



Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013

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

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013

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

Dit onderzoek is uitgevoerd door LEI Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van
Economische Zaken en Productschap Tuinbouw.

LEI Wageningen UR
Wageningen, november 2014

REPORT
LEI 2014-025
ISBN 978-90-8615-690-0

Velden, N.J.A. van der, P.X. Smit, 2014. *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013*; . Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Report 2014-025. 54 blz.; 24 fig.; 9 tab.; 11 ref.

Trefwoorden: energie, CO₂-emissie, energie-efficiëntie, duurzame energie, wk-installaties, glastuinbouw

Dit rapport is gratis te downloaden op www.wageningenUR.nl/lei (onder LEI publicaties).

© 2014 LEI Wageningen UR

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E informatie.lei@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/lei. LEI is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).



Het LEI hanteert voor zijn rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2014

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat daardoor de indruk gewekt wordt dat zij instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Het LEI aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

LEI 2014-025 | Projectcode 22822000009

Foto omslag: Energie Combinatie Wiegermeer (ECW)

Foto's binnenwerk: LEI Wageningen UR, Agro AdviesBuro, Green Well Westland en Jami

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	7
	S.2 Overige uitkomsten	8
	S.3 Methode	9
	Summary	10
	2013 Energy monitor for the Dutch greenhouse sector	10
	S.1 Key findings	10
	S.2 Complementary findings	11
	S.3 Method	12
1	Inleiding	13
	1.1 Beleidsmatige achtergronden	13
	1.2 Glastuinbouw en energie	15
	1.3 De Energiemonitor	15
2	Energie-indicatoren	16
	2.1 Inleiding	16
	2.2 Energie-efficiëntie	16
	2.3 CO ₂ -emissie	18
	2.4 Aandeel duurzame energie	19
	2.5 Achtergronden	20
3	Duurzame energie	23
	3.1 Vormen	23
	3.2 Achtergronden	26
4	Warmtekrachtkoppeling en de elektriciteitsbalans	29
	4.1 Inleiding	29
	4.2 Inkoop warmte	29
	4.3 Wk-installaties van glastuinbouwbedrijven	30
	4.4 Elektriciteitsbalans glastuinbouw	33
5	Transitiepaden Kas als Energiebron	36
	5.1 Inleiding	36
	5.2 Totaalbeeld transitiepaden	36
	5.3 Toepassing en reductie CO ₂ -emissie per pad	38
6	Conclusies	45

Bijlagen

1	Definities, methode en bronnen	48
2	Overzicht kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw	51
3	Energiegebruik glastuinbouw (totale glastuinbouwareaal en niet gecorrigeerd voor temperatuur)	52
4	Gebruik en reductie CO ₂ -emissie per transitiepad	53
5	Inkoop duurzame(re) energie en reductie CO ₂ -emissie	54

Woord vooraf

In de Nederlandse glastuinbouw vindt een energietransitie plaats. Deze transitie wordt ingegeven door het effect van het energiegebruik op het klimaat, de stijgende energieprijzen, de slinkende voorraden fossiele brandstof, de afnemende voorzieningszekerheid, het imago van de glastuinbouw en de duurzaamheidswensen van afnemers en consumenten in binnen- en buitenland.

Tussen de glastuinbouwsector en de overheid zijn in diverse convenanten afspraken gemaakt over de CO₂-emissie, de CO₂-emissieruimte, de energie-efficiëntie en het aandeel duurzame energie. In 2013 kwam via de SER het Energieakkoord voor duurzame groei tot stand. Hierin is voor de glastuinbouw een inzet voor energiebesparing opgenomen.

Het transitieprogramma 'Kas als Energiebron' (KaE) is het beleids- en uitvoeringsprogramma om de energiedoelen te realiseren. Dit transitieprogramma is een publiek-private samenwerking (PPS), waarin de glastuinbouw en de Nederlandse overheid invulling geven aan de ambitie om in 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel te telen. In juli 2014 zijn de doelen en ambities uit eerdere convenanten bijeengebracht in de Meerjarenaafspraken Energietransitie Glastuinbouw. Hierin is de reductie van de CO₂-emissie meer centraal komen te staan. De Energiemonitor Glastuinbouw volgt de ontwikkeling van het energiegebruik, de energie-indicatoren, de voortgang op de transitiepaden van KaE en de benutting van de CO₂-emissieruimte. Bovendien vormt de monitor een basis voor ander aan energie gerelateerd onderzoek. De gegevens worden ook gebruikt door het Centraal Bureau voor de Statistiek.

LEI Wageningen UR voert de Energiemonitor Glastuinbouw uit in opdracht van het Productschap Tuinbouw (PT) en het ministerie van Economische Zaken (EZ) in het kader van KaE. De leden van de begeleidingscommissie zijn P. Broekharst (LTO Glaskracht Nederland), M. Root (EZ) en O. Hietbrink (LEI). Vele partijen hebben voor dit project informatie aangeleverd. Aan het onderzoek hebben meegewerkt Nico van der Velden (projectleider), Pepijn Smit, Ruud van der Meer en Jeroen Hammerstein.

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

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

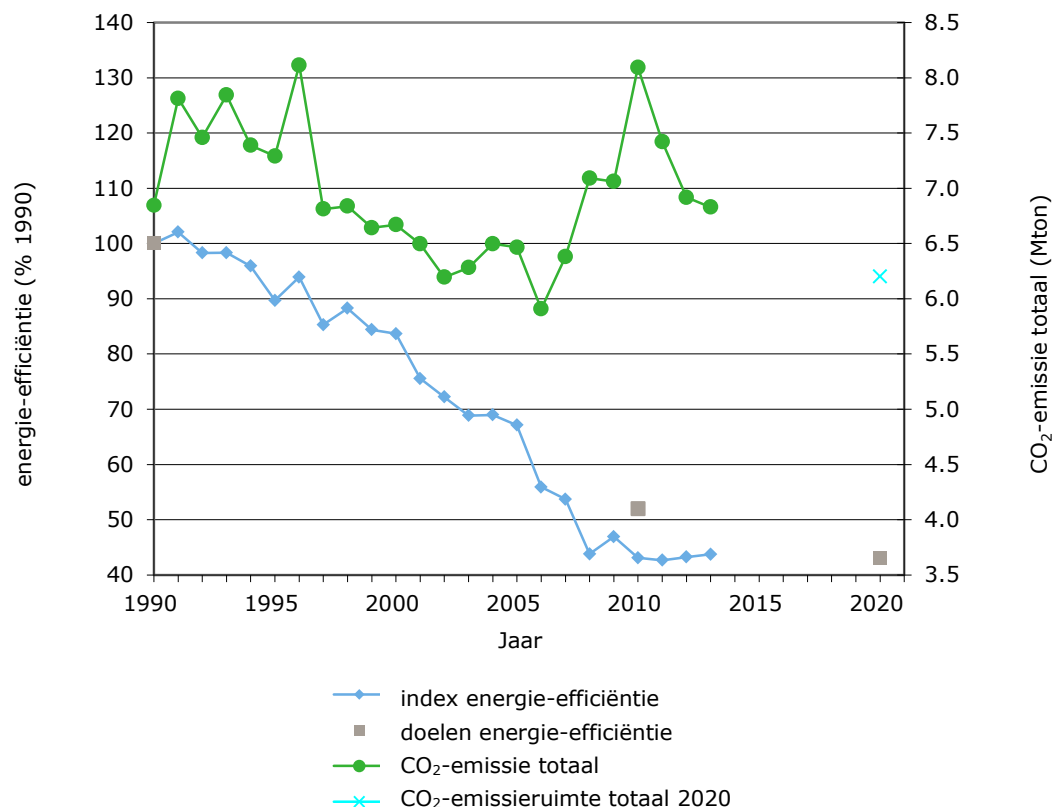
De glastuinbouw in 2013: energie-efficiëntie licht verslechterd, CO₂-emissie iets lager en groeiend aandeel duurzame energie

Energie-efficiëntie (zie paragraaf 2.1)

Het primaire brandstofverbruik per eenheid product is in 2013 met 1 procentpunt verslechterd, maar lag daarmee nog wel 56% lager dan in 1990. De energie-efficiëntie is daarmee nog 1 procentpunt verwijderd van het doel van 57% voor 2020. De verslechtering in 2013 hangt samen met een toename van het primaire brandstofverbruik met ruim 2% en een toename van de fysieke productie per m² met 1%. In de periode 2008-2013 bleef de energie-efficiëntie min of meer stabiel.

CO₂-emissie (zie paragraaf 2.2)

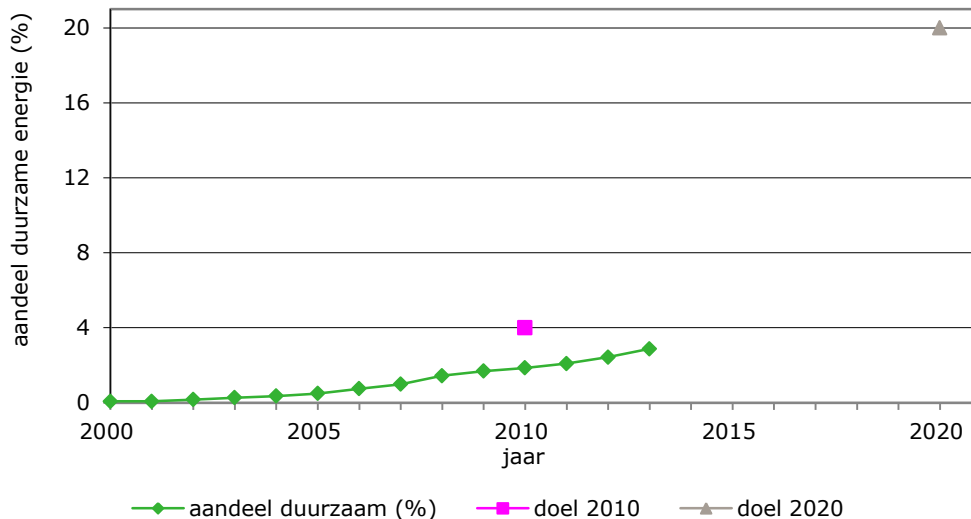
Zowel de totale CO₂-emissie als de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit) nam in 2013 met 0,1 Mton af. De totale CO₂-emissie daalde tot 6,8 Mton en zit daarmee 0,6 Mton boven de CO₂-emissieruimte voor 2020 (6,2 Mton). De CO₂-emissie voor de teelt verminderde tot 4,9 Mton en ligt daarmee 0,9 Mton onder het doel voor 2020 (5,8 Mton). Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en die voor de teelt bleef gelijk, omdat de verkoop van elektriciteit nauwelijks is gewijzigd.



Figuur S.1 Energie-efficiëntie en CO₂-emissie totaal

Duurzame energie (zie hoofdstuk 3)

Het aandeel duurzame energie hield in 2013 de stijgende lijn vast en nam toe tot 2,9%. Voor het doel in 2020 (20%) zijn nog ruim 17 procentpunten te gaan. De verbetering van het aandeel in 2013 kwam voort uit het toegenomen gebruik van duurzame energie bij een gelijkblijvend totaal energiegebruik door de glastuinbouw. Het aantal bedrijven met duurzame energie nam toe tot 128 en het areaal groeide naar 529 ha. Duurzame energie omvat in volgorde van gebruik: aardwarmte (31%) zonnewarmte (25%), biobrandstoffen (19%), inkoop duurzame elektriciteit (12%), inkoop duurzame warmte (11%) en duurzaam gas (1%). Aardwarmte en biobrandstoffen zaten in 2013 in de lift, de inkoop van duurzame elektriciteit nam af.



Figuur S.2 Aandeel duurzame energie

S.2 Overige uitkomsten

Transitiepaden (zie hoofdstuk 5)

Het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit (wk-installaties van tuinders) werd eind 2013 toegepast op circa 7.000 ha, oftewel 70% van het totale areaal glas. Het voorzag in een nationale reductie van de CO₂-emissie van 2,35 Mton. De paden Aardwarmte, Biobrandstoffen en Zonne-energie werden eind 2013 toegepast op respectievelijk 134, 132 en 229 ha. Hiermee werd een reductie van de nationale CO₂-emissie van 0,11 Mton gerealiseerd. Gezamenlijk realiseren de vier hiervoor genoemde paden in 2013 een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,46 Mton.

De paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (ledlampen) werden in 2013 toegepast op respectievelijk 146, 123 en 8 ha en lieten allen een toename zien. Diffuus glas groeide het sterkst. De inkoop van CO₂ lag rond de 0,5 Mton en liet sinds 2010 een dalende trend zien.

De beperkte nieuwbouw van kassen remt de toepassing van de transitiepaden, vooral van de opties die in de kassen worden toegepast.

Wk-installaties en elektriciteitsbalans (zie hoofdstuk 4)

Het gebruik van wk-installaties had in 2013 een positief effect op de energie-efficiëntie van 20 procentpunten. Ten opzichte van 1990 werd een nationale reductie van de CO₂-emissie van bijna 2,3 Mton gerealiseerd. Dit is bijna gelijk aan het doel voor 2020.

De elektriciteitsproductie door de wk-installaties nam in 2013 iets af tot circa 11,8 miljard kWh. De productie door de glastuinbouw vertegenwoordigt nog steeds zo'n 10% van de nationale consumptie. De daling van de productie is de resultante van een wat kortere gebruiksduur van de installaties en een iets toegenomen totaal vermogen van alle installaties. De gebruiksduur daalt sinds 2010 licht. De verslechterde spark spread uit zich derhalve nog niet in een substantieel kortere gebruiksduur.

De glastuinbouw kocht in 2013 meer elektriciteit in. Door het intensiveringsproces nam de elektriciteitsconsumptie in 2013 verder toe tot zo'n 7,6 miljard kWh. Dit is 6-7% van de nationale consumptie.

Totaal energiegebruik en energiekosten (zie paragraaf 2.5)

Het totale energiegebruik per m² kas gecorrigeerd voor de buitentemperatuur bleef in de periode 2006-2013 vrijwel ongewijzigd. Dit betekent dat de effecten van intensivering en energiebesparing elkaar min of meer opheffen. Wel is in dezelfde periode de warmteconsumptie met 16% afgenomen en de elektriciteitsconsumptie met 85% gestegen. Deze verschuiving komt vooral door het toenemende gebruik van groeilicht.

In de periode 2006-2013 nam het totale energiegebruik eerst toe en vervolgens af. Dit hangt samen met de ontwikkeling van de netto-energiekosten (inkoop minus verkoop) per m² kas. In de periode 2007-2010 daalden de netto-energiekosten per m², terwijl deze in de periode 2010-2013 met 40% toenamen. Deze substantiële kostenstijging werd veroorzaakt door hogere aardgasprijzen en dalende verkoopprijzen voor elektriciteit. De kostenstijging stimuleert de ontwikkeling en implementatie van duurzame energie en 'Het Nieuwe Telen'.

S.3 Methode

In opdracht van het Productschap Tuinbouw en het ministerie van Economische Zaken kwantificeert LEI Wageningen UR jaarlijks de ontwikkeling van de energie-indicatoren energie-efficiëntie, CO₂-emissie en aandeel duurzame energie in de glastuinbouw, omdat hierover in het Agroconvenant doelen en ambities zijn afgesproken. Bovendien brengt de *Energiemonitor* de ontwikkeling van de transitiepaden van het programma 'Kas als Energiebron' in kaart. Voor de monitor is een systematiek ontwikkeld waarin sectordeskundigen een reeks van informatiebronnen combineren. Deze methode is uitgewerkt in een protocol.



Tweede energiescherm in combinatie met Het Nieuwe Telen

Summary

Energy monitor for the Dutch greenhouse sector 2013

S.1 Key findings

The greenhouse horticulture sector in 2013: slightly lower energy efficiency, slightly lower CO₂ emissions and a growing share of sustainable energy.

Energy efficiency

Primary fuel consumption per product unit dropped by one percentage point in 2013, but was still 56% lower than in 1990. Consequently, energy efficiency is only one percentage point away from the target of 57% for 2020. The decrease in 2013 is related to the increase in primary fuel consumption of more than 2% and an increase in physical production per m² of 1%. During the period from 2008 to 2013, energy efficiency was more or less stable.

CO₂ emissions

Both total CO₂ emissions and CO₂ emissions for cultivation (not including the sale of electricity) decreased in 2013 by 0.1 Mtonnes. Total CO₂ emissions decreased to 6.8 Mtonnes, resulting in a total of 0.6 Mtonnes above the CO₂ emission budget for 2020 (6.2 Mtonnes). CO₂ emissions for cultivation were reduced to 4.9 Mtonnes, resulting in a total of 0.9 Mtonnes below the target for 2020 (5.8 Mtonnes). The difference between total CO₂ emissions and those for cultivation remained the same since electricity sales remained at virtually the same level.

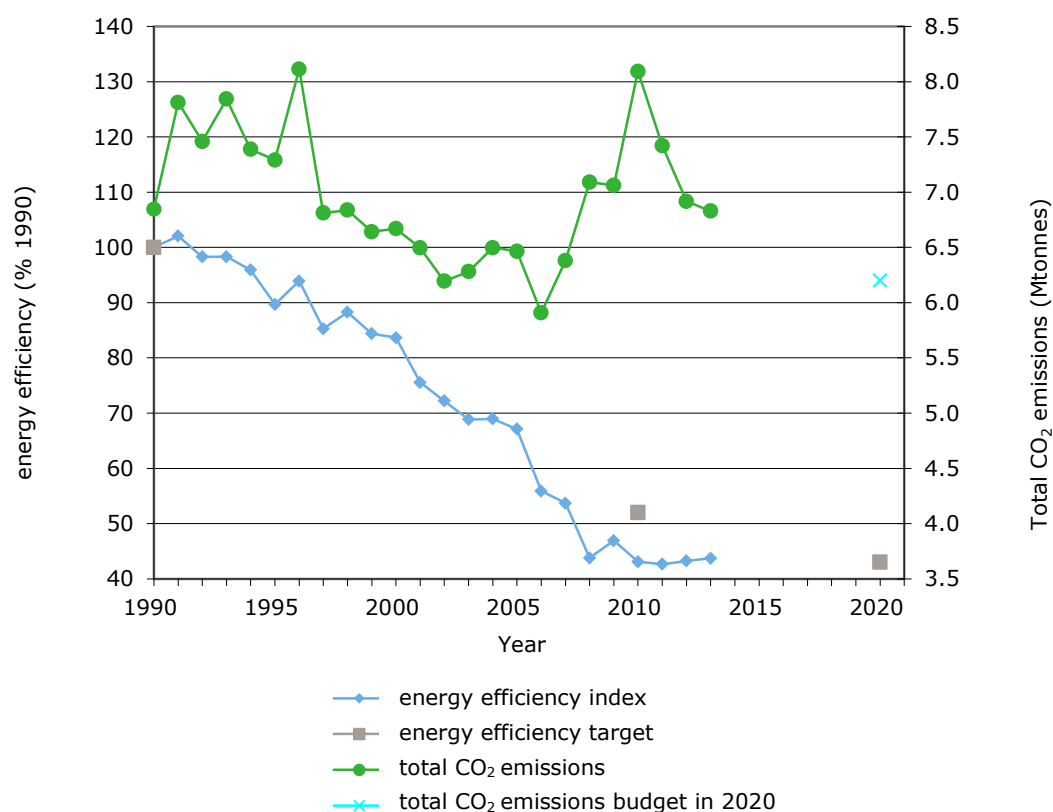


Figure S.1 Energy efficiency and total CO₂ emissions

Sustainable energy

The share of sustainable energy continued an upward trend in 2013 and increased to 2.9%. More than 17 percentage points are needed to achieve the target in 2020 (20%). The increase in the share in 2013 stems from an increase in the use of sustainable energy with equivalent total energy consumption by the greenhouse sector. The number of companies using sustainable energy increased to 128 and the area of greenhouses grew to 529 hectares. Sustainable energy includes (in order of consumption) geothermal heat (31%), solar heat (25%), biofuels (19%), the purchase of sustainable electricity (12%), the purchase of sustainable heat (11%), and sustainable gas (1%). Geothermal heat and biofuels rose in 2013, while the purchase of sustainable electricity decreased.

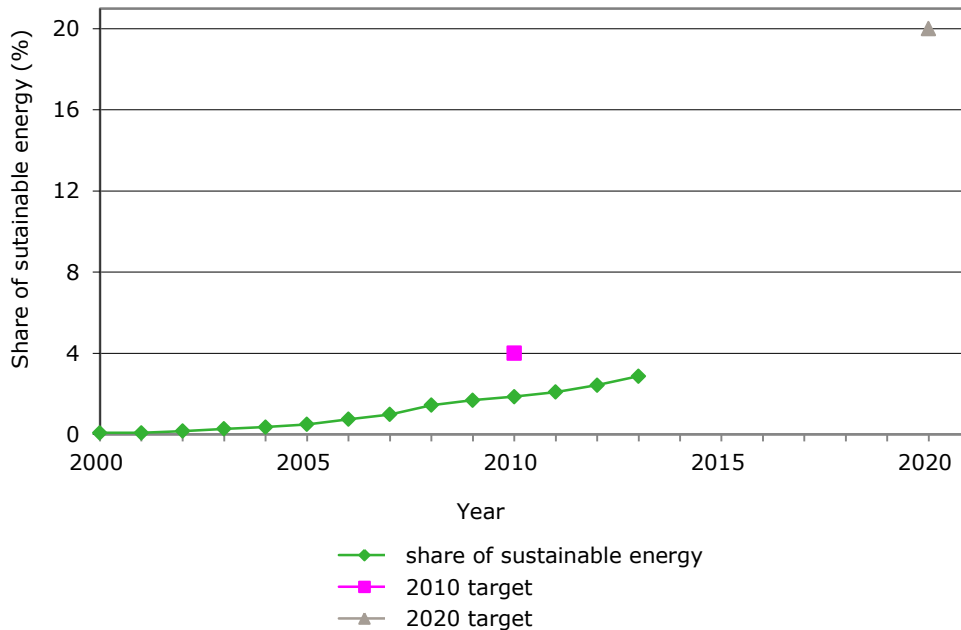


Figure S.2 *Share of sustainable energy*

S.2 Complementary findings

Transition paths

At the end of 2013 CHP generators were applied on around 7,000 hectares, i.e. 70% of the total greenhouse area. This resulted in a national reduction of CO₂ emissions of 2.35 Mtonnes. The Geothermal Heat, Biofuels and Solar Energy were applied to 134, 132, and 229 hectares respectively at the end of 2013. This brought about a reduction in national CO₂ emissions of 0.11 Mtonnes. Together, these four paths resulted in a reduction in national CO₂ emissions of 2.46 Mtonnes in 2013. The Cultivation Strategies (air treatment), Natural Light (diffuse glass) and Artificial Light (LED lighting) were applied to 146, 123, and 8 hectares respectively, in 2013. Diffuse glass experienced the greatest increase. The purchase of CO₂ was around 0.5 Mtonnes and has shown a downward trend since 2010. The limited construction of new greenhouses inhibits the application of the transition paths, especially of the options used in the greenhouses.

CHP generators and electricity balance

In 2013, the use of CHP generators had a positive effect on energy efficiency of 20 percentage points. A nationwide reduction of close to 2.3 Mtonnes of CO₂ emissions compared to 1990 was achieved. This is close to the target for 2020.

Electricity production by CHP generators decreased slightly in 2013 to around 11.8 billion kWh. Production by the greenhouse sector still represents around 10% of national consumption. The decrease in production is the result of a slightly shorter use time of the generators and a slightly

higher total capacity of all generators. The use time has been decreasing slightly since 2010. The deteriorated spark spread expressed not in a substantially shorter use time.

The greenhouse horticulture sector purchased more electricity in 2013. Due to the intensification process, electricity consumption increased further in 2013 to around 7.6 billion kWh. This amounts to 6-7% of total national electricity consumption.

Total energy consumption and energy costs

Total energy consumption per m² of greenhouse corrected for external temperature remained virtually unchanged during the period of 2006-2013. This means that the effects of intensification and energy savings more or less cancel each other out. However, heat consumption during this same period decreased by 16% and electricity consumption rose by 85%. This shift is primarily due to an increased use of assimilation lighting.

During the period of 2006-2013, total energy consumption increased and then decreased. This is related to the development of net energy costs (purchase minus sale) per m² of greenhouse. During the period of 2007-2010, net energy costs per m² decreased, while they increased by 40% during the period of 2010-2013. This substantial cost increase was caused by higher natural gas prices and decreasing sale prices for electricity. The cost increase stimulates the development and implementation of sustainable energy and 'New cultivation'.

S.3 Method

Each year, LEI Wageningen UR is commissioned by the Product Board for Horticulture and the Dutch Ministry of Economic Affairs to quantify the development of the energy indicators of energy efficiency, CO₂ emissions, and the share of sustainable energy in greenhouse horticulture because targets and ambitions for these have been set out in the Agro covenant. Moreover, the *Energy Monitor* maps out the application of the transition paths of the 'Greenhouse as a Source of Energy' programme. A system has been developed for the monitor in which sector experts combine a series of information sources. This method has been worked out further in a protocol.

1 Inleiding

1.1 Beleidsmatige achtergronden

Doelen en ambities

Tussen de glastuinbouw en de landelijke overheid zijn meerdere doelen, ambities en emissieruimtes rond het energiegebruik overeengekomen. Deze worden hierna beschreven en zijn samengevat in Tabel 1.1.

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 is zo'n 2,3 Mton op nationaal niveau gerelateerd aan de inzet van wkk¹ door de glastuinbouw 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 teeltniveau binnen de sector;
2. Een verbetering van de energie-efficiëntie met gemiddeld 2% per jaar tot 2020²;
3. Een aandeel duurzame energie van 20% in 2020³.

Voor het bereiken van de doelen en ambities in het Agroconvenant werken glastuinbouw en rijksoverheid samen aan het energietransitieprogramma 'Kas als Energiebron' (KaE). De ambitie van KaE is dat vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel geteeld kan worden. Dit vergt ingrijpende veranderingen in de teeltsystemen en de energiehuishouding op de bedrijven. De transitiepaden zijn gericht op vermindering van de energievraag en op duurzame en efficiëntere energieproductie. Het programma KaE omvat zeven transitiepaden: Teeltstrategieën, Licht, Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Duurzame(re) elektriciteit en Duurzame(re) CO₂. Het inkopen van efficiënter geproduceerde en duurzame energie valt buiten de transitiepaden.

CO₂ emissieruimte

In 2011 sloten glastuinbouw en Nederlandse overheid voor de periode 2013-2020 het 'Convenant CO₂ emissieruimte binnen het CO₂ sectorsysteem glastuinbouw'. Hierin is voor het jaar 2020 een totale emissieruimte opgenomen van 6,2 Mton CO₂. De emissieruimte voor 2013 wordt vastgesteld op basis van de *Energiemonitor Glastuinbouw* in 2010-2012. De emissieruimte in de tussenliggende jaren wordt bepaald door lineaire interpolatie.

Energieakkoord en Meerjarenafspraak 2014-2020

In 2013 is het 'Energieakkoord voor duurzame groei' gesloten, in 2014 de 'Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020'. In de Meerjarenafspraak neemt de totale CO₂-emissie, voortbouwend op het 'Convenant CO₂ emissieruimte binnen het CO₂ sectorsysteem glastuinbouw', een centralere plaats in. In het 'Energieakkoord' en in de 'Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020' is voor de glastuinbouw afgesproken dat in aanvulling op het huidige beleid wordt ingezet op een energiebesparing in 2020 van 11 PJ t.o.v. 2011. In deze Energiemonitor is deze energiebesparing nog niet gemonitord.

¹ Uit de toelichting bij het Agroconvenant is afgeleid dat dit de wk-installaties van de tuinders betreft en niet die van de energiebedrijven geplaatst op glastuinbouwbedrijven.

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.

Tabel 1.1

Overzicht doelen, ambities en emissieruimte per energie-indicator voor de glastuinbouw in 2020

Energie-indicator	Eenheid	2020
Energie-efficiëntie (doel)	% t.o.v. 1990	43
CO ₂ -emissie	Mton	
teelt (doel)		5,8
teelt (ambitie)		4,8
totaal (emissieruimte)		6,2
wk (reductiedoel) ^{a)}		2,3
Aandeel duurzaam (doel)	%	20

a) nationale reductie ten opzichte van 1990

Inhoudelijke aspecten 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) en heeft alleen betrekking op het fossiele brandstofverbruik door de glastuinbouw. Bij de CO₂-emissie wordt gesproken over doelen c.q. ambities en over emissieruimte. 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.

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 primaire brandstof meer nodig is.

De definities, methodiek en gebruikte bronnen zijn vastgelegd in het *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw* (Van der Velden, 2014) en worden in bijlage 1 op hoofdlijnen toegelicht.

CO₂-emissie en milieubelasting

Het fossiele brandstofverbruik en de totale CO₂-emissie door de glastuinbouw namen het afgelopen decennium toe door de opkomst van wk-installaties en de verkoop van elektriciteit uit deze installaties (hoofdstuk 2). Hiertegenover staat een reductie van de nationale CO₂-emissie door de wk-installaties. Deze schijnbare paradox ontstaat doordat de IPCC-methode alleen het gebruik van fossiele brandstof in de glastuinbouw 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, de milieuprestaties of het meten van de klimaatneutraliteit van een sector of een bedrijf. Bij het primaire brandstofverbruik worden de in- en verkoop van energie wel in beschouwing genomen, waardoor deze indicator wel geschikt is. Het primaire brandstofverbruik wordt daarom gebruikt om de reductie van de CO₂-emissie door de transitiepaden (hoofdstuk 5) te bepalen.

1.2 Glastuinbouw en energie

De ontwikkeling van het energiegebruik in de glastuinbouw wordt beïnvloed door reductie van de energievraag (energiebesparing), door de wijze van energievoorziening en door intensivering van de teelt.

Energiebesparing en -voorziening

De energievoorziening van de glastuinbouw brengt fossiel brandstofverbruik met zich mee, zowel in als buiten de glastuinbouw. Om beide te verlagen, kunnen volgens 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 zoals 'Het Nieuwe Telen'. Duurzame energiebronnen zijn hernieuwbaar en geven geen CO₂-uitstoot. Voorbeelden van duurzame energiebronnen zijn aardwarmte, zonne-energie en biobrandstof. Daarnaast is energie uit fossiele bronnen efficiënter te produceren met technologieën die per eenheid geproduceerde energie minder brandstof vragen. Mogelijkheden daarvoor zijn wk-installaties en restwarmte. De energetische volgorde van de Trias Energetica is overigens niet per definitie ook de economisch optimale volgorde (paragraaf 5.2).

Naast de drie wegen van de Trias Energetica kan energie die door de glastuinbouw duurzaam of efficiënt is geproduceerd, worden verkocht, waardoor de CO₂-emissie buiten de glastuinbouw afneemt.

Intensivering

Naast het continue proces van energiebesparing en de inzet van duurzame en efficiëntere energiebronnen is in de Nederlandse glastuinbouw ook een continu proces van intensivering gaande. Intensivering is een economisch gedreven proces dat gepaard gaat 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 is vooral gericht op verdere optimalisatie van de teeltomstandigheden. Hiermee richt de sector zich op het jaarrond leveren van kwaliteitsproducten voor de topsegmenten van de internationale markt. Het voorgaande gaat samen met een verschuiving naar meer warmteminnende gewassen, intensievere conditionering van het kasklimaat, toenemende productie in de winterperiode en meer gebruik van groeilicht en CO₂-dosering.

1.3 De Energiemonitor

De *Energiemonitor* kwantificeert en analyseert de ontwikkelingen en achtergronden van de energie-indicatoren energie-efficiëntie, CO₂-emissie en 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. De toepassing van de transitiepaden van KaE wordt eveneens in kaart gebracht. Van een aantal paden worden de effecten op de CO₂-emissie gekwantificeerd.

Deze rapportage bevat de definitieve cijfers tot en met 2012 en – op basis van de medio 2014 beschikbare informatie – de voorlopige resultaten van 2013. Door het gebruik van aanvullende databronnen en kleine methodologische aanpassingen zijn eerder gepubliceerde resultaten over de jaren tot en met 2011 deels aangepast.

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 komen aan bod in hoofdstuk 6.

2 Energie-indicatoren

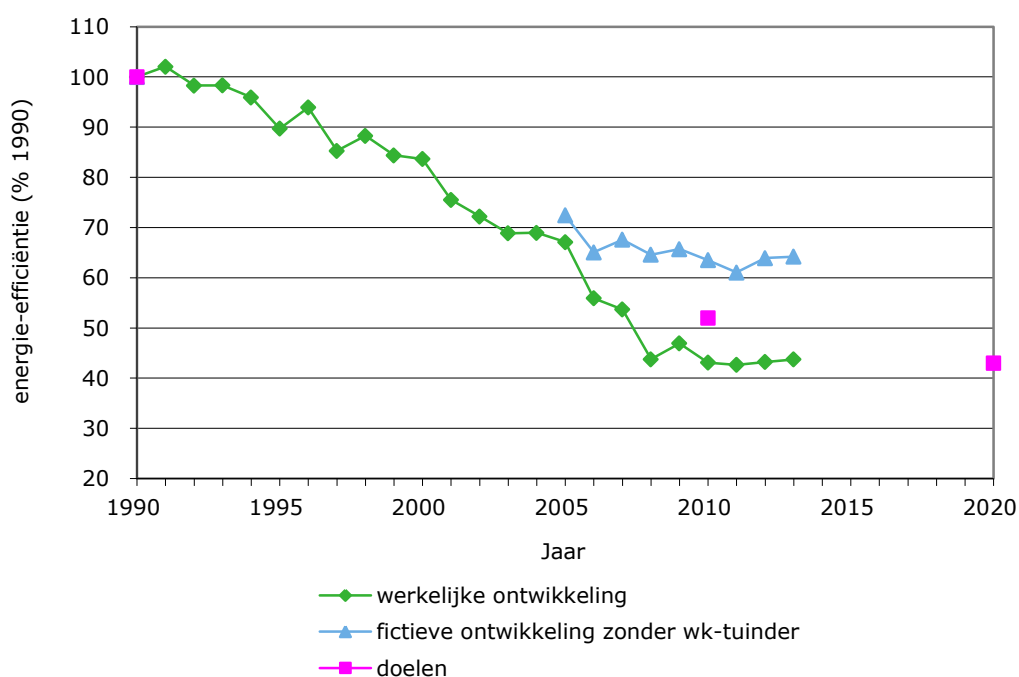
2.1 Inleiding

In de volgende paragrafen wordt de stand van zaken van de indicatoren energie-efficiëntie, CO₂-emisie en aandeel duurzame energie behandeld. In de laatste paragraaf komen de achtergronden van de ontwikkelingen aan bod.

2.2 Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie verslechterde in 2013 met 1 procentpunt en kwam uit op 44% ten opzichte van 1990 (Figuur 2.1 en bijlage 2). Dit betekent dat de glastuinbouw in 2012 56% minder primaire brandstof per eenheid product gebruikte dan in 1990. De index is daarmee 1 procentpunt verwijderd van het doel voor 2020 van 43% uit het Agroconvenant.

De verslechtering in 2013 was de resultante van een toename van het primaire brandstofverbruik per m² met ruim 2% en een toename van de fysieke productie per m² met 1%. In de periode 2008-2013 bleef de energie-efficiëntie min of meer stabiel (Figuur 2.1); zowel het primaire brandstofverbruik per m² als de fysieke productie per m² nam in dit tijdvak met 3% toe.



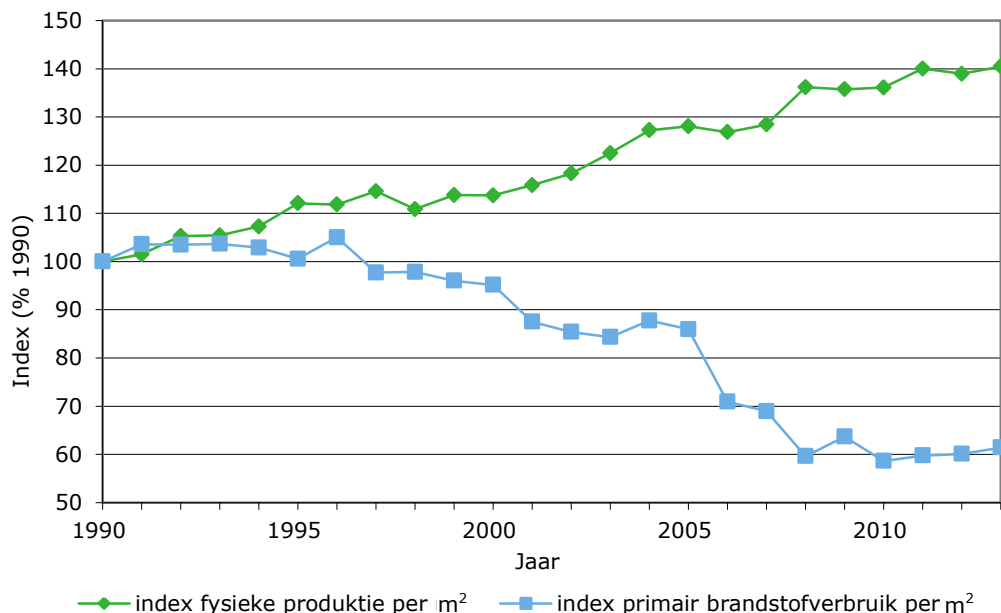
Figuur 2.1 Energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw per jaar met en zonder wk-tuinder

Primaire brandstof

Het primaire brandstofverbruik per m² (Figuur 2.2 en bijlage 2) daalt vanaf 1990 gestaag. In dat referentiejaar werd ruim 45 m³ aardgasequivalenten (a.e.) per m² kas verbruikt. In 2013 bedroeg dit 27,5 m³ a.e., dus 17,5 m³ a.e. (39%) minder. Circa twee derde van deze afname vond plaats in de periode 2005-2008. Dit kwam vooral door de sterke groei van het gebruik van wk-installaties en het gebruik van de vrijkomende warmte bij deze vorm van elektriciteitsproductie (hoofdstuk 4). In de periode 2008-2013 nam het primaire brandstofverbruik per m² met 3% toe (Figuur 2.2). De toename in 2013 wordt vooral veroorzaakt door de gestegen elektriciteitsinkoop. Door ontwikkelingen binnen de overige factoren (inkoop aardgas en warmte en verkoop elektriciteit) nam het primaire brandstofverbruik per m² juist iets af, maar niet voldoende om het effect van de elektriciteitsinkoop te compenseren.

Fysieke productie

De fysieke productie per m² vertoont vanaf 1990 een stijgende trend, al zijn er verschillen tussen deelperioden (Figuur 2.2 en bijlage 2). Over de gehele periode vanaf 1990-2013 steeg de fysieke productie per m² met 40%. Dat is gemiddeld 1,5% per jaar. Tussen 2008 en 2013 was dit slechts 0,5% per jaar. De fysieke productieverhoging vult de laatste jaren dus af. Op de ontwikkeling van de fysieke productie zijn vele factoren van invloed, zoals de hoeveelheid buitenlicht, het gebruik van gloeilicht, de keuze tussen kwaliteit en fysieke productie en verschuivingen in het nationale teeltplan. Deze factoren zijn niet nader geanalyseerd.



Figuur 2.2 Fysieke productie en primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw per m² kas per jaar

Effect wk-installaties

Het gebruik van wk-installaties heeft een positief effect op de energie-efficiëntie, omdat de vrijkomende warmte nuttig wordt gebruikt (Smit en van der Velden, 2008). In 2013 bedroeg dit effect 20 procentpunten in vergelijking met een situatie zonder wk-installaties (Figuur 2.1). Zonder de wk-installaties en bij een gelijkblijvende elektriciteitsvraag zou de energie-efficiëntie in 2013 zijn uitgekomen op 64% in plaats van 44% (Figuur 2.1). In dat geval zou de glastuinbouw nog ver verwijderd zijn van het doel van 43% in 2020.

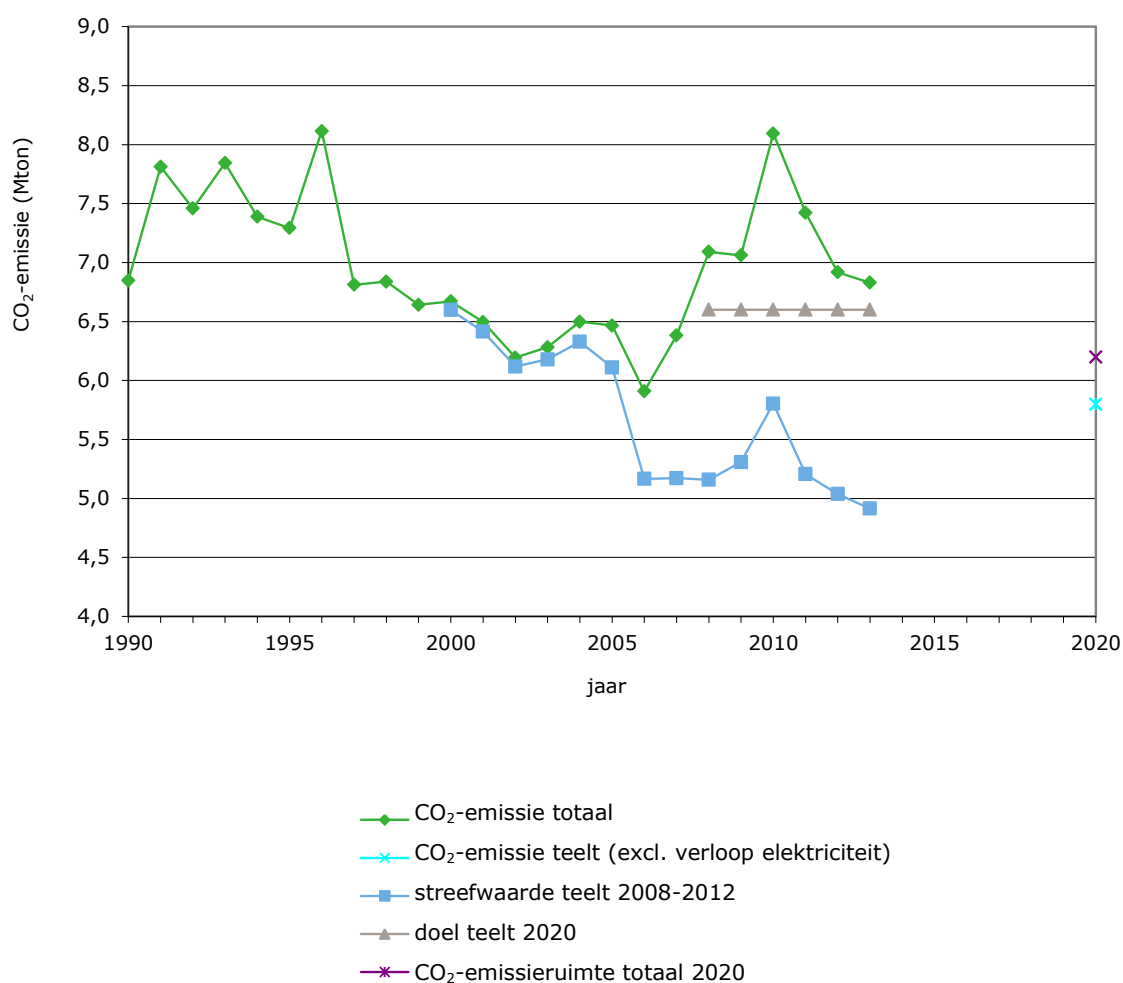
2.3 CO₂-emissie

Totaal en teelt

In 2013 nam zowel de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw (inclusief verkoop elektriciteit) als de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit) met 0,1Mton af.

De totale CO₂-emissie daalde van 6,9 naar 6,8 Mton en zit daarmee 0,6 Mton boven de CO₂-emissieruimte voor 2020.

De CO₂-emissie voor de teelt daalde van 5,0 naar 4,9 Mton en ligt daarmee 1,9 Mton onder het niveau van 1990. De gerealiseerde reductie is 0,9 Mton meer dan het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (een reductie van 1 Mton ten opzichte van 1990). Voor de realisatie van de ambitie voor 2020 (een reductie van 2 Mton ten opzichte van 1990) dient de CO₂-emissie voor de teelt met nog 0,1 Mton af te nemen. De daling van de CO₂-emissie in 2013 komt voort uit een daling van het areaal en een lager verbruik van fossiele brandstof per m².



Figuur 2.3 CO₂-emissie vanuit de glastuinbouw per jaar

Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt bleef in 2013 gelijk. Dit kwam doordat de verkoop van elektriciteit vanuit wk-installaties door de glastuinbouw niet veel is gewijzigd.

In heel Nederland kwam de CO₂-emissie in 2013 uit op 166,1 Mton (bijlage 2). Dit is 4% meer dan in 1990. De glastuinbouw loopt bij de CO₂-emissie voor de teelt (-28%) dus ver voor op de landelijke ontwikkeling.

Wk-installaties

De wk-installaties van tuinders produceerden in 2013 zo'n 11,8 miljard kWh elektriciteit, waarvoor extra aardgasverbruik nodig was. Door de verkoop van geproduceerde elektriciteit kon de elektriciteitsproductie en daarmee het brandstofverbruik door de centrales echter omlaag worden gebracht. Per saldo is hierdoor in 2013 de nationale CO₂-emissie met bijna 2,3 Mton gereduceerd ten opzichte van 1990. Dit is bijna gelijk aan het doel voor wk's in het Agroconvenant, namelijk een reductie van 2,3 Mton in 2020.



Belichting, wk-installaties, warmte buffer en externe CO₂

De elektriciteitsverkoop vanuit wk-installaties wordt bij de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw (IPCC-methode) niet verrekend. Door het gebruik van de wk-installaties is de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw ten opzichte van 1990 met 3,0 Mton toegenomen.

Reductie totaal

De totale nationale reductie van de CO₂-emissie door de glastuinbouw in 2013 ten opzichte van 1990 bestaat uit (1) de reductie van de CO₂-emissie voor de teelt (1,9 Mton) en (2) de nationale reductie door het gebruik van wk-installaties (2,3 Mton). De totale reductie bedroeg hiermee 4,2 Mton (Tabel 2.1). Dit ligt boven het doel voor 2020 (3,3 Mton) in het Agroconvenant. De emissiereductie voor de teelt zat ruim boven de doelstelling, terwijl de bijdrage aan de nationale reductiedoelstelling vanuit de wk-installaties iets onder het doel zat. De vraag is hoe dit laatste zich in de toekomst zal ontwikkelen in relatie tot de verslechterde spark spread (paragraaf 2.5).

Tabel 2.1

Reductie van de totale CO₂-emissie door de glastuinbouw in 2013 ten opzichte van 1990, opgesplitst naar teelt en wk-installaties (Mton)

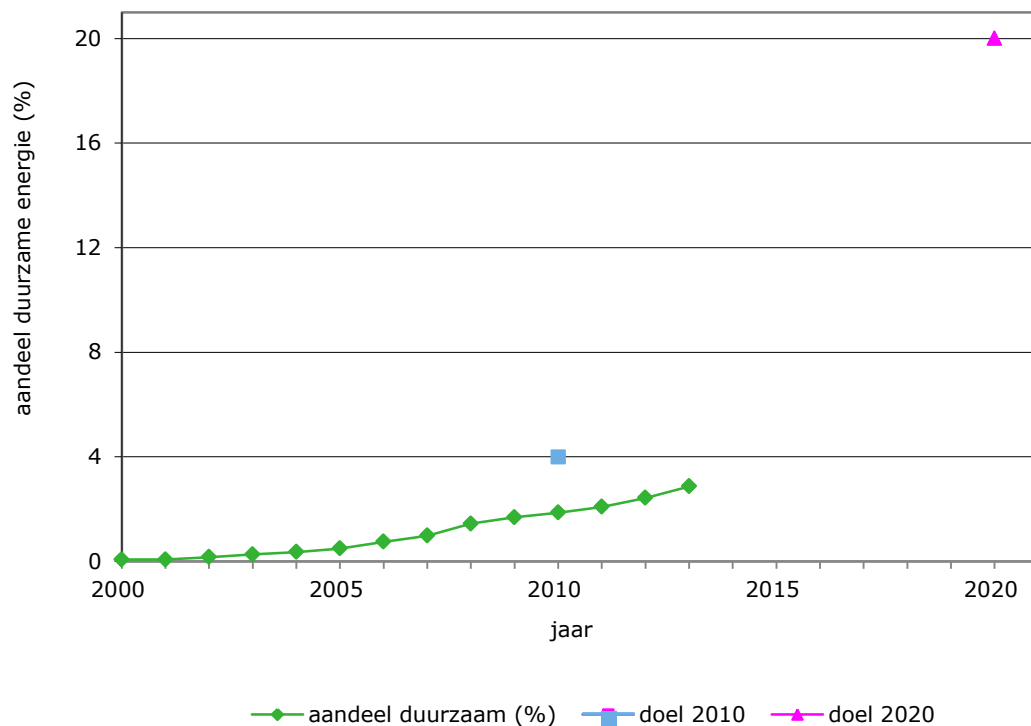
Teelt	1,9
Wk-installaties	2,3
Totaal	4,2

2.4 Aandeel duurzame energie

De ontwikkeling van het aandeel duurzame energie hield de stijgende lijn in 2013 vast. Het aandeel steeg met 0,5 procentpunt tot 2,9%. Dit is de grootste jaarlijkse stijging sinds 2000. In Figuur 2.4 is de versnelling in de laatste jaren zichtbaar. Voor het beoogde doel in 2020 uit het Agroconvenant (20%) zijn echter nog bijna 17 procentpunten nodig.

Het absolute gebruik van duurzame energie nam in 2013 toe van 2,7 tot 3,2 PJ. De groei van het aandeel duurzame energie wordt vrijwel volledig veroorzaakt door de toename van dit absolute gebruik, omdat het totale energiegebruik van de glastuinbouw in 2013 vrijwel gelijk bleef. Het gebruik van duurzame energie had in 2013 een positief effect op de energie-efficiëntie van ruim 1,6 procentpunt en op de CO₂-emissie van ruim 0,15 Mton.

In heel Nederland bedroeg het aandeel duurzame energie in 2013 4,5% (bijlage 2). In tegenstelling tot de CO₂-emissie loopt de glastuinbouw bij duurzame energie dus achter bij de landelijke ontwikkeling. Het gebruik van duurzame energie groeide in de glastuinbouw de laatste jaren echter sterker dan in heel Nederland. Naast het gebruik van duurzame energie wordt een beperkte hoeveelheid duurzame energie door de glastuinbouw verkocht aan afnemers buiten de sector (hoofdstuk 4).



Figuur 2.4 Aandeel duurzame energie in de glastuinbouw per jaar en de doelen voor 2010 en 2020

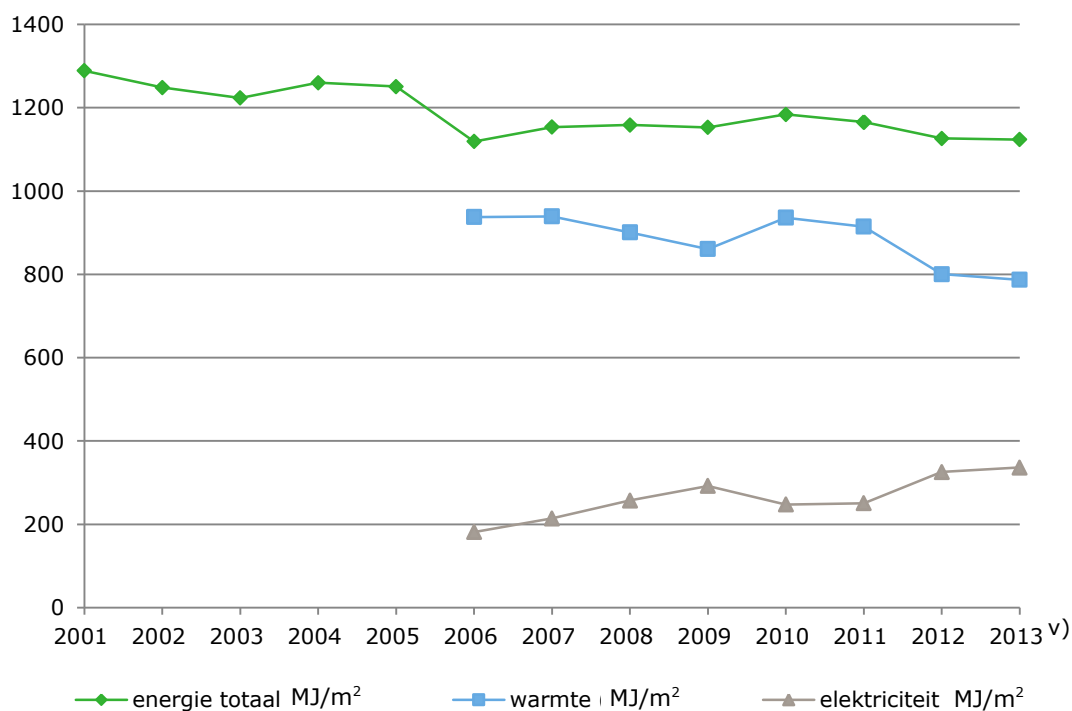
2.5 Achtergronden

Totaal energiegebruik

Achter de hiervoor beschreven ontwikkelingen van de energie-indicatoren zit de ontwikkeling van het totale energiegebruik. Dit is ook relevant in relatie tot de bijdrage van de glastuinbouw aan het Energieakkoord voor duurzame groei.

Het totale energiegebruik van de glastuinbouw daalde in de periode 2001-2013 van 132,9 naar 111,9 PJ (bijlage 1). Deze daling van 16% hangt samen met een vermindering van de energievraag door energiebesparing, een toenemende energievraag door intensivering, de omvang van de sector (ha) en verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren (paragraaf 1.2).

Door uit te gaan van het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur worden de invloeden van het areaal en de buitentemperatuur uitgeschakeld. Uit Figuur 2.5 blijkt dat het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur over de gehele periode 2001-2013 is gedaald, voornamelijk in de periode 2001-2006. Dit betekent dat de besparing (vraagreductie) toen groter was dan de stijging als gevolg van intensivering. In de periode 2006-2013 is het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur nauwelijks gewijzigd. Dit betekent dat de effecten van besparing en intensivering in evenwicht waren. Wel zien we een lichte toename tot 2010, gevolgd door een afname. Dit hangt samen met de dalende netto-energiekosten tot 2010 en de stijging daarna. Het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur (zie Figuur 2.5) is vanaf 2006 opgesplitst in warmte en elektriciteit. Sindsdien is de warmteconsumptie met 16% afgenomen, terwijl de elektriciteitsconsumptie met 85% toenam. Het aandeel van de elektriciteitsconsumptie in het totale energiegebruik steeg in zeven jaar van 16% naar 37%, vooral door intensivering in de vorm van groeilicht. Daarnaast spelen het gebruik van efficiëntere en duurzame energiebronnen, intern transport en verdere optimalisatie van het kasklimaat een rol (Van der Velden en Smit, 2013). De elektriciteitsconsumptie toont een dip in 2010 en 2011. Dit hangt samen met de economische crisis en met de meerjarige inkoopcontracten voor aardgas en verkoopcontracten voor elektriciteit uit de jaren voor 2010, toen de spark spread gunstiger was. De gemiddelde verkoopprijs voor elektriciteit lag hoger, evenals de elektriciteitskosten voor belichting. Hierdoor werd meer elektriciteit uit eigen productie verkocht en minder gebruikt voor belichting. Ook de warmteconsumptie daalt door energiebesparing en groeit door intensivering. Het extra elektriciteitsverbruik voor belichting komt via de lampen deels als stralingswarmte in de kas, waardoor de directe warmteconsumptie via de verwarming afneemt. De dip in de elektriciteitsconsumptie is dan ook zichtbaar in de toename van de warmteconsumptie in dezelfde jaren.



Figuur 2.5 Energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur
v) Cijfers voorlopig

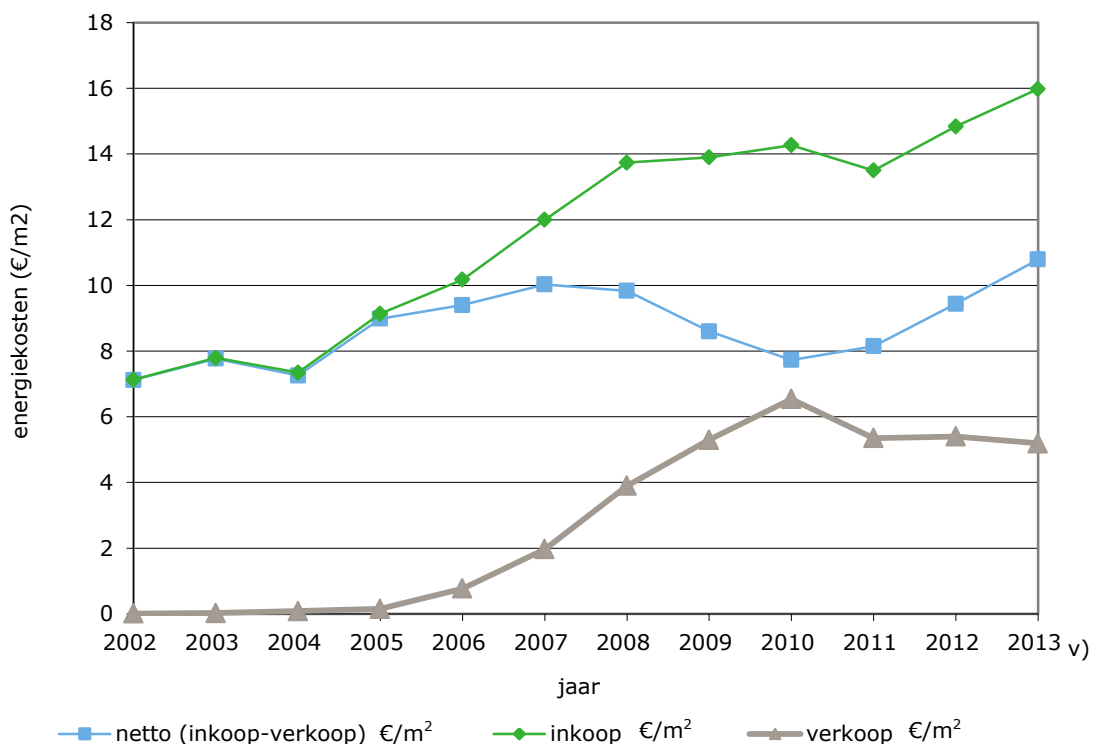
Energiekosten en wk-installaties

In de periode 2004-2007 namen de netto-energiekosten (inkoop minus verkoop) toe (Figuur 2.6) als gevolg van stijgende energieprijzen. In de drie jaar daarna namen de netto-energiekosten weer af door het sterk toenemende gebruik van wk-installaties. Door het extra aardgasverbruik van deze installaties nemen de brutokosten weliswaar toe, maar de verkoop van geproduceerde elektriciteit genereert ook opbrengsten. Per saldo namen de netto-energiekosten daardoor af. Tegenover de daling

van de netto-energiekosten stonden wel hogere kapitaalkosten (afschrijving en rente) en onderhoudskosten van de wk-installaties.

In de periode 2010-2013 stegen de netto-energiekosten per m² met maar liefst 40%. Dit werd veroorzaakt door stijgende aardgasprizen en dalende elektriciteitsprizen. Door de dalende elektriciteitsprizen werd inkoop van elektriciteit goedkoper, maar daalden de opbrengsten uit de verkoop. Aangezien de verkoop omvangrijker is dan de inkoop, veroorzaakten de dalende elektriciteitsprizen per saldo een kostenstijging. Door de combinatie van stijgende aardgasprizen en dalende elektriciteitsprizen is de spark spread – het verschil tussen de elektriciteitsprijs en de aardgasprijs – verslechterd. Voor de jaren na 2013 wordt een verdere daling van de elektriciteitsprizen en dus een verdere verslechtering van de spark spread verwacht en daardoor een verdere stijging van de netto-energiekosten.

Stijgende energiekosten stimuleren energiebesparing en het gebruik van duurzame(re) energiebronnen en remmen het intensiveringsproces. Aan de andere kant stimuleren lagere elektriciteitsprizen het gebruik van groei-licht, wat bijdraagt aan de intensivering. Aan de ontwikkeling van de energievraag (vraagreductie en intensivering) en het gebruik van duurzame(re) energiebronnen liggen naast teelttechnische en technische aspecten dus ook economische ontwikkelingen ten grondslag.



Figuur 2.6 Gemiddelde energiekosten glastuinbouw (€/m²)

v) Cijfers voorlopig

Bron: Bedrijveninformatienet van LEI Wageningen UR

De stijging van de energiekosten verklaart de groeiende belangstelling van ondernemers voor onder andere aardwarmte en 'Het Nieuwe Telen'. Met deze opties wordt het fossiele brandstofverbruik gereduceerd en anticipeert men op een verdere kostenstijging van energie. Een belangrijke vraag is in hoeverre het bestaande wk-park in gebruik zal blijven. De wk-installaties verouderen en hebben een technische en bedrijfseconomische levensduur. De komende jaren nemen de glastuinbouw-ondernemers beslissingen over kostbare revisie, vervanging of buitengebruikstelling van hun wk-installaties. De gemaakte keuzes zijn van invloed op het totale wk-vermogen in de glastuinbouw, de gebruiksduur en de elektriciteitsproductie. Door uitbreiding van het belichte teeltareaal (van der Velden en Smit, 2013) zal een aanzienlijk deel van het wk-vermogen behouden blijven.

3 Duurzame energie

3.1 Vormen

In 2013 werden zes vormen van duurzame energie toegepast in de glastuinbouw (Tabel 3.1). De voornaamste bronnen waren aardwarmte met een aandeel van 31% en zonne-energie met 25%. Daarna kwamen biobrandstoffen (19%), inkoop van duurzame elektriciteit (12%) en inkoop van duurzame warmte (11%). Duurzaam gas (1%) was de hekkensluiter. Bijna 87% van de toegepaste duurzame energie betrof warmte, duurzame elektriciteit omvat 13%.

Een deel van de duurzaam verkregen warmte uit aardwarmte en biobrandstoffen wordt verkocht aan omliggende glastuinbouwbedrijven. Deze interne levering omvatte in 2013 circa 178 TJ warmte en is meegeteld bij de duurzame energievormen.

Tabel 3.1

Toepassing van duurzame energievormen in de glastuinbouw in 2013 ^{v)}

Duurzame energievorm	Bedrijven ^{a)}	Areaal ^{a)}	Gemiddeld ^{b)}	Warmte	Elektriciteit	Totaal	Aandeel
	Aantal	ha		TJ	GWh	TJ	%
Aardwarmte	21	134	6,4	989	0	989	31
Biobrandstof	36	132	3,7	595	6	617	19
- warmte	33	115	3,5	412	0	412	
- warmte en elektriciteit	3	17	5,7	183	6	205	
Zonne-energie	64	229	3,6	811	0	811	25
Inkoop duurzaam gas	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{c)}	32	-	32	1
Inkoop duurzame elektriciteit	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{c)}	-	110	396	12
Inkoop duurzame warmte	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{c)}	359	-	359	11
- centraal	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{c)}	117	-	117	
- decentraal	7	33	4,8	242	-	242	
Totaal	128 ^{b)}	529 ^{b)}	4,1 ^{b)}	2.786	122	3.203	100

a) Peildatum eind 2013

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

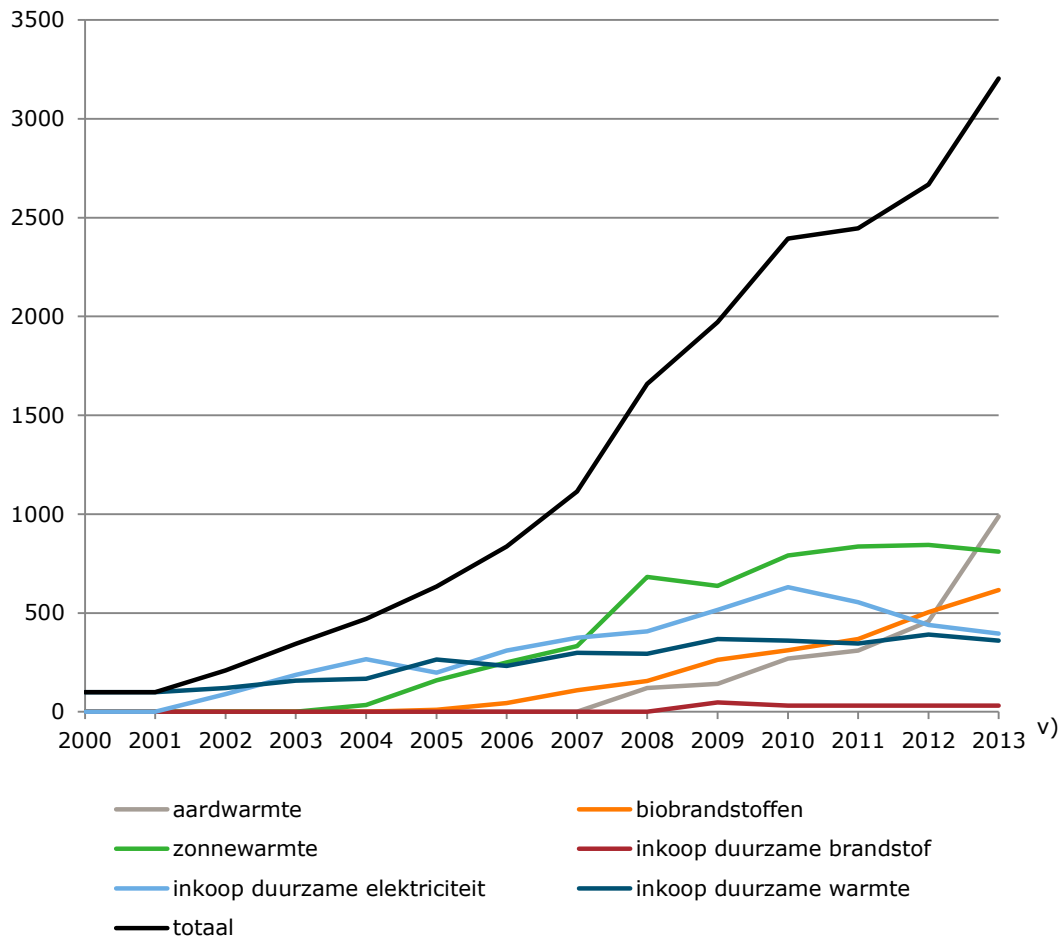
v) Cijfers voorlopig



Aardwarmte

De groei van het gebruik van duurzame energie zat in 2013 vooral bij aardwarmte. Daarnaast steeg het gebruik van biobrandstoffen. Het gebruik van zonne-energie daalde licht, terwijl de inkoop van duurzame elektriciteit voor het derde achtereenvolgende jaar verminderde. In 2013 daalde ook de inkoop van duurzame elektriciteit in heel Nederland (Hernieuwbare energie, 2014). De inkoop van duurzame warmte en duurzaam gas door de glastuinbouw veranderde niet (Figuur 3.1).

De groei bij aardwarmte had drie oorzaken: (1) het in gebruik nemen van nieuwe projecten, (2) het gebruik van eerder gerealiseerde projecten gedurende een heel kalenderjaar en (3) de verdere optimalisatie van bestaande projecten. Landelijk bekeken is de glastuinbouwsector vooralsnog de enige sector waar aardwarmte wordt gewonnen. Twee aardwarmteprojecten zijn gezamenlijke projecten van meerdere glastuinbouwbedrijven. Bij twee projecten wordt aardwarmte verkocht aan nabij gevestigde glastuinbouwbedrijven. Er wordt ook aardwarmte verkocht buiten de glastuinbouw, maar dat telt niet mee bij het aandeel duurzame energie in de glastuinbouw.



Figuur 3.1 Toepassing van duurzame energievormen in de glastuinbouw per jaar ^{a) b) v)}

a) Peildatum eind van het jaar.

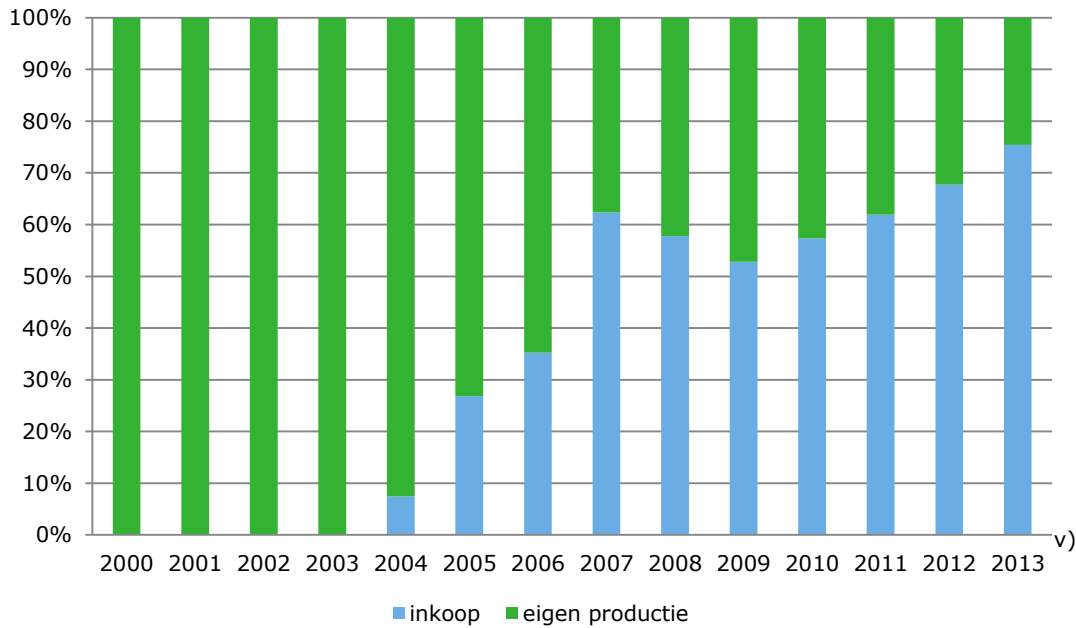
b) Via het openbaar net.

v) Cijfers 2013 voorlopig.

Productie, consumptie, inkoop en verkoop

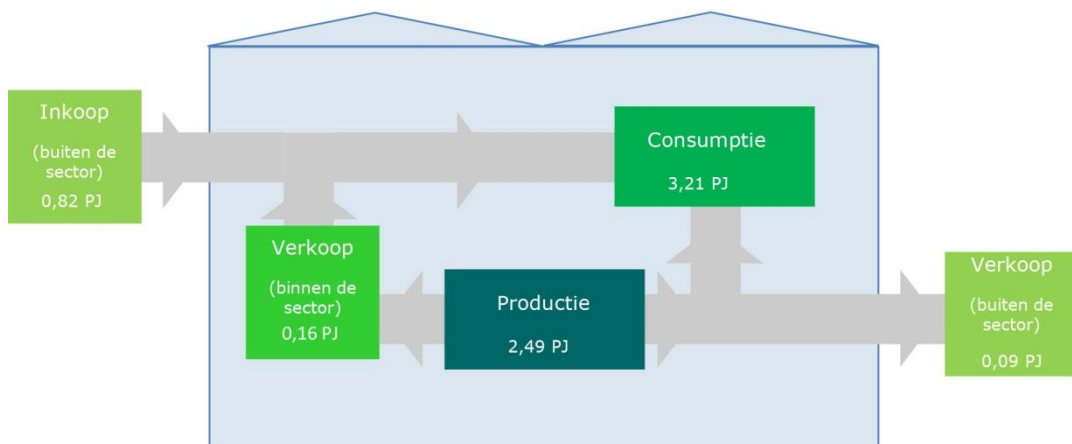
De duurzame energie die de glastuinbouw aanwendt, is afkomstig uit eigen productie en inkoop. Circa driekwart van de geconsumeerde duurzame energie werd in 2013 door glastuinbouwbedrijven zelf geproduceerd (Figuur 3.2). Dit aandeel neemt de laatste jaren toe. In 2013 groeide de eigen productie, de inkoop nam niet toe. Duurzame warmte kwam vooral uit eigen productie (87%). Duurzame elektriciteit werd grotendeels (90%) ingekocht.

Inkoop van duurzame warmte vindt plaats vanuit centrale en decentrale projecten. Centrale inkoop betreft het deel van de inkoop van restwarmte van elektriciteitscentrales dat duurzaam wordt opgewekt. Bij decentrale projecten wordt op kleinere schaal lokaal warmte geleverd uit projecten met biobrandstoffen van buiten de sector. De door de glastuinbouw van derden ingekochte duurzame warmte is voor circa twee derde afkomstig van decentrale projecten.



Figuur 3.2 Verdeling van het gebruik van duurzame energie naar eigen opwekking en inkoop in 2013.
v) Cijfers voorlopig.

Door de glastuinbouw wordt ook duurzame energie verkocht. In 2013 omvatte dit 22 miljoen kWh elektriciteit en 15 duizend GJ warmte. De verkochte duurzame energie was afkomstig van aardwarmte, warmte uit biobrandstof en elektriciteit opgewekt met biobrandstof en zonnecellen. Verkoop van duurzame energie telt niet mee voor het aandeel duurzame energie. De inkoop door glastuinbouwbedrijven wel. Bij het bepalen van de reductie van de CO₂-emissie door de transitiepaden (hoofdstuk 5) wordt de verkoop wel meegenomen. De duurzame energiebalans van de glastuinbouw (Figuur 3.3) laat zien dat de hoeveelheid verkochte duurzame energie beperkt is ten opzichte van de geconsumeerde hoeveelheid.

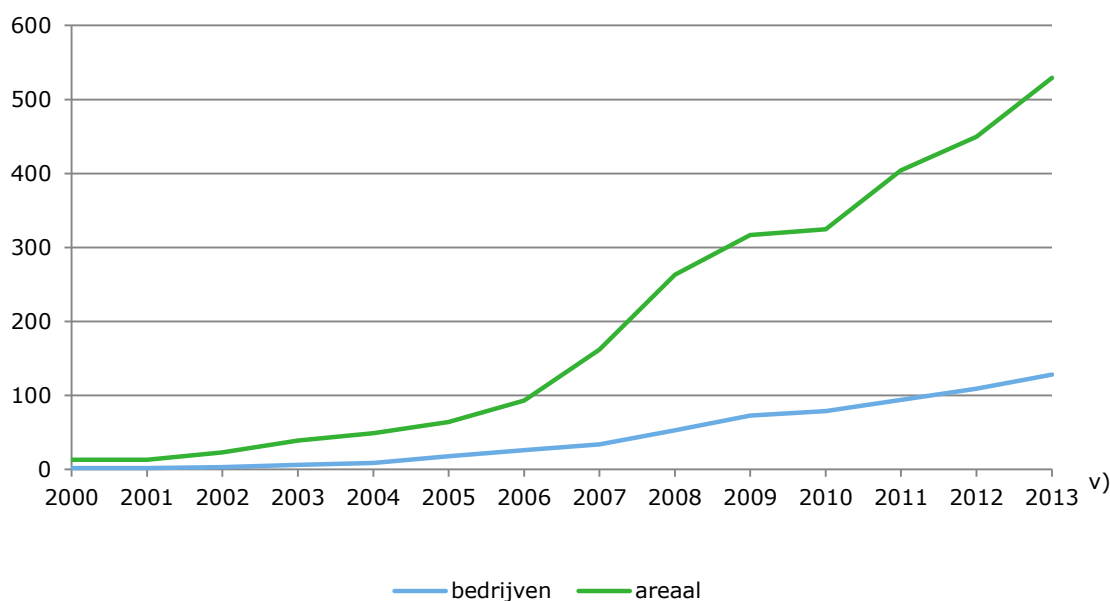


Figuur 3.3 Globale duurzame energiebalans van de glastuinbouwsector in 2013^{v)}
v) Cijfers voorlopig

3.2 Achtergronden

Bedrijven, areaal en bedrijfsomvang

In 2013 steeg het aantal bedrijven dat duurzame energie toepast naar 128 en het areaal naar 529 ha (Figuur 3.4). De gemiddelde bedrijfsgrootte bleef met ruim 4 ha stabiel. Dit is groter dan het gemiddelde gespecialiseerde glastuinbouwbedrijf in 2013 (3,2 ha).



Figuur 3.4 Aantal bedrijven en areaal met toepassing van duurzame energie ^{a)v)}

a) Peildatum eind van het jaar

v) Cijfers 2013 voorlopig

Bij de potplanten bleven het aantal bedrijven en het areaal waarop duurzame energie wordt toegepast het grootst (Tabel 3.2). Het areaal met duurzame energie groeide in 2013 het sterkst in de groentesector, voornamelijk door het in gebruik nemen van enkele aardwarmteprojecten op grote bedrijven. In de potplantensector groeide het areaal met duurzame energie licht, bij uitgangsmateriaal bleef dit stabiel. In de bloementeel trad voor het eerst een lichte daling op door de daling van het areaal in deze subsector.

Tabel 3.2

Aantal bedrijven en areaal met toepassing van duurzame energie per subsector per eind 2013 ^{a) b) v)}

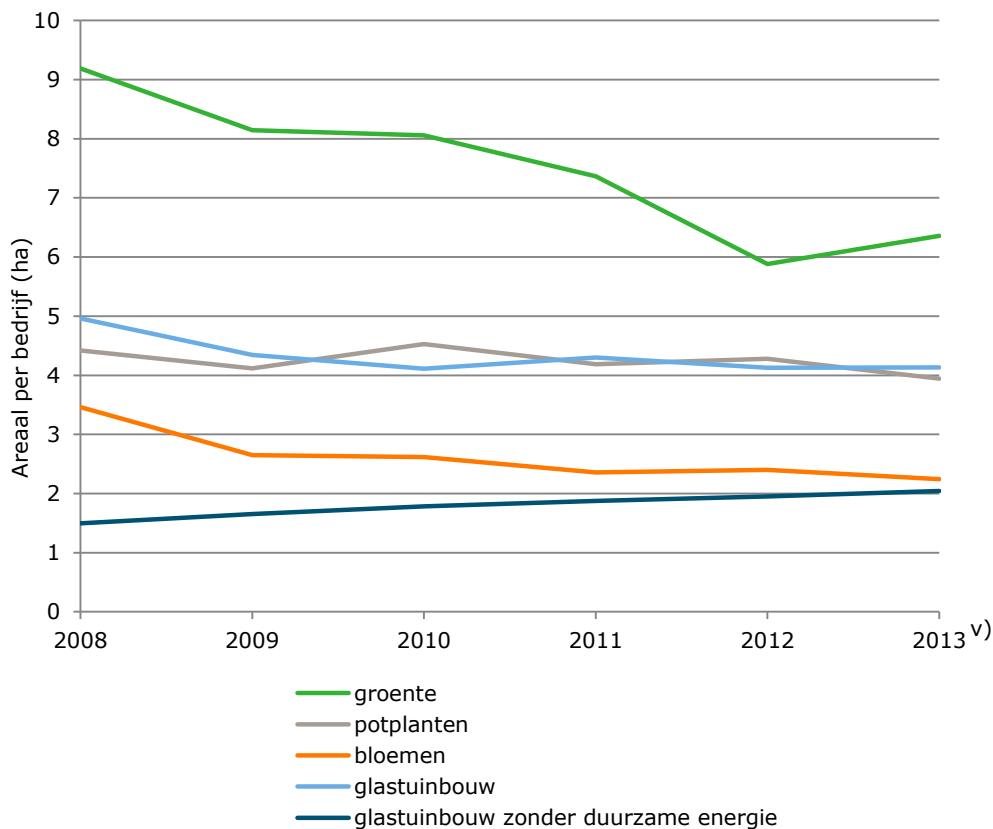
		Bloemen	Groente	Potplanten	Uitgangs- materiaal	Totaal
Bedrijven	aantal	37	34	53	4	128 b)
Areaal	ha	83	216	209	21	529 b)
Gemiddelde bedrijfsomvang	ha	2,2	6,4	3,9	5,2	4,1

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 openbare net

v) Cijfers 2013 voorlopig

In de periode 2008-2013 nam de gemiddelde bedrijfsgrootte met duurzame energie af van 5,0 naar 4,1 ha (Figuur 3.5). Dit komt vooral door de groei van het aantal projecten bij kleinere bedrijven met potplanten.



Figuur 3.5 Gemiddeld areaal per bedrijf met duurzame energie per subsector per jaar ^{a) b) v)}

a) Peildatum eind 2013.

b) Exclusief inkoop van duurzame elektriciteit en duurzaam gas.

v) Cijfers 2013 voorlopig.

Dekking

In de glastuinbouw werd in 2013 2,9% van de totale energiebehoefte gedekt door duurzame energie, terwijl op 5,4% van het totale areaal van de sector duurzame energie wordt toegepast. De verklaring voor dit verschil is dat duurzame energie slechts in een deel van de energievraag voorziet. Bedrijven met duurzame energie gebruiken ook niet-duurzame energie, vooral in perioden waarin (1) het vermogen van de duurzame energiebron onvoldoende is, (2) de variabele kosten van duurzame energie hoger liggen dan die van niet-duurzame energie en (3) productie van CO₂ uit niet-duurzame energie nodig is voor de teelt. De resterende energie- en CO₂-vraag wordt vooral ingevuld met aardgasgestookte wk-installaties en ketels.

Het gebruik van duurzame warmte per m² kas nam in 2013 met circa een derde toe tot gemiddeld 0,53 GJ per m². Dit komt overeen met ruim 16 m³ a.e. per m² per jaar. Deze stijging is te verklaren uit het toenemende gebruik van aardwarmte. De dekking door duurzame warmte is nog niet zo hoog als bij aardgasgestookte wk-installaties. Uit deze installaties werd gemiddeld 50% meer warmte per m² toegepast.

Er bestaan grote verschillen tussen het gebruik per m² bij de verschillende duurzame warmtebronnen. Aardwarmte en duurzame warmte zijn continu beschikbaar en hebben doorgaans een groot warmteleverend vermogen. Bij biobrandstoffen is het gebruik per vierkante meter lager en de spreiding groter. Dit komt enerzijds door de vermogensstaffeling⁴ in de milieuwetgeving, anderzijds door het gebruik in ketels op extensieve bedrijven met een relatief lage energievraag per vierkante meter. Bij zonnewarmte is de dekking laag. Zonnewarmte wordt hoofdzakelijk toegepast op bedrijven met gewaskoeling. De koudevraag bepaalt hier de hoeveelheid beschikbare duurzame warmte.

⁴ Voor biomassa-installaties gelden per vermogensklasse verschillende vergunningseisen.

Voor het realiseren van de duurzame energiedoelstelling (20% in het jaar 2020) is een toename van het gebruik van duurzame energie per m² van belang.

Elektriciteitsconsumptie duurzame energiebronnen

Voor de productie van duurzame energie is ook energie nodig. De installaties draaien niet vanzelf en de energie moet toegepast kunnen worden in de kassen. De benodigde energie betreft hoofdzakelijk elektriciteit. Het elektriciteitsgebruik liep in 2013 globaal uiteen van 5 tot 75 kWh per GJ warmte (3 en 26 kWh/m² per jaar). De winning van zonnewarmte vraagt veel meer elektriciteit dan andere bronnen. Dit komt doordat bij de herwinning van zonnewarmte het opwaarderen, verpompen en opslaan van de koelwarmte veel elektriciteit kost. Biobrandstofprojecten vragen gemiddeld 6 kWh elektriciteit per GJ warmte, net als projecten met inkoop van duurzame warmte. Voor aardwarmte is circa tussen de 10 en 15 kWh elektriciteit per GJ warmte nodig.



Externe CO₂ nodig bij duurzame energie

4 Warmtekrachtkoppeling en de elektriciteitsbalans

4.1 Inleiding

De glastuinbouw maakt op grote schaal gebruik van warmtekrachtkoppeling (wkk). Bij deze gecombineerde productie van warmte en elektriciteit wordt, anders dan bij elektriciteitscentrales, de warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit nuttig gebruikt (Smit en van der Velden, 2008). Bij elektriciteitsproductie door elektriciteitscentrales wordt minder dan de helft van de brandstof omgezet in elektriciteit. Het resterende deel gaat verloren als afvalwarmte. Dankzij wkk is er nationaal per saldo minder brandstof nodig.

Het gebruik van wkk in de glastuinbouw betreft vooral aardgasgestookte wk-installaties die de bedrijven zelf exploiteren. Daarnaast komen er op beperkte schaal wk-installaties voor van energiebedrijven en wordt er gebruik gemaakt van restwarmte van elektriciteitscentrales. Bij deze laatste twee vormen koopt de glastuinbouw warmte en eventueel CO₂ in.

De exploitatie van wk-installaties door glastuinbouwbedrijven is van invloed op de elektriciteitsbalans en de energiekosten van de glastuinbouw. De elektriciteitsbalans komt aan bod in paragraaf (4.4). De energiekosten zijn behandeld in paragraaf 2.5.

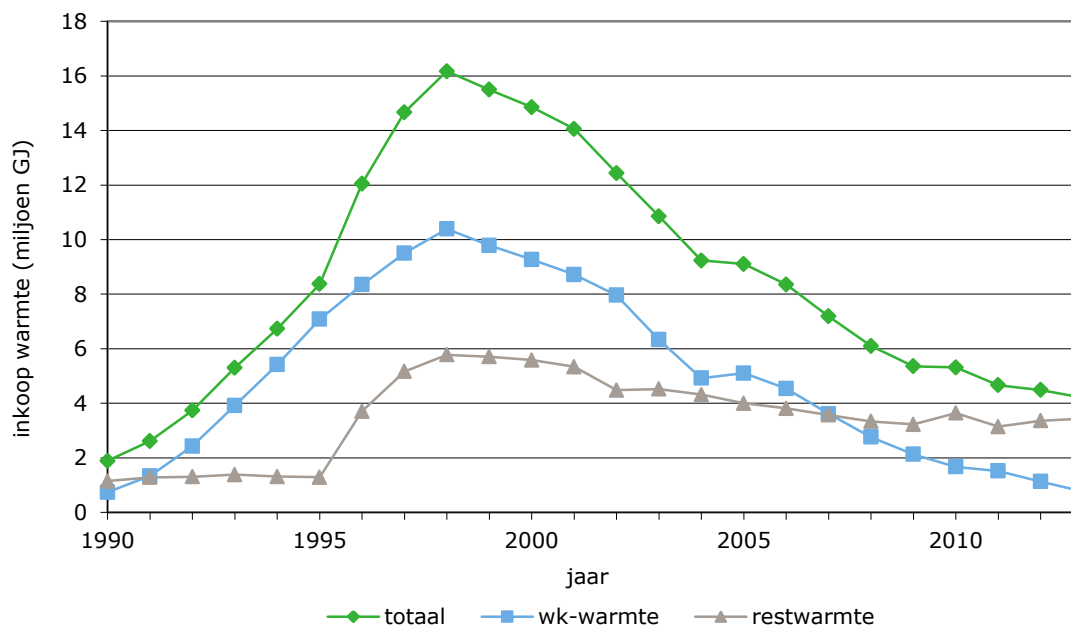
Op beperkte schaal gebruikt de glastuinbouw ook wk-installaties die draaien op biobrandstof en koopt de sector duurzame warmte in van wk-installaties van derden die draaien op biobrandstof. Dit betreft duurzame energie en is behandeld in hoofdstuk 3.

4.2 Inkoop warmte

In 2013 kocht de glastuinbouw ruim 4 PJ warmte afkomstig uit wkk met fossiele brandstof in. Dit omvat bijna 4% van het totale energiegebruik van de glastuinbouw. Hiervan was 82% afkomstig van elektriciteitscentrales (restwarmte) en de resterende 18% was afkomstig van wk-installaties van energiebedrijven.

De warmte-inkoop afkomstig van wk-installaties van energiebedrijven nam verder af (Figuur 4.1), omdat installaties uit gebruik werden genomen of door tuinders zijn overgenomen. Begin 2014 was het vermogen met circa 28 MW_e nog maar zeer beperkt van omvang, terwijl er rond de eeuwwisseling nog ruim 500 MW_e in gebruik was (Figuur 4.2). Bij restwarmte is de laatste jaren sprake van een lichte toename. Deze toename deed zich voor bij alle drie de restwarmteprojecten: Noord-Brabant, Lansingerland en Terneuzen. De totale inkoop van warmte daalt sinds 1998 (Figuur 4.1). Het aandeel in het totale energiegebruik was in 1998 nog bijna 12% en in 2013 bijna 4%. De warmte-inkoop concurreert met de exploitatie van eigen wk-installaties door tuinders.

Een deel van de ingekochte restwarmte werd geproduceerd met biobrandstof. Dit telt mee als inkoop van duurzame energie (hoofdstuk 3).



Figuur 4.1 Inkoop van warmte door de glastuinbouw

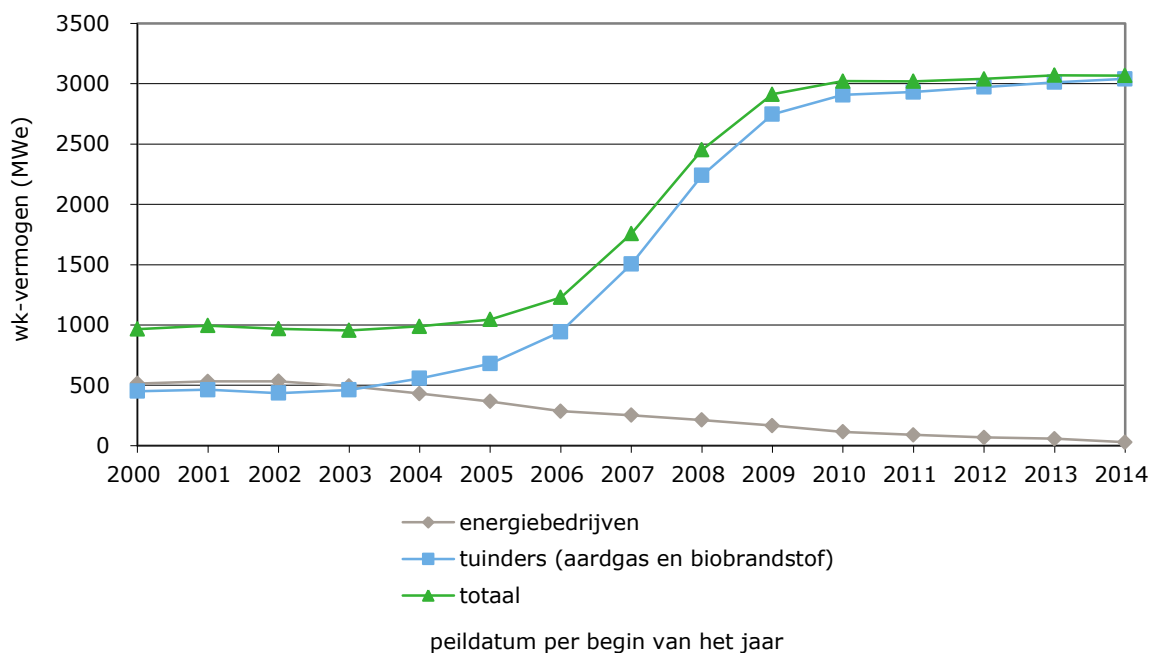
Reductie primaire brandstof

De reductie van het primaire brandstofverbruik door de inkoop van warmte liep in 2013 terug tot 78 miljoen m³ a.e. (Figuur 4.4). De inkoop van warmte droeg in 2013 iets minder dan 1 procentpunt bij aan de verbetering van de energie-efficiëntie en beperkte de CO₂-emissie met ruim 0,2 Mton (bijlage 5). De verminderde warmte-inkoop heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de CO₂-emissie en de energie-efficiëntie. Als de vermindering van warmte-inkoop vanaf 1998 niet was opgetreden, zou de energie-efficiëntie in 2013 zo'n 4 procentpunten beter en de totale CO₂-emissie 0,7 Mton lager zijn geweest. De kassen behoeven echter maar eenmaal te worden verwarmd, waardoor er dan wel minder wk-installaties door de tuinders in gebruik zouden zijn en het positieve effect van deze optie minder groot zou zijn.

4.3 Wk-installaties van glastuinbouwbedrijven

Vermogen en areaal

Het elektrisch vermogen van wk-installaties van tuinders nam in 2013 iets toe en bedroeg ruim 3.000 MW. De sterkste groei vond plaats in de periode 2006-2009 (Figuur 4.2). Vanaf 2009 vlakt de groei af door verzadiging van het potentiële areaal. Wk-installaties (aardgas en biobrandstof) van tuinders waren begin 2013 in gebruik op circa 7.000 ha. Dit is circa 70% van het totale areaal glastuinbouw. De wk-installaties gebruiken bijna allemaal aardgas als brandstof en incidenteel biobrandstof. Biobrandstof voorziet slechts in een zeer klein deel (4 MW_e) van het wk-vermogen (hoofdstuk 3). De laatste jaren werd 80-90% van het door de glastuinbouw verstookte aardgas gebruikt in wk-installaties van tuinders. De rookgassen van de wk-installaties worden deels toegepast voor CO₂-dosering bij de gewassen.



Figuur 4.2 Wk-vermogen in de glastuinbouw ^{a)}

a. peildatum begin van het jaar.

Bron: Energy Matters (plaatsing) en LEI (sanering).

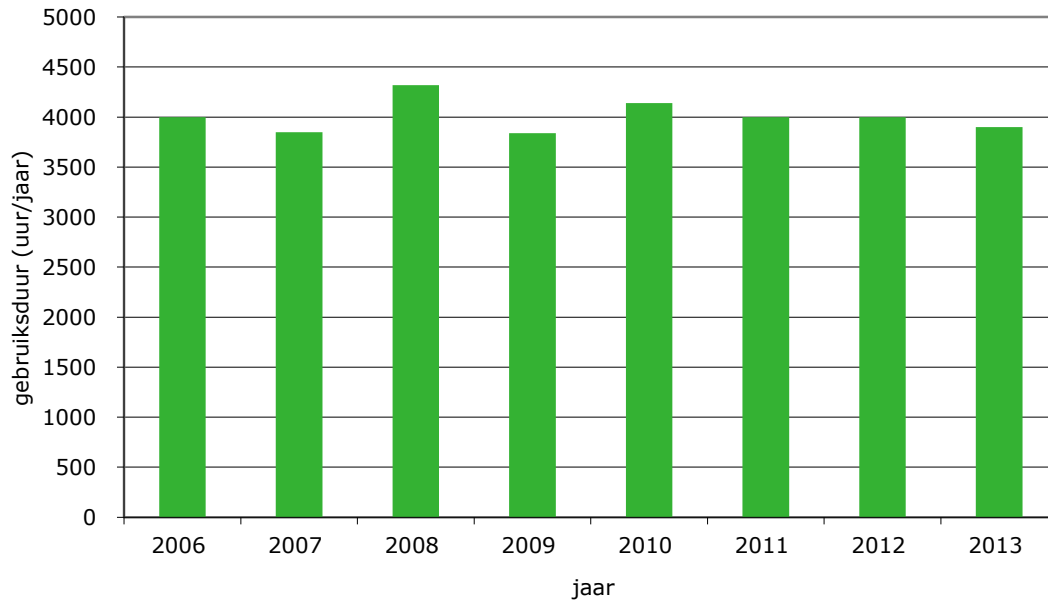
Gebruik elektriciteit

De door de glastuinbouwbedrijven geproduceerde elektriciteit wordt deels gebruikt door deze bedrijven en deels verkocht op de elektriciteitsmarkt. Eigen gebruik hangt vooral samen met het gebruik van groeilicht (Van der Velden en Smit, 2013).

De verkoop van elektriciteit vindt grotendeels plaats door groentebedrijven. Deze zijn gemiddeld groter dan bloemen- en potplantenbedrijven, waardoor een wk-installatie eerder rendabel is en er meer wk-vermogen in gebruik is. Bovendien wordt er bij bloemen en potplanten meer groeilicht gebruikt, waardoor deze subsectoren een groter deel van hun elektriciteitsproductie zelf gebruiken. De verkoop van elektriciteit vindt vooral overdag en tijdens werkdagen plaats. In deze plateau-uren is de elektriciteitsprijs hoger. Bovendien hebben de gewassen juist overdag behoefte aan CO₂, waarin de gereinigde rookgassen van de wk-installatie kunnen voorzien.

Gebruiksduur installaties

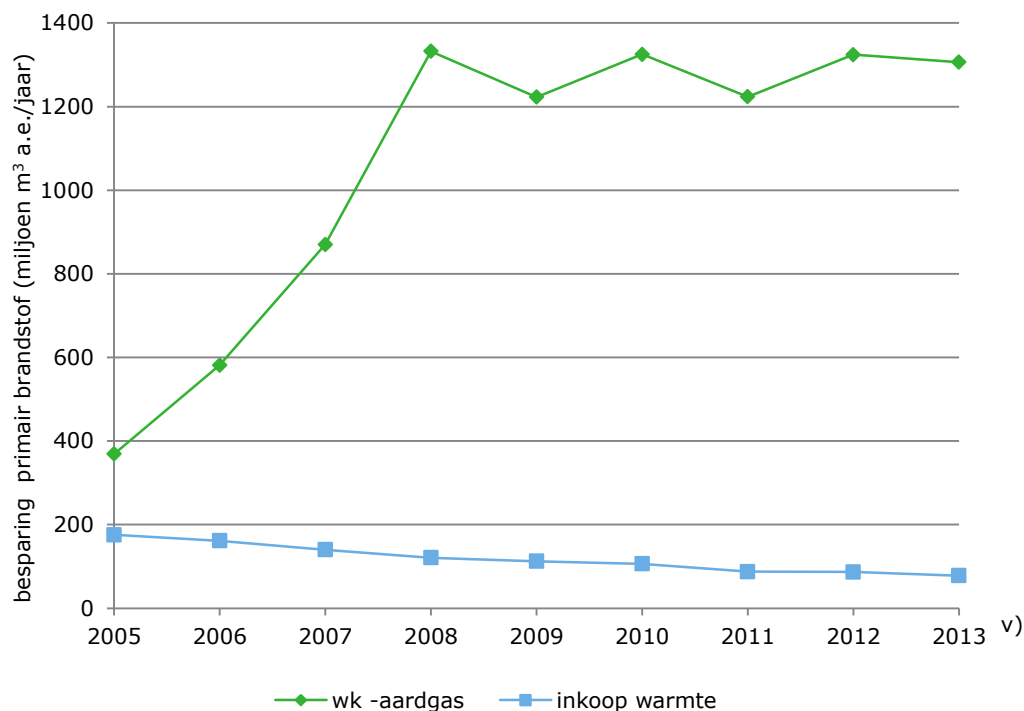
In 2013 was de gemiddelde gebruiksduur met circa 3.900 uur iets lager dan in 2012 (Figuur 4.3). Sinds 2010 is de gemiddelde gebruiksduur licht gedaald. Ondanks het substantieel kleinere verschil tussen de inkoopprijs van aardgas en de verkoopprijs van elektriciteit (paragraaf 2.5) is de gebruiksduur beperkt gedaald. De verslechterde spark spread uitte zich dus nog niet in een substantieel kortere gebruiksduur of een lagere elektriciteitsproductie door het wk-park in de glastuinbouw. Dit is mede een gevolg van langlopende termijncontracten voor verkoop van elektriciteit en de CO₂-behoefte van de teelt.



Figuur 4.3 Globale gemiddelde gebruiksduur wk-installaties van tuinders
v) Cijfers voorlopig.

Reductie van het primaire brandstofverbruik

De wk-installaties van tuinders besparen een substantiële hoeveelheid primaire brandstof. In de periode 2008-2013 bedroeg de besparing zo'n 1,3 miljard m³ a.e. per jaar (Figuur 4.4). Dit komt overeen met een derde van het totale aardgasverbruik van de glastuinbouw en resulteerde in 2013 in een positief effect op de energie-efficiëntie van 20 procentpunten.



Figuur 4.4 Besparing op het primaire brandstofverbruik door de inkoop van warmte en het gebruik van wk-installaties door tuinders.
v) Cijfers voorlopig.

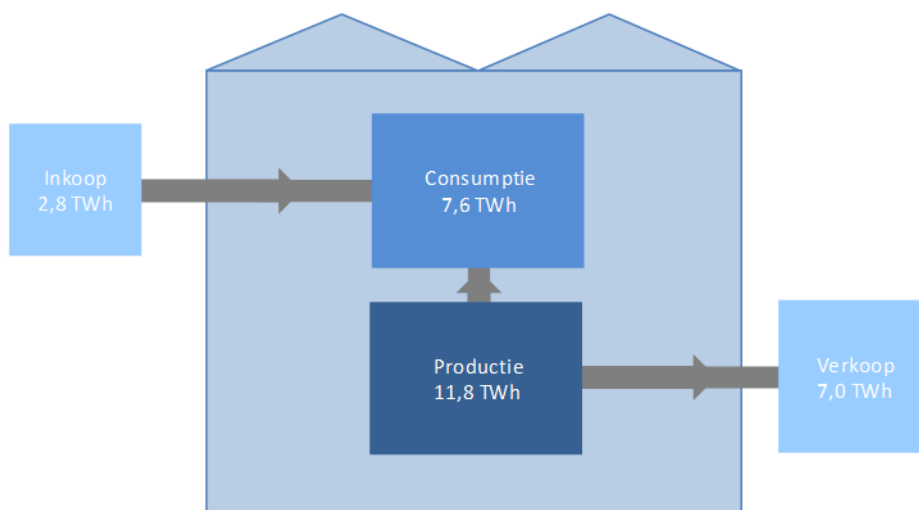
4.4 Elektriciteitsbalans glastuinbouw

Elektriciteitsbalans

De elektriciteitsproductie bedroeg in 2013 zo'n 11,8 miljard kWh (Figuur 4.5). Door de beperkte vermogensgroei van de wk-installaties in combinatie met een iets lagere gebruiksduur nam de productie in 2013 iets af. Afgezet tegen de totale elektriciteitsconsumptie in Nederland voorziet de productie door de glastuinbouw in 10% van de behoefte. Per m² kas kwam de productie in 2013 uit op gemiddeld 120 kWh. Op het areaal glastuinbouw met een wk-installatie was dit ongeveer 170 kWh per m².

In 2013 werd door de glastuinbouw zo'n 2,8 miljard kWh elektriciteit ingekocht en 7,0 miljard kWh verkocht. Sinds 2006 wordt er meer verkocht dan ingekocht en is de glastuinbouw netto gezien leverancier van elektriciteit. In 2012 en 2013 lagen de verkopen ongeveer 1 miljard kWh lager dan in 2010 en 2011. Dit hangt samen met de lagere elektriciteitsprijzen, waardoor verkoop minder interessant werd. Door de lagere elektriciteitsprijzen nam de inkoop in 2013 toe. Per saldo nam de consumptie door de glastuinbouw verder toe.

De nettoverkoop van 4,2 miljard kWh (7,0 minus 2,8) in 2013 kwam overeen met het elektriciteitsgebruik van zo'n 1,3 miljoen huishoudens. Uitgaande van de brutoverkoop van circa 7,0 miljard kWh zijn dit 2,1 miljoen huishoudens. Afgezet tegen het totale aantal huishoudens in Nederland is dit respectievelijk 17% en 28%.



Figuur 4.5 Globale elektriciteitsbalans van de glastuinbouw in 2013

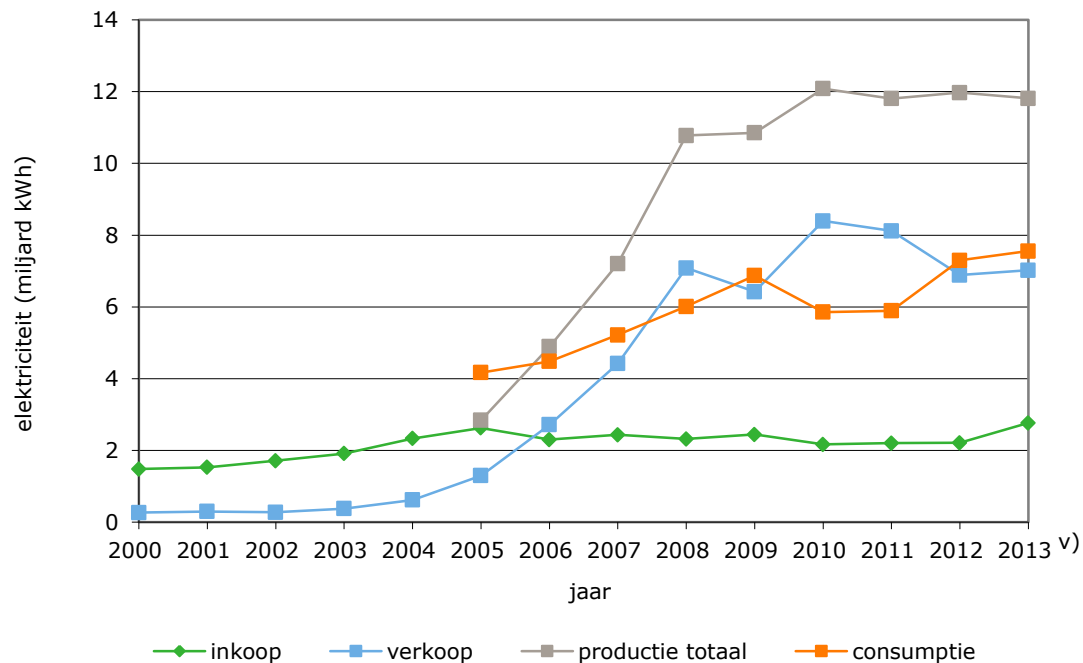
Elektriciteitsconsumptie

De elektriciteitsconsumptie oftewel het daadwerkelijke gebruik in de sector bedroeg in 2013 naar schatting 7,6 miljard kWh (Figuur 4.5). Dit is 6-7% van de nationale consumptie. Over de gehele periode 2005-2013 nam de elektriciteitsconsumptie in de glastuinbouw toe met een dip in 2010 en 2011 (zie paragraaf 2.5). De consumptiestijging komt vooral voort uit de toename van groeilicht (intensiteit en areaal) en in mindere mate uit verdere optimalisering van het kasklimaat, intern transport en duurzamere energievoorziening (wk-installaties en duurzame energie) (Van der Velden en Smit, 2013).



Hybride belichting

In de elektriciteitsconsumptie werd in 2013 voor circa 37% voorzien door inkoop en voor circa 63% door eigen productie met wk-installaties. Vanaf 2005 is de glastuinbouw in sterkere mate in de eigen elektriciteitsconsumptie gaan voorzien met wk-installaties. De laatste jaren vlakt deze ontwikkeling af. Dit hangt samen met de verzadiging van het wk-potentieel en de ontwikkeling van de energieprijzen. Zowel de verkoop- als de inkooprijzen voor elektriciteit zijn meer gedaald dan de aardgasprijzen. Hierdoor is de verkoop van elektriciteit gedaald en nam de inkoop toe.



Figuur 4.6 Inkoop, verkoop, productie en consumptie van elektriciteit door de glastuinbouw ^{a)}
a) De productie en de consumptie tot 2005 zijn niet bekend.

5 Transitiepaden Kas als Energiebron

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de achtergronden, penetratiegraden (aantal bedrijven en areaal) en reductie van de CO₂-emissie van de opties binnen de transitiepaden van het programma 'Kas als Energiebron' behandeld. De opties reduceren de CO₂-emissie zowel binnen als buiten de glastuinbouw. De reductie van de CO₂-emissie wordt daarom uitgedrukt op sectorniveau en op nationaal niveau. 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 door de opties en verkoop van energie vanuit de opties van de transitiepaden. De laatste methode resulteert in de nationale reductie (zie ook paragraaf 1.1 en bijlage 1). In de Energiemonitor vindt geen kwantificering plaats van de reductie van de CO₂-emissie van de paden Teeltstrategieën, Licht en Duurzame(re) CO₂. Efficiënter en duurzaam geproduceerde energie wordt door de glastuinbouw ook ingekocht. Dit behoort niet tot de transitiepaden. 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.

5.2 Totaalbeeld transitiepaden

De nationale reductie van de CO₂-emissie (op basis van primaire brandstof) door de vier genoemde transitiepaden bedroeg in 2013 2,46 Mton. Dit kwam voor 96% (2,35 Mton) voort uit aardgasgestookte wk-installaties van tuinders (Tabel 5.1). In de jaren 2010-2012 lag de nationale reductie door deze wk-installaties op een vergelijkbaar niveau. Dit kwam voort uit een beperkte toename van het totaal elektrisch vermogen en een beperkte afname van de gebruiksduur van de installaties (paragraaf 4.3).

Het transitiepad duurzamere elektriciteit (wk-installaties van tuinders) wordt op het grootste areaal toegepast en realiseert de grootste reductie van de CO₂-emissie. Wk-installaties van tuinders vonden in 2013 toepassing op zo'n 7.000 ha, oftewel 70% van het totale areaal kassen.

Daarnaast passen 121⁵ bedrijven met 496 ha kassen duurzame energie toe via de paden Aardwarmte, Zonne-energie en Biobrandstoffen. Het gezamenlijke areaal van deze paden is nog beperkt van omvang, maar neemt jaarlijks toe. De nationale reductie van de CO₂-emissie is het grootst bij aardwarmte, gevolgd door biobrandstof. De nationale reductie van de 21 bedrijven (134 ha) met aardwarmte plus de 36 bedrijven (132 ha) met biobrandstoffen was ruim vijf keer groter dan die van de 64 bedrijven en 229 ha met zonnewarmte (Tabel 5.1). Dit verschil houdt verband met de hoeveelheid warmte die de verschillende duurzame warmtebronnen per m² produceren (paragraaf 3.2).

De glastuinbouw kocht in 2013 zo'n 0,5 Mton CO₂ in van derden. De overige paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (ledlicht) werden in 2013 toegepast op respectievelijk 146 ha en 27 bedrijven, 123 ha en 27 bedrijven en 8 ha en 22 bedrijven. De sterkste groei zat bij diffuus glas.

⁵ Dit is kleiner dan het totaal dat kan worden afgeleid uit Tabel 5.1, omdat er bedrijven zijn met meerdere duurzame energiebronnen. Ook is dit aantal kleiner dan in hoofdstuk 3, omdat bij het aandeel duurzame energie ook de inkoop van duurzame energie meetelt.

Tabel 5.1

Stand van zaken per transitiepad in 2013 ^{a) c)}

Transitiepad	Aantal bedrijven	Areaal (ha)	CO ₂ -reductie (Mton)	
			Mton	%
Reductie energievraag				
Teeltstrategieën; luchtbehandeling	27	146	#	#
Natuurlijk licht; diffuus glas	27	123	#	#
Belichting; led-licht	22	8	#	#
Duurzame energiebronnen				
Zon-warmte	64	229	0,016	0,7
Zon-elektrisch	1	8	< 0,001	0,0
Aardwarmte	21	134	0,050	2,0
Biobrandstof-ketel	33	115	0,021	0,9
Biobrandstof-wk	3	17	0,022	0,9
Efficiënte inzet fossiele brandstof				
Wk-tuinder (aardgas)	-	6.955	2,35	95,6
Overige				
Inkoop CO ₂	0,5 Mton ^{b)}		#	#
Totaal	-	-	2,46	100

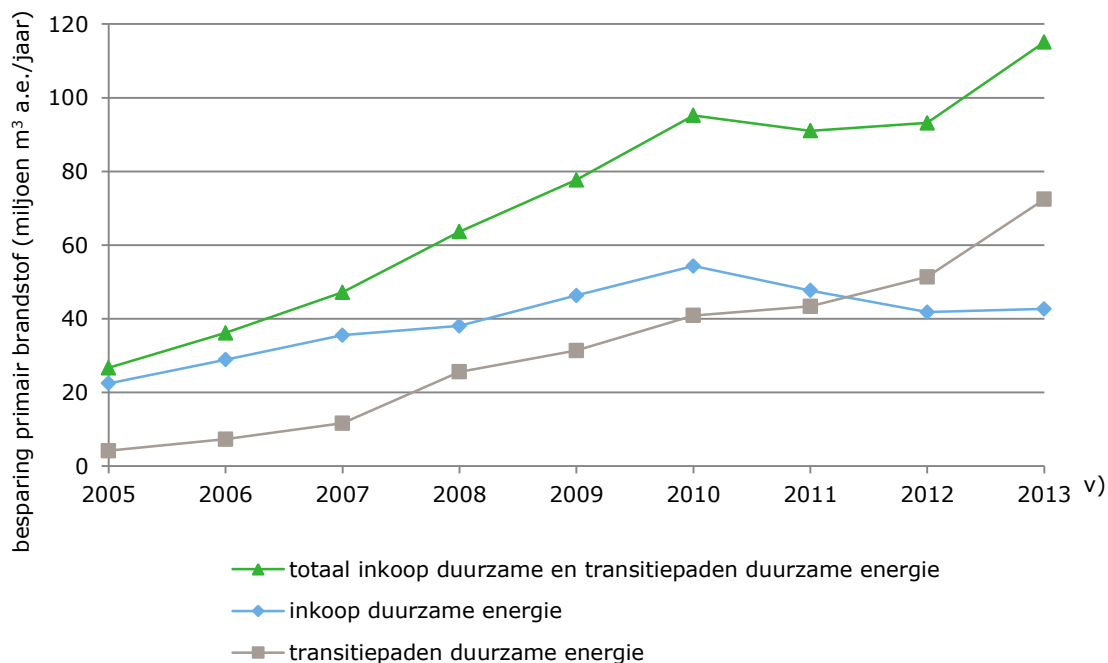
a) Het aantal bedrijven en het areaal betreft de stand per eind 2013 en de reductie van de CO₂-emissie de nationale reductieb) Bij inkoop CO₂ wordt de ingekochte hoeveelheid vermeld

c) Cijfers voorlopig

geen onderdeel van de monitor; - cijfers niet bekend.

Besparing van primaire brandstof

De besparing aan primaire brandstof door de transitiepaden met productie van duurzame energie (aardwarmte, biobrandstof, herwinning zonnepwarmte en zon-elektrisch) bedroeg in 2013 circa 72 miljoen m³ a.e. (Figuur 5.1). Door inkoop duurzame energie (elektriciteit, warmte en groen gas; hoofdstuk 3) werd circa 43 miljoen m³ a.e. bespaard. De gezamenlijke reductie bedroeg zo'n 115 miljoen m³ a.e. De besparing door de transitiepaden was de laatste twee jaar groter dan die door de inkoop van duurzame energie.

**Figuur 5.1** Besparing op het primaire brandstofverbruik door productie ^{a)} en inkoop ^{b)} van duurzame energie

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

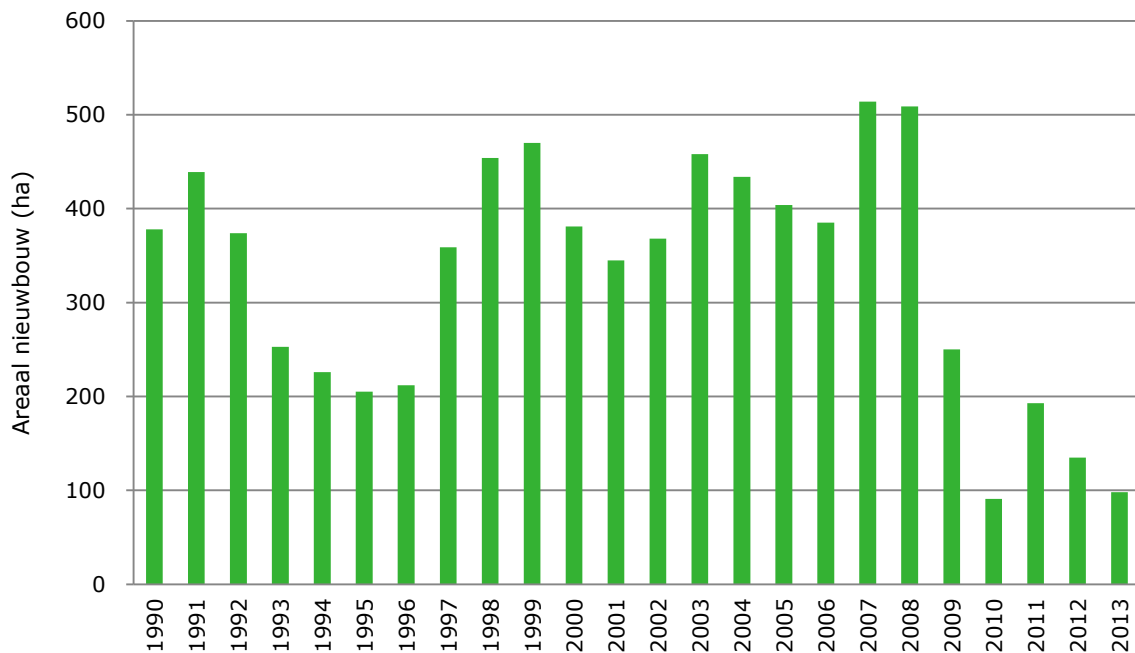
b) Dit betreft de inkoop van duurzame elektriciteit, warmte en gas.

v) Cijfers voorlopig.

Nieuwe kassen

Het gebruik van opties binnen de transitiepaden Teeltstrategieën, Natuurlijk licht en Groeilicht is sterk gekoppeld aan het in gebruik nemen van nieuwe kassen. Nieuwe technieken in de kas zijn eenvoudiger en goedkoper in te passen bij nieuwbouw. Nieuwe kassen dragen door hun betere isolatie zelf ook bij aan energiebesparing. Bovendien hebben nieuwe kassen – los van de opties binnen het pad Natuurlijk licht – vaak een betere 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.

De laatste vier jaar lag het areaal nieuwbouw met gemiddeld 150 ha per jaar op een historisch laag niveau (Figuur 5.2). In 2010 en in 2013 werd er zelfs minder dan 100 ha gebouwd, terwijl de nieuwbouw in de periode 1997-2008 gemiddeld meer dan 400 ha omvatte. Stagnatie in nieuwbouw remt de toepassing van de transitiepaden en verbetering van de energie-indicatoren.



Figuur 5.2 Areaal nieuwe kassen per jaar

Bron: AVAG.

5.3 Toepassing en reductie CO₂-emissie per pad

In deze paragraaf wordt per optie per transitiepad de mate van gebruik en de bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie uitgebreider behandeld. De resultaten zijn vermeld in bijlage 4, die per transitiepad aangeeft op hoeveel bedrijven of op welk areaal een optie wordt toegepast, of wat het vermogen of de hoeveelheid bedraagt. Voor meer informatie over de transitiepaden wordt verwezen naar de website www.energiek2020.nu.

1. Teeltstrategieën

Luchtbehandeling

In de monitor van het transitiepad Teeltstrategieën staat de optie luchtbehandeling als onderdeel van Het Nieuwe Telen centraal. Luchtbehandeling betreft in dit geval het aanzuigen van buitenlucht en het afvoeren van kaslucht met luchtbehandelingskasten. Door gecontroleerde afvoer van vochtige kaslucht kan het energiescherm langer gesloten blijven, kunnen er dubbele en/of zwaardere schermen met hogere isolatiewaarden worden gebruikt en is het gebruik van een minimum-buisverwarming te beperken. Luchtbehandeling beperkt hiermee de energievraag. Wel is er extra elektriciteit nodig voor de ventilatoren.

Het Nieuwe Telen is volop in ontwikkeling; technieken en toepassing lopen uiteen. Er bestaan verschillende vormen, zowel met als zonder luchtbehandelingskasten. Daarnaast kunnen luchtbehandelingskasten verschillen ten aanzien van ventilatievoud en de plaats de wijze van luchtbehandeling. Er zijn ook verschillen in de gebruikte aantallen en typen schermdoeken. De uitgangssituatie (bestaand of nieuwbouw) en de inrichting van het bedrijf zijn veelal bepalend voor de uitvoering van het systeem. Vormen van Het Nieuwe Telen zonder luchtbehandelingskasten worden ook wel investeringsarme versies genoemd.

Naast positieve energie-effecten streven ondernemers die Het Nieuwe Telen praktiseren naar opbrengsteffecten in termen van productieverhoging en kwaliteitsverbetering (Buurma en Smit, 2013).



Luchtbehandelingskasten in gevel in combinatie met Het Nieuwe Telen

Toepassing

In 2013 nam het areaal luchtbehandeling met aanzuiging van buitenlucht toe tot 146 ha, verdeeld over 27 bedrijven. Meer dan 85% van de projecten is te vinden in de subsector groente. Meer dan 80% van het areaal met luchtbehandeling is gerealiseerd in combinatie met nieuwbouw.

De groei van het aantal bedrijven en het areaal met luchtbehandelingskasten vlakke in 2013 af. Dit komt onder andere door de relatief hoge investeringen en de elektriciteitsconsumptie die luchtbehandeling met zich meebrengt. Dit verklaart mede de toegenomen belangstelling voor investeringsarme vormen van Het Nieuwe Telen. Hierbij worden geen luchtbehandelingskasten gebruikt, maar wordt wel kennis toegepast over de regelstrategieën van Het Nieuwe Telen. De kosten voor apparatuur en elektriciteitsgebruik zijn dan lager en de toepassing kan eenvoudiger plaatsvinden, ook in bestaande kassen.

2. Licht

Dit transitiepad kent twee richtingen:

- Betere benutting van natuurlijk licht;
- Efficiëntere installaties en inzet van groeilicht.

Natuurlijk licht

Diffuus glas

In dit pad wordt de optie diffuus glas gemonitord. Bewerkte glassoorten en coatings nemen hierbij een centrale plaats in. Onder diffuus glas wordt verstaan kasdekmaterialen met een betere lichtverstrooiing, antireflectiebehandelingen en selectieve lichttransmissie. Diffuus glas verstrooit het licht meer dan traditioneel glas, waardoor het dieper door kan dringen in het gewas en de fotosynthese – en daarmee de productie – effectiever en efficiënter verloopt. Bovendien kan diffuus licht verminderde gewasstress met zich meebrengen en hoeft er minder direct zonlicht te worden weggeschermd, wat de productie op indirecte wijze verbetert.



Diffuus glas

Toepassing

In 2013 groeide het areaal onder diffuus glas van 49 ha naar 123 ha, verdeeld over 27 bedrijven. Van het areaal nieuwbouw is in 2013 ongeveer de helft voorzien van diffuus glas.

Bijna 90% van het areaal met diffuus glas was in 2013 te vinden bij de groenten (110 ha). Bij bloemen, potplanten en uitgangsmateriaal bleef het gebruik beperkt. Dit is te verklaren door het grotere areaal nieuwbouw in en het grotere belang van natuurlijk licht voor de groenteteelt. De ontwikkeling van dit pad zal waarschijnlijk ook de komende jaren parallel lopen met de nieuwbouw van kassen.

Groeilicht

Ledlicht

Deze richting heeft betrekking op efficiëntere productie en inzet van kunstlicht. Sinds er 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 door o.a. hogere spanningsniveaus. Hierdoor is het elektriciteitsverbruik per eenheid licht verbeterd. Een volgende stap is het efficiënt produceren en toepassen van specifieke lichtsoorten (golflengten) met light emitting diodes (led).

De monitor van dit pad is gericht op de toepassing van ledlicht voor assimilatiebelichting en toepassing in cellen- en meerlagenteelten. Gebruik voor cyclische belichting (bloeiëinvloeding) blijft buiten beschouwing.

Toepassing

Ledlicht staat in de glastuinbouw nog aan het begin van zijn ontwikkeling. In 2013 werd het toegepast op ruim 8 ha, verdeeld over 22 bedrijven. Projecten met ledlicht waren te vinden in alle subsectoren, maar het overgrote deel van het areaal (circa 90%) ligt in de groenteteelt.

Dertien bedrijven pasten led toe als groeilicht in kassen in plaats van of in combinatie met hogedruk-natriumlampen. Die combinatie wordt ook wel hybridebelichting genoemd. In 2013 is het tweede project met meer dan 3 ha led in gebruik genomen. Evenals het eerste grote project betreft dit hybridebelichting in de teelt van tomaten. Ledlicht wordt vooral toegepast op bestaande bedrijven ter vervanging van of als aanvulling op een bestaande groeilichtinstallatie.

3. Zonne-energie

Herwinning zonnewarmte en elektriciteitsproductie

De monitor van dit transitiepad is gericht op het gebruik van zonne-energie voor verwarming en elektriciteitsopwekking. Gewaskoeling wordt toegepast om productiestijging, kwaliteitsverbetering en planningsvoordelen te realiseren. Vrijkomende warmte uit de kaslucht- of grondkoeling is terug te winnen met een warmtepomp. Deze warmte wordt direct gebruikt of opgeslagen en later gebruikt voor verwarming. Opslag vindt plaats in bovengrondse tanks (dagopslag) en/of in ondergrondse aquifers (lange termijn).

De productie van elektriciteit vindt plaats met zonnecellen. De toepassing van deze duurzame energievorm heeft geen directe relatie met de teelt.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het areaal met herwinning van zonnewarmte daalde in 2013 licht. Het werd toegepast door 64 bedrijven met een gezamenlijk oppervlak van 229 ha. De daling vond plaats in de bloementeel en is het saldo van bedrijfsbeëindiging en het in en uit gebruik nemen van projecten. Ondanks de daling omvatte dit transitiepad ook in 2013 de meeste projecten en het grootste areaal. Qua volume duurzame energie heeft aardwarmte de koppositie. Gemiddeld herwonnen de bedrijven in 2013 globaal dezelfde hoeveelheid zonnewarmte per m² als in 2012.

Herwonnen zonnewarmte werd ook in 2013 voornamelijk toegepast bij potplantenbedrijven (114 ha). Toepassing vond ook plaats op groentebedrijven (64 ha). In de bloemensector (51 ha) teelden alle bedrijven die zonnewarmte uit grondkoeling herwonnen (44 ha) Alstroemeria, Amaryllis en Freesia. Bij potplanten ging het vooral om Phalaenopsis (104 ha). In 2013 werd op iets meer dan de helft van het totale areaal van deze vier gewassen herwonnen zonnewarmte toegepast. De toepassing beperkt zich hoofdzakelijk tot siergewassen met een koudevraag in de teelt; in de groenteteelt vindt nauwelijks uitbreiding plaats.

De toepassing van herwonnen zonnewarmte vindt niet altijd plaats op hetzelfde areaal als waar de warmte wordt gewonnen. Het areaal waar zonnewarmte wordt gewonnen, is ruim half zo groot als het areaal waar de warmte wordt toegepast. Bij bloemen is er nauwelijks verschil tussen het areaal winning en het areaal toepassing, bij groenten en potplanten is het areaal toepassing duidelijk groter dan het areaal herwinning. Dit komt doordat deze twee subsectoren luchtkoeling toepassen, in tegenstelling tot de (voornamelijk) grondkoeling die bij de bloemen wordt gebruikt. Het koelvermogen per m² gekoeld areaal is bij luchtkoeling globaal vijf tot tien keer groter dan bij grondkoeling. Er was één project met elektriciteitswinning via zonnecellen in de constructie van het kasdek. Deze zonne-elektriciteit werd verkocht.

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door zonnewarmte bedroeg in 2013 0,045 Mton en de nationale reductie 0,016 Mton. De reductie door de winning van zonne-elektriciteit is nog zeer bescheiden. Bij zonnewarmte is de nationale reductie van de CO₂-emissie circa twee derde lager dan de reductie op sectorniveau. Dit komt doordat bij de herwinning van zonnewarmte een substantiële hoeveelheid elektriciteit nodig is voor opslag en aanwending van de warmte⁶ (paragraaf 3.2).

4. Aardwarmte

Aardwarmte is op bepaalde locaties in Nederland voor winning bereikbaar in de vorm van warm water op diepten van 500-3.000 meter. De watertemperatuur is locatiegebonden en varieert van 60 °C tot meer dan 100 °C. In de regel geldt: hoe dieper, hoe warmer en hoe hoger de investering en de exploitatiekosten. Voor het op- en terugpompen van water uit de ondergrond is immers elektriciteit nodig.

De geothermische projecten die sinds 2007 in de glastuinbouw in gebruik zijn, produceren uitsluitend warmte. In de toekomst kan wellicht gecombineerde productie van elektriciteit en warmte plaatsvinden. Hiervoor zijn hogere watertemperaturen nodig.

Toepassing en CO₂-emissiereductie

In 2013 steeg het aantal glastuinbouwbedrijven dat aardwarmte wint naar elf. Op deze bedrijven zijn in totaal zeven aardwarmtebronnen in gebruik. Drie van de zeven bronnen worden gebruikt door meerdere bedrijven. Bij twee van deze projecten is door glastuinbouwbedrijven gezamenlijk geïnvesteerd.

Bij enkele projecten komt ook aardgas en/of aardolie vrij. Deze brandstof werd op de bedrijven zelf gebruikt. De energie hieruit maakt geen onderdeel uit van de hoeveelheid aardwarmte.

Het areaal waarop aardwarmte werd toegepast, groeide in 2013 van 73 naar 134 ha. Bijna driekwart van het areaal met aardwarmte is te vinden bij groentebedrijven; de rest bevindt zich in de sierteelt. Bij het aantal bedrijven ligt dit anders (negen groente- en twaalf sierteeltbedrijven). Dit komt doordat het areaal op de groentebedrijven veel groter is. Het zwaartepunt van de aardwarmtetoepassing zit in 2013 dus bij groenten.

Niet alle projecten waren in 2013 het volledige jaar of met het volledige ontwerpvermogen in bedrijf, omdat het project nog moest worden opgestart of omdat er kinderziektes werden opgelost. In 2013 zijn er ook nieuwe boringen en voorbereidingen gestart van projecten die vanaf 2014 productief worden. Hierdoor zal het gebruik van aardwarmte verder toenemen.

Vermeldenswaardig is dat in 2013 drie projecten aardwarmte leverden aan derden, zowel binnen als buiten de glastuinbouwsector. Deze interne en externe levering vertegenwoordigde in 2013 bijna een vijfde van de totaal geproduceerde aardwarmte.

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door aardwarmte bedroeg 0,045 Mton en de nationale reductie 0,050 Mton in 2013. De nationale reductie is groter door de verkoop van warmte.

5. Biobrandstoffen

Ketels en wk-installaties

Biobrandstof wordt gebruikt voor de productie van warmte met ketels en voor de productie van warmte en elektriciteit met wk-installaties. Biobrandstoffen zijn vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen afkomstig uit reststromen van de bosbouw of groenvoorziening, landbouw, voedings- en genotmiddelenindustrie of huishoudens.

⁶ Dit is exclusief de elektriciteit die nodig is voor de koeling van de kassen.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het aantal bedrijven waarop biobrandstoffen worden toegepast, steeg in 2013 tot 36, het areaal groeide door naar 132 ha. Op drie bedrijven met 17 ha kassen werden warmte en elektriciteit gebruikt die met biobrandstof waren geproduceerd en op 33 bedrijven met 113 ha werd warmte gebruikt uit biobrandstof. Van het totale areaal van 132 ha was circa 57 ha te vinden bij de groente, 53 ha bij potplanten en 22 ha bij de bloemen. Het wk-areaal zat grotendeels in de groentesector.

Deze ontwikkelingen zijn het saldo van buitengebruikstelling van bestaande en ingebruikname van nieuwe projecten. Er kwamen geen projecten met warmtekracht bij. Het aantal projecten en het areaal met warmteproductie door ketels nam wel toe.

Resthout was de voornaamste biobrandstof; van de 33 projecten gebruikten er 31 resthout. Twee bedrijven gebruikten energieproducten uit vergistingsinstallaties. Dit waren wk-projecten. De vergistingsprojecten zijn technologisch en logistiek complex. Daarom is technische ondersteuning en samenwerking met grondstof- en brandstofleveranciers een belangrijk aandachtspunt voor de ontwikkeling van deze optie. Gebruikers voorzien na 2013 wederom hogere houtprijzen; dit zou de toepassing van energie uit biobrandstoffen kunnen beperken.

De reductie van de CO₂-emissie in de glastuinbouw door het gebruik van biobrandstoffen bedroeg in 2013 0,032 Mton en de nationale reductie 0,033 Mton. Bij dit pad is de nationale reductie van de CO₂-emissie groter dan de reductie in de sector. Dit komt doordat er ook elektriciteit werd verkocht vanuit projecten met biobrandstoffen aan afnemers buiten de sector.

Naast het gebruik van biobrandstof door glastuinbouwbedrijven wordt er duurzame warmte afkomstig uit biobrandstof ingekocht (hoofdstuk 3 en bijlage 5). Deze toepassing maakt echter geen deel uit van de transitiepaden.

6. Duurzame(re) elektriciteit

Achtergronden

De monitor van dit transitiepad betreft de duurzame(re) opwekking van elektriciteit met wk-installaties. 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.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het vermogen van wk-installaties op aardgas van tuinders nam in 2013 iets toe en bedroeg ruim 3.000 MW_e. Het areaal met wk-installaties op aardgas bedroeg in 2013 circa 7.000 ha. De nationale reductie van de CO₂-emissie door wk-installaties van tuinders bedroeg in 2013 zo'n 2,35 Mton (bijlage 4).

7. Duurzame(re) CO₂

Inkoop CO₂

Dosering van CO₂ als meststof voor de groei van gewassen is in de glastuinbouw al decennialang gemeengoed. De monitor van dit pad is gericht op de toepassing van CO₂ die bij derden wordt ingekocht.

Het transitiepad duurzame(re) CO₂ betreft de toepassing van CO₂ die vrijkomt als reststroom (bijvoorbeeld bij energieproductie, kunstmestproductie, olieraffinage en (agro-)industriële processen). Door het gebruik van reststromen is per saldo minder fossiele brandstof nodig dan wanneer tuinders zelf CO₂ produceren.

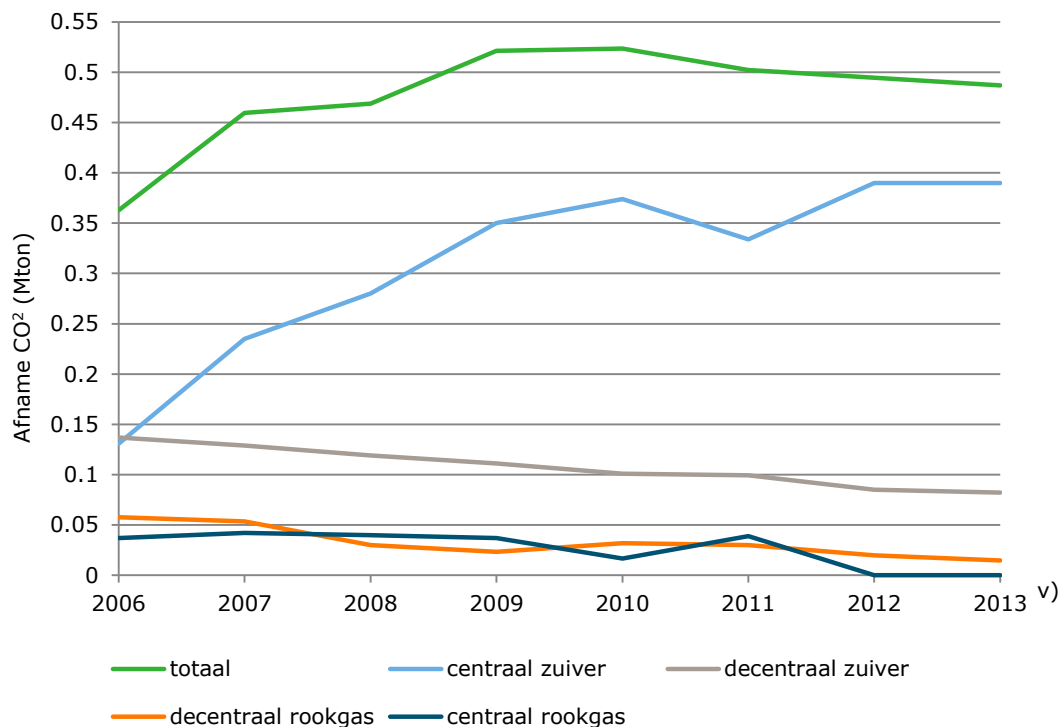
Externe CO₂-bronnen zijn ook een voorwaarde voor het gebruik van duurzame(re) energiebronnen waarbij geen bruikbare CO₂ beschikbaar komt, zoals restwarmte, zonne-energie en aardwarmte, of wanneer de rookgassen niet schoon genoeg zijn, zoals het geval is bij veel biobrandstoffen.

Toepassing

De ingekochte hoeveelheid externe CO₂ nam in 2013 licht af tot net onder de 0,5 Mton (Figuur 5.3). Hiermee zet de dalende trend vanaf 2010 door. De genoemde 0,5 Mton komt overeen met bijna 5 kg per m² kas voor de gehele glastuinbouw en 25 kg per m² op het areaal met externe CO₂ (circa 2.000 ha).

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 areaal met decentrale levering van CO₂ uit rookgassen is zeer beperkt. Decentraal geleverde zuivere CO₂ neemt een tussenpositie in. Sinds 2012 bestaan er geen projecten meer met centrale levering van rookgassen.

OCAP (Organic Carbondioxide for Assimilation of Plants) bleef veruit de grootste leverancier van (externe zuivere) CO₂ aan de glastuinbouw. Deze bron levert meer dan 80% van de externe CO₂. De centrale levering van zuivere CO₂ was stabiel en de hoeveelheid centrale levering van zuivere CO₂ nam af.



Figuur 5.3 Inkoop van CO₂ door de glastuinbouw per externe bron per jaar ^{a)}

a) Cijfer 2012 voorlopig.

v) Cijfers voorlopig

6 Conclusies

Energie-efficiëntie

- De index voor energie-efficiëntie is in 2013 met 1 procentpunt verslechterd tot 44%. De glastuinbouw gebruikte daarmee 56% minder primaire brandstof per eenheid product dan in 1990. De index is nog 1 procentpunt verwijderd van het beoogde doel uit het Agroconvenant (43% in 2020).
- De verslechtering van de energie-efficiëntie in 2013 hangt samen met een toename van het primaire brandstofverbruik per m² met ruim 2% en een toename van de fysieke productie per m² met 1%.
- In de periode 2008-2013 bleef de energie-efficiëntie min of meer stabiel.
- Het positieve effect van het gebruik van wk-installaties op de energie-efficiëntie bedroeg in 2013 20 procentpunten in vergelijking met een situatie zonder wk's.

CO₂-emissie

- Zowel de totale CO₂-emissie als de CO₂-emissie voor de teelt nam in 2013 met 0,1 Mton af.
- De totale CO₂-emissie daalde tot 6,8 Mton en zit daarmee 0,6 Mton boven de CO₂-emissieruimte voor 2020 (6,2 Mton).
- De CO₂-emissie voor de teelt verminderde naar 4,9 Mton en ligt daarmee 0,9 Mton onder het doel voor 2020 uit het Agroconvenant (5,8 Mton).
- Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en die voor de teelt bleef in 2013 gelijk, omdat de verkoop van elektriciteit nauwelijks wijzigde.
- Met de wk-installaties realiseerde de glastuinbouw ten opzichte van 1990 een nationale reductie van de CO₂-emissie van bijna 2,3 Mton. Dit is bijna gelijk aan het doel voor 2020 in het Agroconvenant.

Duurzame energie

- Het aandeel duurzame energie hield in 2013 de stijgende lijn vast en nam met 0,5 procentpunt toe tot 2,9%. Voor het beoogde doel in 2020 in het Agroconvenant (20%) zijn nog ruim 17 procentpunten nodig.
- Het absolute gebruik van duurzame energie nam in 2013 toe tot 3,2 PJ.
- De toename van het aandeel duurzame energie werd in 2013 vrijwel volledig veroorzaakt door de toename van het absolute gebruik, omdat het totale energiegebruik in de sector vrijwel gelijk bleef.
- Het aantal bedrijven met duurzame energie (exclusief inkoop elektriciteit) nam toe tot 128, het areaal groeide naar 529 ha.
- Duurzame energie omvat in volgorde van energiegebruik: aardwarmte (31%) zonnewarmte (25%), biobrandstoffen (19%), inkoop duurzame elektriciteit (12%), inkoop duurzame warmte (11%) en inkoop duurzaam gas (1%). De groei zat bij aardwarmte en biobrandstoffen. Inkoop van duurzame elektriciteit nam af.
- In 2013 bevonden alle aardwarmteprojecten in Nederland zich in de glastuinbouw.
- Circa drie kwart van de gebruikte duurzame energie wordt in 2013 door de glastuinbouw zelf geproduceerd. De rest wordt ingekocht.
- De gemiddelde hoeveelheid warmte uit duurzame bronnen per m² kas is in 2013 toegenomen, maar ligt nog duidelijk lager dan bij aardgasgestookte wk-installaties. Voor het realiseren van het doel in 2020 is een grotere dekking per m² van belang.

Totaal energiegebruik en energiekosten

- Het totale energiegebruik per m² kas en gecorrigeerd voor de buitentemperatuur is over de periode 2001-2006 gedaald en is in de periode 2006-2013 gelijk gebleven. Dit betekent dat in de eerste periode het effect van de besparing groter was dan van de intensivering en in de tweede periode de intensivering en energiebesparing in evenwicht waren.
- In de laatste periode is de warmteconsumptie met 16% afgenomen en de elektriciteitsconsumptie met 85% toegenomen. Deze verschuiving komt vooral door het toenemende gebruik van groeilicht.
- Binnen de periode 2006-2013 nam het totale energiegebruik eerst toe en daarna af. Dit hangt samen met de ontwikkeling van de netto-energiekosten per m².

-
- In de periode 2007-2010 zijn de netto-energiekosten (inkoop minus verkoop) per m² afgenomen. De periode 2010-2013 toont een toename van 40%. Deze substantiële kostenstijging werd veroorzaakt door hogere aardgasprijzen en dalende elektriciteitsprijzen, waardoor de spark spread verslechterde.

Warmtekrachtkoppeling en elektriciteitsbalans

- De elektriciteitsproductie door wk-installaties van de tuinders is in 2013 iets afgenomen tot zo'n 11,8 miljard kWh. Dit dekt nog steeds zo'n 10% van de nationale consumptie.
- De daling van de productie is het gevolg van een iets toegenomen totaal vermogen en een wat kortere gebruiksduur. De gebruiksduur is sinds 2010 licht gedaald. De verslechterde spark spread uitte zich nog niet in een substantieel kortere gebruiksduur.
- Door de glastuinbouw werd in 2013 meer elektriciteit ingekocht en in de jaren 2012 en 2013 minder verkocht. In combinatie met de licht gedaalde productie is de consumptie in 2013 toegenomen tot zo'n 7,6 miljard kWh. Dit is 6-7% van de nationale consumptie.
- De hoeveelheid ingekochte warmte nam in 2013 wederom af en omvatte bijna 4% van het totale energiegebruik. De inkoop van restwarmte steeg licht, terwijl de levering vanuit wk's van energiebedrijven verder afnam.

Transitiepaden

- Het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit (wk-installaties van tuinders) werd eind 2013 toegepast op bijna 7.000 ha, oftewel 70% van het totale areaal. Hiermee werd een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,35 Mton gerealiseerd.
- De paden Aardwarmte, Biobrandstoffen en Zonne-energie werden eind 2013 toegepast op respectievelijk 134, 132 en 229 ha. Hiermee werd een reductie van de nationale CO₂-emissie van 0,11 Mton gerealiseerd.
- Gezamenlijk realiseerden de vier hiervoor genoemde paden in 2013 een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,46 Mton.
- Vanuit de transitiepaden Aardwarmte en Biobrandstoffen werd een beperkte hoeveelheid duurzame energie verkocht buiten de glastuinbouw.
- De paden Teeltstrategieën (luchtbehandeling), Natuurlijk licht (diffuus glas) en Belichting (ledlicht) werden toegepast op respectievelijk 146, 123 en 8 ha. Alle drie de paden lieten in 2013 een toename zien. De groei was het grootst bij diffuus glas.
- De beperkte nieuwbouw van kassen gedurende de laatste jaren remt de toepassing van de transitiepaden, vooral van opties die in kassen worden toegepast.
- De inkoop van CO₂ ligt rond de 0,5 Mton en liet sinds 2010 een dalende trend zien. Voor het gebruik van duurzame energie is meer externe CO₂ nodig.

Literatuur en websites

Buurma, J.S. en P.X. Smit, Groei in Het Nieuwe Telen; Kennisbehoefte van vroege volgers. Rapport 2013-054, LEI Wageningen UR, 2013.

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.

Energieakkoord voor duurzame groei, SER, 2013

Hernieuwbare energie in Nederland, CBS, Den Haag, 2014

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

Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020, Den Haag, 2014

Smit, P.X. en N.J.A. van der Velden, Energiebenutting warmtekrachtkoppeling in de Nederlandse glastuinbouw. Rapport 2008-019. LEI Wageningen UR, 2008.

Velden, N. van der en P. Smit, Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2012. Rapport 2013-061. LEI Wageningen UR, 2013.

Velden, N. van der en P. Smit, Groei elektriciteitsconsumptie glastuinbouw; Hoe verder?. Rapport 2013-022. LEI Wageningen UR, 2013.

Velden, N. van der, Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 2013. Nota 2014-025a. LEI Wageningen UR, 2014.

www.energiek2020.nu

www.emissieautoriteit.nl

www.kasalsenergiebron.nl

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

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, 2014) 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.

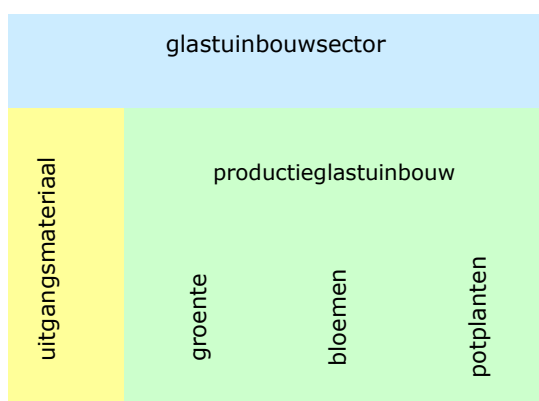
De *CO₂-emissie* wordt uitgedrukt in Mton per jaar en wordt bepaald volgens de IPCC-methode en heeft betrekking op de gehele glastuinbouwsector. Onderscheid wordt gemaakt naar de totale CO₂-emissie van de sector en de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit).

Het *aandeel duurzame energie* is het quotiënt van de werkelijk gebruikte hoeveelheid duurzame energie en het totale netto-energiegebruik (inkoop minus verkoop) 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 opkweek 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.



Figuur B.1 Schematische weergave areaal glastuinbouw en productieglastuinbouw

Energie

Het energiegebruik in de glastuinbouw omvat meerdere soorten (Figuur B.2). Aardgas, olie, warmte en elektriciteit worden 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.

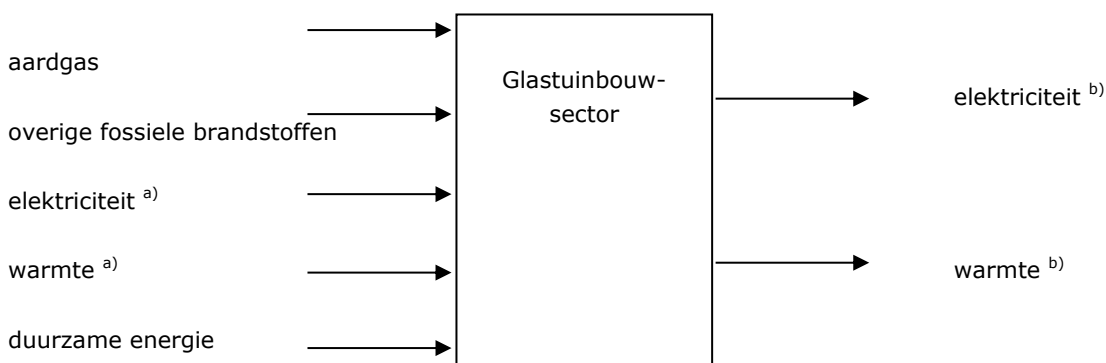
Voor het *primaire brandstofverbruik* wordt de hoeveelheid fossiele brandstof bepaald die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Aardgas en overige fossiele brandstoffen zijn primaire brandstoffen. De inkoop van elektriciteit wordt herleid tot de hoeveelheid brandstof die

daarvoor nodig is in een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale zonder warmtelevering. 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.



Figuur B.2 Energie-input en -output van de glastuinbouwsector

a) niet-duurzaam.

b) niet-duurzaam en duurzaam.

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. Duurzaam geproduceerde energie voor gebruik buiten de sector telt niet mee. Voorbeelden hiervan zijn op biobrandstof gestookte wk-installaties waarvan de geproduceerde elektriciteit (deels) wordt verkocht buiten de sector of aardwarmte die wordt verkocht buiten de sector. Verkoop van deze duurzame energievormen binnen de sector telt wel mee evenals ingekochte duurzame elektriciteit en warmte van buiten de sector. Bij het bepalen van het totale energiegebruik in de glastuinbouw op basis van energie-inhoud telt de duurzame energie dus wel 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 worden vastgesteld, opgesplitst naar afzonderlijke energiesoorten (Figuur B.2). 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 Groeiservice;
- energieregistraties van groepen tuinders;
- energieregistraties van groentebedrijven van het Bedrijveninformatienet van het LEI;
- 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 FloraHolland en Plantion;
- 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, Groeiservice en andere bronnen bieden informatie over het energiegebruik per energiesoort in de subsectoren groente, bloemen, potplanten en uitgangsmateriaal. De bedrijfsgegevens 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 de consumptie de sluitpost is waarin alle eventuele fouten bij de kwantificering van de inkoop, verkoop en productie doorwerken. 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 zijn 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. Deze zijn 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	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 ^v
Areaal glastuinbouw	ha	8.755	9.768	10.528	10.537	10.380	10.371	10.165	10.324	10.307	10.249	9.962	9.817
Areaal productieglastuinbouw	ha	8.527	9.368	10.036	10.028	9.861	9.825	9.623	9.729	9.75	9.687	9.405	9.235
Buitentemperatuur	graaddagen	3.246	2.680	2.659	2.765	2.671	2.525	2.784	2.804	3.321	2.622	2.879	3.078
Lichtsom ^e	% norm	95	105	97	107	106	104	104	110	108	106	102	104
Totaal energie ^{a) c)}	PJ	-	-	136,7	128,1	111,4	113,1	115,0	116,8	127,1	115,9	111,7	111,9
	MJ/m ²	-	-	1.299	1.216	1.073	1.090	1.132	1.131	1.233	1.131	1.121	1.140
Primaire brandstof ^{b) d)}	10 ⁶ m ³ a.e.	3.488	4.195	4.276	3.870	3.138	3.039	2.573	2.778	2.566	2.594	2.532	2.542
	m ³ a.e./m ²	40,9	44,8	42,6	38,6	31,8	30,9	26,7	28,6	26,3	26,8	26,9	27,5
Fysieke productie per m ² b)	% 1990	-	100	114	128	127	128	136	136	136	140	139	140
Energie-efficiëntie ^{b) d)}	% 1990	-	100	84	67	56	54	44	47	43	43	43	44
Fossiele brandstof totaal ^{a) c)}	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.596	3.286	3.549	3.944	3.927	4.502	4.127	3.847	3.798
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	35,2	34,1	31,7	34,2	38,8	38,0	43,7	40,3	38,6	38,7
Fossiele brandstof teelt ^{a) c)}	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.670	3.398	2.873	2.876	2.866	2.950	3.224	2.887	2.802	2.733
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	34,9	32,3	27,7	27,7	28,2	28,6	31,3	28,2	28,1	27,8
CO ₂ -emissie totaal ^{a) c)}	Mton	-	6,8	6,7	6,5	5,9	6,4	7,1	7,1	8,1	7,4	6,9	6,8
	% 1990	-	100	97	94	86	93	104	103	118	108	101	100
CO ₂ -emissie teelt ^{a) c)}	Mton	-	6,8	6,6	6,1	5,2	5,2	5,2	5,3	5,8	5,2	5,0	4,9
	% 1990	-	100	96	89	75	76	75	77	85	76	74	72
CO ₂ -emissie Nederland ^{f)}	Mton	-	159,2	169,9	175,9	172,3	172,4	175,2	169,9	181,4	168,1	166,3	166,1
	% 1990	-	100	107	110	108	108	110	107	114	106	104	104
Aandeel duurzaam ^{a) c)}	%	-	-	0,1	0,5	0,8	1,0	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,9
Aandeel duurzaam Nederland ^{f)}	%	-	-	1,37	2,31	2,65	3,08	3,35	4,10	3,75	4,33	4,48	4,53

v = voorlopige cijfers; - = cijfers niet beschikbaar

a) totale glastuinbouwsector; b) productieglastuinbouw; c) niet temperatuur gecorrigeerd; d) temperatuur gecorrigeerd; 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	Eenheid	1980	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 ^v
Aardgas	miljoen m ³	3.352	3.778	3.709	3.593	3.282	3.546	3.941	3.925	4.500	4.127	3.846	3.797
Overig fossiel ^{b)}	miljoen m ³ a.e.	-	30	1	3	4	3	3	2	2	1	1	1
Restwarmte ^{c)}	PJ	0	1,2	5,6	4,0	3,8	3,6	3,3	3,2	3,6	3,1	3,4	3,4
Wk-warmte energiebedrijven	PJ	0	0,7	9,3	5,1	4,5	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5	1,1	0,8
Elektriciteit													
- inkoop totaal	miljoen kWh	-	-	1.479	2.626	2.303	2.435	2.320	2.443	2.169	2.204	2.213	2.765
- wv groen	miljoen kWh	-	-	0	55	86	104	113	143	175	154	122	110
- verkoop	miljoen kWh	-	-	266	1.298	2.714	4.422	7.083	6.423	8.397	8.121	6.889	7.022
- wv groen	miljoen kWh	-	-	-	-	-	1	18	16	21	20	19	22
- netto-inkoop	miljoen kWh	-	-	1.213	1.328	-411	-1.987	-4.763	-3.980	-6.228	-5.917	-4.676	-4.257
Duurzame energie	PJ	-	-	0,1	0,6	0,8	1,1	1,7	2,0	2,4	2,4	2,7	3,2
Totaal energie	PJ	-	-	136,7	128,1	111,4	113,1	115,0	116,8	127,1	115,9	111,7	111,9
Totaal fossiel	miljoen m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.596	3.286	3.549	3.944	3.927	4.502	4.128	3.847	3.798

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; b) zware en lichte olie en propaan; c) exclusief aandeel duurzame warmte.

Bijlage 4 Gebruik en reductie CO₂-emissie per transitiepad

Transitiepad aanpak of techniek	Areal ^{c)} , aantal bedrijven ^{c)} , vermogen ^{c)} en/of hoeveelheid					Sector/IPCC				Reductie CO ₂ -emissie (Mton)				Nationaal/primair brandstof	
	2009	2010	2011	2012	2013v	2010	2011	2012	2013v	2010	2011	2012	2013 ^v	2012	2013 ^v
1. Zonne-energie warmte ^{a)}	51 bedrijven 196 ha	55 bedrijven 216 ha	61 bedrijven 224 ha	63 bedrijven 229 ha	64 bedrijven 229 ha	0,043	0,046	0,046	0,045	0,014	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016
elektriciteit	0 bedrijven 0 ha	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	0	0	0	0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
2. Aardwarmte warmte	1 bedrijf 15 ha	1 bedrijf 21 ha	3 bedrijven 39 ha	10 bedrijven 73 ha	21 bedrijven 134 ha	0,015	0,017	0,027	0,045	0,014	0,016	0,024	0,024	0,024	0,050
3. Biobrandstoffen ^{b)} warmte	11 bedrijven 33 ha	22 bedrijven 80 ha	22 bedrijven 79 ha	26 bedrijven 91 ha	33 bedrijven 115 ha	0,009	0,010	0,017	0,022	0,009	0,009	0,016	0,016	0,016	0,021
warmte plus elektriciteit	4 bedrijven 41 ha 5 MW _e	4 bedrijven 45 ha 5 MW _e	4 bedrijven 45 ha 6 MW _e	3 bedrijven 23 ha 4 MW _e	3 bedrijven 17 ha 4 MW _e	0,007	0,009	0,009	0,010	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020	0,022
4. Teeltstrategieën luchtbehandeling	4 ha	29 ha	91 ha	119 ha	146 ha	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
5. Licht diffuus glas ledverlichting	< 1 ha 1 ha	4 ha 1 ha	45 ha 3 ha	74 ha 4 ha	123 ha 8 ha	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
6. Duurzame(re) elektriciteit warmte plus elektriciteit (wk-installaties aardgas)	2.902 MW _e 6.584 ha	2.926 MW _e 6.885 ha	2.966 MW _e 7.130 ha	3.008 MW _e 6.836 ha	3.036 MW _e 6.955 ha	-3,13	-3,05	-3,09	-3,03	2,38 ^{e)}	2,20 ^{e)}	2,38 ^{e)}	2,38 ^{e)}	2,35 ^{e)}	2,35 ^{e)}
7. Duurzame(re) CO ₂	510-540 kton	510-540 kton	490-520 kton	475-505 kton	475-505 kton	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Totaal	^{d)}	^{d)}	^{d)}	^{d)}	^{d)}	-3,05	-2,97	-2,99	-2,91	2,44	2,26	2,46	2,46	2,46	2,46

v = voorlopige cijfers; # geen onderdeel van de monitor

a) dit betreft het totale 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 zonnewarmte 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 CO₂-emissie

Energiesoort	Areaal (ha) ^{b)} Aantal bedrijven ^{b)} Vermogen ^{b)} Hoeveelheid			Reductie CO ₂ -emissie (Mton)									
				Sector/IPCC					Nationaal/primair brandstof				
	2009	2010	2011	2012	2013 ^v	2010	2011	2012	2013 ^v	2010	2011	2012	2013 ^v
Restwarmte	187 bedrijven	182 bedrijven	180 bedrijven	180 bedrijven	180 bedrijven	0,201	0,173	0,185	0,189	0,133	0,110	0,118	0,116
Wk-warmte energiebedrijven	114 MW _e	89 MW _e	68 MW _e	57 MW _e	28 MW _e	0,092	0,084	0,062	0,042	0,058	0,047	0,038	0,024
Duurzame warmte ^{a)}	7 bedrijven 37 ha	6 bedrijven 31 ha	6 bedrijven 30 ha	7 bedrijven 33 ha	7 bedrijven 33 ha	0,018	0,019	0,022	0,020	0,017	0,018	0,020	0,018
Duurzame elektriciteit	143 10 ⁶ kWh	175 10 ⁶ kWh	154 10 ⁶ kWh	122 10 ⁶ kWh	110 10 ⁶ kWh	0	0	0	0	0,082	0,071	0,058	0,052
Duurzaam gas	1,5 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³	1,0 10 ⁶ m ³	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Totaal	c)	c)	c)	c)	c)	0,312	0,277	0,270	0,253	0,293	0,248	0,226	0,212

v = voorlopige cijfers

a) centraal en decentraal; areaal alleen decentraal; b) peildatum eind van het jaar; c) door de inkoop van meerdere energiesoorten op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk.

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

REPORT
LEI 2014-025

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

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



LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

REPORT
LEI 2014-025
ISBN 978-90-8615-690-0

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation van de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.