Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw

Hoe verder?

LEI WAGENINGEN UR

Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw

Hoe verder?

Nico van der Velden
Pepijn Smit

LEI-rapport 2013-022
April 2013
Projectcode 2275000507
LEI Wageningen UR, Den Haag

Het LEI kent de volgende onderzoeksvelden:

Sector & Ondernemerschap

Regionale Economie & Ruimtegebruik

Markt & Ketens

Internationaal Beleid

Natuurlijke Hulpbronnen

Consument & Gedrag

Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw; Hoe verder?

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit

LEI-rapport 2013-022
ISBN/EAN: 978-90-8615-603-0
60p., fig., tab., bijl.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Productschap Tuinbouw.

Ministerie van Economische Zaken

Productschap Tuinbouw

Kas als Energiebron

Foto's: LEI Wageningen UR

Bestellingen
070 3358330
publicatie.lei@wur.nl
Deze publicatie is beschikbaar op www.wageningenUR.nl/lei

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2013
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Inhoud

Woord vooraf **6**

Samenvatting **8**
S.1 Elektriciteitsconsumptie 8
S.2 Verduurzamingsopties 9
S.3 Achtergrond en aanpak 10

Summary **11**
S.1 Electricity consumption 11
S.2 Sustainability options 12
S.3 Background and history 13

1 Inleiding **14**
1.1 Achtergronden en doelstelling 14
1.2 Aanpak onderzoek en leeswijzer 18

2 Elektriciteitsconsumptie **21**
2.1 Inleiding 21
2.2 Sectorniveau 21
2.3 Belichting sectorniveau 22
2.4 Overige apparatuur sectorniveau 24
2.5 Specifieke consumptie overige apparatuur 25
2.6 Doorkijk toekomst 26

3 Verduurzaming consumptie **28**
3.1 Inleiding 28
3.2 Kwalitatieve verkenning 28
3.3 Doorkijk toekomst 34

Conclusies **37**

Literatuur en websites **40**

Bijlagen **42**
1 Globale schatting elektriciteitsconsumptie assimilatiebelichting per gewas(groep) in 2011 42
2 Globale elektriciteitsconsumptie overige apparatuur glastuinbouw sectorniveau 43
3 Globale gemiddelde elektriciteitsconsumptie overige apparatuur op het areaal waar de apparatuur wordt gebruikt in 2011 44
4 Inhoudelijke toelichting opties vraagreductie belichting 45
5 Inhoudelijke toelichting opties vraagreductie overige opties 49
6 Inhoudelijke toelichting opties duurzame voorziening 54
7 Inhoudelijke toelichting opties efficiëntere productie 56

Woord vooraf

In de glastuinbouw is een continu proces van intensivering gaande. Dit proces komt vooral voort uit wensen vanuit de afzetmarkt van de glastuinbouwproducten. De wensen betreffen winterproductie met belichting en het kwaliteitsniveau van de producten. Het intensiveringsproces uit zich onder andere in een substantiële groei van de elektriciteitsconsumptie.

In het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (Agroconvenant) afgesloten tussen de Nederlandse overheid en de agrosectoren zijn voor de glastuinbouw doelen afgesproken over de energie-efficiëntie, de CO_2-emissie en duurzame energie. Onder de naam 'Kas als Energiebron' (KaE) is een transitieprogramma opgesteld. Daarin werken de glastuinbouw en de Nederlandse overheid samen aan de ambitie om in 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel te telen. Het programma KaE is het beleids- en uitvoeringsprogramma om de doelen in het Agroconvenant te realiseren en omvat zeven transitiepaden: Teeltstrategieën, Licht, Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Duurzame(re) elektriciteit en Duurzame(re) CO_2. Al deze transitiepaden hebben een relatie met de elektriciteitsconsumptie.

Naast consument is de glastuinbouw ook een belangrijke producent van elektriciteit met wk-installaties. Sinds 2009 wordt door de glastuinbouw zo'n 10% van de nationale elektriciteitsconsumptie geproduceerd met wk-installaties, waarbij de vrijkomende warmte en de rookgas-CO_2 als meststof wordt benut. Hiermee wordt een substantiële reductie van de CO_2-emissie gerealiseerd. Deze elektriciteitsproductie is van invloed op de mogelijkheden voor verduurzaming van de consumptie door de glastuinbouw.

Zowel voor het Agroconvenant als voor het Transitieprogramma KaE is inzicht nodig in de consumptie door elektrische apparatuur en in de oorzaken van de groei van de elektriciteitsconsumptie. Bovendien is inzicht gewenst in de mogelijkheden tot verduurzaming van de consumptie.

Het LEI heeft naar deze aspecten onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw (PT) en het ministerie Economische Zaken (EZ), in het kader van programma KaE. De leden van de begeleidingscommissie zijn Piet Broekharst (PT) en Jolanda Mourits (EZ). De onderzoekers zijn alle partijen die voor dit project gegevens en informatie hebben aangedragen dank verschuldigd. Aan het onderzoek hebben meegewerkt Nico van der Velden (projectleider), Pepijn Smit en Ruud van der Meer.

Ir. L.C. van Staalduinen
Algemeen Directeur LEI Wageningen UR

Samenvatting

S.1 Elektriciteitsconsumptie

Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw zowel bij belichting als bij overige apparatuur; aandeel belichting is dominant.

Elektriciteitsconsumptie [zie hoofdstuk 2]
De elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw wordt in 2011 naar schatting voor 82% gebruikt voor belichting en voor 18% door overige apparatuur (tabel S1). De consumptie door de belichting zit voor driekwart bij de bloemkwekerij (bloemen en planten) en voor een kwart bij de groente. Bij de overige apparatuur zit ruim de helft van de elektriciteitsconsumptie bij de energievoorziening in en om het ketelhuis. De algemene apparatuur en de apparatuur in de kas nemen beide 18% voor hun rekening en de waterruimte is goed voor 10% van de overige consumptie.

Groei [zie hoofdstuk 2]
Zowel de elektriciteitsconsumptie door de belichting als door de overige apparatuur vertoont groei. De groei bij de belichting is wat groter dan bij de overige apparatuur. De groei bij de belichting komt vooral door de toename van de belichtingsintensiteit (W/m^2) en in mindere mate door de toename van het belichte areaal (ha) en de gebruiksduur (uur/jaar). Bij de overige apparatuur vertoont de apparatuur in en om het ketelhuis en in de kas een toename. Dit komt door het toegenomen gebruik van duurzame en efficiëntere energiebronnen die vaak meer elektriciteit gebruiken. In de kas is het klimaat verder geoptimaliseerd en is het intern transport toegenomen. De consumptie van de algemene apparatuur en in de waterruimte is stabiel.

Toekomst [zie paragraaf 2.5]
Een doorkijk naar de toekomst toont een verdere groei van de elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw. Dit hangt samen met de verwachte verdere toename van de belichting maar ook met het naar verwachting toenemend gebruik van alternatieve energiebronnen, mechanisering en de verdere optimalisering van het kasklimaat.

Tabel S.1	Globale verdeling elektriciteitsconsumptie glastuinbouw naar apparatuur op sectorniveau			
Apparatuur	**2006**		**2011**	
	miljoen kWh	**%**	**miljoen kWh**	**%**
Belichting	3.711	80	4.871	82
Overige apparatuur	934	20	1.088	18
wv algemeen	*198*	*21*	*201*	*18*
wv ketelhuis	*451*	*48*	*585*	*54*
wv kas	*174*	*19*	*193*	*18*
wv waterruimte	*111*	*12*	*109*	*10*
Totaal	**4.645**	**100**	**5.959**	**100**

S.2 Verduurzamingsopties

Bij de kwalitatieve verkenning van het belang van de verduurzamingsopties voor de elektriciteitsconsumptie [zie hoofdstuk 3] is onderscheid gemaakt naar vier groepen (tabel S2).

Bij de vraagreductie assimilatiebelichting is het belang van de opties schakelgroepen lampen en ledbelichting assimilatielamp groot. De technische optie schakelgroepen lampen maakt het mogelijk om de gebruiksduur van de belichting te verminderen en dat kan leiden tot een zuinigere belichtingsstrategie. Bij de vraagreductie overige apparatuur zijn de hoogrendementmotoren en de indirecte effecten door reductie van de energievraag en inkoop van energie (warmte en CO_2) belangrijk. Bij de efficiëntere energievoorziening is het belang van nieuwe wk-installaties met een groter elektrisch vermogen groot. Naast de opties met een groot belang zijn er een reeks van opties met een gemiddeld belang (tabel S2).

De opties voor vraagreductie belichting zijn belangrijker dan voor vraagreductie overige apparatuur door de omvang van de elektriciteitsconsumptie van belichting. De opties voor de duurzame en efficiëntere voorziening zijn belangrijker dan de opties voor de vraagreductie door het kwantitatieve effect op het primair brandstofverbruik. De duurzame voorziening is daardoor ook belangrijker dan de efficiëntere voorziening.

Door de dalende elektriciteitsprijzen zal de wk-installatie in de toekomst minder worden gebruikt voor de verkoop van elektriciteit maar door de groeiende elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw zal de wk-installaties meer worden ingezet voor de eigen consumptie van de glastuinbouw.

Tabel S.2	Opties met groot en gemiddeld belang voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie uit kwalitatieve verkenning	
Groep opties	**Belang**	
	Groot	**Gemiddeld**
Vraagreductie belichting	Schakelgroepen lampen Ledbelichting assimilatielampen	Regeling schermgebruik Grotere vermogens assimilatielampen Hogere spanningsniveaus assimilatielampen Ledbelichting cellen Efficiëntere voorschakelapparatuur Centrale gelijkspanning assimilatielampen
Vraagreductie overige apparatuur	Hoogrendementmotoren Indirecte effecten	Schakelapparatuur Betere regeling Frequentie- en toerengeregelde motoren Efficiëntere koelcel Efficiëntere koelmachine gewaskoeling Efficiëntere warmtepomp voor herwinning Centrale opslag-, koel- en verwerkingsfaciliteiten Reductie elektriciteitsconsumptie alternatieve energiebronnen
Duurzame voorziening		Inkoop duurzame elektriciteit Wk-installaties biobrandstof Wk-installaties inkoop duurzaam gas Fotovoltaische (elektrische) zonnecellen
Efficiëntere productie (wk)	Nieuwe installaties met groter vermogen	Verbeterd elektrisch rendement Verkoop warmte

S.3 Achtergrond en aanpak

De consumptie van elektriciteit door de glastuinbouw is de achterliggende jaren substantieel toegenomen [zie hoofdstuk 1]. Waarvoor de elektriciteit wordt gebruikt is onvoldoende bekend. Daarom is het LEI door PT en EZ gevraagd het gebruik en de groei van de elektriciteitsconsumptie naar apparatuur in kaart te brengen. Bovendien is een kwalitatieve verkenning uitgevoerd naar het belang van de opties voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie. De basisinformatie is afkomstig van diverse databonnen maar vooral van ervaringsdeskundigen.

Summary

Increase in greenhouse horticulture electricity consumption; What is the next step?

S.1 Electricity consumption

Electricity consumption in the greenhouse horticulture sector is increasing in terms of both lighting and other equipment; the share of lighting is dominant.

Electricity consumption

It is estimated that in 2011, 82% of the electricity consumed in the greenhouse horticulture sector was used for lighting and 18% was used for other equipment (see table S1). Three quarters of the electricity consumed for lighting was used on flower and ornamental nurseries and one quarter was used for vegetables. Of the electricity used for other equipment, more than half was used for providing energy in and around the boiler house. Equipment in the greenhouse and general equipment each use 18% of the electricity and water and fertiliser supply uses 10%.

Increase

There is an increase in both the electricity consumed by lighting and the electricity consumed by other equipment. The growth in electricity consumption for lighting is greater than that for other equipment. The growth in consumption for lighting is primarily a result of an increase in lighting intensity (W/m^2) and to a lesser extent it is due to the increase in the greenhouse area (in hectares) making use of lighting and the length of use (hours per year). For other equipment, there is an increase in consumption in and around the boiler house and in the greenhouse. This is a result of an increase in the use of sustainable and efficient energy sources, which often require more electricity. The climate in the greenhouse has been optimised and internal transport has increased. Electricity consumption for general equipment and in the water supply areas has remained stable.

Future

Future estimates predict a continued increase in electricity consumption in the greenhouse horticulture sector. This correlates to the expected further increase in consumption for lighting as well as to the expected increase in the use of alternative energy sources, further mechanisation, and further improvements to the greenhouse climate.

Table S.1	Electricity use in greenhouse horticulture by equipment at sector level			
Equipment	**2006**		**2011**	
	million kWh	**%**	**million kWh**	**%**
Lighting	3,711	80	4,871	82
Other equipment	934	20	1,088	18
general equipment	*198*	*21*	*201*	*18*
boilerhouse	*451*	*48*	*585*	*54*
greenhouse	*174*	*19*	*193*	*18*
water supply	*111*	*12*	*109*	*10*
Total	**4,645**	**100**	**5,959**	**100**

S.2 Sustainability options

A qualitative exploration of the importance of various options to improve the sustainability of electricity consumption distinguished among four groups (see table S.2).

Two options are very important for achieving a reduction in the demand in assimilation lighting: switch fuse groups lighting and LED lighting. The technical option, switch fuse groups lighting, makes it possible to reduce the operating time of the lighting which in turn can result in a more efficient assimilation lighting strategy. In order to achieve a reduced demand in other equipment, the important options are high-efficiency motors and the indirect effects of a reduction in demand for and purchase of energy (thermal and CO_2). The most important option for increasing the efficiency of energy provision is new CHP systems with higher electrical capacity. In all groups there are more options which have an average importance (see table S.2).

The options for reducing the demand in lighting are more important than the options for reducing demand in other equipment because of the amount of electricity consumed by lighting. The options for sustainable and efficient energy provision are more important than the options for reducing demand as a result of the quantitative effect on primary fuel use. For the same reason, the options for sustainable energy provision are more important than the options for increasing the efficient energy provision.

Because of a reduction in electricity prices, CHP systems will be used less for selling electricity in the future; but because of increased electricity consumption in the greenhouse horticulture sector, CHP systems will be used more often to generate electricity for consumption in this sector.

Table S.2	Options of high and average importance for increasing the sustainability of electricity consumption based on a qualitative exploration	
Group options	**Importance**	
	High	**Average**
Reducing demand for lighting	Switch fuse groups lighting LED assimilation lamps	Regulating screen use Assimilation lamps with higher capacity Higher voltage levels in assimilation lamps LED lamp in cells More efficient electrical ballast equipment Central DC assimilation lamps
Reducing demand for other equipment	High-efficiency motors Indirect effects	Switch gear Better regulation Frequency-regulated and rotation-regulated motors More efficient cold storage More efficient refrigeration machine for crop cooling More efficient heat pump for recovery Central storage, cooling, and processing facilities Reduced electricity consumption by alternative energy sources
Sustainable electricity provision		Purchase of sustainable electricity Biofuel CHP installations Purchasing sustainable gas for CHP installations Photovoltaic (electric) solar cells
More efficient production (CHP)	New installations with more capacity	Improved electrical production Sale of heat

S.3 Background and history

The consumption of electricity in the greenhouse horticulture sector has increased substantially in the past several years. There is insufficient knowledge regarding by which equipment the electricity is used. Therefore the Dutch Product Board for Horticulture and the Dutch Ministry of Economic Affairs commissioned LEI to examine the electricity consumption and the increase by the type of equipment. LEI also carried out a qualitative exploration of the importance of options for increasing the sustainability of electricity consumption. The basic information was obtained primarily from experienced experts as well as from various data sources.

1 Inleiding

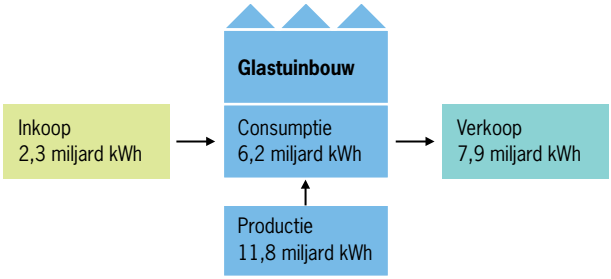
1.1 Achtergronden en doelstelling

Groei elektriciteitsconsumptie

Uit de Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden et al., 2010) (Van der Velden et al., 2011) is gebleken dat de elektriciteitsconsumptie, ofwel het daadwerkelijke gebruik door de glastuinbouw, in de achterliggende jaren duidelijk is toegenomen. De consumptie is het saldo van inkoop plus productie minus verkoop (figuur 1.1). In 2005 bedroeg de consumptie zo'n 4,2 en in 2011 zo'n 6,2 miljard kWh. Uitgedrukt per m^2 kas is dit respectievelijk 40 kWh in 2005 en 61 kWh in 2011 (figuur 1.2). Dit is een toename van ruim 50% in 6 jaar. In 2010 daalde de consumptie; dit lijkt samen te hangen met de slechte bedrijfsresultaten in de glastuinbouw (Van der Meulen et al., 2012). In 2011 neemt de consumptie wederom toe.

Het aandeel van de elektriciteitsconsumptie in het totaal energiegebruik van de glastuinbouw is gestegen van 12% in 2005 tot 18% in 2011. Uitgedrukt in de nationale elektriciteitsconsumptie bedraagt het aandeel van de glastuinbouw in 2011 zo'n 5%.

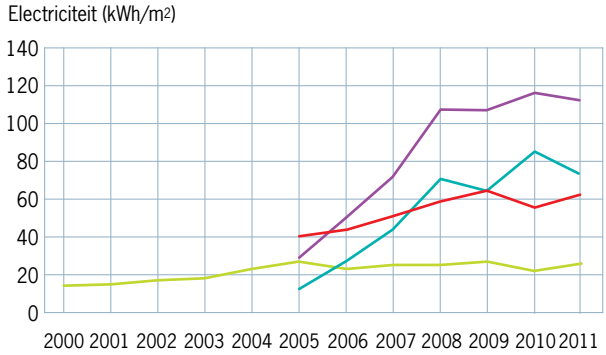
Figuur 1.1 **Globale elektriciteitsbalans van de totale glastuinbouwsector in 2011**



Bron: Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden et al., 2012).

Figuur 1.2

Inkoop, verkoop, productie en consumptie van elektriciteit door de glastuinbouw per jaar (kWh/m2) a) b)



a) De productie en consumptie van de jaren voor 2005 is niet bekend.
b) Cijfers 2011 voorlopig.
Bron: Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden et al., 2012).

De glastuinbouw produceert veel elektriciteit met wk-installaties. Het aandeel in de nationale consumptie bedraagt zo'n 10%. Van de productie wordt een belangrijk deel, in 2011 circa twee derde, verkocht (figuur 1.1). De voorziening van de elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw bestond in 2005 voor ruim een derde uit eigen productie. In 2011 betreft dit een derde inkoop en twee derde eigen productie.

Milieubelasting en CO_2-emissie

Het voorgaande zegt weinig over de milieubelasting. Daarvoor dient naar het primair brandstofverbruik te worden gekeken (zie uitleg in kader). Uit de Energiemonitor Glastuinbouw blijkt dat de elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw in 2011 zo'n 56% van het primair brandstofverbruik omvat. In 2005 was dit nog 29%. Het primair brandstofverbruik komt voort uit zowel de inkoop als de consumptie van de eigen productie (met wk-installaties).

Het aandeel in de CO_2-emissie van de teelt is toegenomen van zo'n 12% in 2005 tot zo'n 34% in 2011. De CO_2-emissie ofwel het fossiel brandstofverbruik op de glastuinbouwbedrijven komt alleen voort uit de consumptie van de eigen productie (zie uitleg in kader). Het verschil tussen het aandeel in het primair brandstofverbruik en in de CO_2-emissie komt doordat bij de CO_2-emissie de inkoop van elektriciteit niet in beschouwing wordt genomen (IPCC-methode).

Primair brandstofverbruik en CO_2-emissie

Het energiegebruik in de glastuinbouw omvat meerdere soorten: aardgas, olie, warmte en elektriciteit wordt ingekocht en elektriciteit en warmte verkocht. Duurzame energie wordt ingekocht, geproduceerd en verkocht.

Het *primair brandstofverbruik* is de hoeveelheid fossiele brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Aardgas en overige fossiele brandstoffen zijn primaire brandstoffen. De inkoop van elektriciteit wordt herleid tot de hoeveelheid brandstof die daarvoor nodig is in een gemiddelde elektriciteitscentrale. Voor de verkoop van elektriciteit geldt hetzelfde, maar dit wordt in mindering gebracht. De warmte die wordt gekocht of verkocht komt van elektriciteitscentrales (restwarmte) en wk-installaties. Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte ligt de elektriciteitsproductie lager. Voor de warmte wordt de extra hoeveelheid brandstof berekend die nodig is om de derving van de elektriciteitsproductie te compenseren.

De *CO_2-emissie* wordt bepaald op basis van de Intergovernamental Panel on Climate Change methode (IPCC-methode). Hierbij wordt alleen de werkelijk verstookte fossiele brandstof op glastuinbouwbedrijven in beschouwing genomen. Onderscheid wordt gemaakt naar de totale CO_2-emissie en de CO_2-emissie voor de teelt. De totale CO_2-emissie heeft betrekking op alle fossiele brandstoffen inclusief voor de productie van elektriciteit op de glastuinbouwbedrijven. De CO_2-emissie voor de teelt is de totale CO_2-emissie verminderd met de emissie die gerelateerd is aan door de glastuinbouw verkochte elektriciteit.

Voor meer informatie wordt verwezen naar de Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden et al., 2012) en het bijbehorende Protocol (Van der Velden, 2012).

Intensiveringsproces

De groei van de elektriciteitsconsumptie is een onderdeel van het intensiveringsproces. Het gebruik van elektrische apparatuur (belichting, warmteproductie, CO_2-dosering, koeling, automatisering, mechanisering, ventilatoren, enzovoort) op de bedrijven neemt toe. Ook de alternatieve energievoorziening (wkk) brengt elektriciteitsgebruik met zich mee. Daarnaast vindt in samenhang met de schaalvergroting, sanering plaats van vooral de oudere, kleinere en extensievere bedrijven met een relatief laag energiegebruik. Hierdoor neemt het gemiddeld energiegebruik per m^2 kas (waaronder de elektriciteitsconsumptie) in de sector toe, los van ontwikkelingen op de afzonderlijke bedrijven. Dit wordt ook wel het structuureffect genoemd. Bij het denken over de groei van de elektriciteitsconsumptie moet daardoor onderscheid worden gemaakt naar de ontwikkelingen op de afzonderlijke bedrijven (bedrijfsniveau) en ontwikkelingen in de bedrijfsstructuur (sectorniveau).

Verduurzaming

Elektriciteit is dus een serieus onderdeel in het energiegebruik door de glastuinbouw. Dit geldt zowel voor het milieuaspect (emissie bij de productie) als het kostenaspect. Verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie zal leiden tot substantiële verbetering van alle drie de energie-indicatoren energie-efficiëntie, CO_2-emissie en aandeel duurzame energie.

Volledige verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie zal, berekend vanuit de situatie in 2011, leiden tot verbetering van de energie-efficiëntie met 27 procentpunten en reductie van de CO_2-emissie van de teelt met 1,9 Mton.

Verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie vraagt enerzijds om kwantitatief inzicht in de oorzaken van de ontwikkeling van dit deel van het energiegebruik. Anderzijds is inzicht nodig in de technische en economische mogelijkheden waarmee de elektriciteitsvraag kan worden verduurzaamd. De verduurzaming kan volgens de trias energetica door de consumptie te verminderen en in de resterende consumptie te voorzien met duurzame energie of met efficiënter geproduceerde energie. De vraag is echter of de trias energetica ook de economisch optimale volgorde is.

Verduurzamingsopties

Voorbeelden van opties die nu en wellicht in de toekomst de vraag kunnen reduceren zijn het minder gebruiken van elektrische apparatuur, efficiëntere lampen (ledbelichting), frequentiegeregelde pompen, hogere spanningsniveaus en gelijkstroom. Duurzame voorziening kan met productie van duurzame elektriciteit met bijvoorbeeld wk-installaties op biobrandstof, elektrische zonnecellen en geo-elektriciteit maar kan ook door inkoop van duurzame elektriciteit. Voorbeelden van efficiëntere productie zijn wk-installaties en brandstofcellen. De wk-installatie wordt al op grote schaal toegepast in de glastuinbouw en is daardoor een belangrijke factor bij de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie.

Onderzoek

In dit onderzoek worden twee fasen onderscheiden. Ten eerste is de elektriciteitsconsumptie en de groei gespecificeerd naar elektrische apparatuur. Ten tweede is een kwalitatieve verkenning gemaakt naar de mogelijke verduurzamingsopties. Deze twee fasen zijn ingestoken vanuit het perspectief van de elektriciteitsconsumptie en de vooral technische verduurzamingsopties. Voor de ontwikkeling van een totaalvisie op de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie is ook het perspectief van de glastuinbouwondernemers van belang. Hierbij gaat het om de afstemming tussen de elektriciteitsconsumptie en de productie en afzetstrategie (productkwaliteit, leveringsperiode, enzovoort) van de ondernemers.

1.2 Aanpak onderzoek en leeswijzer

De aanpak van de 2 onderzoeksfasen in deze rapportage wordt hierna uiteengezet.

1. Inzicht in de oorzaken van de elektriciteitsconsumptie en de groei

In fase 1 worden de elektriciteitsconsumptie en de groei gekwantificeerd vanuit de elektrische apparatuur. Hiertoe is een overzicht gemaakt van de in gebruik zijnde elektrische apparatuur. Vervolgens is per apparaat het areaal (ha), het gemiddeld vermogen (W_e/ha), de gemiddelde belastingsgraad van het vermogen (%) en de gemiddelde gebruiksduur (uur/jaar) in kaart gebracht. Het product van deze componenten resulteert in het elektriciteitsverbruik per apparaat op sectorniveau (miljoen kWh/jaar). Het voorgaande bouwt methodisch voort op (Nieuwkoop et al., 1998).

Bij de elektrische apparatuur is onderscheid gemaakt naar belichting en overige apparatuur en binnen de overige apparatuur naar algemene apparatuur en apparatuur voor de energievoorziening (ketelhuis), in de kas, en in de waterruimte. Gebruik wordt gemaakt van apparatuur met grote en kleine consumptie. Bij de apparatuur met grote consumptie heeft de kwantificering van de achterliggende componenten meer aandacht gekregen dan bij de apparatuur met een kleine consumptie. Verwacht werd dat belichting een substantieel deel van de consumptie omvat. Bij de belichting is daarom ingezoomd op gewas(groep) niveau.

Voor het verzamelen van de benodigde informatie zijn diverse databronnen en ervaringsdeskundigen geraadpleegd. Gebruik is gemaakt van de Landbouwtelling van het CBS, het Bedrijveninformatienet van het LEI, registraties van het Milieuproject Sierteelt (MPS) en informatie uit de Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden, et al., 2012). Geraadpleegde ervaringsdeskundigen zijn vooral toeleveranciers, adviseurs en energiedeskundigen van glastuinbouwbedrijven. Bij het gebruik van de informatiebronnen is de consistentie van de informatie een belangrijk aspect.

De kwantificering van de elektriciteitsconsumptie is gemaakt voor de jaren 2006 en 2011. Dit hangt samen met de beschikbaarheid van data (wk-installaties en belichting in de Landbouwtelling van het CBS).

Tot slot is een doorkijk naar de toekomst gemaakt met als tijdshorizon 2020. Dit is gedaan op basis van de trends uit de achterliggende periode (2006-2011) en informatie over ontwikkelingen binnen en buiten de glastuinbouw.

2. Inzicht in de opties voor verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie

In fase 2 is, voortbouwend op onderdeel 1, een kwalitatieve verkenning gemaakt van de mogelijke verduurzamingsopties. Als eerste is een inhoudelijk overzicht gemaakt van de mogelijke opties. Onderscheid is gemaakt naar 4 groepen opties: (1) reductie van de vraag vanuit belichting, (2) reductie van de vraag vanuit overige apparatuur, (3) duurzame voorziening en (4) efficiëntere productie van elektriciteit.

Voor de verkenning zijn per optie de aspecten investering, bijkomende kosten, reductie van het elektriciteitsgebruik, bedrijfseconomisch perspectief, penetratiegraad, potentieel technisch areaal en de bijzonderheden en knelpunten kwalitatief in beeld gebracht. De investeringen en bijkomende kosten geven informatie over de kosten en de reductie van de elektriciteitsconsumptie over de kostenbesparing van een optie. Gezamenlijk resulteren deze aspecten in een beeld van de bedrijfseconomische perspectief op bedrijfsniveau. Vervolgens is het de vraag in welke deel van de sector een optie kan worden toegepast. Hiervoor zijn de aspecten penetratiegraad en potentieel technisch areaal in beschouwing genomen. De genoemde aspecten zijn niet gekwantificeerd maar aangeduid met de kwalitatieve kenmerken (zeer) hoog, gemiddeld en (zeer) laag op basis van vergelijking met de andere opties per groep. Daarnaast zijn ook de bijzonderheden en knelpunten relevant voor het belang per optie aangeduid. Op basis van de kwalitatieve aspecten is het belang van de opties voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie verkend. Het belang per optie is aangegeven met de kwalitatieve kenmerken groot, gemiddeld en klein.

Bij de opties voor de duurzame voorziening en voor efficiënte productie kan ook elektriciteit worden verkocht en vinden effecten op de emissies ook buiten de glastuinbouw plaats. Deze effecten komen tot uiting in het primair brandstofverbruik c.q. de nationale CO_2-emissie (zie kader paragraaf 1.2). Dit sluit aan bij de ambitie van KaE om in 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel te telen. Klimaatneutraal betekent dat er netto (inkoop minus verkoop) geen primair brandstofverbruik meer is. Bij de opties voor de duurzame voorziening en voor efficiënte productie is daarom de reductie van het primair brandstofverbruik in plaats van de reductie van de elektriciteitsconsumptie in beschouwing genomen.

Voortbouwend op het voorgaande is de kwalitatieve verkenning primair gericht op het nieuw in gebruik nemen van opties. De wk-installaties zijn hierop een uitzondering omdat deze optie al op grote schaal wordt toegepast.

In de verkenning is geen rekening gehouden met stimuleringsmaatregelen zoals investeringssubsidies, fiscale voordelen en exploitatiesubsidies. Dergelijke maatregelen bestaan in beginsel tijdelijk. Gezocht is naar het structurele belang van opties.

Naast de stimuleringsmaatregelen is het CO_2-sectorsysteem voor de glastuinbouw in ontwikkeling. Vanuit dit systeem zal waarschijnlijk een meer structurele prikkel voor het gebruik van verduurzamingsopties uitgaan. De prikkel zal waarschijnlijk afhankelijk zijn van de mate waarin een optie bijdraagt aan de verduurzaming en dit aspect wordt al meegewogen in de verkenning.

In de verkenning van de opties is een eventuele meerwaarde bij de verkoop van glastuinbouwproducten niet in beschouwing genomen. Dit effect is er bij Integrated Pest Management (Van der Velden et al., 2012) maar (nog) niet bij CO_2-emissie of duurzame energie. Bovendien zou een eventueel effect kwantitatief afhankelijk zijn van de mate van verduurzaming en dat is in de verkenning al in beschouwing genomen.

Binnen het programma KaE worden vele activiteiten uitgevoerd om de verduurzaming van het energiegebruik van de glastuinbouw te bevorderen. In de verkenning is geen rekening gehouden met deze activiteiten.

Voor het verzamelen van de benodigde informatie zijn literatuur en, evenals in fase 1, vooral ervaringsdeskundigen zoals toeleveranciers, adviseurs en pionierende tuinders geraadpleegd.

Tot slot is in fase 2, evenals in fase 1, een doorkijk naar de toekomst (2020) gemaakt. De doorkijk bouwt voort op het resultaat uit fase 1 en neemt de verwachte ontwikkeling bij de opties en de energieprijzen in beschouwing.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de elektriciteitsconsumptie en de groei geanalyseerd. Onderscheid is gemaakt naar belichting en overige apparatuur. De kwalitatieve verkenning van de opties is behandeld in hoofdstuk 3. Onderscheid is gemaakt naar vraagreductie, duurzame voorziening en efficiëntere productie en binnen de vraagreductie naar belichting en overige apparatuur. Tot slot zijn de conclusies verwoord in hoofdstuk 4.

CO_2-ventilatoren, ketel en transportpompen warmte

Elektriciteitsconsumptie

2

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de elektriciteitsconsumptie behandeld. Dit betreft zowel het gebruik van de elektriciteit als de groei van de consumptie. Onderscheid wordt gemaakt naar belichting en overige apparatuur. Als eerste komt de consumptie op sectorniveau aan bod. Vervolgens de specifieke consumptie per apparaat op bedrijfsniveau. Tot slot wordt een doorkijk naar de toekomst (2020) gemaakt.

2.2 Sectorniveau

Uit het overzicht van de elektriciteitsconsumptie op sectorniveau in tabel 2.1 blijkt dat de consumptie in 2011 naar schatting voor 82% voor rekening komt voor de belichting en voor 18% voor de overige apparatuur.

De consumptie door belichting zit bijna volledig bij de assimilatiebelichting. Het aandeel cyclische belichting is verwaarloosbaar. Bij de overige apparatuur zit de consumptie voor meer dan de helft in de energievoorziening (ketelhuis). De algemene apparatuur en de apparatuur in de kas gebruiken beiden 18% en de waterruimte 10%.

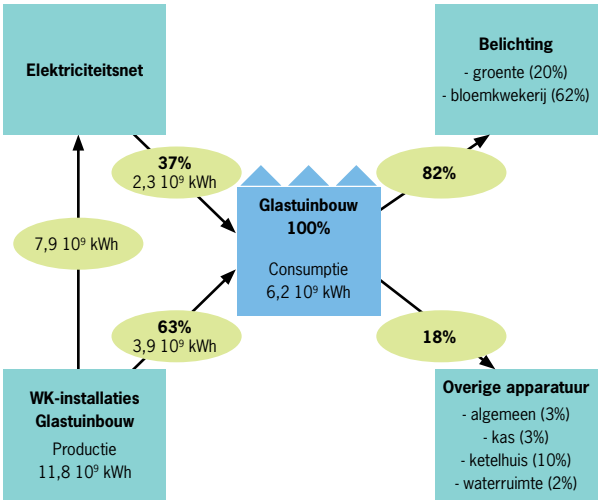
Tabel 2.1 **Globale verdeling elektriciteitsconsumptie glastuinbouw naar apparatuur op sectorniveau**

Apparatuur	**2006**		**2011**		**Mutatie (%)**
	miljoen kWh	**%**	**miljoen kWh**	**%**	
Belichting	3.711	80	4.871	82	+31
wv assimilatie	*3.711*	*100*	*4.871*	*100*	+31
wv cyclisch	*< 1*	*< 0,05*	*< 1*	*< 0,05*	
Overige apparatuur	934	20	1.088	18	+16
wv algemeen	*198*	*21*	*201*	*18*	+2
wv kas	*174*	*19*	*193*	*18*	+30
wv ketelhuis	*451*	*48*	*585*	*54*	+11
wv waterruimte	*111*	*12*	*109*	*10*	-2
Totaal	**4.645**	**100**	**5.959**	**100**	+28

Zowel de consumptie voor belichting als de overige apparatuur laat een groei zien ten opzichte van 2006. De groei bij de belichting (+31%) is groter dan bij de overige apparatuur (+16%). Binnen de overige apparatuur laat de consumptie in het ketelhuis en in de kas een toename zien. De consumptie van de algemene apparatuur en van de waterruimte is stabiel.

De schatting van de consumptie vanuit de apparatuur in deze rapportage komt sterk overeen met de consumptie bepaald in de *Energiemonitor Glastuinbouw*; het verschil bedraagt zo'n 4%. De informatie uit deze rapportage in combinatie met de elektriciteitsbalans uit de *Energiemonitor Glastuinbouw* (figuur 1.1) resulteert in het overzicht van de voorziening en de elektriciteitsconsumptie in figuur 2.1.

Figuur 2.1 **Overzicht voorziening en consumptie elektriciteit in de glastuinbouw in 2011**



2.3 Belichting sectorniveau

Consumptie

De meeste consumptie bij de assimilatiebelichting zit bij de vier gewassen roos (29%), tomaat (16%), chrysant (15%) en bloeiende potplanten (15%) (bijlage 1). Gezamenlijk consumeren deze 4 gewassen driekwart van de elektriciteitsconsumptie voor belichting. De overige gewasssen en gewasgroepen zitten op een aandeel onder de 5%.

De consumptie door assimilatiebelichting zit voor circa een kwart in de groente en voor circa driekwart bij de bloemkwekerijgewassen. Tomaat neemt tweederde deel van de consumptie voor belichting in de groente voor haar rekening. De consumptie bij de bloeiende potplanten zit voor bijna de helft bij Phalaenopsis.

Zo'n 5% van de consumptie door de assimilatiebelichting zit bij de voorschakelapparatuur. De beperkte elektriciteitsconsumptie door cyclische belichting zit bij de gewassen aardbei, anjer, potchrysant, begonia en Kalanchoe, voor zover daar nog geen assimilatiebelichting wordt toegepast.

Groei

Bij vergelijking van de elektriciteitsconsumptie door assimilatiebelichting in 2011 met die in 2006 (tabel 2.3) blijkt dat zowel het areaal (ha) als de belichtingsintensiteit (W_e/m^2) is toegenomen. De belichtingsintensiteit is echter sterker toegenomen dan het areaal belichting. De gemiddelde gebruiksduur is iets teruggelopen. Dit laatste komt vooral door de daling van het totaal areaal en het areaal belichting bij roos; roos is het gewas met de langste belichtingsduur. Bij veel andere gewassen neemt de belichtingsduur juist wat toe, maar de mutatie is minder groot dan bij de intensiteit en het areaal.

Het aandeel van de bloemkwekerijgewassen in de totale elektriciteitsconsumptie voor belichting is afgenomen en van de groente is toegenomen. In 2006 had de bloemkwekerij een aandeel van 86%. In 2011 is dit teruggelopen tot 74% en heeft de groente een aandeel van 24%. Deze ontwikkeling komt voort uit de sterke toename van belichting bij tomaat en de daling van het areaal bloemen. De belichtingsintensiteit ligt bij de groente gemiddeld hoger dan bij de bloemkwekerijgewassen. De gebruiksduur ligt hoger bij de bloemkwekerijgewassen.

Tabel 2.2 **Ontwikkeling gemiddelde kenmerken assimilatiebelichting in de glastuinbouw**

		2006	2011	Mutatie (%)
Totaal glastuinbouw				
Areaal	ha	2.800	3.142	+12
Intensiteit	W_e/m^2	48	60	+25
Gebruiksduur	uur	2.498	2.357	-6
Consumptie	10^6 kWh	3.711	4.871	+31
Groente				
Areaal	ha	460	766	+67
Intensiteit	W_e/m^2	60	71	+18
Gebruiksduur	uur	1.678	1.889	+13
Consumptie	10^6 kWh	528	1.154	+119
Bloemkwekerij				
Areaal	ha	2.340	2.376	+2
Intensiteit	W_e/m^2	45	56	+24
Gebruiksduur	uur	2.659	2.507	-6
Consumptie	10^6 kWh	3.183	3.717	+17

Het voorgaande betekent dat de belichting in de glastuinbouw sterk is geïntensiveerd. Dit proces wordt gedreven door de toename van de vraag naar jaarrond kwaliteitsproducten uit de markt in combinatie met hogere opbrengstprijzen voor glastuinbouwproducten in de winterperiode ten opzichte van de zomerperiode. In combinatie met het intensiveringsproces bij belichting zijn er ook efficiëntere lampen met grotere vermogens per lamp en hogere spanningsniveaus in gebruik genomen (paragraaf 3.1.1).

2.4 Overige apparatuur sectorniveau

De elektriciteitsconsumptie op sectorniveau voor de overige apparatuur (tabel 2.4) zit voor het grootste deel in het ketelhuis (54%), gevolgd door de algemene apparatuur en de apparatuur in de kas, met beiden een aandeel van 18%. De apparatuur in de waterruimte neemt het kleinste deel (10%) voor zijn rekening.

Ook de sterkste groei zit in het ketelhuis, gevolgd door de apparatuur in de kas. De elektriciteitsconsumptie door de algemene apparatuur en in de waterruimte is min of meer stabiel. De groei van de consumptie in het ketelhuis wordt veroorzaak door de groei van het gebruik van duurzame en efficiëntere energiebronnen die vaak meer elektriciteit consumeren. Zo is de wk-installatie in het ketelhuis de grootste consument

Sortering en verwerking

geworden. Het gebruik door de ketels is sterk afgenomen. Ook de consumptie van de rookgasreiniging bij de wk-installaties is toegenomen. Daarnaast is de consumptie door koelmachines en warmtepompen belangrijker geworden. De groei van de elektriciteitsconsumptie in de kas komt voort uit de verdere optimalisatie en conditionering van het kasklimaat (ventilatoren) en uit het intern transport.

Binnen de groep algemene apparatuur zit de grootste groei van de consumptie bij de koelcellen. De consumptie door verlichting neemt af. Het grootste aandeel en de groei van de consumptie in de kas zit bij de ventilatoren gevolgd door het intern transport. Het grootste aandeel van de consumptie in de waterruimte zit bij de uv ontsmetting. Daarnaast zijn de pompunits en de omgekeerde osmose belangrijk.

Ondanks dat bij de groepen algemeen en waterruimte meer apparatuur in gebruik is genomen, neemt de elektriciteitsconsumptie niet toe. Dit hangt samen met de schaalvergroting in de glastuinbouw die het gebruik van grotere en efficiëntere apparatuur met zich mee brengt. Met efficiëntieverbetering wordt bedoeld dat per eenheid elektriciteit meer output door de apparatuur wordt geleverd. De efficiëntieverbetering heeft ook een dempende werking op de groei van de elektriciteitsconsumptie bij de andere groepen.

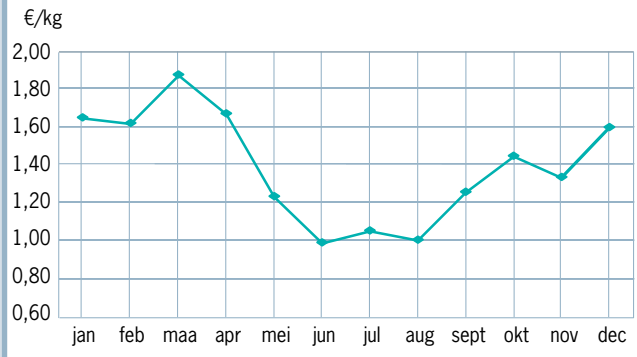
2.5 Specifieke consumptie overige apparatuur

In deze paragraaf wordt ingezoomd op de elektriciteitsconsumptie van de overige apparatuur op het areaal waar de apparatuur wordt toegepast (bijlage 3). Dit is van belang voor de kwalitatieve verkenning en kansen van de verduurzamingsopties (hoofdstuk 3).

Uit de bijlage blijkt dat de warmtepomp voor herwinning zonnewarmte en de koelmachines voor gewaskoeling de grootste gemiddelde specifieke consumptie (kWh per m^2 kas) hebben: dit ligt bij beiden boven de 20 kWh per m^2 per jaar. Daarna volgen de noodkoeler c.q. koeltoren, de aardwarmtebron en de wk-installatie. Bij deze apparatuur ligt het gemiddelde gebruik tussen de 3 en 10 kWh per m^2. De resterende apparatuur zit op een gemiddelde consumptie onder de 1,5 kWh per m^2.

Bij de wk-installatie op biobrandstof ligt de gemiddelde elektriciteitsconsumptie per m^2 kas lager dan in bij de wk op aardgas, ondanks dat bij biobrandstof meer elektrische apparatuur in gebruik is. Dit komt doordat deze energiebron een laag vermogen per m^2 kas heeft. Hierdoor wordt relatief weinig bijgedragen in de totale warmtevraag van een bedrijf. Hetzelfde geldt voor de ketels op biobrandstof ten opzichte van aardgasketels (Van der Velden et al., 2012).

Figuur 2.2 **Gemiddelde exportprijzen per maand van Nederlandse tomaten in de periode 2006-2010**



Bron: Eurostat.

2.6 Doorkijk toekomst

Belichting

De algemene verwachting is dat het gebruik van assimilatiebelichting in de toekomst verder zal toenemen. Dit betreft niet alleen het areaal, maar ook de intensiteit en in mindere mate de gebruiksduur. Deze ontwikkeling komt voort uit de vraag naar kwaliteitsproducten in de winterperiode. Voor winterproductie worden hoge prijzen betaald. Dit is geïllustreerd met de exportprijzen voor de Nederlandse tomaten (figuur 2.2) (Van der Velden et al., 2012). Uit de figuur blijkt dat de exportprijs in de winterperiode substantieel (circa 40%) hoger ligt dan in de zomerperiode. Dit verklaart de sterke toename van het areaal belichting in combinatie met een teeltperiode met oogst in de winterperiode bij tomaat (paragraaf 2.2). Begin 2011 was er circa 300 ha belichting bij tomaat (paragraaf 2.2); eind 2012 is dat toegenomen tot circa 400 ha. Prijsverschillen tussen winter- en zomerproductie zijn er ook bij paprika en komkommer (Van der Velden et al., 2004) en bij de bloemen en planten (Staalkaart, 2009).

De ontwikkeling van de belichting in de totale glastuinbouw is mede afhankelijk van de ontwikkeling van het totaal areaal. Het totaal areaal bij de bloemen toont in de achterliggende jaren een flinke krimp; ook het areaal met belichting is gekrompen. Bij de potplanten is het totaal areaal stabiel maar het areaal met belichting neemt sterk toe. De vraag is hoe zich dat in de toekomst zal ontwikkelen. Deze vraag geldt ook voor het areaal groente waar bij bepaalde gewassen de bedrijfsresultaten een aantal jaren negatief zijn (Van der Meulen et al., 2012). Dit laatste geldt overigens niet voor het belichte areaal. Verwacht wordt dat het areaal belichting bij bloemen niet of minder zal afnemen dan in de achterliggende jaren. Het areaal belichting bij de potplanten en bij de groente zal verder toenemen.

De zeer geringe elektriciteitsconsumptie door de cyclische belichting zal verder afnemen; dit hangt samen met de verdere toename van de assimilatiebelichting.

Overige apparatuur

Het gebruik van de algemene elektrische apparatuur en de apparatuur in de waterruimte zal toenemen. Door de schaalvergroting in combinatie met efficiëntere apparatuur zal de elektriciteitsconsumptie in deze categorieën in de toekomst stabiliseren.

Door de toename van de duurzame en efficiëntere energievoorziening zal de consumptie in het ketelhuis verder toenemen. Onder invloed van de vraag naar kwaliteitsproducten zal de optimalisatie c.q. conditionering van het kasklimaat zich verder ontwikkelen. Dit brengt een toename van het gebruik elektrische apparatuur zoals ventilatoren en luchtbehandeling met zich mee. Denk hierbij onder andere aan *Het Nieuwe Telen*. Ook het transport (mechanisering c.q. robotisering) in de kas zal verder toenemen. Ondanks dat ook in het ketelhuis en in de kas door schaalvergroting efficiëntere apparatuur zal worden gebruikt neemt per saldo de elektriciteitsconsumptie bij deze groepen naar verwachting verder toe.

Toekomstige consumptie glastuinbouw

Door de verwachte ontwikkeling bij de belichting en de overige apparatuur zal de totale elektriciteitsconsumptie in de glastuinbouw de komende jaren substantieel verder toenemen. De elektriciteitsconsumptie in 2020 is geschat middels extrapolatie van de ontwikkelingen in de periode 2006-2011. Hieruit resulteert een totale elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw in 2020 van zo'n 8,3 miljard kWh. Dit is ruim 2 miljard kWh of 40% meer dan in 2011. Het aandeel belichting in de totale consumptie neemt iets toe en het aandeel van de overige apparatuur neemt iets af.

Watergift en bemesting

Verduurzaming consumptie

3

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat over de verduurzamingsopties voor de elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw. Onderscheid is gemaakt naar (1) vraagreductie belichting, (2) vraagreductie overige apparatuur, (3) duurzame voorziening en (4) efficiëntere voorziening. In de volgende paragraaf komt de kwalitatieve verkenning van het belang van de verduurzamingsopties aan bod. Na deze verkenning is een doorkijk naar de toekomst gemaakt.

3.2 Kwalitatieve verkenning

In de kwalitatieve verkenning is als eerste een inhoudelijke omschrijving per optie gemaakt. Deze is per groep van opties opgenomen in de bijlagen 4 tot en met 7. Voortbouwend op deze informatie zijn de kwalitatieve aspecten voor de verkenning ingevuld.

Vraag reducerende opties belichting
De kwalitatieve verkenning van de opties vraagreductie belichting is opgenomen in tabel 3.1. Bij deze groep is het belang van de opties schakelgroepen lampen en ledbelichting assimilatielampen groot. Het belang van de opties regeling schermgebruik, groter vermogen assimilatielampen, hogere spanningsniveaus assimilatielampen, ledbelichting in cellen, efficiëntere voorschakelapparatuur en centrale gelijkstroom voor assimilatielampen zijn als gemiddeld beoordeeld. De opties schakelgroepen lampen en regeling schermgebruik kunnen leiden tot een kortere gebruiksduur van de belichting.

Vraag reducerende opties overige apparatuur
Voor het terugbrengen van de elektriciteitsvraag vanuit de overige apparatuur (tabel 3.2) is het belang van de opties hr-motoren en van de indirecte effecten groot. Het belang van de opties schakelapparatuur, betere regeling, frequentie- en toerengeregelde motoren, efficiëntere koelcel, efficiëntere koelmachine gewaskoeling, efficiëntere warmtepomp voor herwinning, centrale opslag-, koel- en verwerkingsfaciliteiten en reductie elektriciteitsconsumptie alternatieve energiebronnen is als gemiddeld beoordeeld.

Tabel 3.1 Globaal overzicht kwalitatieve kenmerken en belang opties vraagreductie elektriciteit bij belichting

Opties		Investering (€/m²)	Bijkomende jaarkosten (€/m².jaar)	Reductie elektriciteits-consumptie (kWh/m².jaar)	Bedrijfs-economisch perspectief	Penetratiegraad (ha)	Potentieel areaal technisch (ha)	Bijzonderheden / knelpunten	Belang Optie
1	Schakelgroepen lampen	gemiddeld	zeer laag	gemiddeld	hoog	gemiddeld	areaal assimilatiebelichting		Groot
2	Betere lichtdoorlaat kassen	hoog	laag	laag	hoog	gemiddeld	areaal assimilatiebelichting	positief effect productie	Klein
3	Regeling schermgebruik	laag	laag	laag	gemiddeld	gemiddeld	areaal assimilatiebelichting		Gemiddeld
4	Minder gebruik krijt	geen	zeer laag	laag	laag	laag	areaal assimilatiebelichting	risicobeheersing lichtniveau teelt	Klein
5	Grotere vermogens assimilatielampen	gemiddeld	laag	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	areaal assimilatiebelichting		Gemiddeld
6	Hogere spanningsniveaus assimilatielampen	gemiddeld	laag	gemiddeld	gemiddeld	hoog	areaal assimilatiebelichting		Gemiddeld
7	Ledbelichting assimilatiebelichting	hoog	laag	hoog	onduidelijk	zeer laag	areaal assimilatiebelichting	sterk in ontwikkeling mogelijk effect productie mogelijke reductie warmteoverschot	Groot
8	Ledbelichting cellen	hoog	laag	gemiddeld	onduidelijk	zeer laag	areaal cellen	in ontwikkeling mogelijk effect productie minder koeling cellen	Gemiddeld
9	Ledbelichting cyclische belichting	laag	laag	laag	gemiddeld	zeer laag	areaal cyclische belichting		Klein
10	Efficiëntere voorschakelapparatuur	gemiddeld	laag	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	areaal assimilatiebelichting		Gemiddeld
11	Centrale gelijkspanning voor assimilatielampen	gemiddeld	laag	gemiddeld	onduidelijk	nihil	areaal assimilatiebelichting	in ontwikkeling reductie andere investeringen	Gemiddeld

Tabel 3.2 Globaal overzicht kwalitatieve kenmerken en belang opties vraagreductie elektriciteit bij overige apparatuur

Opties		Investering (€/m²)	Bijkomende jaarkosten (€/m².jaar)	Reductie Elektriciteitsconsumptie (kWh/m².jaar)	Bedrijfseconomisch perspectief	Penetratiegraad (ha)	Potentieel areaal technisch (ha)	Bijzonderheden / knelpunten	Belang optie
1	Schakelapparatuur	laag	laag	gemiddeld	hoog	gemiddeld	hoog		Gemiddeld
2	Betere regeling	gemiddeld	laag	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	hoog		Gemiddeld
3	Frequentie- en toerenge-regelde motoren	gemiddeld	laag	gemiddeld	hoog	hoog	hoog	wordt belangrijker bij het nieuwe telen	Gemiddeld
4	Hoogrendementmotoren	gemiddeld	laag	gemiddeld	hoog	nihil	hoog	nieuwe ontwikkeling belangrijk voor het nieuwe telen	Groot
5	Zuiniger persluchtappa-ratuur	laag	laag	laag	gemiddeld	laag	laag		Klein
6	Efficiëntere koelcel	gemiddeld	laag	gemiddeld	gemiddeld	laag	hoog		Gemiddeld
7	Absorptie koelmachine voor koelcel	gemiddeld	gemiddeld	laag	laag	nihil	hoog	effect primair brandstofverbruik onduidelijk	Klein
8	Efficiëntere koelmachine voor gewaskoeling	hoog	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	laag	areaal gewaskoeling zonder herwinning		Gemiddeld
9	Absorptie koelmachine voor gewaskoeling	hoog	gemiddeld	hoog	laag	nihil	areaal gewaskoeling zonder herwinning	effect primair brandstofverbruik onduidelijk	Klein
10	Efficiëntere warmtepomp voor herwinning	hoog	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	laag	areaal gewaskoeling met herwinning		Gemiddeld
11	Absorptie warmtepomp voor herwinning	hoog	gemiddeld	hoog	laag	zeer laag	areaal gewaskoeling met herwinning	laagwaardige warmte effect primair brandstofverbruik onduidelijk	Klein
12	Centrale opslag-, koel- en verwerkingsfaciliteiten	hoog	hoog	gemiddeld	gemiddeld	laag	hoog	elektriciteitsconsumptie buiten de sector effect primair brandstofverbruik onduidelijk	Gemiddeld
13	Grotere delta T bij warm-tetransport	gemiddeld	gemiddeld	laag	laag	zeer laag	hoog	efficiëntie warmte voorziening om-laag	Klein
14	Grotere delta T bij koude transport	gemiddeld	gemiddeld	laag	laag	zeer laag	hoog	efficiëntie koude voorziening om-laag	Klein
15	Grotere gietwatervoor-raad	gemiddeld	laag	laag	laag			ruimte voor bassin	Klein
16	Hogere spanningsni-veaus distributie	hoog	laag	laag	laag	gemiddeld	hoog		Klein
17	Gelijkspanning in de distributie	hoog	laag	laag	laag	nihil	hoog	veiligheid	Klein
18	Reductie elektriciteits-consumptie alternatieve energiebronnen	laag	hoog	gemiddeld	gemiddeld	laag	hoog	speerpunten: wk-installatie, koeling en warmtepomp wellicht extra productie duurzame energie mogelijk	Gemiddeld
19	Indirecte effecten a)	zeer laag	laag	hoog	gemiddeld	laag	hoog		Groot

a) Met indirecte effecten wordt bedoeld reductie van de elektriciteitsconsumptie door reductie van de warmte-, CO2- en koudevraag en door inkoop van warmte, CO2 en koude.

Duurzame elektriciteitsvoorziening

Bij de opties voor de duurzame energievoorziening (tabel 3.3) is het belang van de opties inkoop duurzame elektriciteit, wk-installaties op biobrandstof, wk-installaties op duurzaam gas en elektrische zonnecellen als gemiddeld beoordeeld. Het belang van geo-elektriciteit is onduidelijk.

Efficiëntere elektriciteitsvoorziening

Bij de opties voor de efficiëntere elektriciteitsvoorziening (tabel 3.4) is het belang van de optie nieuwe wk-installaties met een groter vermogen groot. Het belang van de opties verbeterd elektrisch rendement wk-installaties en verkoop wk-warmte zijn als gemiddeld beoordeeld.

Alle groepen opties

Het resultaat van alle groepen opties is samengevat in tabel 3.5. Over de groepen heen zijn de opties in de groep vraagreductie belichting belangrijker dan vraagreductie overige apparatuur, omdat de elektriciteitsconsumptie door belichting veel groter (82% tegenover 18%) is. Ook is de potentiële reductie per optie groter. Bij de vraagreductie wordt de elektriciteitsconsumptie gedeeltelijk verminderd. Bij de duurzame en efficiëntere voorziening wordt de consumptie geheel of gedeeltelijk gesubstitueerd door een duurzame of efficiëntere voorziening. De mate van verduurzaming c.q. het effect op het primair brandstofverbruik is bij de duurzame en efficiëntere voorziening meestal groter. Door dit kwantitatieve effect op het primair brandstofverbruik zijn de opties voor de duurzame en voor efficiëntere voorziening belangrijker dan voor de vraagreductie. Om dezelfde reden is de duurzame voorziening belangrijker dan de efficiëntere voorziening.

1.000 W lampen

Tabel 3.3 Globaal overzicht kwalitatieve kenmerken en belang opties duurzame elektriciteitsvoorziening

Opties		Investering (€/m²)	Bijkomende jaarkosten (€/m².jaar)	Reductie primair brandstof (m³ a.e./m².jaar)	Bedrijfseconomisch perspectief	Penetratiegraad (ha)	Potentieel areaal technisch (ha)	Bijzonderheden / knelpunten	Belang Optie
Inkoop									
1	Duurzame elektriciteit	geen	zeer laag	hoog	neutraal	laag	zeer hoog		Gemiddeld
Productie									
2	Fotovoltaische (elektrische) zonnecellen	hoog	laag	gemiddeld	laag	zeer laag	gemiddeld	in ontwikkeling	Gemiddeld
3	Wk-installaties op biobrandstof	hoog	hoog	hoog	laag	laag	laag	organisatorisch en technologisch complex regionaal aanbod en prijs brandstof milieueisen beperken capaciteit vergunning brandstofcertificaten co_2-voorziening	Gemiddeld
4	Wk-installaties op duurzaam gas (inkoop)	geen	laag	hoog	neutraal	zeer laag	laag	aanbod beperkt	Gemiddeld
5	Geo-elektriciteit	zeer hoog	gemiddeld	hoog	onduidelijk	nihil	onduidelijk	technische mogelijkheden onduidelijk risico misboring productie laagwaardige warmte vergunning	**Onduidelijk**
6	Windmolen	zeer hoog	gemiddeld	hoog	laag	nihil	laag	benodigde ruimte vergunning	Klein
7	Elektrische zonnecel via fresnellenzen	zeer hoog	onduidelijk	laag	laag	nihil	areaal gewassen met beperkte lichtbehoefte	in ontwikkeling lichtverlies combinatie lichtafscherming bepaalde siergewassen	Klein

Tabel 3.4 Globaal overzicht kwalitatieve kenmerken en belang opties efficiëntere elektriciteitsproductie

Opties		Investering (€/m²)	Bijkomende jaarkosten (€/m².jaar)	Reductie primair brandstof (m³ a.e./m².jaar)	Bedrijfseconomisch perspectief	Penetratiegraad (ha)	Potentieel areaal technisch (ha)	Bijzonderheden / knelpunten	Belang optie
Bestaande installaties									
1	Verbeterd elektrisch rendement	hoog	laag	gemiddeld	gemiddeld	gemiddeld	hoog	na revisie	**Gemiddeld**
2	Langere gebruiksduur	geen	hoog	hoog	laag	laag	hoog		**Klein**
3	Verkoop wk-warmte	hoog	hoog	hoog	laag	laag	gemiddeld	lokale afzet	**Gemiddeld**
Nieuwe installaties									
4	Extra wk-installaties	hoog	hoog	hoog	gemiddeld	hoog	laag		**Klein**
5	Nieuwe wk-installaties met groter vermogen	hoog	hoog	hoog	gemiddeld	nihil	hoog		**Groot**
6	Micro wkk			zeer laag		nihil	hoog	zeer beperkt vermogen	**Zeer klein**
7	ORC	zeer hoog	hoog	laag	laag	nihil	hoog	laagwaardige warmte laag vermogen	**Klein**
8	Brandstofcellen	zeer hoog	zeer hoog	laag	laag	nihil	hoog	opslag elektriciteit in waterstof opslag duurzame of efficiënter geproduceerde elektriciteit	**Klein**
9	Gasturbine	hoog	gemiddeld	hoog	laag	nihil	hoog	elektrisch rendement lager dan gasmotor CO_2-concentratie in rookgassen laag	**Zeer klein**
10	STEG	zeer hoog	zeer hoog	hoog	laag	nihil	hoog	groot vermogen / collectieve optie warmtetransport CO_2-concentratie in rookgassen laag	**Klein**
11	Stirlingmotor	hoog	zeer hoog	hoog	laag	nihil	hoog	onderhoud rookgaskwaliteit CO_2-dosering	**Zeer klein**

Tabel 3.5	Opties met groot en gemiddeld belang voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie uit kwalitatieve verkenning	
Groep opties	**Belang**	
	Groot	**Gemiddeld**
Vraagreductie belichting	Schakelgroepen lampen Ledbelichting assimilatielampen	Regeling schermgebruik Grotere vermogens assimilatielampen Hogere spanningsniveaus assimilatielampen Ledbelichting cellen Efficiëntere voorschakelapparatuur Centrale gelijkspanning assimilatielampen
Vraagreductie overige apparatuur	Hoogrendementmotoren Indirecte effecten	Schakelapparatuur Betere regeling Frequentie- en toerengeregelde motoren Efficiëntere koelcel Efficiëntere koelmachine gewaskoeling Efficiëntere warmtepomp voor herwinning Centrale opslag-, koel- en verwerkingsfaciliteiten Reductie elektriciteitsconsumptie alternatieve energiebronnen
Duurzame voorziening		Inkoop duurzame elektriciteit Wk-installaties biobrandstof Wk-installaties inkoop duurzaam gas Fotovoltaische (elektrische) zonnecellen
Efficiëntere productie (wk)	Nieuwe installaties met groter vermogen	Verbeterd elektrisch rendement Verkoop warmte

3.3 Doorkijk toekomst

In deze paragraaf is een doorkijk naar de toekomst gemaakt. Hierbij is voortgebouwd op het resultaat over de elektriciteitsconsumptie uit hoofdstuk 2 en het resultaat van de kwalitatieve verkenning in de vorige paragraaf. Daarnaast is gekeken naar de toekomstige ontwikkeling bij de verduurzamingsopties en bij de energieprijzen. Vervolgens wordt ingegaan op de betekenis hiervan voor het belang van de verduurzamingsopties.

Ontwikkelingen verduurzamingsopties

- Een aantal belangrijke verduurzamingsopties voor de elektriciteitsconsumptie zijn technisch nog volop in ontwikkeling waardoor de technisch-economische mogelijkheden zullen verbeteren; dit betreft met name ledbelichting, gelijkspanning en zonnecellen. De kwantitatieve bijdrage van de zonnecellen zal in de glastuinbouw beperkt zijn omdat voor de glastuinbouwproductie het licht een belangrijke productiefactor is.

- Voor de ontwikkeling van de opties voor de duurzame voorziening is niet alleen de ontwikkeling van de opties zelf van belang maar spelen ook bestuurlijke en organisatorische aspecten een belangrijke rol.
- Om de inkoop en productie van duurzame elektriciteit door de glastuinbouw te realiseren is aanbod nodig van duurzame elektriciteit, duurzaam gas en biobrandstoffen. Het is daarom van belang om het beschikbaar komende aanbod voor de glastuinbouw beschikbaar te krijgen.
- Voor zowel de productie, inkoop als de verkoop van duurzame elektriciteit door de glastuinbouw is vooral lokale infrastructuur nodig. Dit geldt ook voor de verkoop van warmte uit de wk-installatie en uit andere efficiëntere en duurzame energie bronnen. Het is van belang de benodigde infrastructuur te realiseren.
- Een deel van de duurzaam en efficiënter geproduceerde elektriciteit wordt gecombineerd met warmteproductie. Bij deze warmteproductie komt geen CO_2 beschikbaar of is rookgasreiniging nodig. Voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw is daardoor ook de CO_2-voorziening van de glastuinbouw van belang.

Herwinning zonnewarmte en belichting

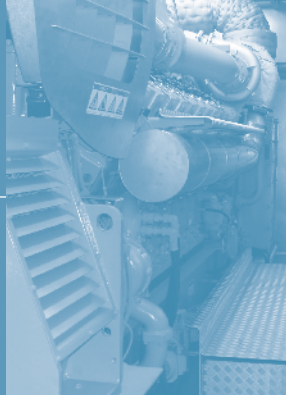
Ontwikkelingen energieprijzen

- De algemene verwachting is dat door extra productie- en importcapaciteit van elektriciteit uit vooral fossiele bron op korte termijn de elektriciteitsprijzen dalen. Dit beperkt de mogelijkheden voor verduurzaming en vooral het gebruik van de bestaande wk-installaties.
- De algemene verwachting is dat door elektriciteitsaanbod vanuit duurzame elektriciteitsbronnen op de langere termijn minder verschil ontstaat tussen elektriciteits- en brandstofprijzen.
- In bepaalde uren met piekvraag en beperkt aanbod van duurzame elektriciteit (weinig wind en zonlicht) zal de prijs voor elektriciteit hoger zijn. Dit brengt kansen met zich mee voor flexibele inzet van wk-installaties.
- Fossiele brandstof wordt op de lange termijn schaarser waardoor op de langere termijn alle energieprijzen hoger worden. Dit geeft meer bedrijfseconomische mogelijkheden voor vraagreductie en duurzame en efficiëntere elektriciteitsvoorzienig.

Effect op verduurzamingsopties

- Door verwachte toekomstige ontwikkeling van de opties ledbelichting, gelijkspanning en zonnecellen wordt het belang van deze opties in de toekomst groter.
- De wk-installaties zullen voor de verkoop van elektriciteit korter en flexibel ingezet gaan worden in uren met hogere elektriciteitsprijzen.
- Door de toename van overige elektrische apparatuur maar vooral van belichting neemt het gebruik van de wk-installaties toe.
- Door het voorgaande zal de wk-installatie minder gebruik gaan worden voor de verkoop van elektriciteit en meer voor de eigen consumptie door de glastuinbouw.
- Het minder gebruik voor de verkoop geldt voor de bedrijven zonder belichting en het meergebruik voor de bedrijven met belichting. krachtkoppeling en het meergebruik voor de bedrijven met belichting.

Conclusies



Elektriciteitsconsumptie

- De elektriciteitsconsumptie in de glastuinbouw is in 2011 naar schatting voor 82% aangewend voor belichting en voor 18% door overige apparatuur.
- De gewassen roos, tomaat, chrysant en bloeiende potplanten nemen driekwart van de elektriciteitsconsumptie van de belichting voor hun rekening.
- De elektriciteitsconsumptie door de belichting zit voor driekwart bij de bloemkwekerij en voor een kwart bij de groente.
- Bij de overige apparatuur zit ruim de helft van de elektriciteitsconsumptie bij de energievoorziening in en om het ketelhuis. De algemene apparatuur en de apparatuur in de kas nemen beiden naar schatting 18% voor hun rekening. De waterruimte is goed voor 10% van de consumptie.
- Zowel de consumptie door de belichting als door de overige apparatuur toont de laatste 5 jaar een toename. De toename bij de belichting is groter dan bij de overige apparatuur.
- De toename bij de belichting komt vooral door toename van de belichtingsintensiteit en in mindere mate door toename van het belichte areaal en de gebruiksduur.
- Bij de overige apparatuur vertoont de apparatuur in het ketelhuis en in de kas een toename. Dit komt doordat meer gebruik wordt gemaakt van duurzame en efficiëntere energiebonnen die vaak meer elektriciteit gebruiken. In de kas is het klimaat verder geoptimaliseerd en geconditioneerd en is het transport toegenomen.
- Bij de overige apparatuur is de consumptie van de algemene apparatuur en van de waterruimte stabiel.
- Bij alle groepen is het gebruik van apparatuur toegenomen. In combinatie met de schaalvergroting is er efficiëntere apparatuur in gebruik genomen. Dit heeft de groei van de consumptie bij alle vier de groepen geremd.
- Een doorkijk naar de toekomst toont een verdere toename van de elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw. Dit komt vooral door de verwachte verdere toename van de belichting maar ook door een toenemend gebruik van alternatieve energiebronnen en de verdere optimalisering van het kasklimaat en het intern transport.

Verduurzamingsopties

- De opties met het grootste belang voor de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie zijn:
- Voor de vraagreductie bij de belichting: schakelgroepen lampen en ledbelichting assimilatielampen, en in mindere mate: regeling schermgebruik, groter vermogen assimilatielampen, hogere spanningsniveaus assimilatielampen, efficiëntere voorschakelapparatuur, ledbelichting in cellen en centrale gelijkstroom voor assimilatielampen.
- Voor de vraagreductie bij de overige apparatuur: hr-motoren en indirecte effecten (vraagreductie en inkoop warmte en CO_2) en in mindere mate: schakelapparatuur, betere regeling, de frequentie- en toerengeregelde motoren, efficiëntere koelcel, efficiëntere koelmachine voor gewaskoeling, efficiëntere warmtepomp voor herwinning, centrale opslag-, koel- en verwerkingsfaciliteiten en reductie elektriciteitsconsumptie alternatieve energiebronnen.
- Voor de duurzame elektriciteitsvoorziening: inkoop duurzame elektriciteit, wk-installaties op biobrandstof, wk-installaties op duurzaam gas en elektrische zonnecellen.
- Voor de efficiëntere elektriciteitsproductie: nieuwe wk-installaties met een groter vermogen, en in mindere mate: verbeterd elektrisch rendement wk-installaties en verkoop wk-warmte.

wk-installatie

- Over alle groepen opties heen zijn de opties in de groep vraagreductie belichting belangrijker dan vraagreductie overige apparatuur, omdat de elektriciteitsconsumptie voor belichting groter is.
- De opties voor de duurzame en efficiëntere voorziening zijn belangrijker dan de opties voor de vraagreductie door het kwantitatieve effect op het primair brandstofverbruik. Daardoor is ook de duurzame voorziening belangrijker dan de efficiëntere voorziening.
- Bij de duurzame voorziening is het beschikbaar krijgen van het aanbod (energie en brandstof) voor de glastuinbouw en lokale infrastructuur voor zowel inkoop als verkoop van belang. Bovendien vraagt hierbij de CO_2-voorziening van de glastuinbouw aandacht.
- Een doorkijk naar de toekomst toont lagere elektriciteitsprijzen waardoor de wk-installaties voor de verkoop van elektriciteit korter en flexibel ingezet zal gaan worden. Door de toename van elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw zal de wk-installatie meer gebruikt gaan worden voor de eigen consumptie.

Bij de verdere ontwikkeling van een visie op de verduurzaming van de elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw is ook het perspectief vanuit de glastuinbouwondernemers ofwel de relatie met de productie- en afzetstrategie van belang. Gezien het aandeel in de elektriciteitsconsumptie dient de belichting hiervoor de primair insteek te zijn. Bovendien denkt de ondernemer vanuit de opbrengsten van het gewas en dus eerder vanuit belichting dan vanuit elektriciteit.

Literatuur en websites

Meulen, H.A.B. van der, W.H. van Everdingen en A.B. Smit, 2012. *Actuele ontwikkeling van resultaten en inkomens in de land- en tuinbouw in 2012*. LEI-rapport 2012-064. Den Haag: LEI.

Nieuwkoop, P., N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh, 1998. *Elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven*. Mededelingen 624. Den Haag: LEI.

Ruijs, M., C. Reijnders en M. Raaphorst, 2007. *Capaciteitsontwikkeling elektriciteitsvraag en -aanbod en gasvraag door de glastuinbouw in Westland 2008-2014*. Den Haag: LEI.

Staalkaart, 22 mei 2009. Vakblad voor de Bloemisterij.

Smit, P.X. en N.J.A. van der Velden, 2008. *Energiebenutting warmtekrachtkoppeling in de Nederlandse glastuinbouw*. Rapport 2008-019. Den Haag: LEI.

Velden, N.J.A. van der, 1989. *Laagwaardige warmte in de glastuinbouw*. Onderzoeksverslag 57. Den Haag: LEI.

Velden, N.J.A. van der, J. Janse, R.C. Kaarsemaker en R.H.M Maaswinkel, 2004. *Duurzaamheid van vruchtgroente in Spanje; Proeve van monitoring*. Rapport 2.04.04. Den Haag: LEI.

Velden, N. van der, M. Raaphorst, C. Reijnders, G. Swinkels en J. Buurma, 2008. *Warmtelevering door de glastuinbouw; quick scan Agriport A7*. Nota 520. Wageningen UR, Wageningen.

Velden, N. van der en P. Smit, 2011. *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2010*. LEI- rapport 2011-053. Den Haag: LEI.

Velden, N. van der, R. Suay, A. Urbaneja, M. Giorgini, M. Ruocco, C. Poncet en A. Lefèvre, 2012. *Recent developments and market opportunities for IPM in greenhouse tomatoes in southern Europe*. LEI-memorandum 12-077. Den Haag: LEI.

Velden, N. van der en P. Smit, 2012. *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2011*. LEI-rapport 2012-059. Den Haag: LEI.

Velden, N. van der, 2012. *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 2011*. Nota 12-102. Den Haag: LEI.

Wk-barometer, 2012. Persbericht *Barometer WKK in glastuinbouw Q3 2012. Persbericht.* Energy Matters, Driebergen.

Websites

www.energymatters.nl
www.gelijkspanning.org
www.kasalsenergiebron.nl
www.tuinbouw.nl
www.wageningenur/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/lei.htm

Bijlagen

Bijlage 1	Globale schatting elektriciteitsconsumptie assimilatiebelichting per gewas(groep) in 2011 a)						
Gewas (groep)	**Areaal totaal (ha)**	**Aandeel belichting (%)**	**Lamp-vermogen (W/m²)**	**Gebruiks-duur (uur/jaar)**	**Elektriciteitsconsumptie**		
					kWh/m²	**10⁶ kWh**	**Aandeel (%)**
Groente en fruit							
Tomaat	1.702	18	105	2.300	254	778	16
Paprika	1.357	7	45	1.250	59	54	1
Komkommer	656	3	80	1.250	105	23	<1
Aubergines	101	9	45	1.250	59	5	<1
Aardbeien	275	4	90	1.650	156	16	<1
Overige groente en fruit	547	5	60	1.750	110	29	1
Uitgangsmateriaal	411	73	45	1.750	83	248	5
Subtotaal	*5.049*	*15*	*71*	*1.889*	*151*	*1.154*	*24*
Bloemkwekerij							
Roos	459	98	75	4.000	315	1.418	29
Chrysant	511	98	60	2.250	142	709	15
Gerbera	179	89	50	2.000	105	168	3
Lelie	201	72	50	2.000	105	151	3
Freesia	103	83	35	1.750	64	55	1
Anjer	19	0	-	-	-	-	0
Alstroemeria	64	67	60	2.000	126	54	1
Anthurium	84	71	40	1.750	74	44	1
Eustomia	47	74	75	2.250	177	62	1
Orchidee (bloemen)	265	5	45	2.500	118	15	<1
Overige bloemen	497	16	45	2.000	95	74	2
Bloeiende potplanten	872	60	55	2.500	144	751	15
Blad potplanten	493	16	30	1.500	47	38	1
Perkplanten	426	8	30	1.500	47	16	<1
Boomkwekerij en vaste planten	495	0	-	-	-	-	0
Amaryllis (bollen)	74	5	30	1.500	47	2	<1
Overige Bloemkwekerij	259	22	45	2.000	95	54	1
Uitgangsmateriaal	152	75	45	2.000	95	108	2
Subtotaal	*5.200*	*46*	*56*	*2.507*	*156*	*3.717*	*76*
Totaal	**10.249**	**31**	**60**	**2.357**	**155**	**4.871**	**100**

a) Voor de elektriciteitsconsumptie van de voorschakelapparatuur is voor alle gewasgroepen 5% aangehouden

Bijlage 2	Globale elektriciteitsconsumptie overige apparatuur glastuinbouw sectorniveau					
Elektrische apparatuur	**2006**		**2011**		**Mutatie**	
	miljoen kWh	**%**	**miljoen kWh**	**%**	**miljoen kWh**	**%**
Algemeen	**198**	**21**	**201**	**18**	**3**	**2**
wv koelcel	*55*	*28*	*65*	*33*	*-9*	*17*
wv verlichting bedrijfsruimtes	*40*	*20*	*30*	*15*	*-10*	*-25*
wv kantoor	*23*	*12*	*24*	*12*	*1*	*3*
wv procesautomatisering	*23*	*12*	*22*	*11*	*-1*	*-4*
wv sorteren en verpakken	*19*	*10*	*21*	*11*	*2*	*10*
wv kantine/sanitair	*18*	*9*	*18*	*9*	*1*	*3*
wv transport centraal	*10*	*5*	*12*	*6*	*1*	*15*
wv overig (<10.10^6 kWh/jaar)	*10*	*5*	*10*	*5*	*0*	*0*
Kas	**174**	**19**	**193**	**18**	**19**	**11**
wv ventilatoren kaslucht	*79*	*45*	*93*	*54*	*14*	*18*
wv intern transport	*37*	*21*	*43*	*25*	*7*	*18*
wv groepspompen verwarming	*16*	*9*	*14*	*8*	*-3*	*-17*
wv aandrijving ramen	*13*	*8*	*13*	*8*	*0*	*-2*
wv aandrijving scherm	*12*	*7*	*12*	*7*	*0*	*-2*
wv overig (<10.10^6 kWh/jaar)	*17*	*10*	*18*	*10*	*1*	*6*
Ketelhuis	**451**	**48**	**585**	**54**	**134**	**30**
wv wk-installatie	*131*	*29*	*233*	*52*	*102*	*77*
wv CO_2-ventilator	*71*	*16*	*68*	*15*	*-3*	*-5*
wv ketels	*55*	*12*	*25*	*6*	*-30*	*-55*
wv koelmachine	*50*	*11*	*58*	*13*	*8*	*15*
wv verdeelstuk verwarming	*33*	*7*	*34*	*8*	*1*	*3*
wv warmteopslagtank	*29*	*6*	*28*	*6*	*-1*	*-2*
wv warmtepomp	*29*	*6*	*55*	*12*	*26*	*92*
wv rookgasreiniging wk	*27*	*6*	*51*	*11*	*23*	*86*
wv noodkoeler/koeltoren	*19*	*4*	*23*	*5*	*4*	*23*
wv overig (<10.10^6 kWh/jaar)	*7*	*2*	*11*	*38*	*4*	*60*
Waterruimte	**111**	**12**	**109**	**10**	**-2**	**-2**
wv uv ontsmetting	*57*	*51*	*57*	*51*	*0*	*0*
wv pompunits	*28*	*25*	*29*	*26*	*1*	*3*
wv omgekeerde osmose	*15*	*14*	*15*	*14*	*0*	*-1*
wv verhitter	*10*	*9*	*7*	*7*	*-2*	*-25*
wv overig (<10.10^6 kWh/jaar)	*1*	*1*	*1*	*1*	*0*	*-1*
Totaal	**934**	**100**	**1.088**	**100**	**154**	**17**

Bijlage 3	Globale gemiddelde elektriciteitsconsumptie overige apparatuur op het areaal waar de apparatuur wordt gebruikt in 2011	
Elektrische apparatuur a)	**Areaal (ha)**	**Elektriciteitsconsumptie (kWh/m².jaar)**
Algemeen		
Koelcel	5.000	1,29
Sorteren en verpakken	6.500	0,39
Verlichting bedrijfsruimtes	10.000	0,30
Kantoor	9.000	0,26
Kas		
Ventilatoren kaslucht	6.500	1,44
Luchtbehandeling b)	600	1,28
Heteluchtkachels	750	0,30
Intern transport	4.500	0,29
Ketelhuis		
Warmtepomp	224	24,38
Koelmachine gewaskoeling	250	23,10
Noodkoeler/koeltoren	250	9,38
Aardwarmte	39	6,47
Wk-installatie (aardgas)	6.900	3,37
Wk-installatie (biobrandstof)	77	1,14
Rookgasreiniging	4.500	1,13
CO_2-ventilator	9.000	0,75
Aquifer	224	0,50
Warmteopslagtank	7.500	0,38
Verdeelstuk verwarming	9.750	0,35
Ketels (verwarmen en stomen)	9.875	0,25
Waterruimte		
Uv-ontsmetting	7.000	0,81
Verhitter	1.500	0,49
Omgekeerde osmose	5.000	0,30
Pomp-units	10.000	0,29

a) Alleen de apparatuur met een gemiddelde elektriciteitsconsumptie groter dan 0,25 kWh/m² is weergegeven in de tabel.

b) Geconditioneerd telen met en zonder herwinning zonnewarmte en het nieuwe telen.

Bijlage 4. Inhoudelijke toelichting opties vraagreductie belichting

Minder gebruik belichting

Met minder gebruik belichting wordt bedoeld een korte gebruiksduur (uur/jaar) en/of een kleinere belichtingsintensiteit (W/m^2). Dit zou relevant kunnen zijn in perioden dat belichting geen bedrijfseconomisch voordeel oplevert. Hiervoor zou een belichtingsstrategie kunnen worden ontwikkeld met minder elektriciteitsconsumptie.

De algemene trend uit hoofdstuk 2 is dat er naast meer areaal met belichting ook grotere belichtingsintensiteiten worden toegepast en dat de belichtingsduur langer wordt. Dit betekent dat het intensiveringsproces bij belichting voortschrijdt. Dit proces is vooral afhankelijk van de opbrengstprijzen van de belichte glastuinbouwproducten en de kosten voor belichting (apparatuur en energie). In jaren met intensivering van de belichting is het moeilijk om aandacht en resultaat te verkrijgen voor het minder gebruiken van belichting. Bovendien vertonen de elektriciteitsprijzen een dalende trend.

Daarnaast kan het zo zijn dat het nut van belichting vermindert in perioden dat andere groeifactoren meer beperkend zijn (temperatuur, vochtigheid, CO_2-concentraties, enzovoort). Deze factoren worden, in de tijd gezien, doorlopend verbeterd waardoor de belichting weer effectiever wordt. Hierdoor zal het intensiveringsproces van belichten verder voortschrijden.

Er zijn aanknopingspunten in de praktijk voor een belichtingsstrategie met minder belichting. Dit betreft de volgende vier opties:

1. Schakelgroepen lampen

Belichtingsinstallaties kunnen in groepen worden aangelegd. Hierdoor kunnen groepen lampen apart aan- en uitgeschakeld worden als aanvulling op het zonlicht en kan de gewenste lichtsom worden gerealiseerd zonder dat alle lampen in gebruik zijn en elektriciteit gebruiken. Deze technische optie biedt de mogelijkheid om de gemiddelde gebruiksduur en daarmee de elektriciteitsconsumptie van de lampen te verminderen.

2. Betere lichtdoorlaat van de kassen

Een betere lichtdoorlaat van de kassen draagt bij aan de gewenste lichtsom en dan kan er minder lamplicht nodig zijn. Een betere lichtdoorlaat kan onder andere door minder constructiemateriaal en door bewerking van glas (bijvoorbeeld antireflectie en diffuus glas).

3. Regeling schermgebruik

Door een regeling van de schermen op basis van lichtsommen kan er minder lamplicht nodig zijn.

4. Minder gebruik van krijt

Door minder te krijten en meer gebruik te maken van schermen kan er minder lamplicht nodig zijn. Dit is vooral relevant in de maanden in het voorjaar en najaar tijdens perioden met beperkt zonlicht.

5. Assimilatielampen met grotere vermogens (W)

Door gebruik van lampen met een groter vermogen wordt enerzijds het elektriciteitsverbruik van de voorschakelapparatuur verminderd. Tegen deze achtergrond zijn in de praktijk steeds meer lampen van 1.000 W in plaats van 600 W en 400 W in gebruik. Anderzijds zijn deze nieuw ontwikkelde armaturen efficiënter (produceren meer licht per eenheid elektriciteit). Het gebruik van lampen met grotere vermogens in combinatie met de efficiëntere armaturen wordt gedreven vanuit de vraag naar hogere belichtingsintensiteiten en zal zich autonoom voortzetten.

De toename van het vermogen per lamp wordt begrensd door de lichtverspreiding vanuit de armaturen. Enerzijds verbetert dit laatste door hogere kassen waardoor de afstand tussen de lampen en het gewas groter wordt. Anderzijds is dit steeds minder een probleem door de hogere lichtintensiteiten. In de situatie waarbij de afstand kort is, bijvoorbeeld in lage kassen of bij een tweede teeltlaag, kunnen kleinere vermogens gebruikt blijven worden.

6. Assimilatielampen met hogere spanningsniveaus (V)

Door gebruik van lampen volgens de 'fase nul'-configuratie wordt het spanningsniveau verhoogd van 230 naar 400 V waardoor het elektriciteitsverlies bij de distributie verminderd. Ook wordt harmonische vervuiling en blindstroom vermeden, wat ook leidt tot minder distributieverlies en bovendien een vermindering van het elektriciteitsverbruik van de voorschakelapparatuur. Het hogere spanningsniveau ging gepaard met de toename van de belichtingsintensiteit en het gebruik van lampen met een groter vermogen. Tegen deze achtergrond zijn in de praktijk alle nieuwe installaties uitgevoerd bij 400 V en worden bestaande 230 V-installaties aangepast naar 400 V. Dit proces zal zich autonoom voortzetten door de vraag naar hogere belichtingsintensiteiten.

Ledbelichting

Efficiëntere lampen gebruiken minder elektriciteit per eenheid licht. Ledbelichting (light emitting diodes) is efficiënter. Daarnaast kan met ledbelichting ook meer licht met de gewenste golflengte ofwel een beter lichtspectrum worden geproduceerd. Door dit laatste is er minder lichtproductie nodig en dat reduceert ook de elektriciteitsconsumptie. Ledbelichting is nog volop in ontwikkeling. Onderscheid wordt gemaakt naar assimilatiebelichting, cellenteelt en cyclische belichting.

7. Assimilatiebelichting

Voor assimilatiebelichting worden hogedruk-natriumlampen gebruikt. Ledbelichting geeft minder (stralings)warmte dan de traditionele hogedruk-natriumlamp. Hierdoor blijft de planttemperatuur lager. In de praktijk wordt hierdoor momenteel de ledbelichting gecombineerd met hogedruk-natriumlampen; dit wordt ook wel de hybride toepassing genoemd. De vraag is vervolgens of er dan een deel van traditionele belichting wordt vervangen door ledbelichting of dat er ledbelichting wordt bijgeplaatst. Bij dit laatste wordt de totale hoeveelheid licht groter en dit zou een verdere intensivering van de belichting betekenen, maar dan wel intensivering met minder toename van de elektriciteitsconsumptie.

Door gebruik van ledbelichting in plaats van hogedruk-natriumlampen kan ook het eventuele warmteoverschot vanuit het totaal van de wk-installatie en de assimilatielampen verminderen.

8. Cellen

In teeltcellen, vaak met meer teeltlagen, worden tl-lampen gebruikt. Hiervoor in de plaats kan ledbelichting worden gebruikt. De ledbelichting brengt naast een efficiëntere lichtproductie ook minder warmteafgifte met zich mee waardoor minder koeling nodig is in afgesloten teeltruimtes. Het areaal cellen is echter beperkt van omvang.

9. Cyclisch belichting

Voor cyclische belichting kunnen ledlampen worden gebruikt in plaats van spaarlampen of, indien nog in gebruik, gloeilampen.

10. Efficiëntere voorschakelapparatuur

Het vermogen van de voorschakelapparatuur is verminderd van circa 45 W per lamp bij 600 W-armaturen naar circa 35 W per lamp voor 1.000 W-armaturen. De verwachting is dat dit door voortschrijdende ontwikkeling met stapjes verder omlaag kan. Door integratie met elektronische schakelingen van de armatuur kan wellicht de elektriciteitsbehoefte voor de voorschakeling verder worden gereduceerd of verdwijnen.

11. Centrale gelijkspanning omvorming voor assimilatielampen

Elektriciteit wordt opgewekt en toegepast als wisselspanning. Dit is een historische keuze die is voortgekomen uit de gebruikte elektrische apparatuur die ontworpen was voor wisselspanning. Bepaalde nieuwe apparatuur zoals assimilatielampen, ledlampen en computerschermen gebruiken gelijkspanning. Om van wisselspanning gelijkspanning te maken wordt nu een omvormer gebruikt bij het betreffende apparaat. Dit zou ook centraal voorafgaand aan de distributie van de elektriciteit binnen het glastuinbouwbedrijf naar de betreffende apparatuur plaats kunnen vinden. Hierdoor vindt de distributie van de elektriciteit plaats met gelijkspanning. Dit resulteert in vermindering van distributieverliezen en van de elektriciteitsconsumptie van de voorschakelapparatuur. Hiernaast wordt de

investering in kabels voor de distributie lager. Een grote centrale omvormer is nodig in plaats van de kleine omvormers bij de lampen. Een belangrijk aandachtspunt is het veiligheidsaspect dat bij gelijkspanning complexer wordt. Bovendien zijn er voor het installeren en gebruiken van gelijkspanninginstallaties nog geen normen voor de veiligheid van installatie en gebruik.

Bijlage 5. Inhoudelijke toelichting opties vraagreductie overige opties

In de glastuinbouw is een continu proces van schaalvergroting gaande. Dit brengt met zich mee dat meer elektrische apparatuur met een groter absoluut vermogen in gebruik wordt genomen. Apparatuur met een groter vermogen heeft in zijn algemeenheid minder elektriciteit nodig per geleverde prestatie ofwel is efficiënter. In de praktijk is dit proces al jaren gaande en zal het zich autonoom voortzetten.

Minder gebruik overige apparatuur

Met minder gebruik van de overige apparatuur wordt bedoeld dat de apparatuur niet wordt gebruikt in perioden dat het niet nodig is. De vraag is vervolgens of deze perioden er zijn en zo ja, wanneer. Ook bij de overige apparatuur zijn er aanknopingspunten in de praktijk voor minder gebruik. De betreft de volgende drie opties.

1. Schakelapparatuur (aan/uit/getrapt/traploos)

Door schakelapparatuur kan elektrische apparatuur bij niet gebruik automatisch uitgaan. Met deze schakelapparatuur wordt bedoeld activiteitensensoren of tijdschakelingen voor bijvoorbeeld lampen, afzuiginstallaties en lopende banden.

2. Betere regeling

Hiermee wordt bedoeld regelingen waardoor de apparatuur minder aan- en uitgaat en minder elektriciteit nodig is voor de opstart.
Als apparatuur op een minimaal vermogen draait kan dat voor de efficiëntie beter uitpakken dan aan- en uitschakelen. Hierbij wordt gedacht aan apparatuur voor verwerking en de oogst van de tuinbouwproducten, de watervoorziening maar ook apparatuur voor de energievoorziening.

3. Frequentie- en toerengeregelde motoren

Met deze opties wordt een gedeelte van het vermogen van de motoren in bepaalde perioden niet gebruikt omdat er minder water- of luchtverplaatsing of minder aandrijving wordt gevraagd. Dit brengt een vermindering van het elektriciteitsverbruik van pompen en ventilatoren met zich mee. Deze opties worden op grote schaal toegepast.

4. Hoogrendementmotoren (hr)

Hr-motoren zijn een nieuwe ontwikkeling en kunnen boven op de frequentie- en toerengeregelde motoren de elektriciteitsconsumptie verder reduceren. Deze techniek kan toegepast worden bij ventilatoren. Hr-motoren hebben een groter vermogen in combinatie met een groter regelbereik. Deze apparatuur draait daardoor minder op vollast waardoor de efficiëntie gunstiger wordt.

5. Zuiniger persluchtapparatuur

Bij persluchtapparatuur worden compressoren gebruikt. Omdat bij perslucht slechts een klein deel van de energie wordt omgezet in feitelijke systeemdruk is onderhoud essentieel in relatie tot het elektriciteitsgebruik. Daarnaast kunnen buffervaten het schakelgedrag en daarmee het elektriciteitsgebruik positief beïnvloeden.

Koeling en warmtepompen

In de glastuinbouw worden koelinstallaties gebruikt voor geoogste tuinbouwproducten in koelcellen en voor koeling van de teelt in de kas. Bij dit laatste wordt de grond of de kaslucht gekoeld.

De koelcellen hebben kleine koelvermogens tot circa 150 kW_e. De gewaskoeling heeft grotere koelvermogens van circa 150 kW_e tot meer dan 1.000 kW_e.

In beide situaties zou efficiëntere apparatuur kunnen worden toegepast. Hiermee wordt bedoeld dat er minder elektriciteit wordt gebruikt voor dezelfde koudeproductie, ofwel de coëfficiënt of performance (cop) is groter.

Voor de efficiëntie is de keuze van de koude- en warmtetemperaturen erg belangrijk. Als de ontwerptemperaturen van de koudeafgifte verder verwijderd zijn van de ruimtetemperaturen consumeert het systeem meer elektriciteit. Dit geldt zowel voor koelcellen, koelmachines als warmtepompen.

Hiernaast wordt het systeem efficiënter als de onttrekking van koude plaats kan vinden uit een zo koel mogelijke bron en voor de extra warmteproductie met warmtepompen uit een zo warm mogelijke bron.

Door de grotere koelvermogens komt er bij koeling in de teelt meer warmte vrij. Deze warmte kan worden geloosd of worden 'geoogst' en hergebruikt. Dit laatste wordt herwonnen zonnewarmte genoemd en vindt plaats op circa de helft van het areaal met gewaskoeling. In de zomerperiode kan warmte worden onttrokken (koeling) en opgeslagen in aquifers en in de winterperiode gebruikt voor de kasverwarming. Hiervoor dient een aquifer voor seizoenopslag en een opslagtank voor dagopslag beschikbaar te zijn. Toepassing kan ook tijdens koeling als er tegelijkertijd elders warmtevraag is. Voor herwinning en opwaardering van de warmte worden warmtepompen gebruikt. Meestal zijn dit compressiewarmtepompen en incidenteel een absorptiewarmtepomp. Bij de compressievariant drijft een elektrische compressor een koelcyclus aan en dit resulteert in een koude- en warmteproductie. Bij de absorptietechniek drijft een warmtebron het proces aan, wordt heel beperkt elektriciteit geconsumeerd en komt er meer laagwaardige warmte vrij in vergelijking met compressiewarmtepompen. Laagwaardige warmte is moeilijker toe te passen in de kasverwarming.

Om de elektriciteitsvraag voor de gewaskoeling en koelcellen te verminderen kunnen efficiëntere koelcellen en koelmachines en de absorptietechniek worden geïntroduceerd. Efficiëntere warmtepompen en de absorptietechniek kunnen de elektriciteitsvraag voor de herwinning verminderen.

6. en 8. Efficiëntere koelcellen en koelmachines voor gewaskoeling
Efficiëntere koelmachines voor koelcellen en gewaskoeling hebben een hogere cop en gebruiken daardoor minder elektriciteit. Bij de koelcellen moet deze efficiëntieverbetering vooral komen in combinatie met de schaalvergroting en dit betreft een autonome ontwikkeling.

7. en 9. Absorptiekoelmachine voor koelcellen en gewaskoeling
De absorptiekoelmachine gebruikt geen elektriciteit maar hoogwaardige warmte. Deze optie brengt een hoge investering met zich mee en de vraag is of deze optie per saldo het primair brandstofverbruik (elektriciteitsbesparing minus warmtegebruik) vermindert.

10. Efficiëntere warmtepompen
Efficiëntere warmtepompen hebben een hogere cop en gebruiken daardoor minder elektriciteit. Het areaal voor deze optie wordt beperkt door het (toekomstig) areaal met gewaskoeling met herwinning van de warmte.

11. Absorptiewarmtepomp
De absorptiewarmtepomp gebruikt geen elektriciteit, maar hoogwaardige warmte. Deze optie brengt een hoge investering met zich mee en produceert relatief meer laagwaardige warmte ten opzichte van de compressietechniek. De vraag is of deze optie per saldo het primair brandstofverbruik (elektriciteitsbesparing minus warmtegebruik) vermindert. Het areaal voor deze optie wordt beperkt door het (toekomstig) areaal met gewaskoeling met herwinning van de warmte.

12. Centrale opslag-, koel- en verwerkingsapparatuur
Door centraliseren van opslag-, koel- en verwerkingsapparatuur voor de tuinbouwproducten kan efficiëntere apparatuur met een absoluut groter vermogen worden toegepast. Dit brengt reductie van de elektriciteitsconsumptie met zich mee.

Dit kan worden toegepast op individuele bedrijven en collectieven. Beide toepassingen brengen organisatorische veranderingen in de oogst-logistiek met zich mee. Collectieve opslag-, koel- en verwerkingsapparatuur zou ook met zich mee kunnen brengen dat de benodigde elektriciteit niet meer door de glastuinbouw wordt geconsumeerd.

13. Grotere delta T bij warmtetransport
Warmtetransport met grotere temperatuurverschillen tussen de aanvoer en de retour (delta T) vermindert de hoeveelheid water die getransporteerd dient te worden en dit reduceert de elektriciteitsconsumptie. Een grotere delta T kan gerealiseerd worden door de aanvoertemperatuur te verhogen. Dit brengt echter efficiëntienadelen bij de warmteproductie met zich mee. In zijn algemeenheid weegt de elektriciteitsbesparing niet op

tegen de efficiëntienadelen bij de productie. Deze optie zal in de praktijk daardoor niet snel worden toegepast.

14. Grotere delta T bij koudetransport

Koudetransport met grotere temperatuurverschillen tussen de aanvoer en de retour (delta T) vermindert de hoeveelheid water die getransporteerd dient te worden en dit reduceert de elektriciteitsconsumptie. Bij deze optie geldt in beginsel hetzelfde als bij de grotere delta T bij warmtetransport.

15. Grotere gietwatervoorraad

Door een grotere gietwatervoorraad kan meer regenwater worden opgeslagen en is minder omgekeerde osmose nodig. Omgekeerde osmose in een belangrijke gebruiker van elektriciteit (hoofdstuk 2). Deze optie is interessant voor bedrijven met een grote gietwaterbehoefte. De economische afweging hangt grotendeels af van de beschikbaarheid van ruimte en van de kosten voor het grotere bassin.

16. Hogere spanningsniveaus distributie

Analoog aan de assimilatiebelichting, kan de 'fase nul'-configuratie met een hoger spanningsniveau in beginsel ook toegepast worden bij overige apparatuur. Echter, er is veel overige apparatuur met veel en weinig elektriciteitsgebruik. Bij hogere spanningsniveaus van de totale distributie zou al deze apparatuur aangepast dienen te worden en dat is kostbaar in relatie tot de besparing.

17. Gelijkspanning in de distributie

Analoog aan de assimilatielampen, kan gelijkspanning in beginsel ook toegepast worden bij de distributie van de elektriciteit voor overige apparatuur. Een deel van de overige apparatuur werkt in beginsel op gelijkspanning maar is aangesloten op wisselspanning via een omvormer. In beginsel kan alle apparatuur op gelijkspanning werken maar daar moet de apparatuur dan wel voor ontworpen zijn. Er is veel overige apparatuur op glastuinbouwbedrijven met veel en weinig elektriciteitsgebruik, wat veel aanpassing zou vragen. Bij gebruik van gelijkspanning in de totale distributie van elektriciteit zou naast de investering in een centrale omvormer een groot deel van de overige apparatuur die niet op gelijkspanning is ontworpen vervangen dienen te worden of er dienen decentraal omvormers van gelijk- naar wisselspanning in gebruik te worden genomen. Dit alles is kostbaar in relatie tot de elektriciteitsbesparing.

Wellicht kan gelijkspanning in de distributie worden gebruikt voor bepaalde overige apparatuur met veel elektriciteitsgebruik zoals wk-installaties, uv-ontsmetters en koelmachines c.q. warmtepompen (paragraaf 2.4).

18. Reductie elektriciteitsconsumptie alternatieve energiebronnen

De meeste alternatieve energiebronnen (wk-installaties en duurzame energiebronnen) gebruiken meer elektriciteit dan de voor de glastuinbouw traditionele aardgasgestookte ketels. De extra elektriciteit is nodig voor extra pompen (aardwarmte), systeempompen, condensors, warmteopslag in aquifers, transport biobrandstof, rookgasreiniging en extra meet en regel apparatuur. Deze extra elektriciteitsconsumptie kan verminderen door de apparatuur op vollast te gebruiken en minder start/stops te maken. Ook schaalvergroting zal bij de alternatieve bronnen de elektriciteitsconsumptie verminderen.

19. Indirecte effecten

Naast de opties die de elektriciteitsconsumptie direct verminderen zijn er ook indirecte effecten. Een deel van de elektriciteitsconsumptie wordt aangewend voor productie, transport en distributie van warmte, CO_2 en koude (hoofdstuk 2). Dit betekent dat vermindering van de warmte-, CO_2- en koudevraag en inkoop van warmte, CO_2 en koude de elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw vermindert.

Bijlage 6. Inhoudelijke toelichting opties duurzame voorziening

Bij de duurzame elektriciteitsvoorziening wordt onderscheid gemaakt naar inkoop en productie door de glastuinbouw. Bij de productie kan ook sprake zijn van verkoop buiten de glastuinbouw; ook dit brengt reductie van het primair brandstofverbruik met zich mee.

Een algemeen aandachtspunt is dat de meeste opties voor duurzame energievoorziening extra elektriciteitsvraag met zich meebrengen; zie ook vraagreducerende opties overige apparatuur (bijlage 5).

Bij een deel van de opties voor duurzame elektriciteitsvoorziening wordt ook warmte geproduceerd. Voor de glastuinbouw is de CO_2-voorziening dan relevant.

Inkoop

1. Duurzame elektriciteit

De ingekochte duurzame elektriciteit wordt geleverd via het openbare elektriciteitsnet. De borging van de duurzaamheid vindt administratief plaats door certificaten. Om de inkoop van niet-duurzame elektriciteit te verdringen zal de inkoopprijs van duurzame elektriciteit niet duurder en liefst goedkoper moeten zijn. Dit laatste is nog niet het geval door de hogere productiekosten.

Productie

2. Fotovoltaische of elektrische zonnecellen

Elektrische zonnecellen produceren duurzame elektriciteit en kunnen geplaatst worden op de grond (buiten de kas), op de bassins, op de bedrijfsruimtes, op de kas, in/op de schermen en op profielen in de kas. Voor de lichtopbrengst dienen de cellen zo veel mogelijk op het zuiden georiënteerd te zijn. Daarnaast is het zonlicht primair nodig voor het gewas in de kassen. Beide voorgaande aspecten beperken de oppervlakte waar zonnecellen kunnen worden geplaatst op een glastuinbouwbedrijf. Bovendien zijn zonnecellen zonder substantiële subsidie voor bedrijven momenteel moeilijk rendabel te rekenen. Bij deze optie worden wel verdere ontwikkeling verwacht waardoor de investering kan verminderen en/of de elektriciteitsproductie kan toenemen.

3. Wk-installaties op biobrandstof

Naast het op grote schaal gebruiken van wk-installaties op aardgas worden in de glastuinbouw op beperkte schaal wk-installaties op biobrandstof gebruikt. Hierin wordt hout, bio-olie en biogas als brandstof gebruikt. Dit zijn andere installaties dan die gestookt worden op aardgas en de investeringen en de bijkomende kosten zijn groter, maar de reductie van het primair brandstofverbruik is ook hoger. Projecten waarbij gebruik wordt gemaakt van biogas uit composterings- of vergistingsinstallaties brengen hoge investeringen met zich mee en zijn technologisch en logistiek complex.

Aandachtspunten voor deze optie zijn de voorziening van biobrandstof vanuit de regio in relatie tot de transportkosten en de prijzen voor biobrandstof zijn gestegen. Ook is er een vergunningtraject nodig voor de installaties op biobrandstof en beperken de milieueisen de capaciteit van de installatie en dus de hoeveelheid elektriciteit die kan worden geproduceerd (Van der Velden et al., 2012).

4. Wk-installaties op duurzaam gas (inkoop)

Wk-installaties (bestaand en nieuw) kunnen ook gebruik maken van duurzaam (groen) gas. Dit vergt geen andere apparatuur. Het duurzame gas wordt evenals het fossiel gas geleverd via het gasnet. De borging van de duurzaamheid vindt administratief plaats middels certificaten overeenkomstig duurzame elektriciteit. Om de inkoop van fossiel gas te verdringen dient duurzaam gas - overeenkomstig de inkoop van duurzame elektriciteit - niet duurder en liefst goedkoper te zijn. Mede hierdoor zijn vraag en aanbod momenteel nog zeer beperkt.

5. Geo-elektriciteit

In de glastuinbouw zijn de eerste aardwarmteprojecten van start gegaan voor de kasverwarming. Met water van een hogere temperatuur kan geo-elektriciteit worden geproduceerd. Voor het oppompen van warmer water zijn diepere bronnen nodig. Ook zal geïnvesteerd moeten worden in ORC-apparatuur die hoogwaardige warmte omzet in elektriciteit (zie bijlage 7). De investeringen zijn daardoor hoog en er bestaat risico op misboring of bronnen met een laag debiet en/of lage temperatuur.

6. Windmolens

Windmolens met elektriciteitsproductie kunnen ook door glastuinbouwbedrijven worden geplaatst. Het gebruik van deze opties laat buiten de glastuinbouw een groei zien; echter op deze optie zit een substantiële subsidie. Knelpunten en aandachtspunten voor toepassing in de glastuinbouw zijn de benodigde ruimte, de benodigde vergunning, de hoge investering en de onderhoudskosten.

7. Elektrische zonnecellen via fresnellenzen

Deze optie betreft een kasontwerp waar elektrische zonnecellen op aparte profielen in de kas gemonteerd zijn. De zonnecellen kunnen warmte of elektriciteit produceren. Door een alternatief geconstrueerd kasdek met ramen met geslepen glas (fresnellenzen) wordt zonlicht op deze cellen/collectoren gebundeld. Het overige licht komt beschikbaar voor het gewas. Deze technologie brengt hoge investeringen en lichtverlies voor het gewas met zich mee, zowel door de profielen als door de lenzen. Voor de toepassing dient daardoor als eerste gezocht te worden bij gewassen met beperkte lichtbehoefte. Wellicht is er een ontwikkeling mogelijk waarbij de lichtprofielen opgeborgen of tijdelijk verwijderd kunnen worden om productiederving door lichtverlies te beperken.

Bijlage 7. Inhoudelijke toelichting opties efficiëntere productie

Efficiëntere productie van elektriciteit betekent dat er minder fossiele brandstof nodig is per eenheid geproduceerde elektriciteit. Dit kan door warmtekrachtkoppeling (wkk) ofwel de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte. Bij productie van elektriciteit in elektriciteitscentrales wordt de vrijkomende warmte (50-60% van de brandstofinput) meestal niet benut. Bij wkk in de glastuinbouw is dat wel het geval (Smit et al., 2008). In de glastuinbouw wordt op grote schaal (circa 70% van het glastuinbouwareaal) gebruik gemaakt van aardgasgestookte wk-installaties. Hiermee wordt veel primair brandstaf bespaard (Van der Velden et al., 2012). Naast deze aardgasgestookte wk-installaties (verbrandingsmotoren) worden in deze paragraaf ook alternatieve wk-vormen in beschouwing genomen.

Bij wkk wordt ook warmte geproduceerd. Voor de glastuinbouw is de CO_2-voorziening dan relevant. Bij installaties voor wkk kan met de rookgassen CO_2 worden gedoseerd. Hiervoor is dan wel rookgasreiniging nodig.

Alle vormen van wkk produceren zowel elektriciteit als warmte. Door de actueel relatief lage elektriciteitsprijzen en hoge gasprijzen zijn de bedrijfseconomische mogelijkheden voor wkk niet gunstig.

Door de hoge penetratiegraad van de wk-installaties wordt bij de opties voor efficiëntere productie onderscheid gemaakt naar bestaande en nieuwe installaties.

Uitstoot CH_4 en NO_X

De wk-installaties, zowel bestaande, verbeterde als alternatieve installaties, brengen uitstoot van CH_4 (slipgas) en NO_x met zich mee. Grotere installaties en hogere toerentallen van de motor geven een hoger elektrisch rendement maar de CH_4-uitstoot is groter. De uitstoot van NO_x wordt groter bij hogere verbrandingstemperaturen. De verbrandingstemperaturen zijn te beperken door luchtovermaat maar dit geeft een lager elektrisch rendement. Het optimum voor de combinatie van deze drie aspecten is een continue zoektocht voor fabrikanten en installateurs.

Bestaande wk-installaties

1. Verbeterd elektrisch rendement

Het elektrisch rendement van bestaande wk-installaties kan verbeteren door modificaties bij revisie. Bij revisie wordt de motor uit elkaar gehaald en worden onderdelen vervangen. Modern motormanagement en betere motorkoeling zijn voorbeelden van modificaties met een positief effect op het elektrisch rendement. Revisie is echter kostbaar en de beslissing tot revisie is afhankelijk van het toekomstperspectief van de optie en de leeftijd van de wkk.

2. Langere gebruiksduur

Voor bestaande wk-installaties is het langer gebruiken van de installatie een optie om meer elektriciteit efficiënt te produceren. Dit reduceert het primair brandstofverbruik als tijdens de extra gebruiksduur de warmte van de wk-installatie kan worden gebruikt. Gebruik van de warmte kan op eigen bedrijf, maar ook door verkoop van warmte. De verkoop van de warmte komt verderop aan bod.

Op de mogelijkheden van het langer gebruiken van bestaande installaties zijn meerdere technische en economische factoren van invloed en is daardoor een complexe materie. De actuele trend is dat elektriciteitsprijzen dalen en het aardgas duurder wordt. Hierdoor zal een langere gebruiksduur op korte termijn naar verwachting niet snel gerealiseerd worden.

3. Verkoop wk-warmte

Door verkoop van de geproduceerde warmte kan zowel een bestaande al nieuwe wk-installatie langer worden gebruikt en/of er kan een grotere wk-installatie (W_e/m^2) worden gebruikt. Beiden resulteren in een grotere elektriciteitsproductie die efficiënt wordt geproduceerd en dat resulteert in een substantiële extra besparing aan primair brandstof.

Voor deze optie is warmtetransport nodig en dit brengt hoge investeringen en kosten met zich mee (Van der Velden et al., 2012). De warmteverkoop en het transport dienen georganiseerd te worden en dat brengt organisatorische en bestuurlijke aspecten met zich mee.

Nieuwe wk-installaties

4. Extra wk-installaties

Door extra wk-installaties in gebruik te nemen wordt meer elektriciteit efficiënt geproduceerd. Ook hier geldt de voorwaarde dat de vrijkomende warmte dient te worden aangewend. Nieuwe wk-installaties kunnen in gebruik worden genomen ter vervanging van bestaande installaties, op bestaande bedrijven die extra vermogen kunnen gebruiken, op bestaande bedrijven zonder wk-installatie en op nieuwe bedrijven.

Het huidige wk-park in de glastuinbouw is voor een groot deel in gebruik genomen in de periode 2006-2009. Vervanging is aan de orde na zo'n 10-15 jaar, afhankelijk van de gebruiksduur per jaar en of de installatie wel of niet gereviseerd wordt. Vervanging is daardoor voor de meeste installaties relevant in grofweg de periode 2016-2024.

Voor nieuwe installaties op bestaande bedrijven is technisch bezien nog ruimte. Circa 30% van het glastuinbouwareaal heeft geen wk-installatie in gebruik. Echter, een deel van dit areaal bevindt zich op kleine en extensievere bedrijven waarvoor een wk-installatie niet snel rendabel zal zijn. Door de actualiteit van de dalende elektriciteitsprijzen en stijgende aardgasprijzen wordt dit nog moeilijker. Een ander deel heeft een alternatieve energiebron (bijvoorbeeld restwarmte en duurzame energie) in gebruik. Door het voorgaande is extra vermogen op bestaande bedrijven vaak niet relevant.

Resteert het gebruik van nieuwe installaties op nieuwe bedrijven. Nieuwe bedrijven zijn vaak groot en energie-intensief. Dit is een pre voor de economische mogelijkheden van de wk-installatie. Echter, door de dalende elektriciteitsprijzen en de stijgende aardgasprijzen zijn de bedrijfseconomische mogelijkheden niet groot (Wk-barometer, 2012). De vraag is vervolgens of nieuwe bedrijven direct gebruik gaan maken van duurzame of andere efficiëntere energiebronnen.

5. Nieuwe wk installaties met een groter elektrisch vermogen

Zowel nieuwe installaties als installaties met een groter (absoluut) elektrische vermogen hebben een hoger elektrisch rendement. Ook is de investering in grotere installaties per vermogenseenheid vaak kleiner.

De bedrijfseconomische mogelijkheden voor installaties met een groter elektrisch vermogen moeten vooral gezocht worden bij vervanging van wk-installaties.

Alternatieve vormen van wkk

Naast de (bestaande) wk-installaties op aardgas zijn er ook alternatieve vormen van wkk. De verbeteringen bij deze alternatieve vormen betreffen vooral een hoger elektrisch rendement waardoor er minder brandstof nodig is per geproduceerde eenheid elektriciteit. Meer elektriciteitsproductie gaat gepaard met minder warmteproductie. Bij een aantal van deze opties komt de warmte vrij bij een lagere temperatuur (laagwaardige warmte) en dit is minder makkelijk toe te passen in de kasverwarming en de kasverwarming wordt duurder (Van der Velden, 1989). Alternatieve vormen van wkk komen in beeld op bedrijven waar een nieuwe of een vervangende installatie wordt overwogen.

6. Micro-wkk

Een micro-wkk is een centrale verwarmingsketel die naast warmte ook elektriciteit produceert. Deze optie heeft een klein vermogen (circa 1 kW) en draagt daardoor in de glastuinbouw niet substantieel bij aan reductie van het primair brandstofverbruik.

7. ORC

Een Organis Rankine Cycle (ORC) is een apparaat waarmee een afval warmtestroom met een relatief hoge temperatuur wordt gekoeld tot een lagere temperatuur, waarbij elektriciteit wordt geproduceerd. Hiermee kan de warmte uit de rookgassen van een wk-installatie (gasmotor) omgezet worden in elektriciteit. Het totaal elektrisch rendement van de combinatie van wk-installatie en ORC wordt daardoor groter waardoor elektriciteit efficiënter wordt geproduceerd dan door alleen de wk-installatie. De benodigde investering is hoog in relatie tot de verbetering van het elektrisch rendement. Ook komt er minder warmte vrij en bovendien komt er meer warmte vrij bij een lagere temperatuur en dat is moeilijker aan te wenden in de kasverwarming.

8. Brandstofcellen

Brandstofcellen zetten brandstof direct om in elektriciteit. Als brandstof kan waterstof worden gebruikt. Deze waterstof dient echter eerst geproduceerd te worden middels elektrolyse ofwel door elektriciteit. Door het voorgaande zijn brandstofcellen in combinatie met waterstofproductie geschikt om elektriciteit te gebruiken in uren met lage elektriciteitsprijzen of elektriciteitsoverschotten lokaal 'op te slaan' in waterstof. Dit brengt in directe zin geen elektriciteitsbesparing met zich mee. Wellicht kan middels de opslag in uren met lage elektriciteitsprijzen economisch voordeel worden behaald. Indirect kan middels deze 'opslag' meer duurzame en/of efficiënter geproduceerde elektriciteit worden aangewend. De elektriciteit die wordt 'opgeslagen' dient wel goedkope elektriciteit te zijn en dat is voor duurzame elektriciteit nog toekomstmuziek en voor wk-installaties wordt dit door de dalende elektriciteitsprijzen en stijgende aardgasprijzen moeilijker.

Brandstofcellen bevinden zich in een experimenteel stadium en zijn nog niet beschikbaar voor de praktijk in de glastuinbouw.

9. Gasturbine

Een gasturbine werkt anders dan de gasmotoren in het huidige wk-park. In plaats van een door zuigers aangedreven as wordt een schoepenwiel (turbine) aangedreven. De gasturbine heeft een lager elektrisch rendement en de investering per kW elektrisch vermogen is hoog. De rookgassen hebben door de luchtovermaat een lagere CO_2-concentratie en de kwaliteit is lastig te beheersen door reiniging.

10. Stoom- en gasturbine (steg)

Stoom- en gasturbines hebben een hoger elektrisch rendement dan gasmotoren en losse gasturbines. Vanuit de complexiteit hebben ze een groter vermogen. Het betreft eigenlijk kleine elektriciteitscentrales. Deze optie wordt gebruikt voor restwarmtelevering aan de glastuinbouw vanuit de RoCa-centrale in Rotterdam en in het verleden in Drenthe en het oosten van Noord-Brabant. Door het grotere elektrisch vermogen is deze optie technisch bruikbaar door een groep glastuinbouwbedrijven die bij elkaar gevestigd zijn. Bij deze collectieve optie is transport en -distributie van warmte en eventueel CO_2 nodig en dat brengt hoge investeringen met zich mee. Ook de steg heeft te maken met lagere CO_2-concentratie in de rookgassen door luchtovermaat.

11. Stirlingmotor

Bij een stirlingmotor wordt de zuiger aangedreven door geëxpandeerde lucht, in tegenstelling tot de verbrandingsmotor in wk-installaties waar dit door de expansie van verbrandingsgassen gebeurt. De expansie van de lucht bij een stirlingmotor wordt wel aangedreven door verhitting (via brandstof). De nadelen zijn het trage regelen en de kostbare warmtewisselaar voor de luchtverwarming. Smering is ook een aandachtspunt.

LEI Wageningen UR ontwikkelt voor overheden en bedrijfsleven economische kennis op het gebied van voedsel, landbouw en groene ruimte. Met onafhankelijk onderzoek biedt het zijn afnemers houvast voor maatschappelijk en strategisch verantwoorde beleidskeuzes.

LEI Wageningen UR vormt samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

Meer informatie: www.wageningenUR.nl/lei

LEI-rapport 2013-022