

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2011



LEI

WAGENINGEN UR

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2011

Nico van der Velden

Pepijn Smit

LEI-rapport 2012-059

December 2012

Projectcode 2275000292

LEI Wageningen UR, Den Haag



Het LEI kent de volgende onderzoeksvelden:



Sector & Ondernemerschap



Regionale Economie & Ruimtegebruik



Markt & Ketens



Internationaal Beleid



Natuurlijke Hulpbronnen



Consument & Gedrag

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2011

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

LEI-rapport 2012-059

ISBN/EAN: 978-90-8615-603-0

Prijs: € 18,50 (inclusief 6% btw)

68 p., fig., tab., bijl.

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



Ministerie van Economische Zaken

Productschap  Tuinbouw



Foto omslag: Onder Glas

Foto's binnenwerk: LEI, Onder Glas, Jan van Staalduinen en Wilma Slegers

Bestellingen

070 3358330

publicatie.lei@wur.nl

Deze publicatie is beschikbaar op www.wageningenUR.nl/lei

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2012

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 Belangrijkste uitkomsten	8
	S.2 Overige uitkomsten	9
	S.3 Methode	10
	Summary	11
	S.1 Key findings	11
	S.2 Complementary findings	12
	S.3 Methodology	13
1	Inleiding	14
	1.1 Beleidsmatige achtergronden	14
	1.2 Glastuinbouw en energie	16
	1.3 De Energiemonitor	17
2	Energie-indicatoren	18
	2.1 Energie-efficiëntie	18
	2.2 CO ₂ -emissie	19
	2.3 Aandeel duurzame energie	21
	2.4 Achtergronden	22
3	Duurzame energie	26
	3.1 Vormen	26
	3.2 Achtergronden	27
4	Warmtekrachtkoppeling en elektriciteitsbalans	32
	4.1 Inleiding	32
	4.2 Inkoop warmte	33
	4.3 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven	34
	4.4 Elektriciteitsbalans glastuinbouw	37
	4.5 WK-installaties en energiekosten	38
5	Transitiepaden Kas als Energiebron	40
	5.1 Inleiding	40
	5.2 Totaalbeeld transitiepaden	40
	5.3 Achtergronden, toepassing en reductie CO ₂ -emissie per pad	42
6	Conclusies en aanbevelingen	54
	Literatuur en websites	57
	Bijlagen	59
	1 Definities, methode en bronnen	59
	2 Overzicht kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw	64
	3 Energiegebruik glastuinbouw	65
	4 Gebruik en reductie CO ₂ -emissie per transitiepad	66
	5 Inkoop duurzame(re) energie en reductie CO ₂ -emissie	67

Woord vooraf

De Nederlandse glastuinbouw is zowel verbruiker als leverancier van energie. Het energiegebruik is daardoor een belangrijk thema voor de Topsector Tuinbouw en uitgangsmaterialen. Bovendien zijn het effect op het klimaat - het broeikaseffect - de stijgende energieprijzen, slinkende voorraden fossiele brandstof, afnemende leveringszekerheid en het imago van de glastuinbouw en de duurzaamheidswensen van afnemers en consumenten in binnen- en buitenland van belang. De glastuinbouw en de overheid hebben daardoor gemeenschappelijke belangen om het fossiele brandstofverbruik te reduceren.

In 2008 is het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (Agroconvenant) afgesloten tussen de Nederlandse overheid en de agrosectoren. Hierin zijn voor de glastuinbouw doelen en ambities opgenomen voor de CO₂-emissie, de energie-efficiëntie en het aandeel duurzame energie in 2020.

In 2002 is een transitieprogramma opgesteld onder de naam 'Kas als Energiebron' (KaE). 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 de transitiepaden Teeltstrategieën, Licht, Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Duurzame(re) elektriciteit en Duurzame(re) CO₂.

Naast het Agroconvenant is er een CO₂-streefwaarde voor de teelt en een emissieruimte voor de totale CO₂-emissie overeengekomen. Deze emissieruimtes zijn de basis voor het in ontwikkeling zijnde CO₂-sectorsysteem voor de glastuinbouw.

Om rationele keuzes te kunnen maken in beleid en belangenbehartiging is het van belang de werkelijke ontwikkelingen in beeld te hebben. De Energiemonitor Glastuinbouw volgt de ontwikkeling van het energiegebruik, de energie-indicatoren en de voortgang van de transitiepaden van KaE. Het datamateriaal biedt inzicht in de stand van zaken en de ontwikkelingen van de doelen van het Agroconvenant, de transitiepaden van KaE en de benutting van de CO₂-emissieruimte. Daarmee vormt het ook een basis voor ander energiereleë onderzoek. De informatie wordt ook gebruikt voor de Nederlandse Energiebalans van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

Het LEI voert de Energiemonitor Glastuinbouw uit in opdracht van het PT en het ministerie van EZ in het kader van KaE. De leden van de begeleidingscommissie zijn P. Broekharst (PT), M. Root (EZ) en O. Hietbrink (LEI). 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), Jeroen Hammerstein, Ruud van der Meer en Pepijn Smit.

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

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

De glastuinbouw in 2011: minder CO₂-emissie, verslechterde energie-efficiëntie en iets groter aandeel duurzame energie.

Energie-efficiëntie [zie paragraaf 2.1]

De glastuinbouw gebruikte in 2011 52% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1990 (figuur S.1). De energie-efficiëntie is nog 5 procentpunten verwijderd van het doel van 57% voor 2020 in het Agroconvenant [zie paragraaf 1.1]. In 2011 trad een verslechtering op met 2 procentpunten. Dit komt doordat het primaire brandstofverbruik met 9% en de fysieke productie met 3% is toegenomen.

CO₂-emissie [zie paragraaf 2.2]

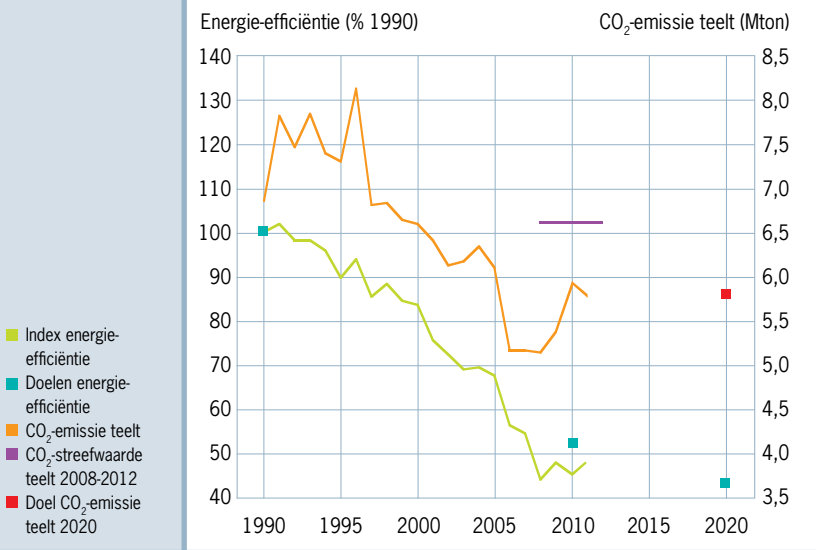
In 2011 nam zowel de totale CO₂-emissie als die voor de teelt af. De totale CO₂-emissie daalde met 0,5 Mton tot 7,8 Mton. De CO₂-emissie voor de teelt nam met 0,3 Mton af tot 5,6 Mton (figuur S.1). De CO₂-emissie voor de teelt ligt daarmee onder de streefwaarde voor de periode 2008-2012 (6,6 Mton) en zit 0,2 Mton onder het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (een reductie van 1 Mton ten opzichte van 1990) [zie paragraaf 1.1]. Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en die voor de teelt is in 2011 0,2 Mton kleiner. Dat komt doordat er iets minder elektriciteit is verkocht.

Duurzame energie [zie hoofdstuk 3]

Het aandeel duurzame energie nam in 2011 met 0,2 procentpunt toe tot 1,8%. Voor de doelstelling in het Agroconvenant van 20% in 2020 is nog ruim 18 procentpunten te gaan. De groei van het aandeel duurzaam is het resultaat van het toegenomen gebruik van duurzame energie en het afgenomen totale energiegebruik van de glastuinbouw. Duurzame energie omvat in afnemende volgorde van gebruik: zonnewarmte, inkoop van duurzame elektriciteit, biobrandstoffen, aardwarmte, inkoop van duurzame warmte en duurzaam gas.

Figuur S.1

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie voor de teelt per jaar



S.2 Overige uitkomsten

Wk-installaties, elektriciteitsbalans [zie hoofdstuk 4] en duurzame energie

Het elektrisch vermogen van warmtekrachtinstallaties (wk-installaties) van tuinders nam in 2011 licht toe tot bijna 3.000 MW. In combinatie met de kortere gebruiksduur resulteerde dit in een iets lagere elektriciteitsproductie van 11,8 miljard kWh in 2011. Dit is circa 10% van de totale nationale elektriciteitsconsumptie. De elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw steeg licht en omvatte zo'n 5% van de nationale consumptie.

Door benutting van de warmte uit de wk-installaties wordt de nationale CO₂-emissie ten opzichte van 1990 met 2,2 Mton gereduceerd. Dit is iets minder dan het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (2,3 Mton). Door het gebruik van wk's is de energie-efficiëntie met 19 procentpunten verbeterd.

De beperkte stijging van de energiekosten door de wk-installaties en de slechte bedrijfsresultaten in de glastuinbouw remmen de groei van het aandeel duurzame energie en de implementatie van de overige transitiepaden.

Transitiepaden [zie hoofdstuk 5]

De transitiepaden Duurzame(re) elektriciteit (wk-installaties), Zonne-energie, Aardwarmte en Biobrandstoffen realiseerden in 2011 gezamenlijk een reductie van de CO₂-emissie van 2,30 Mton.

Wk-installaties werden in 2011 toegepast op zo'n 7.000 ha, wat circa 70% van het totale areaal is. De paden Zonne-energie, Biobrandstoffen en Aardwarmte werden per eind 2011 toegepast op respectievelijk 224, 112 en 39 ha. Hiermee werd een reductie van de CO₂-emissie van 0,06 Mton gerealiseerd.

De overige paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (led-verlichting) worden in 2011 toegepast op respectievelijk 91, 45 en 3 ha. Vooral luchtbehandeling en diffuus glas lieten een flinke toename zien.

Primair brandstofverbruik

De ontwikkeling van het primaire brandstofverbruik wordt beïnvloed door het gebruik van wk-installaties, inkoop van warmte, inkoop en productie van duurzame energie, energiebesparing en het intensiveringsproces. In de periode 2006-2011 is het effect van het intensiveringsproces groter dan het effect van energiebesparing.

S.3 Methode

Het LEI kwantificeert jaarlijks in opdracht van PT en EZ de ontwikkeling van de energie-indicatoren energie-efficiëntie, CO₂-emissie en aandeel duurzame energie van de glastuinbouw, omdat hierover in het Agroconvenant doelen en ambities zijn afgesproken. Bovendien brengt de *Energiemonitor* de toepassing van de transitiepaden van het transitieprogramma KaE in kaart. Voor de monitor is een systematiek ontwikkeld, waarin een reeks van informatiebronnen door sectordeskundigen wordt gecombineerd. Deze methode is uitgewerkt in een protocol.



LED-verlichting tussen het gewas

Summary

Energy Monitor for the Dutch greenhouse sector, 2011

S.1 Key findings

Greenhouse horticulture in 2011: reduced CO₂ emissions, worsened energy efficiency and a slightly larger proportion of sustainable energy.

Energy efficiency

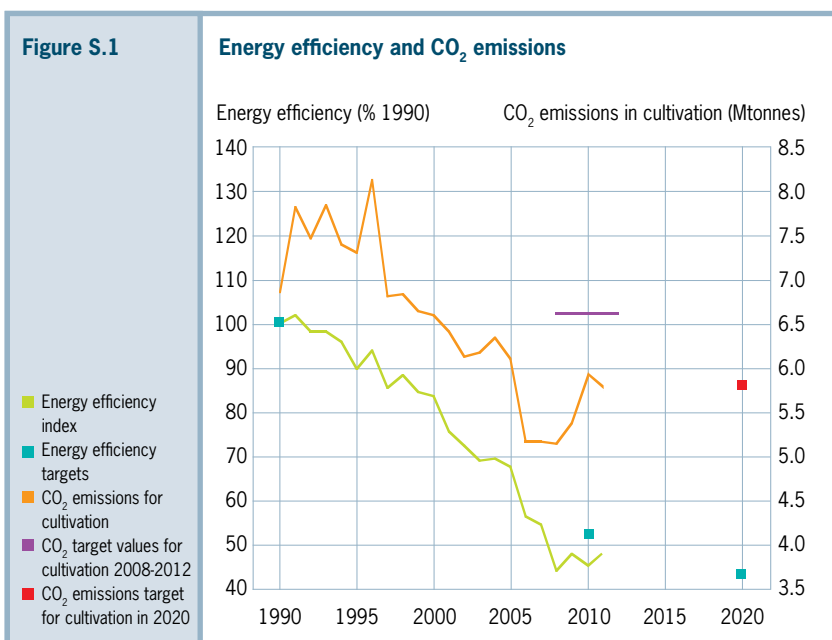
In 2011, greenhouse horticulture used 52% less primary fuel per unit of product compared to 1990 (figure S.1). As such, energy efficiency is still five percentage points away from the goal of 57% for 2020 stated in the Agro covenant. In 2011, the situation worsened by two percentage points. This was due to the fact that primary fuel consumption increased by 9% and physical production by 3%.

CO₂ emissions

Both total CO₂ emissions and the CO₂ emissions in cultivation fell in 2011. Total CO₂ emissions fell by 0.5 megatons to 7.8 megatons. CO₂ emissions in cultivation fell by 0.3 megatons to 5.6 megatons (figure S.1). This means that CO₂ emissions in cultivation are below the target value for the period 2008-2012 (6.6 megatons) and are only 0.2 megatons below the Agro covenant goal for 2020 (a reduction of 1 megaton compared to 1990). The difference between the total CO₂ emissions and those from cultivation was 0.2 megatons smaller in 2011. This is because slightly less electricity was sold.

Sustainable energy

The proportion of sustainable energy increased by 0.2 percentage point to 1.8% in 2011. There are still over 18 percentage points to go to achieve the objective set in the Agro covenant of 20% in 2020. The growth of the sustainable share is the result of the increased use of sustainable energy and the reduced total energy consumption of greenhouse horticulture. Sustainable energy includes (in decreasing order of consumption): solar heat, bought-in sustainable electricity, biofuels, geothermal heat, bought-in sustainable heat, and sustainable gas.



S.2 Complementary findings

Combined heat and power generators, electricity balance and sustainable energy

The electrical capacity of combined heat and power (CHP) generator in horticulture increased slightly in 2011 to nearly 3,000 MW. In combination with a reduction in duration of use, this resulted in a slightly lower electricity production of 11.8 billion kWh in 2011. This is approximately 10% of the total national electricity consumption. The electricity consumption by greenhouse horticulture increased slightly and comprised some 5% of national consumption.

By using the heat from the CHP generators, the Netherlands reduced its CO₂ emissions as compared to 1990 by 2.2 megatons. This is slightly less than the goal for 2020 in the Agro covenant (2.3 megatons). Energy efficiency improved by 19 percentage points as a result of the use of CHP generators.

The limited increase in energy costs due to the CHP generators and poor operating results in greenhouse horticulture are holding back the growth in the share of sustainable energy and the implementation of the other transition paths.

Transition paths

The transition paths more sustainable electricity (CHP generators), Solar Energy, Geothermal Energy, and Biofuels jointly achieved a reduction of 2.30 megatons in CO₂ emissions in 2011.

In 2011, CHP generators were used on around 7,000 ha, which is approximately 70% of greenhouse cultivation in the Netherlands. The paths Solar Heat, Biofuels and Geothermal Energy were in use on 224 hectares, 112 hectares and 39 hectares respectively at the end of 2011. This effected a reduction of 0.06 megatons in CO₂ emissions.

The other paths, Growing Strategies (air treatment), Natural Light (diffuse glass), and Artificial Light (LED lighting) were in use on 91 hectares, 45 hectares and 3 hectares, respectively, in 2011. Air treatment and diffuse glass, in particular, showed significant increases.

Primary fuel consumption

Changes in primary fuel consumption are influenced by the use of CHP generators, purchasing of heat, purchasing and production of sustainable energy, energy saving and the intensification process. In the period 2006-2011, the effect of the intensification process was greater than the effect of energy saving.

S.3 Methodology

Every year, LEI is commissioned by the Product Board for Horticultural and the Dutch Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation to quantify the development of the energy indicators of energy efficiency, CO₂ emissions and the proportion of sustainable energy in greenhouse horticulture, because targets and ambitions for these have been set out in the Agro covenant. In addition, the *Energy Monitor* tracks the application of the transition paths of the 'KaE' ('Greenhouses as Energy Sources') transition programme. A system has been developed for the monitor which involves various information sources being combined by sector experts. This method has been worked out in a protocol.

1.1 Beleidsmatige achtergronden

Agroconvenant en Programma Kas als Energiebron

In 2008 is het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (Agroconvenant) afgesloten tussen de Nederlandse overheid en de Agrosectoren. Hierin zijn voor de glastuinbouw de volgende doelen en ambities opgenomen:

1. een totale emissiereductie van minimaal 3,3 Mton CO₂ per jaar in 2020 ten opzichte van 1990.
Hiervan wordt door de inzet van wkk¹ zo'n 2,3 Mton door de glastuinbouw op nationaal niveau gerealiseerd en circa 1,0 Mton is gerelateerd aan de teelt. De ambitie is een totale reductie van 4,3 Mton, waarvan 2,3 Mton op nationaal niveau (door wkk) en 2,0 Mton op teelniveau binnen de sector;
2. een verbetering van de energie-efficiëntie met gemiddeld 2% per jaar tot 2020;²
3. een aandeel duurzame energie van 4% in 2010 en 20% in 2020.³

Voor het bereiken van de doelen en ambities in het Agroconvenant werken de glastuinbouw en de rijksoverheid samen het energietransitieprogramma 'Kas als Energiebron' (KaE). De ambitie van KaE is dat vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel geteeld kan worden.

CO₂-streefwaarde

Tussen de sector en de landelijke overheid is een streefwaarde voor de CO₂-emissie voor de teelt overeengekomen (Brief, 2007). Deze bedraagt 6,6 Mton per jaar in de periode 2008-2012.⁴

¹ Uit de toelichting bij het Agroconvenant is afgeleid dat dit de wk-installaties van de tuinders betreft.

² De doelstelling voor 2020 is afgeleid van het doel in het convenant Glastuinbouw en Milieu (GlaMi). In het GlaMi-convenant is het doel voor 2010 35% met als basisjaar 1980; uitgaande van het basisjaar 1990 wordt dit 52%. Het doel voor 2020 wordt dan $(52\% \times (1-0,02)^{2020-2010}) = 43\%$.

³ Duurzame energie wordt ook wel hernieuwbare energie genoemd.

⁴ Bij een toename van het areaal tot 11.500 ha wordt de streefwaarde 7,2 Mton per jaar

CO₂-emissieruimte

In 2011 is het Convenant CO₂-emissieruimte binnen het CO₂-sectorsysteem glastuinbouw afgesloten tussen de Glastuinbouw de Nederlandse overheid, voor de periode 2013-2020. Hierin is voor het laatste jaar 2020 een emissieruimte opgenomen voor de totale CO₂-emissie van 6,2 Mton. De emissieruimte voor het eerste jaar 2013 wordt vastgesteld op basis van de resultaten van de *Energiemonitor Glastuinbouw* in 2010-2012.

Achtergronden van de indicatoren

De CO₂-emissie heeft betrekking op de absolute uitstoot van CO₂. Deze wordt bepaald met de Intergovernmental Panel on Climate Change methode (IPCC-methode). Dit betekent dat alleen het fossiele brandstofverbruik in de glastuinbouw in beschouwing wordt genomen.

De energie-efficiëntie is een relatieve indicator, gedefinieerd als het primaire brandstofverbruik per geproduceerde eenheid (tuinbouw) product. Het primaire brandstofverbruik is de fossiele brandstof die nodig is voor de productie van de energie-input minus de fossiele brandstof die elders wordt uitgespaard door energie-output van de glastuinbouw. Daarnaast wordt rekening gehouden met de omvang van de tuinbouwproductie waarvoor de brandstof is ingezet. De energie-efficiëntie is daarmee een indicator voor de duurzaamheid van de productie.

Het aandeel duurzame energie is eveneens een relatieve indicator, die wordt uitgedrukt in procenten van het totale netto-energiegebruik van de glastuinbouw. Het totale netto-energiegebruik en de hoeveelheid duurzame energie worden bepaald op basis van de energie-inhoud van de afzonderlijke energiesoorten.

De ambitie 'klimaatneutraal' van KaE betekent dat er in nieuwe kassen netto (inkoop minus verkoop) geen primair brandstof meer nodig is.

De definities, methodiek en gebruikte bronnen zijn vastgelegd in het *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw* (Van der Velden, 2012). In bijlage 1 worden deze op hoofdlijnen toegelicht.

Bij de CO₂-emissie wordt gesproken over doelen c.q. ambities en over emissieruimte c.q. streefwaarde. Bij de doelen of ambities wordt beoogd niet meer CO₂ uit te stoten dan het doel of de ambitie. De emissieruimte geeft aan boven welke grens er betaald moet worden voor de uitstoot. Overschrijding van de grens op sectorniveau kost de bedrijven geld.

Kas als Energiebron en transitiepaden

De ambitie van KaE is dat er vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal rendabel geteeld kan worden. Dit vergt ingrijpende veranderingen in de teeltsystemen en de energiehuishouding op de bedrijven. De paden zijn gericht op vermindering van de energievraag en duurzame en efficiëntere energieproductie. Ook is er aandacht voor het optimaal gebruiken van licht en andere productiefactoren. Het programma KaE omvat zeven

transitiepaden (Jaarplan 2012): Teeltstrategieën, Licht, Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Duurzame(re) elektriciteit en Duurzame(re) CO₂. Bedrijven kunnen efficiënter geproduceerde en duurzame energie ook inkopen, maar dit behoort niet tot de transitiepaden.

1.2 Glastuinbouw en energie

De ontwikkeling van het energiegebruik in de glastuinbouw wordt beïnvloed door intensivering en emissiereductie.

Intensivering

In de Nederlandse glastuinbouw is een continu proces van intensivering gaande. Intensivering is een economisch gedreven proces en gaat gepaard met een groeiende energiebehoefte.

De Nederlandse glastuinbouw kenmerkt zich door een hoge productie en dito kosten per m² kas. Het gematigde klimaat met zijn zachte winters en niet te warme zomers is gunstig voor de teelt van glastuinbouwproducten. Voortdurende innovatie van kassen, teeltsystemen en andere technologische hulpmiddelen zijn vooral gericht op verdere optimalisatie van de teeltomstandigheden. Hiermee richt de sector zich op het jaarrond leveren van kwaliteitsproducten voor topsegmenten van de internationale markt.

Het voorgaande gaat samen met een verschuiving naar meer warmteminnende gewassen en telen in de winterperiode. Ook wordt er meer en intensiever gebruik gemaakt van CO₂-dosering, groeilicht en kaskoeling. Door belichting en koeling groeit de elektriciteitsvraag. De elektriciteitsvraag groeit ook door voortgaande mechanisatie en automatisering.

Energievoorziening en emissiereductie

De energievoorziening van de glastuinbouw brengt zowel primair als fossiel brandstofverbruik met zich mee. Om beide te verlagen kunnen overeenkomstig de Trias Energetica drie wegen worden bewandeld:

1. reductie van de energievraag;
2. gebruik van duurzame energie;
3. efficiëntere energieproductie.

De energievraag kan verminderen door het gebruik van energiebesparende opties, zoals nieuwe kassen, energieschermen, efficiëntere lampen en energiezuinige teeltstrategieën en rassen. Bij de productie van duurzame energie komt per definitie geen CO₂ vrij. Energie is efficiënter te produceren met technologie die per eenheid geproduceerde energie minder brandstof vergt. Mogelijkheden daarvoor zijn rookgascondensors, warmte-

buffers en vooral warmtekrachtkoppeling (wkk). Overigens is de energetische volgorde van de Trias Energetica niet per definitie ook de economisch optimale (paragraaf 5.2).

Naast deze drie wegen kan energie die door de glastuinbouw efficiënt of duurzaam is geproduceerd elders worden ingezet, waardoor de CO₂-emissie buiten de glastuinbouw afneemt.

1.3 De Energiemonitor

De *Energiemonitor* kwantificeert en analyseert de ontwikkelingen en achtergronden van de energie-indicatoren energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en het aandeel duurzame energie. Als basis hiervoor worden zowel de energie-input, de energie-output en de elektriciteitsbalans (inkoop, verkoop, productie en consumptie) als de ontwikkeling van de fysieke productie van de glastuinbouw gekwantificeerd. Ook wordt de toepassing aan de transitiepaden van KaE in kaart gebracht. Van een deel van de paden worden de effecten op de CO₂-emissie gekwantificeerd.

Deze rapportage bevat de definitieve cijfers tot en met 2010 en de voorlopige resultaten van 2011. Door het beschikbaar komen van aanvullende databronnen zijn eerder gepubliceerde resultaten van de jaren voor 2011 deels geactualiseerd.

De ontwikkeling van de energie-indicatoren en de achtergronden daarvan komen aan bod in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 gaat nader in op het gebruik van duurzame energie. In hoofdstuk 4 staan warmtekrachtkoppeling en de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw centraal. Hoofdstuk 5 betreft de monitor van de transitiepaden. De conclusies en aanbevelingen komen aan bod in hoofdstuk 6.

2.1 Energie-efficiëntie

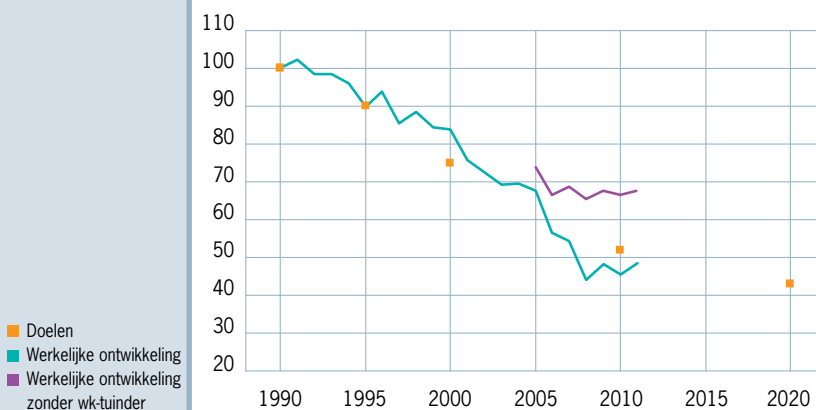
De energie-efficiëntie is in 2011 met 2 procentpunten verslechterd en bedroeg 48% ten opzichte van 1990 (figuur 2.1 en bijlage 2). Dit betekent dat de glastuinbouw in 2011 52% minder primaire brandstof per eenheid product gebruikte dan in 1990. De index zat daarmee 5 procentpunten af van het doel van 43% voor 2020 uit het Agroconvenant.

De verslechtering in 2011 hangt samen met een toename van het primaire brandstofverbruik per m² met 9%. Dit werd deels gecompenseerd door toename van de fysieke productie per m² met 3%. De verbetering over de gehele periode vanaf 1990 vloeit voort uit een reductie van het primair brandstofverbruik per m² met 33% en een toename van de fysieke productie per m² met 40%.

Figuur 2.1

Energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw per jaar met en zonder wk-tuinder

Energie-efficiëntie (% 1990)



Primair brandstof

Het primaire brandstofverbruik per m² (figuur 2.2 en bijlage 2) laat over de gehele periode 1990-2011 een daling zien. In 1990 werd 45 m³ aardgasequivalenten (a.e.) per m² kas verbruikt. In 2011 was dit 30 m³ a.e., dus 15 m³ a.e. oftewel 33% minder. Twee derde van deze afname vond plaats in de periode 2004-2008. Dit komt vooral door de sterke groei van het wk-vermogen en het gebruik van de vrijkomende warmte bij deze vorm van elektriciteitsproductie (hoofdstuk 4). Vanaf 2008 laat het primaire brandstofverbruik een stijgende trend zien (figuur 2.2). Hierop wordt nader ingegaan in paragraaf 2.4.

Fysieke productie

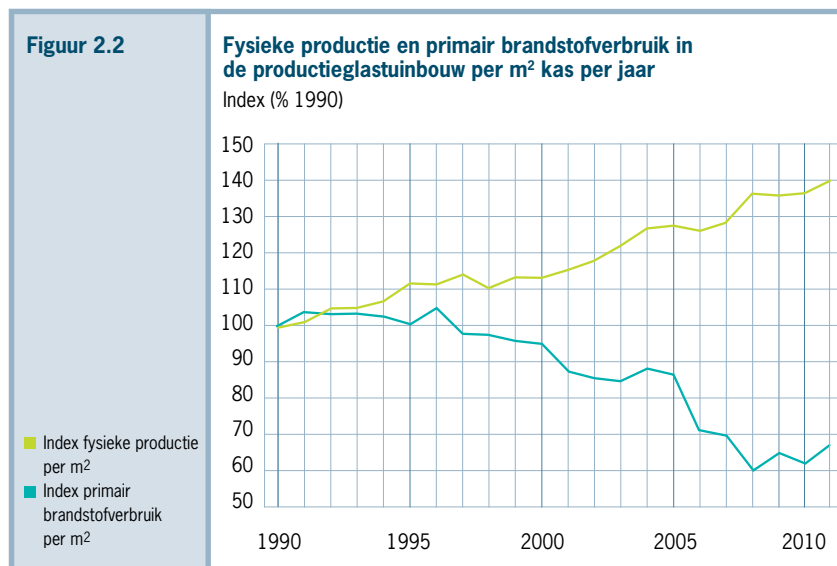
De ontwikkeling van de fysieke productie verschilt ook per deelperiode (figuur 2.2 en bijlage 2). In de gehele periode 1990-2011 laat de fysieke productie een stijgende trend zien. In de jaren 2008-2010 was deze min of meer stabiel; in 2011 nam de fysieke productie weer toe.

2.2 CO₂-emissie

Totaal en teelt

In 2011 nam zowel de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw (inclusief verkoop elektriciteit) als de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit) af.

De totale CO₂-emissie daalde met 0,5 Mton tot 7,8 Mton en zit daarmee 1,6 Mton boven de CO₂ emissieruimte voor 2020.



De CO₂-emissie voor de teelt is in 2011 met 0,3 Mton verminderd tot 5,6 Mton. Daarmee ligt deze 1,0 Mton onder de streefwaarde voor de periode 2008-2012 (6,6 Mton) en 1,2 Mton onder het niveau van 1990. Dit laatste is 0,2 Mton meer dan het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (een reductie van 1 Mton ten opzichte van 1990).

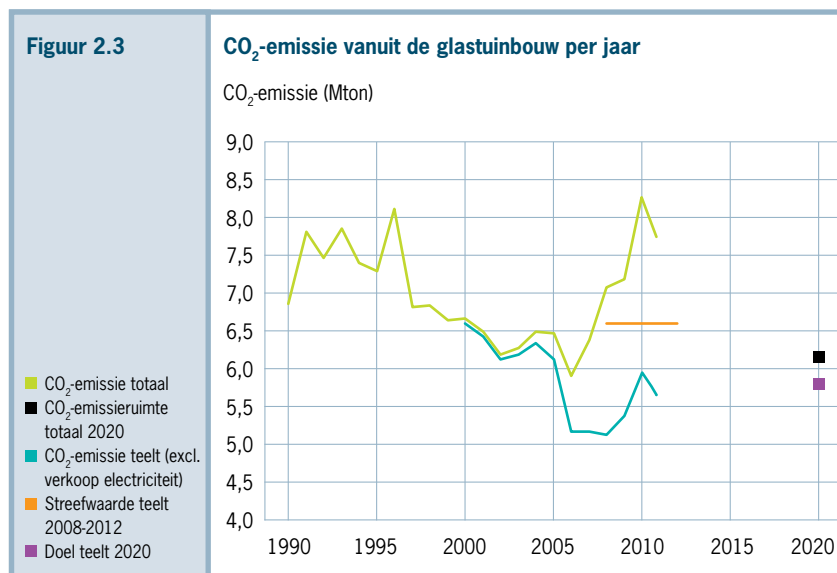
Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt is in 2011 met 0,2 Mton afgenomen tot 2,2 Mton. Dit komt doordat de glastuinbouw in 2011 minder elektriciteit verkocht.

De CO₂-emissie voor de teelt is exclusief de verkoop van elektriciteit. Voor de ontwikkelingen in de glastuinbouw dient daarom naar de CO₂-emissie voor de teelt te worden gekeken. Over de gehele periode 1990-2011 daalde de CO₂-emissie voor de teelt met 1,2 Mton. Deze daling van 18% is de resultante van 5% areaaluitbreiding en een daling van het fossiele brandstofverbruik met 9 m³ per m² (22%) (figuur 2.4). Deze daling was het sterkst in de periode 2000-2006. In de periode 2008-2010 nam het fossiele brandstofverbruik toe.

In heel Nederland bedroeg de CO₂-emissie in 2011 167,8 Mton (bijlage 2), 5% meer dan in 1990. De glastuinbouw loopt bij de CO₂-emissie voor de teelt (-18%) voor op de landelijke ontwikkeling.

Temperatuurcorrectie en CO₂-emissie

In tegenstelling tot de energie-efficiëntie wordt de CO₂-emissie niet gecorrigeerd voor de buitentemperatuur. In 2010 was de buitentemperatuur lager en in 2011 hoger dan gemiddeld. Indien er wel temperatuurcorrectie zou plaatsvinden, zou zowel bij de totale



CO₂-emissie als bij de CO₂-emissie voor de teelt het verschil tussen 2010 en 2011 circa 0,5 Mton kleiner worden. De totale CO₂-emissie zou dan in 2011 gelijk blijven ten opzichte van 2010 en de CO₂-emissie voor de teelt zou met 0,2 Mton toenemen.

Wk-installaties

De wk-installaties van tuinders produceerden in 2011 11,8 miljard kWh elektriciteit. Dit bracht extra aardgasverbruik met zich mee; de elektriciteitsverkoop vanuit wk-installaties wordt bij de totale CO₂-emissie (IPCC-methode) immers niet verrekend. Door het gebruik van de warmte uit de wk-installaties wordt de nationale CO₂-emissie met ruim 2,2 Mton gereduceerd. Dit is het saldo van het extra aardgasverbruik in de glastuinbouw en de vermindering van het brandstofverbruik in elektriciteitscentrales. Ten opzichte van 1990 is de nationale reductie iets minder dan 2,2 Mton en ligt zij daarmee iets onder het doel voor wk's in het Agroconvenant van 2,3 Mton¹ reductie in 2020.

Reductie totaal

De totale reductie van de CO₂-emissie door de glastuinbouw omvat de reductie van de CO₂-emissie voor de teelt (1,2 Mton) en de nationale reductie door het gebruik van wk-installaties (2,2 Mton). De totale reductie bedroeg hiermee 3,4 Mton ten opzichte van 1990. Dit is meer dan het doel voor 2020 (3,3 Mton) in het Agroconvenant. De emissie-reductie voor de teelt zat iets boven de doelstelling, terwijl de bijdrage aan de nationale reductiedoelstelling vanuit de wk-installaties iets onder het doel zat.

2.3 Aandeel duurzame energie

Het aandeel duurzame energie steeg in 2011 met 0,2 procentpunt tot 1,8%. Voor het beoogde doel in 2020 uit het Agroconvenant (20%) zijn nog 18 procentpunten nodig.

Het absolute gebruik van duurzame energie nam in 2011 toe van 2,1 tot 2,2 PJ. De groei van het aandeel is sterker dan de absolute groei, wat veroorzaakt wordt door de vermindering van het totale energiegebruik. Dit hangt voor een deel samen met de buitentemperatuur. In 2010 was het buiten warmer en is een tegengesteld effect geconstateerd.

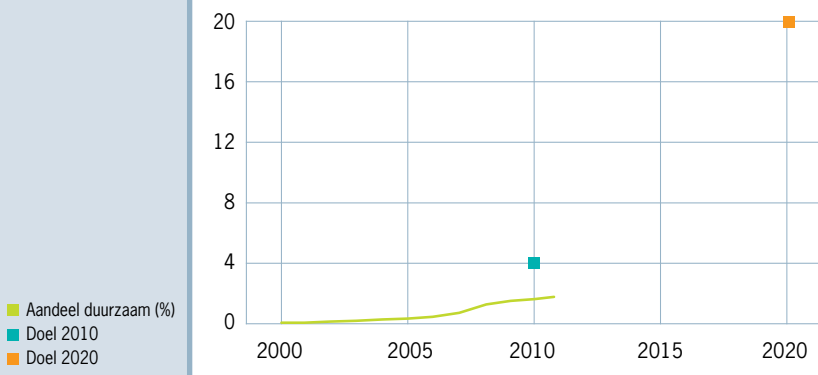
Het effect van het gebruik van duurzame energie op de energie-efficiëntie bedroeg in 2010 ruim 0,8 procentpunt en op de CO₂-emissie 0,09 Mton.

In geheel Nederland bedroeg het aandeel duurzame energie in 2011 4,3% (*Hernieuwbare energie*, 2011). In tegenstelling tot de CO₂-emissie loopt de glastuinbouw bij duurzame energie dus achter bij de landelijke ontwikkeling.

¹ Hierbij is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat de elektriciteitscentrales de overgebleven CO₂-rechten binnen de emissieruimte voor het EU ETS kunnen verkopen (zie ook paragraaf 2.4).

Figuur 2.4

Aandeel duurzame energie in de glastuinbouw per jaar
en de doelen voor 2010 en 2020



2.4 Achtergronden

Wk-installaties, energie-efficiëntie en aandeel duurzame energie

Door het sterk toegenomen gebruik van wk-installaties (hoofdstuk 4) koopt de glastuinbouw meer aardgas en minder elektriciteit in en wordt er meer elektriciteit verkocht. Per saldo verlaagt dit het primaire brandstofverbruik, waardoor de energie-efficiëntie verbetert. Het gebruik van wk-installaties had in 2011 een positief effect op de energie-efficiëntie van 19 procentpunten. Zonder deze installaties en bij een gelijkblijvende elektriciteitsvraag was de energie-efficiëntie in 2011 uitgekomen op 67% in plaats van 48% ten opzichte van 1990 (figuur 2.1). In dat geval zou de glastuinbouw nog ver verwijderd zijn van het doel van 43% in 2020.

De slechte bedrijfsresultaten en financiële situatie in de glastuinbouw (De Bont et al., 2011) remmen de toepassing van duurzame energie. Bovendien zijn door de wk-installaties de (netto-)energiekosten minder gestegen (paragraaf 4.5), waardoor andere warmtebronnen minder snel economisch voordeel opleveren. De grootschalige inzet van wk-installaties vertraagt daardoor de toepassing van duurzame energie.

Elektriciteitsconsumptie

De elektriciteitsconsumptie (inkoop plus consumptie van eigen productie) door de glastuinbouw neemt vanaf 2005¹ toe. Deze groei hangt samen met het intensiveringsproces (paragraaf 1.2) en de sanering van glastuinbouwbedrijven. Het gebruik van elektrische apparatuur (belichting, koeling, automatisering, mechanisering, enzovoort) op de bedrijven

¹ Over de periode voor 2005 zijn geen cijfers beschikbaar.

neemt toe en de wk-installaties gebruiken ook elektriciteit. In combinatie met schaalvergroting vindt sanering plaats van vooral de oudere, kleinere en extensievere bedrijven met een relatief laag energiegebruik. Ook hierdoor neemt zowel het energiegebruik (waaronder de elektriciteitsconsumptie en het fossiele brandstofverbruik voor de teelt) als de fysieke productie per m² kas toe, los van ontwikkelingen op de afzonderlijke bedrijven. Dit wordt ook wel het structureffect genoemd.

Elektriciteitsconsumptie, energie-efficiëntie en CO₂-emissie

De groei van de elektriciteitsconsumptie doet zowel het primaire brandstofverbruik als het fossiele brandstofverbruik toenemen en heeft daardoor een negatieve invloed op de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie. De elektriciteitsconsumptie omvat inkoop en consumptie van eigen productie. Bij het primaire brandstofverbruik tellen beide mee. Bij de CO₂-emissie telt alleen de eigen consumptie van de productie mee. In 2011 hing 56% van het primaire brandstofverbruik samen met de elektriciteitsconsumptie. Over de gehele periode 2005-2011 is de CO₂-emissie van de teelt met 1,2 Mton gestegen door een toename van de elektriciteitsconsumptie die met wk-installaties is geproduceerd. In 2011 kwam een derde van de CO₂-emissie van de teelt voort uit dit deel van de elektriciteitsconsumptie.



Warmtekracht installatie met warmtebuffer

Primair brandstofverbruik

Vanaf 2008 laat het primaire brandstofverbruik per m² kas een stijgende trend zien. Het primaire brandstofverbruik wordt beïnvloed door het gebruik van wk-installaties met de bijbehorende verkoop van elektriciteit (hoofdstuk 4), de inkoop van warmte (hoofdstuk 4), de inkoop en productie van duurzame energie (hoofdstuk 3 en 5), de reductie van de energievraag door energiebesparende opties (hoofdstuk 5) en het intensiveringsproces (paragraaf 1.2). De kwantitatieve effecten van de eerste drie factoren zijn bekend en worden behandeld in de genoemde hoofdstukken. Zowel de intensivering als de energiebesparing is een continu proces in de glastuinbouw. Indien het primaire brandstofverbruik wordt gecorrigeerd voor de eerste drie factoren blijft het effect over van de laatste twee factoren. Het resultaat van de analyse over de gehele periode 2006-2011 toont een toename. Dit betekent dat in deze periode het effect van het intensiveringsproces groter is dan het effect van de energiebesparing c.q. vraagreductie.

Energiekosten, intensivering en energiebesparing

Vanaf 2006 ontstaat er een duidelijk verschil tussen de aardgasprijs en de netto-energiekosten per m² kas. Dit laatste hangt samen met grootschalig gebruik van wk-installaties door de glastuinbouw en de bijbehorende elektriciteitsverkoop. Door de beperkte stijging van de netto-energiekosten in verhouding tot de aardgasprijs wordt het intensiveringsproces gestimuleerd. Vanaf 2010 wordt dit anders. De netto-energiekosten nemen toe. Dit komt doordat de spark spread (verschil tussen de elektriciteitsprijs en de aardgasprijs) kleiner is geworden (paragraaf 4.5).

CO₂-emissie, milieubelasting en CO₂-emissiehandel EU ETS

Het fossiele brandstofverbruik en de totale CO₂-emissie door de glastuinbouw nemen toe door de opkomst van de wk-installaties en de verkoop van elektriciteit. Daartegenover staat een reductie van de nationale CO₂-emissie. Deze op het oog tegenstrijdige ontwikkeling komt doordat de IPCC-methode alleen het gebruik van fossiele brandstof in beschouwing neemt en niet de in- en verkoop van energie. De CO₂-emissie volgens de IPCC-methode heeft daardoor inhoudelijke beperkingen als maatstaf voor de milieubelasting c.q. de milieuprestaties van een sector of een bedrijf. Beter is hiervoor het primaire brandstofverbruik te gebruiken.

De CO₂-emissie volgens de IPCC-methode past wel bij de CO₂-emissiehandel volgens het European Emission Trade System (EU ETS), waar de grote glastuinbouwbedrijven aan meedoen. De deelnemers aan dit systeem verkopen rechten in de situatie met een overschot en kopen rechten bij een tekort. De in- en verkoop van elektriciteit en warmte tellen door de IPCC-methode niet mee bij de CO₂-emissie van de consumerende partij. De kosten voor de emissierechten die samengaan met de productie van deze energievormen worden verdisconteerd in de prijs van deze energievormen.

Alle bedrijven - binnen en buiten de glastuinbouw - die deelnemen aan het EU ETS hebben gezamenlijk een totale CO₂-emissieruimte. Hierin zit ook de CO₂-emissie van de elektriciteitscentrales. Het is mogelijk dat de reductie van de CO₂-emissie die de wk-installaties van de glastuinbouw realiseren (2,2 Mton in 2011, paragraaf 2.2) binnen of buiten Nederland teniet wordt gedaan. Dit kan doordat de elektriciteitscentrales elektriciteit gaan exporteren of de elektriciteitscentrales de overgebleven emissierechten verkopen en er daardoor elders meer emissie plaatsvindt. Dit effect wordt veroorzaakt doordat op EU-niveau geen afspraken zijn gemaakt over correcties van ETS- en niet-ETS-plafonds bij verschuivingen van elektriciteitsproductie tussen ETS- en niet-ETS-deelnemers.

Duurzame energie



3

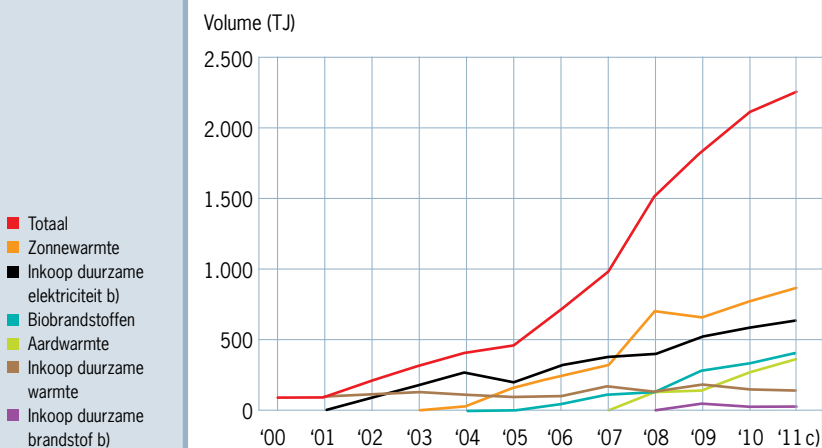
3.1 Vormen

In 2011 werden zes vormen van duurzame energie in de glastuinbouw toegepast (tabel 3.1). De grootste bron was zonne-energie (36%), gevolgd door inkoop van duurzame elektriciteit (26%), biobrandstoffen (15%) en aardwarmte (14%). Inkoop van duurzame warmte (7%) en duurzaam gas (1%) zijn de hekkensluiters. Bijna driekwart van de duurzame energie betreft warmte; elektriciteit vertegenwoordigt een kwart.

Zonne-energie betreft de herwinning van warmte. Door de glastuinbouw wordt ook zonne-electriciteit opgewekt. Deze elektriciteit wordt echter niet in de sector aangewend, maar verkocht en telt dus niet mee bij het aandeel duurzaam. Dit geldt ook voor een deel van de geproduceerde elektriciteit uit wk-installaties op biobrandstof. De verkoop van energie telt wel mee bij de transitiepaden (hoofdstuk 5).

De groei van het gebruik van duurzame energie zat in 2011 bij de opties aardwarmte, biobrandstoffen, zonne-energie en inkoop duurzame elektriciteit (figuur 3.1). Bij de overige opties is het gebruik stabiel.

Tabel 3.1 Toepassing van duurzame energievormen in de glastuinbouw in 2011 d)						
Duurzame energievorm	Bedrijven a)	Areaal a)	Warmte	Elektriciteit	Totaal	Aandeel
	aantal	ha	TJ	GWh	TJ	%
Aardwarmte	3	39	311	0	311	14
Biobrandstof	25	122	340	4	353	16
Zonne-energie	61	224	810	0	810	36
Inkoop duurzame gas	- c)	- c)	32	-	32	1
Inkoop duurzame elektriciteit	- c)	- c)	-	162	583	26
Inkoop duurzame warmte	7	31	154	-	154	7
Totaal	94 b)	397 b)	1.646	166	2.243	100
a) Peildatum eind 2011.						
b) Van bedrijven met meerdere vormen van duurzame energie op een bedrijfslocatie zijn het aantal bedrijven en het areaal eenmaal meegenomen bij de sommatie.						
c) Cijfers niet bekend.						
d) Cijfers 2011 voorlopig.						

Figuur 3.1
Gebruik van de afzonderlijke vormen van duurzame energie in de glastuinbouw per jaar a)


- a) Peildatum eind van het jaar.
 b) Via het openbaar net.
 c) Cijfers 2011 voorlopig.

Productie en inkoop

Het gebruik van duurzame energie omvat de productie en inkoop door glastuinbouwbedrijven (figuur 3.2). Net als in de voorafgaande drie jaren werd in 2011 twee derde van de toegepaste duurzame energie door glastuinbouwbedrijven geproduceerd (aardwarmte, biobrandstoffen en zonne-energie). Een derde werd ingekocht.

Duurzame warmte wordt voor 89% geproduceerd. Duurzame elektriciteit wordt bijna helemaal (98%) ingekocht.

3.2 Achtergronden

Bedrijven, areaal en gemiddelde bedrijfsomvang

In 2011 steeg het aantal bedrijven dat duurzame energie toepast naar 94 en het areaal naar 397 ha (figuur 3.3). De gemiddelde bedrijfsgrootte ligt hiermee op 4,2 ha. Dit is duidelijk groter dan het gemiddelde glastuinbouwbedrijf (2-3 ha). Overigens worden bijna alle vormen van duurzame energie toegepast op zowel grote als kleine bedrijven. Uitzondering hierop is aardwarmte, die alleen toepassing vindt op relatief grote bedrijven.

De gemiddelde bedrijfsgrootte met duurzame energie is kleiner dan in 2010 (4,6 ha). Dit komt doordat in 2011 een aantal vooral kleine, gespecialiseerde bedrijven duurzame energieprojecten in gebruik namen. Deze bedrijven telen vooral gewassen met een klein

Figuur 3.2

Aandeel productie en inkoop in de toepassing van duurzame energie in de glastuinbouw per jaar a)

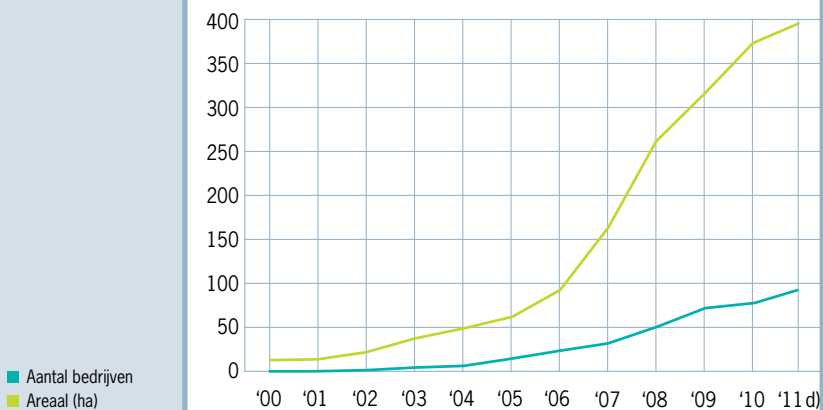


a) Peildatum eind van het jaar.

b) Cijfers 2010 voorlopig.

Figuur 3.3

Areaal en aantal bedrijven met duurzame energie in de glastuinbouw per jaar a) b) c)



a) Peildatum eind van het jaar.

b) Exclusief de inkoop van duurzame energie via het openbaar net.

c) Bedrijven met meerdere vormen van duurzame energie zijn eenmaal opgenomen in het totaal.

d) Cijfers 2011 voorlopig.

aandeel in het totaal areaal glastuinbouw. Het betreft voornamelijk houtketels en projecten met herwinning van zonnewarmte.

In de subsector potplanten zijn het aantal bedrijven en het areaal dat duurzame energie toepast het grootste (tabel 3.2). Het aantal is het minst bij de groente en het areaal is het minst bij de bloemen.

De hoge penetratiegraad bij potplanten is te verklaren door de noodzakelijke gewas-coeling bij Phalaenopsis. Met behulp van warmtepompen en aquifers vullen deze bedrijven een deel van hun warmtevraag duurzaam in door herwinning van zonnewarmte. Bij snijbloemen wordt op een groter areaal belichting toegepast en bij de groente wordt meer CO₂ gedoseerd; dit maakt de inpassing van duurzame energietechnieken in deze subsectoren complexer.

In de subsector bloemen gebruiken relatief veel kleine bedrijven een warmtepomp of een ketel op biobrandstoffen. Het grotere areaal met toepassing van duurzame energie bij de groente hangt samen met de grote gemiddelde bedrijfsomvang in deze subsector.

Tabel 3.2		Aantal bedrijven en areaal met toepassing van duurzame energie per subsector per eind 2011 a) b) c)			
		Bloemen	Groente	Potplanten	Totaal
Bedrijven	aantal	31	22	43	94 b)
Areaal	ha	73	162	180	397 b)
Gemiddelde bedrijfsomvang	ha	2,4	7,4	4,2	4,2
a) Bedrijven en areaal met meerdere vormen van duurzame energie op een bedrijfslocatie tellen eenmaal mee.					
b) Exclusief bedrijven die duurzaam gas en/of duurzame elektriciteit inkopen via het openbaar net.					
c) Cijfers 2011 voorlopig.					

Gebruik per m² elektriciteitsconsumptie

Door de glastuinbouw werd in 2011 1,8% van de energiebehoefte gedekt door duurzame energie, terwijl op bijna 4% van het areaal duurzame energie wordt toegepast. Dit verschil komt door de beperkte omvang van het gebruik van duurzame energie per m². Het gebruik van duurzame warmte per m² is al enkele jaren min of meer stabiel. In 2011 bedroeg dit gemiddeld 0,39 GJ per m² (tabel 3.3). Dit komt overeen met circa 12 m³ aardgas equivalenten per m². Ter vergelijking: vanuit aardgasgestookte wk's wordt globaal twee keer zo veel warmte per m² toegepast.

Glastuinbouwbedrijven met duurzame energie gebruiken ook niet-duurzame energie. Dit betreft vooral de perioden in het jaar waarin het vermogen van de duurzame energiebron onvoldoende is, als de variabele kosten van duurzame energie hoger liggen dan die van niet-duurzame en als productie van CO₂ uit niet-duurzame energie nodig is. Er zijn ook bedrijven die naast een duurzame energiebron een aardgasgestookte wk-installatie gebruiken.

Voor het realiseren van de duurzame energiedoelstelling (20% in het jaar 2020) is het van belang dat meer bedrijven duurzame energie toepassen en dat het gebruik per m² toeneemt.

Er zijn grote verschillen tussen het gebruik per m² van de verschillende bronnen van duurzame warmte. Hoewel twee van de drie bedrijven met aardwarmte technische problemen hadden met de bron, is dit de duurzame energievorm waar per m² de meeste duurzame warmte wordt toegepast. Dit komt door de permanente beschikbaarheid van een relatief groot warmtevermogen en de externe invulling van de CO₂-vraag. Bij bio-brandstoffen is het gebruik per m² relatief laag. Dit komt enerzijds door de vermogensstaffeling¹ in de milieuwetgeving. Anderzijds gebruiken relatief veel extensieve bedrijven met een relatief lage energievraag per m² een ketel met biobrandstof. Zonne-energie wordt hoofdzakelijk toegepast op bedrijven met gewaskoeling. De koudevraag bepaalt hier de hoeveelheid beschikbare duurzame warmte.



Boren naar aardwarmte op een glastuinbouwbedrijf

¹ Er gelden verschillende eisen voor biomassa-stookinstallaties voor vermogens tot 0,5 MW, tot 5 MW en installaties groter dan 5 MW.

Tabel 3.3 Toepassing duurzame warmte per m² en het elektriciteitsgebruik per duurzame warmtebron in 2011 a) b)

Duurzame warmtebron	Bedrijven	Warmte	Elektriciteitsgebruik
	aantal	GJ/m ²	kWh/GJ
Aardwarmte	3	0,80	9
Biobrandstof	25	0,28	11
Zonne-energie	60	0,36	76 b)
Inkoop duurzame warmte	7	0,50	6
Gemiddeld		0,39	43

a) Gebaseerd op bedrijven die gedurende geheel 2011 een duurzame warmtebron in gebruik hadden.

b) Dit is exclusief de elektriciteit die nodig is voor de koeling.

c) Cijfers 2011 voorlopig.

Duurzame energie en elektriciteitsconsumptie

Voor de productie van duurzame energie is ook energie nodig. Installaties draaien niet vanzelf en de warmte moet worden afgegeven in de kassen. Meestal vergt de energieconsumptie door de duurzame bron elektriciteit, soms ook warmte. Tabel 3.3 geeft een schatting van het gemiddelde elektriciteitsgebruik per duurzame energiebron. Dit loopt uiteen van 6 tot 76 kWh per GJ warmte. Hierbij valt op dat de winning van zonnewarmte veel elektriciteit kost. Dit komt vooral door het opwaarden, verpompen en opslaan van de koelwarmte aan de productiekant en het afgeven van laagwaardige warmte in de kasverwarming.

Warmtekrachtkoppeling en elektriciteitsbalans



4.1 Inleiding

Bij warmtekrachtkoppeling (wkk), oftewel de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit, wordt een belangrijk deel van de warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit nuttig gebruikt. Dit in tegenstelling tot de productie van elektriciteit door centrales. Hierbij wordt minder dan de helft van de brandstof omgezet in elektriciteit. Het resterende deel gaat verloren als afvalwarmte. De glastuinbouw gebruikt zowel decentrale als centrale wkk.

Decentrale wkk betreft het gebruik van wk-installaties op individuele bedrijven. Hierbij worden installaties van glastuinbouwbedrijven en van energiebedrijven onderscheiden. Bij wk-installaties van glastuinbouwbedrijven is de exploitatie in handen van tuinders. Deze installaties draaien overwegend op aardgas en in beperkte mate op biobrandstof. De geproduceerde elektriciteit wordt deels gebruikt door de glastuinbouwbedrijven en deels verkocht op de elektriciteitsmarkt. De vrijkomende warmte wordt grotendeels toegepast voor de teelt (Smit et al., 2008) en bij een incidenteel project verkocht buiten de glastuinbouw. De rookgassen worden deels nuttig toegepast voor CO₂-bemesting van de gewassen.

De wk-installaties van energiebedrijven staan doorgaans ook op of bij glastuinbouwbedrijven, maar worden geëxploiteerd door de energiebedrijven. De geproduceerde warmte en eventueel CO₂ wordt geleverd aan de glastuinbouw. Voor de glastuinbouwbedrijven betreft dit dus inkoop van warmte en eventueel CO₂.

Centrale wkk heeft betrekking op elektriciteitscentrales waarvan de glastuinbouw restwarmte en eventueel CO₂ afneemt.

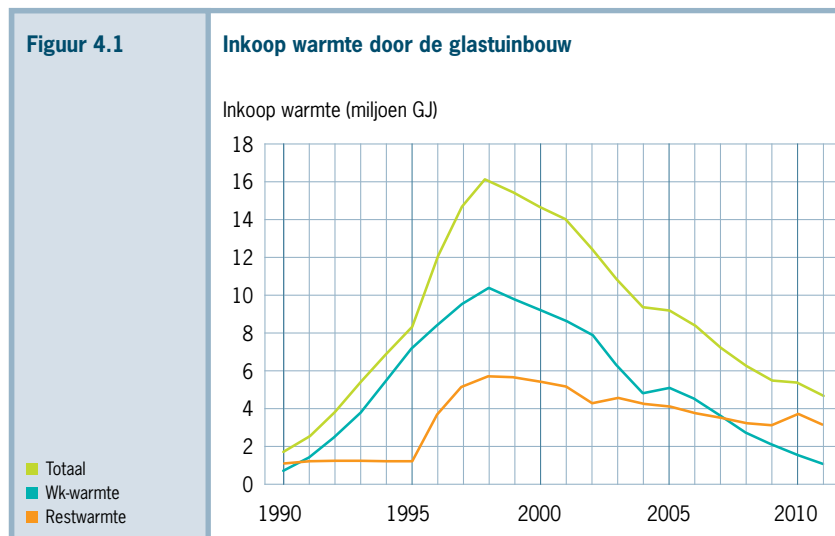
De exploitatie van wk-installaties door glastuinbouwbedrijven is van invloed op de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw. Naast de verschillende vormen van wkk wordt ook deze balans hier behandeld. De glastuinbouw koopt ook duurzame warmte afkomstig van wk-installaties op biobrandstof van derden en gebruikt zelf ook wk-installaties op biobrandstof. Dit betreft duurzame energie en is behandeld in hoofdstuk 3.

4.2 Inkoop warmte

Het vermogen van wk-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven neemt af (figuur 4.2), omdat installaties uit gebruik worden genomen of door tuinders zijn overgenomen. Begin 2012 was het vermogen 62 MW_e, terwijl er in het begin van de 21e eeuw nog ruim 500 MW_e in gebruik was. Dit brengt een vermindering van de hoeveelheid ingekochte wk-warmte met zich mee. Deze daalt eveneens vanaf het einde van de vorige eeuw, maar minder sterk dan die van wk-warmte. In 2010 nam dit toe door de lage buitentemperatuur en een nieuw restwarmteproject in Terneuzen. Vanaf 2009 is de hoeveelheid restwarmte groter dan de wk-warmte.

De totale inkoop van warmte daalt sinds 1998 (figuur 4.1). Was het aandeel in het totale energiegebruik toen nog bijna 12%, in 2011 bedroeg dit minder dan 4%. Deze ontwikkeling is het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, waardoor de marginale prijs voor aardgas en daardoor de opbrengst van warmte voor de verkopende partij daalde. Bovendien concurreert warmte-inkoop met de exploitatie van eigen wk-installaties door tuinders.

De verminderde warmte-inkoop heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de CO₂-emissie en de energie-efficiëntie. De reductie van het primaire brandstofverbruik door de inkoop van warmte is in 2011 teruggelopen tot minder dan 100 miljoen m³ a.e. (figuur 4.4). De inkoop van warmte droeg in 2011 1 procentpunt bij aan de verbetering van de energie-efficiëntie en beperkte de CO₂-emissie met 0,3 Mton (bijlage 5). Als de vermindering van warmte-inkoop vanaf 1998 niet was opgetreden, dan zouden de energie-efficiëntie in 2011 zo'n 5 procentpunten beter en de totale CO₂-emissie 0,9 Mton



lager zijn geweest. Er zouden dan wel minder wk-installaties door de tuinders in gebruik zijn, waardoor het positieve effect van deze optie kleiner zou zijn.

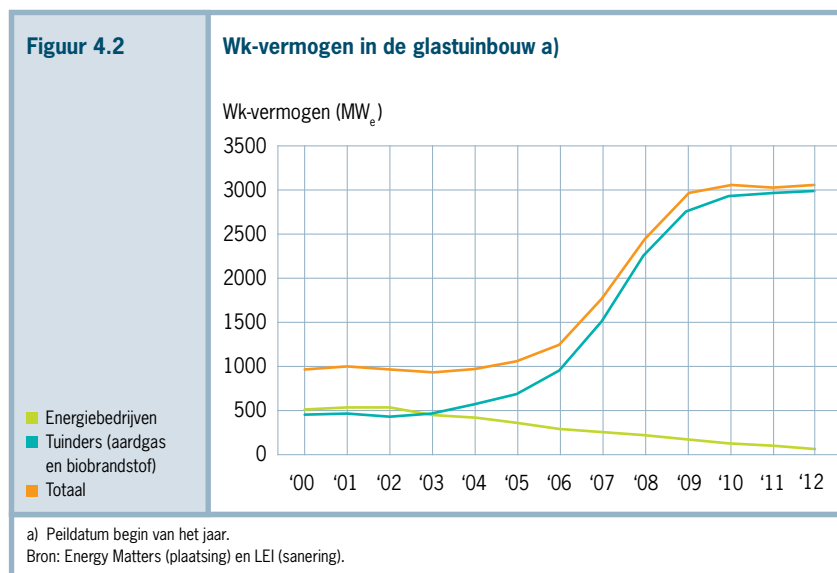
4.3 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven

Vermogen en aardgasverbruik

Het vermogen van wk-installaties van tuinders is sinds 2003 sterk toegenomen en groeit nog steeds (figuur 4.2). De sterkste groei zat in de jaren 2006 en 2007. Vanaf 2008 nam de groei af. Begin 2012 bedroeg het vermogen bijna 3.000 MW_e. Voor een klein deel daarvan (6 MW_e) wordt biobrandstof gebruikt (hoofdstuk 3). Het totale vermogen komt grofweg overeen met vijf grote elektriciteitscentrales. Door de sterke opmars van wk-installaties zijn het aardgasverbruik en de hoeveelheid verkochte elektriciteit sterk gestegen en is de elektriciteitsinkoop gedaald (figuur 4.3). In 2011 werd circa 78% van het aardgasverbruik in de glastuinbouw gebruikt in wk-installaties van tuinders.

Gebruik elektriciteit en gebruiksduur installaties

De geproduceerde elektriciteit wordt deels gebruikt op glastuinbouwbedrijven en deels verkocht op de elektriciteitsmarkt. De verkoop vindt vooral overdag en doordeweeks plaats, wanneer de prijs hoger is (plateau-uren). Bovendien hebben de gewassen juist overdag behoefte aan CO₂, waarin de gereinigde rookgassen van de wk-installatie kunnen voorzien. De geproduceerde warmte wordt deels direct gebruikt en deels opgeslagen





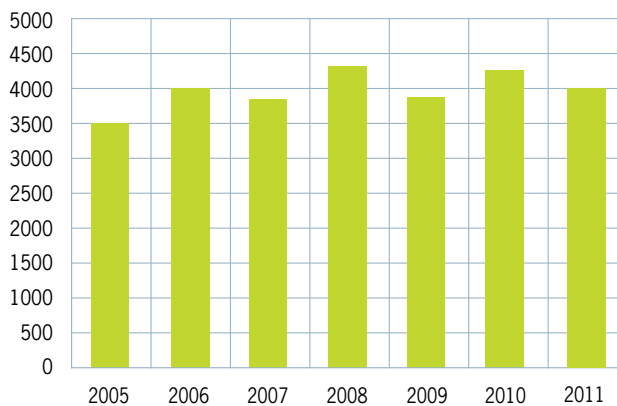
Wk-installatie

voor gebruik in de nacht en het weekend. Er worden elektriciteitsprijzen overeengekomen voor zowel lange als korte termijn. Hierdoor krijgen ondernemers te maken met vaste en variabele prijzen en hanteren zij verschillende strategieën voor de inzet van wk-installaties.

Figuur 4.3

**Globale gemiddelde gebruiksduur wk-installaties
tuinders per jaar**

Gebruiksduur (uur/jaar)



Het voorgaande uit zich in verschillen in gebruiksduur van de wk-installaties tussen bedrijven en tussen jaren, wat van invloed is op de elektriciteitsbalans. In 2008 was de gemiddelde gebruiksduur met ruim 4.300 uur het hoogste (figuur 4.3). In 2010 nam de gebruiksduur iets toe en in 2011 daalde de gebruiksduur tot circa 4.000 uur. Dit is 7-8% korter dan in 2008. Deze ontwikkeling hangt vooral samen met de verhouding tussen de (gerealiseerde) aardgas- en elektriciteitsprijzen (spark spread) (paragraaf 4.5). Ook de buitentemperatuur is van invloed; bij een lagere buitentemperatuur is de warmtevraag groter en zijn de wk-installaties langer inzetbaar. Dit was in 2010 het geval.

Relatief vermogen en areaal

Wk-installaties van tuinders hebben uiteenlopende vermogens. Dit is vooral afhankelijk van de warmte-intensiteit (warmtevraag per m² kas) en van de mate waarin CO₂ wordt gedoseerd. Bovendien worden op grote bedrijven vaak meerdere installaties en een groter totaal elektrisch vermogen per m² kas gebruikt om flexibel in te kunnen spelen op de uren met de hoogste elektriciteitsprijzen. In combinatie met de voortgaande schaalvergroting nam het gemiddelde elektrisch vermogen per m² kas op bedrijven met een wk-installatie toe. In 2011 lag dit tussen de 40 en 45 W_e per m² kas. Wk-installaties (aardgas en biobrandstof) van tuinders waren begin 2012 in gebruik op ruim 7.000 ha, 70% van het totale areaal glastuinbouw.

Reductie primair brandstofverbruik

De reductie van het primaire brandstofverbruik door wk-installaties van de tuinders lag in 2005 met zo'n 370 miljoen m³ a.e. iets boven de reductie door inkoop van warmte

Figuur 4.4

Besparing primair brandstofverbruik door de inkoop van warmte en het gebruik van wk-installaties door tuinders

Primair brandstof (miljoen m³ a.e./jaar)



(figuur 4.4). In de periode 2005-2008 steeg de reductie door wk-installaties tot meer dan 1.300 miljoen m³ a.e. per jaar. Na 2008 liet deze reductie beperkte schommelingen zien. In 2011 bedroeg de reductie circa 1,25 miljard m³ a.e.. Per m² is dit ruim 12 m³ a.e. Deze reductie resulteert in een positief effect op de energie-efficiëntie van 19 procentpunten.

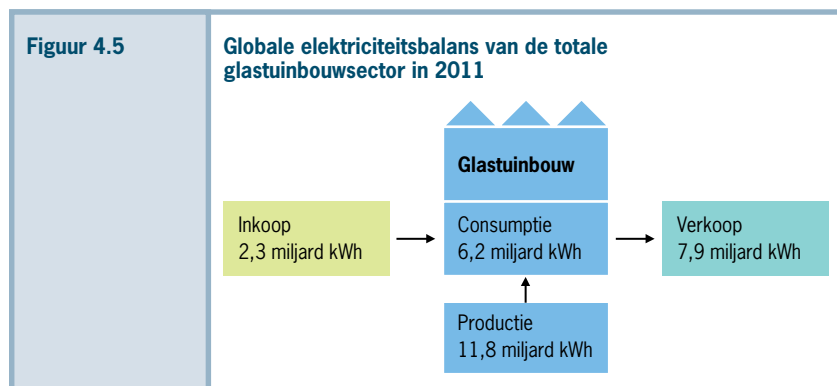
4.4 Elektriciteitsbalans glastuinbouw

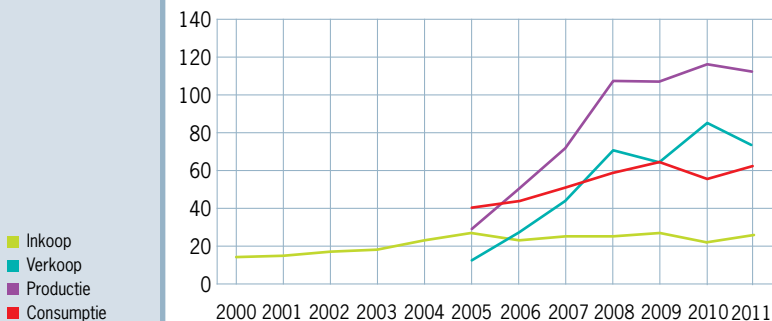
Elektriciteitsbalans

Door de exploitatie van wk-installaties door glastuinbouwbedrijven en het intensiveringsproces verandert de elektriciteitsbalans (figuur 4.5 en bijlage 3). De elektriciteitsproductie nam tot 2010 toe tot ruim 12 miljard kWh. Ondanks de beperkte vermogenstoename nam de productie in 2011 iets af tot zo'n 11,8 miljard kWh. Dit werd veroorzaakt door een iets kortere gebruiksduur. Voor de gehele glastuinbouw kwam de productie in 2011 uit op gemiddeld 115 kWh per m² kas. Uitgedrukt in de totale elektriciteitsconsumptie in Nederland bedraagt de productie door de glastuinbouw bijna 10%.

In 2000 kocht de glastuinbouw 1,5 miljard kWh elektriciteit in en verkocht de sector 0,3 miljard kWh. In 2011 was dit respectievelijk 2,3 en 7,9 miljard kWh. De netto-elektriciteitsinkoop (saldo inkoop minus verkoop) wijzigde van plus 1,2 naar minus 5,6 miljard kWh. Sinds 2006 is de elektriciteitsverkoop groter dan de inkoop en is de glastuinbouw netto leverancier van elektriciteit. De verkoop kwam in 2011 0,8 miljard kWh lager uit dan in 2010 door de wat lagere productie en een wat hoger eigen verbruik.

De nettoverkoop van 5,6 miljard kWh (7,9 minus 2,3) in 2011 komt overeen met het elektriciteitsgebruik van 1,7 miljoen huishoudens. Uitgaande van de brutoverkoop van circa 7,9 miljard kWh zijn dit 2,4 miljoen huishoudens. Afgezet tegen het totale aantal huishoudens in Nederland is dit respectievelijk 23 en 32%.



Figuur 4.6**Inkoop, verkoop, productie en consumptie van elektriciteit door de glastuinbouw a)**Electriciteit (kWh/m²)

a) De productie en de consumptie tot 2005 zijn niet bekend.

Elektriciteitsconsumptie

De elektriciteitsconsumptie oftewel het daadwerkelijke gebruik in de sector bedroeg in 2011 naar schatting 6,2 miljard kWh (figuur 4.5). Dit is ruim 5% van de nationale consumptie. De consumptie nam in de periode 2006-2009 toe. In 2010 nam de consumptie af en in 2011 trad wederom groei op (figuur 4.6). De dip in de groei in 2010 hangt wellicht samen met de economische crisis en de hiermee samenhangende verslechterde bedrijfsresultaten in de glastuinbouw (De Bont et al., 2011).

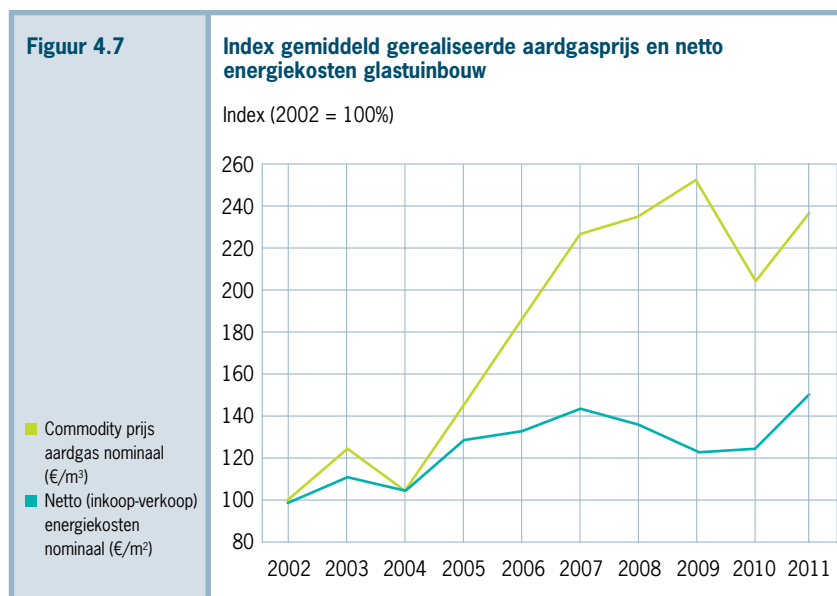
De elektriciteitsconsumptie bestaat in 2011 voor 37% uit inkoop en voor 63% uit eigen productie met wk-installaties. De consumptie van de eigen productie is in de jaren 2005-2008 gegroeid. Na 2008 is de verhouding min of meer stabiel. In 2005 bestond de consumptie voor 37% uit eigen productie. De glastuinbouw is dus in sterkere mate in de eigen elektriciteitsconsumptie gaan voorzien. Deze ontwikkeling komt vooral door de toename van het gebruik van wk-installaties. Ook het afnemende verschil tussen de elektriciteitsprijzen in de plateau- en daluren en de toename van de dienstenkosten voor elektriciteitsinkoop is van invloed. Door dit laatste wordt de inkoop duurder.

4.5 Wk-installaties en energiekosten**Energiekosten en wk-installaties**

Naast het effect op de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie heeft de grootschalige toepassing van wk-installaties invloed op de energiekosten in de glastuinbouw (figuur 4.7). Tot 2004 bewogen de netto-energiekosten per m² mee met de aardgasprijs. Vanaf 2004 steeg de gerealiseerde gasprijs sterk en in 2009 was deze ruim 150% hoger dan in

2002.¹ De netto-energiekosten (inkoop minus verkoop) stegen tot 2009 slechts met 20%. De glastuinbouw heeft in de periode 2004-2009 met de wk-installaties de toename van de (netto-)energiekosten kunnen beperken. Tegenover de lagere netto-energiekosten stonden wel hogere kapitaalkosten (afschrijving en rente) en onderhoudskosten.

Sinds 2010 ziet het beeld er wat anders uit. In 2010 daalde de aardgasprijs, terwijl de netto-energiekosten vrijwel gelijk bleven. In 2011 nam de gasprijs weer toe en werden de netto-energiekosten ook hoger. Dit wordt veroorzaakt door de stijgende aardgasprijs en de dalende verkoopprijzen voor elektriciteit. Met andere woorden: de spark spread - het verschil tussen elektriciteitsprijs en aardgasprijs - is kleiner geworden. Dit uitte zich ook in de wat kortere gebruiksduur van de wk-installaties (paragraaf 4.3).



¹ Dit betreft de gemiddelde werkelijk betaalde aardgasprijzen door de glastuinbouw en dus niet de variabele dagprijzen; het verschil hiertussen wordt veroorzaakt door langere-termijncontracten.

Transitiepaden

Kas als Energiebron



5.1 Inleiding

Het programma KaE omvat zeven transitiepaden, gericht op vermindering van de energievraag (Teeltstrategieën en Licht), het produceren van duurzame energie (Zonne-energie, Aardwarmte en Biobrandstoffen), het efficiënter inzetten van fossiele brandstof (wk-installaties) en de inkoop van Duurzame(re) CO₂.

Duurzaam en efficiënter geproduceerde energie wordt door de glastuinbouw zowel zelf gebruikt als verkocht aan partijen buiten de sector. De effecten van deze verkoop op het primaire en fossiele brandstofverbruik behoren tot de effecten van de transitiepaden. Efficiënter en duurzaam geproduceerde energie wordt door de glastuinbouw ook ingekocht. Dit behoort niet tot de transitiepaden.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de transitiepaden, het gebruik daarvan en de effecten op de CO₂-emissie van de glastuinbouw (fossiel brandstof) en op de nationale CO₂-emissie (primaire brandstof). De inkoop van duurzame(re) energie is behandeld in hoofdstuk 3 (duurzame energie) en in hoofdstuk 4 (wkk). Het totaaloverzicht van de inkoop van duurzame(re) energie is weergegeven in bijlage 5.

5

5.2 Totaalbeeld transitiepaden

De sterkste ontwikkeling vond plaats op het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit. In 2011 werden op zo'n 7.000 ha wk-installaties op aardgas van tuinders toegepast, oftewel 70% van het totaal areaal glastuinbouw. Daarnaast produceren zo'n 90 bedrijven met bijna 400 ha kassen duurzame energie via de paden Zonne-energie, Aardwarmte en Biobrandstoffen. De bijdrage van de paden naast Duurzame(re) elektriciteit is echter nog beperkt. De wk-installaties concurreren met duurzame energie, wat de groei van deze transitiepaden remt.

De totale nationale reductie van de CO₂-emissie (op basis van primaire brandstof) door de genoemde vier transitiepaden bedroeg in 2011 zo'n 2,3 Mton en kwam voor 97% (ruim 2,2 Mton) voort uit de wk-installaties op aardgas van tuinders (tabel 5.1). In 2010 lag de nationale reductie door deze wk-installaties op 2,4 en in 2009 op 2,2 Mton. Deze verschillen hangen naast de ontwikkeling van het vermogen samen met de

Tabel 5.1 Stand van zaken per transitiepad in 2011			
Transitiepad	Stand 2011 a)		
	Aantal bedrijven	Areaal (ha)	CO₂-reductie (Mton)
Reductie energievraag			
Teeltstrategieën; luchtbehandeling	18	91	#
Natuurlijk licht; diffuus glas	14	45	#
Belichting; led-verlichting	20	3	#
Duurzame energiebronnen			
Zon-warmte	61	224	0,015
Zon-elektrisch	1	8	< 0,001
Aardwarmte	3	39	0,016
Biobrandstof-ketel	21	77	0,009
Biobrandstof-wk	4	45	0,019
Efficiëntie inzet fossiele brandstof			
Wk-tuinder (aardgas)	-	6,981	2,2
Overige			
Inkoop CO ₂	0,5 Mton b)		#
Totaal	-	-	2,30
a) Het aantal bedrijven en het areaal betreft de stand per eind 2011 en de reductie van de CO ₂ -emissie de nationale reductie.			
b) Bij inkoop CO ₂ is vermeld de hoeveelheid die is ingekocht.			
# geen onderdeel van de monitor; - cijfers niet bekend.			

wisselende gebruiksduur van de installaties. De gebruiksduur van de wk-installaties was in 2011 korter dan in 2010 (paragraaf 4.3).

De reductie van de nationale CO₂-emissie door de genoemde duurzame energiebronnen ligt voor alle drie tussen 15 en 25 kton (tabel 5.1). Wat opvalt is dat de drie bedrijven met aardwarmte ongeveer evenveel bijdragen aan de reductie als de 61 bedrijven met zonnewarmte. De 25 bedrijven met biobrandstof (ketel en wk) dragen ruim 1,5 keer zoveel bij aan de reductie.

De glastuinbouw kocht in 2011 ruim 0,5 Mton CO₂ in van derden. De overige paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (led-verlichting) werden in 2011 toegepast op respectievelijk 91 ha op 18 bedrijven, 45 ha op 14 bedrijven en 3 ha op 20 bedrijven. De penetratiegraad van deze drie transitiepaden groeide in 2011 flink (bijlage 4).

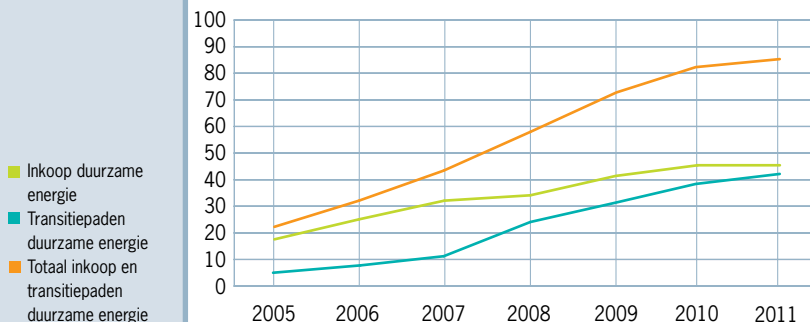
Besparing primair brandstof

De ontwikkeling van de primaire brandstofbesparing door de transitiepaden voor productie van duurzame energie (herwinning zonnewarmte, aardwarmte en biobrandstof) en de inkoop van duurzame energie (elektriciteit, warmte en groen gas) is weergegeven in figuur 5.1. Zowel de besparing door de transitiepaden als de besparing door inkoop van duurzame energie kwam in 2011 uit op meer dan 40 miljoen m³ a.e. De gezamenlijke reductie bedraagt in 2011 zo'n 85 tot 90 miljoen m³ a.e.

Figuur 5.1

Besparing primair brandstofverbruik productie duurzame energie a) en inkoop van duurzame energie b)

Primair brandstof (miljoen m³ a.e./jaar)



a) Dit betreft de transitiepaden herwinning zonnewarmte, aardwarmte en biobrandstof.

b) Dit betreft de inkoop van groene elektriciteit, warmte en gas.

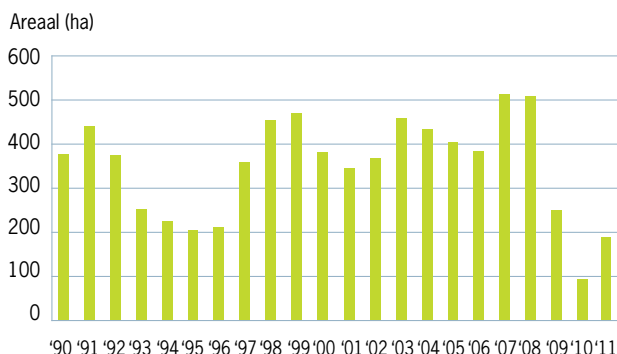
Nieuwe kassen

Het gebruik van de opties binnen de transitiepaden is sterk gekoppeld aan het in gebruik nemen van nieuwe kassen. Dit geldt vooral voor de transitiepaden die in kassen toepassing vinden, zoals Teeltstrategieën, Natuurlijk licht en Belichting. Nieuwe kassen besparen door hun betere isolatie zelf ook energie. Bovendien hebben nieuwe kassen - los van de opties binnen het pad Natuurlijk licht - vaak een hogere lichttransmissie, wat gunstig is voor de fysieke productie. De mate van nieuwbouw is dus van grote betekenis voor de verbetering van zowel de energie-efficiëntie als de CO₂-emissie.

In de periode 1997-2008 is veel nieuwbouw gerealiseerd (figuur 5.2). Gemiddeld werden in deze periode 429 ha kassen per jaar gebouwd en is de helft van het kassenbestand vernieuwd. De laatste drie jaar is het areaal nieuwbouw met gemiddeld minder dan 200 ha per jaar duidelijk lager. In 2010 werd er zelfs minder dan 100 ha gebouwd. Deze ontwikkeling hangt samen met de slechte bedrijfsresultaten in de glastuinbouw in de afgelopen jaren en remt de toepassing van de transitiepaden en de ontwikkeling van de energie-indicatoren in de gewenste richting.

5.3 Achtergronden, toepassing en reductie CO₂-emissie per pad

In deze paragraaf wordt per transitiepad een korte inhoudelijke toelichting gegeven en wordt de mate van gebruik en de bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie behandeld. De resultaten zijn vermeld in bijlage 4. In deze bijlage is per transitiepad vermeld op hoeveel bedrijven of op welk areaal een optie wordt toegepast of wat het vermogen of de

Figuur 5.2**Areaal nieuwe kassen per jaar**

hoeveelheid bedraagt. Een transitiepad kan meerdere opties omvatten. Indien relevant is het resultaat per pad opgesplitst.

Naast de penetratiegraad vermeldt bijlage 4 ook de reductie van de CO₂-emissie door het transitiepad, zowel op basis van de IPCC-methode als op basis van het primaire brandstofverbruik. De IPCC-methode toont het effect op het fossiele brandstofverbruik c.q. de CO₂-emissie binnen de glastuinbouw. Bij het primaire brandstofverbruik wordt ook rekening gehouden met effecten buiten de glastuinbouw, zoals extra elektriciteitsverbruik en verkoop van energie (elektriciteit en warmte). De laatste methode resulteert in de nationale reductie (zie ook paragraaf 1.1 en bijlage 1). Bij de paden Teeltstrategieën, Licht en Duurzame(re) CO₂ ontbreken resultaten over de reductie van de CO₂-emissie. Deze kwantificering vindt niet plaats in de Energiemonitor Glastuinbouw.

1. Teeltstrategieën

Achtergronden

Dit transitiepad is gericht op de vermindering van de energievraag op basis van nieuwe teeltstrategieën. Rondom de energievraag van de teelt zijn vele veranderingen mogelijk. Deze kunnen tot zowel een toename als een vermindering van de energievraag leiden.

De toename van de energievraag betreft intensivering door bijvoorbeeld belichting, koeling, luchtcirculatie en bevochtiging (paragraaf 1.2). Dit vindt vooral plaats om de klimaatomstandigheden en de productie in de kas verder te optimaliseren. De energievraag is te verlagen met bijvoorbeeld energieschermen, verminderde ventilatie via de luchtra-men, vochtbeheer en temperatuurintegratie.

Onder teeltstrategieën wordt verstaan het anders regelen van het kasklimaat - waaronder temperatuur, vochtigheid en CO₂-gehaltes - waarbij het gewas centraal staat. Dit is een complexe materie. 'Het Nieuwe Telen' bundelt de kennis van traditioneel verwarmde teelten met ervaring uit het geconditioneerd telen in een semi-gesloten kas (transitiepad 3; Zonne-energie) en verbindt die kennis met kennis uit de natuurkunde en de plantenfysiologie. Innovatieve technieken spelen daarbij een belangrijke rol.

De monitor van dit pad betreft de optie luchtbehandeling. Luchtbehandeling betreft de aanzuiging van buitenlucht en de afvoer van vochtige kaslucht met luchtbehandelingskasten. Hierdoor wordt het vocht niet alleen passief via de luchtramen, maar ook gecontroleerd afgevoerd. Bij de luchtbehandeling kan er ook warmte worden overgedragen van uitgaande warme kaslucht naar binnenkomende koudere buitenlucht.

Luchtbehandeling kost in beginsel energie, namelijk elektriciteit voor de ventilatoren. De reductie van de energievraag moet daarom komen uit het intensiever gebruik van het energiescherm, het niet of minder gebruiken van een minimum buistemperatuur en de overdracht van warmte tussen uit- en ingaande lucht. Door de gecontroleerde vochtafvoer kan het energiescherm langer gesloten blijven en is het gebruik van een 'minimum buis' te beperken. Ook kunnen er dubbele en/of zwaardere schermen met hogere isolatiewaarden worden gebruikt. Bovendien is verdere verbetering van het kasklimaat positief voor de opbrengsten in termen van hogere fysieke productie, betere kwaliteit, minder uitval, enzovoort.



Luchtbehandelingskasten in gevel



Dubbel scherm; een goede combinatie met luchtbehandeling

Toepassing

In 2011 werd op 91 ha, verdeeld over 18 bedrijven, luchtbehandeling met aanzuiging van buitenlucht toegepast. Dit is meer dan een verdrievoudiging ten opzichte van 2010; toen deze optie op 27 ha werd toegepast. Luchtbehandeling met buitenluchtaanzuiging komt voor in alle subsectoren, maar qua areaal vooral bij de groente. Luchtbehandeling met overdracht van warmte komt vrijwel niet voor.

2. Licht

Dit transitiepad betreft twee subpaden:

- a. het beter benutten van natuurlijk licht;
- b. efficiëntere belichting en het efficiënter inzetten van belichting.

Natuurlijk licht

Achtergronden

Dit subpad is gericht op het beter benutten van natuurlijk licht. Sinds er in kassen wordt geteeld is de lichttransmissie daarvan in ontwikkeling. Constructieonderdelen van kassen en installaties zijn kleiner geworden, hellingshoeken zijn geoptimaliseerd en glasmaten werden groter.

Recente ontwikkelingen zijn kasdekmaterialen met een gunstigere lichtverstrooiing, anti-reflectie en selectieve doorlating van licht, waarbij bewerkte glassoorten en coatings



Diffuus glas

een centrale plaats innemen. Diffuus glas verstrooit licht meer dan traditioneel glas en deze verstrooiing kan de productie positief beïnvloeden. Ook kan lichtverstrooiing leiden tot het minder wegschermen van direct zonlicht, wat de productie op indirecte wijze verbetert. In dit pad word diffuus glas gemonitord.

5

Toepassing

In 2011 werd er op 45 ha, verdeeld over 14 bedrijven, geteeld onder diffuus glas. Dit is meer dan een vertienvoudiging ten opzichte van 2010 (4 ha). Diffuus glas wordt vooral toegepast bij vruchtgroenten (39 ha). Bij de bloemen, potplanten en uitgangsmateriaal is het gebruik nog beperkt.

Belichting

Achtergronden

Dit subpad is gericht op efficiëntere belichting, zowel door efficiëntere lichtproductie als een efficiëntere inzetstrategie. Sinds belichting in de glastuinbouw wordt toegepast, zijn er verbeteringen doorgevoerd. Dit betreft betere lampen met een hogere lichtopbrengst en verbeteringen bij de distributie van de benodigde elektriciteit middels hogere voltages. Hierdoor is het elektriciteitsverbruik per eenheid licht verbeterd. Een volgende stap is het produceren van specifieke lichtsoorten (golflengten) met light emitting diodes (led-verlichting).



LED-verlichting in cellen

De monitor van dit pad is de toepassing van led-verlichting. Led-verlichting voor de glastuinbouw is nog volop in ontwikkeling, wat tot uiting komt in een groot aantal kleine praktijkprojecten.

Toepassing

Led-verlichting werd in 2011 toegepast op bijna 3 ha, verdeeld over ongeveer 20 bedrijven. Het gaat vooral om kleine projecten, maar gebruik op grotere schaal komt ook voor. Tien bedrijven passen led-verlichting toe als groeilicht in kassen ter vervanging van of in combinatie met natriumlampen, vier bedrijven gebruiken het voor cyclische belichting (daglengtesturing) en zes bedrijven gebruiken led lampen in klimaatcellen ter vervanging van tl-lampen.

De achterliggende jaren werden proefinstallaties zowel in als uit gebruik genomen. Nieuwe installaties worden vooral gebruikt voor bloeibeïnvloeding (cyclische belichting) en belichting tijdens de beworteling en opkweek van jonge planten.

3. Zonne-energie

Achtergronden

Dit transitiepad is gericht op het gebruik van zonne-energie voor verwarming en elektriciteitsopwekking.

Bij geconditioneerd telen in een (semi-)gesloten kas wordt de kaslucht of de grond waarin wordt geteeld, gekoeld. Gewaskoeling wordt toegepast om productiestijging, kwaliteitsverbetering of planningsvoordelen te realiseren. Bij bepaalde gewassen is koeling een teeltvoorwaarde.

Vrijkomende warmte uit de koeling is terug te winnen met een warmtepomp. Deze warmte is direct te gebruiken of wordt opgeslagen en later gebruikt voor verwarming. Opslag vindt plaats in bovengrondse tanks (dagopslag) en/of in ondergrondse aquifers (lange termijn).

De combinatie van warmtepomp en verschillende soorten opslag stelt bedrijven in staat om met bescheiden warmtepompvermogens toch met een groot vermogen te koelen. Hierdoor zijn deze bedrijven niet afhankelijk van de geschiktheid van een medium waaraan de koelwarmte kan worden afgegeven buiten het bedrijf, zoals buitenlucht of slootwater. Een ander aspect is dat bedrijven de grote koelvermogens kunnen toepassen binnen het wettelijk kader. Uit de kas onttrokken warmte mag immers niet altijd en overal geloosd worden.

De winning van elektriciteit vindt plaats met zonnecellen. Deze duurzame energievorm heeft geen directe relatie met de teelt.

Toepassing

De winning van zonnewarmte is toegenomen van 21 bedrijven in 2006 tot 61 bedrijven in 2011 (bijlage 4). De herwonnen warmte werd in 2011 toegepast op 224 ha. Doordat er in 2011 projecten in en uit gebruik zijn genomen, bleef het areaal gelijk. Er is één project met elektriciteitswinning via zonnecellen in de constructie van het kasdek. Deze zonne-elektriciteit wordt verkocht.

Tabel 5.2 Areaal en herwonnen warmte herwinning zonnewarmte naar subsector en onttrekkingsmedium per eind 2011 a)					
Subsector	Onttrekkingsmedium				Totaal
	Lucht		Bodem		
	Areaal	Herwonnen warmte	Areaal	Herwonnen warmte	
	ha	GJ/m²	ha	GJ/m²	ha
Bloemen	9	0,39	42	0,24	51
Groente	60	0,53	0	-	60
Potplanten	113	0,63	0	-	113
a) Voorlopige cijfers.					

Gemiddeld herwinnen de bedrijven in 2011 globaal dezelfde hoeveelheid zonnewarmte per m² als in 2010. De bedrijven die voor 2010 zonnewarmte gebruikten hebben in 2011 meer warmte herwonnen. Nieuwe projecten met zonnewarmte hebben minder koelvermogen en een kortere gebruiksduur.

De herwonnen zonnewarmte wordt voornamelijk toegepast bij potplantenbedrijven (113 ha, zie tabel 5.2). Bij bloemen (51 ha) zijn alle bedrijven met herwonnen zonnewarmte uit grondkoeling te vinden. Toepassing vindt ook plaats op groentebedrijven (60 ha). Het areaal met herwinning van warmte uit grondkoeling bedraagt 42 ha en heeft volledig betrekking op de teelt van Alstroemeria, Freesia en Amaryllis. Bij potplanten gaat het vooral om Phalaenopsis (103 ha). In 2011 is op meer dan 40% van het totaal areaal van deze vier gewassen zonnewarmte toepast. In de subsector groente zijn het vooral bedrijven met tomaat (55 ha). De toepassing in de groenteteelt lijkt te stagneren. Deze subsector richt zich vooral op 'Het Nieuwe Telen' (transitiepad Teeltstrategieën).

De toepassing van herwonnen zonnewarmte vindt niet altijd plaats op hetzelfde areaal waar de warmte wordt gewonnen. Het areaal waar zonnewarmte wordt gewonnen, komt globaal overeen met de helft van het areaal waar de warmte wordt toegepast (tabel 5.3). Bij bloemen is er nauwelijks verschil en bij groente en potplanten is het areaal met toepassing duidelijk groter dan het areaal met winning. Dit komt doordat deze subsectoren luchtkoeling toepassen, in tegenstelling tot (voornamelijk) grondkoeling bij de bloemen. Het koelvermogen per m² gekoeld areaal is bij luchtkoeling globaal vijf tot tien keer groter dan bij grondkoeling.

Tabel 5.3 Areaal koeling/warmtewinning en toepassing herwonnen zonnewarmte per subsector per eind 2011 a)		
Subsector	Koeling/Warmtewinning	Toepassing gewonnen warmte
	ha	ha
Bloemen	48	51
Groente	22	60
Potplanten	50	113
Totaal	120	224
a) Voorlopige cijfers.		

Reductie CO₂-emissie

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door zonnewarmte bedroeg in 2011 45 kton en de nationale reductie 15 kton. De reductie door de winning van zonne-energie is nog zeer bescheiden.

Bij zonnewarmte ligt de nationale reductie circa twee derde lager dan de reductie op sectorniveau. Dit komt doordat bij de herwinning van zonnewarmte een substantiële hoeveelheid elektriciteit nodig is voor winning, opslag en aanwending van de warmte¹ (paragraaf 3.2).

¹ Dit is exclusief de elektriciteit die nodig is voor de koeling van de kassen.

4. Aardwarmte

Achtergronden

Dit transitiepad betreft het gebruik van aardwarmte (geothermie) voor verwarming en elektriciteitsopwekking (geo-elektriciteit). Aardwarmte is op bepaalde locaties in de diepe ondergrond in Nederland voor winning beschikbaar in de vorm van warm water. Het warme water kan zich op diepten bevinden van 500-3.000 meter. De watertemperatuur is eveneens locatie-gebonden en varieert van 60 tot meer dan 100°C. In de regel is het: hoe dieper, hoe warmer en hoe hoger de investering. Voor het op- en terugpompen van het warme water uit de ondergrond is elektriciteit nodig.

Momenteel zijn in Nederland alleen geothermische projecten in gebruik voor warmte-winning. In de toekomst kan wellicht gecombineerde productie van elektriciteit en warmte plaatsvinden. Hiervoor zijn hogere watertemperaturen nodig.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

In 2011 steeg het aantal bedrijven dat aardwarmte wint naar drie. Hierbij zij opgemerkt dat de twee nieuwe projecten in 2011 nog bezig waren met het oplossen van problemen. De toepassing in 2011 vindt door de uitbreiding van het aantal bedrijven ook plaats op een groter areaal, namelijk 39 ha. Twee bedrijven telen tomaten en maken gebruik van externe CO₂, waardoor er relatief veel aardwarmte gebruikt kan worden. Het derde bedrijf teelt groene potplanten, doseert minder CO₂ en handhaaft het gewenste CO₂ niveau met rookgassen uit de aardgasgestookte ketel.

Vermeldenswaardig is dat er in 2011 circa vijf projecten gestart zijn met boringen. Hierdoor is de verwachting dat het gebruik van aardwarmte verder zal toenemen.

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door aardwarmte bedroeg 17 kton en de nationale reductie 16 kton in 2011. Het verschil hiertussen is kleiner dan bij zonnewarmte, omdat het benutten van aardwarmte naar verhouding minder elektriciteit vergt.

5. Biobrandstoffen

Achtergronden

Dit transitiepad betreft het gebruik van biobrandstoffen. Biobrandstof wordt gebruikt voor de productie van warmte met ketels en voor de productie van warmte en elektriciteit met wk-installaties. Biobrandstoffen kunnen zijn vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen afkomstig uit reststromen van bosbouw of groenvoorziening, landbouw of de voedings- en genotmiddelen industrie. Biobrandstoffen kunnen ook geproduceerd worden via vergisting en composteren of specifiek worden verbouwd voor de energievoorziening.

Toepassing

Het aantal bedrijven en het areaal waarop biobrandstoffen worden toegepast is in 2011 opnieuw toegenomen. In 2011 pasten 25 bedrijven op 122 ha biobrandstoffen toe. Dat zijn zeven bedrijven en negen ha meer dan in 2010. De biobrandstof werd op vier bedrijven met 45 ha kassen gebruikt in een wk-installatie en op 21 bedrijven met 77 ha in een ketel.

Meer dan de helft van het totale areaal van 122 ha zit in de subsector groente (67 ha), gevolgd door potplanten (40 ha) en bloemen (15 ha). Wk-installaties gestookt met duurzame brandstoffen zijn vooral te vinden in de subsector groente, de ketels zijn verdeeld over alle subsectoren.

Ondanks de toename van het aantal bedrijven en het areaal met biobrandstof groeide de geproduceerde hoeveelheid energie nauwelijks. Dit heeft verschillende oorzaken. De eerste oorzaak is de gemiddeld kortere gebruiksduur vanwege hogere houtprijzen. Daarnaast zit de groei van deze optie vooral bij de kleinere en energie-extensieve bedrijven.

Resthout is de voornaamste biobrandstof: van de 25 projecten gebruikten er 21 resthout. Drie bedrijven gebruikten energieproducten uit compost- of vergistingsinstallaties en één bedrijf gebruikt bio-olie.

De composterings- of vergistingsprojecten zijn technologisch en logistiek complex. Daarbij is de benodigde technische ondersteuning en samenwerking met grondstof- en brandstofleveranciers een belangrijk aandachtspunt. De complexiteit beperkt de groei.

Naast het gebruik van biobrandstof door glastuinbouwbedrijven wordt er (duurzame) warmte afkomstig uit biobrandstof ingekocht (hoofdstuk 3 en bijlage 5). Deze projecten maken echter geen deel uit van dit transitiepad.

Reductie CO₂-emissie

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door het gebruik van biobrandstoffen bedroeg in 2011 19 kton en de nationale reductie 25 kton. Bij dit pad is de nationale reductie van de CO₂-emissie groter dan de reductie in de sector. Dit komt doordat met biobrandstof ook elektriciteit werd geproduceerd en dat reduceert het primaire brandstofverbruik op basis waarvan de nationale reductie wordt bepaald.

6. Duurzame(re) elektriciteit

Achtergronden

Dit transitiepad betreft de duurzame(re) opwekking van elektriciteit. Hiermee wordt bedoeld de productie van elektriciteit op glastuinbouwbedrijven met minder fossiele brandstof dan nodig is in vergelijking met het park van elektriciteitscentrales. De glastuinbouw gebruikt wk-installaties (hoofdstuk 4) waarmee uit aardgas zowel elektriciteit als warmte wordt geproduceerd; de vrijkomende CO₂ is na rookgasreiniging geschikt voor dosering in de kas voor het gewas. In de toekomst worden wellicht ook andere opties toepasbaar, zoals brandstofcellen.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het vermogen van wk-installaties op aardgas van tuinders is in 2011 beperkt toegenomen van 2.926 tot 2.973 MW_e. De sterkste toename zat in de jaren 2006-2008 met een groei van het vermogen van 1.800 MWe in 3 jaar. Het areaal met wk-installaties op aardgas nam in 2011 toe tot bijna 7.000 ha.¹

De nationale reductie van de CO₂-emissie door wk-installaties van tuinders bedroeg in 2011 ruim 2,2 Mton (bijlage 4). In het Agroconvenant wordt de nationale reductie van de CO₂-emissie uitgedrukt ten opzichte van 1990. Ook toen werden er al wk-installaties gebruikt in de glastuinbouw. De nationale reductie van de CO₂-emissie ten opzichte van 1990 bedroeg in 2011 bijna 2,2 Mton.

7. Duurzame(re) CO₂

Achtergronden

Dosering van CO₂ voor de groei van gewassen is in de glastuinbouw al decennia gemeengoed. Hiervoor werden vooral de rookgassen uit de aardgasketels gebruikt. Na 2003 worden op grote schaal rookgassen uit wk-installaties met rookgasreiniger gebruikt.

Het transitiepad Duurzame(re) CO₂ betreft enerzijds de toepassing van CO₂ die vrijkomt als reststroom (bijvoorbeeld bij de productie van elektriciteit- en warmte, de productie van kunstmest, olieraffinage en andere industriële processen). Anderzijds betreft het CO₂ die beter benut kan worden; bijvoorbeeld door opslag van CO₂-overschotten op glastuinbouwbedrijven.

Door het gebruik van reststromen is per saldo minder fossiele brandstof nodig, dan wanneer tuinders zelf CO₂ produceren. Externe CO₂-bronnen zijn een voorwaarde voor het gebruik van energiebronnen waarbij geen CO₂ vrijkomt, zoals zonne-energie en aardwarmte, of wanneer de rookgassen niet schoon genoeg zijn, zoals het geval is bij veel biobrandstoffen.

Toepassing

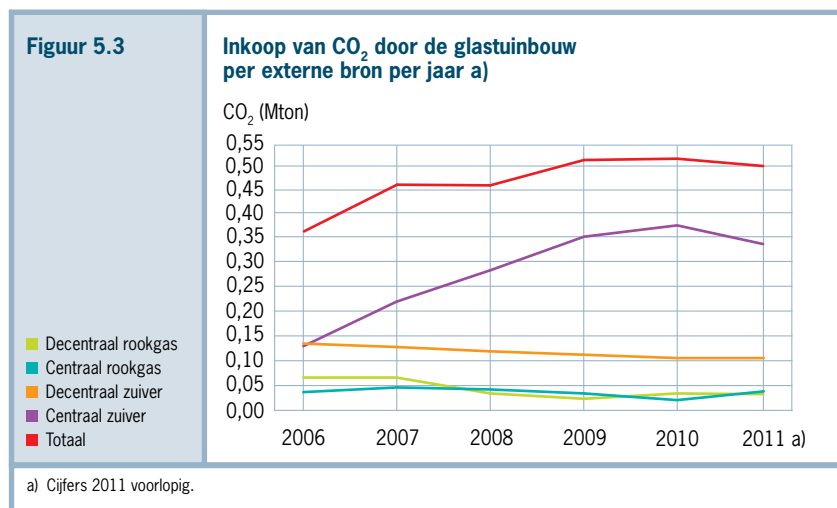
De ingekochte hoeveelheid externe CO₂ liet in 2011 een lichte daling zien en lag tussen de 490 tot 520 kton (bijlage 4). Dit is gemiddeld in de gehele glastuinbouw bijna 5 kg per m² kas. De externe CO₂ wordt toegepast op circa 2.000 ha. Op dit areaal wordt gemiddeld 25 kg per m² per jaar ingekocht.

Verschillende externe CO₂-bronnen zijn beschikbaar en worden toegepast. Onderscheid wordt gemaakt tussen CO₂ uit rookgassen en zuivere CO₂ en tussen centrale en decentrale levering. Het gebruik betreft vooral centrale levering van zuivere CO₂; het aandeel centrale en decentrale rookgas CO₂ is beperkt. Decentraal zuiver neemt een tussenpositie in.

¹ Dit is exclusief 38 ha met wkk op biobrandstof, wat tot transitiepad 3 behoort (bijlage 4)

OCAP (Organic Carbondioxide for Assimilation of Plants) is veruit de grootste leverancier van (externe zuivere) CO₂ aan de glastuinbouw. Deze bron levert meer dan driekwart van externe CO₂. De centrale levering van rookgassen is toegenomen en de hoeveelheden vanuit de andere bronnen zijn niet veel gewijzigd.

De daling in 2011 komt door tijdelijke leveringsonderbrekingen bij OCAP. In 2010 was dit bij de RoCa-centrale (centrale rookgas) het geval. In 2012 is het besluit genomen de levering vanuit de RoCa centrale te stoppen. De klanten krijgen de mogelijkheid om OCAP CO₂ af te nemen.



Conclusies en aanbevelingen

Energie-efficiëntie

- De index voor energie-efficiëntie is in 2011 met 2 procentpunten verslechterd tot 48%. De glastuinbouw gebruikte daarmee 52% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1990. De index is nog 5 procentpunten verwijderd van het beoogde doel uit het Agroconvenant (43% in 2020).
- De verslechtering van de energie-efficiëntie in 2011 hangt samen met een toename van het primaire brandstofverbruik per m² met 9% in combinatie met een minder sterke toename van de fysieke productie per m² met 3%.
- De laatste 3 jaar laat het primaire brandstofverbruik een stijgende trend zien.
- Het gebruik van wk-installaties had in 2011 een positief effect op de energie-efficiëntie van 19 procentpunten.
- Wk-installaties beperkten de stijging van de netto-energiekosten en dit laatste stimuleerde de intensivering en remde de energiebesparing.
- Over de periode 2006-2011 is het effect van het intensiveringsproces op het primaire brandstofverbruik groter dan het effect van de reductie van de energievraag (energiebesparing).

CO₂-emissie

- Zowel de totale CO₂-emissie als die voor de teelt nam in 2011 af. De totale CO₂-emissie verminderde met 0,5 Mton tot 7,8 Mton. De CO₂-emissie voor de teelt verminderde met 0,3 Mton tot 5,6 Mton.
- De CO₂-emissie voor de teelt ligt daarmee 1,0 Mton onder de streefwaarde voor de periode 2008-2012 (6,6 Mton) en is 0,2 Mton beter dan het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (een reductie van 1 Mton ten opzichte van 1990).
- De totale CO₂-emissie zit 1,6 Mton boven de CO₂-emissieruimte voor 2020.
- In 2011 werd er minder elektriciteit verkocht, waardoor het verschil tussen de totale CO₂-emissie en die voor de teelt met 0,2 Mton afnam.
- Met de wk-installaties realiseerde de glastuinbouw ten opzichte van 1990 een nationale reductie van de CO₂-emissie van 2,2 Mton. Dit is 0,1 Mton minder dan het doel voor 2020 in het Agroconvenant.

Duurzame energie

- Het aandeel duurzame energie nam in 2011 met 0,2 procentpunt toe tot 1,8%. Voor het doel voor 2020 (20%) zijn nog 18 procentpunten te gaan.
- De toename van het aandeel duurzame energie hangt samen met de toename van het absoluut gebruik van duurzame energie en de afname van het totaal energiegebruik door de warmere buitentemperatuur.
- Het aantal bedrijven en het areaal met gebruik van duurzame energie (exclusief inkoop elektriciteit) zijn toegenomen tot respectievelijk 94 en 397 ha.
- Duurzame energie omvat in volgorde van energiegebruik: zonnewarmte, inkoop duurzame elektriciteit, biobrandstof, aardwarmte, inkoop duurzame warmte en duurzaam gas. Vooral biobrandstoffen, aardwarmte en zonnewarmte lieten in 2011 een toename zien.
- Circa twee derde van de gebruikte duurzame energie wordt door de glastuinbouw zelf geproduceerd, de rest wordt ingekocht. Deze verhouding is de laatste jaren stabiel.
- De hoeveelheid warmte uit duurzame bron per m² kas is, behalve bij aardwarmte, beperkt van omvang in vergelijking met aardgasgestookte wk's.
- Voor het realiseren van de doelstellingen in 2020 dient naast het aantal bedrijven dat duurzame energie gebruikt ook het gebruik per m² toe te nemen en is er aandacht gewenst voor de inkoop van duurzame energie.

Warmtekrachtkoppeling en elektriciteitsbalans

- Het elektrisch vermogen van wk-installaties van tuinders nam in 2011 licht toe tot bijna 3.000 MW.
- De gemiddelde gebruiksduur is verminderd van circa 4.140 uur in 2010 tot circa 4.000 uur in 2011.
- De elektriciteitsproductie is iets verminderd, maar bedraagt in 2011 nog altijd zo'n 11,8 miljard kWh. Dit is bijna 10% van de nationale consumptie.
- De hoeveelheid ingekochte warmte is in 2011 wederom afgenomen en omvat 4% van het totaal energiegebruik. De daling heeft een negatieve invloed op de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie.
- Door de glastuinbouw werd in 2011 2,3 miljard kWh elektriciteit ingekocht en bijna 8 miljard kWh verkocht. De consumptie is toegenomen van 5,7 naar 6,2 miljard kWh. Dit is ruim 5% van de nationale consumptie.
- De elektriciteitsconsumptie is in zes jaar met 50% toegenomen. Omdat de glastuinbouw een belangrijk deel daarvan zelf produceert, is de CO₂-emissie van de teelt met 1,2 Mton gestegen.
- In 2011 hing een derde deel van de CO₂-emissie van de teelt samen met de eigen elektriciteitsproductie. Het aandeel in het primaire brandstofverbruik bedroeg 56%.
- Door de groei van de elektriciteitsconsumptie wordt de verduurzaming hiervan belangrijker.

Transitiepaden

- Het transitie pad Duurzame(re) elektriciteit (wk's) werd eind 2011 toegepast op bijna 7.000 ha ofwel 70% van het totale areaal glas.
- De paden Zonne-energie, Biobrandstoffen en Aardwarmte werden eind 2011 toegepast op respectievelijk 232, 122 en 39 ha. Hiermee werd een reductie van de nationale CO₂-emissie van 0,06 Mton gerealiseerd.
- Gezamenlijk realiseren de genoemde vier paden in 2011 een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,3 Mton.
- De overige paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (led-verlichting) werden toegepast op respectievelijk 91, 45 en 3 ha. Vooral luchtbehandeling en diffuus glas lieten een flinke toename zien.

Literatuur en websites

Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu. Utrecht, 2002.

Bont, C.J.A.M. de, W.H. van Everdingen, A. van der Knijff en H.A.B. van der Meulen, *Actuele ontwikkeling van resultaten en inkomens in de land- en tuinbouw in 2011*. Rapport 2011-063, LEI, Den Haag, 2011.

Brief van de Directeur-generaal Landbouw, Natuur en voedselkwaliteit en Plv. Directeur-generaal Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan De heer drs. D. Duizer, Voorzitter Productschap Tuinbouw en De heer ing. N. van Ruiten, Voorzitter LTO Glaskracht, dd 27 april 2007.

Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren; inclusief toelichtingsverklaring bij artikel 6.2 lid 4 en 5. Den Haag, 2008.

Convenant CO₂ emissieruimte binnen het CO₂ sectorsysteem glastuinbouw voor de periode 2013-2020. 2011.

Hernieuwbare energie in Nederland 2011. CBS Den Haag 2011.

Jaarplan 2012, Programma Kas als energiebron, Zoetermeer, 2011.

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

Velden, N. van der en P. Smit, *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2010*. Rapport 2011-053. LEI Wageningen UR, 2011.

Velden, N. van der, Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 2011. Nota 12-102. LEI Wageningen UR, 2012.

Websites

www.cbsenergiek2020.nu

www.emissieautoriteit.nl

www.kasalsenergiebron.nl

www.wageningenur.nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/lei.htm

www.tuinbouw.nl

Bijlage 1, Definities, methode en bronnen

B1.1 Definities

Protocol

De definities, methodiek en bronnen zijn vastgelegd in het *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw* (Van der Velden, 2012) en worden in deze bijlage op hoofdlijnen toegelicht.

Definities van indicatoren

De *energie-efficiëntie* is het primaire brandstofverbruik per eenheid product van de productieglastuinbouw, uitgedrukt in procenten van het niveau in het basisjaar.

De *CO₂-emissie* wordt uitgedrukt in Mton per jaar en wordt bepaald volgens de IPCC-methode en heeft betrekking op de gehele glastuinbouwsector. Onderscheid wordt gemaakt naar de totale CO₂-emissie van de sector en de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit).

Het *aandeel duurzame energie* is het quotiënt van de werkelijk gebruikte hoeveelheid duurzame energie en het totale netto (inkoop minus verkoop) energiegebruik in de gehele glastuinbouw, uitgedrukt in procenten.

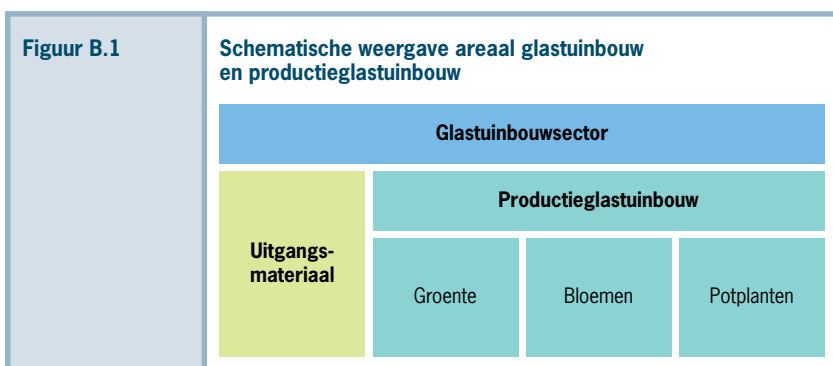
De definities van de indicatoren verschillen ten aanzien van het areaal glas en het begrip energie.

Areaal

De glastuinbouw omvat het areaal productieglastuinbouw en het areaal uitgangsmateriaal (figuur B.1). De productieglastuinbouw bestaat uit de subsectoren groente, bloemen en potplanten. Het uitgangsmateriaal betreft de teelt van zaden en stek en de opweek van jonge planten. Uitgangsmateriaal wordt gezien als toelevering (binnen en buiten de glastuinbouw) en niet als primaire productie. Daarom blijft het areaal met uitgangsmateriaal buiten beschouwing bij de energie-efficiëntie. De CO₂-emissie heeft betrekking op de gehele glastuinbouw, inclusief het areaal uitgangsmateriaal.

Energie

Het energiegebruik in de glastuinbouw omvat meerdere soorten (figuur B.2). Aardgas, olie, warmte en elektriciteit wordt ingekocht en elektriciteit en warmte verkocht.



Duurzame energie wordt ingekocht, geproduceerd en verkocht. Dit alles is op verschillende wijzen te sommeren.

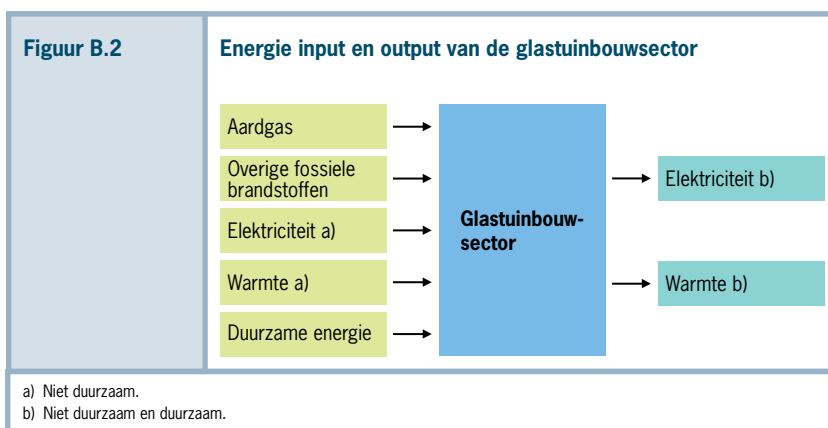
Sommatie op basis van energie-inhoud resulteert in het kengetal totaal *energiegebruik*. De verkoop van energie wordt hierbij in mindering gebracht.

Voor het *primaire brandstofverbruik* wordt de hoeveelheid fossiele brandstof bepaald 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 Nederlandse elektriciteitscentrale. Voor de verkoop van elektriciteit geldt hetzelfde, maar dit wordt in mindering gebracht. De ingekochte warmte komt van elektriciteitscentrales (restwarmte) en wk-installaties van energiebedrijven. Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte ligt de elektriciteitsproductie lager. Voor de geleverde warmte wordt de extra hoeveelheid brandstof berekend die nodig is om de derving van de elektriciteitsproductie te compenseren.

De *CO₂-emissie* wordt bepaald op basis van de IPCC-methode. Hierbij wordt alleen de werkelijk verstookte fossiele brandstof op glastuinbouwbedrijven in beschouwing genomen. Onderscheid wordt gemaakt naar de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt. De totale CO₂-emissie heeft betrekking op alle fossiele brandstoffen inclusief voor de productie van elektriciteit op de glastuinbouwbedrijven. De CO₂-emissie voor de teelt is de totale CO₂-emissie verminderd met de emissie die gerelateerd is aan door de glastuinbouw verkochte elektriciteit.

Het *primaire brandstofverbruik* is de grondslag voor de *energie-efficiëntie*. De CO₂-emissie wordt bepaald op basis van het werkelijke gebruik van fossiele brandstoffen (IPCC-methode).

Het *totale energiegebruik* wordt gebruikt voor het bepalen van het *aandeel duurzame energie*. Netto wil zeggen inkoop minus verkoop.



Duurzame energie

Duurzame energie omvat energie uit zon, wind, waterkracht, aardwarmte en biobrandstof via een hernieuwbaar proces. Hernieuwbaar betekent dat er geen fossiele brandstof wordt gebruikt en er netto geen CO₂-emissie ontstaat. De doelstelling voor duurzame energie heeft betrekking op het werkelijke gebruik in de glastuinbouw. Duurzame geproduceerde energie voor gebruik elders telt niet mee. Een voorbeeld hiervan is een op biobrandstof gestookte wk-installatie waarvan de geproduceerde elektriciteit (deels) wordt verkocht. Ingekochte duurzame elektriciteit telt daarentegen wel mee. Bij het bepalen van het totale energiegebruik in de glastuinbouw op basis van energie-inhoud telt de duurzame energie eveneens mee. Dit is niet het geval bij het bepalen van het primaire brandstofverbruik en de CO₂-emissie.

Temperatuurcorrectie

Het energiegebruik verschilt van jaar tot jaar, mede door verschillen in buitentemperatuur. Het primaire brandstofverbruik en dus ook de energie-efficiëntie wordt hiervoor gecorrigeerd. Voor het totale energiegebruik en de CO₂-emissie vindt geen temperatuurcorrectie plaats.

B1.2 Methode en bronnen

Voor het kwantificeren van de indicatoren moeten de totale energie-input en -output van de glastuinbouw en de productieglastuinbouw (figuur B.2) worden vastgesteld. Voor de energie-efficiëntie betreft dit ook de fysieke productie. Daarnaast is informatie nodig voor het opstellen van de elektriciteitsbalans. De belangrijkste informatiebronnen zijn:

- energieregistraties van het Milieu Project Sierteelt (MPS);

- energieregistraties van Groeinet;
- energieregistraties van groepen tuinders
- inkoop restwarmte van de leveranciers;
- elektrisch vermogen van wk-installaties van energiebedrijven en tuinders via de inventarisatie door Energy Matters;
- elektrisch vermogen en gebruiksduur van wk-installaties van tuinders op basis van informatie van Energy Matters, energiebedrijven en groepen tuinders en het Bedrijveninformatienet van het LEI;
- veilingomzetten bloemen en planten van de FloraHolland;
- prijsinformatie bloemen en planten van FloraHolland;
- fysieke productie vruchtgroente van het Bedrijveninformatienet van het LEI, accountants, telersverenigingen en groepen tuinders;
- areaalgegevens en informatie over het gebruik van wk-installaties uit de Landbouwtelling van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS);
- areaalgegevens belichting vruchtgroenten van adviseurs.
- Leveranciers van installaties en adviseurs

Energie-input en -output

Figuur B.2 geeft de energie-input en -output van de glastuinbouw schematisch weer. MPS, Groeinet en andere bronnen bieden informatie over het energiegebruik per energiesoort in de subsectoren groente, bloemen, potplanten en uitgangsmateriaal. De deelnemers van deze bronnen zijn ingedeeld naar gewas(groep) conform de Landbouwtelling van het CBS. Met behulp van de areaalgegevens per gewas(groep) van de Landbouwtelling is de energie-informatie per gewas(groep) geaggregeerd naar sectorniveau. Daarnaast is informatie beschikbaar over de warmte-inkoop door de glastuinbouw.

Elektriciteitsbalans

De glastuinbouw produceert op grote schaal elektriciteit met wk-installaties. Voor het in kaart brengen van een elektriciteitsbalans zijn de inkoop, verkoop en productie gekwantificeerd, waarna de elektriciteitsconsumptie is berekend. Bij dit laatste dient opgemerkt te worden dat dit een sluitpost is waarin alle eventuele fouten bij de schatting van de inkoop, verkoop en productie doorwerken in de consumptie. De informatie over de consumptie moet daardoor gezien worden als een globale indicatie.

Inventarisatie transitiepaden en duurzame energie

Statistieken over het gebruik van duurzame energiebronnen en van de overige opties binnen de transitiepaden van KaE zijn nog nauwelijks beschikbaar. De meeste opties betreffen een beperkt aantal projecten. Duurzame energie en de transitiepaden is in kaart gebracht middels een inventarisatie van de projecten. De enige optie die al op grote schaal wordt toegepast is de wk-installatie van de tuinder. Hiervan zijn wel databronnen

beschikbaar en dit is verwerkt in de energie-input en -output en in de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw.

Fysieke productie

De glastuinbouw brengt vele producten voort. De fysieke productie wordt uitgedrukt in verschillende eenheden: tomaten en paprika per kg, komkommer per stuk, bloemen per stuk of per bos en potplanten per stuk. Sommatie van deze eenheden vindt indirect plaats. Hierbij wordt uitgegaan van de totale omzet aan glastuinbouwproducten per jaar. Omzetverschillen tussen jaren hangen samen met mutaties in prijs en in fysieke productie. De fysieke productie wordt uiteindelijk bepaald door de jaaromzet te corrigeren voor de gemiddelde prijsmutatie van de glastuinbouwproducten.

Voor prijsmutaties bij groenten is geen databron beschikbaar. Daarom is voor deze subsector informatie over de ontwikkeling van de fysieke productie verzameld van de belangrijkste gewassen (tomaat, paprika en komkommer).

Bijlage 2 Overzicht kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw														
Groothed	Eenheid	1980	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 ^v
Areaal glastuinbouw	ha	8.755	9.768	10.528	10.541	10.538	10.486	10.537	10.380	10.371	10.165	10.324	10.311	10.247
Areaal productieglastuinbouw	ha	8.527	9.368	10.036	10.090	10.042	10.008	10.028	9.861	9.825	9.623	9.729	9.761	9.685
Buitentemperatuur	graaddagen	3.246	2.680	2.659	2.720	2.913	2.881	2.765	2.671	2.525	2.784	2.804	3.321	2.623
Lichtsom e)	% norm	95	105	97	104	115	104	107	106	104	104	110	108	106
Totaal energie a) c)	PJ	-	-	136,7	126,8	127,1	130,0	128,1	111,4	113,1	114,6	118,4	129,2	123,2
	MJ/m ²	-	-	1.299	1.203	1.206	1.240	1.216	1.073	1.090	1.128	1.147	1.253	1.202
Primaire brandstof b) d)	10 ⁶ m ³ a.e.	3.488	4.195	4.276	3.867	3.809	3.956	3.890	3.161	3.068	2.597	2.842	2.711	2.925
	m ³ a.e./m ²	40,9	44,8	42,6	38,3	37,9	39,5	38,8	32,1	31,2	27,0	29,2	27,8	30,2
Fysieke productie per m ² b)	% 1990	-	100	114	118	122	127	128	127	128	136	136	136	140
Energie-efficiëntie b) d)	% 1990	-	100	84	72	69	69	68	56	54	44	48	46	48
Fossiel brandstof totaal a) c)	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.445	3.494	3.614	3.596	3.286	3.547	3.932	4.005	4.591	4.324
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	35,2	32,7	33,2	34,5	34,1	31,7	34,2	38,7	38,8	44,5	42,2
Fossiel brandstof teelt a) c)	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.670	3.403	3.436	3.520	3.398	2.873	2.876	2.854	2.995	3.284	3.124
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	34,9	32,3	32,6	33,6	32,3	27,7	27,7	28,1	29,0	31,8	30,5
CO ₂ -emissie totaal a) c)	Mton	-	6,8	6,7	6,2	6,3	6,5	6,5	5,9	6,4	7,1	7,2	8,3	7,8
	% 1990	-	100	97	90	92	95	94	86	93	103	105	121	114
CO ₂ -emissie teelt a) c)	Mton	-	6,8	6,6	6,1	6,2	6,3	6,1	5,2	5,2	5,1	5,4	5,9	5,6
	% 1990	-	100	96	89	90	92	89	75	76	75	79	86	82
CO ₂ -emissie Nederland f)	Mton	-	159,2	169,9	176,0	179,6	181,0	175,9	172,3	172,4	175,2	169,9	181,2	167,8
	% 1990	-	100	107	111	113	114	110	108	108	110	107	114	105
Aandeel duurzaam a) c)	%	-	-	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,3	1,5	1,6	1,8

v = voorlopige cijfers.

- = cijfers niet beschikbaar.

a) Totale glastuinbouwsector.

b) Productieglastuinbouw.

c) Niet temperatuur gecorrigeerd.

d) Temperatuur gecorrigeerd; norm = 3.077 graaddagen.

e) De Lichtsom in een normaal jaar bedraagt 350 10⁶ J/cm².

Bron: CBS.

v = voorlopige cijfers.

- = cijfers niet beschikbaar.

a) Totale glastuinbouwsector.

b) Productieglastuinbouw.

c) Niet temperatuur gecorrigeerd.

d) Temperatuur gecorrigeerd; norm = 3.077 graaddagen.

e) De lichtsom in een normaal jaar bedraagt 350 10³ J/cm².

f) Bron: CBS.

Bijlage 3 Energiegebruik glastuinbouw (totale glastuinbouwareaal en niet gecorrigeerd voor temperatuur) a)														
Energiesoort	Enheid	1980	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011v
Aardgas	miljoen m³	3.352	3.778	3.709	3.442	3.488	3.610	3.593	3.282	3.546	3.929	4.003	4.589	4.323
Overig fossiel b)	miljoen m³ a.e.	-	30	1	3	6	4	3	4	3	3	2	2	1
Restwarmte	PJ	0	1,2	5,6	4,5	4,6	4,4	4,2	4,0	3,7	3,5	3,4	3,9	3,4
Wk-warmte energiebedrijven	PJ	0	0,7	9,3	8,0	6,3	4,9	5,1	4,5	3,6	2,8	2,1	1,6	1,4
Elektriciteit														
- inkoop totaal	miljoen kWh	-	-	1.479	1.712	1.914	2.333	2.626	2.303	2.435	2.320	2.433	2.175	2.308
- vv groen	miljoen kWh	-	-	0	25	52	74	55	86	104	113	143	158	162
- verkoop	miljoen kWh	-	-	266	275	379	621	1298	2714	4422	7.083	6.637	8.590	7.883
- vv groen	miljoen kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18	16	21	20
- netto inkoop	miljoen kWh	-	-	1.213	1.437	1.535	1.712	1.328	-411	-1.987	-4.763	-4.204	-6.415	-5.575
Duurzame energie	PJ	-	-	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	1,8	2,1	2,2
Totaal energie	PJ	-	-	136,7	126,8	127,1	130,0	128,1	111,4	113,1	114,7	118,4	129,2	123,2
Totaal fossiel	miljoen m³ a.e.	-	3.808	3.710	3.445	3.494	3.614	3.596	3.286	3.549	3.932	4.005	4.591	4.324

v = voorlopige cijfers.
- = cijfers niet beschikbaar.
a) De verkoop van warmte komt voor sinds 2007 maar is in deze tabel nog niet opgenomen, omdat het een zeer beperkte hoeveelheid betreft.
Zware en lichte olie en propaan.

Bijlage 4		Gebruik en reductie CO ₂ -emissie per transitiepad													
Transitiepad - aanpak of techniek	Arealen c), aantal bedrijven c), vermogen c) en/of hoeveelheid	Sector/IPCC					Reductie CO ₂ -emissie (Mton)								
		2007	2008	2009	2010	2011v	2008	2009	2010	2011v	2008	2009	2010	2011v	
1. Zonne-energie - warmte a) - elektriciteit	35 bedrijven 144 ha 0 bedrijven 0 ha	40 bedrijven 169 ha 0 bedrijven 0 ha	51 bedrijven 196 ha 0 bedrijven 0 ha	55 bedrijven 216 ha 1 bedrijf 8 ha	61 bedrijven 224 ha 1 bedrijf 8 ha	0,038	0,035	0,042	0,045	0,012	0,011	0,014	0,015		
						0	0	0	0	0	0	<0,001	<0,001		
2. Aardwarmte - warmte	0 - 1 bedrijf 15 ha	1 bedrijf 15 ha	1 bedrijf 15 ha	1 bedrijf 21 ha	3 bedrijven 39 ha	0,007	0,008	0,015	0,017	0,006	0,007	0,014	0,016		
3. Biobrandstoffen - warmte - warmte plus elektriciteit b)	0 bedrijven 0 ha	3 bedrijven 5 ha	11 bedrijven 33 ha	14 bedrijven 68 ha	21 bedrijven 77 ha	0,002	0,006	0,009	0,010	0,002	0,006	0,009	0,009		
	2 bedrijven 10 ha	4 bedrijven 41 ha	4 bedrijven 41 ha	4 bedrijven 45 ha	4 bedrijven 45 ha	0,006	0,008	0,007	0,009	0,016	0,016	0,019	0,019		
	1 MWe	5 MWe	5 MWe	5 MWe	6 MWe										
4. Teeltstrategieën - luchtbehandeling	0	0	4 ha	25 ha	91 ha	#	#	#	#	#	#	#	#		
5. Licht - diffuus glas - led-verlichting	0 -< 0,5 ha	0 1 ha	< 1 ha 1 ha	4 ha 1 ha	45 ha 3 ha	#	#	#	#	#	#	#	#		
6. Duurzame(re) elektriciteit - warmte plus elektriciteit (wk-installaties aardgas)	2.239 MWe 5.380 ha	2.742 MWe 5.961 ha	2.902 MWe 6.584 ha	2.926 MWe 6.885 ha	2.967 MWe 6.981 ha	-2,8	-2,8	-3,1	-3,0	2,4 e)	2,2 e)	2,4 e)	2,2 e)		
	450-480 kton	460-490 kton	510-540 kton	510-540 kton	490-520 kton	#	#	#	#	#	#	#	#		
7. Duurzame(re) CO ₂ Totaal	d)	d)	d)	d)	d)	-2,73	-2,74	-3,05	-2,97	2,43	2,24	2,44	2,30		

v = voorlopige cijfers.
= geen onderdeel van de monitor.
a) Dit betreft het totaal areaal van de bedrijven die deze optie toepassen en is dus inclusief het areaal op deze bedrijven waar geen herwinning maar wel toepassing van de zonnemwarme plaatsvindt.
b) De nationale reductie is groter dan de sectorale reductie door verkoop van elektriciteit uit de wk-installaties op biobrandstof.
c) Peildatum eind van het jaar.
d) Door het gebruik van meerdere paden/opties op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk.
e) Ten opzichte van 1990 wordt dit circa 0,1 Mton kleiner.

Bijlage 5 Inkoop duurzame(re) energie en reductie CO ₂ -emissie														
Energiesoort	Areal (ha) b), aantal bedrijven b), vermogen b) en hoeveelheid						Reductie CO ₂ -emissie (Mton)							
	2007	2008	2009	2010	2011v		Sector/IPCC				Nationaal/primair brandstof			
Restwarmte	203 bedrijven	182 bedrijven	187 bedrijven	182 bedrijven	180 bedrijven		2008	2009	2010	2011v	2008	2009	2010	2011v
Wk-warmte energiebedrijven	222 MWe	166 MWe	115 MWe	85 MWe	62 MWe		0,192	0,188	0,213	0,184	0,125	0,133	0,148	0,119
Duurzame warmte a)	3 bedrijven 20 ha	5 bedrijven 33 ha	7 bedrijven 37 ha	7 bedrijven 34 ha	7 bedrijven 31 ha		0,152	0,118	0,090	0,078	0,106	0,084	0,059	0,045
Duurzame elektriciteit	104 10 ⁶ kWh	113 10 ⁶ kWh	143 10 ⁶ kWh	158 10 ⁶ kWh	162 10 ⁶ kWh		0,008	0,010	0,009	0,008	0,007	0,009	0,008	0,008
Duurzaam gas	0	0	1,5 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³		0	0	0	0	0,056	0,068	0,074	0,075
Totaal	c)	c)	c)	c)	c)		0,352	0,318	0,313	0,273	0,294	0,297	0,293	0,249

v = voorlopige cijfers.

a) Afkomstig uit biobrandstof.

b) Peildatum eind van het jaar.

c) Door de inkoop van meerdere energiesoorten op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk.

v = voorlopige cijfers.

a) Afkomstig uit biobrandstof.

b) Peildatum eind van het jaar.

c) Door de inkoop van meerdere energiesoorten op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk.

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

