



# Tomaten telen in een Chinese Muurkas, in Nederland en in China

Feije de Zwart

Rapport WPR-778

## Referaat

Wereldwijd bestaat het grootste areaal met bedekte teelten uit kleinschalige kassen waarin op een laag technologieniveau wordt geteeld. Chinese muurkassen zijn een goed voorbeeld van deze vorm van tuinbouw. Ook in deze markt kan de inzet van Nederlandse kennis en techniek een belangrijke bijdrage leveren aan de verbetering van het teeltresultaat en de resource efficiency.

In het voorliggend project is dit getoond door een tomatenteelt in een Chinese Muurkas in de provincie Shandong nauwgezet te volgen en te vergelijken met een soortgelijke teelt in een soortgelijke kas in Bleiswijk. Het project is uitgevoerd door een consortium, bestaande uit Ludvig Svensson, Ridder–Hortimax, Hoogendoorn, Delphy en Wageningen University & Research, Business unit Glastuinbouw. Het project is ondersteund door de Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO) en de Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH).

Het project heeft laten zien dat het ook voor eenvoudige kassen zoals de Chinese muurkas mogelijk is om planmatig te telen. Deze analyse laat zien dat de kas in China ongeveer anderhalf keer zoveel zou moeten kunnen produceren dan in de winter van 2017 is geregistreerd. Dit kan vooral door de teelt in het begin te versnellen door eerder te zaaien en wit bodem-afdekkfolie te gebruiken.

## Abstract

Globally, the largest area of protected cultivation consists of small scale greenhouses growing crops at a low technology level. The Chinese Solar Greenhouse is a good example of such greenhouses. Also in this market, Dutch horticultural and technological knowledge can contribute substantially to an improvement of the cropping result and resource efficiency.

This report describes the monitoring of the performance of a tomato crop in a Chinese Solar Greenhouse in the Shandong Province and a comparison with a similar crop in a similar greenhouse in Bleiswijk, the Netherlands.

The project is carried out by a consortium consisting of Ludvig Svensson, Ridder–Hortimax, Hoogendoorn, Delphy and Wageningen University & Research, Business unit Glastuinbouw. The project was funded by the Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO) and the Metropole region Rotterdam Den Haag (MRDH).

The project has shown that also for simple greenhouses like the Chinese Solar Greenhouse the growth of the crop can be planned as a function of light availability. This analyses showed that the production is likely to be increased by 50% if the growth at the start of the cycle is accelerated. This can be achieved by earlier sowing and using white soil covering foil.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-778

Projectnummer: 3742221200

DOI nummer: 10.18174/452570

## Disclaimer

© 2018 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research).

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
	<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Tomatenteelt; plannen van zaaien, planten en ruimen</b>	<b>11</b>
	2.1 Teeltplanning en groei voor de Bleiswijkse tomaten winterteelt	11
	2.2 Vergelijking met de teelt in China	16
<b>3</b>	<b>Teeltkundige verbeteringsmogelijkheden</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>25</b>



# Samenvatting

De Nederlandse tuinbouwindustrie is toonaangevend in de internationale high tech tuinbouw. Echter, ook voor de low-tech tuinbouw, zoals in de bekende Chinese Solar Greenhouse, kan de Nederlandse tuinbouwindustrie een belangrijke rol spelen.

Om de mogelijkheden te demonstreren en verder te onderzoeken heeft een consortium van toeleveranciers en kennisinstellingen in Bleiswijk een kas naar Chinees model geplaatst. Het consortium bestaat uit Ludvig Svensson, Ridder-Hortimax, Hoogendoorn, Delphy en Wageningen University & Research, Business unit Glastuinbouw. Naast de eigen middelen die de deelnemende partijen hebben ingebracht is het project ondersteund door de Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO) en de Metropoolregio Rotterdam Den Haag (MRDH). De kas geeft een vertrouwd aanblik voor Chinese bezoekers van het IDC-internationaal in Bleiswijk en biedt daarmee een goede ingang voor de ontwikkeling van een relatie tussen Chinese tuinbouwondernemers en Nederlandse toeleveranciers.

De technische prestaties van schermen, kasklimaatregelaar, watergeefunit en aandrijvingssystemen van deze kas zijn in een eerder project aan de hand van een voorjaarsteelt komkommer belicht. Gemeten naar de maatstaven van een low-tech kas verliep deze komkommerteelt goed, maar was er groot gebrek aan vergelijking van de resultaten met resultaten die in China met soortgelijke kassen worden gerealiseerd.

In het voorliggende project kon zo'n vergelijking door de inzet van een lokale medewerker van Delphy (Xitong Yang) en met ondersteuning van, opnieuw RVO, wél worden gemaakt. Ter vergelijking is een winterteelt tomaat in Bleiswijk vergeleken met tegelijk gestarte tomatenteelt in het Chinese Shouguang.

Een dergelijke vergelijking kent echter grote beperkingen omdat er zeer grote verschillen zijn tussen de Nederlandse winter en de winter in Shouguang. Shouguang is de hoofdstad van de provincie Shandong, 500 km ten zuidoosten van Beijing. Shandong heeft een landklimaat en Shouguang ligt op 38° NB. De winter in Shandong is daardoor kouder, maar aanzienlijk zonniger. Het veel grotere aanbod van zonlicht biedt op voorhand veel betere condities voor de gewasteelt omdat naast temperatuur (zon)licht de belangrijkste factor is voor groei.

De vergelijking betreft de vergelijking van het kasklimaat en registraties van lengtegroei, vruchtzetting, plantbelasting en oogst. In de kas in Bleiswijk werd het klimaat in de kas bijgehouden door een (eenvoudige) kasklimaatcomputer en in de kas in Shouguang werd daarvoor een datalogger gebruikt die wekelijks is uitgelezen.

Een belangrijk demonstratiepunt van de Bleiswijkse Chinese Greenhouse is de aandacht voor planmatig telen. Nederlandse kennisinstellingen hebben goede modellen die de groei en ontwikkeling van gewassen kunnen voorspellen in afhankelijkheid van omgevingsfactoren en in dit project bleek dan ook dat de ontwikkeling van het gewas in de Bleiswijkse kas geheel volgens verwachting verliep. Dat wil zeggen; voor de periode van september (plantdatum) tot half december (halverwege de verwachte oogst). Groei, vruchtzetting en plantbelasting toonden geen verassingen en de verwachte oogst van 6 kg/m<sup>2</sup> zou eind januari zeker zijn gerealiseerd indien het gewas gezond zou zijn gebleven. Botrytis leverde echter een zodanig probleem dat 1/3 van de conform verwachting aangelegde vruchten niet tot volledige rijping konden uitgroeien.

In Shouguang heeft het gewas in de beoogde periode 10 kg/m<sup>2</sup> opgeleverd. Dat was 2.5 keer zoveel als de 4 kg die in Bleiswijk geoogst is, maar het gewas heeft in China ook 2.5 keer zoveel licht voor de teelt beschikbaar gehad. Daarmee was de productie in China vergelijkbaar met die in Bleiswijk, maar dus ook ongeveer 1/3 minder dan dat er aan teeltresultaat in China verwacht kon worden.

De bestudering van de teeltregistraties, de kasklimaatgegevens en de foto's geeft aan dat de lager dan potentiële productie in China vooral te maken heeft met de trage start van de teelt. Indien de start sneller verloopt zouden er 4 tot 5 trossen meer per plant gemaakt moeten kunnen worden en de productie met 6 kg/m<sup>2</sup> moeten kunnen stijgen. Dit begint met de vervroeging van de zaaidatum. In een klein en daarop toegesneden kasje zou vroeg in juli moeten kunnen worden gezaaid zodat er in de kas met een grotere plant kan worden gestart. Deze grotere plant zal ook sneller kunnen groeien wanneer er wit in plaats van zwart bodem-afdekfolie wordt gebruikt. Beide maatregelen zijn een voorbeeld van hoe de verbetering van de productie niet alleen met moderne techniek, maar ook door met kennis en analyse van de bestaande werkwijze gewerkt kan worden aan de verbetering van de teelt in kassen. Ook in low-tech, passieve kassen in China.



# Summary

Dutch Greenhouse industry is leading in the international horticulture when it comes to high tech greenhouses. However, also for the small scale and technological less advanced greenhouses, like the well-known Chinese Solar Greenhouse, modern Greenhouse industry can play an important role in improving yield and resource efficiency.

In order to demonstrate possibilities to improve and to elaborate on further improvements, a consortium of suppliers and research companies has established a copy of a Chinese Solar greenhouse in Bleiswijk, the Netherlands. The consortium consists of Ludvig Svensson, Ridder-Hortimax, Hoogendoorn, Delphy and Wageningen University & Research, Business unit Greenhouse Horticulture. Besides contributions from the consortium members the project was supported by Ministry of Economic Affairs of The Netherlands (through the Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO)) and the Metropole Region Rotterdam-The Hague (MRDH). The greenhouse provides a familiar scenery for Chinese visitors of the IDC-internationaal in Bleiswijk. With that it provides a step stone for the development of a fruitful custom relation between Chinese entrepreneurs and Dutch greenhouse supply industry.

The technical achievements of thermal screens, the greenhouse climate computer, the water supply unit and the driving systems in this greenhouse have been published in an earlier report describing the growth of a spring cucumber crop. Compared to the standards of a low-tech greenhouse, the performance of the greenhouses was good, but the production could not directly be compared with a parallel growing crop in China.

This paper describes a project aiming at such a comparison by growing a winter tomato crop simultaneously in Bleiswijk and in Shouguang, China. The growth, development and harvest in Shouguang was monitored by Xitong Yang, a Chinese Delphy employee. This comparative project was financed by, again the Ministry of Economic Affairs through RVO.

However, a real comparison hampers because the Dutch winter is quite different than the winter in Shouguang. Shouguang is the capital city of Shandong province, some 500 km to the south east of Beijing. The province has a temperate dry winter climate with low night time temperatures but a lot of sunshine. It is at 38° latitude, which means that the days are notably longer in winter time than in Bleiswijk, which is a 52° latitude. The much larger light availability gives a much larger winter growing potential in Shouguang than in Bleiswijk, since next to temperature, light is the most important factor for growth. In the analysis, the large difference in light availability is therefore explicitly taken into account.

The study comprised the comparison of the registered greenhouse temperatures, registrations of stem elongation, fruit set, plant load and harvest. In Bleiswijk, the greenhouse climate controller registered the greenhouse climate and in China a datalogger kept track of the climate. Crop observations were carried out by weekly visits.

A special point of attention in the Chinese Solar Greenhouse in Bleiswijk was the application of planned growing. In the past decade, Dutch research companies have developed good models for the growth and development of tomatoes as a function of relevant environmental conditions and this project showed that these models are valid for the Chinese Solar Greenhouse in Bleiswijk as well.

That is, when the first period from September through December is considered. Growth, fruit set and development of plant load matched the expectations. The anticipated total harvest of 6 kg/m<sup>2</sup> would have been achieved if the crop would have stayed in healthy conditions. However, Botrytis grew out to a serious health issue which meant that 1/3 of the fruits set didn't reach full maturity.

In Shouguang 10 kg/m<sup>2</sup> has been harvested. This is 2.5 times as much as the 4 kg/m<sup>2</sup> harvested in Bleiswijk. However, in Shouguang, the crop was exposed to 2.5 times as much radiation. When taking this into account, the production in Shouguang is comparable with the production in Bleiswijk, including the 1/3 reduction compared to the expected production.

When studying the crop registration data, the greenhouse climate and the photos of the crop development in Shouguang, it is likely to state that the less-than-potential growth in Shouguang is predominantly due to the slow start. A higher growing speed at the beginning could result in 4 or 5 additional clusters per plant which should end up in about 6 kg/m<sup>2</sup> of additional production.

Speeding up the start of the crop begins with earlier sowing of the new seedlings. This could be performed in a small, specially prepared greenhouse (screened or whitewashed and with large ventilation openings). Earlier sown plants give larger plants at the transplanting date.

Growing speed at the beginning of the crop cycle will also be promoted by using white soil covering foil instead of the in China customary black foil.

Both measurements are examples of how production not only can be improved by applying new greenhouses and machinery, but also by applying knowledge and analytical tools on the day to day practice. And this benefits high end modern horticulture, but just as well the small scale passive greenhouse in China.



# 1 Inleiding

De Chinese muurkas in Bleiswijk is bedoeld als onderzoeks- en demonstratieobject voor groententeelt in low-tech kassen. Er is gekozen voor het Chinese model omdat de Nederlandse toeleverende industrie veel mogelijkheden ziet in de Chinese markt. Die mogelijkheden zijn er in de high tech tuinbouw, maar ook in de low tech kassen, waarin moneteel het grootste deel van de Chinese 'glasgroenten' (tomaat, komkommer paprika, aubergine en courgette) worden geteeld.

Een Chinese muurkas biedt een vertrouwd aanblik voor de vele Chinese bezoekers die in het kader van het IDC-internationaal bij Wageningen UR glastuinbouw en bij Delphy in Bleiswijk langskomen. Aan de hand hiervan kan het gesprek worden gevoerd over de betekenis die de Nederlandse tuinbouwtoeleveranciers en -kennisinstellingen kunnen hebben voor de ontwikkeling van de tuinbouw in China.

Na de afronding van de bouw, in het voorjaar van 2017 is er een komkommerteelt in de kas uitgevoerd. De teelt liep zoals van de kas verwacht kon worden. Niet de hoge producties die in de moderne Nederlandse kassen gerealiseerd worden, waar door het gebruik van de hoge draad teelt, CO<sub>2</sub>-dosering en een hoog-transparante kas de lichtbenuttings-efficiënte tot het uiterste is opgevoerd. Maar wel een gestaag doorgroeiend gewas dat in een goede plantbalans vanaf de eerste oogst een constante groei van 1.75 kg/(m<sup>2</sup> week) liet zien.

In China wordt de Chinese Solar Greenhouse echter vooral voor de winterteelt van tomaten gebruikt. Daarom is ook in de Bleiswijkse muurkas een winterteelt tomaten uitgevoerd. Op bijna dezelfde datum als waarop in Bleiswijk de tomaten zijn geplant werd ook in China (Shouguang, hoofdstad van de gelijknamige provincie) een tomatengewas geplant. Medewerkers van Delphy hebben zowel in de Nederlandse muurkas als in de soortgelijke kas in China registraties gedaan aan de teelt (lengtegroei, vruchtzetting, plantbelasting, oogst). In de kas in Bleiswijk werd het klimaat in de kas bijgehouden door een (eenvoudige) kasklimaatcomputer en in de kas in China werd daarvoor een datalogger gebruikt die wekelijks is uitgelezen.

Hoewel de buitenomstandigheden in China in de winter sterk verschillen ten opzichte van die in Nederland kunnen er toch conclusies uit de vergelijking van de twee teelten worden getrokken. De resultaten bieden onderbouwde aanknopingspunten voor een vruchtbare dialoog waarmee Chinese kwekers in low-tech kassen een verbeteringsstap kunnen maken met Nederlandse technologie en teeltkundige kennis.

Dit rapport beschrijft de ervaringen die in dit vergelijkingsproject zijn opgedaan en de bevindingen die op grond hiervan gecommuniceerd kunnen worden.

Het vergelijkingsproject is gefinancierd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), een uitvoeringsorganisatie van het Ministerie van Economische Zaken.



## 2 Tomatenteelt; plannen van zaaien, planten en ruimen

De kastomaat is een intensief geteeld groentegewas wat alleen door grote zorg van de tuinder een goede productie kan opleveren. Het gewas wordt in een draad gewikkeld om de stengel te ondersteunen en de zijscheuten die de plant wekelijks aanmaakt worden verwijderd, zodat alleen de hoofdstengel doorgroeit. Met de lengtegroei maakt de plant ook steeds nieuwe bladeren aan. De tuinder verwijdert de oudere bladeren zodat er steeds tussen de 12 en 15 bladeren aan de stengel zitten. Onder goede groei-omstandigheden kan zo'n stengel meer dan 10 meter lang worden en daarom worden de planten in de teeltrijen in een carrousel rondgeleid. De steeds langer wordende stengel krijgt na verloop van tijd meer moeite om de top van de plant van water en nutriënten te voorzien en bovendien krijgen de stengels steeds meer snijwonden van de verwijderde bladeren en vrucht-trossen, waardoor de plant langzaam vatbaarder wordt voor schimmelinfecties. De tuinder rekent daarom met een plant- en een ruimdatum en wanneer de ruimdatum in zicht komt wordt de kop uit het gewas verwijderd om de beschikbare suikers zo veel mogelijk voor het afrijpen van de laatste vruchten te benutten in plaats van deze verloren te laten gaan in onrijpe, kleine vruchten op de ruimdatum aan de plant. Soms wordt het afrijpen nog wat versneld door ethyleen in de kas te injecteren.

In dit hoofdstuk wordt de planning die vooraf voor de teelt in de Chinese kas gemaakt is uiteengezet. Aan de hand van enkele foto's worden markerende punten in de tijdlijn getoond (§ 2.1). Vervolgens worden soortgelijke markante punten in de ontwikkeling van het vergelijkingsgewas in China getoond en worden opvallende verschillen benoemd (§ 2.2).

### 2.1 Teeltplanning en groei voor de Bleiswijkse tomaten winterteelt

Een Chinese winterteelt tomaten kent een duidelijke ruimdatum, en dat is Chinees Nieuwjaar. Chinees Nieuwjaar valt tussen 21 januari en 20 februari en beslaat een feestperiode van twee weken waarin massaal vakantie gehouden wordt en de handel vrijwel stil ligt. In dit vergelijkingsproject is daarom gemikt op 29 januari als ruimdatum.

Als plantdatum wordt in China de laatste week van augustus aangehouden. Vanaf die tijd worden de echt hete dagen een uitzondering en kunnen al te hoge temperaturen in de weinig geventileerde Solar Greenhouses voorkomen worden.

Om een vergelijkende teelt te kunnen uitvoeren is dus ook in de Bleiswijkse Chinese kas in de laatste week van augustus geplant.

Vanuit de beoogde plantdatum kan worden teruggerekend naar een daarbij passende zaaidatum. Hoe groter de plant die in de kas wordt gezet, hoe eerder de eerste oogst verwacht kan worden, maar een grote plant is ook moeilijk hanteerbaar en transporteerbaar. Een compromis tussen deze twee betekent dat de zaaidatum 50 dagen voor de beoogde plantdatum ligt. De tomaten voor de Chinese kas zijn dus op 10 juli gezaaid.

Op grond van de gemiddelde weersomstandigheden in een Nederlandse winter en met de gemeten lichtdoorlatendheid van de kas (inclusief het energiescherm) in Bleiswijk kan over deze teeltperiode een totale lichtsom van 1000 mol/m<sup>2</sup> op gewasniveau worden verwacht. Onder optimale omstandigheden in een moderne Nederlandse kas heeft een tomaat ongeveer 80 mol licht per kg tomaten nodig. De Chinese kas heeft echter geen CO<sub>2</sub>-dosering en geen verwarming en bestrijkt een korte teeltperiode, waardoor er relatief veel groeikracht in de start van de teelt wordt gebruikt. Daarom is geschat dat de winterteelt in de Chinese kas 160 mol PAR-licht per kg tomaten nodig zal hebben en er dus iets meer dan 6 kg tomaten per m<sup>2</sup> als productie kan worden verwacht.

6 kg tomaten met een gemiddeld vruchtgewicht van 100 gram betekent 60 tomaten per m<sup>2</sup> en bij een plantdichtheid van 2.5 planten per m<sup>2</sup> betekent dit 24 tomaten per plant. De eerste trossen kunnen misschien 5 vruchten voortbrengen, maar vanwege het sterk afnemende licht zullen latere trossen 4 of zelfs niet meer dan 3 vruchten kunnen dragen. Uitgaande van gemiddeld 4 vruchten per tros zal de wintertomatenteelt in de Bleiswijkse Chinese kas dus niet meer dan 6 trossen kunnen voortbrengen. Het gewas is daarom nadat de 6<sup>e</sup> tros gevormd was getopt.

Met de bovenbeschreven strategie in het achterhoofd zijn de voorbereidingen in de zomer begonnen en is het gewas op 25 augustus geplant.



**Figuur 2.1** Planting op 25 Augustus, 50 dagen na zaaien.

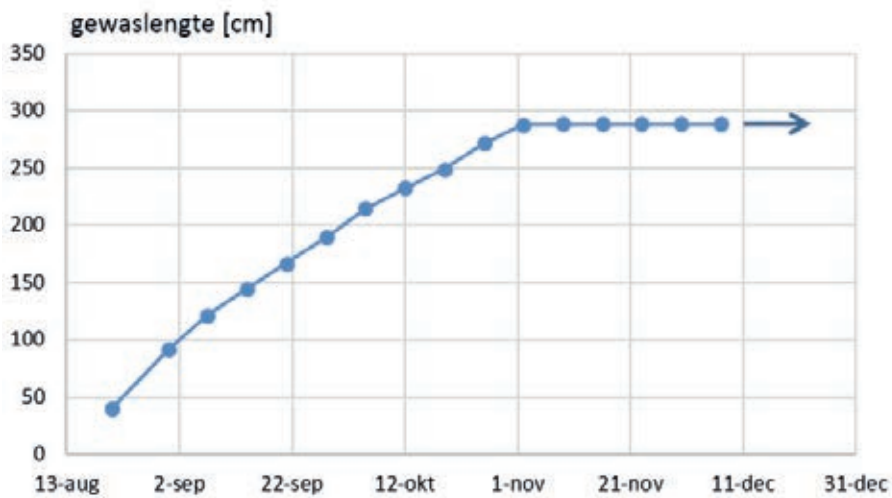
Het gewas heeft zich volgens verwachting ontwikkeld. Dat wil zeggen dat op 2 september de eerste vruchten waren gezet.

Op 13 september had de plant een lengte van 1.45 en waren er was er zetting in de 3<sup>e</sup> tros.



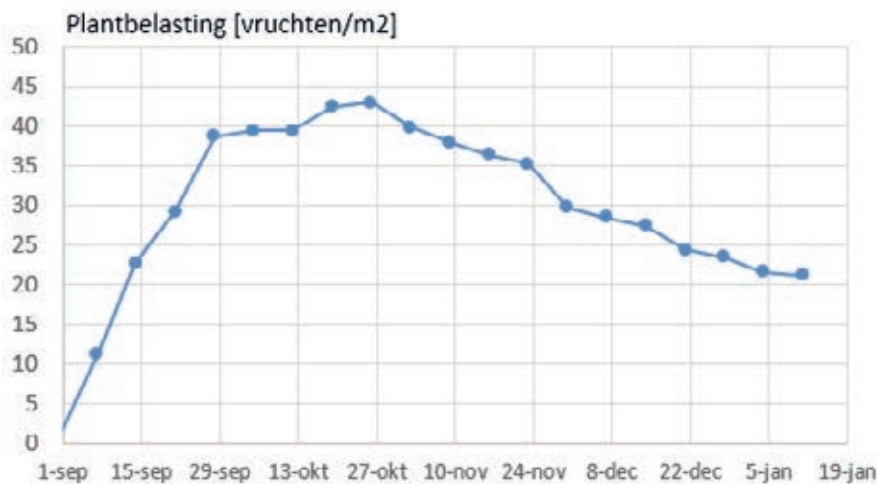
**Figuur 2.2** Beeld van het gewas op 13 september, 65 dagen na zaaien.

Met een groeisnelheid van 25 tot 30 cm per week, een normale groeisnelheid die leidt tot een open gewas was de plant begin oktober aan de draad en werd het carousel-systeem ingezet. Onderstaande figuur toont de lengte-ontwikkeling.



**Figuur 2.3** Lengteontwikkeling van de tomatenplanten in Bleiswijk. De planten zijn op 1 november getopt

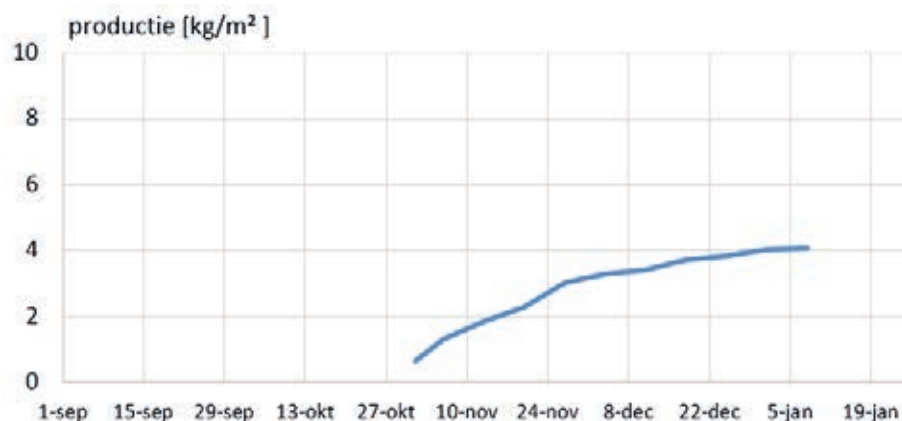
Onderstaande figuur toont het verloop van de plantbelasting.



**Figuur 2.4** Plantbelasting van het tomatengewas in Bleiswijk. De grafiek toont de plantbelasting van de gezonde planten.

De plant heeft in totaal 7 trossen aangemaakt, waarvan er één (de vijfde) direct is verwijderd om het aantal uitgroeiende vruchten te beperken. Dit is te zien aan het horizontale stukje tussen 6 en 13 oktober. Deze maatregel is genomen omdat in de eerste week van oktober bleek dat er nauwelijks zetting had plaatsgevonden. In die periode was de lichtbeschikbaarheid al dermate gedaald dat er eenvoudigweg onvoldoende suikers werden aangemaakt om nieuwe vruchten aan te kunnen maken. In dat geval is het beter om gelijk een hele tros te verwijderen om daarmee de onderlinge concurrentie tussen uitgroeiende en nieuw te vormen vruchten te verminderen.

Vanaf eind oktober werden de eerste vruchten geoogst en op 1 november werd de kop verwijderd, waardoor er geen nieuwe trossen meer werden aangemaakt. Dit resulteerde in een gestage afname van de plantbelasting. Op 11 januari is de kas geruimd omdat de ziektedruk heel hoog was geworden en de nog aanwezige vruchten (20 per m<sup>2</sup>, ofwel gemiddeld 8 vruchten per plant) door het gebrek aan licht nauwelijks meer uitgroeiden. Figuur 2.5 toont het verloop van de oogst. De totale oogst is uitgekomen op 4 kg/m<sup>2</sup>, wat aanzienlijk lager was dan de 6 kg/m<sup>2</sup> die vooraf werd verwacht. Dit komt deels doordat de teelt eerder is gestaakt (8 januari in plaats van de beoogde 29 januari) en deels doordat er gaandeweg de teelt veel planten zijn uitgevallen door de hoge ziektedruk. Planten die gezond bleven ontwikkelden zich qua productie conform de verwachting en leverden over de teelt-periode 2 kg per plant.

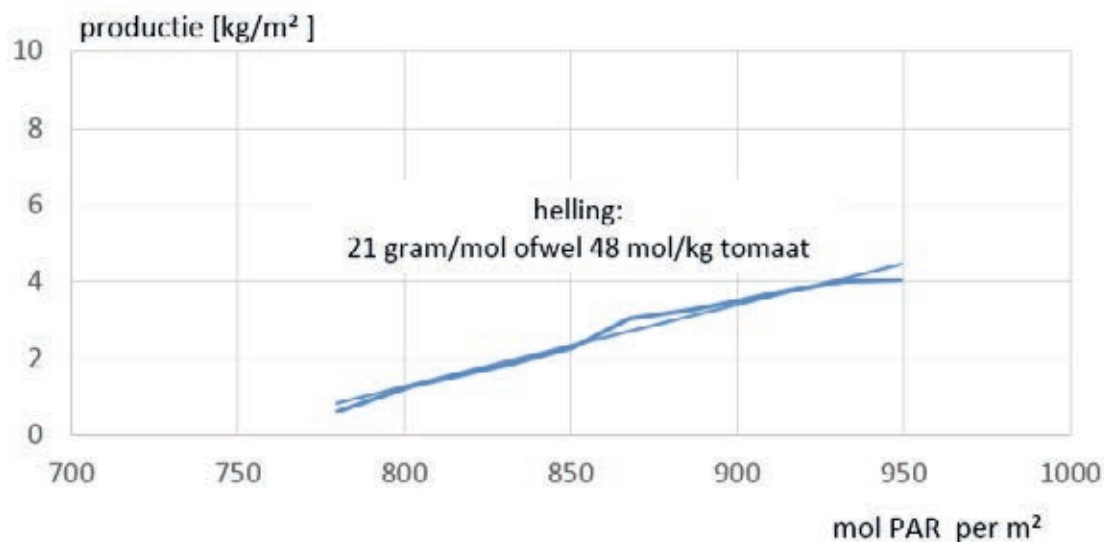


**Figuur 2.5** Tomatenoogst in de winter vanuit de Chinese Solar Greenhouse in Bleiswijk.

De oogst begon op 6 november en in de eerste weken daarna werd er met vrij constante oogst-snelheid 550 gram per m<sup>2</sup> per week geoogst. Vanaf de 2<sup>e</sup> week van december zakte de oogst echter snel terug, vooral door de uitval van planten.

Behalve in de tijd, kan de productie ook als functie van de gecumuleerde lichtsom worden uitgedrukt.

Onderstaande figuur laat zien dat de eerste tomaten werden geoogst na een cumulatieve lichtsom van 780 mol PAR-licht per m<sup>2</sup>. Dit is duidelijk later dan in de gangbare Nederlandse tuinbouw, waar na ongeveer 600 mol cumulatief PAR-licht de eerste tomaten kunnen worden geoogst. Deze vertraging kan volgens het simulatiemodel KASPRO geheel worden toegeschreven aan de veel lagere CO<sub>2</sub>-concentratie in de Chinese Solar Greenhouse omdat er geen CO<sub>2</sub> wordt gedoseerd. In de Bleiswijkse Chinese Solar Greenhouse was de CO<sub>2</sub>-concentratie overdag gemiddeld 350 ppm waar in gangbare Nederlandse kassen in de herfst de CO<sub>2</sub>-concentratie overdag ruim boven de 600 ppm ligt.



**Figuur 2.6** Tomatenoogst van de Chinese Solar Greenhouse in de winter, uitgezet tegen de cumulatieve lichtsom.

Wanneer de cumulatieve lichtsom als verklarende factor voor de productie wordt genomen zien we dat de productie gelijke tred houdt met de hoeveelheid licht die in de kas komt. Alleen het allerlaatste stukje van de grafiek, waar de productie sterk terugliep door de ziektedruk in de kas blijft de productie achter bij het licht. Concluderend kan worden gesteld dat de teelt in de kas in het begin goed volgens de verwachtingen is verlopen. De planmatige benadering van de teelt, de trossnoei halverwege en het toppen van het gewas per 1 november waren goed gekozen en indien het gewas geen last had gehad van de hoge ziektedruk zou er precies volgens verwachting 6 kg geoogst zijn bij de cumulatieve PAR-som van 1000 mol/m<sup>2</sup> per 29 januari.

## 2.2 Vergelijking met de teelt in China

Ondanks dat de beoogde plantdatum net als in Bleiswijk eind augustus was zijn de tomaten in Shouguang pas 28 juli gezaaid. De planten zijn in China dus in een twee weken jonger groeistadium geplant dan in Bleiswijk. Er is geen foto van het gewas direct na het planten, maar wel een foto van 18 september. Het gewas staat dan bijna 3 weken in de kas.



**Figuur 2.7** Foto van het gewas in Shouguang op 18 september, 50 dagen na zaaien. De planten staan dan 2 weken in de kas.

Het eerste wat opvalt is dat het gewas klein en compact is in vergelijking met de tomatenplanten die in Figuur 2.1 te zien zijn, terwijl de leeftijd van de planten gelijk is (50 dagen na zaaien). Qua omvang loopt het Chinese gewas in september dan ook flink achter op het gewas in Bleiswijk. Op 18 september was het tomatengewas in Bleiswijk al 150 cm hoog.

Het verschil in gewasomvang komt uiteraard door de latere zaaidatum en zal ook te maken hebben met de gebruikte variëteit, maar ook doordat er in China zwart folie wordt gebruikt waar er in Bleiswijk wit folie op de grond ligt. Vooral bij een jong gewas, waar er veel licht op de bodem valt zorgt wit folie voor een hogere lichttoevoer naar de planten (licht komt dan niet alleen van boven, maar ook van onder op de bladeren). Een wit folie zou ook helpen om de kastemperatuur overdag te temperen. Die loopt in de warme, zonnige Chinese nazomer snel op. Deze hoge dagtemperatuur wordt vaak als argument gebruikt om niet eerder te kunnen planten, maar een deel van die hoge temperatuur wordt veroorzaakt door de keus voor zwart in plaats van wit folie.

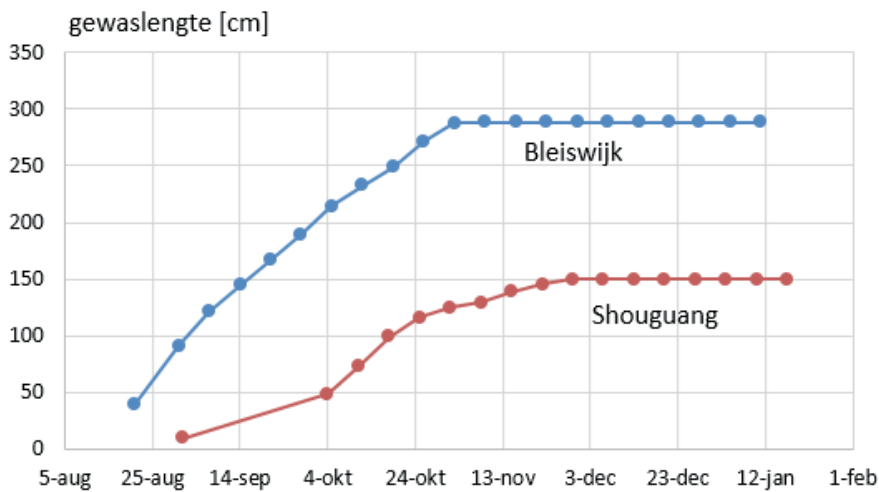


De kleine planten op 18 september betekenen ook dat de planten als zeer pril gewas in de kas moeten zijn gezet. Dit is niet gunstig voor een snelle gewasopbouw omdat kleine planten slechts een beperkte verdampingscapaciteit hebben, waardoor het al gauw een droog klimaat in de kas zal ontstaan. Een droog klimaat leidt tot een lage vochtstatus in het gewas en een verminderde fotosynthese door sluitende huidmondjes.

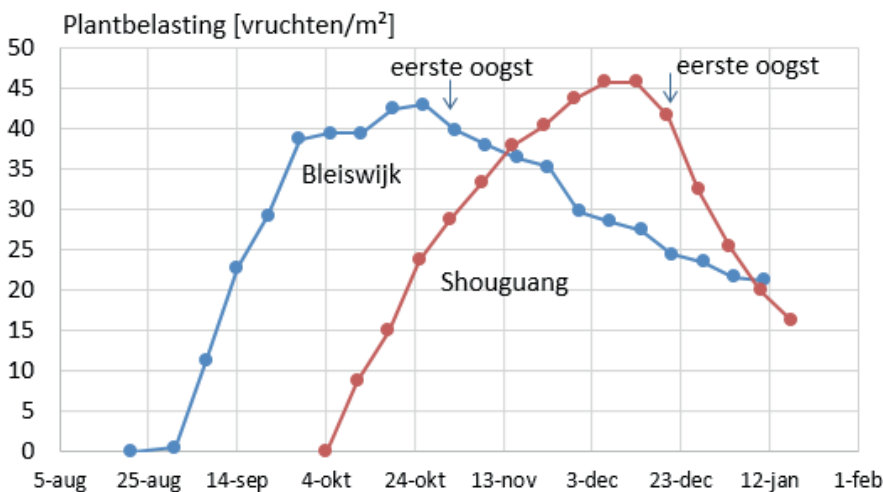


**Figuur 2.8** Het gewas in Shouguang op 1 november, 95 dagen na zaaien.

Op 1 november is het gewas duidelijk gegroeid en opzichte van de foto in Figuur 2.7, maar nog steeds erg compact in vergelijking met het gewas in Bleiswijk. In Bleiswijk is het gewas op die datum bij een lengte van 280 cm getopt, terwijl in Shouguang het gewas dan ongeveer 125 cm lang is. De veel tragere lengte groei is goed te zien in Figuur 2.9, waar de groeicurve van de tomaat in Bleiswijk naast die van de tomaat in Shouguang is getoond. De Figuur toont ook dat in China het gewas lang niet zo hoog wordt als in Bleiswijk. Dit verschil in lengtegroei zit geheel in de internodiënlengte, want de tros-aanmaaksnelheid is vergelijkbaar, ongeveer 1 tros per 8 dagen. Dit blijkt uit figuur 2.10 waar de ontwikkeling van de plantbelasting is getoond.



**Figuur 2.9** Groei van het gewas in Bleiswijk en in Shouguang. Het gewas in China loopt een maand achter en is al op een lengte van 150 cm getopt.



**Figuur 2.10** Ontwikkeling van de plantbelasting in Bleiswijk en in Shouguang.

De ontwikkeling van de plantbelasting begint in China ruim een maand later. De ontwikkeling van de vruchten loopt ook iets trager zodat de eerste oogst 50 dagen later valt dan in Bleiswijk. De tragere ontwikkeling en de latere oogst leidt wel tot zwaardere vruchten in China. Met een gemiddelde van 250 gram per vrucht zijn de vruchten ruim anderhalf keer zwaardere dan de tomaten die in Bleiswijk zijn geoogst (160 gram/vrucht gemiddeld). De zware vruchten zijn goed te zien in Figuur 2.11. Daar zijn de onderste tomaten al fors, terwijl het dan nog een maand zal duren voordat ze geoogst zullen worden.

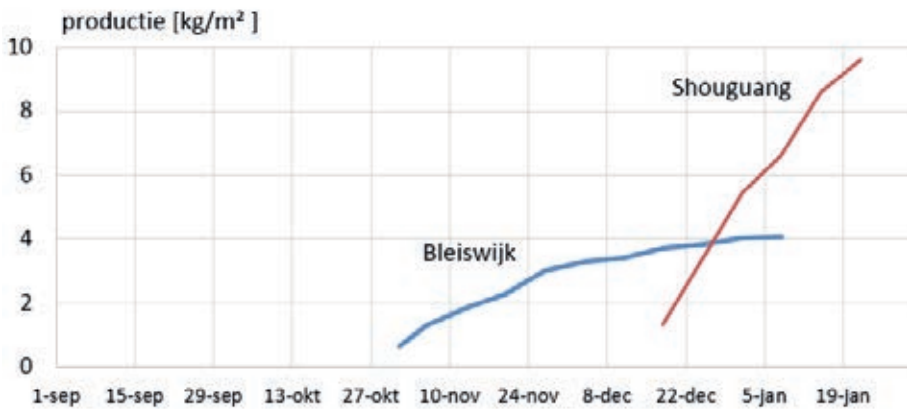


**Figuur 2.11** Het gewas in Shouguang op 21 november, 115 dagen na zaaien.



**Figuur 2.12** Het gewas in Shouguang op 26 December, 150 dagen na zaaien.

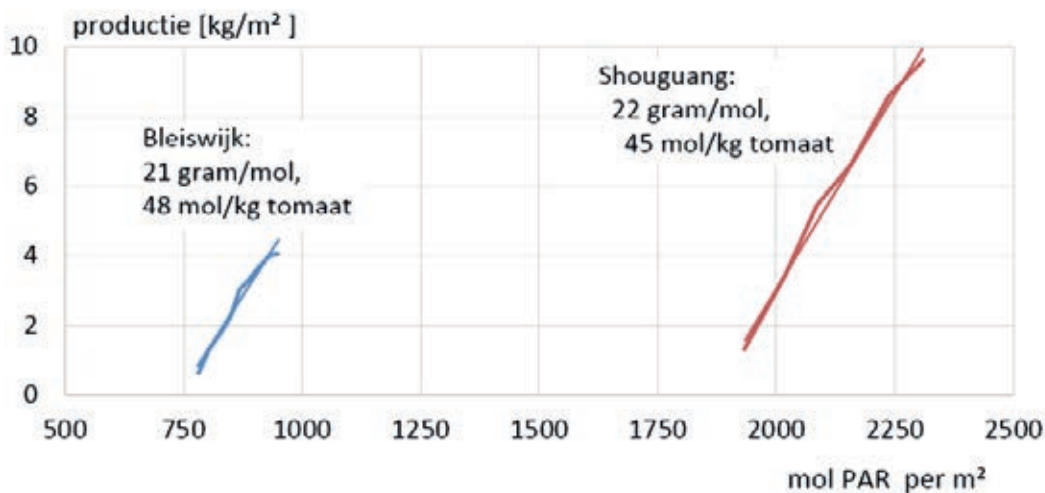
Ook voor het gewas in China kan de oogst worden uitgezet in de tijd en tegen de cumulatieve lichtsom.



**Figuur 2.13** Verloop van de tomatenoogst vanuit de kas in Shouguang, samen met de oogst uit de Chinese Solar Greenhouse in Bleiswijk.

Uiteraard is in Figuur 2.13 direct te zien dat de eerste oogst in China veel langer op zich laat wachten dan in Bleiswijk. De uiteindelijke oogst is in Shouguang met 10 kg/m<sup>2</sup> aanzienlijk hoger dan in Bleiswijk. Wat ook opvalt is dat de oogst in een veel korter tijdsbestek wordt gerealiseerd. In slechts 5 weken komen alle vruchten van de plant.

De korte oogsttijd is geheel in overeenstemming met de lichtbeschikbaarheid in die 5 weken. Onderstaande grafiek laat zien dat tijdens de oogstperiode de productie gelijke tred houdt met de lichttoetreding. De helling van de lijn is met 22 gram/mol vrijwel gelijk aan de helling in Bleiswijk. De helling is dus niet verwonderlijk, maar wel de enorme vertraging van die eerste oogst ten opzichte van het oogstverloop in Bleiswijk.



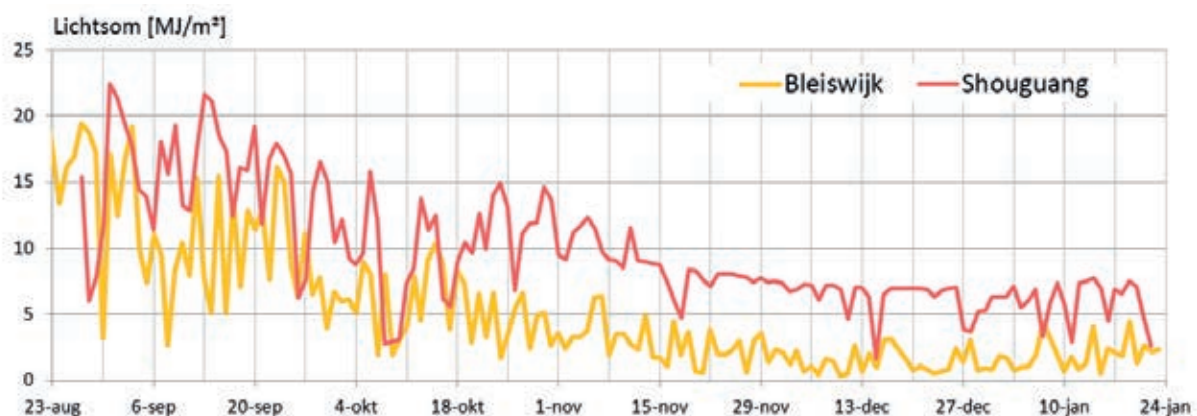
**Figuur 2.14** Tomatenoogst in Bleiswijk en in Shouguang, uitgezet tegen de cumulatieve lichtsom.

Figuur 2.14 laat ook zien dat er in Shouguang in de winter veel meer licht in de kas beschikbaar is dan in Nederland. Waar in Nederland in de periode van 1 september tot het eind van de teelt 950 mol/m<sup>2</sup> zonlicht voor de groei de kas is toegetreden was dat in Shouguang bijna 2400 mol/m<sup>2</sup>. Afgemeten tegen de lichtbeschikbaarheid is de 4 kg/m<sup>2</sup> die in Bleiswijk is geoogst dus gelijkwaardig aan de 10 kg die in Shouguang in de afgelopen winterperiode per m<sup>2</sup> is geoogst.

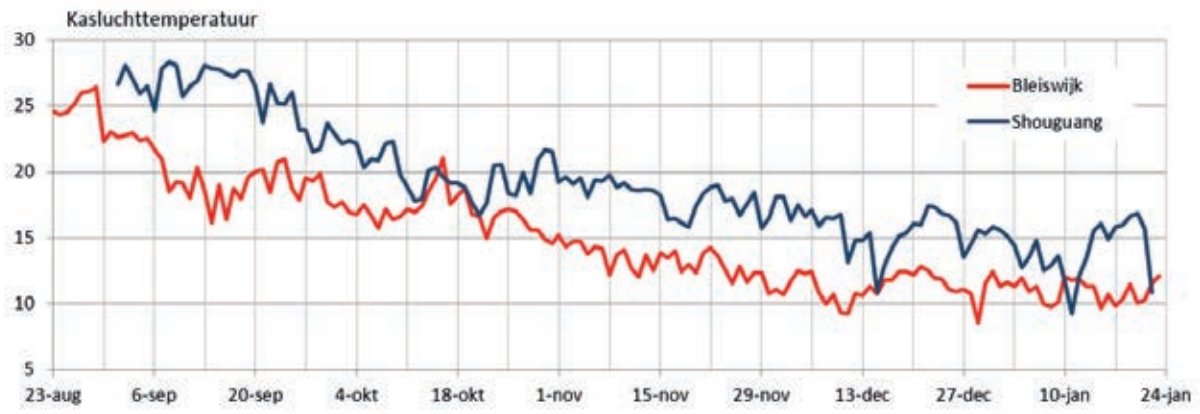
Onderstaande grafiek (Figuur 2.15) toont de lichtsommen per dag in Bleiswijk en in Shouguang. Het grote verschil wordt veroorzaakt door het daglengte-verschil, in Shouguang nog steeds 9.5 uur op 21 december, maar ook door het veel grotere aantal heldere dagen in Shouguang, met name in de winter.

De veel grotere lichtbeschikbaarheid wordt in de Chinese Solar Greenhouse in China goed benut om ook hartje winter de etmaaltemperatuur op niveau te houden. Dit is goed te zien in Figuur 2.16. Er zijn maar een paar dagen waar de temperatuur zakt tot het niveau wat in Bleiswijk is gemeten, maar meestal ligt die temperatuur zo'n 5 °C hoger.

Behalve die grotere lichtbeschikbaarheid wordt dit ook gerealiseerd door de hoge isolatiewaarde die de deken oplevert die iedere dag even voor zonsondergang over de kas wordt uitgerold.



**Figuur 2.15** Lichtsom buiten de kas gemeten (zonlicht beschikbaar) in Bleiswijk en in Shouguang.



**Figuur 2.16** Etmaalgemiddelde kasluchttemperatuur in Bleiswijk en in Shouguang.

### 3 Teeltkundige verbeteringsmogelijkheden

De ervaring met de teelt in de Bleiswijkse Chinese Solar Greenhouse laat zien het grote gebrek aan zonlicht een sterke beperking legt aan de teelt van tomaten in het hart van de Nederlandse winter. Met een gemiddelde lichtbeschikbaarheid van 3 mol/m<sup>2</sup> per dag rijpen de tomaten maar heel langzaam af. Ter vergelijking, in de belichte kassen waarmee de Nederlandse tomatentelers in de winter tomaten kweken wordt de lichtbeschikbaarheid kunstmatig naar 16 tot 20 mol/(m<sup>2</sup> dag) gebracht.

Daarnaast is het moeilijk om het gewas gezond te houden als de kas weken achtereen lage eemaaltemperaturen heeft (november gemiddeld 13.2 °C, in december gemiddeld 11.3 °C en in januari gemiddeld 11 °C). Mogelijk had een zorgvuldiger gewasbescherming de uitval door ziekte kunnen beperken maar er is geen reden om aan te nemen dat de productie boven die 6 kg/m<sup>2</sup> uit zou kunnen komen. Het is niet voor niets dat in de onbelichte Nederlandse tomatenteelt de kas half november wordt geruimd om in de donkerste periode geen producerend gewas te hebben staan. Eind november en begin december worden gebruikt om de kas schoon te maken en klaar te maken voor de nieuwe teelt.

In China zijn de mogelijkheden voor een winterteelt aanzienlijk gunstiger, ook in een onverwarmde kas. De lichtbeschikbaarheid in de periode van 1 september tot eind januari is in Shouguang 2.5 maal groter dan in Nederland en ondanks de lagere buitentemperaturen is de gemiddelde eemaaltemperatuur in de kas ook aanzienlijk hoger. Er zijn maar weinig dagen met een eemaaltemperatuur onder de 15 °C. In die zin kan gesteld worden dat het concept van de Chinese Solar Greenhouse goed werkt. Het ruimere aanbod van (direct) zonlicht en de langere dagen maken het mogelijk en lonend om overdag zonne-energie op de noordmuur in te vangen en daarmee de kas 's nachts op temperatuur te houden. Behalve de grotere beschikbaarheid aan zonlicht en de acceptatie van een geringe landbenuttingsgraad (de noordmuur onderschept zonlicht t.b.v. de verwarming van de kas en kan niet tegelijkertijd ook voor lichtbenutting door gewassen worden gebruikt) berust de werking van de Chinese Solar Greenhouse ook op de goed isolerende deken die 's nachts over de kas wordt uitgerold. Deze isolatiedeken is zwaar en dik en moet onder menselijke supervisie iedere ochtend na zonsopkomst worden opgerold en 's avonds voor zonsondergang weer worden uitgerold.

Er zijn uiteraard technologisch meer geavanceerde mogelijkheden om de benutting van zonne-energie te perfectioneren en de landbenuttingsgraad en schaal waarop de tuinbouw plaatsvindt te vergroten. Dit vereist het gebruik van warmtepompen, een goede klimaatregelaar en goede schermssystemen. Bij een goed georganiseerde afzet en goede prijs voor de producten zal zo'n hoog technologische kas ook in economische zin renderen, maar is dan een kapitaal en (markt)kennis-intensieve business.

De huidige gebruikers van de Chinese Solar Greenhouse zijn grotendeels kleine familiebedrijven die nauwelijks invloed hebben op de prijs en vermarkting van hun product en nauwelijks toegang hebben tot kapitaal. Maar ook voor deze gebruikers laten de bevindingen uit dit vergelijkingsexperiment zien dat er substantiële verbeteringen kunnen worden gerealiseerd zonder grote investeringen.

De belangrijkste mogelijkheid wordt geboden door wit, in plaats van zwart plastic te gebruiken. Dit witte plastic zal het gewas in het begin sneller laten groeien omdat het licht als het ware twee keer gebruikt kan worden. In een jong gewas wordt veel licht niet door het gewas onderschept en komt dus op de bodem terecht. Bij gebruik van zwart folie wordt het daar grotendeels geabsorbeerd. Een wit folie reflecteert het licht dat op de bodem valt en geeft het zo een tweede kans om door (de onderkant) van bladeren te worden geabsorbeerd en op die manier bij te dragen aan de snellere gewas-opbouw.

Reflectie van licht in plaats van absorptie maakt dat de bodem overdag minder opwarmt en 's nachts dus ook minder warmte afgeeft. In september, bij de start van de teelt is een lagere eemaaltemperatuur door die reflectie van zonlicht een voordeel. Mogelijk kan er hierdoor ook nog eerder geplant worden, bijvoorbeeld half augustus of mogelijk nog eerder.

Het gebruik van zwart folie stoelt op de gedachte dat het zwarte folie de warmteverzameling bevordert en daarmee de werking van de passieve kas. Dit zal zeker een voordeel zijn bij een teelt die in de winter begint. De teelt die in dit project gevolgd is (planten in september) heeft echter, juist bij de start van de teelt warmte te over. En tegen de tijd dat er gebrek komt aan warmte is het gewas groot en is de indringing van licht tot aan de bodem gering. Bij een start in de winter zijn de voordelen van zwart folie misschien groter dan de nadelen, maar bij een start aan het eind van de zomer kan beter een wit folie in de kas worden gelegd.

Een tweede punt wat bij dit vergelijkingsexperiment opviel is de trage start van de teelt in China. Het gebruik van het zwarte folie zal een deel verklaren, maar ook het feit dat er geplant wordt met heel kleine planten.

Er zijn waarschijnlijk goede mogelijkheden om eerder te zaaien. Daarvoor kan een klein kasje, of een klein stuk van de kas, met grote ventilatie-openingen en mogelijk een schaduw scherm speciaal voor de opkweek ingericht worden. Dit speciaal op de opkweek toegesneden kasoppervlak zou ongeveer 7% van het uiteindelijke teeltoppervlak moeten beslaan (1 op 14).

Een derde punt dat opvalt uit het fotomateriaal van de teelt in Shouguang is de grote hoeveelheid bladmassa. De planten hebben aanzienlijk meer dan de gebruikelijk 12 tot 15 bladeren per plant.

Vermindering van de bladmassa verlaagt de verdamping en daarmee de luchtvochtigheid in de kas en vermindert ook het verbruik van kostbare suikers aan de onderhoud van minder productief blad.

Als de planten door het witte folie en het volwassener groeistadium sneller na planten hun trossen hebben aangemaakt zouden er mogelijk 4 tot 5 trossen extra kunnen worden gerealiseerd. In de Chinese winterteelt zou er dan een oogst van 16 kg/m<sup>2</sup> verwacht kunnen worden.



## 4 Conclusies

Al voor aanvang van de korte winterteelt tomaten (van september tot eind januari) in een passieve kas zoals de Chinese Solar Greenhouse in Beiswijk was bekend dat er slechts een heel bescheiden productie te verwachten is. De Nederlandse winter kent veel donkere dagen en aangezien licht de belangrijkste factor is in de gewasproductie zit er een duidelijk plafond aan de winterproductie. Behalve de beperkte lichtbeschikbaarheid (niet meer dan 1000 mol/m<sup>2</sup> in de periode van 1 september tot 1 februari) legt ook de gemiddeld lage teelttemperatuur een sterke beperking aan de productie.

Op grond van de bekende relaties tussen licht, temperatuur en gewas-ontwikkeling is vooraf berekend dat er in de Bleiswijkse omstandigheden potentieel 6 trossen per plant tot afrijping konden worden gebracht en dat hiermee ongeveer 6 kg/m<sup>2</sup> gerealiseerd zou kunnen worden. De tros-aanmaak liep geheel volgens verwachting dus toen de oogst in de eerste week van november begon leek de verwachte productie ook inderdaad gehaald te zullen worden. Ook de trage afrijping in de periode van half november tot half december was niet anders dan verwacht. Vanaf half december nam het aantal planten dat uitviel door schimmelziekten (botrytis) echter snel toe waardoor veel tomaten die wel aangelegd waren niet tot volledige rijping konden komen zijn. Toen de kas in de eerste week van januari geruimd werd omdat er nauwelijks nog gezonde planten over waren was er 4 kg/m<sup>2</sup> geoogst.

De teelt die in Shouguang (38° NB), hoofdstad van de provincie Shandong, door een medewerker van Delphy is gevolgd liet een productie zien van 10 kg/m<sup>2</sup>. Dit is 2.5 keer meer dan de productie die in Bleiswijk in de Chinese Solar Greenhouse is gerealiseerd. De kas in China heeft echter in dezelfde periode ook 2.5 keer meer zonlicht voor de teelt beschikbaar gehad. Aangezien licht een cruciale factor is voor gewasgroei was de 10 kg/m<sup>2</sup> die in China is gerealiseerd vergelijkbaar met de productie in Bleiswijk. De gerealiseerde productie in Bleiswijk was echter door ziekten aanzienlijk lager dan potentieel had gekund en datzelfde kan ook voor de teelt in Shouguang worden gesteld. De vergelijking van fotomateriaal en de gewaswaarnemingen geeft aanwijzingen dat de productie daar door een zorgvuldiger planning en kleine aanpassingen aan de teeltwijze aanzienlijk verbeterd kan worden.

Dit begint met de vervroeging van de zaaidatum. Voor de teelt in een Chinese Solar Greenhouse, met de beperkte ventilatiecapaciteit die voor deze kassen kenmerkend is, is de maand juli te warm, maar zaaien in een klein en daarop toegesneden kasje zou vroeg in juli wél moeten kunnen. Hierdoor kunnen planten in een verder groeistadium worden geplant dan wat er getuige de foto's en zeer late zetting van de eerste tros in Shouguang is geconstateerd. In de tweede plaats zou de toepassing van wit, in plaats van zwart folie de start van het gewas kunnen bevorderen. Zwart folie is wellicht een verstandige keus bij de start van een teelt in een passieve kas in de winter (extra absorptie van licht t.b.v. de verwarming), maar bij een start aan het eind van de zomer geeft zwart folie meer nadelen dan voordelen.

De twee hierboven genoemde aanpassingen (eerder zaaien in een speciaal ingericht kasgedeelte en de toepassing van wit folie) zouden de eerste oogst met een maand kunnen vervroegen en mogelijk 4 tot 5 extra trossen kunnen opleveren. Hiermee zou een productie van 16 kg/m<sup>2</sup> mogelijk moeten zijn.

Concluderend kan gesteld worden dat op grond van de ervaringen in Bleiswijk blijkt dat de algemene theorie over de reactie van tomaten op de temperatuur- en lichtbeschikbaarheid ook onder sub-optimale omstandigheden van een passieve kas geldigheid behouden. De grootste bedreiging voor de passieve kas in de zeer licht-arme Nederlandse winter is echter de ziektedruk. In dit experiment bleef hierdoor 1/3 van de verwachte productie liggen.

Het feit dat met name het begin van de teelt geheel volgens theorie verliep biedt aangrijpingspunten om met eenvoudige middelen de productie van een winterteelt in China fors te verhogen. Er kan in China dus niet alleen met meer technologie, maar ook met de toepassing van teeltkundige kennis nog een flinke verbeteringsstap worden gemaakt.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Rapport WPR-778

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.