoor relatief kleiner waardoor de procentuele besparing afneemt. Daarnaast blijkt het aantal schermuren niet volledig mee te wisselen met de schermstrategie. Van het verschil van 600 uur blijft maar circa 200 uur over (zie tabel 3.5 en 3.7). Het bedrijf kom1 komt nu aan 1.883 en kom2 aan 2075 schermuren. Daarentegen nam bij tomaat het verschil in aantal schermuren na het omwisselen van schermstrategie zelfs toe (zie 3.1.2).

Tabel 3.7 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de komkommerbedrijven kom1 en kom2 met de omgekeerde schermstrategieën

Parameter	Eenheid	Periode							
		Kom1 met s2				kom2 met s1			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	257	69	61	89	1.043	504	160	203
Setpoint RV > 87,5	uur	1.058	169	58	122	76	31	20	38
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.025	65	105	66	975	28	169	25
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	259	60	10	53	144	464	11	111
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	31	113	4	92	0	43	0	105
90 < schermstand < 95%	uur	-	13	-	16	-	11	-	9
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	0	-	10	-	146	-	133
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	122	-	129	-	128	-	44
99 < schermstand < 100%	uur	-	103	-	56	-	250	-	55
Schermstand = 100%	uur	1.315	-	119	-	1.119	-	180	-
Totaal uren	uur	1.315	238	119	211	1.119	535	180	241
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	18,3	17,8	20,8	20,7	18,0	17,6	20,6	20,0
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	18,5	16,8	20,9	18,1	18,0	17,6	19,7	19,2

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Dit verklaart in belangrijke mate het kleine verschil in relatieve besparing c.q. meer-
verbruik bij komkommer.

Dat niet alle schermuren bij komkommer meewisselen kan verklaard worden doordat
het setpoint RV, dat invloed heeft op het schermen niet mee gewisseld is. Ook blijkt dat de
verschillen met name in de perioden met schermkieren optreden.

3.2.4 Gewasproductie

Tussen de twee komkommerbedrijven is er een fors verschil in de jaarsom drogestofpro-
ductie, namelijk 10,5 en 9,4 kg/m²/jaar voor kom1 respectievelijk kom2 (zie tabel 3.8).

Tabel 3.8 Jaarsom drogestofproductie van de komkommerbedrijven kom1 en kom2 met de standaard-
schermstrategie en de omgewisselde schermstrategie

	Kom1	Kom1 met s2	Kom2	Kom2 met s1
Drogestofproductie [kg/(m ² jr)]	10,50	10,50	9,36	9,34

Dit heeft verschillende oorzaken:

- hogere diffuse en directe straling bij bedrijf kom1, omdat de kas lichter is;
- hoger CO₂-niveau in de kas gedurende het jaar bij kom1;
- de gewastemperatuur (gerelateerd aan de kasluchttemperatuur). Bedrijf kom1 start de
teelt met een duidelijk hogere teelttemperatuur;
- het bladoppervlak (LAI) bij kom1 heeft door het jaar heen een gemiddeld iets hogere
LAI door onder andere een kortere teeltwisseling.

Hierdoor komt de drogestofproductie van kom1 duidelijk hoger uit dan van kom2.

Daarnaast heeft het gebruik van TI door kom1 nog een effect. De onderhoudsadem-
haling ligt iets lager, omdat de nachttemperaturen door het gebruik van TI lager zijn.
Hierdoor komt de netto fotosynthese iets hoger uit. Het is ook mogelijk dat een ander
schermmateriaal of andere schermstrategie invloed heeft op de drogestofproductie.

In tabel 3.8 is ook de jaarsom drogestofproductie van de komkommerbedrijven met
de eigen en de omgewisselde schermstrategie weergegeven. Zoals uit de tabel blijkt, zijn
de verschillen als gevolg van het omkeren van de schermstrategie marginaal (minder dan
1%).

Concluderend wijzen de resultaten bij komkommer uit dat een intensievere scherm-
strategie tot energiebesparing leidt, maar dat dit mede afhangt van de gekozen RV-
setpoints. Een tijdelijk vast foliescherm kan hierbij nog een extra energiebesparing opleve-
ren.

3.3 Paprika

3.3.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

In tabel 3.9 zijn voor de paprikabedrijven pap1 en pap2 de resultaten weergegeven.

Tabel 3.9 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de paprikabedrijven pap1 en pap2.

Parameter	Eenheid	Periode							
		pap1				pap2			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	253	7	124	45	0	0	0	0
Setpoint RV > 87,5	uur	973	20	114	10	1.515	1.023	227	446
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	917	14	150	18	1.209	82	210	156
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	262	11	55	10	306	857	17	204
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	47	2	33	27	0	84	0	86
90 < schermstand < 95%	uur	-	11	-	8	-	3	-	19
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	1	-	6	-	2	-	12
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	1	-	3	-	485	-	284
99 < schermstand < 100%	uur	-	14	-	38	-	533	-	131
Schermbandstand = 100%	uur	1.226	-	238	-	1.515	-	227	-
Totaal uren	uur	1.226	27	238	55	1.515	1.023	227	446
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	18,8	19,2	20,8	20,9	17,4	16,5	19,2	19,3
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	18,7	18,6	20,1	20,3	17,4	16,5	19,1	17,6

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

In tabel 3.9 valt direct het enorme verschil in schermuren tussen de 2 bedrijven op, respectievelijk 1.546 voor pap1 en 3.211 voor pap2. Hierbij is het overgrote deel van het verschil te verklaren doordat pap1 vrijwel geen schermkier uren in de nacht heeft. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het schermmateriaal van dit bedrijf (PE-folie), waardoor de setpoints zodanig gekozen zijn dat er vrijwel niet gekierd wordt. De maximum vochtkier is ook erg klein (1%) en de buitentemperaturen waarbij nog geschermd wordt liggen relatief laag ten opzichte van pap2.

Daarnaast zijn bij pap2 de setpoints RV hoog en de setpoints van kasluchttemperatuur ongeveer 1°C lager dan bij pap1. Daar de vochtafvoer door een foliemateriaal in vergelijking met een doek nihil is, wordt een folie in de praktijk doorgaans voor een beperkt aantal uren ingezet. Om vochtproblemen te voorkomen worden de setpoints daarbij zodanig gekozen dat uiteindelijk het aantal schermuren beperkt blijft.

3.3.2 Invloed temperatuurintegratie op schermen

Het bedrijf pap2 is één van de bedrijven die TI gebruikt. Het uitschakelen van de TI heeft een bijna 12% hoger energieverbruik tot gevolg. In de wintermaanden is de besparing door het toepassen van de TI beperkt. Pas vanaf periode 3 (maart) tot en met 11 wordt er soms tot circa 20% op het periodeverbruik bespaard. Evenals bij komkommer ligt de relatieve besparing wat hoger dan de 5 á 6% zoals deze in de studie van Van de Braak et al. (2002) is berekend. De toegepaste bandbreedte is bij pap2 groter en de integratieperiode is wat langer. Wat wel een groot verschil is, is de RV-regeling. Bij het pap2 wordt een hoge luchtvochtigheid getolereerd. Uit Van de Braak (2002) is naar voren gekomen dat er een duidelijk verband is tussen de RV-setpoints en de besparing door temperatuurintegratie. Bij grote bandbreedten, zal de RV eerder stijgen (als het absolute vochtgehalte gelijk blijft), dus zal bij lage RV-setpoints een groot deel van de besparingspotentie verloren gaan door

het ingrijpen van de RV-regeling. Bij pap2 zal dit vrijwel niet voorkomen, waardoor de TI een hoge besparingsgraad haalt.

In tabel 3.10 zijn de berekende klimaatparameters en schermstanden van paprikabedrijf 2 met en zonder TI opgenomen.

Tabel 3.10 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van het paprikabedrijf pap2 met en zonder gebruik van TI

Parameter	Eenheid	Periode							
		pap2 met TI				pap2 zonder TI			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
Setpoint RV > 87,5	uur	1.515	1.023	227	446	1.636	900	275	405
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.209	82	210	156	1.277	28	252	119
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	306	857	17	204	359	850	23	223
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	84	0	86	0	22	0	63
90 < schermstand < 95%	uur	-	3	-	19	-	2	-	24
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	2	-	12	-	3	-	12
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	485	-	284	-	364	-	196
99 < schermstand < 100%	uur	-	533	-	131	-	531	-	173
Schermband = 100%	uur	1.515	-	227	-	1.636	-	275	-
Totaal uren	uur	1.515	1.023	227	446	1.636	900	275	405
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	17,4	16,5	19,2	19,3	17,7	17,5	19,3	19,3
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	17,4	16,5	19,1	17,6	17,7	17,5	19,1	18,8

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Het absolute aantal schermuren verandert niet door het uitschakelen van de TI. Er is alleen een duidelijke verschuiving te zien in het aantal uren kieren in de nacht naar dicht in de nacht. In deze periode (KN) is het setpoint verwarmen gemiddeld ook met 1°C toegevoegd ten opzichte van de periode KN met TI. Door de warmere kaslucht is mogelijk de RV iets gedaald zodat kieren niet langer noodzakelijk is.

3.3.3 Omwisselen schermstrategie

Het omwisselen van de schermstrategie heeft grote gevolgen voor zowel pap1 (12% besparing) als pap2 (18% meergebruik), zie ook bijlage 5. Uit tabel 3.11 blijkt, dat het verschil in schermuren hetzelfde blijft (bijna een factor 2) en dat levert een besparing respectievelijk meerverbruik op van circa 5,5 à 6 m³/m².

Door het omwisselen van de strategie, wordt het aantal schermuren ook vrijwel omgewisseld. Bij vergelijking van tabel 3.11 met tabel 3.9 is te zien dat er bij pap1 met s2 wat minder schermuren (133 op een totaal van 3.078) worden gemaakt dan bij pap2 met s1 (totaal 3.211 schermuren), wat voornamelijk veroorzaakt wordt doordat pap1 lagere RV-setpoints handhaaft. Het omgekeerde vindt ook plaats, het aantal schermuren neemt namelijk toe door het wisselen van s1 naar s2 bij pap2 van respectievelijk 1.546 naar 1.636 onder andere door het hogere RV-setpoint van pap2.

Tabel 3.11 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de paprikabedrijven pap1 en pap2 met de omgekeerde schermstrategieën

Parameter	Eenheid	Periode							
		pap1 met s2				pap2 met s1			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	226	305	93	223	0	0	0	0
Setpoint RV > 87,5	uur	1.137	787	93	214	1.299	31	250	56
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	1.002	63	162	115	1.055	19	178	29
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	353	845	24	151	191	10	54	20
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	8	184	0	171	53	2	18	7
90 < schermstand < 95%	uur	-	1	-	23	-	14	-	8
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	3	-	13	-	1	-	6
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	713	-	310	-	1	-	3
99 < schermstand < 100%	uur	-	375	-	91	-	15	-	39
Sschermstand = 100%	uur	1.363	-	186	-	1.299	-	250	-
Totaal uren	uur	1.363	1.092	186	437	1.299	31	250	56
Ggemiddelde kasluchttemperatuur	°C	18,7	18,5	20,4	21,0	17,3	17,4	19,2	19,3
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	18,7	18,3	20,2	19,8	17,2	16,5	18,4	18,2

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

3.3.4 Gewasproductie

Het omwisselen van de schermstrategie heeft slechts een kleine invloed op de drogestofproductie (< 1%), zie tabel 3.12.

Tabel 3.12 Jaarsom drogestofproductie van de paprikabedrijven pap1 en pap2 met de standaardschermstrategie en de omgekeerde schermstrategie

	Pap1	Pap1 met s2	Pap2	Pap2 met s1
Drogestofproductie [kg/(m ² jr)]	13,11	13,02	12,89	12,98

De richting van de toename, dan wel afname van de drogestofproductie, komt overeen met het meer/minder schermgebruik na het omwisselen van de strategie. Bedrijf pap1 gaat met strategie s2 circa 1.400 uur meer schermen met een daling van de drogestofproductie van 0,7%. Bij pap2 neemt de drogestofproductie met circa 0,7% toe, doordat circa 1.600 uur minder wordt geschermd.

Bij paprika is de invloed van het omwisselen van de schermstrategie groter dan bij komkommer en tomaat. Er wordt nogal wat uren overdag geschermd (circa 325 uur) en de lichtonderschepping van het scherm in gesloten toestand is ongeveer 20%.

Concluderend laten de resultaten zien dat als een hogere RV wordt getoleerd en een intensievere schermstrategie wordt gevolgd het aantal schermuren op een zeer hoog niveau liggen met zeer positief effect op het energieverbruik.

3.4 Fresia

3.4.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

In tabel 3.13 zijn voor de fresiabedrijven fre1 en fre2 de resultaten weergegeven.

Tabel 3.13 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de fresiabedrijven fre1 en fre2

Parameter	Eenheid	Periode							
		fre1				fre2			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	271	26	0	5	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	267	22	0	2	469	44	0	9
Setpoint RV > 87,5	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	313	22	0	6	400	36	0	9
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	225	26	0	1	69	8	0	0
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
90 < schermstand < 95%	uur	-	14	-	0	-	14	-	0
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	0	-	5	-	2	-	8
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	8	-	2	-	7	-	1
99 < schermstand < 100%	uur	-	26	-	0	-	21	-	0
Sschermstand = 100%	uur	538	-	0	-	469	-	0	-
Totaal uren	uur	538	48	0	7	469	44	0	9
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	7,3	7,8	-	6,9	7,9	9,2	-	8,5
Ggemiddeld setpoint verwarmen	°C	7,0	7,4	-	7,8	8,5	10,3	-	11,8

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Hoewel er in principe niet gekierd wordt (door de open structuur van het schermdoek is er in feite sprake van een continue kier als het scherm gesloten is) staan er in tabel 3.13 onder de kolommen KN en KD toch enkele uren. Dit blijken altijd uren geweest te zijn waarbij sprake is van een overgang van een geopende naar gesloten stand of omgekeerd. Vergeleken met de andere gewassen wordt er maar zeer beperkt geschermd (593 en 522 uur voor respectievelijk fre1 en fre2). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de lage teelttemperatuur met dito lage temperatuurniveaus waarbij het scherm sluit. Het verschil in schermuren tussen de bedrijven wordt voornamelijk veroorzaakt doordat fre1 in januari het scherm al bij 5°C en fre2 pas bij 2°C buitentemperatuur sluit. Daarnaast blijkt dat bedrijf fre2 een 1,5°C hogere setpointtemperatuur verwarmen heeft ingesteld dan fre1. De verwarmingscapaciteit lijkt echter beperkt want de gerealiseerde kasluchttemperatuur blijft 0,6°C achter bij het setpoint verwarmen. Uit tabel 3.13 is ook op te maken dat er bij deze instellingen geen behoefte is aan het kieren op vocht. Voor beide bedrijven zijn er namelijk geen uren waarop geschermd wordt, terwijl een forse (> 2,5%) RV overschrijding is.

3.4.2 Omwisselen schermstrategie

Door het omwisselen van de schermstrategie ontstaan alleen in periode 1 marginale (0,1 m³/m²) verschillen in gasverbruik (zie bijlage 5). Dit is ook te verwachten doordat het set-

point sluiten scherm op buitentemperatuur het enige setpoint is wat wezenlijk invloed heeft op het schermgebruik (bij fre1 5°C en bij fre2 2°C). Door omwisselen resulteert dit in een besparing bij fre2 en een meerverbruik van 0, 1m³/m² bij fre1. Het jaarverbruik wijkt slechts fractioneel af.

De gevolgen van het omwisselen van de schermstrategieën op het klimaat en het schermgebruik zijn in tabel 3.14 gepresenteerd.

Tabel 3.14 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de fresiabedrijven fre1 en fre2 met de omgekeerde schermstrategieën

Parameter	Eenheid	Periode							
		fre1 met s2				fre2 met s1			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	326	31	0	8	0	0	0	0
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	142	14	0	1	539	47	0	7
Setpoint RV > 87,5	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	347	27	0	9	396	38	0	7
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	121	18	0	0	143	9	0	0
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	0	0	0	0	0	0	0
90 < schermstand < 95%	uur	-	14	-	0	-	14	-	0
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	2	-	8	-	0	-	5
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	7	-	1	-	8	-	2
99 < schermstand < 100%	uur	-	22	-	0	-	25	-	0
Scherfstand = 100%	uur	468	-	0	-	539	-	0	-
Totaal uren	uur	468	45	0	9	539	47	0	7
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	7,2	7,7	-	7,2	8,1	9,4	-	8,2
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	7,0	7,4	-	7,8	8,4	10,3	-	11,8

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

Vergelijking van tabel 3.14 met tabel 3.13 laat zien dat het aantal schermuren op beide bedrijven vrijwel exact is mee gewisseld met de schermstrategie. Nu komt het aantal schermuren volgens de gebruikte definities op 522 voor fre1 en 593 voor fre2, terwijl dit voor het omwisselen 593 en 522 was. Hoewel er enig verschil is in setpoint RV instelling tussen de 2 bedrijven, heeft het omwisselen van de strategie geen invloed op de RV overschrijding. Met andere woorden er is geen behoefte aan een vochtier bij de gebruikte klimaatinstellingen, wat gezien de materiaal keuze en opbouw van het schermdoek ook te verwachten is.

3.4.3 Gewasproductie

Tussen de twee fresiabedrijven is er maar een klein verschil (<1%) in de jaarsom drogestofproductie (zie tabel 3.15).

Tabel 3.15 Jaarsom drogestofproductie van de fresiabedrijven fre1 en fre2 met de standaardscherfstrategie en de omgekeerde schermstrategie

	Fre1	Fre1 met s2	Fre2	Fre2 met s1
Drogestofproductie [kg/m ² /jaar]	7,55	7,56	8,06	8,06

Het absolute verschil tussen de twee bedrijven wordt voornamelijk bepaald door een iets hogere teelttemperatuur bij fre2 en een hogere belichtingsintensiteit. Omdat het een jaarrondteelt betreft is er geen invloed van teeltwisselingsperiodes in de berekeningen.

Concluderend is bij fresia een beperkte energiebesparing met een scherm haalbaar door de lagere teelttemperaturen. Hierdoor is de impact van een intensievere schermstrategie minder groot dan bij de vruchtgroenten.

3.5 Spathiphyllum

3.5.1 Gerealiseerd schermgebruik en klimaat

Bij Spathiphyllum wordt een enorm aantal schermuren op jaarbasis gerealiseerd zoals uit tabel 3.16 blijkt (3.656 en 3.638 uren voor spa1 respectievelijk spa2). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de hoge teelttemperatuur, waardoor het veelvuldig schermen behalve vanuit teeltoogpunt ook een economische grond heeft.

Op beide bedrijven is het aantal overschrijdingen van het setpoint-RV zeer beperkt en alleen gedurende de dagsituatie wordt er nog wel eens gekierd. Hierbij moet ook in ogenschouw genomen worden dat een groot aantal schermuren van KN naar KD is verschoven omdat het scherm op beide bedrijven pas bij een bepaalde combinatie van stralingsniveau en buitentemperatuur geopend wordt en deze op de bedrijven verschilt. Doordat het scherm meestal pas geopend wordt bij daglicht, worden relatief veel kieruren bij de dag geteld. In bijlage 5 is de tabel *Openingstabel scherm op combinatie buitentemperatuur en globale straling* toegevoegd met daarin de voorwaarden waarop het scherm geopend wordt. Zo wordt bijvoorbeeld op bedrijf spa1 het scherm geopend bij een globale straling van 60 W/m² als de buitentemperatuur 8°C is en pas bij 220 W/m² als de buitentemperatuur -4°C is. De overige setpoints voor het scherm zijn op beide bedrijven vrijwel gelijk. Dit is dan ook de reden dat er tussen de bedrijven onderling vrijwel geen verschil in het totaal aantal schermuren is.

Tabel 3.16 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de Spathiphyllumbedrijven spa1 en spa2

Parameter	Eenheid	Periode							
		spa1				spa2			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	185	102	4	14
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	2.245	86	190	337	2.652	155	249	277
Setpoint RV > 87,5	uur	723	44	29	2	0	0	0	0
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	2.361	91	114	38	2.312	32	162	81
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	607	38	105	270	525	216	91	202
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	1	0	31	0	9	0	8
90 < schermstand < 95%	uur	-	7	-	20	-	8	-	17
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	16	-	18	-	15	-	14
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	40	-	40	-	36	-	54
99 < schermstand < 100%	uur	-	67	-	261	-	198	-	206
Schermstand = 100%	uur	2.968	-	219	-	2.837	-	253	-
Totaal uren	uur	2.968	130	219	339	2.837	257	253	291
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	21,0	22,3	20,7	21,8	21,0	21,0	21,3	21,5
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	20,4	20,1	20,1	20,1	21,0	21,0	21,0	21,0

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

3.5.2 Omwisselen schermstrategie

Ondanks het feit dat er weinig verschillen in de gebruikte setpointinstellingen van het scherm zijn tussen de twee bedrijven, heeft het omwisselen van de schermstrategie en de schermmaterialen grote invloed op het gasverbruik (zie bijlage 5). Dit is het gevolg van het toepassen van een tweede scherm (het zonnescerm) bij spa2 dat standaard gebruikt wordt als de buitentemperatuur onder de 7°C daalt. Het gebruik van het zonnescerm als tweede energiescherm bespaart het bedrijf spa2 op jaarbasis zo'n 10% aan gas. Immers bij het omkeren van de schermstrategie stijgt het energieverbruik van het bedrijf spa2 met 10% terwijl er vrijwel geen verschillen zijn in de gebruikte setpoints voor het scherm. Het bedrijf spa1 zou met de schermstrategie van spa2 circa 7% besparen. De besparing valt iets lager uit bij spa1 omdat het setpoint verwarmen wat lager is en het setpoint RV wat hoger ligt op dit bedrijf.

De gevolgen van het omwisselen van de schermstrategieën op het klimaat en het schermgebruik zijn in tabel 3.17 gepresenteerd.

Vergelijking van tabel 3.17 met tabel 3.16 laat zien dat het er slechts kleine verschillen in het klimaat en gerealiseerde schermstanden ontstaan door het omwisselen van de strategie. Het totaal aantal schermuren wordt nu 3.622 voor spa1 met s2 en 3.661 voor spa2 met s1 (was 3.656 en 3.658 voor respectievelijk spa1 en spa2). De in 3.5.1 besproken *openingstabel scherm op combinatie buitentemperatuur en globale straling* is met het omwisselen van de strategie meegegaan.

Tabel 3.17 Gerealiseerde klimaatparameters en schermstanden van de Spathiphyllumbedrijven spa1 en spa2 met de omgekeerde schermstrategieën

Parameter	Eenheid	Periode							
		spa1 met s2				spa2 met s1			
		DN	KN	DD	KD	DN	KN	DD	KD
Setpoint RV < 82,5%	uur	0	0	0	0	192	94	6	16
82,5 < setpoint RV < 87,5	uur	2.233	91	164	335	2.717	95	291	250
Setpoint RV > 87,5	uur	720	48	26	5	0	0	0	0
RV < -2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	2.489	97	140	85	2.259	22	148	61
-2,5 < RV < +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	464	42	50	250	650	125	149	165
RV > +2,5% t.o.v. setpoint RV	uur	0	0	0	5	0	42	0	40
90 < schermstand < 95%	uur	-	7	-	17	-	6	-	16
95 < schermstand < 97,5%	uur	-	13	-	12	-	13	-	20
97,5 < schermstand < 99%	uur	-	40	-	85	-	13	-	16
99 < schermstand < 100%	uur	-	79	-	226	-	157	-	214
Schermstand = 100%	uur	2.953	-	190	-	2.909	-	297	-
Totaal uren	uur	2.953	139	190	340	2.909	189	297	266
Gemiddelde kasluchttemperatuur	°C	21,3	22,3	21,1	22,1	20,9	21,0	21,2	21,4
Gemiddeld setpoint verwarmen	°C	20,4	20,1	20,2	20,2	21,0	21,0	21,0	21,0

DN: scherm dicht, nacht; KN: schermkier, nacht; DD: scherm dicht, dag; KD: schermkier, dag.

3.5.3 Gewasproductie

Tussen de twee Spathiphyllumbedrijven is een fors verschil (circa 13%) in de jaarsom drogestofproductie (zie tabel 3.18).

Tabel 3.18 Jaarsom drogestofproductie van de Spathiphyllumbedrijven spa1 en spa2 met de standaard-schermsstrategie en de omgekeerde schermstrategie

	Spa1	Spa1 met s2	Spa2	Spa2 met s1
Drogestofproductie [kg/m ² /jaar]	7,91	7,90	7,00	7,02

Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een hogere CO₂-gift bij spa1 omdat dit bedrijf over een buffer beschikt en spa2 niet. Zoals uit de tabel blijkt, zijn de verschillen als gevolg van het omwisselen van de schermstrategie marginaal (< 1%).

Concluderend wordt bij Spathiphyllum door de hoge teelttemperaturen al veel geschermd. Niettemin kan een behoorlijke extra energiebesparing worden bereikt indien een tweede scherm wordt toegepast.

3.6 Discussie bij resultaten schermgebruik en energieverbruik

Modelsimulatie bedrijven

Het rekenmodel is aangepast om de aanwezige bedrijfsmiddelen te kunnen simuleren. Bij toepassing van alle parameters, gebruikte bedrijfsuitrusting en setpointinstellingen is gebleken dat het berekende energiegebruik goed overeenkomt met de werkelijke energiegebruiken op de intensief en extensief geschermden bedrijven.

De jaarsomgebruiken zijn iets overschat, wat vaak het gevolg is van een overschatting van het energieverbruik in de zomer en rondom de teeltwisseling (vruchtgroenten). Slechts in een enkele periode komen verschillen in gemeten en berekend verbruik voor die niet goed te verklaren zijn, zoals bijvoorbeeld bij spa2 in periode 2.

Een aantal afwijkingen tussen de gemeten en berekende gasgebruiken kan alleen verklaard worden als er andere setpoints gebruikt zijn dan die bij de enquête naar voren zijn gekomen.

Vochtkier bij schermen

Er is een grote variatie in het eventueel toepassen van een vochtkier gevonden. Dit komt overeen met eerdere inventarisaties en proeven (Kempkes et al., 2000). Het aantal bedrijven (n = 10) is beperkt, maar het lijkt erop dat de instellingen zodanig worden gekozen dat hogere RV-setpoints samengaan met grotere maximaal toelaatbare vochtkieren.

Temperatuurintegratie (TI)

Het gebruik van TI heeft in deze opzet geen tot een marginale invloed op het schermgebruik tot gevolg omdat er in de setpoints voor het schermen geen direct verband is met het wel of niet toepassen van TI. Wel kan een lagere luchttemperatuur (bijvoorbeeld compensatie uren in de nacht) tot een hogere RV leiden en daardoor meer of grotere schermkieren veroorzaken.

Omwisselen schermstrategie

Bij het omwisselen van de schermstrategie en het gebruikte schermmateriaal blijkt voor het vooraf als extensief geschermd beschouwde bedrijf een besparing haalbaar te zijn. Het grote verschil door het omwisselen van de schermstrategieën bij paprika houdt verband met bepaalde setpoints die niet mee worden gewisseld, zoals het setpoint RV. Bij bedrijf pap2 wordt meestal niet actief op RV geregeld.

Bij fresia heeft het omwisselen van de schermstrategieën geen invloed op het energieverbruik omdat de scherminstellingen vrijwel gelijk zijn. Achteraf gezien verschilden de twee fresiabedrijven te weinig in schermstrategie.

Het omwisselen of veranderen van schermstrategie (en schermtype) heeft altijd gevolgen op het gerealiseerde klimaat. Hierbij kan algemeen worden gesteld dat extra besparing gemiddeld gesproken bij hogere RV-niveaus wordt bereikt.

Meerdere schermen

Er zijn 2 bedrijven die een tweede scherm toepassen, kom1 en spa2. Bij het omwisselen van de strategieën zijn deze schermen ook verwisseld. Het heeft vooral bij *Spathiphyllum* een duidelijk effect, omdat de schermstrategieën goed vergelijkbaar zijn. Dat bij komkommer het effect van het tweede scherm niet goed naar voren komt is mogelijk het gevolg van het toepassen van temperatuurintegratie bij kom1.

Gewasproductie

De verschillen in drogestofproductie kunnen soms groot zijn tussen de bedrijven en hangen samen met de verschillen in bedrijfsuitrusting en teeltstrategie.

Bij het omwisselen van de schermstrategie verandert de drogestofproductie in alle gevallen marginaal (< 1%). Het effect van de schermstrategie op de productie is klein omdat de verschillen in het schermgebruik tussen de bedrijven zich vooral 's nachts manifesteren. Deze verschillen hebben per definitie dus geen effect op de productiecapaciteit van het gewas (behoudens mogelijke effecten op de gewasontwikkeling die niet in KASPRO worden meegenomen).

Het volledig weghalen van het scherm heeft uiteraard wel een duidelijk merkbare invloed op de productie omdat ook bij een geopend scherm de lichtdoorlatendheid van de kas door de aanwezigheid van het scherpakket en schermdraden minstens met 3% afneemt.

4. Gedrag, houding en perceptie over scherm

Dit hoofdstuk handelt over de resultaten van de analyse van het gedrag, houding en perceptie van telers ten aanzien van de aanschaf en toepassing van schermen. Daarbij is ook aandacht besteed aan de interactie tussen het schermgebruik en het gebruik van temperatuurintegratie.

4.1 Beschrijving bedrijven en ondernemers

De aan het onderzoek deelgenomen bedrijven respectievelijk ondernemers worden hieronder gekarakteriseerd op basis van een aantal kenmerken (zie tabel 4.1).

Tabel 4.1 Kenmerken glasopstanden en ondernemers op de bedrijven

Gemiddelde leeftijd kassen	Jaar	0-5	5-10	10-15	15-20	>20
	%	9	33	35	9	14
Gemiddelde poothoogte	m	<3	3-3,5	3,5-4	>4	.
	%	12	9	49	21	.
Leeftijd ondernemer	Jaar	<30	30-45	46-55	>55	.
	%	7	63	19	7	.
Ervaring als bedrijfsleider	Jaar	<4	5-11	12-20	>20	.
	%	7	19	28	47	.

De kassen vertonen qua ouderdom een normale verdeling. De grootste groep ondernemers zit in de leeftijdscategorie van 30 tot 45 jaar. Daarop volgt de groep ondernemers van 46 tot 55 jaar oud. De meeste ondernemers hebben meer dan 5 jaar ervaring als bedrijfsleider, waarvan de helft meer dan 20 jaar. Daarnaast beschikt twee derde van de ondernemers over een diploma op MBO-niveau. Bijna 20% heeft lagere tuinbouwschool en bijna 10% heeft HBO/universiteit gevolgd. Met betrekking tot energie heeft 70% van de ondernemers een cursus klimaatregeling en/of energiemangement gevolgd. De overige 30% heeft hiervan (nog) geen gebruikgemaakt. Van de ondernemers is ruim 40% bestuurmatig actief (geweest). Circa 30% was in 2002 lid van een telersvereniging en circa 15% was lid van een LTO-(gewas)commissie.

In tabel 4.2 is de spreiding in het energieverbruik (gas en elektra) van de bedrijven over 2002 weergegeven.

Tabel 4.2 *Spreading in energieverbruik op de bedrijven in 2002*

	Gasverbruik (m ³ /m ²)	Elektra (kWh/m ²)
Tomaat	41,8 - 47,6	6,5 - 9,3
Fresia	17,3 - 34	8,6 - 52,2
Spathiphyllum	34,9 - 51,7	6,3 - 36
Komkommer	37,6 - 43,4	7,6 - 8,8
Paprika	33,4 - 43,3	5,6 - 7

Bij fresia en Spathiphyllum komen grote verschillen in gas en elektriciteitsverbruik voor, waarbij het elektriciteitsverbruik met name samenhangt met het gebruik van grondkoeling (fresia) en groeilicht (fresia en Spathiphyllum) en het gasverbruik met de teeltintensiteit/strategie en cultivar (hogere of lagere teelttemperatuur); zie ook tabel 4.3. Opvallend is het lage gasverbruik op één van de paprikabedrijven (33,4 m³/m²).

In tabel 4.3 zijn de geschermden bedrijven ingedeeld naar kenmerken die van belang kunnen zijn voor de wijze waarop met het scherm wordt omgegaan.

Tabel 4.3 *Verdeling van de geschermden bedrijven naar enkele kenmerken*

Aantal bedrijven	Met scherm	Waarvan:				
		met vocht- kier- regeling	past vocht- kier-tegeling toe	met TI- regeling	past TI- regeling toe	met groeilicht
Tomaat	7	6	3	6	2	0
Fresia	6	4	2	5	3	5
Spathiphyllum	8	8	8	5	4	5
Komkommer	7	7	2	5	2	0
Paprika	8	8	3	4	1	0
Totaal	36	33	18	25	12	10

Op de geschermden bedrijven beschikt 92% over een vochtkierregeling en past 50% dit ook toe. Circa 70% van de bedrijven beschikt over temperatuurintegratie op de klimaatcomputer, waarvan de helft het doelbewust toepast. Het merendeel van de fresia en Spathiphyllumbedrijven gebruikt groeilicht. Alle fresiabedrijven beschikken uit teeltkundig oogpunt over grondkoeling.

4.2 Gedrag

Onder gedrag wordt hier verstaan het geheel van waarnemingen met betrekking tot het feitelijke gebruik van het scherm. Daarbij wordt ook het gebruik en de interactie met temperatuurintegratie meegenomen.

Algemene schermaspecten

De geschermden bedrijven met komkommer, paprika en Spathiphyllum hebben bijna allen het scherm meer dan 3 jaar geleden aangeschaft. Bij tomaat was dat ruim 40% en bij fresia bijna 70%. Alle bedrijven beschikken over een beweegbaar scherm.

In de keuze voor het schermmateriaal is het meest voorkomende schermmateriaal SLS-10-Ultra plus (56%), gevolgd door Phormilux (19%). Phormilux kwam op dat moment alleen op de paprikabedrijven voor. Bij fresia komen overwegend open doeken voor, primair bedoeld voor zonwering. Zeven bedrijven hebben (op een deel van het bedrijf) twee schermen; één bij komkommer (vast folie) en zes bij Spathiphyllum (voor zonwering).

Bijna 70% van de geschermden bedrijven heeft in de afgelopen drie jaar het schermdoek vervangen. Dit komt vrijwel overeen met de bedrijven die de scherminstallatie meer dan drie jaar geleden hebben aangeschaft.

Met betrekking tot het gebruik van schermen en de gevolgde schermstrategieën varen de meeste telers in eerste instantie op eigen koers (circa 53% van de bedrijven). Daarnaast wordt in gelijke mate (15%) gebruikgemaakt van informatie van adviseurs en collega's.

Sluiten en openen van het scherm

De telers zijn gevraagd aan te geven welk setpoint of combinatie van setpoints het moment van sluiten van het scherm bepalen. Bij circa 70% van de telers bepaalt een combinatie van setpoints (vaste tijd, astronomische tijd, instraling, toename buistemperatuur, delta T of buitentemperatuur) het moment van sluiten. Ruim 20% van de telers hanteert (daarnaast) een ander criterium, zoals de energiewaarde of de berekende buis. Nog geen 10% laat het scherm op basis van één instelling sluiten.

De buitentemperatuur wordt het meest (bijna 50%) als stuursetpoint gehanteerd, gevolgd door de astronomische tijd (22%) en/of instraling (20%).

Tussen de gewassen bestaan geen grote verschillen in de gehanteerde setpoints om het sluiten van het scherm aan te sturen. Wel stellen vrijwel alle telers verschillende setpointwaarden vast voor verschillende perioden waarin het scherm wordt gesloten. Het aantal perioden, dat men daarbij onderscheidt, varieert en lijkt meer te worden bepaald door de teler dan door het gewas.

Ook het openen van het scherm wordt door 70% van de telers door een combinatie van setpoints aangestuurd. Bijna 20% van de telers regelt het moment van openen op één individuele instelling; tweemaal zo hoog als voor het sluiten van het scherm.

Voor het openen van het scherm wordt in gelijke mate de instraling en de buitentemperatuur als setpoint gebruikt (ieder bijna 40%), waarbij instraling het meest als eerste instelling wordt genoemd. Daarnaast wordt de astronomische tijd als aansturing gebruikt (20% van de telers).

Net zoals bij het sluiten van een scherm is de aansturing van het openen van het scherm niet wezenlijk verschillend per gewas. Wel worden voor verschillende perioden verschillende setpointwaarden aangehouden. Ook daarin is de teler meer bepalend dan het specifieke gewas.

Mate en intensiteit van schermen

Vrijwel alle bedrijven schermen behalve 's nachts ook overdag uit oogpunt van energiebesparing. Bij fresia wordt dit op de helft van de bedrijven niet gedaan. Dit hangt zeer waarschijnlijk samen met de lage teelttemperaturen.

Vanzelfsprekend wordt voornamelijk vanaf het najaar tot en met het voorjaar geschermd voor energiebesparing. De bedrijven hanteren verschillende perioden in het jaar waarin zij niet schermen voor energiebesparing (zie figuur 4.1).

	Periode niet geschermd voor energiebesparing	Opmerking
Tomaat	mei-okt (4), mei-½ sept (2)	Schermd altijd ingesteld (1)
Fresia	mrt-okt (3), ½ apr-okt (2), zomer (1)	
Spathiphyllum	Zomer (1)	Schermd altijd ingesteld (7)
Komkommer	½ mei-sep (3), zomer (3), apr- ½ aug (1)	
Paprika	jun-aug (3), mei-okt (1), mei-sep (1), jun-sep (1)	Schermd altijd ingesteld (1)

Figuur 4.1 Periode waarin niet geschermd wordt om energiebesparing (tussen haakjes aantal bedrijven)

Bij Spathiphyllum wordt op bijna alle bedrijven het scherm het gehele jaar voor energiebesparing gebruikt. Bij fresia wordt in de zomermaanden het scherm wel ingezet, maar alleen voor zonweringsdoeleinden.

Op een tomaten- en een paprikabedrijf wordt het scherm het gehele jaar voor energiebesparing toegepast. Het bewuste paprikabedrijf stelt daarbij dat alle uurtjes bijdragen aan een laag energieverbruik.

Uit de enquête blijkt dat bijna 60% van de bedrijven inzicht heeft in het aantal schermuren. Bij de vruchtgroenten is dit overwegend het geval, terwijl dit bij de sierteeltgewassen voor een deel of geheel niet (fresia) het geval is. In tabel 4.4 is het geregistreerde aantal schermuren voor de vruchtgroentegewassen vermeld.

Tabel 4.4 Gemiddeld aantal geregistreerde schermuren per jaar in 2002 (tussen haakjes minimum en maximum)

	Tomaat	Komkommer	Paprika
Aantal schermuren	1.388	1.679	2.609
	(1.091-1.645)	(1.445-1.799)	(2.000-3.568)

Uit tabel 4.4 blijkt dat er een grote variatie is in het aantal schermuren. Bij tomaat is het verschil tussen het minimum en het maximum aantal schermuren 554, bij komkommer 354 en bij paprika zelfs 1.568. Dit zijn substantiële tot aanzienlijke verschillen, die vooruitzichten bieden om, afhankelijk van de specifieke bedrijfs- en teeltsituatie, tot verdere intensivering te komen.

Telers kunnen moeilijk aangeven in welke mate het scherm bijdraagt aan de energiebesparing, omdat de meeste telers al jarenlang schermen. Een vergelijking zonder scherm op het bedrijf ontbreekt. Voorzover telers recent een scherm hebben aangeschaft (met name bij tomaat en fresia) is de geschatte energiebesparing voor tomaat 13,5-18% en voor fresia 3-4%. Hierbij baseert men zich vooral op de eigen situatie en die van collega's.

De geschatte energiebesparing van de tomatenbedrijven komt redelijk overeen met de berekende besparing in 3.1, wanneer het scherm bij de twee geschermden tomatenbedrijven wordt uitgeschakeld. Bij fresia is de geschatte energiebesparing groter dan als dit berekend (circa 2%, zie hierover meer in 6.2).

Vochtkeerregeling

Ruim 90% van de geschermden bedrijven beschikken over een vochtkeerregeling. Hiervan past 55% het ook daadwerkelijk toe (zie tabel 4.3). De bedrijven die de vochtkeerregeling niet toepassen voeren als belangrijkste reden(en) aan de kans op het optreden van kouval en/of temperatuurverschillen (aan de gevel); zie ook figuur 4.2.

Redenen om niet toe te passen	
Tomaat	Kans op kouval (3) en koude hoeken (2)
Fresia	Vanwege een open doek (2); technisch niet mogelijk (1) en niet bij koele teelten (1)
Spathiphyllum	
Komkommer	Kans op temperatuurverschillen (1) en verwarmingssysteem niet optimaal (1)
Paprika	Kans op kouval (2) en grote temperatuurverschillen (1)

Figuur 4.2 Redenen om de vochtkeerregeling niet toe te passen (tussen haakjes aantal bedrijven)

Het optreden van (horizontale en verticale) temperatuurverschillen komen overigens ook in situaties zonder scherm voor.

Nagegaan is of met schermen vochtproblemen voorkomen en zo ja welke symptomen er waren en in welke situaties deze zich voordoen (zie tabel 4.5).

Tabel 4.5 Optreden van vochtproblemen bij schermen en welke symptomen en/of in welke situaties

	Tomaat	Fresia	Spathi- phyllum	Komkommer	Paprika
Bedrijven met vochtproblemen %	29	17	63	43	63
Symptomen en/of in welke situaties	- Botrytis - broeikop - zachtere plant	- Botrytis	- bacterierot - stilstand - glazigheid bladeren	- condensatie op vruchten - Botrytis - bij actiever gewas	- bij groter gewas - 's ochtends in herfst - 's avonds

Uit tabel 3.7 blijkt dat bij de gewassen waar de meeste ervaring is met schermen (Spathiphyllum, paprika en komkommer) vochtproblemen vaker voorkomen. Als gevolg van te hoge luchtvochtigheden ontstaan schimmelziekten als Botrytis en bacterierot en ontwikkelt zich een wat zwakkere plant.

Temperatuurintegratie (TI)

Van de geschermden bedrijven beschikt bijna 70% over TI, waarvan bijna de helft het zegt toe te passen (zie tabel 4.3). De andere helft past het niet toe met als reden de geringe en ongunstige effecten bij henzelf of collega's (zie tabel 4.3).

Redenen om niet toe te passen	
Tomaat	Te weinig ervaring of kennis (2), wellicht in de toekomst toepassen (2)
Fresia	Geen positief effect (1) of juist negatieve effecten op gewas (1)
Spathiphyllum	Negatief effect op gewas (1)
Komkommer	Slechte eigen of ervaringen van collega's (2), weersvoorspelling onbetrouwbaar (1)
Paprika	Doet niets of niet wat wordt verwacht (3), temperatuursturing in eigen hand houden (1)

Figuur 4.3 Redenen om temperatuurintegratie niet toe te passen

Van de bedrijven, die TI toepassen, heeft 40% al meer dan 3 jaar ervaring. De overige 60% heeft pas sinds 2000 ervaring kunnen opdoen. Drie telers zeggen al meer dan 15 jaar TI toe te passen. Opvallend is dat hier twee tomatenbedrijven bij zitten.

De ervaringen van bedrijven die TI toepassen zijn overwegend positief. Alleen bij Spathiphyllum is een bedrijf gestopt met TI vanwege nadelige effecten voor het gewas. Wel wordt aangegeven voorzichtig met TI om te gaan, zoals de bandbreedtes niet te groot nemen.

Op de TI-regeling wordt zeer regelmatig ingegrepen. Driekwart van de telers zegt dat te doen. De belangrijkste redenen hiervoor zijn het niet halen van de streefwaardetemperatuur of als het niet naar tevredenheid werkt.

De bedrijven die TI toepassen hanteren minimum bandbreedtes van 0 tot 3,5°C en maximum bandbreedtes van 2 tot 5°C rond het temperatuursetpoint. De meeste bedrijven hielden een bandbreedte aan van 2 tot 3°C. Bij fresia en Spathiphyllum kwamen de grootste verschillen in bandbreedtes voor.

Van de bedrijven die TI toepassen, wordt voor 25% binnen 1 dag de afwijkende temperatuur gecompenseerd (eendaagse TI). Meerdaagse TI wordt door 75% van deze bedrijven toegepast, waarvan twee derde tussen 1 en 3 dagen.

4.3 Houding

Onder houding wordt verstaan waarom telers iets doen/deden of niet doen/deden en hoe zij nu aankijken tegen schermen en temperatuurintegratie.

Aanschaf scherm

Aan de telers die in de afgelopen drie jaar het scherm hebben aangeschaft is gevraagd wat destijds de doorslaggevende redenen waren, welke verwachtingen zij over de effecten van het scherm hadden en hoe zij daar nu op terugkijken. Dit betreft enkel telers met de gewassen tomaat en fresia, omdat bij de andere gewassen meer dan 3 jaar wordt geschermd.

De doorslaggevende reden voor aanschaf van het scherm was bij tomaat de energie-(kosten)besparing en bij fresia de betere lichtsturing. Daarbij heeft de liberalisering van de aardgasmarkt en de tariefstructuur die daarmee samenhang een rol gespeeld.

Bij de aanschaf van het scherm waren de tomaten- en fresiatelers zich behalve de positieve effecten ook bewust van de negatieve effecten van het scherm. In de terugblik op de effecten blijken de telers dit redelijk tot goed te hebben ingeschat (zie tabel 4.4).

	Tomaat	Fresia
Redenen	Energie(kosten)besparing Betere sturing gewasontwikkeling	Betere lichtsturing Ener- gie(kosten)besparing
Verwachte effecten:		
positief	Energie(kosten)besparing Betere plantsturing	Energie(kosten)besparing Betere lichtsturing
negatief	Licht- en productieverlies Hogere RV en ziekten	Hoge investeringskosten Slappe planten
Terugblik op effecten	Energiebesparing uitgekomen Productieverlies meegevallen	Verwachtingen uitgekomen; op 1 na: hoge kosten en te open schermdoek

Figuur 4.4 Redenen, verwachtingen en terugblik op aanschaf scherm bij tomaat en fresia

Benutten scherm potenties

Het scherm wordt door de telers in hun bedrijfssituatie op een bepaalde manier gebruikt. In hoeverre benutten ze de mogelijkheden van het scherm en beschikken ze over voldoende kennis om het scherm optimaal te gebruiken (zie tabel 4.2 respectievelijk 4.5).

Tabel 4.6 Mate waarin de telers denken de mogelijkheden van het scherm volledig te benutten

Percentage	Helemaal on- eens	Beetje oneens	Neutraal	Beetje mee eens	Helemaal mee eens
Tomaat		14,3		71,4	14,3
Fresia		33,3		16,7	50
Spathiphyllum	25		25	12,5	37,5
Komkommer			14,3	28,6	57,1
Paprika		25		37,5	37,5
Totaal	5,6	13,9	8,3	33,3	38,9

Uit tabel 4.2 blijkt dat ruim 70% van de bedrijven het scherm redelijk tot volledig zegt te benutten. Bijna 20% van de telers zegt nog niet alles uit het scherm te halen. Bij komkommer is het beeld van de telers over het benutten van de scherm potenties overwegend positief. Daarentegen is het beeld bij Spathiphyllum, waar een scherm min of meer gangbaar is, verdeeld. Twee van de acht bedrijven zijn hierover nog geenszins tevreden. Opvallend is dat bij tomaat veel telers de scherm potenties al redelijk tot volledig denken te benutten, alhoewel 57% van de telers het scherm pas in de afgelopen drie jaar heeft aangeschaft. Al met al liggen er bij zo'n 30% van de deelnemende bedrijven nog kansen om het schermgebruik te intensiveren.

In tabel 4.5 is aangegeven of de telers denken over onvoldoende kennis te beschikken om de scherm potenties te kunnen benutten. De helft van de telers zegt over voldoende kennis te beschikken om het scherm intensiever in te zetten voor energiebesparing. Circa 14% van de telers is het daar gedeeltelijk mee eens. 25% van de telers zegt nog niet over voldoende kennis te beschikken. Al met al is zo'n 35% van de telers er niet zeker van dat men voldoende kennis heeft om intensiever te kunnen schermen.

Tabel 4.7 Mate waarin telers over onvoldoende kennis beschikken voor intensiever schermgebruik

Percentage	Helemaal oneens	Beetje oneens	Neutraal	(Betje) mee eens
Tomaat	57,1			42,9
Fresia	50	16,7	16,7	16,7
Spathiphyllum	25	25	12,5	37,5
Komkommer	57,1	14,3	14,3	14,3
Paprika	62,5	12,5	12,5	12,5
Totaal	50	13,9	11,1	25

Het beeld uit tabel 4.2 en 4.5 komt bij tomaat niet geheel overeen. De telers zijn iets positiever over het benutten van de scherm potenties dan over het daarvoor beschikken van de benodigde kennis.

Opmerking

Bij zowel tabel 4.2 als 4.4 zijn de uitspraken van telers voor hen 'waar'. De vraag is echter waaraan telers hun oordeel toetsen over het benutten van de scherm potenties en over de aanwezig kennis over schermen. Een indicator voor de intensiteit van het schermgebruik zou hiervoor een handvat kunnen bieden.

Aanschaf temperatuurintegratiemodule (TI)

Net zoals bij het scherm is gevraagd wat de redenen van telers waren voor de aanschaf van de temperatuurintegratiemodule op de klimaatcomputer. Energie(kosten)besparing bleek bij alle gewassen de belangrijkste reden te zijn geweest voor aanschaf van TI. In een enkele gevallen werd ook een teeltechnische reden (paprika) of aanschaf van een nieuwe klimaatcomputer (fresia) genoemd. Bij de telers die de TI-regeling toepassen is gevraagd hoe zij het gebruik beoordelen. In tabel 4.3 is dit weergegeven.

Tabel 4.8 Oordeel telers over gebruik temperatuurintegratie

Aantal bedrijven	Zeër beperkt	Beperkt	Neutraal	Uitgebreid	Zeër uitgebreid
Tomaat		1		1	
Fresia		3			
Spathiphyllum	1	1			2
Komkommer		1	1		
Paprika				1	
Totaal	1	6	1	2	2

Uit tabel 4.3 volgt dat twee derde van de telers nog mogelijkheden ziet voor uitgebreidere toepassing van TI in hun bedrijfssituatie. Eenderde van de bedrijven zegt TI uitgebreid tot zeer uitgebreid te benutten.

Opmerking:

Tijdens de interviews is gebleken en uit andere bronnen is bekend dat telers ook onbewust het principe van TI toepassen, maar dan via andere ingrepen in de klimaatregeling en het veelvuldig wijzigen van setpoints (afhankelijk van het weer).

Houding van ongeschermden bedrijven ten aanzien van schermen

In de enquête is de telers die niet schermen gevraagd hoe op dat moment hun houding is tegenover schermen. De ongeschermden bedrijven blijken in 70% van de gevallen positiever te zijn geworden over de toepassing van schermen. De ervaringen bij collega's hebben daar volgens hen in grote mate toe bijgedragen.

4.4 Perceptie

Onder perceptie wordt hier verstaan de kijk van telers op het toekomstig gebruik van schermen en temperatuurintegratie en op andere zaken die met energie samenhangen.

Toekomstig schermgebruik

In tabel 4.4 is de verwachting van schermende telers over het toekomstig gebruik en wat er voor nodig is om intensiever te kunnen schermen weergegeven.

Tabel 4.9 Verwachting over toekomstig gebruik van het scherm en wat nodig is om meer te kunnen schermen

Percentage telers	Meer	Gelijk	Minder	Wat/wanneer is nodig voor meer schermen
Tomaat	0	85,7	14,3	Kennis en ervaring
Fresia	16,7	83,3		In winter betere vochtbeheersing (1)
Spathiphyllum	37,5	50	12,5	Nieuwe kas met drie schermen
Komkommer	28,6	71,4		Aanpassen verwarming Nieuwe klimaatcomputer Bij extreem koud weer
Paprika		100		
Totaal	19,4	75	5,6	

Het is opvallend dat geen enkele tomatenteler verwacht intensiever te gaan schermen, terwijl vier van de zeven bedrijven korter dan 3 jaar schermen. Dit stemt overeen met de opvatting dat men de mogelijkheden van het scherm voor een groot deel tot volledig benut (zie tabel 4.2). Aan de andere kant zegt men meer kennis en ervaring nodig te hebben om meer te kunnen schermen, zoals onder tabel 4.4 verwoord. De telers zijn waarschijnlijk voorzichtig ten aanzien van het intensiever schermen. Er liggen dus kansen.

fresiatelers zijn merendeels van mening dat zij wat schermen betreft op de huidige voet verder gaan. Het fresiabedrijf dat intensiever denkt te gaan schermen, schermt op dat moment het meest.

De Spathiphyllumbedrijven die meer denken te gaan schermen zitten allen (gemiddeld 12%) boven de (oude) AMvB-norm voor 2010. Deze telers geven aan bij nieuwbouw drie schermen te overwegen en daarmee het schermen te intensiveren. De bedrijven die evenveel zullen gaan schermen zitten al meer dan 10% onder de norm voor 2010.

De komkommerbedrijven die minder noch meer denken te schermen, zitten volgens hen aan de grens van de teelttechnische mogelijkheden. Bij doorvragen bleek dat een aantal toch nog mogelijkheden ziet als zich bepaalde situatie zouden voordoen, zoals bij extreem koud weer (piekscheren als gevolg van liberalisatie aardgasmarkt). De bedrijven

die verwachten meer te schermen stellen als voorwaarde dat aanpassing aan het verwarmingsstelsel en afstellen ketel op nieuwe klimaatcomputer nodig zijn.

Alle paprikatelers zien niet direct mogelijkheden het scherm in de toekomst intensiever te gaan gebruiken. Een groot deel stelt dat de gewasbalans en de gewasontwikkeling dit niet toelaat. Deze perceptie stemt niet helemaal overeen met hun houding te aanzien het benutten van het scherm en de aanwezige kennis. Een kwart van de bedrijven zegt de schermcapaciteit nog niet volledig te benutten en nog niet over voldoende kennis te beschikken. Uit teeltkundig oogpunt stelt men zich blijkbaar liever voorzichtig op dan het schermgebruik te intensiveren. Men zit volgens een teler 'op de grens van wat haalbaar is'. Uit tabel 4.4 blijkt echter dat er zeer grote verschillen zijn in aantal schermuren tussen de paprikabedrijven. Dit biedt aanknopingspunten om telers te laten inzien dat er toch mogelijkheden zijn om het schermgebruik te intensiveren gericht op extra energiebesparing zonder nadelige gevolgen voor de teelt en het gewas.

Effect aanwezigheid scherm op maximum gasverbruik

Door de liberalisering is een aantal telers vrij in de keuze van haar gasleverancier. Daarnaast is de tariefstructuur voor aardgas veranderd, waarbij hoge piekvragen kostenverhogend werken. Om de pieken te schermen worden ook schermen ingezet, zoals de afgelopen jaren bij veel tomatentelers is gebeurd.

Aan de schermende telers is gevraagd wat de zogenoemde contractcapaciteit zou zijn indien het scherm niet aanwezig was. Het betreft dus een inschatting van de telers (zie tabel 4.10).

Tabel 4.10 *Werkelijk (met scherm) en geschat (zonder scherm) maximum gasverbruik per uur per ha: minimum en maximumwaarde (gemiddelde) in m³/uur ha*

	Werkelijk maximum gasverbruik	Geschat maximum gasverbruik	Verskil geschat en werkelijk maximum gasverbruik
Tomaat	100-157 (124)	150-225 (184)	15-115 (60)
Fresia	92-200 (150)	110-200 (158)	0- 18 (6)
Spathiphyllum	102-213 (135)	136-298 (215)	34-120 (80)
Komkommer	105-160 (135)	155-190 (174)	18-59 (39)
Paprika	90-125 (108)	170-175 (171)	45-80 (63)

Uit tabel 4.2 volgt dat er grote verschillen in contractcapaciteit zijn tussen telers binnen een gewas. Dit heeft enerzijds te maken met de energietechnische voorzieningen op het bedrijf en anderzijds met de risicoperceptie van telers van het buitenklimaat (i.c. koudste momenten in het jaar: ga je uit van -8°C of -15°C). De gemiddelde contractcapaciteit is het grootst bij fresia en wordt veroorzaakt door het stomen. Het maximum gasverbruik neemt hierdoor slechts beperkt toe als het scherm niet aanwezig zou zijn. Uit het verschil tussen het geschatte en werkelijke maximum gasverbruik volgt dat met een scherm behalve energiebesparing ook de kosten van de piekvraag (aanzienlijk) kunnen worden verminderd.

Toekomstig gebruik temperatuurintegratie (TI)

Met betrekking tot het toekomstig gebruik van temperatuurintegratie denkt de helft van de telers, die TI toepassen, het in de toekomst uit te breiden (zie tabel 4.4).

Tabel 4.4 Verwachting over toekomstig gebruik TI en energiebesparing van telers die TI toepassen

Aantal bedrijven	Meer	Gelijk	Minder	Extra energiebesparing bij intensiever gebruik?
Tomaat	2			Nee of geen idee
Fresia	1	2		Nee
Spathiphyllum	1	2	1	Geen idee
Komkommer	2			Beperkt
Paprika		1		Geen idee
Totaal	6	5	1	

Hiervan worden slechts beperkte effecten op het energieverbruik (= besparing) verwacht. De telers die een TI-regeling hebben maar nog niet toepassen zijn sceptisch over het toepassen daarvan. Negatieve ervaringen bij henzelf of collega's vormen daarvoor een belangrijke blokkade. Telers die nog niet over TI beschikken (30% van de geschermden bedrijven) staan verschillend tegenover het toekomstig gebruik. Een deel (45% van de bedrijven zonder TI) gelooft er niet in of past het principe van TI via andere instellingen toe (zoals via maximum buistemperatuur of via wijzigen temperatuursetpoint dag en nacht). Het andere deel (55%) koppelt dit aan de aanschaf van een nieuwe klimaatcomputer. Deze laatste bedrijven zijn potentiële gebruikers van TI.

Toekomstige energiebesparing

In tabel 4.3 is de verwachting van de schermende telers over energiebesparing in het algemeen in de toekomst weergegeven. Bij tomatentelers komt het gemiddelde beeld voor, waarbij de energiebesparing door andere maatregelen dan met een ander schermgebruik zal worden behaald. Bij fresia ziet de helft van de telers nog mogelijkheden voor energiebesparing en verwacht men daarbij ook een bijdrage van het schermen. Uit tabel 4.4 bleek dat slechts een minderheid (circa 17%) nog intensiveringsmogelijkheden ziet voor schermen. Mogelijk heeft het laatste alleen betrekking op de huidige scherminstallatie op het bedrijf. Het is opvallend dat twee derde van de bedrijven die geen mogelijkheden zien voor verdere energiebesparing boven de AMvB-norm voor 2010 zitten (zie hierna). Van de bedrijven die wel extra energiebesparing denken te behalen, zit twee derde (behoorlijk) onder de norm van 2010; deze belichten overigens het minst intensief (2.500-3.000 lux).

De Spathiphyllumtelers denken overwegend verdere energiebesparing te behalen. Een belangrijk deel wordt verwacht van nieuwbouw, meer (drie) schermen en een verfijnder gebruik van energieschermen. Opvallend is dat de meeste telers die nog energiebesparing verwachten al onder de AMvB-norm van 2010 zitten (zie hierna). De komkommertelers (circa 60%) noemen het scherm niet als maatregel om tot verdere energiebesparing te komen, alhoewel een aantal het schermgebruik in de toekomst verwacht uit te breiden (zie tabel 4.4). Ze verwachten meer van nieuwbouw en teeltmaatregelen. Ook de paprikatelers noemen schermen niet direct als optie om meer energiebesparing in de toe-

komst te behalen. Wel wordt een tweede scherm genoemd. Anderzijds verwachten enkele telers dat de extra besparing marginaal zal zijn.

Tabel 4.3 Verwachting over extra energiebesparing in de toekomst onder schermende telers

Percentage van de telers	Extra energiebesparing			
	<i>ja</i>	<i>toelichting</i>	<i>nee</i>	<i>toelichting</i>
Tomaat	71,4	Technische ontwikkeling, lagere teelttemperatuur (koude rassen),	28,6	Productie en kwaliteitsverlies
Fresia	50	Uitbreiding scherm, ander schermtype, warmtebuffer	50	Mogelijkheden uitgeput
Spathiphyllum	75	Nieuwbouw (3), scherm (2) en teelttechnieken	25	Mogelijkheden uitgeput
Komkommer	85,7	Nieuwbouw (2), teeltmaatregelen (2),	14,3	Productie en kwaliteitsverlies
Paprika	62,5	Gesloten kas, extra scherm, zuiver CO ₂ , andere rassen	37,5	Mogelijkheden beperkt
Totaal	69,4		30,6	

Bijna 70% van de schermende telers denkt in de toekomst nog energie te besparen. Hierbij denken deze telers in eerste instanties aan andere opties dan aan het optimaliseren van het schermgebruik of aan andere/extra schermen. Overigens is dit niet geheel verrassend, omdat de grootste klappen in energiebesparing in principe bij het initieel toepassen van een scherm worden behaald. Dit stemt overeen met het beeld dat de meerderheid van de telers de mogelijkheden van het scherm (bijna) volledig zegt te benutten en over voldoende kennis zegt beschikt om het toe te passen. Aan de andere kant geldt voor een deel van de telers dat er nog mogelijkheden zijn om het schermgebruik te optimaliseren. De soms grote verschillen in aantal schermuren tussen bedrijven (zie tabel 4.4) is daar een voorbeeld van.

Verwachting over behalen van de AMvB-normen voor 2010 (ongeëvalueerde normen)

Afsluitend is in de enquête gevraagd of de telers de AMvB-norm voor energie in 2010 denken te halen en welke maatregelen zij daarvoor noodzakelijk achten (zie tabel 4.17). Daarnaast is nagegaan hoe de telers op dit moment (2002) staan ten opzichte van de norm voor 2010.

Ruim 80% van de schermende telers denkt de AMvB-norm voor 2010 te kunnen halen. Hiervan zit al bijna 80% (= 60% van alle geschermded bedrijven) in 2002 al onder deze norm. Dit is iets hoger dan het landelijk gemiddelde in 2002 (circa 55%) (Glami, 2003). Alle deelgenomen tomatenbedrijven zitten qua energieverbruik in 2002 3-14% onder de AMvB-norm van 2010. Desondanks verwachten twee bedrijven mede uit energiebesparingsoogpunt nog maatregelen te nemen. De helft van de fresiabedrijven denkt de norm voor 2010 te behalen. Van alle gewassen komt bij fresia relatief het grootste aantal bedrijven voor die de AMvB-norm in 2010 niet denkt te halen. Opvallend is dat één teler de normen niet denkt te halen, terwijl hij er in 2002 al onder zit. Een fresiabedrijf belicht niet en zit zelfs 30% boven deze norm! Onder de fresiatelers is in vergelijking met andere gewassen het minste bekend wat de AMvB-norm inhoudt.

Tabel 4.17 *Huidige energieverbruik en verwachting over behalen AMvB-norm voor 2010 en benodigde maatregelen (aantal bedrijven)*

Percentage be- drijven	Verbruik 2002 tov norm 2010		Haalt norm 2010?		Noodzakelijke maatregelen
	onder	boven	ja	nee	
Tomaat	100	0	100	0	Schermbesluit op volledig bedrijf (1), nieuwe klimaatcomputer (1)
Fresia	50	50	50	50	Uitbreiding scherm (1)
Spathiphyllum	62,5	37,5	75	25	Nieuwbouw (3), drie schermen, grotere buffer
Komkommer	42,9	57,1	100	0	Nieuwbouw (2), nieuwe ketel+computer
Paprika	50	50	87,5	12,5	Nieuwe kas (3), schermen (2), nieuwe rassen, restwarmte
<i>Totaal</i>	<i>61,1</i>	<i>38,9</i>	<i>83,3</i>	<i>16,7</i>	

Onder de Spathiphyllumtelers zijn er 4 die in 2010 de normen denken te halen en er in 2002 al onder zitten. Eén teler zit nu ver boven de 2010 norm, maar weet dat er veel te doen staat. De teler denkt de problemen met nieuwbouw te kunnen oplossen. Alle komkommertelers denken de 2010 norm te halen, alhoewel 1 dit niet zeker weet (net nieuw bedrijf). Van de bedrijven zit ruim 40% in 2002 al onder de norm voor 2010. Bijna alle paprikatelers denken de AMvB-norm voor 2010 te halen, waarvan er in 2002 al de helft aan voldoet. Opvallend is dat één teler verwacht de norm voor 2010 te bereiken via het afnemen van restwarmte. Opmerkelijk is dat niet alle telers zich bewust zijn van hun energieprestatie in vergelijking met de AMvB-norm voor 2010. Dit is ook eerder geconstateerd in eerder onderzoek (Verstegen et al., 2003). Dit is een aandachtspunt in de communicatie met telers.

4.5 Discussie bij gedrag, houding en perceptie

De uitspraken en standpunten van telers zijn voor hen waar en oprecht. Hieraan wordt niet getwijfeld. Wel kan men zich afvragen of uitspraken/standpunten over bijvoorbeeld behaalde energiebesparing met scherm of temperatuurintegratie, benutten van de scherm potenties en aanwezig zijn van voldoende kennis voldoende onderbouwd zijn. Met andere woorden: wat is de referentie en hoe heeft men het kunnen toetsen.

Het is in het algemeen zo dat mensen zich positiever uiten of voordoen dan dat het in werkelijkheid is. Dit zelfbeeld hoeft niet ontkracht te worden. De vraag is eerder aan de orde om telers te ondersteunen met instrumenten (checklists, methoden, meetlatten, enzovoort) om hun prestaties beter te kunnen 'meten' of inzichtelijk maken (onder andere grafieken). Op basis daarvan kunnen telers hun klimaat en schermstrategie adequater aanpassen.

5. Workshop met telers, onderzoekers en adviseurs

Op 11 maart 2004 zijn de resultaten, zoals beschreven in hoofdstuk 3 en 4, teruggekoppeld naar de deelgenomen telers, onderzoekers en enkele adviseurs. Met de deelnemers zijn de resultaten en conclusies besproken, is nagedacht over de kennisoverdracht en is een aantal stellingen besproken. Het verslag daarvan is opgenomen in een flyer, die is verspreid onder de deelnemers. Het deel wat betrekking heeft op de discussie, kennisoverdracht en stellingen is hieronder opgenomen.

5.1 Discussie in gewasgroepen

Vruchtgroenten (tomaat, paprika en komkommer)

Met betrekking tot het schermgebruik dient behalve energiebesparing ook de gewasbalans (verhouding generatieve en vegetatieve ontwikkeling) voldoende aandacht te krijgen. Dit geldt niet alleen voor paprika, maar eveneens voor tomaten.

Het intensiveren van het schermgebruik kan beperkt worden door andere instellingen, zoals een verlaagde maximum buistemperatuur (65-70°C). Hierdoor accepteren telers bij een lange koude periode soms een wat lagere kasttemperatuur. Opgemerkt werd dat telers soms te veel vasthouden aan vaste klimaatregiems. Dit weerhoudt hen om grenzen te verleggen en te zoeken naar nieuwe wegen. Uit angst voor hoge luchtvochtigheden (schimmelziekten en ongunstige gewasontwikkeling) wordt niet intensiever geschermd. Daarnaast ontbreekt het volgens telers vaak aan voldoende kennis om de mogelijkheden van de klimaatcomputer optimaal te benutten. De productieverliezen door schermen bij tomaten blijken mee te vallen, alhoewel telers de toepassing van schermen nog niet rendabel achten. Over het gebruik van temperatuurintegratie zijn de telers kritischer. TI wordt soms weinig gebruikt, omdat ook andere klimaatinstellingen hetzelfde effect bereiken. Dit betreft onder meer een verlaagde maximumbuistemperatuur en een grotere lichtverhoging overdag. Daarnaast lijkt TI minder geschikt voor meer dagen omdat weersverwachtingen voor meer dan 24 uur onzeker zijn. Tegenover het eenvoudig realiseren van etmaaltemperaturen wordt vaak ook ingegrepen op de TI-regeling.

Fresia

Bij fresia is zonwering de belangrijkste functie van het scherm en verklaart de keuze voor open doeken. Open doeken kieren van nature al, waardoor toepassing van een kierregeling niet noodzakelijk is. Hierdoor is minder energiebesparing haalbaar. Energiebesparing is ook te bereiken door het vastzetten van de buistemperatuur (lagere kasluchttemperaturen bij extreme koude).

Een (extra) scherm kan zinvol zijn voor het verlagen van de piekvraag.

Het verschil in energieverbruik verklaren de telers door het verschil in teeltstrategie: het aantal teelten per jaar en daarmee de noodzaak 1 of 2 keer per jaar te stomen.

Spathiphyllum

Kastype en aantal schermdoeken bepalen met name het schermgebruik. Met meerdere doeken is het klimaat, met name in de zomer, beter stuurbaar. Met open doeken is rustiger te telen en zijn minder vochtkieren nodig. Bovendien is een open doek gunstig in combinatie met belichten.

Met een open én een dicht doek is in de zomer een hogere RV te realiseren, wat gunstig is voor de bloei. Er is weinig praktijkervaring over het toepassen van een schermkier. Bij hoge RV's wordt in sommige gevallen eerst de kasluchttemperatuur verhoogd voordat een kier wordt getrokken. Pas bij aanhoudende hoge RV gaat men tot ventilatie over. De schermkiersturing is ook afhankelijk van het kastype. Bij een breedkapper is de kier kleiner (effectiever) dan bij een Venlokas door het grotere dekoppervlak.

Informatie over de instellingen achter het openen/sluiten van het scherm werd in de workshop gemist (in dit rapport behandeld in 4.2). Bij *Spathiphyllum* is in de winter het scherm niet op vaste tijden open. De mogelijkheid werd geopperd om hiervoor infraroodmeters in te zetten.

De teeltstrategie ('natte' of 'droge' teelt) bepaalt het gebruik van TI. Met DIF (verschil dag en nachttemperatuur) zijn goede ervaringen opgedaan. TI is lastiger in te zetten in de zomer. Overdag wordt een hoge RV nagestreefd. Dit vraagt dat het scherm overdag langer dichtblijft, terwijl dit bij TI 's nachts plaatsheeft.

5.2 Kennisverspreiding onder telers

Algemeen

Het illustreren van de kennis op voorbeeldbedrijven wordt sterk aanbevolen. Deze bedrijven zijn voor telers een belangrijke inspiratiebron en vergelijkingsmaatstaf. Zo zijn de gevolgen te demonstreren wanneer bepaalde grenswaarden worden overschreden. Hiermee kan worden aangetoond tot hoever men in de praktijk kan gaan. Telers kunnen ook bewust grenzen proberen te overschrijden. Gevolg hiervan is wel dat de laatste energiebesparingsprocenten meestal het gevaarlijkst zijn.

Vruchtgroenten

Telers vinden het belangrijk dat kennis naar telers wordt gecommuniceerd via excursiegroepen of praktijknetwerken. Het is belangrijk de onderwerpen specifiek aan de orde te stellen. Ook gewasavonden of workshops vervullen daarin een functie.

Communiceer naar telers dat het scherm een extra hulpmiddel kan zijn in het beheersen van het kasklimaat. Vermeld daarbij ook de randvoorwaarden, waaronder dat haalbaar is, zoals de aanwezigheid van specifieke klimaatsoftware.

Het aanhouden van een temperatuurverschil tussen dag en nacht (DIF) werkt gunstig voor de gewasgroei en -ontwikkeling en is energiebesparend. Dit kan worden ondersteund met grafieken, zodat het inzichtelijker wordt (bijvoorbeeld via Klimlink).

Fresia

Voorlichting kan een functie hebben, maar telers zijn sceptisch, omdat men er niet veel van verwacht. In de fresiateelt is het besparingseffect gering, omdat de setpointtemperaturen

laag zijn. Daarnaast is men van mening dat eerst een elfstedentocht nodig is om de houding van telers ten aanzien van het scherm te doen veranderen. Bovendien levert die situatie specifieke ervaringen op.

Spathiphyllum

Telers achten extra voorlichting nodig met betrekking tot het openen/sluiten van het scherm, het aanhouden van een schermkier en over nieuwe schermdoeken (SLS-10-Ultra). Een andere mogelijkheid is het via een bekende persoonlijkheid aantrekkelijk maken van een workshop voor telers en bij de communicatie van de boodschap.

5.3 Stellingen

Een aantal stellingen is voorgelegd om argumenten helder(der) te krijgen.

Telers kunnen schermgebruik niet vergelijken, omdat er geen (goede) registratie is!

De aanwezigen waren hierover verdeeld. Vooral fresia telers waren het hier wel mee eens; binnen deze groep werd nauwelijks het aantal schermuren geregistreerd. Daartegenover vergelijken andere telers al jaren registratiegegevens in excursiegroepverband en zeggen daar baat bij te hebben.

Het is niet bekend wat de optimale schermstrategie is!

De optimale schermstrategie zul je volgens bijna alle telers nooit bereiken, omdat het een voortdurend leerproces is hoe om te gaan met veranderende situaties en omstandigheden. Daarnaast zoekt een teler steeds de grenzen op van het toelaatbare.

RV-setpoint en buitentemperatuur zijn zonder negatieve gevolgen hoger in te stellen!

De meerderheid vindt de teelt heilig en doet daar geen concessies aan. Dit is wel gewasafhankelijk; bij tomaat neemt men minder risico dan bij komkommer, omdat het gewas langer staat. Een paprikateler stuurt in bepaalde perioden het scherm 's nachts niet op RV en weet een groter aantal schermuren te realiseren zonder negatieve gewaseffecten. Bij donker weer wordt ook overdag enkele uren geschermd; lichtverlies wordt gecompenseerd door een vochtiger klimaat en energiebesparing. Afhankelijk van de uitgangssituatie wijst onderzoek uit dat nog winst haalbaar is.

Kouval door schermkier bestaat niet!

Bijna 80% is het hiermee oneens. Verschillende factoren bepalen kouval, zoals bedrijfs-grootte, windsnelheid en -richting en dimensionering verwarmingssysteem. Er worden ventilatoren ingezet om temperatuurverschillen te voorkomen of te beperken. De wijze waarop ventilatoren worden geregeld blijkt uiteen te lopen. Kouval - een plotselinge daling van de kastemperatuur - is volgens onderzoek meer een installatietechnisch probleem en is oplosbaar. Bij de juiste bedrijfsuitrusting (dus bij een horizontaal scherm altijd een gevelscherm gebruiken) en toepassing (rustig en met kleine stappen openen) is in het onderzoek nooit kouval geconstateerd. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit alleen op lokaal niveau (bij praktijkbedrijven) is gemeten. Op kasniveau zouden er omstandigheden kunnen optre-

den waarbij dit wel het geval is. Indien kouval optreedt zijn er oplossingen te bedenken die dit probleem verhelpen dan wel weten te voorkomen.

Veel hangt ook af van de gebruikte kiergrootte. In het onderzoek is gekeken naar vochtkieren van soms minder dan een centimeter. In de praktijk worden ook grotere vochtkieren gebruikt, waarbij kouval mogelijk wel kan optreden. Het stapsgewijs openen van het scherm, waarbij de kier steeds groter wordt kan wel kouval veroorzaken.

Schermen hebben geen invloed op horizontale temperatuurverschillen!

De indruk van de meerderheid is dat een scherm temperatuurverschillen creëert of juist versterkt. Hierbij bepalen buitenomstandigheden in grote mate de temperatuurverschillen doordat andere luchtstromingen onder het scherm ontstaan.

Onderzoek wijst uit, dat horizontale temperatuurverschillen al bestaan voordat een scherm wordt geïnstalleerd en meestal het gevolg zijn van een verkeerde of slecht werkende bedrijfsuitrusting. Zonder aanpassing bij de gevel worden bij gebruik van een bovenscherm verschillen gecreëerd. In de praktijk blijkt helaas nog vaak dat alleen een bovenscherm gebruikt wordt zonder afdoende maatregelen bij de gevel. Door gelijktijdig met het bovenscherm ook een gevelscherm te installeren of de gevel extra te verwarmen worden horizontale verschillen verkleind of zelfs voorkomen.

Nood/knellsituatie bepaalt schermaanschaaf, onder andere liberalisering aardgasmarkt!

Zeventig procent vindt van niet. Hierin schuilt de ontkenning dat de overheid telers aanzet bepaalde maatregelen te treffen. Erkend wordt dat voor groenfinanciering, zoals groenlabekas, versneld een scherm wordt overwogen of meegenomen.

De invloed van de gasprijs op het energiebesparend gedrag wordt door weinig telers gedeeld. Telers zijn huiverig dat de overheid een energieprijspolitiek zou gaan voeren om daarmee haar energiedoelen te bereiken.

Actief gewas en dood klimaat zijn achterhaalde tuindersbegrippen!

Tussen praktijk en onderzoekswereld bestaat hierover verschil van mening. Voor het onderzoek zijn deze begrippen helaas weinig concreet.

Telers kunnen vaak geen duidelijke beschrijving van de begrippen geven; wel ingeval van extreme situaties. Gewag wordt gemaakt van het begrip 'groene wiskunde'. Dit is de kennis en ervaring bij telers en de relaties die tussen zaken worden gelegd.

Telers ervaren klimaatsituaties en hanteren daarvoor begrippen, die uit overlevering zijn meegekregen. Hoewel de begrippen moeilijk zijn te duiden, vormt het niettemin een basis voor het bijstellen van de klimaatinstellingen.

6. Perspectief scherm voor ongeschermden bedrijven

Bij tomaat en fnesia wordt anno 2003 op een belangrijk deel van de bedrijven niet geschermd. In het navolgende wordt aangegeven welk perspectief schermen heeft uit het oogpunt van energiebesparing en economie. Hierbij wordt in eerste instantie uitgegaan van de gegevens van de twee bedrijven die met het rekenmodel KASPRO bij zowel tomaat als fnesia zijn gesimuleerd. Vervolgens wordt de informatie vanuit de workshop daarin betrokken.

6.1 Tomaat

Bij tomaat is een kosten-batenanalyse uitgevoerd van het scherm (zie tabel 6.1). Uitgegaan is van de gegevens uit 3.1.4, waarin de effecten van afwezigheid van het scherm op energieverbruik en drogestofproductie zijn vermeld. In de analyse is rekening gehouden met een besparing van de gaskosten, de jaarkosten van de investering in de scherminstallatie en opbrengstderving door lichtverlies. Bij de berekening van de gaskosten is uitgegaan van een besparing van 10 en 17% voor bedrijf tom1 en tom2 behorende bij 1.040 respectievelijk 1.690 schermuren. Daarnaast is ook rekening gehouden met een vermindering van de benodigde contractcapaciteit voor aardgas. De reductie van de contractcapaciteit is berekend op basis van een isolatiegraad van het energiescherm van 40% ¹ (Van der Velden et al., 2001). Voor de berekening van de gaskosten is uitgegaan van een relatief lage commodityprijs van 10 eurocent/m³ gas en een relatief hoge commodityprijs (17 eurocent/m³). De gaskosten zijn berekend conform de tariefstructuur in het Commodity Diensten Systeem, dat geldt voor bedrijven met een jaarverbruik van 170.000 m³ en meer (de zogenaamde vrije klanten). De investeringskosten van de energieschermen zijn berekend aan de hand van cijfers uit KWIN 2003-2004 (Van Woerden, 2003). Het relatieve productieverlies is gelijkgesteld aan de vermindering van de drogestofproductie (zie 3.1.4). De opbrengstderving is gebaseerd op de productie en gemiddelde productprijs (per kilo) van de bedrijven tom1 en tom2 in 2002. Uit tabel 6.1 blijkt dat bij bedrijf tom1 een energiebesparing van 10% en een reductie van de contractcapaciteit van 40% onvoldoende is om alle kosten goed te maken. Het resultaat blijft ook bij een hoge commodityprijs negatief (-0,41 euro/m² per jaar). Voor bedrijf tom2 met een besparing van 17% is het saldo bij de lage commodityprijs negatief, maar is dit bij een hoge commodityprijs 0,25 euro/m² per jaar positief. Voor het intensief geschermden bedrijf tom2 is de investering in het energiescherm bij de huidige commodityprijs van circa 15 eurocent/m³ rendabel. Deze resultaten gelden voor een bestaand bedrijf van 1-1,5 ha. Wanneer een bestaand bedrijf van 4 ha wordt beschouwd, kunnen de jaarkosten van de investering tot 0,50 euro/m² lager zijn. De

¹ De 40% geldt indien het scherm in zijn geheel is gesloten.

investering wordt in dat geval voor tomatenbedrijven eerder rendabel, ook wanneer op relatief extensieve wijze wordt geschermd (zoals tom1).

Tabel 6.1 Kosten-batenanalyse energiescherm voor tomatenbedrijven tom1 en tom2 bij een relatief lage en een relatief hoge commodityprijs van aardgas (in euro/m²)

	Tom1 1)		Tom2 1)	
	commodityprijs 10 eurocent/m ³	commodityprijs 17 eurocent/m ³	commodityprijs 10 eurocent/m ³	commodityprijs 17 eurocent/m ³
Besparing gaskosten (A)	1,56	1,89	1,86	2,40
Jaarkosten investeringen (B) 2)	1,13	1,13	1,13	1,13
Opbrengstverlies (C)	1,17	1,17	1,02	1,02
Vershil: A - (B + C)	-0,74	-0,41	-0,29	0,25

a) bedrijf tom1: relatief extensief geschermd, bedrijf tom2: relatief intensief geschermd; b) voor een bestaand bedrijf van 1 ha. Voor een 4 ha bedrijf kan het kostenvoordeel oplopen tot 0,50 euro/m².

Bij nieuwbouw kan daarnaast een kostenbesparing van circa 10% worden bereikt als tegelijkertijd een scherm wordt aangeschaft (info scherminstallatiebedrijven). In de praktijk zal het resultaat mede afhangen van de gerealiseerde productprijs en de feitelijke productiedaling tengevolge van de lichtonderschepping door de scherminstallatie. Wat betreft aantal geregistreerde schermuren is dit bij tom2 nog niet het hoogst. Er was één bedrijf uit de enquête die circa 150 schermuren meer registreert (zie tabel 4.4). In de workshop gaven de schermende tomatentelers aan dat de toepassing van energieschermen in hun ogen nog niet rendabel was. Niettemin vielen de productieverliezen mee en kan het scherm een extra hulpmiddel zijn in het verbeteren van het teeltklimaat (voorkomen van koude koppen of al te droge kaslucht).

6.2 Fresia

In tegenstelling tot bij tomaat (zie 6.1), is geen kosten-batenanalyse gemaakt van het scherm. Het scherm wordt bij fresia niet alleen toegepast voor energiebesparing, maar vooral voor zonwering. De aanschaf van een scherm is in feite een afweging tussen teeltbeheersing in de zomer door te krijten of door gebruik van een zonweringscherm. In de afweging worden daarbij de kosten van het krijten en weer schoonwassen van het dek meegenomen. De jaarlijkse kosten bedragen voor gewoon krijt circa 0,30 euro/m² (2x krijten en wassen) en voor redusol/reducean circa 0,50 euro/m².

Het uitschakelen van het scherm en het simuleren van de effecten op energieverbruik en drogestofproductie analoog aan tomaat is daardoor niet uitgevoerd.

In 3.4 is vermeld dat de twee fresiabedrijven 593 respectievelijk 522 uren schermen gedurende de nacht voor energiebesparing in de periode tussen 1 november en 1 maart respectievelijk 1 april. Om toch een indicatie van de energiebesparing en de bijbehorende

energiekostenbesparing te verkrijgen is met het rekenmodel KASPRO berekend wat het gasverbruik zou zijn, indien het scherm op fre1 en fre2 in de vermelde winterperiode niet voor energiebesparing zou zijn ingezet. Het energieverbruik blijkt op jaarbasis 2% hoger te zijn (0,5 respectievelijk 0,4 m³/m²). De relatief kleine energiebesparing van het scherm heeft te maken met de lage setpointtemperaturen van de kaslucht en de open structuur van het scherm. Beide bedrijven gebruiken het bij fresia veelvoorkomende type XLS-15F met een lagere isolatiewaarde van 10-15%. (Knijff en Benninga, 2003).

Er zijn twee berekeningen van het effect op de energiekosten uitgevoerd. Eén waarbij behalve een besparing in volumeverbruik (2%) ook wordt uitgegaan van een verlaging van de contractcapaciteit (i.c. 12,5%) en één waarbij geen contractverlaging is verondersteld. In tegenstelling tot andere gewassen is bij fresia de contractcapaciteit ook afhankelijk van de capaciteit voor het stomen. Indien de capaciteitsvraag voor stomen de hoogte van de contractcapaciteit bepaalt, levert een scherm geen of een beperkte verlaging van de contractcapaciteit op. In tabel 6.2 zijn de resultaten van beide berekeningen vermeld. De gaskostenbepaling is op identieke wijze uitgevoerd als bij tomaat en is geënt op de bedrijven fre1 en fre2.

Tabel 6.2 *Energiekostenbesparing scherm bij fresiabedrijven fre1 en fre2 bij relatief lage en relatief hoge commodityprijs (in euro/m²)*

	Fre1		Fre2	
	commodityprijs 10 eurocent/m ³	commodityprijs 17 eurocent/m ³	commodityprijs 10 eurocent/m ³	commodityprijs 17 eurocent/m ³
Besparing gaskosten				
- door volumebesparing	0,05	0,08	0,04	0,07
- door verlaging contractcapaciteit	0,24	0,25	0,24	0,24
- door volumebesparing en verlaging contractcapaciteit	0,29	0,33	0,28	0,31

Uit tabel 6.2 blijkt dat de beperkte fysieke energiebesparing bij de fresiabedrijven leidt tot een kleine energiekostenbesparing van 4-8 eurocent/m². Indien een contractcapaciteitsverlaging kan worden bereikt, neemt de energiekostenbesparing met 24-25 eurocent/m² extra toe tot circa 28-33 eurocent/m². Behalve vanuit teeltkundig oogpunt (beheersen zomerklimaat) biedt een zonweringscherm ook vanuit energiekostenoogpunt een voordeel. Dit is met name het geval als een contractcapaciteitsverlaging is te behalen. In de workshop bleek dat de fresiatelers sceptisch zijn over het energiebesparend effect van het zonweringscherm. Het beeld bij deze telers stemt dus overeen met de berekende energiebesparing. Anderzijds kan volgens de telers het scherm zinvol zijn om de contractcapaciteit te verlagen. Dit hangt van de specifieke bedrijfssituatie af. Het potentiële effect van een zonweringscherm op de contractcapaciteit verdient meer aandacht in de voorlichting en communicatie richting de ongeschermden bedrijven.

6.3 Profielklanten

De resultaten in paragraaf 6.1 en 6.2 gelden voor bedrijven met een jaarverbruik van 170.000 m³ en meer (vrije klanten). Voor energie-extensieve en kleine bedrijven met een verbruik tussen 5.000 en 170.000 m³ per jaar - de zogenaamde profielklanten - gelden min of meer vaste tarieven voor gas. Deze gastarieven bedragen eind 2004 rond de 23 eurocent/m³ en zijn hoger dan die voor vrije klanten (info gasleveranciers). Toepassing van energieschermen leveren deze profielklanten circa 23 eurocent per bespaarde m³ gas op. Omdat het gasverbruik op deze bedrijven aanzienlijk lager is dan die op energie-intensieve en/of grote bedrijven is de absolute energiebesparing kleiner bij hetzelfde besparingspercentage van het scherm. De energiekostenbesparing is hiervan afhankelijk. Dit wordt geïllustreerd voor de gewassen tomaat en fnesia op basis van de gegevens uit 6.1 en 6.2.

Uitgaande van een tomatenteelt met een jaarverbruik van 150.000 m³ (30 m³/m² op 5.000 m²) levert 10% energiebesparing door het scherm een energiekostenbesparing op van circa 3.450 euro (oftewel 0,69 euro/m²). De kostenbesparing is duidelijk kleiner dan die in tabel 6.1 is vermeld voor het bedrijf tom1: 1,56 euro/m² bij een commodityprijs van 10 en 1,89 euro/m² bij 17 eurocent/m³.

Bij fnesia is - voor een bedrijf van 6.000 m² en 20 m³/m² (jaarverbruik 120.000 m³) - de energiekostenbesparing met een scherm (2% energiebesparing) 0,09 euro/m². Dit is 4-5 eurocent/m² hoger dan voor de bedrijven fre1 en fre2 bij een commodityprijs van 10 eurocent/m³ en 1-2 eurocent/m² hoger dan bij 17 eurocent/m³ (zie ook tabel 6.2). Dit is exclusief de eventuele kostenbesparing door capaciteitsverlaging.

De investering in een scherm is op kleinere bedrijven omgerekend per m² groter dan op grotere bedrijven en stijgt sneller naarmate de bedrijfsomvang kleiner wordt.

Over het algemeen betekenen de hogere gasprijzen voor profielklanten in vergelijking met die voor vrije klanten niet dat de toepassing van een scherm daardoor eerder aantrekkelijk wordt.

7. Energiebesparing door intensiever schermgebruik

7.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is het effect van de wijze van schermgebruik op het energieverbruik getoond. Dit is geïllustreerd door de schermstrategie van het extensief geschermd bedrijf en dat van het intensief geschermd bedrijf om te wisselen. Hierna wordt de energiebesparing aangegeven op bedrijfsniveau en op sectorniveau indien extensief geschermd bedrijven op een intensievere wijze zouden schermen.

7.2 Energiebesparing op bedrijfsniveau

Op basis van de onderzochte bedrijven en de berekeningen met het rekenmodel Kaspro is in tabel 7.1 de energiebesparing vermeld voor de extensief geschermd bedrijven als deze de schermstrategie van het intensief geschermd bedrijf zouden volgen (zie ook bijlage 5). De intensieve schermstrategie omvat zowel de setpointinstellingen voor schermen als een andere of tweede scherm (komkommer en Spathiphyllum).

Tabel 7.1 *Berekende energiebesparing (in m³/m², % en m³/m² per 100 extra schermuren) van extensief geschermd bedrijven met een intensievere schermstrategie*

Gewas	Energiebesparing		
	m ³ /m ²	%	m ³ /m ² per 100 extra schermuren
Tomaat	5,4	11	0,63
Komkommer	2,1	5	0,54
Paprika	5,3	12	0,35
Fresia	0,1	0,4	0,14
Spathiphyllum	3,5	7	. a)

a) Het aantal schermuren tussen spa1 en spa2 verschilde weinig.

De fysieke energiebesparing voor de extensief geschermd bedrijven varieert van 0,1 tot 5,4 m³/m² per jaar (0,4 - 12%) afhankelijk van het gewas. Per 100 extra schermuren levert dit een extra energiebesparing op van 0,14 tot 0,67 m³/m². Voor het extensief geschermd tomatenbedrijf leidt dezelfde hoeveelheid extra schermuren tot een grotere energiebesparing dan voor de andere gewassen. Bij Spathiphyllum kwamen de setpointinstellingen van het scherm op de bedrijven spa1 en spa2 sterk overeen. De intensievere schermstrategie op spa2 wordt in hoofdzaak bepaald door het tweede scherm (= zonnenscherm).

7.3 Energiebesparing op sectorniveau

De energiebesparing voor de sector wordt bepaald door de energiebesparing op bedrijfsniveau op te schalen naar sectorniveau. Dit is op globale wijze uitgevoerd, omdat de positie van de (extensief en intensief) geschermden bedrijven qua energiegebruik ten opzichte van de overige praktijkbedrijven niet (exact) bekend is. Om de energiebesparing op sectorniveau indicatief in te schatten, zijn aanvullende gegevens gebruikt, zoals gewasareaal en areaalaandeel met scherm.

Bij de gewassen tomaat, komkommer en paprika is ervan uitgegaan dat het aantal schermuren van het extensief en het intensief geschermd bedrijf de variatie in de praktijk vrij aardig weerspiegelt. Bij fnesia ligt dit lastiger, omdat de teeltregimes (met name teelttemperatuur) van beide bedrijven behoorlijk uit elkaar liggen; mogelijk het gevolg van rassenkeuze en teeltstrategie. Het aantal schermuren ligt daarnaast minder ver uit elkaar. Bij *Spathiphyllum* hangt het effect van de intensieve schermstrategie op het energiegebruik vrijwel samen met het tweede (zonne)schermb.

Voor de gewassen tomaat, komkommer en paprika is ingeschat hoe de bedrijven in de praktijk zijn verdeeld qua aantal schermuren. Bij een normale verdeling zou het aantal schermuren op het gemiddelde geschermd bedrijf in de praktijk het midden houden van het extensieve en van het intensieve geschermd bedrijf. Het gemiddelde geschermd praktijkbedrijf met bijvoorbeeld tomaat zou met een intensievere schermstrategie een gemiddelde energiebesparing kunnen behalen van $2,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$, zijnde de helft van de potentiële energiebesparing op het extensieve bedrijf. Dit levert een rekenfactor op van 0,5. Omdat de exacte verdeling niet bekend is, is voor de rekenfactor een bandbreedte aangehouden van 0,4-0,6. Dit is voor alle vruchtgroentegewassen aangehouden. Voor *Spathiphyllum* is een andere benadering gekozen. Verondersteld is dat 60-80% van de bedrijven geen tweede (zonne)schermb heeft. Dit houdt in dat 60-80% van bedrijven nog extra energiebesparing kan behalen met een tweede scherm; de rekenfactor is hier 0,6-0,8. Voor fnesia is deze exercitie niet uitgevoerd, omdat onvoldoende informatie beschikbaar was.

In tabel 7.2 zijn de uitgangspunten evenals de indicatieve energiebesparing op sectorniveau weergegeven. Uit tabel 7.2 volgt dat toepassing van een (in onderzoek gevonden) intensievere schermstrategie op circa 2.350 ha geschermden bedrijven met tomaat, komkommer, paprika en *Spathiphyllum* een fysieke energiebesparing op sectorniveau kan opleveren van 42 tot 63 miljoen m^3 aardgas. Dit is een besparing van 1,3 tot 1,9% op het energiegebruik van de gehele sector over 2002 ($= 3.371 \times 10^6 \text{ m}^3$; Knijff et al., 2004).

Tabel 7.2 *Uitgangspunten en indicatieve energiebesparing (in 10^6 m^3 en in % van energieverbruik sector) indien totale gewasareaal met scherm een intensievere schermstrategie zou hanteren*

Gewas	Uitgangspunten		rekenfactor	Indicatieve energiebesparing	
	areaal a)	aandeel met Scherm b)		10^6 m^3	% van totaal energieverbruik
Tomaat	1.257	38	0,4-0,6	10,3-15,5	0,3-0,5
Komkommer	639	95	0,4-0,5	5,1-7,6	0,2-0,2
Paprika	1.213	100	0,4-0,6	25,7-38,6	0,8-1,1
<i>Spathiphyllum</i>	55	100	0,6-0,8	1,2-1,5	0,03-0,05
			Totaal	42,3-63,2	1,3-1,9

CBS, 2003.

Tomaat: Knijff et al. (2004). Overige gewassen geschat.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Schermgebruik en energieverbruik

Uit de interviews en de simulatie van het schermgebruik en het bijbehorende energieverbruik kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. Er komen grote verschillen in schermgebruik voor tussen bedrijven; ook bij gewassen waar het schermen gangbaar is. Dit komt met name tot uitdrukking in het aantal schermuren en vertaalt zich in het energieverbruik.
2. Belangrijke verschillen in schermgebruik die het verschil in energieverbruik bepalen zijn het setpoint RV, het setpoint voor de buitentemperatuur en/of stralingsniveau waarop het scherm open/dichtloopt en het aanpassen van de klimaatstrategie aan veranderde teeltomstandigheden. Hoe hoger de setpoints voor RV en voor de buitentemperatuur en/of stralingsniveau des te meer energiebesparing.
3. Er is een grote variatie in het aanhouden van een vochtkier (0-3%). Het wel of niet toepassen van een vochtkier blijkt meestal een gevoelskwestie te zijn. Hierbij gaan hogere RV-setpoints vaak samen met een grotere maximaal toelaatbare vochtkier.
4. Twee bedrijven behalen met temperatuurintegratie een energiebesparing van ruim 10%. Dit is hoger dan in vergelijking met eerder onderzoek en is een gevolg van een grotere ingestelde bandbreedte of een hogere RV-setpoint.
Het gebruik van temperatuurintegratie bleek weinig tot geen invloed te hebben op het schermgebruik. Wel kan een lagere kasluchttemperatuur (in compensatieuren) tot een hogere RV leiden en meer/grotere schermkieren veroorzaken.
5. Het omwisselen van schermstrategie tussen een extensief en een intensief geschermd bedrijf vertaalt zich in het energieverbruik. Het extensief geschermd bedrijf bespaart energie met een intensieve schermstrategie en omgekeerd. Een andere schermstrategie leidt vrijwel altijd tot een ander kasklimaat. Het effect op de drogestofproductie is marginaal (< 1%).
6. Het toepassen van een tweede scherm leidt ook tot energiebesparing. Zo levert een tijdelijk vast foliescherm bij komkommer een besparing op van 3-4% en een zonweringsscherm bij Spathiphyllum van 7-10%. De energiebesparing wordt daarbij ook bepaald door andere setpoints dan die voor het schermen.
7. Als ongeschermden tomaten en fresiabedrijven zouden schermen, is een energiebesparing van 10 respectievelijk 2% haalbaar. De energiebesparing bij tomaat kan oplopen tot zelfs 17% naarmate de schermstrategie intensiever is. Daartegenover staat bij tomaat een verlies aan gewasproductie van 2,3-2,4% door de lichtonderschepping van de scherminstallatie.
8. Voor ongeschermden tomatenbedrijven is een energiescherm onder de huidige relatief hoge energieprijzen economisch interessanter bij een intensieve schermstrategie.

Voor ongeschermden fresiabedrijven maakt contractcapaciteits-verlaging een zonweringsschermden economisch interessanter.

Gedrag, houding en perceptie ten aanzien van schermen

De analyse van gedrag, houding en perceptie onder telers leidt tot de volgende conclusies:

1. Het schermgebruik is behalve van het gewas ook afhankelijk van de teler. Schermende telers baseren hun strategie in belangrijke mate op eigen kennis en ervaring. Niet-schermden telers gaan vooral af op ervaringen bij andere telers.
2. De meeste bedrijven sturen het moment van sluiten en openen van het scherm op een combinatie van buitentemperatuur, astronomische tijd en/of instraling.
3. Angst voor kouval en temperatuurverschillen belemmert de helft van de telers om de aanwezige vochtkierregeling toe te passen.
4. Een kwart van de schermende telers zegt de schermpotenties nog niet volledig te benutten door gebrek aan voldoende ervaring en theoretische kennis. Niet-schermden telers staan positiever tegenover de toepassing van schermen.
5. Geen of negatieve effecten verhinderen de helft van bedrijven met temperatuurintegratie om het niet toe te passen. Telers die TI intensiever denken te gaan gebruiken verwachten slechts een marginale energiebesparing.
6. Bijna 70% van de telers verwachten verdere energiebesparing te bereiken door nieuwbouw, nieuwe kastypen en teeltmaatregelen. Een scherm (ander type of extra scherm) wordt in beperkte mate genoemd.
7. Telers die zich niet bewust zijn van de energieprestatie ten opzichte van de AMvB-norm hebben vaak een verkeerde perceptie op het behalen van de energienorm. De meeste denken nog energie te moeten besparen, terwijl ze al aan de 2010 normen voldoen.
8. Praktijk en onderzoek verschillen soms duidelijk van mening en standpunt over zaken in relatie tot scherm en temperatuurintegratie. Verschil in 'golflengte' is hier mede debet aan. Daarnaast speelt de risicobeleving bij telers een rol.
9. Telers hechten grote waarde aan voorbeeldbedrijven voor kennisverspreiding, zoals van de demonstratieprojecten Energie Kennis Kas en Energie Optimaal Kas. Deze bedrijven zullen vooral aanspreken wanneer het raakvlakken heeft met de bedrijfssituatie van die telers.
10. Telers hebben een zelfbeeld over hun handelen en denken over scherm en TI. Dit zelfbeeld is niet altijd correct en belemmert (gewenste) gedragsverandering.

Eindconclusie

Er is potentie om het energieverbruik van de glastuinbouw en de bedrijven terug te dringen door het schermgebruik te intensiveren. Dit is met name te bereiken door de setpoints voor RV, buitentemperatuur en stralingsniveau wat hoger in te stellen.

De schermtoepassing voor tomatenbedrijven wordt interessanter, naarmate intensiever wordt geschermd en meer energiebesparing wordt behaald.

Telers denken in het algemeen dat ze goed bezig zijn. Daarbij hebben telers niet altijd een juist beeld van hun schermstrategie. Dit belemmert (gewenste) gedragsverandering en aanpassing van het teeltregime.

8.2 Aanbevelingen en kennisproducten

Op basis van de conclusies en bevindingen in het onderzoek en de workshop worden eerst algemene aanbevelingen verwoord; daarbij is tussen haakjes aangegeven welke partijen daarin een rol kunnen spelen. Vervolgens wordt per gewas specifieke aanbevelingen gegeven. Tenslotte worden enkele kennisproducten, zijnde ruwe informatieboodschappen ten behoeve van de voorlichting, aangereikt.

Algemene aanbevelingen

- Probeer op transparante wijze de handelwijze van telers weer te geven met betrekking tot schermen en temperatuurintegratie. Betrek daarin de prestaties van intensief schermende en energiezuinige teler(s) die als voorbeeld kunnen dienen (voorlichting).
- Ondersteun telers met indicatoren, waarmee de handelwijze en de prestaties van telers inzichtelijker gemaakt kunnen worden. Hierbij wordt gedacht aan aantal schermuren en aan grafische weergave van de gerealiseerde stuurvariabelen (voorlichting).
- Ondersteun telers en/of voorlichting met een instrument, waarmee een aangepast schermgebruik kan worden vertaald naar effecten op energieverbruik en kasklimaat. Hierbij kan het programma Energiebesparing Op Maat als platform dienen (onderzoek).
- Benadruk de rol van setpoint RV en de setpoint buitentemperatuur en stralingsniveau op de mate van schermgebruik en de potentiële energiebesparing. Maak gebruik van positieve ervaringen bij (voorbeeld)telers (voorlichting).
- Besteed in de voorlichting over temperatuurintegratie aandacht aan bedrijven en situaties waarin de toepassing positief verloopt en waarom dit zo is (voorlichting).
- Belicht in de kennisverspreiding naar ongeschermden bedrijven dat de potentiële energiebesparing niet direct wordt behaald; het is een leerproces (voorlichting).
- Besteed in de voorlichting aandacht aan de variatie in strategie ten aanzien van schermen. Belicht ook de gevaren van een intensieve strategie (voorlichting).
- Stimuleer telers na te gaan waar zij staan in relatie tot de AMvB-normen. Beter zicht op hun positie draagt bij aan de tactische en strategische besluitvorming, met inbegrip van gedragsverandering voor energiebesparing (voorlichting).
- Probeer de factoren achter tuindersbegrippen, zoals 'actief gewas' en 'dood klimaat' boven water te krijgen (onderzoek).
- Probeer de drempels die implementatie van kennis over schermen en temperatuurintegratie in de weg staan te identificeren. Angst en vermeende risico's zijn slechte raadgevers en weerhouden telers om anders met hun schermstrategie om te gaan. Daarnaast kan er lacune in kennis zijn (onderzoek).

Specifieke aanbevelingen voor vruchtgroenten

- Betrek in de voorlichting ook het teeltsturingselement van scherm (gewasbalans).
- Een extra scherm in de vorm van een tijdelijk vast folie kan bij komkommer en paprika in het begin van de teelt extra energiebesparing geven.

- Belicht in de kennisverspreiding naar niet-schermdende tomatentelers, dat de productie verliezen mee kunnen vallen. Vooral als men verder in het leerproces is.
- Het aanhouden van grotere temperatuurverschillen tussen dag en nacht (DIF) kan gunstig werken voor de gewasgroei en -ontwikkeling en is energiebesparend.

Specifieke aanbevelingen voor fresia

- Besteed aandacht aan schermurenregistratie (telers). Dit geldt met name voor de periode waarin het wordt gebruikt voor energiebesparing.
- Energiebesparing door overdag te schermen verdient onder schermende telers meer aandacht.
- In bedrijfsvergelijkingsgroepen verdient de strategie van telers voor schermen en temperatuurintegratie meer aandacht. Focus op de overwegingen en argumenten.
- Belicht in de voorlichting naar niet-schermdende telers dat een zonweringscherm ook energiekostenbesparing kan opleveren door reductie van de contractcapaciteit.

Specifieke aanbevelingen voor Spathiphyllum

- Besteed aandacht aan schermurenregistratie in relatie tot de schermstrategie (telers).
- Besteed in de voorlichting aandacht aan het moment van sluiten/openen van het scherm, het aanhouden van een schermkier en informatie over nieuwe schermssystemen en -materialen.
- Wijs in de voorlichting telers op de voordelen van een combinatie van energiescherm en zonweringscherm; in teeltkundig oogpunt (beheersen zomerklimaat, combinatie met groeilicht) en in energetisch opzicht (7-10% extra besparing).

Kennisproducten

Dit betreft globale informatieboodschappen voor de voorlichting.

Kennisverspreiding naar schermende telers

- Hogere setpoints voor RV en hogere setpoints voor de buitentemperatuur en/of stralingsniveau voor het openen/sluiten van het scherm leveren extra energiebesparing op zonder dat dit hoeft te leiden tot ongunstige effecten op productie en productkwaliteit. De energiebesparing kan oplopen tot 12% afhankelijk van het gewas en de bedrijf- en teeltsituatie.
- Hogere setpoints voor RV gaan vaak samen met een grotere toegestane vochtkier.
- Een tweede scherm levert, afhankelijk van het schermmateriaal en gebruikswijze, extra energiebesparing op. Voorbeelden hiervan zijn een tijdelijk vast foliescherm bij komkommer (3-4%) en een zonnescherm bij Spathiphyllum (7-10%).
- Temperatuurintegratie beïnvloedt het schermgebruik niet of nauwelijks en hoeft intensivering van het schermgebruik dus niet in de weg te staan.

Kennisverspreiding naar niet-schermdende telers

- Het bereiken van de potentiële energiebesparing met een scherm is een leerproces en vraagt leertijd.
- Bij tomaat is een energiebesparing van 10% haalbaar door het toepassen van een energiescherm. Dit kan oplopen tot zelfs 17% wanneer het scherm intensiever wordt

gebruikt. Wel dient rekening te worden gehouden met een afname van de gewasproductie door de lichtonderschepping (2-2,5%). Bij de huidige relatief hoge energieprijzen is een scherm bij 10% energiebesparing nog niet direct rendabel. Dit is wel het geval als op een intensievere wijze wordt geschermd en/of schaalvoordelen op de investering worden behaald.

- Bij fresia levert een zonweringscherm door de lagere teelttemperaturen een beperkte energiebesparing op (2-2,5%). De energiekostenbesparing valt groter uit als behalve energiebesparing ook een contractcapaciteitsverlaging wordt bereikt (circa 0,25 euro/m²).

Literatuur

Braak, N.J. van de, J.B. Campen, F.L.K. Kempkes en H.F. de Zwart, *Effecten combinatie van temperatuurintegratie en energieschermen*. Rapport P2002-59, IMAG, Wageningen, 2002.

Bremmer, J., *Strategic decision making and firm development in Dutch horticulture*. Proefschrift, Wageningen Universiteit en Research Centre: 144.

Glami., *Eerste resultaten milieuprestaties glastuinbouw bekend*. Projectbureau Glami, Persbericht 12 september 2003.

Kempkes, F.L.K., N.J. van de braak, A.T.M. Zwinkels en B.Houter., *Schermkieren in de praktijk, Onderzoek naar verbeterde regeling, temperatuurverschillen en gewasontwikkeling bij paprika*. Nota P 2000-30, IMAG, Wageningen, 2000.

Knijff, A. van der en J. Benninga, *Energie in de glastuinbouw van Nederland; ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 2002*. Rapport 3.03.06, LEI, Den Haag, 2003.

Ravensbergen, P., M. Esmeijer, F. Kempkes, A. Dieleman en J. Verstegen, *Kan het nog beter? Advies voor energiebesparing aan een energiezuinige paprikateler I, II en III*. Intern rapport, LEI, Den Haag, 2004.

Velden, N.J.A. van der, J. Benninga en J.K. Nienhuis, *Anticipatiemogelijkheden glastuinbouw liberalisering aardgasmarkt; Tussenrapportage vruchtgroente*. Rapport 2.01.12, LEI, Den Haag, 2001.

Verstegen Jos, Erick Westerman, Peter Ravensbergen en Johan Bremmer, *Ondernemen met energie*. Rapport 2.03.12, LEI, Den Haag, 2003.

Woerden, S.C. van, *Kwantitatieve Informatie van de Glastuinbouw; Groente - Snijbloemen - Potplanten*. PPO 580, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 2003.

Workshop 'Gebruikswijze van energieschermen in de praktijk'. LEI, 2004.

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

Bijlage 1 Vragenlijst schermende telers

Naam interviewer:

Datum:

Tijdstip aanvang enquête:

1 Adres en ondernemer gegevens

Naam:

Tuinadres:

Postcode:

Woonplaats:

Telefoonnummer:

E-mail:

In welk jaar bent u geboren?

Wat is de hoogste (volledig afgeronde) dag opleiding, van u zelf ?

Lagere Tuinbouwschool	<input type="radio"/>
Andere LBO-opleiding	<input type="radio"/>
Middelbare Tuinbouwschool	<input type="radio"/>
Andere MBO-opleiding	<input type="radio"/>
MULO/MAVO/VMBO	<input type="radio"/>
HBS/HAVO/VWO/Atheneum/Gymnasium	<input type="radio"/>
Hogere Tuinbouw- school/Landbouwuniversiteit	<input type="radio"/>
Andere HBO-opleiding/universiteit	<input type="radio"/>

Hoeveel jaren bent u werkzaam als bedrijfsleider (op uw bedrijf, of eventueel een ander bedrijf)?

Minder dan 4 jaar	<input type="radio"/>
4 tot en met 7 jaar	<input type="radio"/>
8 tot en met 11 jaar	<input type="radio"/>
12 tot en met 20 jaar	<input type="radio"/>
Meer dan 20 jaar	<input type="radio"/>

Bent u, op dit moment, actief buiten het bedrijf, als lid van een telersvereniging of ergens in een bestuursfunctie? (meerdere antwoorden mogelijk)

'Gewoon' lid telersvereniging	<input type="radio"/>
Bestuursfunctie telersvereniging	<input type="radio"/>
Bestuursfunctie bij de veiling	<input type="radio"/>
Bestuursfunctie bij een sportvereniging	<input type="radio"/>
Bestuursfunctie in de kerk	<input type="radio"/>
Bestuursfunctie in een LTO commissie	<input type="radio"/>
Bestuurslid bij de Rabobank	<input type="radio"/>
Bestuurslid, anders nl. bij/in:	<input type="radio"/>

Geef bij elk van de volgende cursussen m.b.t. energie en/of klimaat aan of u zelf deze gevolgd heeft?

Cursus klimaatregeling van IPC of cursuscentrum De Lier	<input type="radio"/>
Cursus warmtekrachtkoppeling	<input type="radio"/>
Cursus energiebeheer bij IPC of HAS	<input type="radio"/>
Klimaatregelingcursus LTO-Groeiservice	<input type="radio"/>
Andere cursus klimaatregeling	<input type="radio"/>
Andere cursus m.b.t. energie en/of klimaat namelijk:	<input type="radio"/>
Geen van bovenstaande cursussen	<input type="radio"/>

2. Teeltgegevens

Gewas(sen): (bij meer gewassen; gewas en aantal m² vermelden)
 Soort(en): (bij meer soorten soort en aantal m² vermelden)
 Plantdatum: (niet bij potplanten)
 Ruimdatum: (niet bij potplanten)
 Productie 2002: kg/m² of stuks/m²
 Productie 2001: kg/m² of stuks/m²
 Omzet 2002: euro/m²
 Omzet 2001: euro/m²

Alleen bij potplanten

Potmaat gemiddelde teeltduur (weken)
 Potmaat gemiddelde teeltduur (weken)
 Potmaat gemiddelde teeltduur (weken)
 Potmaat gemiddelde teeltduur (weken)

3. Technische gegevens

Oppervlakte kas:

Type kas:

Vakmaat:

Poothoogte:

Leeftijd kas:

Isolatie gevel: geen/hortiplus/dubbelglas/folie/gevelschem (1 antwoord mogelijk)

Buffergrootte: (m³/ha)

Merk computer:

Versie klimaatsoftware:

Laatste update klimaatsoftware: 2003/ 2002/ voor 2002

Ketel capaciteit (kcal/h of kW)

W/K capaciteit (kW) (indien aanwezig)

4. Algemeen klimaat

4.1. Welke minimum buistemperatuur instellingen houdt u aan?

Periode/tijdvak	Ochtend	Middag	Avond	Nacht

4.2. Welke vocht setpoints stelt u in (hierboven gaan de luchtramen open) dit kan in % RV als in vochtdeficiet in g/m³ worden uitgedrukt.

Periode/tijdvak	Ochtend	Middag	Avond	Nacht

5. Schermen

5.1. Wanneer heeft u een scherm aangeschaft?

0 tot en met 3 jaar geleden (ga naar 5.2)

meer dan drie jaar geleden (ga naar 5.4)

5.2. Wat was de reden om een scherminstallatie aan te schaffen?

5.3. Wat voor positieve en negatieve verwachtingen had u over een scherm?

5.4. Wat voor typescherm doek heeft u?

- Phormilux
- SIS-10-Ultra
-

5.5. Waarom heeft u voor dit type doek gekozen?

5.6. Is het schermmateriaal recentelijk vervangen?

5.7. Wat bepaalt 's avonds over het algemeen het moment van sluiten van het scherm en verschilt dit per periode/tijdvlak in het jaar?

- A) gebeurt dit op een vaste tijd
- B) gebeurt dit op een astronomische tijd
- C) gebeurt dit op instraling (toelichten welke stralingsniveau en is er sprake van een traject)
- D) gebeurt dit op de toename van buistemperatuur
- E) gebeurt dit op delta T (vast temperatuurverschil tussen binnen- en buiten temperatuur.
- F) gebeurt dit op buitentemperatuur
- G) of een combinatie van de hierboven genoemde. Meld de gebruikte combinatie (toelichten)
- H) of iets anders, namelijk

Periode/tijdvak	Welke instelling	Wat is ingesteld	Waarom

5.8. Wat bepaalt over het algemeen het moment van openen van het scherm en verschilt dit per periode/tijdvlak in het jaar?

- A) gebeurt dit op een vaste tijd
- B) gebeurt dit op een astronomische tijd
- C) gebeurt dit op instraling (toelichten welke stralingsniveau en is er sprake van een traject)
- D) gebeurt dit op buitentemperatuur
- E) of een combinatie van de hierboven genoemde. Meld de gebruikte combinatie (toelichten)
- F) of iets anders, namelijk

Periode/tijdvak	Welke instelling	Wat is ingesteld	Waarom

5.9 In welke periode van het jaar wordt het scherm **niet** ingezet om energie te besparen?

5.10 Wordt het scherm overdag ingezet om energie te besparen? (extreme kou)

Ja

Periode/tijdvlak	Wanneer	Onder welke voorwaarden

Nee

Waarom niet

Wat gebeurt er bij extreme kou?

temp verlagen

tot welke temp wordt verlaagd

Hoelang kan dat worden aangehouden

andere maatregelen

toelichten.....

5.11 Wordt het scherm overdag gesloten ingezet voor een ander reden

Periode/tijdvlak	Welke instelling	Wat is ingesteld	Waarom

5.12 In wat voor situaties en in welke periode wordt in het algemeen van deze instellingen afgeweken en waarom?

Periode/tijdvlak	Wat	Hoe	Waarom	Op basis waarom

5.13 Kunt u het aantal uren dat geschermd wordt per seizoen ook achterhalen met u klimaat computer?

Ja

zouden wij daar dan een uitdraai van mogen (per jaar totaal en per dag of periode)

Nee

5.14 Wilt u in de toekomst het scherm meer, minder of evenveel gaan gebruiken?

meer

#Waarom

Wanneer (welke periode)

#Wat is er volgens u nodig? (Software, nieuwe apparatuur)

minder

Waarom

Wanneer (welke periode)

evenveel

Waarom

Wat houdt u tegen om meer te schermen

5.15 Reageert u op de volgende stellingen

1 U haalt alles uit u uw scherm

Helemaal oneens	Beetje oneens	Neutraal	Beetje mee eens	Helemaal mee eens

2 U heeft te weinig kennis van het scherm om meer te gaan schermen

Helemaal oneens	Beetje oneens	Neutraal	Beetje mee eens	Helemaal mee eens

5.16 Wat zijn voor u de belangrijkste informatiebronnen voor schermgebruik? (nummer 1 is belangrijkste)

.... Studieclubs

....Collega's

....Voorlichter

.... Cursussen

.... Energiebedrijf

.....Eigen ervaring

.....

6 Vocht

6.1 Wat is een vochtkier regeling volgens u?

6.2 Heeft u een vochtkierregeling op de computer?

6.3 Wordt er een vochtkierregeling toegepast?

O Ja

maximale kiergrootte%
stapgrootte% ofcm per
totaal aantal stappen
setpoint vochtkier is

O Nee, waarom dan niet

6.4 Treden in bepaalde situaties vochtproblemen op in relatie met schermen ? Heeft u door het gebruik van het scherm meer vochtproblemen? (Zo ja wanneer?)

6.5 Hoeveel energie bespaart u met een energiescherm? (in % en m³/m²)

6.6 Waar baseert u dit op?

6.7 Is dit gebaseerd op basis van uw eigen bedrijf of dat van collega's?

6.8 Denkt u nog meer energie te besparen in de toekomst?

O Ja, waarom wel?

O Nee, waarom niet?

7 Temperatuurintegratie

7.1 Wat betekent TI voor U?

7.2. Heeft U een TI regeling op uw computer?

O Ja, Past u dit toe

O Nee, waarom niet?

O Ja

O Nee, waarom niet?

7.3 Welke bandbreedten voor temperatuurintegratie worden algemeen aangehouden?

Minimum bandbreedte

Maximum bandbreedte

7.4 Binnen hoeveel dagen moet een afwijkende temperatuur worden gecompenseerd?

.....dagen

7.5 Sinds welk jaar gebruikt u temperatuurintegratie?

7.6 Wat was de aanleiding om temperatuurintegratie toe te passen? (bijv. CDS of energiebesparing?)

7.7 Wat zijn de ervaringen met temperatuurintegratie tot nu toe?

7.8 Hoe beoordeelt u het gebruik van temperatuurintegratie? (Schaal 1 tot 5)

1 zeer beperkt

2 beperkt

3 neutraal

4 uitgebreid

5 zeer uitgebreid

Waarom dit cijfer?

7.9 Grijpt u wel eens in op de temperatuurintegratieregeling? (bijv. handmatige reductie van de opgebouwde graaduren)

Ja, waarom wel?

Nee, waarom niet?

7.10 Wilt u in de toekomst temperatuurintegratie meer, minder of gelijk gaan gebruiken?

minder, waarom? (ga naar 8.1)

meer (ga naar 7.11)

gelijk (ga naar 7.11)

7.11 Hoeveel gas op jaarbasis bespaart u nu met TI?

7.12 Hoeveel extra gas op jaarbasis verwacht u in toekomst nog extra te besparen?

8 Energiebeleid

8.1 Wat was uw gasverbruik en elektriciteit van het afgelopen jaar en per periode?

Gasverbruik M ³													
Warmte derden GJ													
Elektra KWh													

8.2 Bent u voor gas een vrij klant?

Ja (ga naar 8.3)

Nee (ga naar 8.4)

8.3 Wat is voor gas de:

Contractcapaciteit= m³/uur

Incidentele capaciteit= m^3 /uur (indien van toepassing)

Aantal ingekochte etmalen= (maximaal 21)

Uurflexibiliteit capaciteit = m^3 /uur (indien van toepassing)

Uurflexibiliteit volume = m^3

8.4 Wordt er assimilatiebelichting toegepast op dit bedrijf?

Ja (ga naar 8.5)

Nee (ga naar 8.8)

8.5 Wat is het elektrisch geïnstalleerd vermogen van de assimilatie lampen in per W/m^2 of in lux?

8.6 Welk type lamp heeft u hangen?

8.7 hoeveel uur belicht u gemiddeld op jaarbasis?

(Alleen voor fresia tuinders)

8.8 Wordt grondkoeling toegepast?

Ja

Boven welke grond temperatuur gaat de grondkoeling aangraden

Wat is het maximale elektrische vermogen van koelmachine We/m^2

Nee

8.9 Hoe hoog zou het maximum gasverbruik per uur (contractcapaciteit) zijn zonder een scherm?

8.10 Kunt u mij in kort vertellen wat de Glaminorm is?

8.11 Verwacht u de Glaminorm voor energie voor uw bedrijf te halen in 2005 en 2010?

8.12 Welke investeringen/aanpassingen/veranderingen zijn de komende jaren voor u nodig om de Glaminorm te halen?

(alleen vragen wanneer de tuinder minder dan 3 jaar een scherm heeft)

8.13 Wat is uitgekomen van de positieve en negatieve effecten die u verwachtte van een scherm?

Bijlage 2 Kasparameters en setpoints tomaat

	tom1			tom2			
	van	tot	waarde	van	tot	waarde	
kasoppervlak			12330			13600	
goothoogte			4			4	
kapbreedte			4			3.2	
vakmaat			4.5			4.5	
vloerverwarming			nee			nee	
raamlengte			2.25			2.25	
raamhoogte			1			0.825	
primair net			Low			Low	
ondernet type			51-er			45-er	
aantal buizen per kap			5			4	
bovennet type			28-er			28-er	
aantal buizen per kap			2.5			4	
buffervolume			100			132	
als buffer vol is			stoppen			stoppen	
gewas			tomaat			tomaat	
plantdatum	28 - dec			20 - dec			
ruimdatum	15 - dec			30 - nov			
setpoint verwarmen	28 - dec	15 - jan	19 - 19	20 - dec	1 - jan	20 - 20 - 18	
	15 - jan	1 - feb	19 - 18	1 - jan	1 - mrt	20 - 20 - 17	
	1 - feb	1 - apr	18.5 - 17.5	1 - mrt	1 - mei	21 - 21 - 16 - 18	
		1 - apr	18 - 17	1 - mei	23 - nov	21 - 21 - 15-16.5	
		1 - mei	7 - dec	18 - 16	23 - nov	30 - nov	18
		7 - dec	15 - dec	16	30 - nov	20 - dec	5
		15 - dec	28 - dec	5			
		1 - mei	7 - dec	op+3 - on+1	23 - nov	30 - nov	0
		7 - dec	15 - dec	0	30 - nov	20 - dec	0
		15 - dec	28 - dec	0			
dode zone stoken luchten	28 - dec	15 - jan	2	20 - dec	1 - apr	1	
	15 - jan	15 - feb	1.5	1 - apr	15 - okt	0.5 - 1	
	15 - feb	1 - apr	1	15 - okt	20 - dec	1	
	1 - apr	15 - mei	0.5 - 1				
	15 - nov	7 - dec	1 - 1.5				
tijdstippen dode zone	7 - dec	28 - dec	3				
	28 - dec	15 - jan	0	20 - dec	1 - apr	0	
	15vjan	15 - feb	0	1 - apr	15 - okt	op-4 - on-4	
	15 - feb	1 - apr	0	15 - okt	20 - dec	0	
	1 - apr	15 - mei	op-2 - op+3				
	15 - mei	15 - sep	0				
	15 - sep	15 - okt	op-2 - op+4				
	15 - okt	15 - nov	op-2 - op+3				
	15 - nov	7 - dec	op-2 - op+3				
	7 - dec	28 - dec	0				
begin lichtverhoging			100			350	

	21 - jun	21 - sep	450				
	21 - sep	21 - dec	360				
buistemp. waar secondaire net bij- komt			75				55
scherm	15 - okt	16 - apr	Ja	1 - nov	1 - mei	Ja	
	16 - apr	15 - okt	Nee	1 - mei	1 - nov	Nee	
scherm type			SLS10_ultra_+			SLS10_ultra_+	
gevelscherm			geen			vast	
2e scherm			nee			nee	
stralingsniveau waarop scherm open gaat			5	20 - dec	1 - feb	20	
				1 - feb	23 - nov	2	
				23 - nov	20 - dec	100	
max buitentemp waarop scherm nog sluit	14 - dec	29 - dec	15	20 - dec	1 - feb	10	
	29 - dec	1 - feb	6	1 - feb	1 - mrt	8	
	1 - feb	1 - apr	4	1 - mrt	1 - nov	9	
	1 - apr	15 - okt	2	1 - nov	23 - nov	8	
	15 - okt	15 - nov	5	23 - nov	20 - dec	14	
	15 - nov	1 - dec	8				
	1 - dec	14 - dec	10				
maximum vochtier			2				0

Verklaringen: Tijden kunnen op een aantal manieren zijn opgegeven, waarbij zowel ten opzichte van de zon op en zon onder, maar ook met harde uren gewerkt kan worden. Enkele voorbeelden zijn:

- op-3-op+3 van 3 uur voor zonop tot 3 uur na zonop
- 0 of geen waarde 24 uur of de gehele periode

Bijlage 3 Rekenmodel KASPRO

Het simulatiemodel KASPRO is een model van de eigenschappen van een kas, gewasgegevens, ingestelde setpoints en buitenklimaat. De relevante variabelen worden berekend als functie van de tijd, waarmee de energieconsumptie en gewasproductie worden bepaald. De basis van het model wordt gevormd door de energie-, water- en CO₂-balansen van het beschouwde systeem.

Het kasklimaatmodel heeft als startpunt de kasklimaatregelaar.

Kaslucht bevat samenhangende componenten waarvan de temperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie als primaire variabelen worden beschouwd. De kasklimaatregelaar vergelijkt deze waarden met setpoints. De setpoints zijn functies van tijd en buitenklimaat en aangenomen wordt dat de teler ze van parameters voorziet.

Naast het kasklimaat, stuurt de regelaar de apparaten aan die van belang zijn voor de warmtevoorziening (ketel, warmtepomp, WKK en opslagtank) en de CO₂-productie van de ketel. De regelactiviteiten hebben direct of indirect invloed op het brandstofverbruik. Dit is duidelijk het geval bij verhoging van de buistemperatuur, hoewel de brandstof om in de warmtebehoefte te voorzien, al uren eerder opgewekt kan worden en tijdelijk worden opgeslagen in een warmteopslagtank.

Geopende ramen hebben een effect op de energieconsumptie wanneer de regelactiviteiten worden uitgevoerd op grond van het setpoint luchtvochtigheid gedurende perioden van energievraag. De CO₂-gift veroorzaakt een brandstofverbruik indien CO₂ wordt verkregen uit uitlaatgassen van de ketel of de WK-installatie tijdens perioden zonder energievraag.

Naast de kasklimaatregelaar zijn de kasluchtomstandigheden ook afhankelijk van de warmte, vocht en CO₂-uitwisseling tussen de kaslucht en zijn directe omgeving. Om deze interacties te beschrijven onderscheidt het model samenhangende componenten voor het gewas, de bodem en het kasdek.

De grond onder de kas vertegenwoordigt een grote warmteopslagcapaciteit met een sterk dempend effect op fluctuaties van de kasluchttemperatuur.

Het kasdek vormt een belangrijke belemmering voor warmteverlies naar de buitenlucht. Indien de temperatuur van het dek echter onder het dauwpunt van de kaslucht komt, veroorzaakt het dekoppervlak ontvochtiging van de kas.

De buitenomstandigheden dienen als omgevingsfactoren voor het model. De buitenluchttemperatuur en de hemeltemperatuur beïnvloeden de warmteverliezen door convectie en straling bij het kasdek en daardoor de temperatuur van het dek. De buitentemperatuur, vochtigheid en CO₂-concentratie hebben een directe invloed op de primaire toestandsvariabelen via luchtuitwisseling door geopende ramen of kieren. De windsnelheid is eveneens een belangrijke weerconditie omdat deze invloed heeft op de convectieve warmteuitwisseling aan het dek en in belangrijke mate de luchtuitwisseling door de ramen bepaalt.

Een belangrijk weergegeven is de globale straling. Directe en diffuse straling wordt geabsorbeerd, gereflecteerd en doorgelaten door het dek, het gewas en de grondoppervlakte. Bovendien is straling op gewashoogte de basis voor de fotosynthese.

Voor de berekening van de warmte-, vocht- en CO₂-stromen tussen de samenhangende componenten, zijn de relaties voor de warmtestroming ontleend aan een aantal auteurs.

De beschrijving van het buitenklimaat gaat uit van typisch Nederlandse weersomstandigheden. Deze dataset is weergegeven in het SEL-jaar (Breuer en Van de Braak, 1989).

Bijlage 4 Berekende en gemeten gasverbruiken tomatenbedrijven

Berekende en gemeten gasverbruiken (m^3/m^2) per periode voor twee tomatenbedrijven

Bedrijf	Tom1		Tom2	
	berekend	gemeten	berekend	gemeten
periode	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ 4wk})$	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ 4wk})$	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ 4wk})$	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ 4wk})$
1	6,2	6,0	5,0	5,4
2	5,3	5,5	4,7	4,4
3	5,1	5,2	4,5	4,5
4	4,5	4,7	4,0	4,1
5	3,4	3,8	3,4	3,2
6	2,6	2,8	2,6	2,6
7	2,2	2,1	2,4	2,5
8	2,0	1,8	2,2	2,2
9	2,2	2,2	2,2	2,0
10	2,9	2,8	2,8	2,7
11	4,2	3,4	4,5	3,6
12	4,3	3,7	3,7	3,0
13	3,6	2,4	2,2	1,9
totaal	48,5	46,2	44,2	42,1

Bijlage 5 Analyse schermgebruik

Tomaat

Tabel B5.1 Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voor bedrijf tom1 en tom2 met de standaardschermstrategie (s1) en de omgewisselde schermstrategie (s2)

Periode	Tom1		Tom2		
	berekend s1	berekend s2	berekend s1	berekend s2	
1	6,2	5,3	5,0		6,0
2	5,3	4,4	4,7		5,6
3	5,1	4,2	4,5		5,4
4	4,5	3,6	4,0		5,0
5	3,4	3,1	3,4		3,7
6	2,6	2,6	2,6		2,6
7	2,2	2,2	2,4		2,5
8	2,0	2,0	2,2		2,2
9	2,2	2,2	2,2		2,2
10	2,9	2,8	2,8		2,9
11	4,2	4,1	4,5		4,6
12	4,3	3,7	3,7		4,2
13	3,6	2,8	2,2		2,6
Totaal	48,5	43,1	44,2		49,5
Relatief verbruik	100,0	89,0	100,0		112,0

Komkommer

Tabel B5.2 Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voor komkommerbedrijf kom1 en kom2 met de standaardschermstrategie (s1) en de omwisselde schermstrategie (s2)

Periode	Kom1		Kom2		
	berekend s1	berekend s2	berekend s1	berekend s2	
1	5,4	6,3	5,8		4,7
2	4,7	4,8	5,1		4,6
3	4,1	4,1	4,3		4,3
4	3,0	2,8	3,8		4,1
5	2,6	2,3	3,7		4,1
6	2,1	2,1	2,0		2,0
7	1,8	1,8	2,4		2,4
8	1,1	1,1	2,0		2,0
9	1,5	1,5	1,8		1,8
10	2,6	2,6	3,1		3,0
11	3,4	3,8	4,2		3,7
12	0,9	0,8	0,8		0,8
13	3,9	4,6	2,3		1,7
Totaal	37,2	38,7	41,2		39,1
Relatief verbruik	100	104	100		95

Paprika

Tabel B.3 Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voorde bedrijven pap1 en pap2 met de standaard-schermsstrategie (s1) en de omgewisselde schermstrategie (s2)

Periode	Pap1		Pap2		
	berekend s1	berekend s2	berekend s1	berekend s2	
1	6,0	5,4	4,9		5,5
2	5,6	4,7	3,7		4,6
3	5,1	4,4	3,3		4,0
4	4,4	3,3	2,5		3,6
5	3,2	2,7	2,4		3,1
6	2,4	2,4	2,1		2,1
7	2,1	2,1	1,9		1,9
8	1,6	1,6	1,2		1,2
9	1,8	1,8	1,3		1,3
10	3,3	2,9	1,9		2,4
11	3,9	3,4	2,6		3,5
12	0,9	0,9	1,3		1,5
13	5,5	5,1	4,8		5,1
Totaal	45,8	40,5	33,9		40,0
Relatief verbruik	100,0	88,0	100,0		118,0

Fresia

Tabel B.4 Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voor fre1 en fre2 met de standaardschermsstrategie (s1) en de omgekeerde schermstrategie (s2)

Periode	Fre1		Fre2		
	berekend s1	berekend s2	berekend s1	berekend s2	
1	3,2	3,3	3,0		2,9
2	2,6	2,6	2,0		2,0
3	2,2	2,2	2,0		2,0
4	1,4	1,4	1,6		1,6
5	1,3	1,3	1,1		1,1
6	1,3	1,3	1,5		1,5
7	1,9	1,9	1,4		1,4
8	2,1	2,1	1,5		1,5
9	2,2	2,2	1,6		1,6
10	2,0	2,0	1,2		1,2
11	2,3	2,3	1,7		1,7
12	4,0	4,0	1,9		1,9
13	4,6	4,6	3,4		3,4
Totaal	31,2	31,2	23,9		23,8
Relatief verbruik	100,0	100,0	100,0		100,0

Spathiphyllum

Tabel B5.5 Openingstabel scherm op combinatie buitentemperatuur en globale straling

Spa1		Spa2		
buiten tuur	tempera-	globale straling	buiten temperatuur	globale straling
	-15	500	-10	500
	-4	220	0	600
	8	60	3	200
	10	1	5	100
	50	1	10	1
			50	1

Tabel B5.6 Berekende gasgebruiken [m^3/m^2] per periode voor de *Spathiphyllum* bedrijven spa1 en spa2 met de standaardscherminstrategie (s1) en de omgekeerde schermstrategie (s2)

periode	Spa1		Spa2		
	berekend s1	berekend s2	berekend s1	berekend s2	
1	6,2	5,3	5,7	6,8	
2	5,2	4,7	5,1	5,6	
3	4,4	4,0	4,2	4,6	
4	3,5	3,2	3,2	3,7	
5	3,2	3,2	3,1	3,1	
6	3,0	3,0	2,7	2,7	
7	2,7	2,7	2,2	2,2	
8	2,6	2,6	1,4	1,4	
9	2,8	2,8	1,8	1,8	
10	3,4	3,4	2,6	2,7	
11	4,4	4,2	3,9	4,3	
12	4,9	4,7	4,6	4,9	
13	6,4	5,4	5,6	6,7	
Totaal	52,7	49,2	46,2	50,5	
Relatief ver- bruik	100,0	93,0	100,0	110,0	