



Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2015

Nico van der Velden en Pepijn Smit

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2015

Nico van der Velden en Pepijn Smit

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken en de stichting Programmafonds Glastuinbouw/LTO Glaskracht Nederland.

Wageningen Economic Research
Wageningen, oktober 2016

RAPPORT
2016-099
ISBN 978-94-6257-974-3

In de *Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020* is tussen glastuinbouwsector en overheid een doel voor de totale CO₂-missie in 2020 van 6,2 Mton overeengekomen. De CO₂-emissie bleef in 2015 gelijk op 5,7 Mton. De glastuinbouw zit hiermee onder het doel voor 2020. In de periode 2010-2015 trad een reductie op van 2,0 Mton. Dit kwam onder andere door krimp van het areaal, minder verkoop elektriciteit, toename duurzame energie en meer inkoop elektriciteit. Deze vier factoren zijn structureel en de reductie van de CO₂-emissie daarmee ook. Het aandeel duurzame energie in het totaal energiegebruik nam in 2015 toe van 4,3 tot 5,1%. De toename zat bij aardwarmte en inkoop duurzame elektriciteit. Het totale vermogen van het warmtekrachtpark in de glastuinbouw is afgenomen tot circa 2.700 MW_e per eind 2015 en omvatte circa twee derde van het areaal. Hiermee werd op nationaal niveau 2,0 Mton CO₂-emissie vermeden.

In the *Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020* (long-term agreement for energy transition in the greenhouse horticulture sector 2014-2020) the greenhouse horticulture sector and the Dutch government agreed to a target of 6.2 megatonnes in total CO₂ emissions. The total CO₂ emissions remained at 5.7 megatonnes in 2015. This means that the greenhouse horticulture sector is already under the goal set for 2020. A reduction of 2.0 megatonnes was measured between 2010 and 2015. This was attributed to shrinkage in the acreage, a reduction in electricity sales, an increase in sustainable energy and a higher level of electricity purchasing. These four factors were structural, which renders the reduction of CO₂ structural as well. In 2015, the proportion of sustainable energy in terms of total energy consumption increased from 4.3% to 5.1%. This increase was noted in geothermal energy and purchasing of sustainable electricity. The total capacity of the CHP facilities in the greenhouse horticulture sector has been reduced to approximately 2,700 MWe at the end of 2015 and encompassed about two-thirds of the acreage. This resulted in a decrease of 2.0 megatonnes of CO₂ emissions at a national level.

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

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/393130> of op www.wur.nl/economic-research (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2016 Wageningen Economic Research
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E communications.ssg@wur.nl,
www.wur.nl/economic-research. Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



Wageningen Economic Research hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2016
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 de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Rapport 2016-099 | Projectcode 2282200175

Foto omslag: Sabine Joosten/Hollandse Hoogte

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	6
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	6
	S.2 Overige uitkomsten	6
	S.3 Methode	8
	Summary	9
	S.1 Key findings	9
	S.2 Complementary findings	10
	S.3 Method	11
1	Inleiding	12
	1.1 Beleidsmatige context	12
	1.2 Glastuinbouw en energie	13
	1.3 De Energiemonitor	14
2	Energie-indicatoren	15
	2.1 Inleiding	15
	2.2 CO ₂ -emissie	15
	2.3 Energie-efficiëntie	16
	2.4 Aandeel duurzame energie	18
	2.5 Analyse ontwikkeling CO ₂ -emissie	19
	2.6 Energiekosten en energievraag	21
3	Duurzame energie	24
	3.1 Inleiding	24
	3.2 Vormen van duurzame energie	24
	3.2.1 Toepassing	24
	3.2.2 Ontwikkeling per vorm	25
	3.2.3 Productie, inkoop, verkoop en consumptie	26
	3.2.4 Bedrijfsstructuur	28
	3.3 Inkoop CO ₂	30
	3.4 Reductie CO ₂ -emissie	31
4	Warmtekrachtkoppeling en elektriciteitsbalans	33
	4.1 Inleiding	33
	4.2 Vormen	33
	4.2.1 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven	33
	4.2.2 Inkoop warmte	35
	4.3 Reductie CO ₂ -emissie	35
	4.4 Elektriciteitsbalans	37
5	Conclusies	39
	Literatuur en websites	41

Bijlage 1	Definities, methode en bronnen	42
Bijlage 2	Kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw	46
Bijlage 3	Energiegebruik glastuinbouw	47
Bijlage 4	Gebruik en reductie CO₂-emissie per duurzame energiebron en inkoop CO₂	48
Bijlage 5	Gebruik en reductie CO₂-emissie per wkk-vorm	49

Woord vooraf

In 2014 maakten de glastuinbouwsector en de rijksoverheid de nieuwe *Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020*. In deze *Meerjarenafspraak* staat de CO₂-emissie centraal. Het doel voor 2020 is een maximale CO₂-emissie van 6,2 Mton. Dit doel is onderdeel van de Nederlandse taakstelling voor het Europese doel om in 2020 20% minder broeikasgassen uit te stoten in vergelijking met 1990. Door het akkoord van Parijs uit 2015 zal de uitstoot van broeikasgassen na 2020 verder omlaag moeten.

In het programma Kas als Energiebron (KaE) werken de glastuinbouw en de overheid gezamenlijk aan het realiseren van de doelen en ambities in de *Meerjarenafspraak*. De ambities zijn dat vanaf 2020 in nieuw te bouwen kassen op economisch rendabele wijze netto klimaatneutraal geproduceerd kan worden en dat dit in bestaande de kassen kan met de helft van de fossiele brandstof ten opzichte van 2011. Op de langere termijn is de ambitie dat in 2050 de glastuinbouw een volledig duurzame en economisch rendabele energievoorziening heeft. Speerpunten van de publiek private samenwerking KaE op de kortere termijn zijn het versnellingsplan voor Het Nieuwe Telen, het versnellingsplan aardwarmte, energiewinst in de regio en het plan innovatieve doorbraken voor energiebesparing.

Om rationele keuzes te kunnen maken in beleid en belangenbehartiging is het belangrijk de werkelijke ontwikkelingen in beeld te hebben. De *Energiemonitor Glastuinbouw* kwantificeert en analyseert de ontwikkeling van het energiegebruik en de energie-indicatoren. Uit de *Energiemonitor* blijkt dat de CO₂-emissie van de glastuinbouw de laatste jaren structureel is gedaald en onder het doel voor 2020 zit. De glastuinbouw loopt daarmee voor op de ontwikkeling van de landelijke emissiereductie ondanks dat de sector een substantiële hoeveelheid elektriciteit is gaan produceren. De belangrijkste oorzaken van de reductie van de CO₂-emissie zijn krimp van het areaal, minder verkoop elektriciteit, toename duurzame energie en meer inkoop elektriciteit. Economisch gezien zijn dat echter niet allemaal positieve ontwikkelingen.

De *Energiemonitor* wordt ook als basis gebruikt voor ander onderzoek. Zo heeft het Wageningen Economic Research, voorheen LEI Wageningen UR, in 2016 een prognose gemaakt van de CO₂-emissie in 2020 waaruit blijkt dat de CO₂-emissie naar verwachting verder zal dalen (Van der Velden en Smit, in voorbereiding).

Wageningen Economic Research maakt jaarlijks de *Energiemonitor Glastuinbouw* in opdracht van de Stichting Programmafonds Glastuinbouw/LTO Glaskracht Nederland 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 (Wageningen Economic Research). Vele partijen hebben voor dit project informatie aangeleverd. Aan het onderzoek werkten mee Nico van der Velden (projectleider), Pepijn Smit, Ruud van der Meer en Jeroen Hammerstein.

Prof.dr.ir. Jack (J.G.A.J.) van der Vorst
Algemeen Directeur Social Sciences Group
Wageningen University & Research

Samenvatting

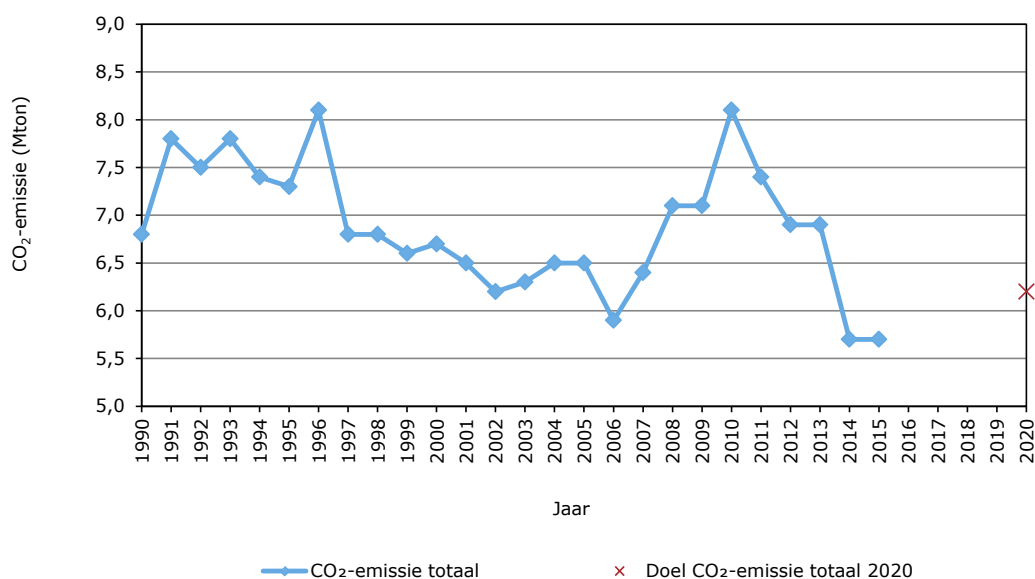
S.1 Belangrijkste uitkomsten

CO₂-emissie glastuinbouw na sterke daling in 2010-2014 in 2015 gelijk gebleven

De totale CO₂-emissie van de glastuinbouw bleef in 2015 gelijk op 5,7 Mton en ligt daarmee 0,5 Mton onder het doel voor 2020 (6,2 Mton). Indien rekening wordt gehouden met de lagere buitentemperatuur in 2015, dan daalt de emissie met 0,1 Mton. De totale CO₂-emissie (zonder temperatuurcorrectie) ligt in 2015 1,1 Mton onder het niveau van 1990 (-16%). Voor geheel Nederland is dat 9% meer dan in 1990. De glastuinbouw loopt daarmee voor op de landelijke ontwikkeling (zie paragraaf 2.2).

In de periode 2010-2015 daalde de totale CO₂-emissie met 2,4 Mton. Gecorrigeerd voor de buitentemperatuur was de daling 2,0 Mton. Deze daling (zonder temperatuurcorrectie) wordt voor 85% verklaard door krimp van het areaal, minder verkoop van elektriciteit, toename duurzame energiegebruik en meer inkoop van elektriciteit. Deze vier factoren zijn structureel en de reductie van de CO₂-emissie daarmee ook (zie paragraaf 2.5).

De CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop van elektriciteit) bleef ook gelijk en wel op 4,3 Mton. Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en die voor de teelt bleef gelijk, omdat de verkoop van elektriciteit ook gelijk bleef.



Figuur S.1 CO₂-emissie totaal a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

S.2 Overige uitkomsten

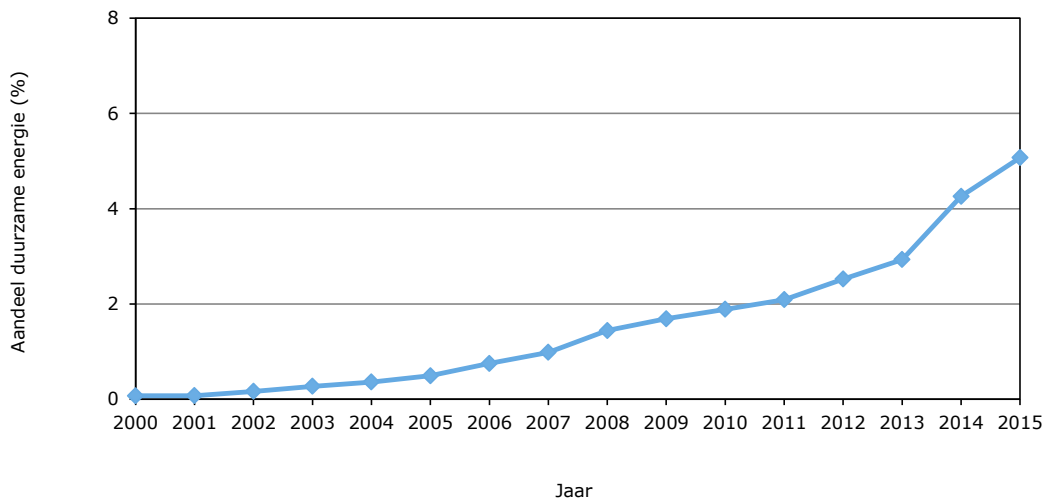
Energie-efficiëntie

De index van de energie-efficiëntie liet in 2015 een verslechtering zien van 1 procentpunt en kwam uit op 42%. De glastuinbouw gebruikte daarmee 58% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1990. De verslechtering in 2015 komt door een toename van het primair brandstofverbruik per m²

met 1% en een afname van de fysieke productie per m² met 1%. De toename van het primair brandstofverbruik per m² kwam vooral door de toename van de elektriciteitsconsumptie door groeilicht (zie paragraaf 2.3).

Duurzame energie

Het aandeel duurzame energie nam in 2015 wederom toe en steeg van 4,3 naar 5,1%. Het absolute gebruik steeg van 4,1 naar 5,0 PJ. Dit is een toename van 22%. Door de toename van het totaal energiegebruik in de glastuinbouw steeg het aandeel duurzaam minder dan van het absolute gebruik. Het aandeel duurzaam in de glastuinbouw loopt achter op het landelijke aandeel (5,8%), maar groeit wel sneller (zie paragraaf 2.4). Duurzame energie omvat in volgorde van gebruik: aardwarmte (48%), inkoop duurzame elektriciteit (18%), zonne-energie (16%), biobrandstoffen (12%), inkoop duurzame warmte (5%) en inkoop duurzaam gas (1%). De groei zat in 2015 bij aardwarmte en inkoop duurzame elektriciteit. De andere vormen bleven stabiel of daalden licht (inkoop duurzame warmte en zonne-energie) (zie hoofdstuk 3).



Figuur S.2 Aandeel duurzame energie a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

Energiekosten en -gebruik

De netto-energiekosten zijn, na een stijging met 35% in de periode 2010-2013, in de jaren 2014-2015 met ruim 20% gedaald, maar zijn nog wel 7% hoger dan in 2010. De daling van de kosten kwam doordat de inkoopprijs voor aardgas sterker daalde dan de verkoopprijs voor elektriciteit. De spark spread is hierdoor sinds 2010 substantieel slechter geworden, maar is in 2015 licht verbeterd. Het voor temperatuur gecorrigeerde energiegebruik per m² kas daalde in de periode 2010-2014 met 9%. In 2015 trad een beperkte toename (+2%) op. De warmteconsumptie per m² nam in de periode 2006-2015 af en is voor een belangrijk deel gecompenseerd door groei van de elektriciteitsconsumptie. Deze verschuiving kwam vooral door intensivering in de vorm van groeilicht.

Wk-installaties en elektriciteitsbalans

Het totale vermogen van het warmtekrachtpark in de glastuinbouw was per eind 2015 circa 2.700 MW_e en neemt sinds 2012 af. De daling komt voort uit krimp van het areaal, verslechterde spark spread en toename van duurzame energie. In de periode 2011-2014 is de gemiddelde gebruiksduur van de wk-installaties met 16% gedaald. In 2015 nam de gebruiksduur toe tot circa 3.700 uur. Dit kwam door de licht verbeterde spark spread en de elektriciteitsproductie voor de groeiende inzet voor groeilicht (zie hoofdstuk 4).

Na een sterke achteruitgang in 2014 nam de elektriciteitsproductie door wk-installaties in 2015 iets toe tot ruim 10 miljard kWh en dekte zo'n 9% van de nationale consumptie. De verkoop nam in de periode 2010-2014 met bijna 40% af tot 5,2 miljard kWh en bleef in 2015 gelijk. De inkoop beweegt

zich in de jaren 2010-2015 tussen de 2,2 en 2,5 miljard kWh. In 2015 nam dit met 8% toe tot 2,5 miljard kWh. De nettoverkoop is in de periode 2010-2015 gedaald van 6,2 tot 2,7 miljard kWh. Dit is meer dan een halvering in 5 jaar. De elektriciteitsconsumptie van de glastuinbouw nam in 2015 toe tot naar schatting 7,6 miljard kWh. Dit komt overeen met 7% van de nationale consumptie. Wk-installaties van tuinders werden in 2015 toegepast op circa twee derde van het areaal. Hiermee werd op nationaal niveau 2,0 Mton CO₂-emissie vermeden.

S.3 Methode

In opdracht van de Stichting Programmafonds Glastuinbouw/LTO Glaskracht Nederland en het ministerie van Economische Zaken kwantificeert en analyseert Wageningen Economic Research jaarlijks de ontwikkeling van de energie-indicatoren CO₂-emissie, energie-efficiëntie en aandeel duurzame energie in de glastuinbouw. Hiervoor worden de energiebalans en de fysieke productie in kaart gebracht. Voor de *Energiemonitor Glastuinbouw* is een systematiek ontwikkeld waarin sectordeskundigen een reeks van informatiebronnen combineren. Deze methode is vastgelegd in een [protocol](#).

Summary

S.1 Key findings

CO₂ emissions in the greenhouse horticulture sector have remained stable in 2015 following a sharp decrease in 2010-2014

The total CO₂ emissions of the greenhouse horticulture sector remained at 5.7 megatonnes in 2015 and is therefore 0.5 megatonnes under the projected goal for 6.2 megatonnes in 2020. If the lower outdoor temperatures of 2015 are taken into account, emissions are reduced by 0.1 megatonnes. The total CO₂ emissions (without making corrections for the temperature) for 2015 is at 1.1 megatonnes under the 1990 levels (-16%). For all of the Netherlands, this is 9% higher than in 1990. The greenhouse horticulture sector is therefore ahead of national developments ([link to paragraph 2.2](#))

A reduction of 2.4 megatonnes in CO₂ emissions was measured between 2010 and 2015. If corrections are made to account for outdoor temperatures, the reduction is 2.0 megatonnes. 85% of this decline (without making corrections for the temperature) can be attributed to shrinkage in the acreage, a reduction in electricity sales, an increase in sustainable energy and a higher level of electricity purchasing. These four factors were structural, which renders the reduction of CO₂ structural as well ([link to paragraph 2.5](#)).

CO₂ emissions for cultivation (excluding the sale of electricity) remained stable at 4.3 megatonnes. The difference between total CO₂ emissions and the emissions measured for cultivation remained the same, as the sale of electricity remained unchanged as well.

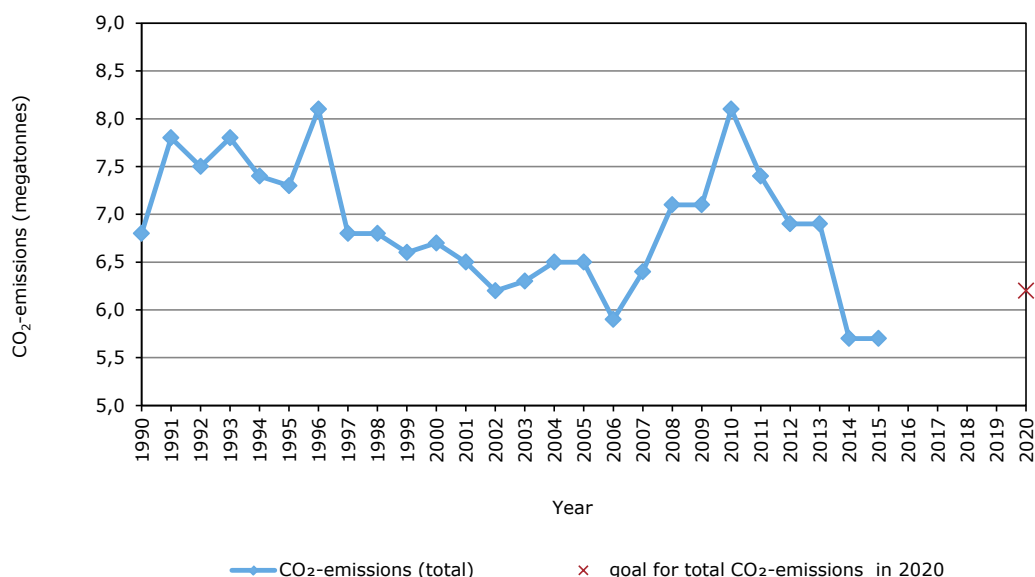


Figure S.1 Total CO₂-emissie a)
a) Provisional numbers for 2015.

S.2 Complementary findings

Energy efficiency

In 2015, the energy efficiency index showed a decline of one percentage point to 42%. The greenhouse horticulture sector used 58% less primary fuel per unit of product in 2015 compared to 1990. This decline in 2015 was due to a 1% increase in primary fuel consumption per m² and a 1% per m² drop in physical production. The increase in primary fuel consumption per m² can largely be attributed to the increase in electricity consumption for assimilation lighting ([link to paragraph 2.3](#)).

Sustainable energy

The proportion of sustainable energy increased in 2015 from 4.3 to 5.1%. The absolute use increased from 4.1 to 5.0 PJ. This is an increase of 22%. Because of the increase in total energy usage in the greenhouse horticulture sector, the growth of the proportion of sustainable energy increased by less than that seen in absolute usage. The proportion of sustainable energy used in the greenhouse horticulture sector is lagging compared to the national proportions (5.8%) but is growing at a higher rate ([link to paragraph 2.4](#)). Sustainable energy concerns, in order of level of use: geothermal heat (48%), purchase of sustainable electricity (18%), solar energy (16%), biofuels (12%), purchase of sustainable heat (5%) and purchase of sustainable gas (1%). Increase was noted in 2015 in geothermal energy and the purchase of sustainable electricity. Other formats remained stable or saw a slight decrease (purchasing of sustainable heat and solar energy) ([link to Chapter 3](#)).

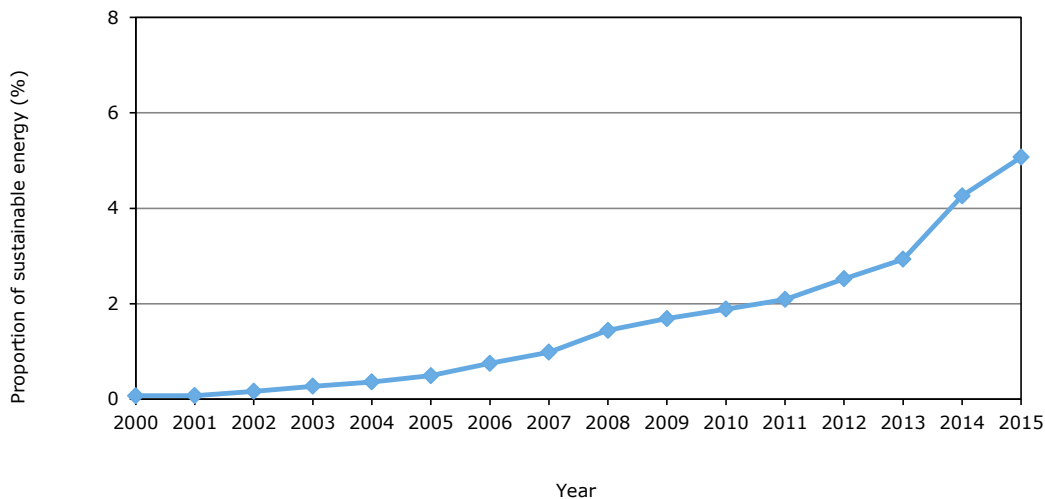


Figure S.2 Proportion of sustainable energy a)
a) Provisional numbers for 2015.

Energy costs and usage

Following a 35% increase from 2010 to 2013, net energy costs dropped by more than 20% in the period 2014-2015, but remain 7% higher than in 2010. This decrease in costs was a result of a sharper reduction in the purchasing price for natural gas than in electricity. As a result, the spark spread has substantially declined since 2010 but saw a slight improvement in 2015.

The energy use per m² of greenhouse - corrected for temperature - declined by 9% between 2010 and 2014. In 2015, the energy use increased by 2%. Heat consumption decreased per m² between 2006 and 2015 and is largely compensated by a growth in electricity consumption. This shift was predominantly caused by a more intensive use of assimilation lighting.

CHP generators and electricity balance

The total capacity of the CHP facilities in the greenhouse horticulture sector stood at approximately 2,700 MWe at the end of 2015 and has been declining since 2012. This decline is attributed to a decrease in the acreage, a reduction in spark spread and the increase in sustainable energy. In the period 2011-2014, the average duration of use of the CHP facilities decreased by 16%. In 2015, the

duration of use increased to approximately 3,700 hours. This was the result of a slight increase in the spark spread and electricity production for the growing use of assimilation lighting ([link to Chapter 4](#)).

Following a sharp decline in 2014, electricity production by CHP facilities increased to more than ten billion kWh in 2015 and covered nearly 9% of national consumption. Sales decreased by nearly 40% between 2010 and 2014 to 5.2 billion kWh and stabilised at this level in 2015. Purchasing has remained between 2.2 billion and 2.5 billion kWh in the period 2010-2015. In 2015, this increased by 8% to 2.5 billion kWh. Net sales decreased from 6.2 billion to 2.7 billion kWh in the period 2010-2015. This is more than a 50% decrease in five years. Electricity consumption in the greenhouse horticulture sector increased to an estimated 7.6 billion kWh in 2015. This corresponds with 7% of national consumption. In 2015, CHP generators were used on approximately two-thirds of greenhouse horticulture acreage. This resulted in a decrease of 2.0 megatonnes of CO₂ emissions at a national level.

S.3 Method

Wageningen Economic Research has been commissioned by the LTO Glaskracht Nederland¹ and the Dutch Ministry of Economic Affairs to quantify annually the development of the indicators for CO₂ emissions, energy efficiency, and the share of sustainable energy in greenhouse horticulture. This is worked out by mapping out the energy balance and physical production. This *Greenhouse Horticulture Energy Monitor* is based on a method in which sector experts combine several different information sources. It is described in detail in a [protocol](#).

¹ Branche organisation for Dutch greenhouse horticulture and foundation for energy innovation and transition.

1 Inleiding

1.1 Beleidsmatige context

Meerjarenspraak Energietransitie Glastuinbouw

Tussen de Nederlandse glastuinbouw en de Nederlandse overheid is in 2014 de *Meerjarenspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020* gemaakt. In deze *Meerjarenspraak* staat, voortbouwend op het *Convenant CO₂ emissieruimte binnen het CO₂-sectorsysteem glastuinbouw*, de totale CO₂-emissie centraal. Het doel voor 2020 is een maximale totale CO₂-emissie van 6,2 Mton.

Voorgaande convenanten

In voorgaande convenanten waren ook doelen opgenomen over de energie-efficiëntie, het aandeel duurzame energie, de CO₂-emissie van de teelt en de reductie van de CO₂-emissie door warmtekracht(wk)-installaties. In de *Meerjarenspraak* zijn deze doelen verlaten, maar blijven het pijlers voor de emissiereductie. Deze indicatoren zijn dus van belang om de achterliggende ontwikkelingen in beeld te krijgen.

Programma Kas als Energiebron

Om het doel in van de *Meerjarenspraak* te bereiken, werken glastuinbouw en rijksoverheid samen in het programma *Kas als Energiebron* (KaE). De ambities van KaE zijn dat vanaf 2020 in nieuwe kassen op economisch rendabele wijze netto klimaatneutraal geproduceerd kan worden en dat dit in bestaande kassen met de helft van de fossiele brandstof ten opzichte van 2011 kan. Voor 2050 is de ambitie dat de glastuinbouw een volledig duurzame en economisch rendabele energievoorziening heeft.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie heeft betrekking op de absolute uitstoot van CO₂. Deze wordt bepaald met de methode van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-methode) en heeft alleen betrekking op het fossiele brandstofverbruik van de glastuinbouw op locatie. In- en verkoop van energie (elektriciteit en warmte) tellen hierbij niet mee. Bij de CO₂-emissie wordt onderscheid gemaakt tussen totale CO₂-emissie en CO₂-emissie voor de teelt. Het verschil is de emissie die samenhangt met de verkoop van elektriciteit uit aardgasgestookte wk-installaties. Het doel van de *Meerjarenspraak* heeft betrekking op de totale CO₂-emissie.

Het fossiele brandstofverbruik en de totale CO₂-emissie door de glastuinbouw namen in de periode 2005-2010 toe door de sterke stijging van het gebruik van wk-installaties en de verkoop van elektriciteit uit deze installaties (hoofdstuk 2). Tegenover deze toename in de glastuinbouw staat een reductie van de nationale CO₂-emissie door de wk-installaties. Deze 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 elektriciteit en warmte.

Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie is een relatieve indicator, gedefinieerd als het primair brandstofverbruik per geproduceerde eenheid (tuinbouw)product. Het primair brandstofverbruik is de fossiele brandstof die nodig is voor de productie van de energie-input, verminderd met de fossiele brandstof die elders wordt uitgespaard door energie-output van de glastuinbouw. Bij het primair brandstofverbruik worden naast de input van fossiele brandstof dus ook de overige energie-input en -output in beschouwing genomen. Daarnaast wordt rekening gehouden met de omvang van de tuinbouwproductie waarvoor de brandstof is ingezet.

Aandeel duurzame energie

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 energie-input en -output.

Protocol

De definities van de indicatoren, de methodiek en de gebruikte bronnen voor de monitor zijn vastgelegd in het *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw* (Van der Velden en Smit, 2016) en zijn in bijlage 1 op hoofdlijnen toegelicht.

CO₂-emissieruimte

Het *Convenant CO₂-emissieruimte binnen het CO₂-sectorsysteem glastuinbouw* omvat een totale CO₂-emissieruimte (inclusief verkoop elektriciteit) van 6,2 Mton in 2020.² De 6,2 Mton komt overeen met het doel in de *Meerjarenafspraak*. De emissieruimte geeft aan boven welke uitstoot er door de sector betaald moet worden aan de overheid. Hiervoor is het CO₂-sectorsysteem voor de glastuinbouw ontwikkeld.

Daarnaast ontwikkelt de glastuinbouwsector het Energie Besparingssysteem Glastuinbouw (EBG), dat voor glastuinbouwbedrijven een individuele prikkel bevat om de CO₂-emissie te reduceren.

Energieakkoord

In 2013 is het *Energieakkoord voor duurzame groei gesloten*. Hierin is voor de glastuinbouw vastgelegd dat in aanvulling op het huidige beleid wordt ingezet op een extra energiebesparing in 2020 van 11 PJ ten opzichte van 2011. Dit omvat zo'n 10% van het totale energiegebruik in de glastuinbouw. In de *Energiemonitor Glastuinbouw* wordt deze energiebesparing niet gemonitord. In 2016 is bij Wageningen Economic Research een project gestart dat gericht is op de ontwikkeling van kwantitatief inzicht in de factoren intensivering, extensivering en energiebesparing.

1.2 Glastuinbouw en energie

De ontwikkeling van de CO₂-emissie in de glastuinbouw wordt bepaald door de omvang van de sector (areaal kassen), veranderingen in de energie-input en -output (fossiele brandstof, warmtekrachtkoppeling en duurzame energie), intensivering en extensivering van de teelt (toename en afname van de energievraag per m²), energiebesparing (afname van de energievraag per m²).

Energievoorziening

De intensivering, extensivering en energiebesparing bepalen de energievraag. Daarnaast is de wijze waarop in de energievraag wordt voorzien van invloed op de ontwikkeling van het fossiel brandstofverbruik en het primair brandstofverbruik van de glastuinbouw. Fossiele brandstof (aardgas via ketel) is lange tijd de belangrijkste bron geweest voor de energievoorziening, maar andere efficiëntere en duurzame energievoorzieningen hebben aan belang toegenomen.

Duurzame energiebronnen zijn hernieuwbaar en resulteren niet in het verbruik van fossiel en primair brandstofverbruik. Voorbeelden van duurzame energiebronnen zijn aardwarmte, zonne-energie en biobrandstof. Daarnaast is efficiëntere energieproductie mogelijk met technologie die meer nuttige energie (warmte en elektriciteit) haalt uit fossiele brandstof. Voorbeelden hiervan zijn wk-installaties en restwarmte, oftewel warmtekrachtkoppeling (wkk).

Intensivering en extensivering

In de Nederlandse glastuinbouw is een continu proces van intensivering gaande. Intensivering is een economisch gedreven proces dat leidt tot een groeiende energiebehoefte. De Nederlandse glastuinbouw kenmerkt zich door een hoge productie en dito kosten per m² kas. Het gematigde klimaat met zachte winters en koele zomers is gunstig voor de teelt van glastuinbouwproducten. Voortdurende innovatie van kassen, teeltsystemen en andere technologische hulpmiddelen zijn vooral

² Rond de emissieruimte is een bandbreedte afgesproken. Indien de verwachting is dat de totale CO₂-emissie uitkomt boven de 7,1 of onder de 5,7 Mton en dit komt door vergaande verandering in het totale areaal en de inzet van wkk, dan zal in gezamenlijk overleg tussen overheid en sector besproken worden of dit convenant aangepast moet worden.

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 op sectorniveau naar gewassen met een grotere warmtebehoefte. Op gewasniveau leidt dit tot toenemende productie in de winterperiode en meer groeilicht en CO₂-dosering. Intensivering leidt tot een gemiddeld grotere energievraag per m² kas. Naast het intensiveringsproces vinden er ontwikkelingen plaats waardoor er juist minder energie-intensieve gewassen worden geteeld en minder intensief wordt geteeld, bijvoorbeeld door verminderde vraag vanuit de markt en/of stijging van de energiekosten. Door deze veranderingen in de sectorstructuur daalt het gemiddelde energiegebruik per m² kas en is er extensivering.

Energiebesparing

De energievraag kan verminderen door het gebruik van energiebesparende opties, zoals nieuwe kassen, (extra) energieschermen, efficiëntere lampen, ledlicht, gelijkstroom en energiezuinige teeltstrategieën zoals *Het Nieuwe Telen* (HNT). HNT is een innovatieve energiezuinige strategie voor regeling van het kasklimaat waarbij gebruik wordt gemaakt van natuurkundige en plantkundige kennis om de teelt optimaal te sturen in onder meer temperatuur, vocht, CO₂-dosering, licht en schermen. HNT is in ontwikkeling en staat sterk in de belangstelling.

1.3 De Energiemonitor

In de *Energiemonitor* wordt de ontwikkeling van de totale CO₂-emissie gekwantificeerd en geanalyseerd. Ook worden de achterliggende indicatoren CO₂-emissie teelt, energie-efficiëntie en het aandeel duurzame energie gekwantificeerd en geanalyseerd. Als basis wordt de energiebalans van de glastuinbouw in kaart gebracht. De energiebalans omvat de energie-input en de energie-output. Daarnaast wordt de globale elektriciteitsbalans (inkoop, verkoop, productie en consumptie) in kaart gebracht. Om de energie-efficiëntie te kunnen bepalen, wordt ten slotte ook de ontwikkeling van de fysieke productie van de glastuinbouw gekwantificeerd.

Deze rapportage bevat de definitieve resultaten tot en met 2014 en - op basis van de medio 2016 beschikbare informatie - de voorlopige resultaten van 2015. Door het gebruik van aanvullende databronnen zijn eerder gepubliceerde resultaten over voorgaande jaren deels aangepast. Dit betreft met name de elektriciteitsbalans (productie, inkoop, verkoop en consumptie).

De ontwikkeling van de CO₂-emissie, de achterliggende indicatoren en de invloedsfactoren van de ontwikkeling komen aan bod in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 gaat in op het gebruik van duurzame energie. In hoofdstuk 4 staan warmtekrachtkoppeling en de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw centraal. Ten slotte volgen in hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Energie-indicatoren

2.1 Inleiding

In de volgende paragraaf wordt de CO₂-emissie behandeld. Vervolgens komen de energie-efficiëntie en het aandeel duurzame energie aan bod. In de laatste twee paragrafen komt de analyse van de oorzaken van de ontwikkeling van de totale CO₂-emissie en de ontwikkeling van de energiekosten en het energiegebruik aan bod.

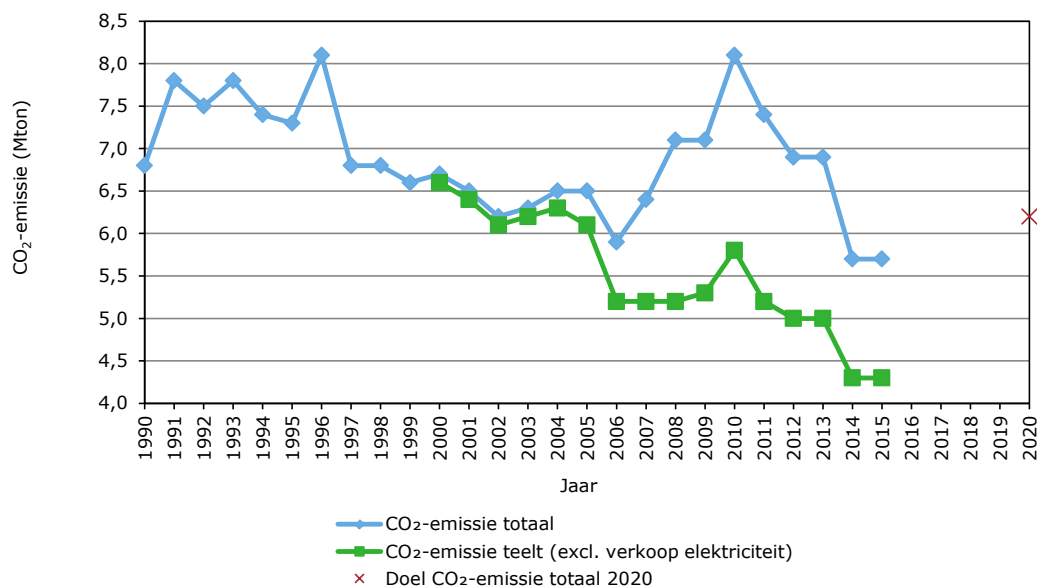
2.2 CO₂-emissie

Totaal en teelt

Bij de CO₂-emissie van de glastuinbouw worden de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt onderscheiden. Het verschil is de emissie die samenhangt met de verkoop van elektriciteit uit aardgasgestookte wk-installaties.

Na een sterke daling in de periode 2010-2014 bleef de totale CO₂-emissie in 2015 gelijk op 5,7 Mton. (figuur 2.). De totale CO₂-emissie zit daarmee 0,5 Mton onder het doel van 6,2 Mton voor 2020 in de *Meerjarenafspraak*. De totale CO₂-emissie ligt in 2015 1,1 Mton lager dan in 1990 (6,8 Mton).

Ook de CO₂-emissie voor de teelt bleef in 2015 gelijk (figuur 2.1) en wel op 4,3 Mton. De CO₂-emissie voor de teelt lag in 2015 daarmee 2,5 Mton onder de emissie van 6,8 Mton van 1990. Het verschil tussen de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt bleef in 2015 ten opzichte van 2014 gelijk en bedroeg 1,4 Mton. Dit ging samen met een vrijwel gelijk gebleven verkoop van elektriciteit vanuit wk-installaties (paragraaf 4.2.2).



Figuur 2.1 CO₂-emissie vanuit de glastuinbouw per jaar a)

a) Cijfers 2015 voorlopig.

Temperatuurcorrectie

De CO₂-emissie wordt conform de definitie niet gecorrigeerd voor buitentemperatuur. Het jaar 2015 was weliswaar een relatief warm jaar, maar het was gemiddeld kouder dan in 2014. Als de CO₂-emissie wel gecorrigeerd wordt voor de buitentemperatuur dan zou zowel de totale CO₂-emissie als de CO₂-emissie voor de teelt in 2015 met 0,1 Mton zijn gedaald.

CO₂-emissie Nederland

Voor Nederland als geheel kwam de CO₂-emissie in 2015 uit op 170,8 Mton (CBS statline, bijlage 2). Dit is 9% meer dan in 1990. In de glastuinbouw ligt de totale CO₂-emissie 1,1 Mton (-16%) en de CO₂-emissie voor de teelt 2,5 Mton (-37%) onder het niveau van 1990. De glastuinbouw loopt bij het terugdringen van de CO₂-emissie dus voor op de landelijke ontwikkeling, ondanks dat de sector een substantiële hoeveelheid elektriciteit met wk-installaties op aardgas is gaan produceren.

Wk-installaties

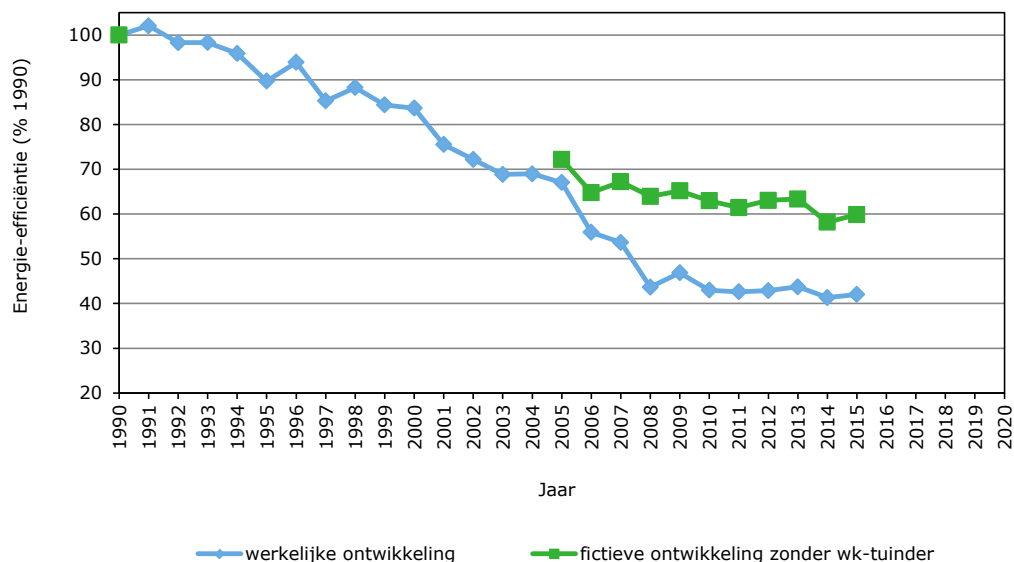
De wk-installaties op aardgas van de tuinders produceerden in 2014 circa 10,1 miljard kWh elektriciteit (hoofdstuk 4). Dit is 17% minder dan in 2011, het jaar met de hoogste elektriciteitsproductie. In 2015 groeide de productie licht naar 10,3 miljard kWh. Hiermee werd op basis van het primair brandstofverbruik op nationaal niveau 2,0 Mton CO₂-emissie vermeden. Deze vermeden CO₂-emissie kwam voort uit een extra aardgasverbruik in de glastuinbouw door de wk-installaties van 2,9 miljard m³, een vermeden brandstofverbruik in elektriciteitscentrales van 2,7 miljard m³ aardgasequivalent en een aardgasbesparing door de warmtebenutting in de glastuinbouw van 1,4 miljard m³.

2.3 Energie-efficiëntie

Na de verbetering met 3 procentpunten in 2014 liet de energie-efficiëntie in 2015 een verslechtering zien met 1 procentpunt. In 2015 bedroeg de energie-efficiëntie 42% ten opzichte van 1990 (figuur 2.1 en bijlage 2). De glastuinbouw gebruikte in 2015 dus 58% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1990. Het teruglopen van de energie-efficiëntie in 2015 kwam door een hoger primair brandstofverbruik per m² (+1%) en een lagere fysieke productie per m² (-1%). Over de gehele periode 2010-2015 is de energie-efficiëntie min of meer stabiel (figuur 2.2).

Primair brandstof

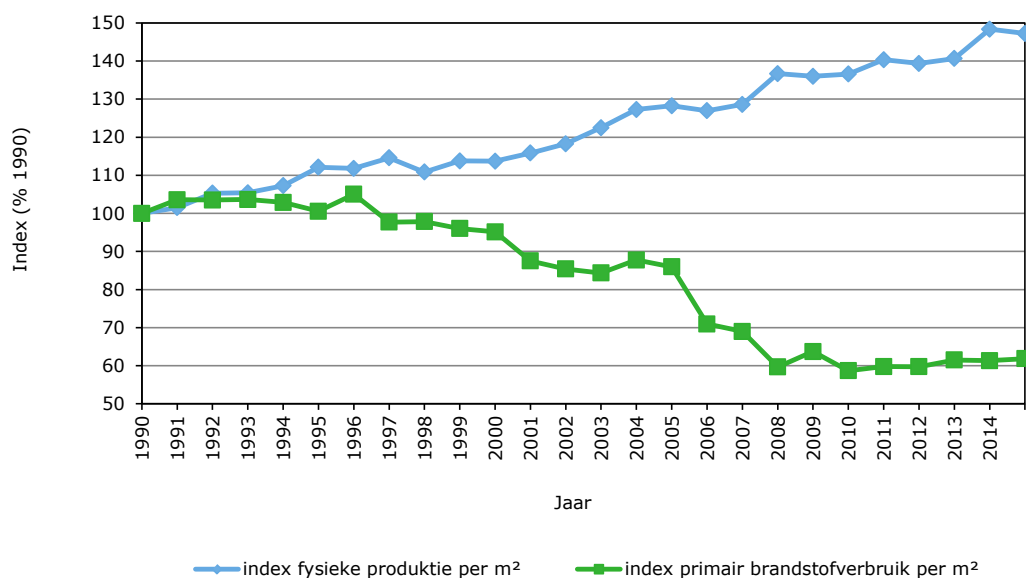
Het primair brandstofverbruik per m² (figuur 2.3 en bijlage 2) daalde, ondanks verschillen tussen de jaren, in de periode 1990-2008 gestaag. In de periode 2005-2008 was de vermindering het sterkst. Dit kwam vooral door de sterke groei van het gebruik van wk-installaties en het gebruik van de vrijkomende warmte bij deze vorm van elektriciteitsproductie (hoofdstuk 4). In de periode 2010-2015 neemt het primair brandstofverbruik per m² geleidelijk toe (+5%) en wel van 26,3 tot 27,7 m³ a.e. Dit kwam vooral door minder verkoop van elektriciteit per m² uit de wk-installaties en door de toename van het elektriciteitsconsumptie voor groeilicht (paragraaf 2.6).



Figuur 2.2 Energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw per jaar met en zonder wk-tuinder a) Cijfers 2015 voorlopig.

Fysieke productie

De fysieke productie per m² vertoont vanaf 1990 een stijgende trend; ook hier zijn er verschillen tussen de jaren (figuur 2.3 en bijlage 2). Over de gehele periode 1990-2015 steeg de fysieke productie per m² met 48%. Dat is gemiddeld 1,8% per jaar. Tussen 2008 en 2013 was dit slechts 0,6% per jaar. De groei van de fysieke productie vlakke in die periode dus af. In 2014 nam de fysieke productie echter duidelijk toe en in 2015, ondanks meer licht, weer iets af. De ontwikkeling van de laatste 2 jaar hangt deels samen met de langere teeltduur bij de onbelichte tomaat vanaf 2014. Hierdoor werden in 2014 meer kg geoogst en is de oogst in 2015 later gestart.



Figuur 2.3 Fysieke productie en primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw per m² kas a) Cijfers 2015 voorlopig.

Effect wk-installaties

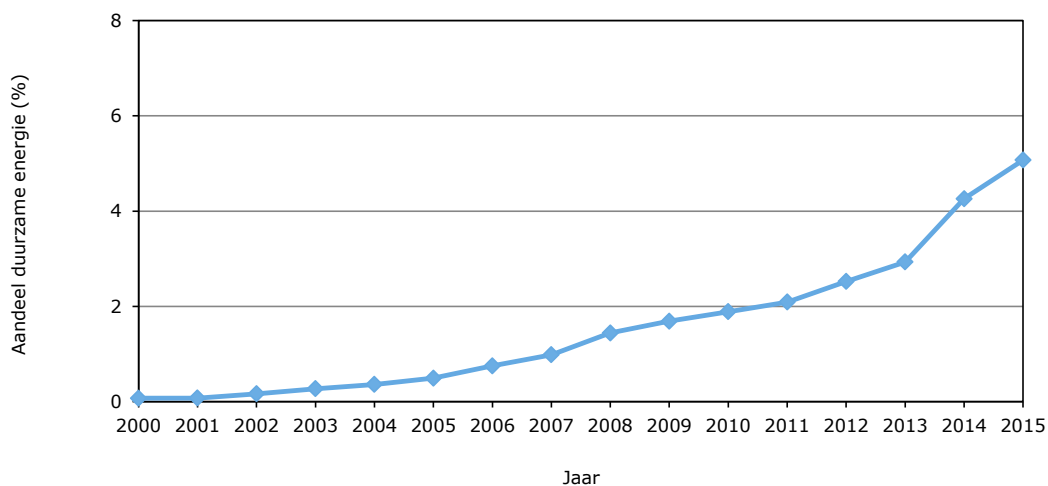
Het gebruik van wk-installaties heeft een positief effect op de energie-efficiëntie, omdat de vrijkomende warmte nuttig wordt gebruikt. In de periode 2008-2013 lag dit effect op ongeveer 20 procentpunten in vergelijking met een situatie zonder wk-installaties (figuur 2.2). In 2014 was dit effect teruggelopen tot 17 procentpunten en in 2015 nam dit weer het licht toe tot 18 procentpunten. De vermindering hangt samen met de verminderde elektriciteitsproductie met wk-installaties. De verkoop van elektriciteit nam af en de eigen consumptie door de glastuinbouw nam toe. De algemene verwachting voor de nabije toekomst is dat de spark spread verder verslechtert met als gevolg een vermindering van de verkoop van elektriciteit, waardoor de ontwikkeling van de energie-efficiëntie onder druk komt te staan.

2.4 Aandeel duurzame energie

Het aandeel duurzame energie verbeterde in 2015 wederom substantieel en wel van 4,3 naar 5,1%. Dit is een toename van 19%. De toename is minder dan in 2014, maar is wel de op een na grootste stijging sinds 2000. Sinds 2010 is het aandeel duurzame energie toegenomen van 1,9 naar 5,1%. In figuur 2.4 is de versnelling in de laatste jaren zichtbaar.

Het absolute gebruik van duurzame energie nam in 2015 met 22% toe van 4,1 tot 5,0 PJ. Vanaf 2010 is de hoeveelheid duurzame energie meer dan verdubbeld. De relatieve toename in 2015 is lager dan de absolute toename. Dit komt doordat het totaal energiegebruik van de glastuinbouw in 2015 met zo'n 3% toenam.

In heel Nederland bedroeg het aandeel duurzame energie in 2015 5,8% (CBS statline, bijlage 2). In tegenstelling tot de CO₂-emissie loopt de glastuinbouw bij duurzame energie dus achter op de landelijke ontwikkeling (-0,7 procentpunt). Het gebruik van duurzame energie groeide in de glastuinbouw de laatste jaren wel sterker dan in Nederland als geheel. In de jaren voor 2013 lag het verschil ruim boven de 2 procentpunten. De glastuinbouw is dus bezig met een inhaalslag.



Figuur 2.4 Aandeel duurzame energie in de glastuinbouw per jaar a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

Door de glastuinbouw geproduceerde duurzame energie wordt vooral door de sector zelf toegepast. Slechts een beperkte hoeveelheid duurzame energie wordt door de glastuinbouw verkocht aan afnemers buiten de sector (hoofdstuk 3). Het gebruik van duurzame energie had in 2015 een positief effect op de CO₂-emissie van ruim 0,2 Mton en op de energie-efficiëntie van bijna 3 procentpunten (paragraaf 3.4).

2.5 Analyse ontwikkeling CO₂-emissie

Inleiding

Sinds 2010 daalt de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw. In deze paragraaf zijn de achtergronden van deze ontwikkeling geanalyseerd. Het jaar 2010 was ook het topjaar voor de elektriciteitsproductie door wk-installaties en voor de verkoop van deze elektriciteit (hoofdstuk 4). Bovendien was 2010 een koud jaar. De analyse vindt daarom plaats over de periode 2010-2015.

In deze periode van 5 jaar is de totale CO₂-emissie met 2,35 Mton (29%) gedaald. Behalve door de buitentemperatuur wordt de ontwikkeling van de totale CO₂-emissie bepaald door onderstaande invloedsfactoren die achtereenvolgens worden behandeld:

1. Areaal glastuinbouw
2. Verkoop elektriciteit
3. Gebruik duurzame energie
4. Gebruik warmte van derden
5. Inkoop elektriciteit
6. Intensivering en extensivering
7. Energiebesparing

Buitentemperatuur

Het jaar 2015 was relatief warm en 2010 relatief koud. Indien de CO₂-emissie voor de buitentemperatuur wordt gecorrigeerd, dan bedraagt de daling in de periode 2010-2015 1,97 Mton in plaats van 2,35 Mton. Deze daling van 1,97 Mton is het vertrekpunt voor de analyse van de effecten van de overige invloedsfactoren (tabel 2.1).

Analyse

De analyse van de effecten van de invloedsfactoren gaat na temperatuurcorrectie verder met het effect van het areaal en veranderingen de energie-input en -output van de glastuinbouw die betrekking hebben op de doelvariabele CO₂-emissie c.q. aardgasverbruik. Van deze factoren is kwantitatieve informatie beschikbaar. Daarna komen de intensivering, extensivering en energiebesparing ofwel het energiegebruik per m² aan bod. Over deze ontwikkelingen binnen de glastuinbouw is weinig kwantitatieve informatie beschikbaar. Het effect van deze laatste drie factoren is daardoor als saldo gekwantificeerd. In de analyse zijn ook de interacties tussen invloedsfactoren in beschouwing genomen. Zoals in paragraaf 1.1 reeds is gemeld, is er een aparte studie gestart om meer kwantitatief inzicht te krijgen in de effecten van intensivering, extensivering en energiebesparing.

Tabel 2.1 Effect van de invloedsfactoren op de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw voor de periode 2010-2015 (Mton) a)

Invloedsfactoren	Eenheid	2010	2015	Verschil 2010-2015	Effect CO ₂ -emissie 2010-2015	
					Mton	%
Areaal	ha	10.307	9.206	- 1.101	- 0,56	28
Verkoop elektriciteit	miljard kWh	8,4	5,2	- 3,2	- 0,88	45
Duurzame energie	PJ	2,4	5,0	+ 2,7	- 0,15	8
Inkoop warmte (fossiel)	PJ	5,3	3,5	- 1,8	+ 0,10	- 5
Inkoop elektriciteit (fossiel)	miljard kWh	2,0	2,3	+ 0,3	- 0,07	4
Subtotaal					- 1,56	79
Energiegebruik per m ² kas (intensivering, extensivering en energiebesparing)					- 0,41	21
Totaal					- 1,97	100

a) Deze resultaten wijken af van de analyse in de vorige *Energiemonitor Glastuinbouw*, omdat a) 2015 aan de analyse is toegevoegd en b) nu ook de interacties tussen de invloedsfactoren in beschouwing zijn genomen.

1. *Areaal glastuinbouw*

Het areaal glastuinbouw daalde van 10.307 in 2010 naar 9.206 ha in 2015. Deze krimp van 11% komt overeen met een daling van de CO₂-emissie van 0,56 Mton. Voor deze berekening is ervan uitgegaan van de jaarlijkse daling van het areaal en van de gemiddelde CO₂-emissie per m² kas voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit) van het voorafgaande jaar.

2. *Verkoop elektriciteit*

Met wk-installaties produceren tuinders elektriciteit en warmte. Een deel van de geproduceerde elektriciteit wordt door de glastuinbouw zelf gebruikt en de rest wordt verkocht. De eigen consumptie is toegenomen. Dit kwam door de intensivering en wordt in beschouwing genomen bij punt 6. De verkoop van elektriciteit vanuit aardgasgestookte wk-installaties daalde in de periode 2010-2015 van 8,4 naar 5,2 miljard kWh. Dit komt overeen met een reductie van de CO₂-emissie van 0,88 Mton. Hierbij is rekening gehouden met een lager aardgasverbruik in wk-installaties en een hoger verbruik in ketels.

3. *Gebruik duurzame energie*

Het gebruik van duurzame energie (productie en inkoop) steeg in de periode 2010-2015 van 2,4 naar 5,0 PJ. Dit betreft duurzame warmte en duurzame elektriciteit. Met duurzame warmte wordt aardgas bespaard. Voor het gebruik van duurzame elektriciteit wordt evenals bij inkoop van niet duurzame elektriciteit (punt 5) verondersteld dat dit niet hoeft te worden geproduceerd met wk-installaties en er dus minder aardgas wordt gebruikt. De toename van het gebruik van duurzame energie resulteert in een verlaging van de CO₂-emissie met 0,15 Mton.

4. *Gebruik warmte van derden*

Het gebruik van warmte van derden betreft de inkoop van restwarmte van elektriciteitscentrales en de inkoop van warmte van wk-installaties van energiebedrijven. De inkoop van warmte (exclusief duurzaam) nam in de periode 2010-2015 af van 5,3 naar 3,5 PJ. Hierdoor was meer aardgas nodig om in de warmtevraag te voorzien en nam de CO₂-emissie met 0,10 Mton toe.

5. *Inkoop elektriciteit*

De inkoop van elektriciteit (exclusief duurzaam) nam toe van 2,0 naar 2,3 miljard kWh. Hierdoor hoefde er minder elektriciteit te worden geproduceerd met de wk-installaties en nam het aardgasverbruik af. Het effect op de CO₂-emissie is een daling met 0,07 Mton. De toename van de inkoop kan voortkomen uit een grotere consumptie. Dit betreft intensivering en behoort bij punt 6.

Subtotaal

Het totaal effect van de vijf voornoemde invloedsfactoren op de totale CO₂-emissie in de periode 2010-2015 bedraagt 1,56 Mton (tabel 2.1). Dit verklaart 79% van de reductie van 1,97 Mton. Het saldo van 0,41 Mton (1,97-1,56) is het gezamenlijk effect van intensivering, extensivering en energiebesparing, ofwel het energiegebruik per m². Deze factoren worden hierna kwalitatief behandeld.

6. *Intensivering en extensivering*

Intensivering en extensivering vinden naast elkaar plaats. Door intensivering neemt de energievraag toe en door extensivering neemt deze af.

Zoals in paragraaf 1.2 is gemeld, is in de glastuinbouw een continu proces van intensivering gaande, ook in de periode 2010-2015. Concreet uit zich dit in groei van het areaal gewassen met een hogere energiebehoefte (zoals tomaat), meer belichting, meer CO₂-dosering, enzovoort. Hierdoor nemen de gemiddelde energievraag en de gemiddelde CO₂-emissie per m² kas toe.

In de periode 2010-2015 is het areaal kassen met zo'n 1.100 ha afgenomen. Van deze krimp zit zo'n 60% bij de energie-intensieve gewassen paprika, komkommer, roos en groene potplanten. Deze gewassen omvatten in 2010 zo'n 30% van het totaal areaal. In de periode 2010-2015 is er naast intensivering dus ook extensivering. Extensivering resulteert in een daling van het gemiddeld energiegebruik en CO₂-emissie per m² kas.

7. *Energiebesparing*

Zoals in paragraaf 1.2 is gemeld, kan de energievraag worden verminderd door het gebruik van de energiezuinige teeltstrategie *Het Nieuwe Telen* (HNT) en andere energiebesparende opties. Voorbeelden van andere opties zijn nieuwe kassen, (extra) energieschermen, efficiëntere lampen, ledlicht en gelijkstroom. Opties zoals energieschermen en efficiëntere lampen worden op grote schaal toegepast. Ledlicht en gelijkstroom, staan nog in de kinderschoenen.

HNT is een innovatieve energiezuinige regelstrategie van het kasklimaat. HNT maakt gebruik van natuurkundige kennis om de teelt optimaal te sturen in onder meer temperatuur, vocht, CO₂-dosering, licht en schermen. Bij de tuinders staat HNT sterk in de belangstelling, mede omdat dit een positieve invloed op de omvang en de kwaliteit van de productie kan hebben (Buurma et al., 2015) en omdat hiermee geanticipeerd kan worden op toekomstige hogere energiekosten (paragraaf 2.6). HNT is vooral kennistoepassing en gaat niet gepaard met grote investeringen. Over teeltstrategieën en HNT is vanuit het programma KaE veel kennis ontwikkeld en het proces van kennisoverdracht is gaande.

Saldo intensivering, extensivering en energiebesparing

Door het saldo van de drie factoren intensivering, extensivering en energiebesparing, ofwel het energiegebruik per m² kas (tabel 2.1) - is de CO₂-emissie in de periode 2010-2015 met 0,41 Mton gedaald. Dit betekent dat het effect van extensivering en energiebesparing in deze periode groter is dan het effect van intensivering. De invloeden van deze factoren afzonderlijk werken niet in dezelfde richting. Dit betekent dat de effecten van deze factoren afzonderlijk groter kunnen zijn dan het gezamenlijke effect. De intensivering, extensivering en energiebesparing bepalen gezamenlijk de ontwikkeling van het energiegebruik per m² kas. Hierop wordt nader ingegaan in paragraaf 2.6.

Structurele effecten

De ontwikkelingen van de invloedsfactoren krimpend areaal, afnemende verkoop van elektriciteit, toename van duurzame energie en toename inkoop elektriciteit zullen zich naar verwachting de komende jaren voortzetten (Van der Velden en Smit, in voorbereiding) en zijn dus van structurele aard. Van de factor inkoop warmte is niet duidelijk of de mutatie een structureel karakter heeft.

In de praktijk vinden intensivering, extensivering en energiebesparing continue plaats en zijn dus alle drie van structurele aard. Echter, doordat de omvang van deze factoren afzonderlijk onbekend is, is het niet duidelijk of het totaaleffect van deze drie structureel is.

Op basis van het voorgaande is duidelijk dat de reductie van de CO₂-emissie in de periode 2010-2015 grotendeels van structurele aard is.

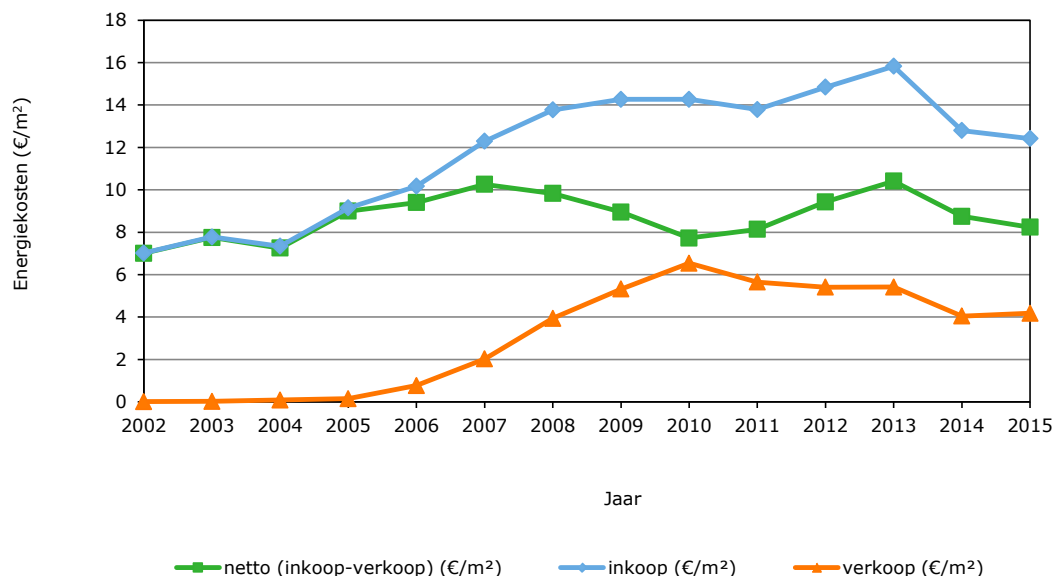
2.6 Energiekosten en energievraag

Energiekosten

De energiekosten van de glastuinbouw worden in sterke mate bepaald door de inzet van wk-installaties. Enerzijds wordt er extra aardgas ingekocht en anderzijds zijn er opbrengsten voor de elektriciteit die wordt verkocht. In de periode 2004-2007 namen de netto-energiekosten (inkoop minus verkoop) toe (figuur 2.5). In de periode 2007-2010 namen - door de sterke groei van het wk-park in de glastuinbouw - zowel de kosten voor de inkoop als de opbrengsten voor de verkoop toe. Door de gunstige spark spread - het verschil tussen de aardgasprijs (inkoop) en de elektriciteitsprijs (verkoop) - namen de netto-energiekosten per saldo af. Tegenover de daling van de netto-energiekosten staan wel hogere kapitaalkosten (afschrijving en rente) en onderhoudskosten van de wk-installaties.

In de periode 2010-2013 stegen de netto-energiekosten met 35% door hogere aardgasprijzen en teruglopende opbrengsten uit de verkoop van elektriciteit. In 2014 en 2015 daalden de netto-energiekosten. Dit werd veroorzaakt door dalende gasprijzen en dalende inkooprijzen voor elektriciteit. Bovendien waren 2014 en 2015 warme jaren, waardoor de energievraag minder groot was. Anderzijds werd er minder elektriciteit verkocht (paragraaf 4.4). Dit alles kwam tot uiting in dalende kosten voor energie-inkoop in 2014 en 2015 en dalende opbrengsten uit energieverkoop in

2014. In 2015 zette de daling van de opbrengsten uit energieverkoop niet door. Dit uitte zich ook in een lichte toename van de gebruiksduur van wk-installaties (paragraaf 4.4). De daling van de gasprijzen was sterker dan de daling van de prijzen voor de verkoop van elektriciteit waardoor per saldo de spark spread wat gunstiger werd. De netto energiekosten waren in 2015 nog wel 7% hoger dan in 2010.



Figuur 2.5 Gemiddelde energiekosten glastuinbouw (€/m²) a)

a) Cijfers 2015 voorlopig.

Bron: Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research.

Veranderingen in energiekosten zijn van invloed op de invloedsfactoren voor de CO₂-emissie (paragraaf 2.5). Zo wordt de krimp van het areaal en het gebruik van duurzame energie versterkt door hogere energiekosten. Lagere elektriciteitsprijzen beïnvloeden de verkoop negatief en maken inkoop aantrekkelijker. Hogere energiekosten remmen de intensivering en stimuleren duurzame energie, extensivering en energiebesparing. Al deze invloeden resulteren in een vermindering van de CO₂-emissie. Echter, door de lagere elektriciteitsprijzen wordt belichting gestimuleerd en belichting is een belangrijk onderdeel van het intensiveringsproces. Door met eigen wk-installaties in een groot deel van de elektriciteitsvraag te voorzien, gaat deze intensivering gepaard met toename van de CO₂-emissie van de glastuinbouw.

Energiegebruik

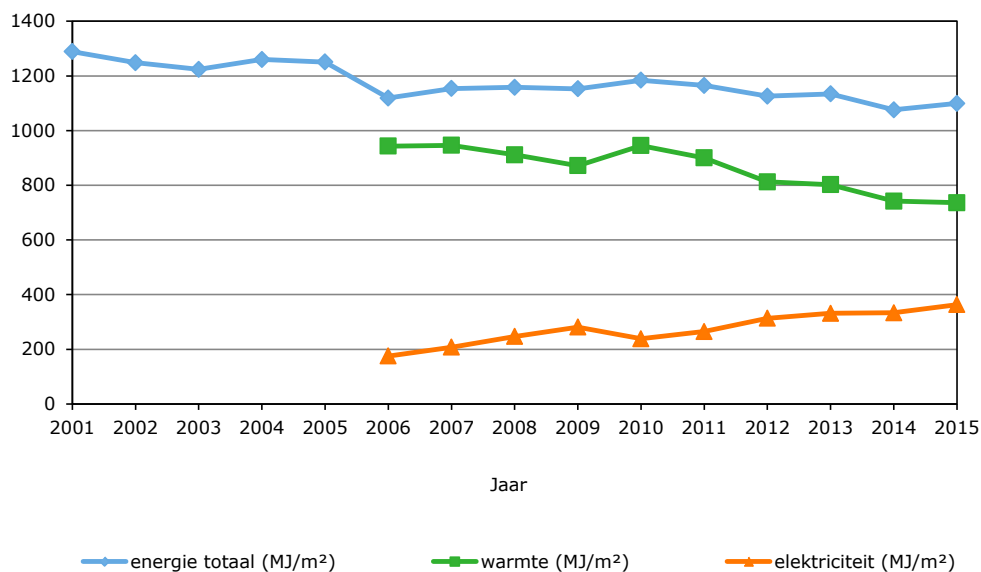
Het totale energiegebruik van de glastuinbouw daalde in de periode 2010-2015 met 22% van 127,1 naar 99,1 PJ (bijlage 1). Deze ontwikkeling ging samen met toenemende energievraag door intensivering, vermindering van de energievraag door extensivering en energiebesparing, de omvang van de sector (ha) en verschillen in buitentemperatuur tussen de jaren (paragraaf 2.5). De energievraag wordt in beginsel niet beïnvloed door de energievoorziening. Door uit te gaan van het voor buitentemperatuur gecorrigeerde energiegebruik per m² hebben veranderingen in areaal en schommelingen in de buitentemperatuur geen invloed op de berekeningen en resteert de invloed van intensivering, extensivering en energiebesparing.

Energiegebruik per m²

Uit figuur 2.6 blijkt dat het gemiddelde energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur over de gehele periode 2000-2015 met 22% daalde. De daling kwam in de periode 2000-2006 uit op 21% en in de periode 2010-2014 op 9%. In de tussenliggende periode 2006-2010 nam het energieverbruik per m² met 6% toe.

Met de daling vanaf 2010 is geanticipeerd op de hogere energiekosten. Niet duidelijk is hoe de anticipatie heeft plaatsgevonden. De ontwikkeling van het energiegebruik per m² is het totaal van intensivering, extensivering en energiebesparing (paragraaf 2.5). Uit de gerealiseerde daling blijkt dat het effect van extensivering plus energiebesparing groter is dan die van intensivering. Dit bleek ook uit de reductie van de CO₂-emissie door deze drie factoren in de periode 2010-2015 (paragraaf 2.5). In 2015 nam de gemiddelde aardgasprijs en de inkoopprijs voor elektriciteit af en werd de spark spread iets gunstiger. Per saldo daalde de netto-energiekosten en nam het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur met zo'n 2% toe. De vraag is of dit een trend wordt of dat het een incidentele stijging is.

De factor energiekosten is echter niet de enige factor die van invloed is op het energiegebruik (paragraaf 2.5). Uit de empirische relatie tussen de brandstofintensiteit, de gasprijs en de buitentemperatuur, die gebruikt wordt voor de temperatuurcorrectie (Van der Velden, 2016), blijkt dat de invloed van de gasprijs beperkt is.



Figuur 2.6 Energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

Warmte en elektriciteit

Het energiegebruik per m² gecorrigeerd voor de buitentemperatuur is in figuur 2.5 vanaf 2006 opgesplitst in warmte en elektriciteit. Over de gehele periode 2006-2015 nam de warmteconsumptie met 22% af. De daling in de warmteconsumptie is voor een belangrijk deel gecompenseerd door groei van de elektriciteitsconsumptie. De groei van de elektriciteitsconsumptie komt vooral door intensivering in de vorm van groeilicht. Daarnaast doen het gebruik van efficiëntere en duurzame energiebronnen, intern transport en verdere optimalisatie van het kasklimaat de elektriciteitsconsumptie toenemen (Van der Velden en Smit, 2013). In 2015 omvatte warmte twee derde en elektriciteit een derde van het totale energiegebruik. In 2006 was dat 84% en 16%. Vanaf 2010 neemt de elektriciteitsconsumptie per m² minder sterk toe dan in de periode voor 2010.

3 Duurzame energie

3.1 Inleiding

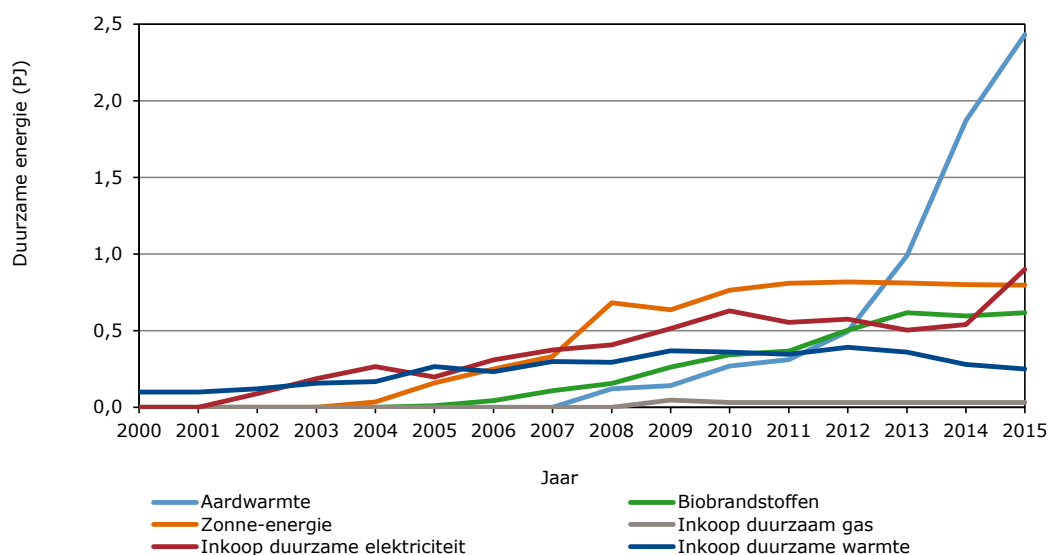
Door de glastuinbouw wordt duurzame energie geproduceerd, ingekocht, verkocht en toegepast. Bij het aandeel duurzaam (paragraaf 2.4) telt alleen het daadwerkelijke gebruik mee. Dit is inkoop plus productie minus verkoop aan afnemers buiten de sector. In de volgende paragrafen komen achtereenvolgens de vormen van duurzame energie, de bedrijfsstructuur en de bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie per bron aan bod. In paragraaf 3.3 komt de inkoop van externe CO₂ aan de orde. Dit is geen duurzame energie, maar externe CO₂ is vaak nodig in combinatie met het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw. Bij de productie van duurzame energie komt immers geen bruikbare CO₂ voor het gewas vrij.

3.2 Vormen van duurzame energie

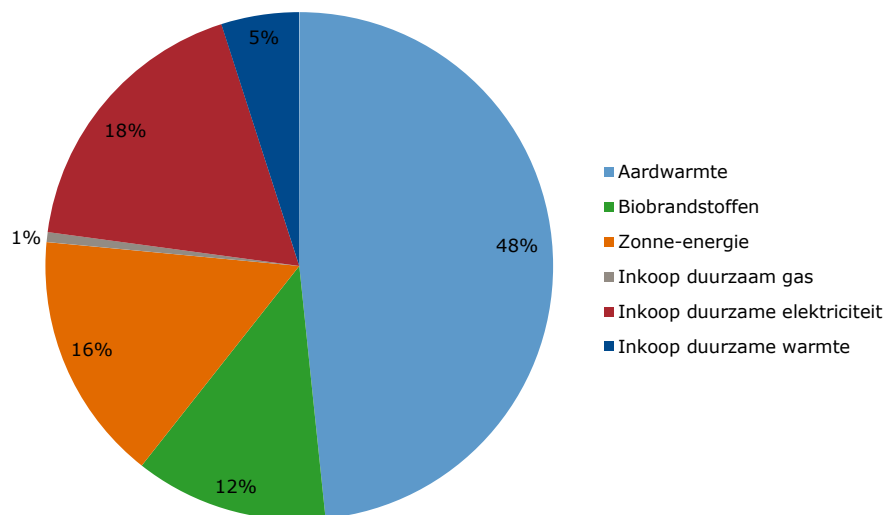
3.2.1 Toepassing

In 2015 werden door de Nederlandse glastuinbouw zes vormen van duurzame energie toegepast (figuur 3.1 en 3.2 en tabel 3.1). Aardwarmte was de voornaamste bron. Daarna volgden inkoop van duurzame elektriciteit, zonne-energie, biobrandstoffen, inkoop van duurzame warmte en inkoop van duurzaam gas.

Het totale gebruik van duurzame energie groeit jaarlijks. De groei zat vooral bij aardwarmte. In 2015 nam ook de inkoop van duurzame elektriciteit toe. De andere vormen waren stabiel of daalden licht (inkoop duurzame warmte en zonne-energie). De groei is het saldo van ingebruikname nieuwe projecten en aanpassing en uitgebruikname van bestaande projecten. Totaal werd er in 2015 door de glastuinbouw 5,0 PJ duurzame energie gebruikt, 82% was warmte, 18% was elektriciteit (tabel 3.1).



Figuur 3.1 Gebruik duurzame energie in de glastuinbouw per jaar (PJ) a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.



Figuur 3.2 Verdeling gebruik duurzame energie in de glastuinbouw per bron in 2015 (%) a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

Tabel 3.1 Toepassing van duurzame energievormen in de Nederlandse glastuinbouw in 2015 v).

Duurzame energie	Bedrijven a)	Areaal a)	Gemiddeld b)	Warmte	Elektriciteit	Totaal
	Aantal	ha	ha per bedrijf	PJ	GWh	PJ
Aardwarmte	34	459	13	2,43	-	2,43
Biobrandstof	32	135	4	0,61	3	0,62
- warmte	28	117	4	0,41	-	0,41
- warmte en elektriciteit	4	19	5	0,19	3	0,20
Zonne-energie	64	276	4	0,80	<1	0,80
- elektriciteit	3	65	22	-	<1	0,00
- warmte	61	211	3	0,80	-	0,80
Inkoop duurzame gas d)	- c)	- c)	- c)	0,03	0	0,03
Inkoop duurzame elektriciteit d)	- c)	- c)	- c)	-	250	0,90
Inkoop duurzame warmte d)	- c)	- c)	- c)	0,25	-	0,25
- centraal	- c)	- c)	- c)	0,01	-	0,01
- decentraal	7	33	5	0,24	-	0,24
Totaal	135	842	6	4,12	253	5,03

a) Peildatum eind 2015; b) Van bedrijven met meerdere vormen van duurzame energie op een bedrijfslocatie zijn het aantal bedrijven en het areaal eenmaal meegenomen bij de sommatie; c) Cijfers niet bekend; d) Duurzame energie van buiten de sector.

v) Cijfers voorlopig.

3.2.2 Ontwikkeling per vorm

Aardwarmte

In 2015 steeg het aantal glastuinbouwbedrijven dat aardwarmte toepast naar 34. Hiervan waren 22 exploitant en 12 afnemer. Het areaal met aardwarmte groeide in 2015 beperkt van 445 naar 459 ha. Op 34 ha van deze 459 ha werd aardwarmte toegepast dat van andere glastuinbouwbedrijven werd gekocht. Op 90% van het areaal met aardwarmte werd groenten geteeld. In 2015 waren niet alle projecten het volledige jaar of met het volledige ontwerpvermogen in bedrijf. Dit kwam doordat projecten in de loop van het jaar werden opgestart en door storingen. Daarnaast valt op dat recentere projecten minder een maximale invulling van de warmtevraag van de bedrijven realiseren en meer een maximale benutting van de aardwarmtebron nastreven. Hierdoor groeit het areaal dat is aangesloten op aardwarmte, maar daalt het gebruik per m².

Zonne-energie

De herwinning van zonnewarmte liep ook in 2015 licht terug; er werd door 61 bedrijven met een gezamenlijk oppervlak van 211 ha zonnewarmte herwonnen. Net als eerdere jaren bleef zonnewarmte de duurzame energievorm met de meeste projecten. De zonnewarmte werd toegepast bij plantenbedrijven (112 ha), gevolgd door groentebedrijven (54 ha). Bij bloemen (43 ha) waren alle bedrijven met herwinning van zonnewarmte uit grondkoeling (40 ha) te vinden bij de teelt van *Alstroemeria*, *Amaryllis* en *Freesia*. Bij planten ging het hoofdzakelijk om *Phalaenopsis* (104 ha). In 2015 werd op meer dan de helft van het totale areaal van deze vier gewassen zonnewarmte herwonnen. Herwinning zonnewarmte ontwikkelt zich alleen nog bij bedrijven met koudevraag in de teelt.

In 2015 waren drie projecten met elektriciteitswinning via fotovoltaïsche zonnecellen in bedrijf. Deze zonne-energie werd deels toegepast en deels verkocht. De bijdrage aan de totale hoeveelheid duurzame energie blijft vooralsnog zeer beperkt.

Biobrandstof

Het aantal bedrijven waar biobrandstoffen werd toegepast, bleef in 2015 met 32 gelijk. Het areaal steeg naar 135 ha. Op 4 bedrijven met 19 ha kassen werden biobrandstoffen gebruikt in een wk-installatie. Hier werd warmte en elektriciteit geproduceerd. Op 28 bedrijven met 117 ha werden biobrandstoffen ingezet in een ketel voor de productie van warmte. Van het totale areaal met biobrandstof in een ketel was 58 ha te vinden bij de potplanten, 41 ha bij de groenten en 15 ha bij de bloemen. Van de 19 ha met bio-wk zat 15 ha bij de groenten en 4 ha bij bloemen.

Resthout bleef in 2015 voor de glastuinbouw de voornaamste biobrandstof; van de 32 projecten gebruikten er 29 resthout. Drie bedrijven gebruikten energieproducten uit vergistingsinstallaties (bio-wk). In 2015 exploiteerden 29 bedrijven een installatie op biobrandstof en namen 3 bedrijven warmte af van andere glastuinbouwbedrijven met zo'n installatie.

Inkoop

Door de glastuinbouw wordt duurzame elektriciteit, duurzame warmte en duurzaam gas ingekocht. De duurzaamheid van de ingekochte elektriciteit is via een Garantie van Oorsprong (GVO) geborgd. De glastuinbouwbedrijven kopen duurzame elektriciteit in vanuit een eigen duurzaamheidsmotief of vanuit hun wens deel te nemen aan de regeling voor goedkopere financiering met Groen Label kas (GLK) waarbij een mate van duurzaamheid een vereiste is. In 2015 nam de inkoop van duurzame elektriciteit voor het eerst sinds 2009 substantieel toe tot zo'n 250 miljoen kWh. De inkoop lag daarmee zo'n twee derde hoger dan in 2014. Inkoop duurzame elektriciteit werd hiermee de een-na-belangrijkste bron van duurzame energie van de glastuinbouw. De groei kwam waarschijnlijk voort uit de noodzaak om het extra elektriciteitsgebruik door de groeiende vraag voor belichting te verduurzamen en binnen de vereisten voor GLK te blijven.

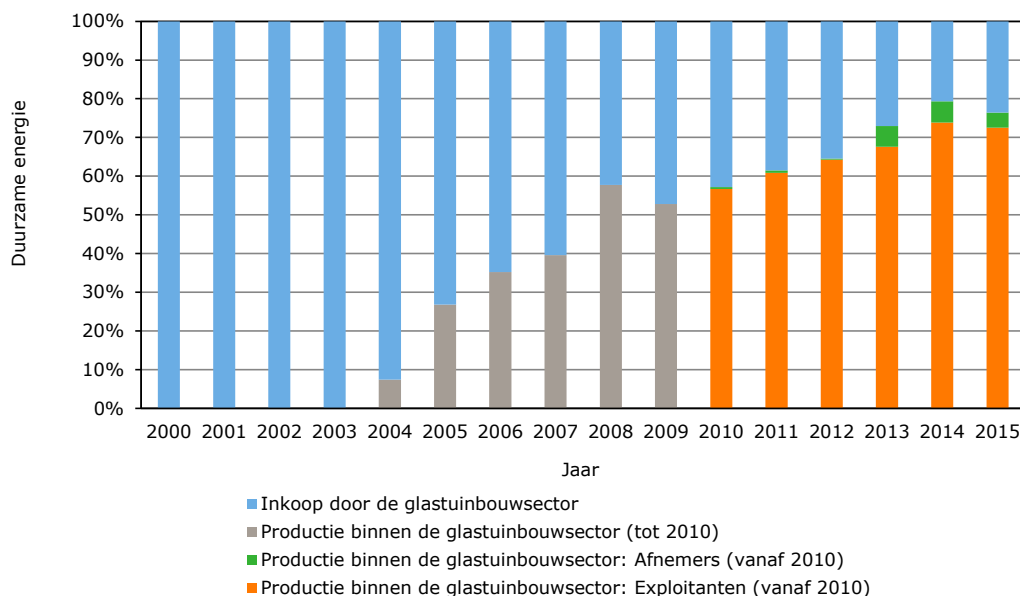
Inkoop van duurzame warmte vindt plaats vanuit centrale en decentrale projecten. Centrale inkoop betreft het deel van de inkoop van restwarmte van elektriciteitscentrales dat duurzaam is opgewekt (bijstook biobrandstof in kolencentrales). Bij decentrale projecten wordt op kleinere schaal lokaal duurzame warmte geleverd aan glastuinbouwbedrijven door exploitanten buiten de sector. Dit laatste vindt plaats sinds de jaren negentig. De inkoop van duurzame warmte omvatte in 2015 0,25 PJ. Dit is een daling van 11% ten opzichte van 2014 en komt vooral door daling van het aandeel duurzaam in de ingekochte restwarmte.

De aankoopmotieven voor de inkoop van duurzaam gas zijn globaal gelijk aan die voor de inkoop van duurzame elektriciteit. Duurzaam aardgas betreft biogas dat is geproduceerd en geconverteerd naar een kwaliteit waarmee dit gas via het aardgasnet kan worden getransporteerd naar de eindverbruiker. Het gebruik van duurzaam gas bleef ook in 2015 beperkt.

3.2.3 Productie, inkoop, verkoop en consumptie

De glastuinbouw produceert zelf duurzame energie en koopt het in (figuur 3.3). Daarnaast wordt een beperkte hoeveelheid verkocht buiten de sector. Van de toegepaste duurzame energie werd 76% door

de sector zelf geproduceerd en 24% ingekocht van buiten de sector. Sinds 2009 groeit het aandeel van de productie, maar nam in 2015 af. Dit kwam vooral door de stijging van de inkoop van duurzame elektriciteit. Van de duurzame energie die door de sector wordt toegepast, werd in 2015 4% ingekocht bij andere glastuinbouwbedrijven. Duurzame warmte wordt de laatste jaren vooral zelf geproduceerd (2015: 93%) en duurzame elektriciteit wordt vooral buiten de sector ingekocht (2015: 99%).

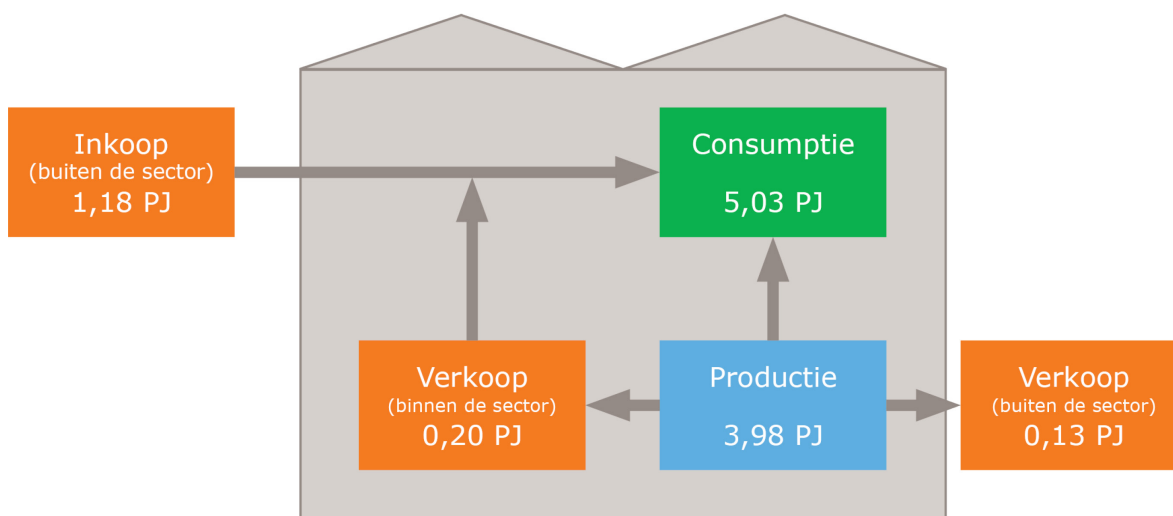


Figuur 3.3 Verdeling van de toepassing van duurzame energie naar productie en inkoop per jaar (%) a) b)

a) Vanaf 2010 is de toepassing van door de sector zelf geproduceerde duurzame energie gesplitst naar glastuinbouwexploitanten en hun glastuinbouwafnemers.

b) Cijfers 2015 voorlopig.

De duurzame energiebalans (figuur 3.4) bevestigt dat de consumptie voor het grootste deel gedekt wordt door eigen productie en dat de verkoop beperkt blijft. Van de zelf geproduceerde, duurzame energie (3,98 PJ) wordt 5% verkocht binnen de sector en 3% daarbuiten. Binnen de sector verkochte duurzame energie is hoofdzakelijk aardwarmte. In 2015 daalde de verkoop binnen de sector met 10%. Dit kwam onder andere door storingen bij aardwarmteprojecten die warmte aan andere glastuinbouwbedrijven verkopen. De verkoop aan afnemers buiten de sector was stabiel.



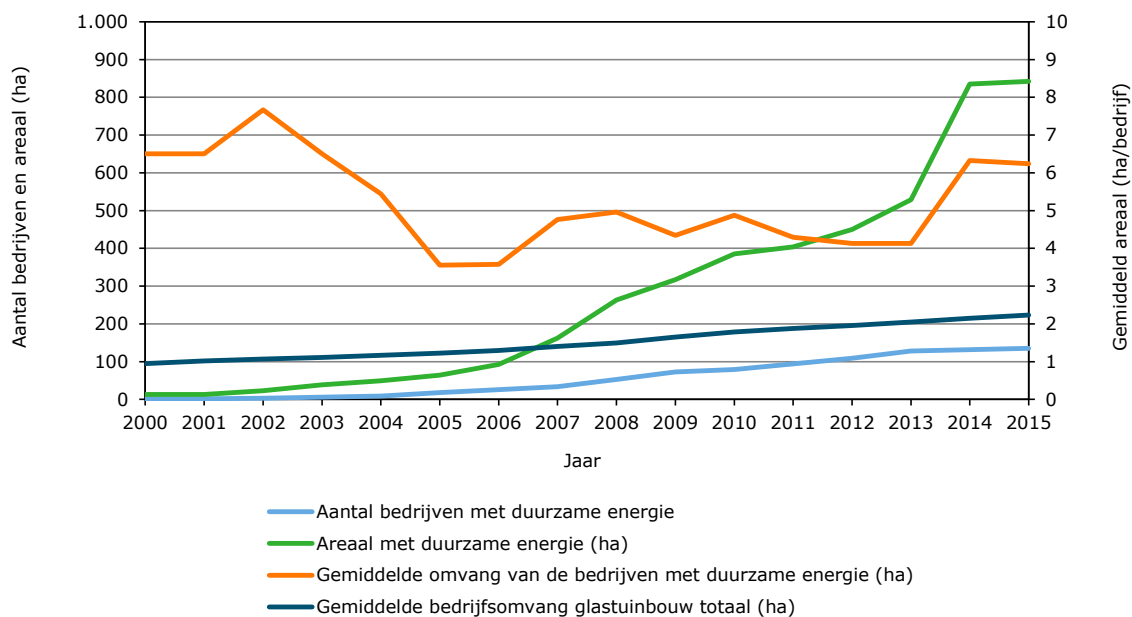
Figuur 3.4 Duurzame energiebalans glastuinbouw in 2015 a)

a) Cijfers voorlopig.

3.2.4 Bedrijfsstructuur

Bedrijven en areaal

Het aantal bedrijven met gebruik van duurzame energie (exclusief inkoop duurzame elektriciteit en duurzaam gas) groeide in 2015 licht naar 135 (+2%) (figuur 3.5). Deze groei was het saldo van de start van nieuwe projecten en projectbeëindiging. Het areaal met duurzame energie groeide in 2015 naar 842 ha (+1%). In 2015 kwam er aanzienlijk minder nieuw areaal met duurzame energie bij. In 2014 was er met ruim 300 ha beduidend meer groei in areaal, vooral door nieuwe aardwarmteprojecten. De omvang van de glastuinbouwbedrijven met duurzame energie is met 6,2 ha fors groter dan de gemiddelde bedrijfsomvang in de sector (figuur 3.5).



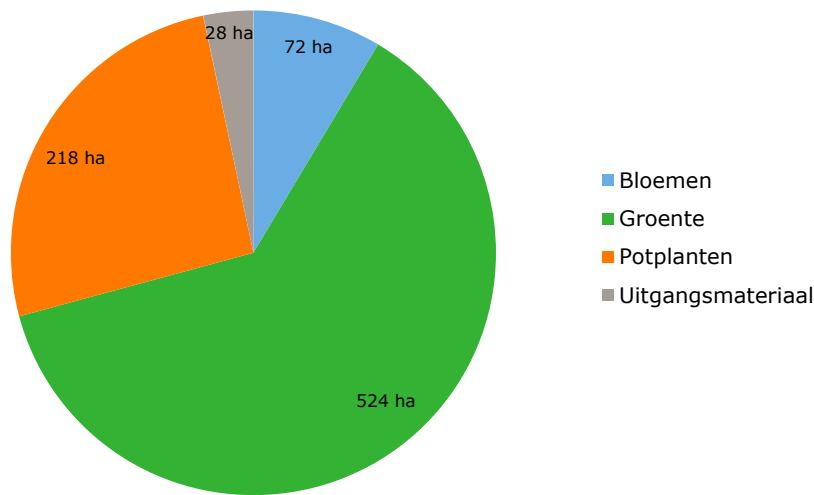
Figuur 3.5 Ontwikkeling van het aantal bedrijven, het areaal glastuinbouw en de omvang van bedrijven met duurzame energie a) b)

a) Exclusief inkoop uit openbare netten.

b) Cijfers 2015 voorlopig.

Subsectoren

In elk van de vier subsectoren in de glastuinbouw wordt duurzame energie toegepast (figuur 3.6). De meeste duurzame energie wordt toegepast bij de groente, bij uitgangsmateriaal het minst. Deze twee subsectoren zijn qua areaal ook de grootste en de kleinste in Nederland. Bloemen en planten zitten hier tussen in. Nog steeds is het de subsector bloemen die relatief de minste duurzame energie toepast. Bloemenbedrijven gebruiken gemiddeld meer groeilicht en hierdoor meer elektriciteit en minder warmte, waardoor het complexer is om duurzame warmte toe te passen. Bij groentebedrijven wordt meer CO₂-gedoseerd en dit concurreert met duurzame energie. Plantenbedrijven hanteren een relatief hoge kastemperatuur, belichten doorgaans minder intensief en doseren minder CO₂. Hierdoor ondervindt duurzame energie op plantenbedrijven minder concurrentie van ketels en wk-installaties. De verdeling van areaal met duurzame energie over de subsectoren vertoont de laatste jaren weinig verandering.



Figuur 3.6 Verdeling van het areaal met toepassing van duurzame energie per subsector in 2015 (ha) a) b)

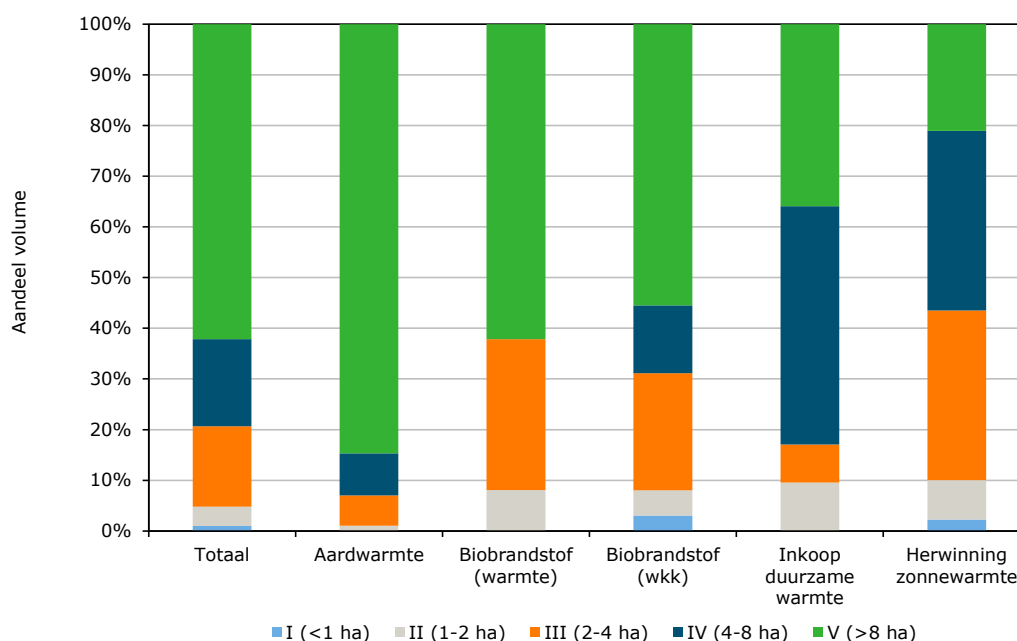
a) Exclusief inkoop uit openbare netten.

b) Cijfers voorlopig.

Bedrijfsomvang per bron

Duurzame energie wordt vooral toegepast op grote bedrijven, maar komt ook voor op kleine bedrijven (figuur 3.7). De gemiddelde bedrijfsomvang van bedrijven met duurzame energie daalde in 2015 licht naar 6,2 ha (tabel 3.1). Deze daling komt doordat nieuwe projecten vooral gerealiseerd werden op kleinere bedrijven. Ruim driekwart van de duurzame energie wordt toegepast op grote (4-8 ha) en zeer grote (> 8 ha) bedrijven. Het gezamenlijke areaal met toepassing van duurzame energie bij kleine (1-2 ha) en zeer kleine (< 1 ha) bedrijven is met minder dan 5% van het totaal areaal met duurzame energie beperkt.

Van de 135 bedrijven die in 2015 duurzame energie toepasten behoren er 25 tot de groep van zeer grote bedrijven. Deze bedrijven pasten vooral aardwarmte toe (figuur 3.7). Kleine en zeer kleine bedrijven pasten vooral biobrandstof (warmte) en herwinning van zonnewarmte toe. Herwinning van zonnewarmte en inkoop duurzame warmte komt vooral voor bij gemiddelde en grote bedrijven.

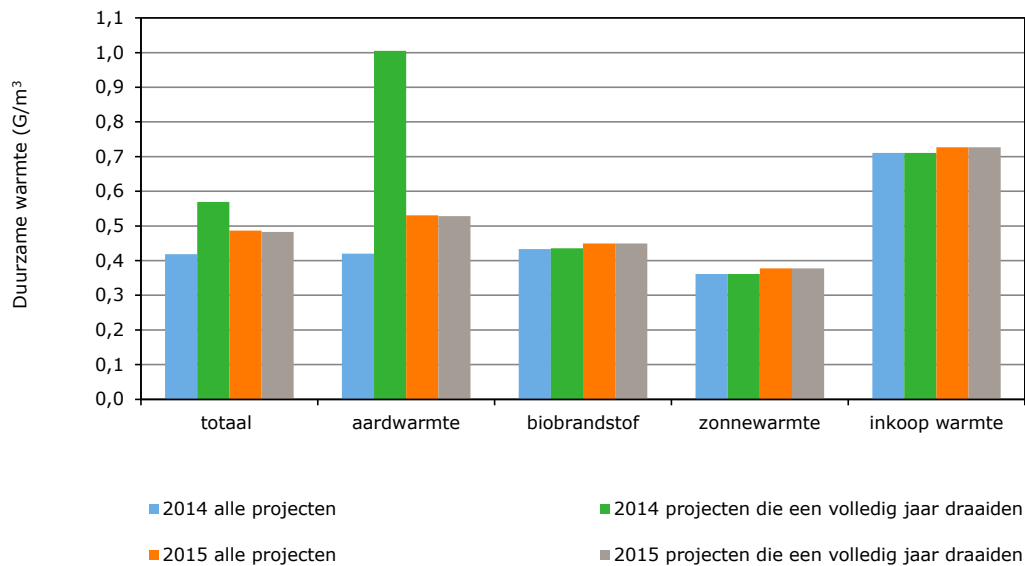


Figuur 3.7 Verdeling volume duurzame energie over bedrijfsgrootteklassen per vorm in 2015 (%) a)

a) Cijfers voorlopig.

Gebruik duurzame warmte per m²

Het gemiddelde gebruik van duurzame warmte per m² kas van alle projecten is in 2015 licht gestegen (figuur 3.8). De nieuwe projecten waren echter maar een deel van het jaar in gebruik. Bedrijven die het gehele jaar een duurzame warmtebron in gebruik hadden, pasten minder duurzame warmte toe dan in 2014. Deze meer structurele ontwikkeling liet dus een daling zien en zat vooral bij aardwarmte. Bij deze bron is het gemiddelde warmtegebruik per m² bijna gehalveerd. Dit komt doordat de bron op een groter areaal als basisvermogen werd ingezet. Er werd dus niet een zo groot mogelijk invulling van de warmtevraag per bedrijf gerealiseerd, maar meer een maximale benutting van de warmtebron nagestreefd. Hierdoor knelt de toepassing van duurzame energie minder met de inzet van wk-installaties, belichting en de CO₂-dosering. Naast deze operationele voordelen is het projectrisico kleiner als meerdere bedrijven samen een project realiseren. Wel is het zo dat het gebruik per m² hierdoor daalt.

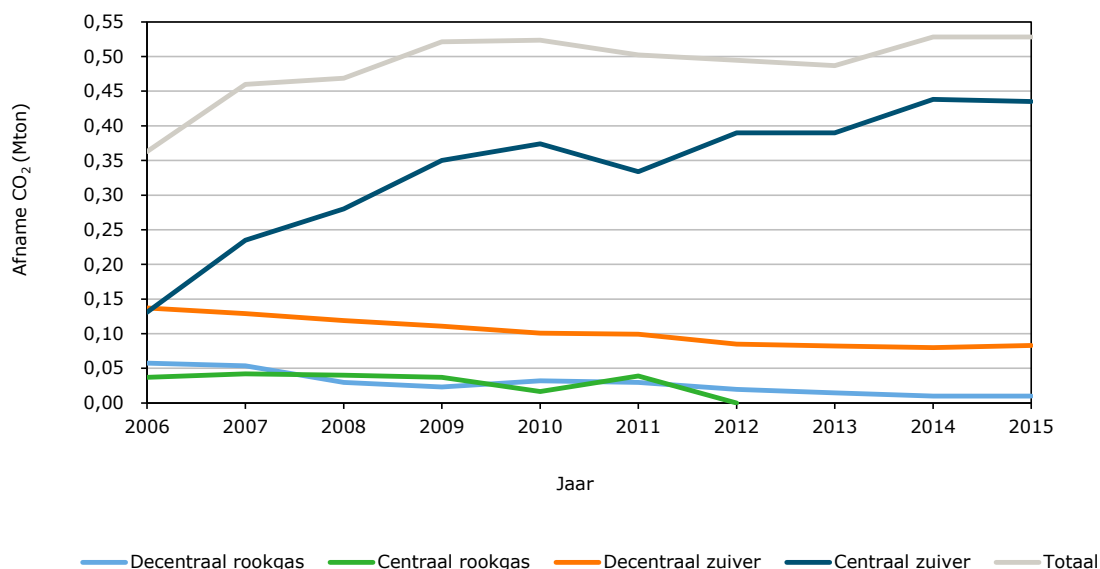


Figuur 3.8 Toepassing van duurzame warmte (GJ/m²) per bron in 2015 a)
a) Cijfers voorlopig.

3.3 Inkoop CO₂

De inkoop van CO₂ van buiten de sector is op zich geen duurzame energie. Wel is de inkoop van CO₂ nodig om de inzet van duurzame energie te laten groeien (Smit, 2010). Ook kan externe CO₂ leiden tot verminderde zomerstook (CO₂ productie uit aardgas) en dat is energiebesparing. Externe CO₂ komt beschikbaar als bijproduct van (agro-)industriële processen en de productie van duurzaam gas.

In 2015 werd net als in 2014 0,53 Mton CO₂ extern ingekocht. De 0,53 Mton komt overeen met circa 28 kg per m² op het areaal waar CO₂ wordt ingekocht. Over het totale areaal glastuinbouw bekeken, is de toepassing van externe CO₂ toegenomen van 3,5 in 2006 naar 5,7 kg per m² in 2015. Onderscheid wordt gemaakt tussen CO₂ uit rookgassen en zuivere CO₂ en tussen centrale en decentrale levering (figuur 3.9). Het gebruik van externe CO₂ in de glastuinbouw betreft vooral centrale levering van zuivere CO₂. De hoeveelheid decentrale rookgas-CO₂ is zeer beperkt. Decentraal zuiver CO₂ aangeleverd per as neemt een tussenpositie in. Sinds 2012 zijn er geen projecten meer in bedrijf met centrale levering van rookgas-CO₂. Wel worden er sinds 2015 nieuwe technische processen op praktijkschaal getest om CO₂ uit (bio-)stookinstallaties voor toepassing in de glastuinbouw geschikt te maken. Wellicht kunnen deze projecten in de toekomst centrale levering van rookgas CO₂ nieuw leven inblazen.



Figuur 3.9 Ontwikkeling van de inkoop van externe CO₂ (Mton) door de Nederlandse glastuinbouw a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

3.4 Reductie CO₂-emissie

Productie, inkoop en verkoop van duurzame energie door de glastuinbouw reduceert de CO₂-emissie zowel binnen als buiten de glastuinbouw. De reductie van de CO₂-emissie wordt uitgedrukt zowel op sectorniveau (IPCC-methode) als op nationaal niveau op basis van het primair brandstofverbruik (tabel 3.2, bijlage 4). De reductie van de CO₂-emissie door duurzame energie op sectorniveau bedroeg in 2015 zo'n 0,23 Mton en de nationale reductie zo'n 0,30 Mton. De reductie op sectorniveau is lager dan de reductie op nationaal niveau, omdat bij de IPCC-methode de energieverkoop en de extra elektriciteitsconsumptie van duurzame energiebronnen niet meetellen.

Tabel 3.2 Reductie CO₂-emissie per duurzame energiebron in 2015 a)

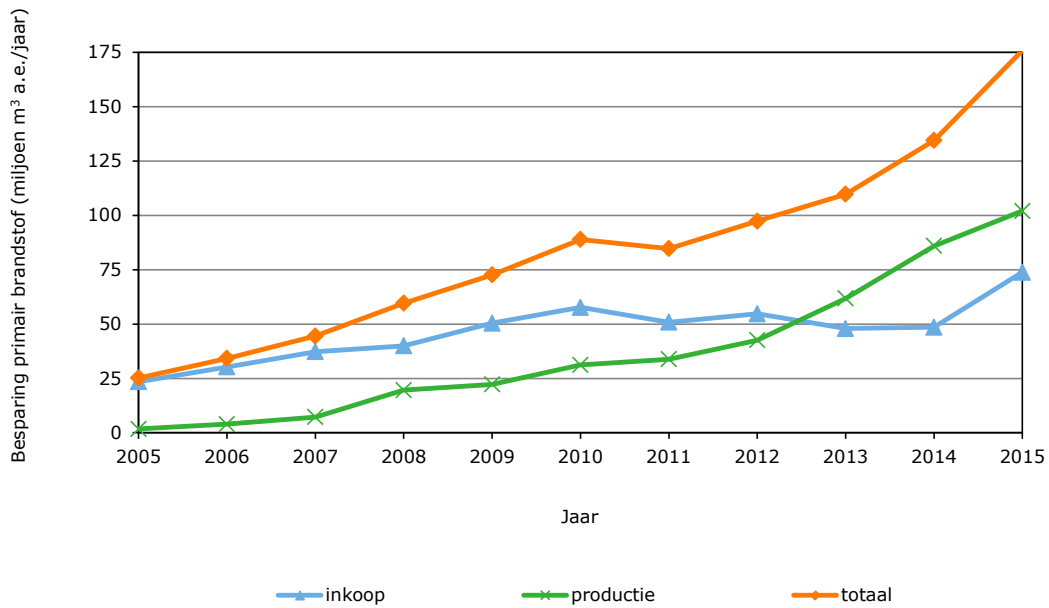
Duurzame energiebron	Sectoraal/IPPC		Nationaal/primair brandstof	
	Mton	%	Mton	%
Aardwarmte	0,134	59	0,121	38
Zonne-energie (elektriciteit)	0	< 1	< 0,001	< 1
Zonne-energie (warmte)	0,044	19	0,016	5
Biobrandstof (warmtekracht)	0,011	5	0,025	8
Biobrandstof (warmte)	0,023	10	0,022	7
Inkoop duurzaam gas	0,002	1	0,002	1
Inkoop duurzame elektriciteit	0	0	0,118	37
Inkoop duurzame warmte (centraal)	< 0,001	< 1	< 0,001	< 1
Inkoop duurzame warmte (decentraal)	0,013	6	0,013	4
Totaal	0,227	100	0,316	100

a) Cijfers voorlopig

Reductie primair brandstof en energie-efficiënte

De reductie van het primair brandstofverbruik en dus van de nationale CO₂-emissie door duurzame energie is in de periode 2005-2015 gestegen van 25 naar 176 miljoen m³ a.e. (figuur 3.10). De reductie nam jaarlijks toe, behalve in 2011. Vanaf 2010 was de besparing door inkoop min of meer stabiel. In 2015 was er een duidelijke groei. Dit kwam vooral door toename van de inkoop van

duurzame elektriciteit waarmee per kWh veel primair brandstof wordt bespaard. De totale besparing van het primair brandstofverbruik groeide in 2015 ook door toename van de productie van duurzame energie door de sector zelf. Sinds 2013 is de besparing door productie door de sector zelf groter dan de besparing door inkoop. Duurzame energie had in 2015 een positief effect op de energie-efficiëntie van bijna 3 procentpunten.



Figuur 3.10 Besparing primair brandstof (miljoen m³ a.e.) door duurzame energie a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

4 Warmtekrachtkoppeling en 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 de meeste elektriciteitscentrales, de warmte die vrijkomt bij de productie van elektriciteit nuttig gebruikt (Smit en van der Velden, 2008). Bij elektriciteitsproductie door elektriciteitscentrales (zonder warmtelevering) wordt minder dan de helft van de brandstof omgezet in elektriciteit. Dankzij wkk is er nationaal per saldo minder brandstof nodig.

Het gebruik van wkk in de glastuinbouw betreft vooral wk-installaties (aardgasmotoren) die de glastuinbouwbedrijven zelf exploiteren. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van restwarmte van elektriciteitscentrales en wordt op zeer beperkte schaal gebruik gemaakt van wk-installaties van energiebedrijven. 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 2.6.

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

4.2 Vormen

4.2.1 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven

Vermogen en areaal

Het totale elektrische vermogen van de wk-installaties van tuinders is sinds 2012 gedaald. In het begin van het huidige decennium was er nog zo'n 2.900 MW_e in gebruik. In 2015 is dat gedaald naar circa 2.700 MW_e (figuur 4.1). De daling is vooral veroorzaakt door krimp van het areaal glastuinbouw met de bijhorende sanering van wk-vermogen en in beperkte mate door de groei van het gebruik van duurzame energie. Eind 2015 had circa twee derde van het totaal glastuinbouwareaal een wk-installatie in gebruik. Voor de toekomst wordt een verdere vermindering van het totale wk-vermogen verwacht.

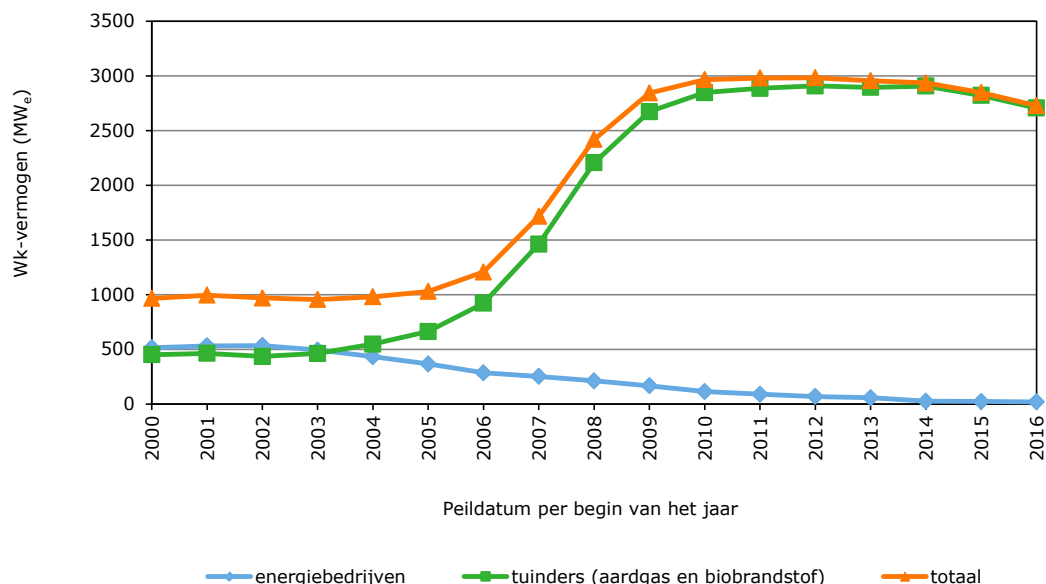
Naast het gebruik van elektriciteit en warmte worden de gereinigde rookgassen van de wk-installaties op grote schaal toegepast voor CO₂-dosering bij de gewassen. Door het gebruik van wk-installaties komt er meer CO₂ beschikbaar. Dit is gunstig voor de fysieke productie (paragraaf 2.2).

Gebruik elektriciteit

De door de glastuinbouwbedrijven geproduceerde elektriciteit wordt voor ongeveer de helft gebruikt door de glastuinbouw en de andere helft wordt verkocht op de elektriciteitsmarkt. Het eigen gebruik hangt grotendeels samen met het gebruik van groeilicht (Van der Velden en Smit, 2013).

Verkoop van elektriciteit vindt plaats op vrijwel alle bedrijven met een wk-installatie. Door bedrijven met groeilicht wordt minder verkocht en meer zelf gebruikt.

De verkoop van elektriciteit vindt vooral overdag en tijdens werkdagen plaats. In deze uren is de elektriciteitsprijs hoger. Bovendien hebben de gewassen juist overdag behoefte aan CO₂, waarin de gereinigde rookgassen van de wk-installatie kunnen voorzien.



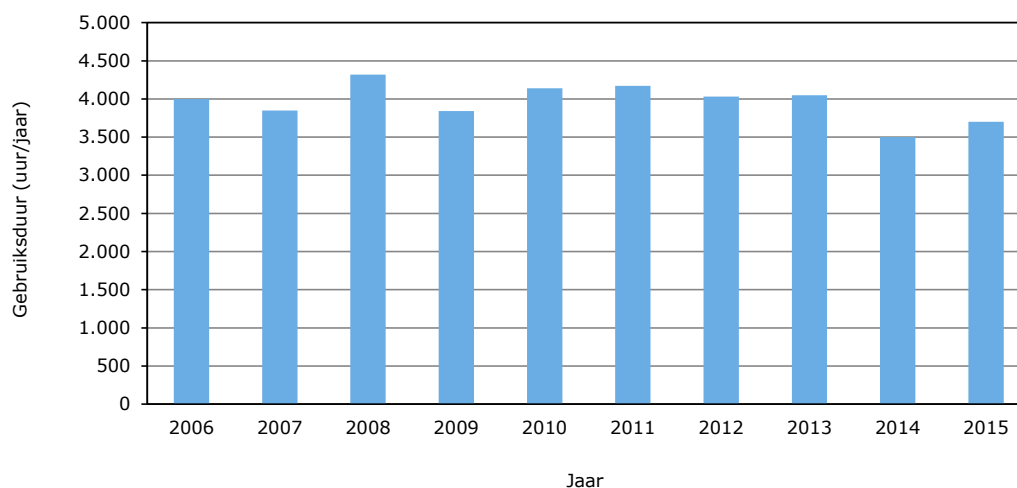
Figuur 4.1 Wk-vermogen in de glastuinbouw a)

a) peildatum begin van het jaar; cijfers 2015 en 2016 voorlopig.

Bron: Energy Matters (plaatsing) en Wageningen Economic Research (totaal en sanering).

Gebruiksduur installaties

De gebruiksduur (equivalente vollasturen per jaar) van de wk-installaties is in de periode 2011-2014 gedaald (figuur 4.2). De sterkste daling vond plaats in 2014. In 2014 lag de gebruiksduur zo'n 16% lager dan in 2011. Deze daling hing vooral samen met de verslechterde spark spread (paragraaf 2.6), waardoor er minder elektriciteit werd verkocht. Door een iets betere spark spread en de groei van de elektriciteitsconsumptie door de sector nam de gebruiksduur in 2015 zo'n 200 uur toe naar circa 3.700 uur. Voor de toekomst wordt een verder verslechterde spark spread en hierdoor een verdere daling van de gebruiksduur verwacht. Door toename van de elektriciteitsvraag, vooral voor belichting, zal het gebruik van wk-installaties belangrijk blijven.



Figuur 4.2 Globale gemiddelde gebruiksduur wk-installaties van tuinders a)

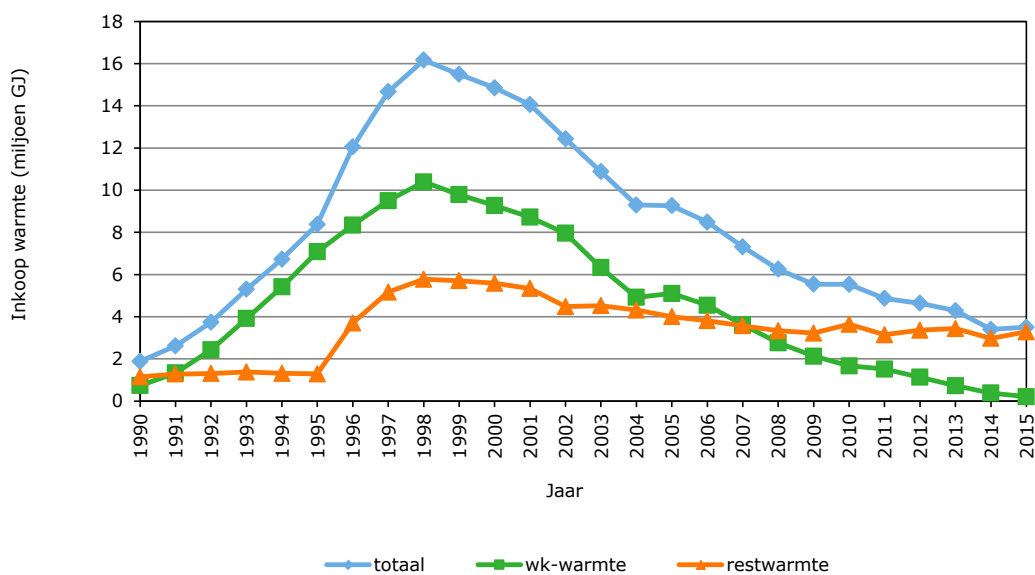
a) Cijfers 2015 voorlopig.

4.2.2 Inkoop warmte

De glastuinbouw koopt restwarmte en warmte van wk-installaties van energiebedrijven in. In 2015 werd totaal 3,5 PJ warmte ingekocht (figuur 4.3). Dit is zo'n 3,5% van het totale energiegebruik van de glastuinbouw. Hiervan was 94% afkomstig van elektriciteitscentrales (restwarmte) en het resterende deel van wk-installaties van energiebedrijven.

De hoeveelheid restwarmte nam af sinds het einde van de vorige eeuw, maar 2015 liet een beperkte toename zien. Dit kwam door uitbreiding van het areaal kassen bij bestaande restwarmteprojecten en door een grotere warmteafname per ha kas. De inkoop van warmte van wk-installaties van energiebedrijven nam verder af (figuur 4.3), omdat installaties uit gebruik werden genomen of door tuinders zijn overgenomen. Begin 2014 was het vermogen met minder dan 20 MW_e nog maar zeer beperkt van omvang, terwijl er rond de eeuwwisseling nog ruim 500 MW_e in gebruik was (figuur 4.1).

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



Figuur 4.3 Inkoop van warmte door de glastuinbouw a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

4.3 Reductie CO₂-emissie

Achtergronden

De reductie van de CO₂-emissie door wkk kan op twee manieren worden bepaald. De ene insteek is de CO₂-emissie c.q. het fossiele brandstofverbruik op sectorniveau. De andere insteek is de CO₂-emissie nationaal c.q. het primair brandstofgebruik. De energetische effecten van wkk zijn namelijk ook van invloed buiten de glastuinbouw. Er wordt aardgas ingekocht en elektriciteit verkocht (wk-installaties tuinders) en warmte ingekocht (restwarmte en wk-installaties energiebedrijven). Door de verkoop van elektriciteit neemt de CO₂-emissie in de glastuinbouwsector (IPCC-methode) toe, terwijl dit nationaal bij elektriciteitscentrales afneemt. Dit laatste is groter dan de toename van de emissie in de glastuinbouw, waardoor per saldo op nationaal niveau CO₂-emissie wordt vermeden. Daarom is het beter het effect van wkk nationaal te bezien en gekwantificeerd op basis van het primair brandstofverbruik.

Wk-installaties tuinders

De wk-installaties van tuinders besparen een substantiële hoeveelheid primair brandstof. In de jaren 2008-2013 bedroeg de besparing gemiddeld bijna 1,3 miljard m³ a.e. (figuur 4.4). Dit komt overeen met bijna een derde van het totale aardgasverbruik van de glastuinbouw en resulteerde in genoemde jaren in een positief effect op de energie-efficiëntie van zo'n 20 procentpunten. Door het verminderde totaal wk-vermogen van de tuinders en de verminderde gebruiksduur is de besparing aan primair brandstof in 2014 en 2015 teruggelopen tot zo'n 1,1 miljard m³ a.e. Deze besparing komt overeen met een nationale reductie van de CO₂-emissie van 2,0 Mton (tabel 4.1). In de jaren 2008-2013 lag de nationale reductie op het niveau van 2,3 Mton.

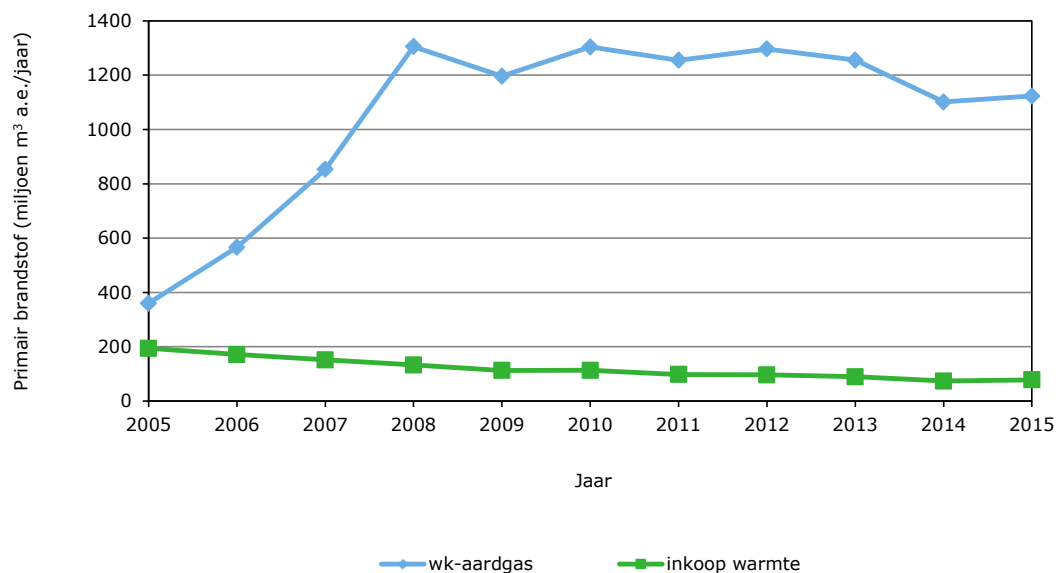
Inkoop warmte

De reductie van het primair brandstofverbruik door de inkoop van warmte is in de periode 2005-2014 gedaald van bijna 200 naar 74 miljoen m³ a.e. (figuur 4.4). In 2015 trad een toename op tot 78 miljoen m³ a.e. De inkoop van warmte droeg in 2015 1 procentpunt bij aan de verbetering van de energie-efficiëntie. De CO₂-emissie in de glastuinbouw (fossiel brandstofverbruik) lag in 2015 0,19 Mton lager en nationaal (primair brandstof) met 0,14 Mton lager door inkoop warmte.

Tabel 4.1 Reductie CO₂-emissie per wkk bron in 2015 a) b)

Wkk bron	Areaal/ vermogen	CO ₂ -reductie nationaal	
		Mton	%
Wk-tuinders	2.706 MW _e 6.221 ha	2,02	94
Inkoop restwarmte	470-480 ha	0,13	6
Inkoop wk-warmte energiebedrijf	19 MW _e	0,01	<1
Totaal	- c)	2,16	100

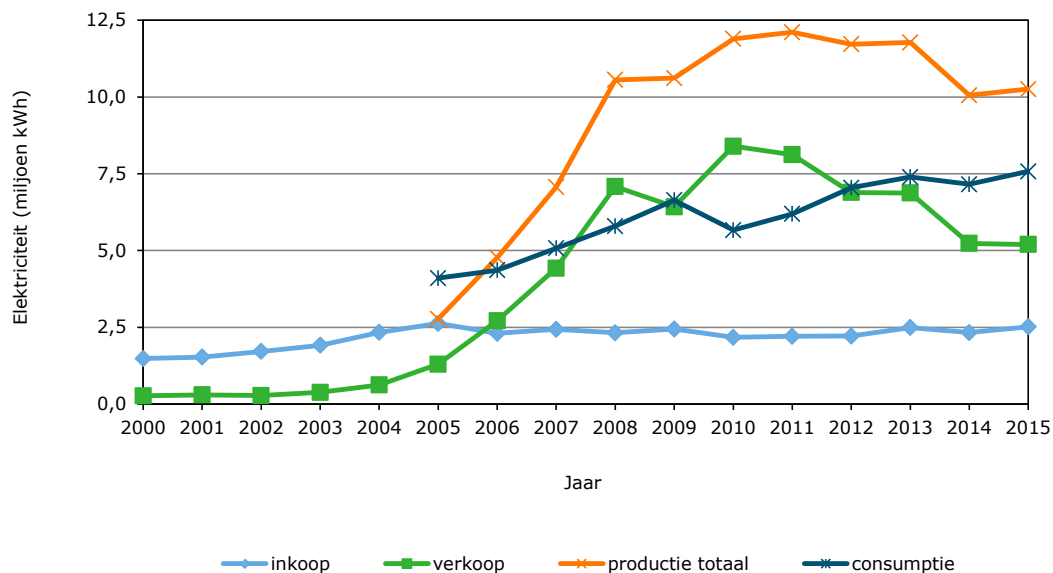
a) Het aantal bedrijven en het areaal betreft de stand per eind 2014 en de reductie van de CO₂-emissie de nationale reductie; b) Cijfers voorlopig; c) - cijfers niet bekend.



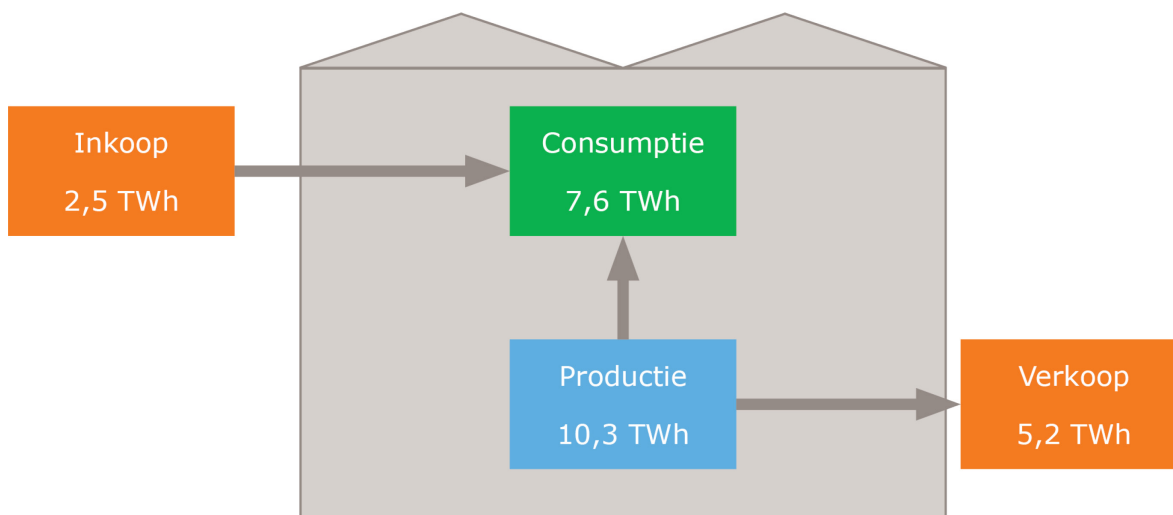
Figuur 4.4 Reductie primair brandstofverbruik door het gebruik van wk-installaties door tuinders en de inkoop van warmte a)
a) Cijfers 2015 voorlopig.

4.4 Elektriciteitsbalans

De elektriciteitsbalans bestaat uit de elementen productie, verkoop, inkoop en consumptie. In deze paragraaf worden deze elementen achtereenvolgens behandeld en aangevuld met de nettoverkoop. Het totaal overzicht van de ontwikkelingen is opgenomen in figuur 4.5. De elektriciteitsbalans van 2015 is weergegeven in figuur 4.6



Figuur 4.5 Inkoop, verkoop, productie en consumptie van elektriciteit door de glastuinbouw a)
a) De productie en de consumptie tot 2005 zijn niet bekend; cijfers 2015 voorlopig.



Figuur 4.6 Globale elektriciteitsbalans van de glastuinbouw in 2015 a)
a) Cijfers voorlopig.

Productie

De elektriciteitsproductie door de glastuinbouw lag in de jaren 2008-2013 op gemiddeld bijna 12 miljard kWh. Na een daling in 2014 was er in 2015 een lichte stijging. De daling komt door de vermindering van het totale wk-vermogen en een korte gebruiksduur. In 2015 is de gebruiksduur weer wat toegenomen. De elektriciteitsproductie met wk-installaties bedroeg in 2015 ruim 10 miljard kWh. Behalve met de wk-installaties op aardgas produceerde de glastuinbouw een geringe

hoeveelheid duurzame elektriciteit met wk-installaties op biobrandstof en met zonnecellen (hoofdstuk 3).

De elektriciteitsproductie door de glastuinbouw voorziet in zo'n 9% van de totale Nederlandse elektriciteitsconsumptie. Per m² kas kwam de productie in 2015 uit op gemiddeld 111 kWh. Op het areaal glastuinbouw met een wk-installatie was dit 167 kWh.

Verkoop

De verkoop is van 2010 tot 2014 gedaald van 8,4 tot 5,2 miljard kWh. In 2015 is de verkoop vrijwel gelijk aan die in 2014 en lag daarmee in 2015 bijna 40% lager dan het topjaar 2010.

De ontwikkeling over de hele periode vanaf 2010 hing samen met het kleinere totaal vermogen van het wk-park in de glastuinbouw, de verslechterde spark spread, de verminderde warmtevraag per m² van de glastuinbouw en de toename van de elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw.

Inkoop

De inkoop van elektriciteit beweegt zich sinds 2010 tussen de 2,2 en 2,5 miljard kWh per jaar. De inkoop nam in 2015 met zo'n 8% toe tot 2,5 miljard kWh. Dit hangt samen met de daling van de elektriciteitsprijs en toename van het gebruik van groeilicht.

Nettoverkoop

Sinds 2006 wordt er meer elektriciteit verkocht dan er wordt ingekocht en is de glastuinbouw netto leverancier van elektriciteit. De nettoverkoop is in de periode 2010-2015 gedaald van 6,2 tot 2,7 miljard kWh. Dit is meer dan een halvering in 5 jaar.

De nettoverkoop van 2,7 miljard kWh in 2015 kwam overeen met het elektriciteitsgebruik van zo'n 0,9 miljoen huishoudens. De brutoverkoop komt overeen met het elektriciteitsgebruik van 1,7 miljoen huishoudens. Afgezet tegen het totale aantal huishoudens in Nederland is dit respectievelijk 12 en 23%.

Consumptie

De elektriciteitsconsumptie (productie + inkoop – verkoop) door de sector bedroeg in 2015 naar schatting 7,6 miljard kWh. Dit is 6% van de nationale consumptie. Over de gehele periode 2005-2015 nam de elektriciteitsconsumptie in de glastuinbouw toe, met een dip in 2010 en 2011. De toename in de recentere periode 2012-2015 is minder sterk dan in de eerdere periode 2005-2009. Dit hangt samen met de krimp van het areaal vanaf 2010. 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 alternatieve energievoorziening (wk-installaties en duurzame energie) (Van der Velden en Smit, 2013).

In de elektriciteitsconsumptie werd in 2015 voor een derde deel voorzien door inkoop en voor twee derde deel door eigen productie met wk-installaties. Vanaf 2005 is de glastuinbouw in sterkere mate in de eigen elektriciteitsconsumptie gaan voorzien met wk-installaties. Vanaf 2012 is dit aandeel gestabiliseerd.

5 Conclusies

CO₂-emissie

- De totale CO₂-emissie bleef in 2015 gelijk op 5,7 Mton en ligt daarmee 0,5 Mton onder het doel voor 2020 (6,2 Mton). Ook de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit) bleef in 2015 gelijk en wel op het niveau van 4,3 Mton. Indien rekening wordt gehouden met de lagere buitentemperatuur in 2015 dan treedt bij beide indicatoren een daling op van 0,1 Mton.
- De totale CO₂-emissie lag in 2015 1,1 Mton onder het niveau van 1990 (-16%). De glastuinbouw loopt daarmee voor op de landelijke ontwikkeling van de CO₂-emissie (+9%) ondanks dat de glastuinbouw een substantiële hoeveelheid elektriciteit is gaan produceren.
- In de periode 2010-2015 daalde de totale CO₂-emissie met 2,4 Mton. Gecorrigeerd voor de buitentemperatuur komt de daling uit op 2,0 Mton.
- De oorzaken van deze daling zijn krimp van het areaal, minder verkoop elektriciteit, toenemend gebruik van duurzame energie, meer inkoop van elektriciteit, minder inkoop van warmte, en het saldo van de factoren intensivering, extensivering en energiebesparing.
- De daling wordt voor 85% verklaard door de eerste vier factoren. De ontwikkeling van deze factoren is structureel en de reductie van de CO₂-emissie in de periode 2010-2015 daarmee ook.
- In de periode 2010-2015 is het effect van extensivering plus energiebesparing groter dan het effect van intensivering.

Energie-efficiëntie

- In 2015 bedroeg de energie-efficiëntie 42% ten opzichte van 1990. Na de verbetering met 3 procentpunten in 2014 liet de energie-efficiëntie in 2015 een verslechtering zien met 1 procentpunten.
- De teruggang in de energie-efficiëntie in 2015 kwam door toename van het primaire brandstofverbruik per m² met 1% en afname van de fysieke productie per m² met 1%.
- De toename van het primair brandstofverbruik per m² komt vooral door de toename van het elektriciteitsverbruik voor groeilicht.

Duurzame energie

- Het aandeel duurzame energie groeide in 2015 met 19% van 4,3 tot 5,1% en het absolute gebruik steeg van 4,1 naar 5,0 PJ.
- Door de toename van het totaal energiegebruik was de stijging van het aandeel duurzaam in 2015 iets minder dan die van het absolute gebruik.
- Het aandeel duurzaam in de glastuinbouw loopt achter op het landelijke aandeel dat 5,8% bedraagt, maar de groei in de glastuinbouw gaat wel sneller.
- Aardwarmte bleef in 2015 de grootste bron van duurzame energie. Bijna de helft van de toegepaste duurzame energie was aardwarmte (48%), gevolgd door inkoop duurzame elektriciteit (18%), zonne-energie (16%), biobrandstoffen (12%), inkoop duurzame warmte (5%) en inkoop duurzaam gas (1%).
- De groei zat in 2015 bij aardwarmte en inkoop duurzame elektriciteit. De andere vormen waren stabiel of daalden licht (inkoop duurzame warmte en zonne-energie).
- Het aantal bedrijven met duurzame energie (exclusief inkoop duurzame elektriciteit en gas) groeide naar 135 (+2%) en het areaal naar 842 ha (+1%).
- Het gebruik van duurzame energie bestond voor 82% uit warmte en voor 18% uit elektriciteit. Duurzame warmte werd voor 93% door de glastuinbouw zelf geproduceerd en duurzame elektriciteit werd voor 99% ingekocht.
- De hoeveelheid duurzame warmte per m² kas daalde in 2015. Dit kwam doordat de bronnen op een groter areaal werden toegepast.
- In 2015 werd net als in 2014 0,53 Mton CO₂ extern ingekocht. Per vierkante meter steeg de toepassing van externe CO₂ de laatste 10 jaar van gemiddeld 3,5 naar 5,7 kg per jaar.

Energiekosten en energiegebruik

- De netto-energiekosten zijn in de jaren 2014-2015 met ruim 20% gedaald maar zijn nog wel 7% hoger dan in 2010. De daling kwam vooral door lagere prijzen. De kosten voor de inkoop daalden sterker dan de opbrengsten voor de verkoop. De spark spread is vanaf 2010 substantieel slechter geworden maar is in 2015 licht verbeterd. De daling van de energiekosten is geen stimulans voor duurzame energie en energiebesparing en stimuleert de intensivering.
- Het voor temperatuur gecorrigeerde energiegebruik per m² kas is in de periode 2010-2014 met 9% gedaald. In 2015 trad een beperkte toename (+2%) op.
- De warmteconsumptie per m² is in de periode 2006-2015 afgenomen en is voor een belangrijk deel gecompenseerd door groei van de elektriciteitsconsumptie. Deze verschuiving kwam vooral door intensivering in de vorm van groeilicht.

Wk-installaties en elektriciteitsbalans

- Het totale vermogen van het wk-park in de glastuinbouw was per eind 2015 circa 2.700 MWe en neemt sinds 2012 af.
- De afname van het totale vermogen hangt vooral samen met de krimp van het areaal, de verslechterde spark spread en de toename van duurzame energie.
- De gemiddelde gebruiksduur nam in 2015 met 200 uur toe tot circa 3.700 uur door de licht verbeterde spark spread en de groeiende elektriciteitsproductie voor groeilicht. In de voorafgaande periode 2011-2014 is de gebruiksduur met 16% gedaald.
- Na een sterke achteruitgang in 2014 nam de elektriciteitsproductie door wk-installaties in 2015, iets toe tot ruim 10 miljard kWh en dekte zo'n 9% van de nationale consumptie.
- De verkoop van elektriciteit nam in de periode 2010-2014 met bijna 40% af tot 5,2 miljard kWh en bleef in 2015 gelijk.
- De inkoop van elektriciteit beweegt zich sinds 2010 tussen de 2,2 en 2,5 miljard kWh per jaar. In 2015 nam dit met 8% toe.
- De netto-verkoop van elektriciteit is in de periode 2010-2015 gedaald van 6,2 tot 2,7 miljard kWh. Dit is meer dan een halvering in 5 jaar.
- De elektriciteitsconsumptie nam in 2015 toe tot naar schatting 7,6 miljard kWh. Dit komt overeen met 7% van de nationale consumptie.
- Wk-installaties van tuinders werden in 2015 toegepast op circa twee derde van het areaal. Hiermee werd op nationaal niveau 2,0 Mton CO₂-emissie vermeden.
- De hoeveelheid ingekochte warmte bestond vooral uit restwarmte van elektriciteitscentrales en nam in 2015 na vele jaren van teruggang weer iets toe en had een aandeel in het totale energiegebruik van de glastuinbouw van 3,5%.

Literatuur en websites

Buurma, J.S., P.J. Beers en P.X. Smit, *Sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen*. Rapport 2015-051. LEI Wageningen UR, 2015.

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 2015, CBS, Den Haag, 2016.

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.

Smit, P.X., *CO₂-voorziening glastuinbouw 2008-2020; Vooruitblik bij toepassing 20\$ duurzame energie*. LEI-nota 10-034. LEI Wageningen UR, 2010.

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

Velden, N. van der en P. Smit, *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2014*. Rapport 2015-122. LEI Wageningen UR, 2015.

Velden, N. van der en P. Smit, *Prognose CO₂-emissie glastuinbouw 2020*. Rapport 2016-067. Wageningen Economic Research, in voorbereiding.

Velden, N. van der, *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 2015*. Nota 2016-099a. Wageningen Economic Research, 2016.

www.emissieautoriteit.nl

www.kasalsenergiebron.nl

www.statline.nl

<http://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Economic-Research.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, 2016) en worden in deze bijlage op hoofdlijnen toegelicht.

Definities van indicatoren

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

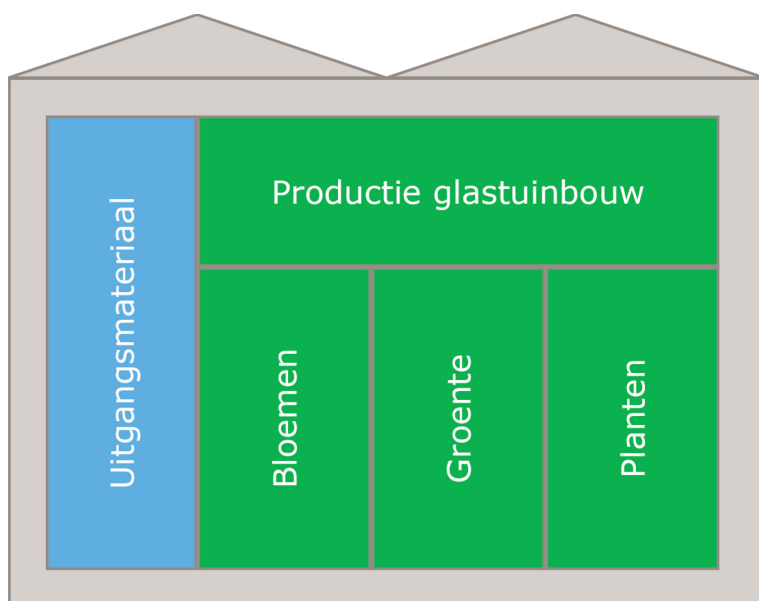
De *CO₂-emissie* wordt uitgedrukt in Mton per jaar en wordt bepaald volgens de IPCC-methode en heeft betrekking op de gehele glastuinbouwsector. Onderscheid wordt gemaakt naar de totale CO₂-emissie van de sector en de CO₂-emissie voor de teelt (exclusief verkoop elektriciteit).

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

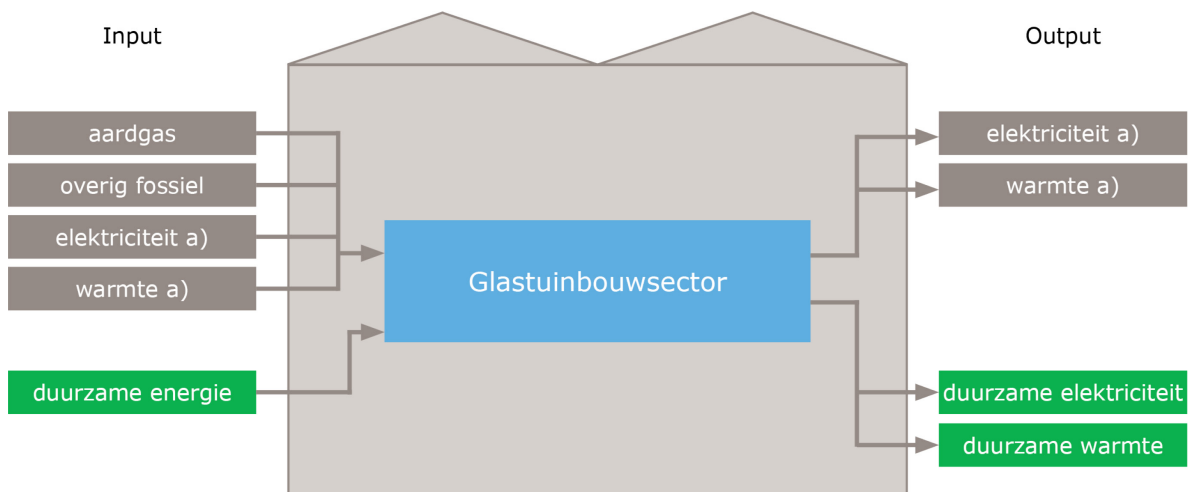
Sommatie op basis van energie-inhoud resulteert in het kengetal *totaal energiegebruik*. De verkoop van energie wordt hierbij in mindering gebracht.

Voor het *primaire brandstofverbruik* wordt de hoeveelheid fossiele brandstof bepaald die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Aardgas en overige fossiele brandstoffen zijn primaire brandstoffen. De inkoop van elektriciteit wordt herleid tot de hoeveelheid brandstof die daarvoor nodig is in een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale 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 geproduceerd met aardgasgestookte wk-installaties.

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 *totaal 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) Fossiele bron.

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. Het aandeel 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 dat wordt verkocht buiten de sector. Verkoop van duurzame energie 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 wel mee. Dit is niet het geval bij het bepalen van het primair brandstofverbruik en de CO₂-emissie.

Temperatuurcorrectie

Het energiegebruik verschilt van jaar tot jaar, mede door verschillen in buitentemperatuur. Het primair brandstofverbruik en dus ook de energie-efficiëntie wordt hiervoor gecorrigeerd. Bij 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 opgesplitst naar afzonderlijke energiesoorten (figuur B.2) worden vastgesteld. Voor de energie-efficiëntie betreft dit ook de fysieke productie. Daarnaast is informatie nodig voor het opstellen van de elektriciteitsbalans. De belangrijkste informatiebronnen zijn:

- energieregistraties van het Milieu Project Sierteelt (MPS)
- energieregistraties van Groeiservice c.q. GreelinQdata
- energieregistraties van groepen tuinders
- energieregistraties van groentebedrijven van het Bedrijveninformatienet van het Wageningen Economic Research
- 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 Wageningen Economic Research
- veilingomzetten bloemen en planten van de FloraHolland en Plantion
- prijsinformatie bloemen en planten van FloraHolland
- fysieke productie vruchtgroenten van het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research, 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, GreelinQdata 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.

Wk-installaties en elektriciteitsbalans

De glastuinbouw produceert op grote schaal elektriciteit met wk-installaties. De elektriciteitsproductie van deze installaties is het product van het totaal elektrisch vermogen in de glastuinbouw en de gemiddelde gebruiksduur.

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 schatting van de inkoop, verkoop en productie doorwerken. De informatie over de consumptie moet daardoor gezien worden als een globale indicatie.

Inventarisatie duurzame energie

Statistieken over het gebruik van duurzame energiebronnen zijn nog nauwelijks beschikbaar. Duurzame energie is in kaart gebracht middels een inventarisatie van de projecten.

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 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 Kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw

Grootheid	Eenheid	1980	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015v
Areaal glastuinbouw	ha	8.755	9.768	10.528	10.537	10.165	10.324	10.307	10.249	9.962	9.817	9.488	9.206
Areaal productieglastuinbouw	ha	8.527	9.368	10.036	10.028	9.623	9.729	9.757	9.687	9.405	9.235	8.876	8.609
Buitentemperatuur g)	graaddagen	3.246	2.680	2.659	2.765	2.784	2.804	3.321	2.622	2.879	3.078	2.385	2.686
Lichtsom e)	% norm	95	105	97	107	104	110	108	106	102	104	108	111
Totaal energie a)c)	PJ	-	-	136,7	128,1	115,0	116,8	127,1	115,9	111,6	112,9	96,6	99,1
	MJ/m ²	-	-	1.299	1.216	1.132	1.131	1.233	1.130	1.121	1.150	1.018	1.077
Primair brandstof b)d)	10 ⁶ m ³ a.e.	3.488	4.195	4.276	3.860	2.571	2.777	2.565	2.594	2.517	2.544	2.438	2.384
	m ³ a.e./m ²	40,9	44,8	42,6	38,5	26,7	28,5	26,3	26,8	26,8	27,5	27,5	27,7
Fysieke productie per m ² b)	% 1990	-	100	114	128	137	136	137	140	139	141	148	147
Energie-efficiëntie b) d)	% 1990	-	100	84	67	44	47	43	43	43	44	41	42
Fossiel brandstof totaal a) c)	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.596	3.944	3.927	4.502	4.128	3.847	3.847	3.165	3.197
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	35,2	34,1	38,8	38,0	43,7	40,3	38,6	39,2	33,4	34,7
Fossiel brandstof teelt a) c)	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.670	3.398	2.864	2.952	3.227	2.895	2.802	2.804	2.373	2.411
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	34,9	32,3	28,2	28,6	31,3	28,2	28,1	28,6	25,0	26,2
CO ₂ -emissie totaal a) c)	Mton	-	6,8	6,7	6,5	7,1	7,1	8,1	7,4	6,9	6,9	5,7	5,7
	% 1990	-	100	97	94	104	103	118	108	101	101	83	84
CO ₂ -emissie teelt a) c)	Mton	-	6,8	6,6	6,1	5,2	5,3	5,8	5,2	5,0	5,0	4,3	4,3
	% 1990	-	100	96	89	75	77	85	76	74	74	62	63
CO ₂ -emissie Nederland f)	Mton	-	170,8	183,0	191,0	190,7	187,4	199,4	186,9	184,4	182,9	177,0	185,6
	% 1990	-	100	107	112	112	110	117	109	108	107	104	109
Aandeel duurzaam a)c)	%	-	-	0,1	0,5	1,4	1,7	1,9	2,1	2,5	2,9	4,3	5,1
Aandeel duurzaam Nederland f)	%			1,6	2,5	3,6	4,3	3,9	4,5	4,7	4,8	5,5	5,8

v = voorlopige cijfers; - = cijfers niet beschikbaar

a) totale glastuinbouwsector; b) productieglastuinbouw; c) niet temperatuur gecorrigeerd; d) temperatuur gecorrigeerd; e) de lightsom in een normaal jaar bedraagt 350 10³ J/cm²; f) Bron: CBS statline per 17-10-2016; g) een normaal jaar heeft in de periode 2010-2015 gemiddeld 2930 graaddagen

Bijlage 3 Energiegebruik glastuinbouw (totale glastuinbouwareaal en niet gecorrigeerd voor temperatuur) a)

Energiesoort	Eenheid	1980	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015v
Aardgas	miljoen m ³	3.352	3.778	3.709	3.593	3.941	3.925	4.500	4.127	3.846	3.846	3.164	3.196
Overig fossiel b)	miljoen m ³ a.e.	-	30	1	3	3	2	2	1	1	1	1	1
Restwarmte c)	PJ	0	1,2	5,6	4,0	3,3	3,2	3,6	3,1	3,4	3,4	3,0	3,3
Wk-warmte energiebedrijven	PJ	0	0,7	9,3	5,1	2,8	2,1	1,7	1,5	1,1	0,7	0,4	0,2
Elektriciteit													
- inkoop totaal	miljoen kWh	-	-	1.479	2.626	2.320	2.443	2.169	2.204	2.213	2.488	2.330	2.514
- vv groen	miljoen kWh	-	-	0	55	113	143	175	154	160	140	150	250
- verkoop	miljoen kWh	-	-	266	1298	7.083	6.423	8.397	8.121	6.889	6.873	5.231	5.196
- vv groen	miljoen kWh	-	-	-	-	18	16	21	20	19	22	27	28
- netto-inkoop	miljoen kWh	-	-	1.213	1.328	-4.763	-3.980	-6.228	-5.917	-4.676	-4.385	-2.901	-2.682
Duurzame energie	PJ	-	-	0,1	0,6	1,7	2,0	2,4	2,4	2,8	3,3	4,1	5,0
Totaal energie	PJ	-	-	136,7	128,1	115,0	116,8	127,1	115,9	111,7	112,9	96,6	99,1
Totaal fossiel	miljoen m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.596	3.944	3.927	4.502	4.128	3.847	3.847	3.165	3.197

v = voorlopige cijfers; - = cijfers niet beschikbaar

a) de verkoop van warmte komt voor sinds 2007 maar is in deze tabel 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 duurzame energiebron en inkoop CO₂

Duurzame energiebron	Areaal c), aantal bedrijven c), vermogen c) en/of hoeveelheid					Reductie CO ₂ -emissie (Mton)							
						sector/IPCC				nationaal/primair brandstof			
	2011	2012	2013	2014	2015v	2012	2013	2014	2015v	2012	2013	2014	2015v
Aardwarmte	3 bedrijven 39 ha	10 bedrijven 73 ha	21 bedrijven 134 ha	31 bedrijven 445 ha	34 bedrijven 459 ha	0,027	0,054	0,103	0,134	0,025	0,050	0,094	0,121
Zonne-energie													
• warmte a)	61 bedrijven 224 ha	63 bedrijven 229 ha	64 bedrijven 229 ha	62 bedrijven 221 ha	61 bedrijven 211 ha	0,045	0,045	0,044	0,044	0,015	0,017	0,016	0,016
• elektriciteit	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	1 bedrijf 8 ha	3 bedrijven 65 ha	0	0	0	0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Biobrandstoffen													
• warmte	22 bedrijven 79 ha	26 bedrijven 91 ha	32 bedrijven 114 ha	28 bedrijven 117 ha	28 bedrijven 117 ha	0,017	0,022	0,022	0,023	0,016	0,021	0,021	0,022
• warmte plus elektriciteit b)	4 bedrijven 45 ha 6 MW _e	3 bedrijven 23 ha 4 MW _e	4 bedrijven 19 ha 4 MW _e	4 bedrijven 19 ha 4 MW _e	4 bedrijven 19 ha 4 MW _e	0,009	0,010	0,010	0,011	0,022	0,023	0,024	0,025
Inkoop duurzame elektriciteit	154 10 ⁶ kWh	160 10 ⁶ kWh	140 10 ⁶ kWh	150 10 ⁶ kWh	250 10 ⁶ kWh	0	0	0	0	0,076	0,065	0,071	0,118
Inkoop duurzame warmte													
• centraal	-	-	-	-	-	0,008	0,006	0,002	<0,001	0,008	0,006	0,002	<0,001
• decentraal	6 bedrijven 30 ha	7 bedrijven 33 ha	7 bedrijven 33 ha	7 bedrijven 33 ha	7 bedrijven 33 ha	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,012	0,013
Inkoop duurzaam gas	1 10 ⁶ m ³	1 10 ⁶ m ³	1 10 ⁶ m ³	1 10 ⁶ m ³	1 10 ⁶ m ³	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Totaal duurzame energie	d)	d)	d)	d)	d)	0,122	0,153	0,196	0,227	0,174	0,197	0,241	0,316
Inkoop CO ₂	490-520 kton	475-505 kton	475-505 kton	515-545 kton	515-545 kton	#	#	#	#	#	#	#	#

v = voorlopig cijfer;

a) dit betreft het totaal areaal van de bedrijven die deze optie toepassen en is dus inclusief het areaal op deze bedrijven waar geen herwinning maar wel toepassing van de 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 bronnen op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk; # is niet gekwantificeerd.

Bijlage 5 Gebruik en reductie CO₂-emissie per wkk-vorm

Wkk-vorm	Areaal (ha) b) vermogen b)					Reductie CO ₂ -emissie (Mton)							
						sector/IPCC				nationaal/primair brandstof			
	2011	2012	2013	2014	2015v	2012	2013	2014	2015v	2012	2013	2014	2015v
Wk-tuinder	2.954 MW _e 6.611 ha	2.988 MW _e 6.580 ha	2.999 MW _e 6.637 ha	2.961 MW _e 6.414 ha	2.706 MW _e 6.221 ha	-3,20	-3,22	-2,74	-2,80	2,33	2,26	1,98	2,02
Restwarmte a)	445-465 ha	445-465 ha	450-470 ha	465-485 ha	470-480 ha	0,185	0,189	0,164	0,181	0,132	0,135	0,119	0,133
Wk-warmte energiebedrijven	68 MW _e	58 MW _e	25 MW _e	23 MW _e	19 MW _e	0,062	0,040	0,021	0,012	0,042	0,026	0,014	0,008
Totaal	c)	c)	c)	c)	c)	-2,95	-2,99	-2,56	-2,61	2,50	2,42	2,11	2,16

v = voorlopig cijfer

a) exclusief aandeel duurzaam; b) peildatum eind van het jaar; c) door het gebruik van meerdere wkk-vormen op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk.

Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Wageningen Economic Research
RAPPORT
2016-099

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



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



Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E communications.ssg@wur.nl
T +31 (0)70 335 83 30
www.wur.nl/economic-research

Report 2016-099
ISBN 978-94-6257-974-3

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

