

# 1 Inleiding en doel

## 1.1 Inleiding

Al jarenlang werkt de glastuinbouw gestaag toe naar een compleet gesloten en beheersbaar teeltsysteem. Het ideaal is dan bij de inzet van koeling dat er zo min mogelijk koude en zonne-energie weglekt, en dat alles wat niet meer nodig is gecontroleerd de kas verlaat. Bij gietwater gebeurt dat al veelvuldig, vooral in de vruchtgroenteteelt. Tegelijk is daarmee het verlies aan meststoffen minimaal. Warmteverlies is nog niet te voorkomen, omdat een kas overtollig verdampingsvocht kwijt moet door te luchten. Ontvochtiging via een koelsysteem is technisch gezien ook mogelijk en onder sommige omstandigheden haalbaar. Er zijn verschillende koelconcepten beschikbaar, voor zowel bovenin als onderin de kas, centraal als decentraal en met en zonder verdeelslurven. Vanwege het kleine aantal geïnstalleerde systemen leven er nog veel vragen over de toepassing van koelsystemen, zoals over de beste locatie in de kas en hoe de schermen te gebruiken bij koeling.

Optimalisatie van de teelt in combinatie met efficiënte energiebenutting is de drijvende kracht voor innovatie in de Nederlandse glastuinbouw. In de rozenteelt komt het toepassen van kas/gewas koeling steeds meer in de belangstelling te staan. Het doel van deze ontwikkelingen is een betere klimaatbeheersing afgestemd op de teelt (vooral in de zomer) en slimmer omgaan met energie. Gebruik van warmte/koude buffers, warmtepompen en efficiënte warmtewisselaars staan hierbij centraal. Op dit moment worden verschillende koelsystemen aangeboden. Naast technische verschillen is de *manier* waarop de koele lucht wordt ingebracht, namelijk van boven of van onder het gewas, van cruciaal belang voor het effect op de teelt. Dit onderzoek zal het effect van de positie van de koelunits in kaart brengen, zowel qua richting en snelheid van de luchtstroom als qua temperatuur gradiënt. De temperatuur gradiënt en de daarmee samenhangende gradiënt in RV in het gewas en de plant respons hierop staan centraal.

De ontbrekende schakel bij de ontwikkeling van een gekoelde kas is de response van het gewas. Zo zou koude inbrengen van boven het gewas beter zijn voor de gewasgroei en koelen/verwarmen van onderaf juist energetisch erg interessant zijn. Verwarmen beneden het gewas met de warmtewisselaars met gebruik van warmte uit de dagbuffer kan de inzet van een warmtepomp sterk verminderen. Koude inbrengen van onderuit zou de verliezen van koude via de luchtramen wellicht verder kunnen verminderen. De temperatuur en vocht gradiënt in het gewas is voor beide systemen totaal verschillend. Een fysiologische onderbouwing van de invloed op het gewas ( $\text{CO}_2$  opname) ontbreekt of is op zijn minst ontoereikend voor een weloverwogen keuze voor een koelsysteem. Bovendien is weinig bekend welke range in temperatuur en vocht, in combinatie met luchtbeweging door het gewas, toelaatbaar is met behoud van goede plantresponse op de fotosynthese ( $\text{CO}_2$  opname) en huidmondjesgedrag. Dit maakt het lastig criteria aan te geven waar een koelsysteem aan zou moeten voldoen. Een bijkomend aspect is dat verschillen in raseigenschappen (bijvoorbeeld temperatuur en VPD gevoeligheid) van invloed kunnen zijn op de response en dus op de criteria voor een koelsysteem. Vanuit de techniek geredeneerd is plaatsing van warmtewisselaars en het effect op de efficiëntie en temperatuursverdeling nog niet uitgekristalliseerd.

De sector heeft ingezet op verduurzaming en verwacht dit voor een groot deel te kunnen realiseren door (semi-) gesloten te gaan telen. Binnen een paar jaar zal in Nederland een paar honderd hectare met (semi-) gesloten kassen vol staan. Op een aantal bedrijven worden al aanpassingen gemaakt of vindt zelfs nieuwbouw plaats. Er zijn echter veel vragen hieromtrent. Met name de keuze van scherm en koelerpositie staan nog niet vast en is onduidelijk op basis waarvan gekozen moet worden.

Bij het bovendoor koelen van een kas wordt b.v. vaak gebruik gemaakt van het klefeffect aan het scherm om de "luchtworp" te verlengen. De kans bestaat dat door de langs geblazen lucht en het klefeffect (via de open stroken in het scherm) gekoelde lucht boven het scherm terecht komt. Er gaat mogelijk hierdoor gekoelde lucht en koelvermogen verloren aan het door de zon opgewarmde scherm. Als voorbeeld zou bij bovendoor koelen naar schatting 20% koelvermogen verloren gaan via "open" schermen. Uitgaande van 100 ha semi-gesloten teelt dreigt bij 375 MWh/ha koudwaterproductie met een warmtepomp ( $COP = 8 \text{ kW}_e/\text{kW}_{th}$ ) en een kostprijs van 100 €/MWe een schade van ca. € 500.000,- per jaar. Om aan het ambitieniveau van de sector te voldoen moet de kennis omtrent keuze van het scherm en koelerpositie verder ontwikkeld worden.

Om meer inzicht te krijgen in de effecten op onderdoor en bovendoor koelen is in 2008 een project gestart 'Onderzoek naar toepassing verschillende wijze van koeling op de groei en ontwikkeling van Roos'. Een belangrijke vraag hierbij is op welke wijze kunnen de luchtunits ook ingezet worden voor het verwarmen c.q. ontvochtigen van kassen en welke effecten heeft dit op het kasklimaat in relatie tot de gewasgroei en gewasontwikkeling en op het energieverbruik.

Temperatuurinstellingen zijn het belangrijkste stuur bij de teelt van kasgewassen en de ruimtelijke temperatuurverdeling in de kas bepaalt of die sturing al dan niet effectief werkt. We willen immers koelen waar de opwarming het grootst is en verwarmen waar dat economisch gezien het hoogste rendement oplevert. Soms is dat de top van het gewas maar onder bepaalde omstandigheden is meer warmte onderin juist gewenst. Het meten en liever nog het voorspellen van de dynamiek van de temperatuurverdeling in een kas is daarom van groot belang. Dit belang is in de afgelopen jaren toegenomen door de introductie van geforceerde koelsystemen en gemengde koel/verwarmingssystemen. Om deze reden is halverwege 2008 een aanvullend project gestart 'Verwarming met luchtunits bij Roos i.c.m. dynamische simulatie van temperatuur gradiënten en de consequenties voor productiviteit bij Roos'.

## **1.2 Doelstelling onderzoek onderdoor of bovendoor koelen met luchtunits**

Doelstelling is onderzoek naar toepassing verschillende wijze van koeling (onderdoor of bovendoor) in relatie tot schermen op de groei en ontwikkeling van Roos om te komen tot een economisch bruikbare toepassing in de praktijk.

Het koelonderzoek bestaat uit een drietal componenten:

- Toetsing/validatie van een (Computational Fluid Dynamics (CFD)) als bruikbaar instrument om gedegen keuzes te maken voor de juiste wijze van koeling en schermen.

- Onderzoek naar de korte termijn effecten (fotosynthese karakteristieken en huidmondjesgedrag) van onderdoor en bovendoor koelen in relatie tot gebruik schermen.
- Onderzoek naar de lange termijn effecten (productie en kwaliteit) van onderdoor en bovendoor koelen in relatie tot gebruik schermen.

### 1.3 Doelstelling onderzoek onderdoor of bovendoor verwarmen met luchtunits

Het toepassen van luchtunits voor verwarmen en ontvochtiging kan naast koelen extra voordelen opleveren. Om deze voordelen te kwantificeren is dit onderzoek opgezet.

Het verwarmingsonderzoek bestaat uit:

- In kaart brengen van de temperatuurverschillen en dynamiek daarin gedurende het verwarmings- en ontvochtigingsproces bij toepassing van luchtunits onderdoor en bovendoor.
- Onderzoek naar de korte termijn effecten (fotosynthese karakteristieken en huidmondjesgedrag) en de lange termijn effecten (productie en kwaliteit) van onderdoor en bovendoor verwarmen/ontvochtigen met luchtunits in relatie tot gebruik schermen.
- Kwantificeren van de mate van energiebesparing en economische evaluatie van toepassing van luchtunits om te verwarmen en te ontvochtigen.

Technische doelstelling:

- Uitbreiding CFD model voor toepassing van luchtunits om te verwarmen en te ontvochtigen.
- Model van de gewasinvloed op het microklimaat en koppeling aan het CFD model.

Doel van deze projecten is antwoorden te vinden op vragen als: wat zijn de temperatuurverschillen, vochtverschillen en dynamiek daarbinnen gedurende het koeling-, verwarmings- en ontvochtigingsproces, wat is waarde van toepassingen van CFD, wat is de juiste positie koelers/verwarmingsunits en wat zijn de korte en lange termijn plantreacties hierop. Dit moet leiden tot haalbaarheid sterkte en zwakte analyse van de diverse wijzen van koeling en verwarmen met Fiwhexen in de teelt van rozen. De onderzoeken hebben plaatsgevonden op diverse rozenbedrijven. In dit verslag worden de resultaten van beide projecten weergegeven.

Beide projecten zijn gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT) en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Uitvoerders in dit project zijn Plant Dynamics, Lek/Habo, FlowMotion en DLV Plant en de deelnemende tuinbouwbedrijven. De deelnemende tuinbouwbedrijven zijn Porta Nova, G.J. van der Weijden, Boonekamp Roses BV en Van den Berg Roses. Het project is in nauwe samenwerking uitgevoerd met de leden van de BCO van de landelijke Rozencommissie van LTO Groeiservice.