

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2008



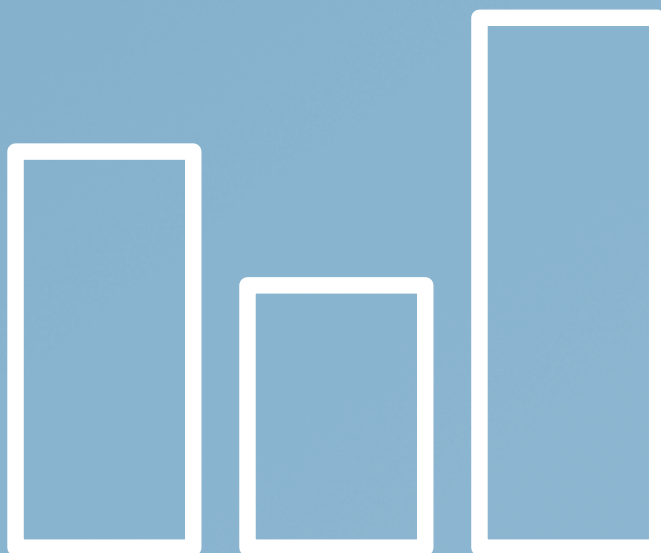
LEI

WAGENINGEN UR

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2008

Nico van der Velden
Pepijn Smit

Rapport 2009-092
December 2009
Projectcode 4080500
LEI Wageningen UR
Den Haag



LEI Wageningen UR kent de werkvelden:

-  Internationaal beleid
-  Ontwikkelingsvraagstukken
-  Consument en ketens
-  Sectoren en bedrijven
-  Milieu, natuur en landschap
-  RURALE economie en ruimtegebruik

Dit rapport maakt deel uit van het werkveld Sectoren en bedrijven

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Productschap Tuinbouw.

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2008

Velden, N. van der en P. Smit

Rapport 2009-092

ISBN/EAN: 978-90-8615-378-7

Prijs € 15,25 (inclusief 6% btw)

56 p., fig., tab., bijl.

De Energiemonitor 2008 brengt de ontwikkeling van de energie-input en -output, de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie, het aandeel duurzame energie en de transitiepaden van het Programma Kas als Energiebron in kaart tot en met 2008. De glastuinbouw kwam uit op 70% minder primair brandstofverbruik per eenheid product dan in 1980. De totale CO₂-emissie nam toe tot 7,2 Mton. De CO₂-emissie voor de teelt daalde die tot 5,2 Mton. Het aandeel duurzame energie ligt op 1,2%. Op 64% van het areaal wordt een warmtekrachtinstallatie gebruikt. De elektriciteitsproductie omvat 10% van de nationale productie. Op 46 bedrijven met 225 ha kassen wordt duurzame energie geproduceerd.

The Energy Monitor 2008 charts the development of energy input and output, energy efficiency, CO₂ emissions, the share of sustainable energy and the transition paths of the Greenhouse as Energy Source programme up to 2008. The results for the greenhouse sector were 70% less primary fuel consumption per unit product than in 1980. The total CO₂ emissions increased to 7.2 Mtonne. CO₂ emissions for cultivation fell to 5.2 Mtonne. The share of sustainable energy is 1.2%. On 64% of the acreage, a combined heat and power installation is used. Electricity production comprises 10% of the national production. Sustainable energy is produced on 46 holdings with 225 hectares of greenhouses.

Bestellingen

Telefoon: 070 3358330

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

© LEI, 2009

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding



Het LEI is ISO 9001 gecertificeerd.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Summary	12
1	Inleiding	16
	1.1 Beleidsmatige achtergronden	16
	1.2 Glastuinbouw en energie	17
	1.3 Energiemonitor	19
2	Energie-efficiëntie en CO₂-emissie	20
	2.1 Energie-efficiëntie	20
	2.2 CO ₂ -emissie	21
	2.3 Achtergronden ontwikkelingen	23
3	Duurzame energie	27
	3.1 Gebruik	27
	3.2 Achtergronden	29
4	Warmtekrachtkoppeling	31
	4.1 Inleiding	31
	4.2 Inkoop warmte	32
	4.3 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven	33
5	Transitiepaden Kas als Energiebron	36
	5.1 Inleiding	36
	5.2 Totaalbeeld transitiepaden	37
	5.3 Achtergronden, toepassing en reductie CO ₂ -emissie per pad	38
6	Conclusies	46
	Literatuur en websites	49
	Bijlagen	50

Woord vooraf

Rond het gebruik van energie speelt een aantal belangrijke maatschappelijke thema's. Vooral het effect op het klimaat (het broeikaseffect) staat sterk in de belangstelling. Daarnaast zijn de stijgende kosten, slinkende voorraden fossiele brandstof, afnemende leveringszekerheid en het imago van de glastuinbouw van belang, zowel nationaal als internationaal.

De Nederlandse glastuinbouw is een energie-intensieve sector. Door intensivering van de productie en de toenemende grip op de teeltomstandigheden stijgt de energievraag. De agrarische sector - in het bijzonder de glastuinbouw - en de overheid zetten zich samen al geruime tijd in om de primaire productie duurzamer en minder afhankelijk te maken van fossiele energiebronnen. Voortbordurend op eerdere convenanten is hierover in 2008 het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (Agroconvenant) afgesloten. Voor de glastuinbouw zijn hierin doelen opgenomen voor drie energie-indicatoren: de CO₂-emissie, de energie-efficiëntie en het aandeel duurzame energie in 2020.

In 2002 is een transitieprogramma opgesteld onder de naam 'Kas als Energiebron' (KaE). Daarin werken het Productschap Tuinbouw (PT), LTO Glaskracht Nederland en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) samen aan de ambitie om in 2020 energieneutraal en economisch rendabel te telen in nieuwe kassen. KaE is het beleids- en uitvoeringsprogramma om de doelstellingen van het Agroconvenant te realiseren. Het is opgebouwd uit acht transitiepaden, waaronder Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen en Duurzamere elektriciteit. Per transitiepad zijn streefbeelden voor de jaren 2011 en 2020 opgesteld. Efficiëntere en duurzame energievoorziening verlagen de belasting van het milieu en helpen om de kostenstijging van zowel de energievoorziening als de intensivering van productieprocessen te beperken.

Over het beleid rond energie en emissies is veel discussie mogelijk. Om nuchtere keuzes te kunnen maken is het van belang de werkelijke ontwikkelingen in beeld te hebben. De Energiemonitor geeft het energiegebruik en de energie-indicatoren in de glastuinbouw weer tot en met 2008 waarbij reeksen beschikbaar zijn vanaf 1980. In dit rapport zijn voor het eerst ook de ontwikkelingen bij de transitiepaden in kaart gebracht. De *Energiemonitor in de glastuinbouw* is hiermee een belangrijke informatiebron voor zowel het bedrijfsleven als de overheid.

Het LEI voert de *Energiemonitor glastuinbouw* uit in opdracht van het PT en het ministerie van LNV. De leden van de begeleidingscommissie zijn:

P. Broekharst (PT), M.S. Plantinga (LNV) en O. Hietbrink (LEI).

Een woord van dank is verschuldigd aan alle partijen die gegevens en informatie hebben aangedragen voor dit project. Zonder hun inbreng had de Energiemonitor niet tot stand kunnen komen.

Aan het onderzoek hebben meegewerkt: Nico van der Velden (projectleider), Jeroen Hammerstein, Ruud van der Meer en Pepijn Smit (duurzame energie).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'RBE', is shown within a light gray rectangular box.

Prof.dr.ir. R.B.M. Huirne
Algemeen directeur LEI Wageningen UR

Samenvatting

Inleiding

De glastuinbouw kent drie indicatoren rond het energiegebruik waarover doelstellingen met de overheid zijn overeengekomen:

- CO₂-emissie;
- energie-efficiëntie;
- aandeel duurzame energie.

De doelen zijn opgenomen in het *Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren* (Agroconvenant):

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

De doelen uit het Agroconvenant bouwen inhoudelijk voort op de overeengekomen streefwaarde voor de CO₂-emissie voor de periode 2008-2012 en op het convenant Glastuinbouw en Milieu (GlaMi). Bij de CO₂-emissie gaat het om de absolute uitstoot van CO₂, die de absolute milieubelasting weergeeft. De energie-efficiëntie is een relatieve indicator, gedefinieerd als het primaire brandstofverbruik per eenheid product. Hierbij wordt rekening gehouden met de omvang van de tuinbouwproductie waarvoor de brandstof is ingezet. De energie-efficiëntie is daardoor een maat voor de duurzaamheid van de productie. Het aandeel duurzame energie in het totale energiegebruik van de glastuinbouw is ook een relatieve indicator.

Glastuinbouw en energie

De ontwikkeling van het energiegebruik in de glastuinbouw wordt beïnvloed door intensivering en emissiereductie. De toenemende grip op de teeltomstandigheden in

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

kassen leidt zowel tot verbeteringen van productiviteit, planning en kwaliteit als tot hogere kosten en een groeiende energiebehoefte (intensivering).

Om in de energievraag te voorzien worden vooral fossiele brandstoffen gebruikt en dat brengt CO₂-emissie met zich mee. De inzet van fossiele brandstoffen is te beperken door:

1. reductie van de energievraag;
2. efficiëntere energieproductie;
3. gebruik van duurzame energie;
4. verkoop van efficiënter en duurzaam geproduceerde energie.

Kas als Energiebron en Transitiepaden

Voor het bereiken van de doelen en ambities in het Agroconvenant werken de glastuinbouw en de rijksoverheid samen in het *energietransitieprogramma* 'Kas als Energiebron' (KaE). De ambitie van KaE is dat vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaat-neutraal en economisch rendabel geteeld kan worden. Vertaald naar een energie-indicator betekent dit dat er in nieuwe kassen netto (inkoop minus verkoop) geen primaire brandstof meer nodig is.

Om de ambitie te realiseren zijn transitiepaden in ontwikkeling. Deze betreffen de vermindering van de energievraag, het efficiënter produceren van energie, het produceren van duurzame energie en de verkoop van energie. Ook is er aandacht voor het optimaal gebruiken van licht en andere productiefactoren die de energie-efficiëntie kunnen verbeteren. De glastuinbouw koopt ook efficiënter geproduceerde en duurzame energie in, maar dit behoort niet tot de transitiepaden.

Het programma KaE omvat momenteel acht transitiepaden: Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Teeltstrategieën, Licht, Duurzame(re) elektriciteit, Duurzame(re) CO₂ en een overschrijdend transitiepad Energienetwerken en clustering. Per transitiepad zijn streefbeelden voor de jaren 2011 en 2020 opgesteld. Deze streefbeelden omvatten de arealen glastuinbouw (ha) waar de paden c.q. technieken toepassing vinden en de daarmee verbonden reductie van de CO₂-emissie.

De Energiemonitor

De *Energiemonitor* kwantificeert en analyseert de ontwikkelingen en achtergronden van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en het aandeel duurzaam. Bovendien volgt het de energie-input, de energie-output en de elektriciteitsbalans (inkoop, productie, consumptie en verkoop) van de glastuinbouw, evenals een deel van de transitiepaden van KaE. De monitor van de resterende paden is in ontwikkeling.

Energie-efficiëntie

De index van de energie-efficiëntie is in de periode 2000-2008 verbeterd van 56 tot 30%. De glastuinbouw gebruikt daarmee in 2008 70% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1980. De energie-efficiëntie is hiermee het doel van 35% voor 2010 uit

het Glamiconvenant gepasseerd en zit nog 2 procentpunten af van het doel van 28% voor 2020 uit het Agroconvenant.

De verbetering van de energie-efficiëntie hangt samen met een toename van de fysieke productie met 19% en een afname van het primaire brandstofverbruik met 35%, beiden per m² kas in de periode 2000-2008. De toename van de fysieke productie is naast de autonome ontwikkeling het gevolg van modernisering van het kassenbestand. In de periode 2000-2008 is het gemiddelde primaire brandstofverbruik per m² kas gedaald met 15 m³ a.e. tot een niveau van 27,5 m³ a.e per m². Dit hangt voor een belangrijk deel samen met het sterk toegenomen gebruik van wk-installaties.

De verbetering van de energie-efficiëntie was vooral groot in de jaren 2006 en 2008. De ontwikkeling in 2006 hangt samen met het verminderde energiegebruik voor de teelt als reactie op de sterke stijging van de energieprijzen in combinatie met een iets lagere fysieke productie. De ontwikkeling in 2008 vloeit voort uit een hoger energiegebruik in combinatie met een sterke stijging van de fysieke productie.

CO₂-emissie

De totale CO₂-emissie nam in de periode 2000-2008 toe van 6,7 tot 7,2 Mton en lag daarmee 5% boven het niveau van het basisjaar 1990. Deze ontwikkeling hangt samen met een krimpend areaal (-3%) en een toenemend fossiel brandstofverbruik per m² kas (+ 12%), beiden in de periode 2000-2008. De toename van het fossiele brandstofverbruik hangt samen met de sterke toename van het gebruik van wk-installaties.



Verkoop elektriciteit steeds belangrijker

De CO₂-emissie voor de teelt nam tussen 2000 en 2008 af van 6,6 tot 5,2 Mton per jaar. Dit ligt onder de Streefwaarde van 6,6 Mton voor de periode 2008-2012. De CO₂-emissie voor de teelt zit in 2008 zo'n 1,6 Mton onder het niveau van 1990. Dat is meer dan het doel voor 2020 (reductie 1 Mton), maar nog niet toereikend voor de ambitie (reductie 2 Mton) in het Agroconvenant. De ontwikkeling van de CO₂-emissie voor de teelt hangt naast het krimpende areaal vooral samen met een vermindering van het fossiele brandstofverbruik per m². Het gemiddelde fossiele brandstofverbruik per m² voor de teelt daalde in de periode 2000-2008 met 6 m³ tot 29 m³ a.e.

Duurzame energie

Het aandeel duurzame energie steeg in de periode 2000-2008 van 0,1 tot 1,2%. Desondanks liggen de doelstellingen voor 2010 (4%) en 2020 (20%) nog ver weg.

Duurzame energie betreft in volgorde van belangrijkheid zonnewarmte, inkoop duurzame elektriciteit, inkoop duurzame warmte, aardwarmte en biomassa. De groei komt de laatste jaren vooral voor rekening van zonnewarmte en aardwarmte.

Warmtekrachtkoppeling (wkk)

Het vermogen van wkk-installaties van tuinders is in vier jaar toegenomen met zo'n 2.000 MW_e tot een niveau van 2.700-2.800 MW_e per begin 2009. Hiermee werd in 2008 bijna 11 mld. kWh elektriciteit geproduceerd, ongeveer 10% van de totale productie in Nederland. De glastuinbouw is vanaf 2006 nettolieferancier van elektriciteit. In 2008 is de hoeveelheid verkochte elektriciteit opgelopen tot 7,2 mld. kWh. Dit komt overeen met 29% van het elektriciteitsverbruik van de Nederlandse huishoudens. De nettoliefering (verkoop minus inkoop) bedraagt 4,8 mld. kWh, goed voor 20% van de huishoudens.

Op de ontwikkelingen van de afzonderlijke indicatoren heeft de sterke groei van het wkk-vermogen grote invloed. De ingekochte hoeveelheid elektriciteit neemt af en de elektriciteitsverkoop en het aardgasverbruik nemen sterk toe. Per saldo geeft dit een vermindering van het primaire brandstofverbruik en een verbetering van de energie-efficiëntie. Het gebruik van wkk-installaties heeft in 2008 een effect op de energie-efficiëntie van 14 procentpunten. Het toenemende aardgasverbruik voor de wkk-installaties doet de totale CO₂-emissie toenemen. De wkk-installaties concurreren met duurzame energie, wat de groei van het aandeel duurzaam beperkt.

De hoeveelheid ingekochte warmte uit wkk door de glastuinbouw daalt. Lag het aandeel in 1998 op 11-12%, in 2008 was dit nog 5-6%. Deze ontwikkeling heeft een negatieve invloed op zowel de energie-efficiëntie als de CO₂-emissie.

Transitiepaden

Het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit (wk-installaties) werd eind 2008 toegepast op zo'n 6.500 ha, 64% van het totaalareaal. Hiermee wordt nationaal zo'n 2,29 Mton reductie van de CO₂-emissie gerealiseerd. De reductie van de CO₂-emissie door wk-installaties van de tuinders zit hiermee in 2008 op het niveau van het doel uit het Agroconvenant voor 2020.

Daarnaast produceren 46 bedrijven met 225 ha kassen duurzame energie via de transitiepaden Zonnewarmte, Aardwarmte en Biobrandstoffen. Deze paden werden ultimo 2008 toegepast op respectievelijk 169, 15 en 41 ha en realiseerden gezamenlijk in 2008 een reductie van de CO₂-emissie van 0,022 Mton. In vergelijking met het areaal waar het wordt toegepast heeft Zonnewarmte met 0,012 Mton een relatief kleine bijdrage. Dit komt door de geringere warmtelevering per ha en de grote elektriciteitsbehoefte voor de winning, opslag en toepassing van zonnewarmte.

Gezamenlijk realiseerden de genoemde paden in 2008 een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,31 Mton. Bezien vanuit de ambitie van KaE om vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en rendabel te telen is dit een belangrijke stap in de gewenste richting. Gezien de recente daling van het verschil tussen de elektriciteitsprijs en de aardgasprijs rijst echter de vraag of wk-installaties in de toekomst minder intensief worden ingezet. Als dat gebeurt, zullen de andere paden het stokje over moeten nemen.

Summary Energy monitor of Dutch greenhouse sector 2008

Introduction

The greenhouse sector has three indicators concerning energy use for which targets have been agreed with the government:

- CO₂ emissions;
- Energy efficiency;
- Share of sustainable energy.

The targets are incorporated in the *Covenant Clean and Efficient Agriculture* (Agro covenant):

1. A total emission reduction of at least 3.3 Mtonne CO₂ per year compared with 1990. Through the deployment of combined heat and power¹, around 2.3 Mtonne will be achieved by the greenhouse sector at national level and around 1.0 Mtonne related to cultivation. The aim is to achieve a total reduction of 4.3 Mtonne, of which 2.3 Mtonne at national level (by combined heat and power installations) and 2.0 Mtonne within the sector itself (cultivation level).
2. Improvement of the energy efficiency by an average 2% per year up to 2020.
3. A 4% share of sustainable energy in 2010 and 20% in 2020.

The targets from the Agro covenant are based on the agreed target value for CO₂ emissions for the period 2008-2012 and on the Greenhouse sector and Environment covenant (GlaMi). With regard to CO₂ emissions, it is about the absolute emission of CO₂, which reflects the absolute environmental impact. The energy efficiency is a relative indicator, defined as the primary fuel consumption per unit of product. This takes into account the extent of greenhouse production for which the fuel is used. The energy efficiency is therefore a measure for the sustainability of production. The share of sustainable energy in the total energy use of the greenhouse sector is also a relative indicator.

¹ From the explanation to the Agro covenant, it can be concluded that this concerns the combined heat and power installations of the greenhouse holdings and not of the power companies based on greenhouse holdings.

Greenhouse sector and energy

The development of energy use in the greenhouse sector is influenced by intensification and emission reduction. The increasing grip on cultivation conditions in greenhouses leads to improvement in productivity, planning and quality as well as to higher costs and a growing energy need (intensification).

In order to meet the needs for energy, fossil fuels are mainly used, and these produce CO₂ emissions. The use of fossil fuels can be limited by:

1. reduction of the energy demand;
2. more efficient energy production;
3. use of sustainable energy;
4. sale of more efficient and sustainably produced energy.

Greenhouse as Energy Source and Transition Paths

In order to achieve the targets and ambitions in the Agro covenant, greenhouse sector and the government are working together in the *energy transition programme 'Greenhouse as Energy Source' (KaE)*. The aim of KaE is that from 2020 climate neutral and economically profitable cultivation will be possible in new greenhouses. Translated into an energy indicator, this means that in net terms (purchase minus sales) primary fuel will no longer be required in new greenhouses.

In order to achieve this aim, transition paths are being developed. These focus on the reduction of the demand for energy, the more efficient production of energy, the production of sustainable energy and the sale of energy. There is also attention for the optimum use of light and other production factors which can improve energy efficiency. The greenhouse sector also buys more efficiently produced and sustainable energy, but this is not part of the transition paths.

The KaE programme currently comprises eight transition paths: Solar energy, Geothermal energy, Biofuels, Cultivation strategies, Light, More sustainable electricity, More sustainable CO₂ and a transcending transition path Energy networks and clustering. Per transition path, targets have been drawn up for the years 2011 and 2020. These targets comprise the greenhouse acreages (in hectares) where the paths and techniques are applied and the associated reduction of CO₂ emissions.

The Energy Monitor

The Energy Monitor quantifies and analyses the developments and backgrounds of energy efficiency, CO₂ emissions and the share of sustainability. Furthermore, it monitors the energy input, the energy output and the electricity balance (purchasing, production, consumption and sales) of the greenhouse sector, as well as part of the KaE transition paths. The monitor of the remaining paths is being developed.

Energy efficiency

In the period 2000-2008, the energy efficiency index improved from 56 to 30%. The greenhouse sector thus used 70% less primary fuel per unit product in 2008 than in 1980. This means that energy efficiency has therefore passed the 35% target for 2010 from the GlaMi covenant and is just 2 percentage points away from the 28% target for 2020 from the Agro covenant.

The improvement of the energy efficiency is related to a 19% increase in the physical production and a 35% fall in primary fuel consumption, both per m² greenhouse in the period 2000-2008. Besides the autonomous development, the increase in the physical production is the result of modernisation of the greenhouses. In the period 2000-2008, the average primary fuel consumption per m² greenhouse fell by 15 m³ to a level of 27.5 m³ natural gas equivalent per m². This is largely related to the steep rise in the use of combined heat and power installations.

The improvement in energy efficiency was particularly marked in the years 2006 and 2008. The development in 2006 is related to the reduced energy use for cultivation in response to the steep rise in energy prices combined with slightly lower physical production. The development in 2008 arises from higher energy use in combination with a steep rise in the physical production.

CO₂ emissions

In the period 2000-2008, total CO₂ emissions increased from 6.7 to 7.2 Mtonne and are thus 5% higher than the level of the base year 1990. This development is related to a declining acreage (3%) and increasing fossil fuel consumption per m² greenhouse (+12%), both in the period 2000-2008. The increase in fossil fuel consumption is related to the steep increase in the use of cogeneration installations.

The CO₂ emissions for cultivation fell between 2000 and 2008 from 6.6 to 5.2 Mtonne per year. This is under the target value of 6.6 Mtonne for the period 2008-2012. In 2008, CO₂ emissions for cultivation are around 1.6 Mtonne under the level of 1990. That is more than the target for 2020 (reduction 1 Mtonne), but still not enough for the ambition (reduction 2 Mtonne) in the Agro covenant. The development of the CO₂ emissions for cultivation is not only related to the shrinking acreage, but particularly with a reduction of fossil fuel consumption per m². The average fossil fuel consumption per m² for cultivation fell in the period 2000 - 2008 by 6 m³ to 29 m³ natural gas equivalent,

Sustainable energy

The share of sustainable energy rose in the period 2000 - 2008 from 0.1 to 1.2%. Nevertheless, the objectives for 2010 (4%) and 2020 (20%) are still far away.

Sustainable energy concerns, in order of importance: solar heat, purchase of sustainable electricity, purchase of sustainable heat, geothermal energy and biomass. The growth in recent years is mainly in solar heat and geothermal energy.

Combined heat and power generation (Co-generation)

The power capacity of co-generation installations of growers has increased by around 2,000 MW_e in four years to a level of 2,700 - 2,800 MW_e at the beginning of 2009. In 2008, nearly 11 billion kWh of electricity were thus produced, around 10% of the total production in the Netherlands. Since 2006, the greenhouse sector has been net supplier of electricity. In 2008 the amount of electricity sold rose to 7.2 billion kWh. This corresponds with 29% of electricity consumption in Dutch households. The net supply (sales minus purchase) is 4.8 billion kWh, accounting for 20% of the households.

The strong growth of co-generation has a great impact on the developments of the individual indicators. The amount of electricity purchased is falling and electricity sales and natural gas consumption are rising steeply. On balance, this gives a reduction of primary fuel consumption and an improvement of the energy efficiency. In 2008, the use of co-generation installations has had an effect on the energy efficiency of 14 percentage points. The increasing consumption of natural gas for the co-generation installations increases the total CO₂ emissions. The co-generation compete with sustainable energy, which restricts the growth of the share of sustainable energy.

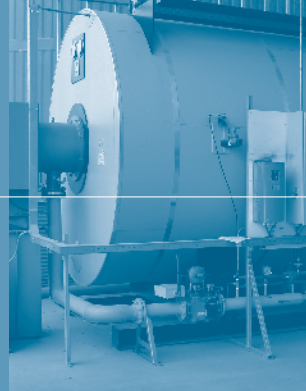
The amount of heat purchased from co-generation by the greenhouse sector is falling. Whereas the share was 11-12% in 1998, in 2008 this was still 5-6%. This development has a negative impact on both energy efficiency and CO₂ emissions.

Transition paths

The transition path of More sustainable electricity (co-generation installations) was applied at the end of 2008 on around 6,500 hectares, 64% of the total acreage. Nationally, this therefore achieves an estimated 2.29 Mtonne reduction in CO₂ emissions. In 2008, the reduction of the CO₂ emissions through co-generation installations by the greenhouse sector is thus at the level of the target from the Agro covenant for 2020.

In addition, 46 holdings with 225 hectares of greenhouses produce sustainable energy via the transition paths Solar Heat, Geothermal energy and Bio-fuels. These paths were applied at the end of 2008 on 169, 15 and 41 hectares and together achieved a reduction of CO₂ emissions of 0.022 Mtonne in 2008. Compared with the acreage on which it is applied, Solar Heat makes a relatively small contribution with 0.012 Mtonne. This is due to the smaller heat supply per hectares and the great electricity need for extraction, storage and application of solar heat.

Together, these paths achieved a reduction of the national CO₂ emissions of 2.31 Mtonne in 2008. Viewed from the ambition of KaE for climate neutral and profitable cultivation in new greenhouses from 2020, this is an important step in the right direction. However, in view of the recent narrowing of the gap between the prices of electricity and natural gas, the question arises whether co-generation installations will be used less intensively in the future. If that happens, the other paths will have to take over.



1.1 Beleidsmatige achtergronden

Voor de glastuinbouw is energie een belangrijke productiefactor. Zowel vanuit het kosten oogpunt als door de effecten op het milieu staat het energiegebruik van de glastuinbouw sterk in de belangstelling.

Convenanten

De glastuinbouw kent drie indicatoren rond het energiegebruik waarover doelstellingen met de landelijke overheid zijn overeengekomen:

1. CO₂-emissie;
2. energie-efficiëntie;
3. aandeel duurzame energie.

De doelstellingen voor 2020 zijn opgenomen in het in 2008 afgesloten Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (Agroconvenant). Voor de glastuinbouw betreft dit de volgende doelen en ambities:

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

De doelstellingen in het Agroconvenant bouwen inhoudelijk voort op de overeengekomen streefwaarde voor de CO₂-emissie voor de periode 2008-2012 en op het convenant Glastuinbouw en Milieu (GlaMi):

1. Een CO₂-streefwaarde voor de teelt van 6,6 Mton per jaar bij een areaal van 10.500 ha en 7,2 Mton bij een areaal van 11.500 ha in de periode 2008-2012.
2. Verbetering van de energie-efficiëntie met 65% in 2010 ten opzichte van het niveau van 1980.
3. Een aandeel duurzame energie van 4% in 2010.

Achtergronden indicatoren

De CO₂-emissie heeft betrekking op de absolute uitstoot van CO₂ als maat voor de absolute milieubelasting.

De energie-efficiëntie is een relatieve indicator, gedefinieerd als het primaire brandstofverbruik per geproduceerde eenheid product. Er wordt dus rekening gehouden met de omvang van de tuinbouwproductie waarvoor de brandstof is ingezet, wat een maat is voor de duurzaamheid van de productie.

Het aandeel van de aangewende duurzame energie is ook een relatieve indicator en wordt uitgedrukt in procenten van het totale energiegebruik van de glastuinbouw.

Programma Kas als Energiebron

Voor het bereiken van de doelen en ambities in het Agroconvenant werken de glastuinbouw en de rijksoverheid samen volgens het energietransitieprogramma 'Kas als Energiebron' (KaE). De ambitie van KaE is dat vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel geteeld kan worden. Vertaald naar een energie-indicator betekent dit dat er in nieuwe kassen netto (inkoop minus verkoop) geen primair brandstof meer nodig is.

1.2 **Glastuinbouw en energie**

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

Intensivering

De Nederlandse glastuinbouw kenmerkt zich door een hoge productie en dito kosten per m² kas. Het gematigde klimaat met zijn zachte winters en niet te warme zomers is gunstig voor de teelt van glastuinbouwproducten. Voortdurende innovatie van kassen, teeltsystemen en andere technologische hulpmiddelen leidt tot verdere optimalisatie van de teeltomstandigheden. Hierdoor levert de sector vrijwel jaarrond kwaliteitsproducten voor het topsegment van de internationale markt.

De toenemende grip op de teeltomstandigheden brengt hogere kosten met zich mee en gaat samen met verschuiving naar meer warmteminnende gewassen en telen in de winterperiode. Ook wordt er meer en intensiever CO₂ gedoseerd en groeilicht toegepast

en worden er kassen gekoeld als antwoord op de steeds hogere eisen van consumenten en retailers. De elektriciteitsvraag groeit ook door voortgaande mechanisatie en automatisering. De intensivering van de productie gaat gepaard met een groeiende energiebehoefte. Zonder deze energie-input kan de Nederlandse glastuinbouw met haar hoge kostenniveau niet overleven.

Emissiereductie

Om in de energievraag te voorzien worden vooral fossiele brandstoffen gebruikt. Het gebruik van fossiele brandstoffen brengt CO₂-emissie met zich mee. Om de CO₂-emissie te reduceren kunnen meerdere wegen worden bewandeld:

1. reductie van de energievraag;
2. efficiëntere energieproductie;
3. gebruik van duurzame energie;
4. verkoop van efficiënter en duurzaam geproduceerde energie.

De energievraag kan verminderen door het gebruik van energiebesparende opties, zoals nieuwe kassen, energieschermen, gevelisolatie, temperatuurintegratie, efficiëntere lampen, enzovoort. De energie kan efficiënter worden geproduceerd door technologie die per eenheid geproduceerde energie minder brandstof vergt. Mogelijkheden daarvoor zijn naast rookgascondensors en warmtebuffers vooral warmtekrachtkoppeling. Bij het gebruik van duurzame energie komt per definitie geen CO₂-emissie vrij. Door verkoop van energie is de technologie voor de efficiënte en duurzame energieproductie intensiever te benutten, waardoor de CO₂-emissie verder kan dalen.

Kas als Energiebron en transitiepaden

De ambitie van KaE is dat vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal rendabel geteeld kan worden. Dit vergt ingrijpende veranderingen in de teeltsystemen en de energiehuishouding op de bedrijven. Binnen het programma KaE worden hiervoor transitiepaden ontwikkeld. Deze richten zich zowel op vermindering van de energievraag, efficiëntere energieproductie en duurzame energie als op verkoop van energie. Ook is er aandacht voor het optimaal gebruiken van licht en andere productiefactoren, waardoor de energie-efficiëntie kan verbeteren. Bedrijven kunnen efficiënter geproduceerde en duurzame energie ook inkopen, maar dit behoort niet tot de transitiepaden.

Het programma KaE omvat acht transitiepaden (Innovatieagenda, 2009): Zonne-energie, Aardwarmte, Biobrandstoffen, Teeltstrategieën, Licht, Duurzame(re) elektriciteit en Duurzame(re) CO₂ en een overschrijdend transitiepad Energienetwerken en clustering. Per transitiepad zijn streefbeelden opgesteld voor de jaren 2011 en 2020, uitgedrukt in arealen glastuinbouw (ha) waar de paden c.q. technieken toepassing vinden en in de daaraan gerelateerde reductie van de CO₂-emissie.

1.3 Energiemonitor

De Energiemonitor kwantificeert en analyseert de ontwikkelingen en achtergronden van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en het aandeel duurzame energie. Ook bevat de Energiemonitor de energie-input, de energie-output en de elektriciteitsbalans (inkoop, productie, consumptie en verkoop) van de glastuinbouw en de ontwikkelingen van een deel van de transitiepaden van KaE. De monitor van de resterende paden is nog in ontwikkeling.

Deze rapportage bevat de definitieve cijfers tot en met 2007 en de voorlopige resultaten van 2008. Door het beschikbaar komen van aanvullende databronnen en een verbeterde temperatuurcorrectie vanaf 2000 zijn eerder gepubliceerde resultaten van voor 2008 deels aangepast.

De definities, methodiek en bronnen zijn vastgelegd in het *Protocol Energiemonitor glastuinbouw* (Van der Velden, in voorbereiding). In bijlage 1 wordt dit op hoofdlijnen toegelicht. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achtergronden daarvan komen aan bod in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 gaat over het aandeel duurzame energie. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op warmte krachtkoppeling. Hoofdstuk 5 gaat over de monitor van de transitiepaden. De conclusies komen aan bod in hoofdstuk 6.



Traditionele ketel

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie

2

2.1 Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie-index is in de periode 2000-2008 verbeterd van 56 naar 30% ten opzichte van 1980 (figuur 2.1; zie ook bijlage 2). Dit betekent dat de glastuinbouw in 2007 70% minder primair brandstof per eenheid product gebruikte dan in 1980. De energie-efficiëntie-index voldoet hiermee aan het doel van 65% voor 2010 uit het Glami-convenant en zit nog 2 procentpunten af van het doel van 72% voor 2020 uit het Agroconvenant.

De verbetering vanaf 2000 is toe te rekenen aan een toename van de fysieke productie per m² kas van 19% en een vermindering van het primaire brandstofverbruik per m² van 35%.

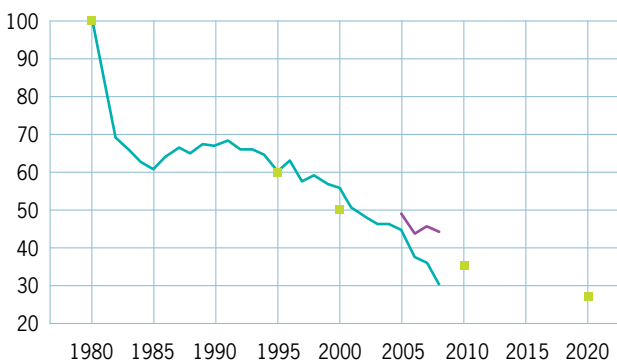
De fysieke productie per m² kas nam in de periode 2000-2004 gemiddeld met bijna 3% per jaar toe (tabel 2.1). Van 2004 tot 2007 was de stijging met 0,4% per jaar veel geringer. In 2008 treed wederom een sterke groei op van circa 5%.

In tabel 2.1 is ook de ontwikkeling van het primaire brandstofverbruik per periode opgenomen. Hieruit blijkt dat het primaire brandstofverbruik per m² vanaf 1995

Figuur 2.1

Energie-efficiëntie in de productieglastuinbouw per jaar met en zonder wk-tuinder ^{a)}

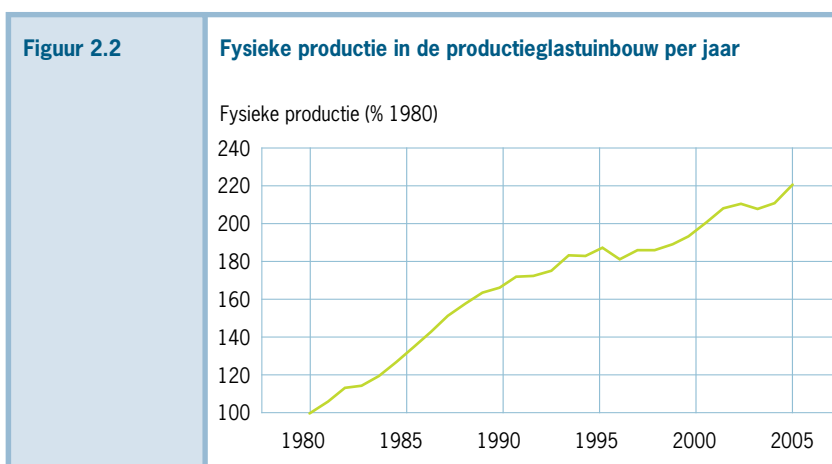
Energie-efficiëntie (% 1980)



a) De doelstelling voor 2020 is afgeleid van de verbetering van gemiddeld 2% per jaar ($35\% - 10 \times 2\% = 28\%$).

gestaag daalt. De reductie bedraagt in de periode 2000-2008 maar liefst 15 m³ a.e. per m² (figuur 2.4). De belangrijkste oorzaak hiervan is het toenemende gebruik van wk-installaties en de bijbehorende verkoop van elektriciteit maar ook de energievraag per m² is gedaald.

Tabel 2.1 Fysieke productie en primair brandstofverbruik in de productieglastuinbouw en de lichtsom in verschillende perioden			
Periode	Gemiddelde ontwikkeling fysieke productie per m² (%/jaar)	Lichtsom (% van het gemiddelde)	Gemiddelde ontwikkeling primair brandstofverbruik per m² (%/jaar)
1980-1985	4,8	98	-5,2
1985-1990	5,3	101	+7,4
1990-1995	2,3	99	+0,1
1995-2000	0,3	97	-1,1
2000-2004	2,9	106	-1,2
2004-2007	0,4	106	-6,9
2008v	5	104	-11

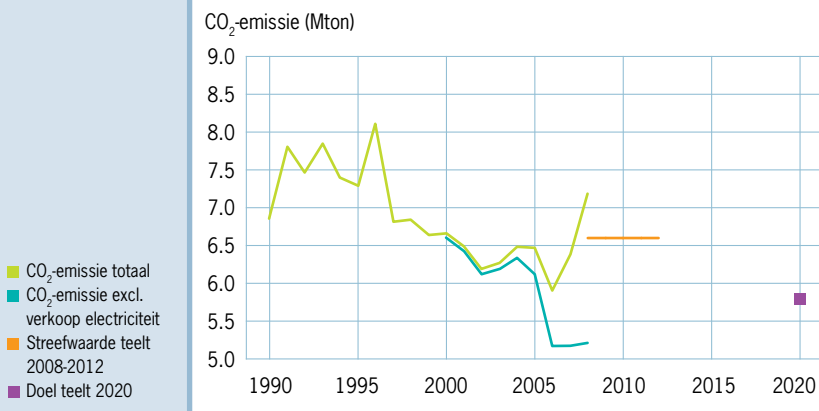


2.2 CO₂-emissie

2.2.1 CO₂-emissie totaal

De totale CO₂-emissie van de glastuinbouw bedroeg in 2008 7,2 Mton (figuur 3.2; zie ook bijlage 2). Dit is 5% meer dan in het referentiejaar 1990. In de eerste helft van het huidige decennium nam de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw af, om daarna weer te stijgen. In 2006 treedt een sterke daling op, gevolgd door een sterke toename in

Figuur 2.3

CO₂-emissie vanuit de glastuinbouw per jaar

2007 en 2008. Over de gehele periode 2000-2008 trad een stijging op van 0,5 Mton (8%). Dit hangt samen met een stijging van het fossiele brandstofverbruik per m² met 12% en een krimp van het areaal met 3%. Het toegenomen fossiele brandstofverbruik per m² (van ruim 35 naar ruim 39 m³ a.e.) wordt vooral veroorzaakt door het sterk toegenomen gebruik van wkk. De elektriciteitsverkoop vanuit deze installaties wordt in de IPCC-methode niet verrekend.



Door wkk-installaties neemt de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw toe

2.2.2 CO₂-emissie teelt

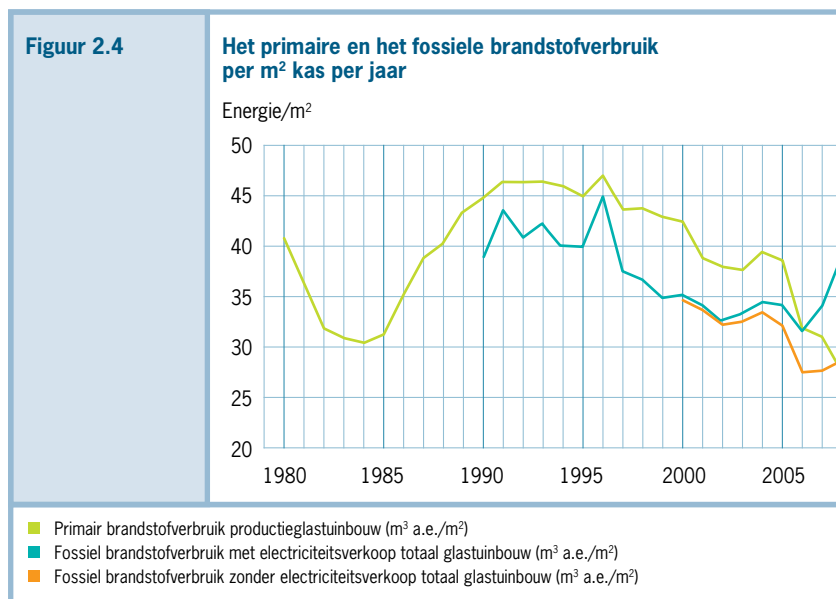
De CO₂-emissie voor de teelt bedroeg in de jaren 2006, 2007 en 2008 5,2 Mton, wat 1,6 Mton ofwel 24% minder is dan in 1990 (figuur 2.2; zie ook bijlage 2). De CO₂-emissie voor de teelt ligt daarmee ook ruim onder de streefwaarde van 6.6 Mton voor de periode 2008-2012. De reductie overtreft het doel voor 2020 (reductie 1 Mton), maar de ambitie voor 2020 (reductie 2 Mton) is nog niet gerealiseerd. In heel Nederland bedroeg de CO₂-emissie in 2007 172 Mton (bijlage 2), circa 8% meer dan in 1990.

In de periode 2000-2008 daalde de CO₂-emissie voor de teelt van 6,6 tot 5,2 Mton. Dat is een reductie van 1,4 Mton (21%). Dit hangt naast de krimp van het areaal (-3%) samen met een daling van het fossiele brandstofverbruik per m² met 18%. Het gemiddelde fossiele brandstofverbruik per m² daalde met 6 m³ van 35 tot 29 m³.

2.3 Achtergronden ontwikkelingen

Energieprijzen, energiegebruik en fysieke productie

De verbetering van de energie-efficiëntie was vooral sterk in 2006 en 2008 en de CO₂-emissie voor de teelt daalde fors in 2006. De index van de energie-efficiëntie verbeterde in 2006 van 47 naar 39% en in 2008 van 36 naar 30%. De CO₂-emissie nam in 2006 af van 6,1 naar 5,2 Mton.



De spectaculaire verbetering in 2006 hangt vooral samen met het sterk verminderde energiegebruik voor de teelt als gevolg van fors oplopende energieprijzen. Door de warme zomer en het lagere energiegebruik in de rest van het jaar nam in 2006 ook de fysieke productie af.

In de periode 2004-2006 is de werkelijke aankoop prijs van het aardgas (commodityprijs) ongeveer verdubbeld. De grootste stijging vond plaats in 2006. Om de daaruit voortvloeiende kostenstijging te beperken, gebruikten tuinders minder energie. Dit had een negatieve invloed op de fysieke productie. In 2007 werd ondanks de verdere stijging van de energieprijzen en een gemiddeld hogere buitentemperatuur meer energie voor de teelt gebruikt. Kennelijk is er in 2006 te zuinig omgegaan met energie. In 2007 en vooral in 2008 namen zowel het energiegebruik voor de teelt als de fysieke productie weer toe. Dit laatste is van belang voor de energie-efficiëntie, die in 2008 met 6 procentpunten is verbeterd.

De toename van het energiegebruik voor de teelt na 2006 hangt ook samen met de toename van het gebruik van (warmte uit) wk-installaties. Voor de tuinders met wk-installaties daalden de (netto-)energiekosten. Bovendien komt door het gebruik van wk-installaties meer CO₂ beschikbaar voor het gewas, wat gunstig is voor de fysieke productie.

Fysieke productie en vernieuwing glasareaal

Naast de relatie met het energiegebruik hangt de ontwikkeling van de fysieke productie ook af van nieuwbouw en sanering van oude glasopstanden. De laatste jaren zijn er



Lichtdoorlaat is belangrijk voor de fysieke productie

relatief veel nieuwe kassen gebouwd (paragraaf 5.3). Desondanks kromp het totale areaal. Er is dus een groter areaal kassen uit gebruik genomen dan er nieuw is gebouwd. De afgebroken kassen waren vooral oudere glasopstanden op relatief kleine bedrijven. Dit wordt afgeleid uit de sterke daling van het aantal bedrijven. In oudere glasopstanden wordt doorgaans extensiever geteeld en is de fysieke productie lager. Door de vernieuwing en de sanering van het glasareaal neemt de gemiddelde fysieke productie per m² toe, los van de autonome productiestijging op het resterende, blijvende areaal.

Wk-installaties, energie-efficiëntie en CO₂-emissie

Door de sterke toename van het gebruik van wk-installaties van tuinders (hoofdstuk 4) koopt de glastuinbouw meer aardgas en minder elektriciteit in en wordt er meer elektriciteit verkocht. Per saldo verlaagt dit het primaire brandstofverbruik, waardoor de energie-efficiëntie verbetert. Het gebruik van wk-installaties heeft in 2008 een effect op de energie-efficiëntie van 14 procentpunten. Zonder deze installaties en een gelijkblijvende elektriciteitsvraag was de energie-efficiëntie op 44% blijven steken (figuur 2.1).

De elektriciteitsprijzen zijn in 2009 lager dan in 2008. Door het toenemende aanbod van elektriciteit zou dit structureel kunnen zijn. Dat kan leiden tot verminderde inzet van de wk-installaties, wat invloed heeft op de energie-efficiëntie en de totale CO₂-emissie. De gemiddelde gebruiksduur van wk-installaties lag in 2008 tussen de 4.000 en 4.500 uur. Wanneer dit 1.000 uur korter wordt, neemt de energie-efficiëntie met 3 procentpunten af en daalt de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw met 0,66 Mton. Doordat de elektriciteitscentrales dan meer elektriciteit moeten produceren, waarbij de vrijkomende warmte onbenut blijft, neemt de nationale emissie (inclusief glastuinbouw) dan toe met 0,54 Mton.

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op het gebruik van wk-installaties en de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw.

CO₂-emissie en milieubelasting

Door de opkomst van de wk-installaties met de bijbehorende elektriciteitsverkoop neemt het fossiele brandstofverbruik en daarmee de totale CO₂-emissie toe. De totale CO₂-emissie laat daardoor een andere ontwikkeling zien dan de CO₂-emissie voor de teelt. Ook ligt de totale CO₂-emissie beduidend hoger dan de CO₂-emissie voor de teelt; het verschil bedroeg 1,2 Mton in 2007 en 2,0 Mton in 2008 en hangt direct samen met de verkoop van elektriciteit uit wk-installaties. Ondanks de efficiëntere productie van deze elektriciteit – de vrijkomende warmte wordt immers grotendeels benut – neemt de totale CO₂-emissie toe. Dit komt omdat de IPCC-methode waarmee de CO₂-emissie wordt bepaald alleen het gebruik van fossiele brandstof in beschouwing neemt en niet de in- en verkoop van energie. De CO₂-emissie volgens de IPCC-methode is daardoor geen goede maatstaf voor de milieubelasting c.q. de milieuprestaties van een sector of een bedrijf. Het zou beter zijn om de CO₂-emissie te bepalen op basis van het primaire brandstofverbruik.

CO₂-emissie en temperatuurcorrectie

Bij de CO₂-emissie vindt in principe geen temperatuurcorrectie plaats, wat bij de energie-efficiëntie wel het geval is. Om een meer structurele vergelijking mogelijk te maken met de streefwaarde voor de jaren 2008-2012 en het doel in 2020, is ook op de CO₂-emissie een temperatuurcorrectie toegepast conform de methodiek voor de energie-efficiëntie. Daaruit blijkt dat de gecorrigeerde CO₂-emissie voor de teelt in alle jaren vanaf 2001 boven het ongecorrigeerde resultaat ligt; in alle jaren was het dan ook warmer dan gemiddeld. In 2008 bedroeg de voor temperatuur gecorrigeerde emissie 5,4 Mton (+0,2 Mton). Dit betekent dat de CO₂-emissie structureel niet 1,6 maar 1,4 Mton onder de streefwaarde zit voor 2008-2012 en niet 0,6 maar 0,4 Mton onder de doelstelling ligt voor 2020.

Duurzame energie



3.1 Gebruik

Duurzame energie wordt gewonnen uit hernieuwbare bronnen. Bij de bepaling van het aandeel duurzame energie gaat het om de duurzame energie die daadwerkelijk wordt aangewend door glastuinbouwbedrijven. De aangewende duurzame energie wordt uitgedrukt in procenten van het totale energiegebruik van de glastuinbouw. Duurzame energie die glastuinbouwbedrijven produceren, maar niet toepassen, wordt dus niet meegewogen. Een voorbeeld hiervan is de verkoop van duurzame elektriciteit geproduceerd met biobrandstof door de glastuinbouw. Duurzame energie die wordt ingekocht maakt wel deel uit van het aandeel duurzame energie.

In 2008 steeg het aandeel duurzame energie met een derde van 0,9% naar 1,2% (figuur 3.1). Sinds 2000 steeg het van 0,1 naar 1,2%. Ondanks de forse toename ligt het aandeel duurzame energie nog ver achter op de doelstellingen voor 2010 om 4% en voor 2020 om 20% van het energiegebruik uit duurzame bron te betrekken.

In 2008 werden voor het eerst vijf vormen van duurzame energie toegepast. Dit

3



Gebruik zonnewarmte

zijn inkoop van duurzame elektriciteit en warmte, zonnewarmte (geconditioneerd telen/ (semi-)gesloten kas), energie uit biomassa en de nieuwe vorm aardwarmte (geothermie). Elektriciteit uit waterkracht, wind- of zonne-energie vindt geen directe toepassing, maar kan wel deel uitmaken van door derden geleverde duurzame elektriciteit.

De toepassing per duurzame energievorm in 2008 is weergegeven in tabel 3.1. Daaruit blijkt dat zon thermisch bijna de helft van het totale duurzame energiegebruik omvat. Daarna komt de inkoop van duurzame elektriciteit met ruim een kwart. De drie overige vormen (aardwarmte, biomassa en inkoop duurzame warmte) hebben ieder een aandeel van zo'n 10%.

Over de gehele periode 2000-2008 nam zowel het gebruik van duurzame elektriciteit als van duurzame warmte toe (tabel 3.2). De toepassing van warmte laat sinds 2005 een sterke groei zien. In 2008 komt de groei bijna geheel door duurzame warmte. Een groeiend aantal bedrijven oogst zonnewarmte in geconditioneerde teeltsystemen en in 2008 is ook het eerste aardwarmteproject gerealiseerd. De aandelen van energie uit biomassa en inkoop van duurzame warmte namen in 2008 af. Dit hangt samen met het gebruik van aardgasgestookte wk-installaties op deze bedrijven naast de duurzame energiebron.

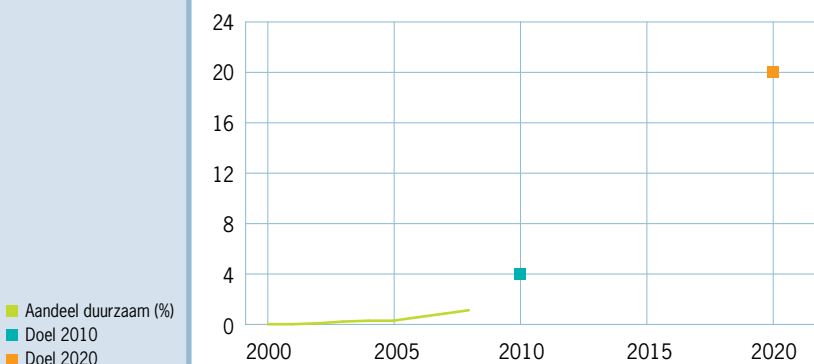
De ontwikkeling van het aandeel duurzame energie wordt positief beïnvloed door het afnemende totale energiegebruik van de glastuinbouw. Deze dalende trend is waarneembaar over de gehele periode vanaf 2000 en was vooral sterk in 2006 (bijlage 2).

Het gebruik van duurzame energie reduceert zowel het primaire als het fossiele brandstofverbruik. Duurzame energie droeg in 2008 0,5 procentpunt bij aan verbetering van de energie-efficiëntie en 0,06 Mton aan verlaging van de CO₂-emissie. De reductie van de CO₂-emissie door de inkoop van duurzame elektriciteit en duurzame warmte is weergegeven in bijlage 5.

Figuur 3.1

Aandeel duurzame energie in de glastuinbouw per jaar

Aandeel duurzame energie (%)



Tabel 3.1

Toepassing duurzame energie in de glastuinbouw in 2008 per energievorm^a

Duurzame energievorm	Projecten	Areaal	Warmte	Elektriciteit	Totaal	Aandeel
	aantal	ha	GJ×10 ³	kWh×10 ⁶	GJ×10 ³	%
Aardwarmte	1	15	120		120	8
Biomassa	5	41	120		110	8
Zon thermisch	40	169	660		660	46
Inkoop duurzame warmte	5	33	140		140	10
Inkoop duurzame elektriciteit				108	389	27
Totaal	51	257	1.040	108	1.429	100

a Cijfers 2008 voorlopig

Tabel 3.2

Toepassing duurzame energie in de glastuinbouw van 2000-2008

Duurzame energievorm	Eenheid	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 ^a
Warmte	GJ×10 ³	100	100	120	132	143	271	388	643	1.040
Elektriciteit	kWh×10 ⁶			25	52	74	55	87	106	108
Totaal	GJ×10³	100	100	210	319	409	469	701	1.025	1.429
Aandeel in totaal energiegebruik	%	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2

a Cijfers 2008 voorlopig

3.2 Achtergronden

Het aantal bedrijven dat duurzame energie gebruikt steeg in 2008 van 35 naar 51 (tabel 3.3). Het areaal nam toe van 150 naar 257 ha. De gemiddelde bedrijfsomvang ligt daarmee op 5 ha. De gemiddelde bedrijfsomvang ligt bij zonnewarmte op ruim 4 ha en bij de andere vormen van duurzame warmte op 7 ha of meer. De laatste drie vormen worden dus toegepast op gemiddeld grotere bedrijven.

Duurzame warmte voorziet niet in de volledige warmtevraag van de bedrijven. Dit verschilt per optie en heeft verschillende oorzaken.

Bedrijven met inkoop van duurzame warmte of warmteproductie uit biomassa stoken bij ontoereikend vermogen bij met aardgasgestookte ketels of wk-installaties. Deze installaties voorzien bovendien in een deel van de CO₂-behoefte met al of niet gereinigde rookgassen.

Het bedrijf met aardwarmte kan gezien het vermogen van de aardwarmtebron zichzelf volledig van duurzame warmte voorzien. Bovendien is de elektriciteitsvraag gering (geen belichting) en CO₂ wordt uit een externe bron betrokken.

De bedrijven met zonnewarmte produceren zomers duurzame warmte met koelinstallaties. Het proces om koude te produceren is leidend en het systeem is afgestemd op de koudevraag en niet op de warmtevraag. De resterende warmtevraag wordt ingevuld vanuit fossiele bron (aardgasgestookte ketels en wk-installaties).

De hoeveelheid toegepaste duurzame warmte is bij zonnewarmte relatief laag, omdat de duurzame warmteproductie niet het primaire doel is. Bij projecten met aardwarmte, biomassa en inkoop van duurzame warmte is de duurzame energie wel de primaire warmtebron. Hierdoor ligt de hoeveelheid duurzame warmte per oppervlakte-eenheid bij deze vormen op een hoger niveau.

Tabel 3.3

Aantal bedrijven en areaal met duurzame energie 2000-2008^a

	Eenheid	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 ^b
Aantal bedrijven	stuks	2	2	3	6	9	18	26	35	51
Areaal	ha	13	13	23	39	49	64	93	150	257

a Exclusief inkoop duurzame elektriciteit

b Voorlopige cijfers



Warmtepomp

Warmtekrachtkoppeling

4.1 Inleiding

Bij de productie van elektriciteit door centrales wordt minder dan de helft van de brandstof omgezet in elektriciteit. Het resterende deel gaat verloren als afvalwarmte. Door warmtekrachtkoppeling (wkk) ofwel de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit kan een belangrijk deel van de warmte nuttig worden aangewend. De glastuinbouw gebruikt zowel decentrale als centrale wkk.

Decentrale wkk betreft het gebruik van wk-installaties (gasmotoren) op individuele bedrijven. Hierbij worden installaties van glastuinbouwbedrijven en van energiebedrijven onderscheiden. Bij wk-installaties van glastuinbouwbedrijven is de exploitatie in handen van tuinders. Voor deze installaties wordt aardgas ingekocht. De geproduceerde elektriciteit wordt deels gebruikt op de glastuinbouwbedrijven en deels verkocht op de elektriciteitsmarkt. De vrijkomende warmte wordt grotendeels aangewend voor de teelt (Smit et al., 2008). De rookgassen worden deels nuttig aangewend als CO₂-bemesting voor de gewassen.



Wk-installatie

De wk-installaties van energiebedrijven staan doorgaans ook op of bij glastuinbouw-bedrijven, maar worden beheerd en geëxploiteerd door de energiebedrijven. De geproduceerde warmte en CO₂ worden verkocht aan de glastuinbouw (wk-warmte energiebedrijven).

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

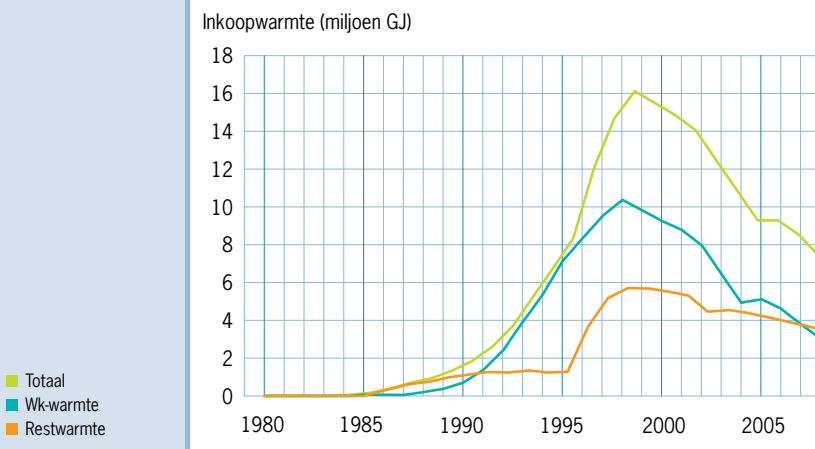
4.2 Inkoop warmte

Het vermogen van wk-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven neemt af (figuur 4.2). Begin 2009 was dit nog 174 MW_e, terwijl er in 2002 ruim 500 MW_e gebruikt werd. De hoeveelheid ingekochte wk-warmte daalt al vanaf 1998. Ook het aantal bedrijven met restwarmte en de hoeveelheid restwarmte nemen af (figuur 4.1). Was het aandeel van de totale hoeveelheid ingekochte wk-warmte in 1998 nog 11,5% van het totaalenergiegebruik, in 2008 bedroeg dit nog slechts 5 tot 6%. Deze ontwikkeling is het gevolg van de liberalisering van de energiemarkt, waardoor de marginale prijs voor aardgas en dus de opbrengst uit warmteverkoop daalde. Bovendien concurreert warmte-inkoop met de exploitatie van eigen wk-installaties door tuinders.

De lagere warmte-inkoop heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de CO₂-emissie en de energie-efficiëntie. Met het gebruik van warmte van derden werd in 1998 zo'n 366 mln. m³ a.e. aan primaire brandstof bespaard. In 2008 was dit 132 mln. m³ a.e. Desondanks droeg de inkoop van warmte in 2008 1,5 procentpunt bij aan de verbetering van de cenergie-efficiëntie en beperkte dit de CO₂-emissie met 0,4 Mton (bijlage 5).

Figuur 4.1

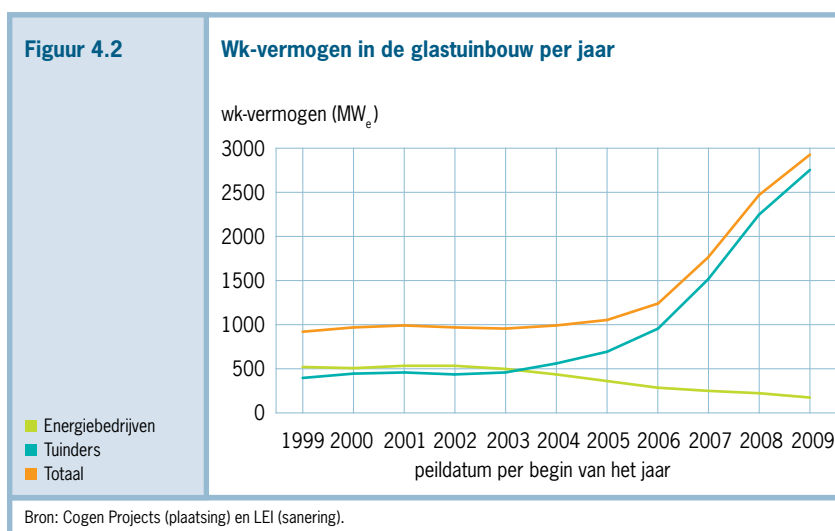
Inkoop van warmte door de glastuinbouw per jaar



4.3 Wk-installaties glastuinbouwbedrijven

Vermogen en aardgasverbruik

Het vermogen van wk-installaties van tuinders neemt zeer sterk toe (figuur 4.2). Ultimo 2008 bedroeg dit 2.700 tot 2.800 MW_e. Dit betekent een toename van ruim 2.000 MW_e in vier jaar. Het totale vermogen komt grofweg overeen met zo'n vijf grote elektriciteitscentrales. Deze spectaculaire ontwikkeling impliceert dat het aardgasverbruik¹ en de hoeveelheid verkochte elektriciteit sterk zijn toegenomen en dat de elektriciteitsinkoop is gedaald (figuur 4.3). In 2008 kwam circa driekwart van het aardgasverbruik in de glastuinbouw op het conto van de wk-installaties van tuinders.



Aanwending elektriciteit en gebruiksduur installaties

De wk-installaties van de glastuinbouwbedrijven worden niet alleen gebruikt op bedrijven met belichting en de daarmee samenhangende elektriciteitsvraag. Ook op bedrijven zonder belichting draaien veel wk-installaties. Beide bedrijfstypen verkopen elektriciteit op deelmarkten van de elektriciteitsmarkt. Er worden met energiebedrijven prijzen overeengekomen voor zowel lange als korte termijn. Hierdoor krijgen ondernemers te maken met vaste en variabele prijzen.

Ondernemers hanteren in dit verband verschillende strategieën. De laatste jaren hebben glastuinbouwbedrijven toegang tot verschillende energiemarkten en kunnen zij met hun installaties en automatisering op ontwikkelingen inspelen. Hierdoor hebben ontwikkelingen op de energiemarkt invloed op het energiebeheer en het energiegebruik.

1 In een klein deel van het wk-vermogen (minder 1%) wordt biobrandstof gebruikt (hoofdstuk 5).

Het voorgaande uit zich in verschillen in de gebruiksduur van wk-installaties tussen bedrijven en tussen jaren, wat van invloed is op de elektriciteitsbalans. Zo was de gemiddelde gebruiksduur in 2008 met 4.000 tot 4.500 uur hoog. In de jaren daarvoor was dit zo'n 3.500 tot 4.000 uur. De gebruiksduur hangt nauw samen met de verhouding tussen de brandstofprijs en de elektriciteitsprijs (spark spread) op bedrijfsniveau.

Relatief vermogen en areaal

Wk-installaties van tuinders hebben uiteenlopende vermogens. Dit is afhankelijk van de warmte-intensiteit (warmtevraag per m² kas) en van de mate waarin CO₂ wordt gedoseerd. Op grote bedrijven worden vaak meerdere installaties en een groter totaal elektrisch vermogen per m² kas geïnstalleerd. Door de voortgaande schaalvergroting nam het gemiddelde vermogen per m² kas daarom gestaag toe tot zo'n 42 We per m² kas in 2008. Het glasareaal waarop wk-installaties van tuinders in gebruik zijn bedroeg begin 2009 naar schatting zo'n 6.500 ha, ongeveer 64% van het totale areaal glastuinbouw.

Elektriciteitsbalans glastuinbouw

Door de exploitatie van wk-installaties door glastuinbouwbedrijven en het intensiveringsproces (belichting, mechanisatie, automatisering, enzovoort) verandert de elektriciteitsbalans (figuur 4.3; zie ook bijlage 3). In 2000 werd er bijna 1,5 mld. kWh ingekocht en een kleine 0,3 mld. kWh verkocht. In 2008 was dit respectievelijk 2,4 mld. kWh en 7,2 mld. kWh. De netto-elektriciteitsinkoop (saldo inkoop minus verkoop) daalde dus

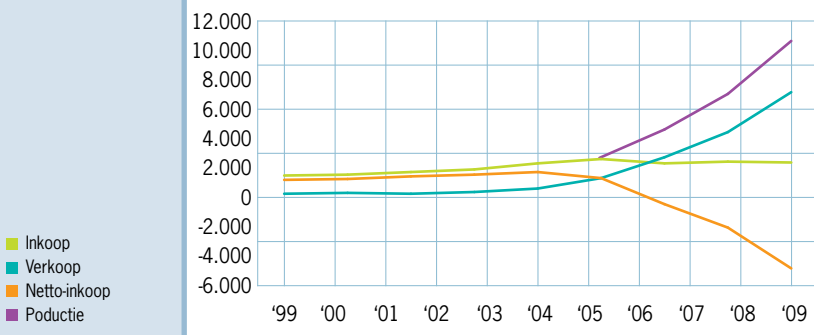


Rookgasreiniger wk-installatie

Figuur 4.3

Inkoop, verkoop en productie van elektriciteit door de glastuinbouw

electriciteit (miljoen kWh)



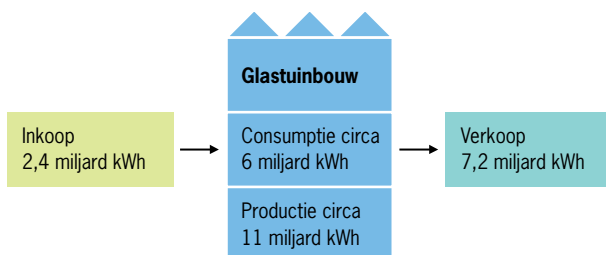
van 1,2 naar minus 4,8 mld. kWh. De glastuinbouw is sinds 2006 nettoleverancier van elektriciteit. De elektriciteitsconsumptie ofwel het daadwerkelijke gebruik in de sector bedraagt in 2008 een kleine zes mld. kWh.

De nettoverkoop van 4,8 mld. kWh (7,2 minus 2,4) in 2008 komt overeen met het elektriciteitsgebruik van 1,4 mln. huishoudens. Uitgaande van de brutoverkoop van circa 7,2 mld. kWh zijn dit zelfs ruim 2,1 mln. huishoudens. Uitgedrukt in het totaal aantal huishoudens in Nederland is dit respectievelijk 20 en 29%. De brutoverkoop bedraagt in 2008 gemiddeld ruim 70 kWh per m² kas. Dit betekent dat in 2008 elke 50 m² glastuinbouw één huishouden van elektriciteit voorzagt.

De elektriciteitsproductie door de glastuinbouw bedroeg in 2008 bijna 11 mld. kWh. Projecteren we de productie door de glastuinbouw op de totale elektriciteitsproductie in Nederland, dan komt het aandeel uit op 10%.

Figuur 4.4

Globale elektriciteitsbalans van de totale glastuinbouwsector in 2008



Transitiepaden Kas als Energiebron



5.1 Inleiding

Kas als Energiebron en transitiepaden

De ambitie van KaE is dat er vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal rendabel geteeld kan worden. Om deze ambitie te realiseren zijn ingrijpende veranderingen in teeltmethodiek en productiesystemen nodig. Binnen het programma KaE worden transitiepaden ontwikkeld om dit te stimuleren.

Een transitie is een structurele maatschappelijke verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende ontwikkelingen op het gebied van economie, cultuur, technologie, instituties en natuur en milieu. Voor het bewerkstelligen van transities zijn tal van samenhangende systeeminnovaties nodig op technologisch, regulerend en organisatorisch vlak.

De transitiepaden betreffen de vermindering van de energievraag, het efficiënter produceren van energie, het produceren van duurzame energie en de verkoop van energie. Ook is er aandacht voor het optimaal gebruiken van licht, CO₂ en andere productiefactoren, waardoor de fysieke productie c.q. energie-efficiëntie kan verbeteren.

Doordat transitiepaden per definitie in ontwikkeling zijn, kunnen hun definities in de loop der tijd wijzigen. Ook verkeren de paden in verschillende ontwikkelingsstadia, waardoor definities nog niet helder zijn. De definities voor de paden, 4 (Teeltstrategieën) en 5a (Natuurlijk licht), zijn momenteel nog niet eenduidig te vertalen in de energie-indicatoren CO₂-emissie en energie-efficiëntie. De monitor van de paden zal zich daarom in de loop der tijd ontwikkelen.

Inkoop duurzame(re) energie

Een belangrijk deel van de opties binnen de transitiepaden produceert op efficiëntere of duurzame wijze energie. De glastuinbouw koopt dergelijke energiesoorten ook in, wat formeel niet tot de transitiepaden behoort. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de transitiepaden en het gebruik daarvan. De inkoop van duurzame(re) energie is behandeld in hoofdstuk 3 (duurzame energie) en in hoofdstuk 4 (wkk). Het totaaloverzicht van de inkoop van energie is weergegeven in bijlage 5.

5.2 Totaalbeeld transitiepaden

De sterkste ontwikkeling heeft plaatsgevonden in het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit. Eind 2008 betrof dit zo'n 6.500 ha met wk-installaties van tuinders. Dit is 64% van het totaalareaal glastuinbouw. Daarnaast wordt op 46 bedrijven met 225 ha kassen duurzame energie geproduceerd met de paden Zonne-energie, Aardwarmte en Biobrandstoffen. Bezien vanuit de ambitie van KaE om vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en rendabel te telen is dit een belangrijke stap in de gewenste richting.

De totale nationale reductie van de CO₂-emissie (op basis van primair brandstof) door de genoemde transitiepaden bedroeg in 2008 zo'n 2,31 Mton en kwam grotendeels (2,29 Mton) voort uit de wk-installaties van tuinders. Dit betekent dat de reductie van de CO₂-emissie voor de wk-installaties van tuinders in 2008 al op het niveau zat van het streefbeeld van het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit en op de doelstelling in het Agroconvenant, beiden in 2020. Hierbij wordt aangetekend dat de gebruiksduur van de wk-installaties in 2008 erg hoog was; bij een kortere gebruiksduur wordt de reductie door de wk-installaties minder groot (paragraaf 2.3).

Opvallend is dat de 56 ha met de paden Aardwarmte en Biobrandstoffen gezamenlijk iets minder nationale reductie van de CO₂-emissie realiseren (10 kton) dan het pad Zonenergie (12 kton) met 169 ha. Dit wordt veroorzaakt door de lagere warmteproductie per ha (zie hoofdstuk 3) en de grotere elektriciteitsbehoefte voor de winning, opslag en toepassing van zonnewarmte in een (semi-)gesloten kas (zie paragraaf 5.2).



Geconditioneerde teelt met belichting bij tomaat

5.3 Achtergronden, toepassing en reductie CO₂-emissie per pad

In deze paragraaf wordt per pad een korte inhoudelijke toelichting gegeven en wordt de mate van gebruik en de bijdrage aan de reductie van de CO₂-emissie behandeld. Bij een deel van de paden ontbreken resultaten, omdat ze (nog) niet worden toegepast of omdat de monitor in ontwikkeling is.

De resultaten van de transitiepaden zijn vermeld in bijlage 4. Een transitiepad kan meerdere opties omvatten. In het overzicht is per optie per transitiepad vermeld op hoeveel bedrijven of op welk areaal een optie wordt toegepast of wat het vermogen of de hoeveelheid bedraagt. Als tweede is opgenomen de reductie van de CO₂-emissie ten opzichte van 1990, zowel op basis van de IPCC-methode als op basis van het primaire brandstofverbruik. De IPCC-methode toont het effect op het fossiele brandstofverbruik c.q. de CO₂-emissie binnen de glastuinbouw. Bij het primaire brandstofverbruik wordt ook rekening gehouden met neveneffecten buiten de glastuinbouw, zoals extra elektriciteitsinkoop en verkoop van energie (elektriciteit en warmte). De laatste methode geeft een realistischer beeld, omdat deze methodiek alle effecten op de nationale CO₂-emissie in beeld brengt (zie ook bijlage 1).

5.3.1 Zonne-energie

Achtergronden

Dit transitiepad betreft het gebruik van zonne-energie voor verwarming en elektriciteitsopwekking. Bij geconditioneerd telen c.q. in een (semi-)gesloten kas is koeling van de kaslucht noodzakelijk. De vrijkomende koelwarmte wordt gewonnen c.q. geoogst, deels direct gebruikt en deels opgeslagen en later aangewend voor verwarming. De opslag vindt plaats in ondergrondse aquifers (lange termijn) en/of in bovengrondse tanks (dagopslag).

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het gebruik van zonnewarmte is toegenomen van 22 bedrijven met 99 ha in 2006 tot 40 bedrijven met 169 ha in 2008. Geconditioneerd telen met herwinning zonnewarmte beperkt zich tot de teelten die waarschijnlijk het meeste profiteren van koeling in termen van productiestijging, kwaliteitsverbetering of planning. Globaal is de 169 ha verdeeld over 86 ha Phalaenopsis (porchidee), 50 ha tomaat en 33 ha bloemen, waarvan 28 ha bolbloemen met grondkoeling (Freesia en Amaryllis).

De reductie van de CO₂-emissie door zonnewarmte in 2008 bedroeg volgens de IPCC-methode 36 kton en op basis van het primaire brandstofverbruik 12 kton. Dit betekent dat er twee eenheden primaire brandstof nodig zijn in de vorm van elektriciteit voor winning, opslag en aanwending van zonnewarmte om drie eenheden primaire brandstof te besparen met zonnewarmte. Dit is exclusief de elektriciteit die nodig is voor de koeling

van de kassen. De nationale reductie van de CO₂-emissie door het pad Zonnewarmte wordt daardoor helaas beperkt. Van belang is daarom het elektriciteitsverbruik bij winning van zonnewarmte te verminderen.



Grondkoeling bij Amaryllis

5.3.2 Aardwarmte

Achtergronden

Dit transitiepad betreft het gebruik van aardwarmte (geothermie) voor verwarming en elektriciteitsopwekking (geo-elektriciteit). Aardwarmte is op bepaalde locaties in de ondergrond in Nederland beschikbaar in de vorm van warm water. Het warme water bevindt zich op diepten van 500-3.000 meter. De watertemperatuur is eveneens locatiegebonden en varieert van 60 tot boven de 100°C.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

In 2008 paste één bedrijf aardwarmte toe. De reductie van de CO₂-emissie door aardwarmte kwam volgens de IPCC-methode uit op 7 kton en op basis van het primaire brandstofverbruik op 5 kton. Het verschil tussen beide methoden is kleiner dan bij zonnewarmte, omdat het benutten van aardwarmte naar verhouding minder extra elektriciteit vergt.

5.3.3 Biobrandstoffen

Achtergronden

Dit transitiepad betreft het gebruik van biobrandstoffen voor de productie van warmte en/of elektriciteit in ketels en wk-installaties. Biobrandstoffen zijn vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen afkomstig uit reststromen van bosbouw en groenvoorziening, landbouw of de voedings- en genotmiddelenindustrie. Biomassa kan ook specifiek worden verbouwd voor de energievoorziening.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het gebruik van biobrandstoffen is toegenomen van twee bedrijven met 8 ha in 2006 naar vijf bedrijven met 41 ha in 2008. De biomassa wordt op alle bedrijven aangewend in wk-installaties. Naast het gebruik van biomassa door glastuinbouwbedrijven wordt er ook warmte afkomstig uit biomassa ingekocht (bijlage 5).

De reductie van de CO₂-emissie door het gebruik van biobrandstoffen in de glastuinbouw bedroeg in 2008 volgens de IPCC-methode 6 kton en op basis van het primaire brandstofverbruik 5 kton. Het verschil tussen deze twee methoden is kleiner dan bij zonnewarmte, omdat er naar verhouding minder elektriciteit nodig is. De reductie van de CO₂-emissie was in 2008 wat kleiner dan in 2007, doordat er minder biobrandstof is gebruikt.

5.3.4. Teeltstrategieën

Achtergronden

Dit transitiepad betreft de beperking van de energievraag van de glastuinbouw op basis van nieuwe teeltstrategieën. Onder een teeltstrategie wordt in dit verband verstaan het optimale gebruik van de kennis van plant, afzetmoment en kasklimaat in combinatie met hardware (onder andere schermen, luchtbeweging, verneveling) en regeltechniek met als doel zo energiezuinig mogelijk te telen. Dit moet leiden tot een lagere teelttemperatuur, minder luchten met de verwarming aan, het minder inzetten van een minimum buistemperatuur, enzovoort. Met 'Het Nieuwe Telen' wordt invulling gegeven aan beperking van de energievraag.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

De monitor van dit pad is in ontwikkeling.



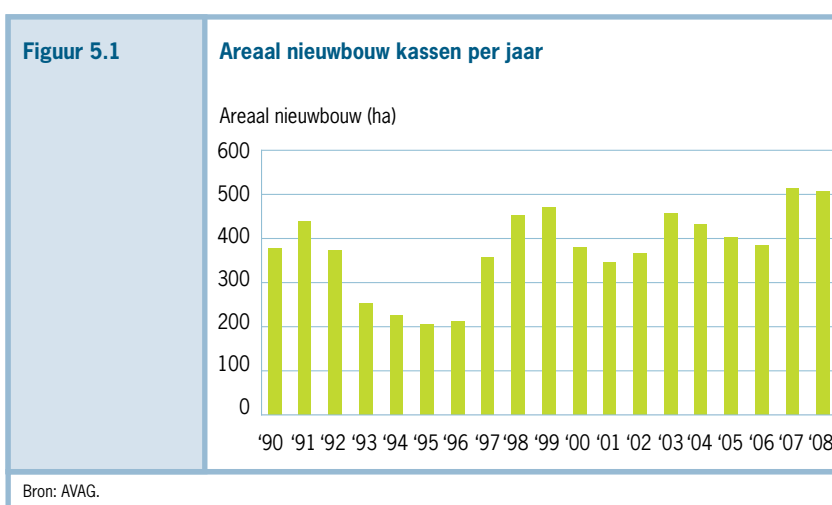
Verdeelstukken koude en warmte

5.3.5 Licht

Dit transitiepad betreft twee subpaden:

- het beter benutten van natuurlijk licht;
- efficiëntere belichting en het beter inzetten van kunstlicht.

Natuurlijk licht



Achtergronden

Met het beter benutten van natuurlijk licht wordt bedoeld dat een kasdek op elk moment de optimale hoeveelheid licht door moet laten. Hierbij is het onderscheid van belang tussen groeilicht (PAR-straling), warmtestraling (NIR-straling) en diffuus licht.

De lichtdoorlaat van kassen is in ontwikkeling sinds er in kassen wordt geteeld. De constructieonderdelen van kassen en installaties (goten, roeden, scherm pakketten) zijn kleiner en smaller geworden, hellingshoeken zijn geoptimaliseerd, de glasmaat is groter geworden en de lichtdoorlaat van het glas (en eventuele coatings) is verbeterd. Het doorlaten van de optimale hoeveelheid licht kan een volgende stap zijn in dit ontwikkelingstraject.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

De monitor van dit pad is in ontwikkeling.

Nieuwe kassen

Het transitiepad natuurlijk licht is sterk gekoppeld aan de nieuwbouw van kassen. Dit geldt ook voor opties die de energievraag reduceren, zoals energieschermen, en voor investeringen in efficiëntere en duurzame energiebronnen. Nieuwe, dichtere kassen dragen door hun betere isolatie zelf ook bij aan energiebesparing. De mate van nieuwbouw is dus van grote betekenis.

In de periode vanaf 1990 is in 2007 en 2008 veel nieuwbouw gerealiseerd (figuur 4.1). Beide jaren zitten boven de 500 ha. Gemiddeld is er sinds 1990 375 ha per jaar nieuw gebouwd. De laatste tien jaar ligt het areaal nieuwbouw boven dit gemiddelde. Deze ontwikkeling is gunstig voor de ontwikkeling van het energiegebruik en voor de fysieke productie en heeft daardoor een positieve invloed op zowel de CO₂-emissie als de energie-efficiëntie.

Kunstlicht

Achtergronden

Efficiëntere belichting omvat het produceren van de gewenste lichtsoort (golflengte), het efficiënter omzetten van elektriciteit in licht en een efficiëntere inzetstrategie. De ontwikkeling van efficiëntere belichting is gaande sinds de introductie van belichting in de glastuinbouw. Dit uit zich in betere lampen, toegenomen voltages en vermogens van armaturen en verbeterde distributie van elektriciteit op de bedrijven. Door dit alles is het elektriciteitsverbruik per eenheid licht verbeterd. Het gebruik van led-verlichting kan een volgende stap zijn in dit ontwikkelingstraject.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

De monitor van dit pad is in ontwikkeling. Led-verlichting wordt op kleine schaal toegepast.

5.3.6 Duurzame(re) elektriciteit

Achtergronden

Dit transitiepad betreft de duurzame(re) opwekking van elektriciteit. Hiermee wordt bedoeld de productie van elektriciteit op glastuinbouwbedrijven met minder fossiele brandstof dan nodig is in vergelijking met het park van elektriciteitscentrales. Door de glastuinbouw wordt gebruik gemaakt van wk-installaties (hoofdstuk 4) waarmee uit aardgas zowel elektriciteit als warmte wordt geproduceerd; de vrijkomende CO₂ is na rookgasreiniging geschikt voor dosering in de kas voor het gewas. Er wordt gewerkt aan verhoging van de verhouding tussen de productie van elektriciteit en warmte. In de toekomst worden wellicht andere opties toepasbaar, zoals windmolens, brandstofcellen en kleinschalige cogeneratie.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Het vermogen aan wk-installaties van de tuinders is toegenomen van 689 MW_e in 2004 tot 2.761 MW_e in 2008 (zie hoofdstuk 4). Het areaal nam toe van een kleine 2.000 tot zo'n 6.500 ha.¹

De reductie van de CO₂-emissie door wk-installaties van tuinders is in 2008 op basis van het primaire brandstofgebruik opgelopen tot 2,29 Mton. Volgens de IPCC-methode is de CO₂-emissie van de glastuinbouw juist toegenomen, omdat deze methode alleen het gebruik van fossiele brandstoffen in beschouwing neemt. Bij de bepaling van het primaire brandstof wordt ook rekening gehouden met de besparing in elektriciteitscentrales door de elektriciteitsproductie in de glastuinbouw (bijlage 1).

5.3.7 Duurzame(re) CO₂

Achtergronden

Dosering van CO₂ als meststof voor gewassen in kassen is al decennia gemeengoed. Tot voor kort werden vooral de rookgassen uit de aardgasgestookte ketels gebruikt. Inmiddels worden ook op grote schaal rookgassen uit wk-installaties met rookgasreiniger gebruikt.

De duurzame(re) CO₂ betreft CO₂ die vrijkomt als reststroom bij bijvoorbeeld de productie van elektriciteit en warmte, kunstmest en bij raffinage en andere industriële processen. Door het gebruik van deze reststromen is per saldo minder fossiele brandstof nodig dan wanneer tuinders zelf CO₂ produceren. Externe CO₂-bronnen zijn ook van belang voor energiebronnen waarbij geen CO₂ vrijkomt, zoals zonne-energie en

¹ Inclusief een klein aandeel (minder dan 1%) biobrandstoffen, wat tot transitiepad 3 behoort.

aardwarmte, of wanneer de rookgassen niet schoon genoeg zijn, zoals het geval is bij veel biobrandstoffen.

Verschillende externe CO₂-bronnen zijn beschikbaar en worden toegepast. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen CO₂ uit rookgassen en zuivere CO₂ en tussen centrale en decentrale levering. In tabel 5.2 zijn per type CO₂-bron voorbeelden opgenomen.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

De ingekochte hoeveelheid externe CO₂ is in de jaren 2006-2008 toegenomen en bedroeg in 2008 450-500 kTon. Dit betreft vooral zuivere CO₂. De hoeveelheid CO₂ die centraal wordt aangeleverd ligt beduidend hoger dan decentrale levering. De toename heeft betrekking op centraal aangevoerde zuivere CO₂ en komt voor rekening van OCAP.

De monitor voor het kwantificeren van de reductie van de CO₂-emissie is in ontwikkeling.

Tabel 5.2		Opties voor externe CO ₂ -levering	
Type externe CO ₂			Voorbeeld
1	rookgas	centraal	rookgassen van elektriciteitscentrales in combinatie met de levering van restwarmte
2	rookgas	decentraal	rookgassen uit wk-installaties van derden in combinatie met levering van wk-warmte
3	zuiver	centraal	aanlevering vanuit de industrie (o.a. OCAP)
4	zuiver	decentraal	aankoop zuivere CO ₂ aangeleverd per as

5.3.8 Overschrijdend Transitiepad Energienetwerken en clustering

Achtergronden

Een energienetwerk is een infrastructurele voorziening voor het uitwisselen van energie- en CO₂-reststromen tussen glastuinbouwbedrijven onderling en tussen glastuinbouwbedrijven en partijen buiten de glastuinbouw. Dit wordt ook wel clustering genoemd. De infrastructurele voorziening omvat zowel de verbindingen tussen de partijen voor transport en de opslag (hardware) als de voorzieningen die de levering operationaliseren, optimaliseren en aansturen (software).

Partijen buiten de glastuinbouw kunnen zowel leverancier als afnemer zijn. Potentiële leveranciers zijn andere agrarische bedrijven, elektriciteitscentrales, energiebedrijven, industrieën, enzovoort. Mogelijke afnemers naast glastuinbouwbedrijven zijn andere agrarische bedrijven, woonwijken, kantoorgebouwen, dienstencentra, industrieën, energiebedrijven, enzovoort.

Dit transitiepad reduceert de CO₂-emissie niet rechtstreeks, maar kan door de hiermee samenhangende toepassing van opties in de andere transitiepaden en buiten de transitiepaden wel tot verminderde emissie leiden.

Toepassing en reductie CO₂-emissie

Glastuinbouwbedrijven die participeren in een energienetwerk of cluster worden als volgt ingedeeld:

1. bedrijven met wk-installatie(s) met levering van warmte en eventueel CO₂ aan andere tuinder(s) (buren);
2. bedrijven met een gezamenlijk ketelhuis met wk-installatie(s);
3. bedrijven met een gezamenlijk elektriciteitsnet van en tussen glastuinbouwbedrijven;
4. bedrijven met wk-installatie(s) met warmtelevering aan partijen buiten de glastuinbouw.

In de praktijk komen vooral de clusters onder 1 en in mindere mate onder 2 voor. De clusters onder 3 en 4 kwamen in 2008 allebei eenmaal voor in de glastuinbouw.

Alle clusters maken gebruik van wk-installaties. Hierdoor valt de reductie van de CO₂-emissie binnen transitiepad 6 Duurzame(re) elektriciteit en transitiepad 3 Biobrandstoffen. De kwantificering van de aanvullende bijdrage van pad 8 is nog in ontwikkeling.

Conclusies



Energie-efficiëntie

- De index voor energie-efficiëntie is in de periode 2000-2008 verbeterd van 56 tot 30%. De glastuinbouw gebruikte in 2008 dus 70% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1980.
- De energie-efficiëntie zit hiermee onder het doel van 35% voor 2010 uit het Glami-convenant en is nog 2 procentpunten verwijderd van het doel van 28% voor 2020 uit het Agroconvenant.
- De verbetering van de energie-efficiëntie hangt samen met een toename van de fysieke productie kas met 19% en een vermindering van het primaire brandstofverbruik met 35%, beiden per m² kas in de periode 2000-2008.
- De toename van de fysieke productie hangt naast de autonome ontwikkeling samen met de sanering en nieuwbouw van kassen.
- In de periode 2000-2008 is het gemiddelde primaire brandstofverbruik per m² kas met 15 m³ a.e. gedaald tot 27,5 m³ a.e per m². Dit is vooral het gevolg van het sterk toegenomen gebruik van wk-installaties.
- De verbetering van de energie-efficiëntie was het grootst in 2006 en 2008. In 2006 daalde het energiegebruik voor de teelt sterk als reactie op de forse stijging van de energieprijzen, waardoor de fysieke productie ook lager uitviel. In 2008 nam het energiegebruik weer toe, wat samenging met een sterke stijging van de fysieke productie.

CO₂-emissie

- De totale CO₂-emissie nam in de periode 2000-2008 toe van 6,7 tot 7,2 Mton, 5% meer dan in het referentiejaar 1990.
- Deze ontwikkeling hangt samen met een afgenomen areaal (-3%) en het toegenomen fossiele brandstofverbruik per m² kas (+ 12%) in die periode.
- De toename van het fossiele brandstofverbruik hangt samen met de sterke toename van het gebruik van wk-installaties.
- De CO₂-emissie voor de teelt nam in de periode 2000-2008 af van 6,6 tot 5,2 Mton per jaar en ligt daarmee onder de Streefwaarde van 6,6 Mton voor de periode 2008-2012.
- De CO₂-emissie voor de teelt was in 2008 zo'n 1,6 Mton kleiner dan in 1990. Dat overtreft de doelstelling voor 2020 (reductie 1 Mton), maar is nog niet toereikend voor de ambitie van het Agroconvenant (reductie 2 Mton).

- De ontwikkeling van de CO₂-emissie voor de teelt hangt behalve met het areaal vooral samen een vermindering van het fossiele brandstofverbruik per m². Het gemiddelde fossiele brandstofverbruik per m² voor de teelt daalde in de periode 2000-2008 met 6 m³ tot 29 m³ a.e.
- Als de CO₂-emissie wordt gecorrigeerd voor het niveau van de buitentemperatuur komt de emissie 0,2 Mton hoger uit.

Duurzame energie

- Het aandeel duurzame energie nam in de periode 2000-2008 toe van 0,1 tot 1,2%. Ondanks de sterke groei is het realiseren van de doelstellingen voor 2010 (4%) en 2020 (20%) nog ver weg.
- Duurzame energie omvat in volgorde van belang zonnewarmte, inkoop van duurzame elektriciteit, inkoop van duurzame warmte, aardwarmte en biomassa. De groei komt de laatste jaren vooral voor rekening van zonnewarmte en aardwarmte.

Warmtekrachtkoppeling

- Het vermogen van wk-installaties van tuinders is de laatste vier jaar toegenomen met 2.000 MW_e tot een niveau van 2.700-2.800 MW_e. Hiermee is in 2008 bijna 11 mld. kWh elektriciteit geproduceerd, ongeveer 10% van de totale productie in Nederland.
- De glastuinbouw is vanaf 2006 nettoleverancier van elektriciteit. In 2008 was de hoeveelheid verkochte elektriciteit opgelopen tot 7,2 mld. kWh en bedroeg de nettolivering (verkoop minus inkoop) 4,8 mld. kWh. Dit kwam overeen met respectievelijk 29% en 20% van het elektriciteitsverbruik door Nederlandse huishoudens.
- Op de ontwikkelingen van de afzonderlijke indicatoren heeft de sterke groei van het wk-vermogen grote invloed. De ingekochte hoeveelheid elektriciteit neemt af en de elektriciteitsverkoop en het aardgasverbruik nemen sterk toe. Per saldo vermindert dit het primaire brandstofverbruik en verbetert dit de energie-efficiëntie. Het gebruik van wk-installaties had in 2008 een effect op de energie-efficiëntie van 14 procentpunten. Het toenemende aardgasverbruik door wk-installaties doet de totale CO₂-emissie toenemen. De wk-installaties concurreren met duurzame energie, wat de groei van het aandeel duurzame energie beperkt.
- De hoeveelheid ingekochte wk-warmte door de glastuinbouw neemt af. Lag het aandeel in 1998 nog op 11-12%, in 2008 was dit slechts 5-6%. Deze ontwikkeling heeft een negatieve invloed op de energie-efficiëntie en de CO₂-emissie.

Transitiepaden

- Het transitiepad Duurzame(re) elektriciteit (wk-installaties) werd eind 2008 toegepast op 6.500 ha; dit is 64% van het totaalareaal. Hiermee werd 2,29 Mton reductie van de CO₂-emissie gerealiseerd. Gezien de recente ontwikkelingen van het (afnemende) verschil tussen de elektriciteitsprijs en de aardgasprijs is het de vraag of de wk-installaties in de toekomst even intensief gebruikt zullen worden als in 2008.
- De paden Zonnewarmte, Aardwarmte en Biobrandstoffen werden per eind 2008 toegepast op respectievelijk 169, 15 en 41 ha. Zij realiseerden in 2008 gezamenlijk 0,022 Mton reductie van de CO₂-emissie van.
- In verhouding tot het areaal levert zonnewarmte met 0,012 Mton een relatief kleine bijdrage. Dit komt door de geringere warmtelevering per ha en de grote elektriciteitsbehoefte voor de winning van zonnewarmte.
- Gezamenlijk realiseren de genoemde paden in 2008 een reductie van de nationale CO₂-emissie van 2,31 Mton. Bezien vanuit de ambitie van KaE om vanaf 2020 in nieuwe kassen klimaatneutraal en rendabel te telen is dit een belangrijke stap in de gewenste richting.

Literatuur en websites



Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu. Utrecht, 2002.

Convenant Glastuinbouw en Milieu. Den Haag, 1997.

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

Innovatieagenda tot en met 2012, Kas als energiebron. Zoetermeer, 2009.

Milieubalans, Milieubalans 2009. Planbureau voor de Leefomgeving. Bilthoven, 2009.

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

Velden, N. van der en P. Smit, *Energiemonitor van de glastuinbouw 2000-2006.* Rapport 2.07.15. LEI Wageningen UR, Den Haag, 2007.

Velden, N. van der en P. Smit, *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2007.* Rapport 2008-084. LEI Wageningen UR, 2008.

Velden, N. van der, *Protocol Energiemonitor glastuinbouw.* LEI Wageningen UR, in voorbereiding.

www.energiek2020.nu

www.emissieautoriteit.nl

www.kasalsenergiebron.nl

www.leiwur.nl

www.tuinbouw.nl



Bijlage 1, Definities, methode en bronnen

B1.1 Definities

Protocol

De definities, methodiek en bronnen zijn vastgelegd in het *Protocol Energie-monitor glastuinbouw* methodiek (Van der Velden, in voorbereiding) en worden in deze bijlage op hoofdlijnen toegelicht.

Definities indicatoren

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

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

Het *aandeel duurzame energie* is het quotiënt van de werkelijk gebruikte hoeveelheid duurzame energie en het totale energieverbruik in de gehele glastuinbouw, uitgedrukt in procenten.

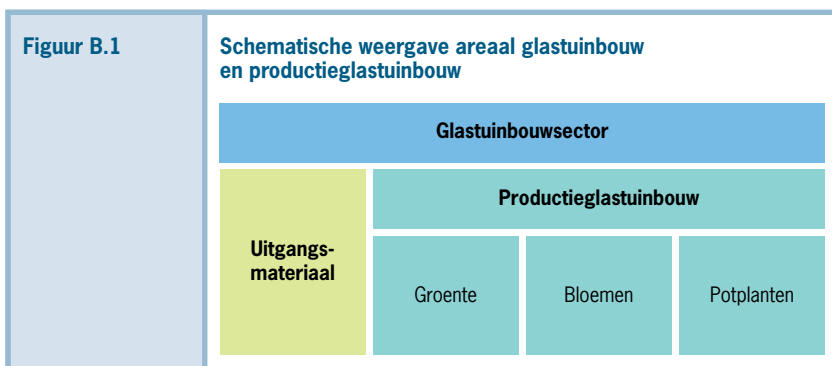
De definities van de indicatoren verschillen ten aanzien van het areaal glas en het begrip energie.

Areaal

De glastuinbouw omvat het areaal productieglastuinbouw en het areaal uitgangsmateriaal (figuur B1). De productieglastuinbouw bestaat uit de subsectoren groente, bloemen en potplanten. Het uitgangsmateriaal betreft de teelt van zaden en stek en de opkweek van jonge planten. Uitgangsmateriaal wordt gezien als toelevering (binnen en buiten de glastuinbouw) en niet als primaire productie. Daarom blijft het areaal met uitgangsmateriaal buiten beschouwing bij de energie-efficiëntie. Voor het bepalen van de CO₂-emissie en het aandeel duurzame energie wordt het uitgangsmateriaal wel in beschouwing genomen.

Energie

Het energieverbruik in de glastuinbouw betreft meerdere energiesoorten (figuur B.2). Aardgas, olie, warmte, elektriciteit en duurzame energie wordt ingekocht en elektriciteit en



warmte verkocht. Dit is op verschillende wijzen te sommeren.

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

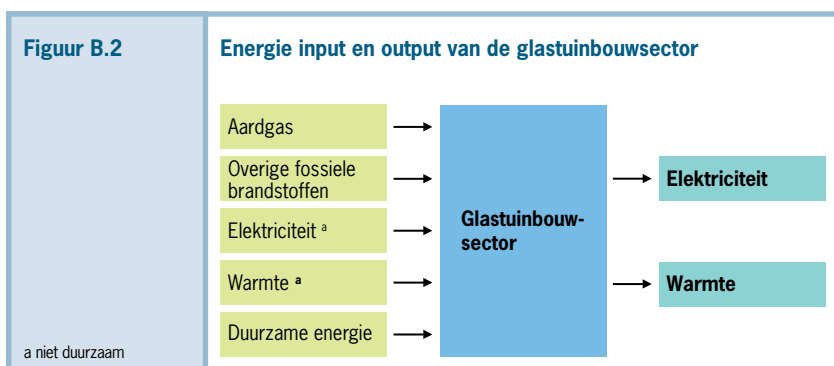
Voor het primaire brandstofverbruik wordt de hoeveelheid fossiele brandstof bepaald die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Aardgas en overige fossiele brandstoffen zijn primaire brandstoffen. De inkoop van elektriciteit wordt herleid tot de hoeveelheid brandstof die daarvoor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

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

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

Duurzame energie

Duurzame energie omvat energie uit zon, wind, waterkracht, aardwarmte en biomassa via een hernieuwbaar proces. Hernieuwbaar betekent dat er geen fossiele brandstof wordt gebruikt en er netto geen CO₂-emissie ontstaat. De doelstelling voor



duurzame energie heeft betrekking op het werkelijke gebruik in de glastuinbouw. Duurzame energie geproduceerd voor gebruik elders telt niet mee. Een voorbeeld hiervan is een op biomassa gestookte wk-installatie waarvan de geproduceerde elektriciteit (deels) wordt verkocht. Ingekochte duurzame elektriciteit telt daarentegen wel mee. Bij het bepalen van het totale energiegebruik in de glastuinbouw op basis van energie-inhoud telt de duurzame energie eveneens mee. Dit is niet het geval bij het bepalen van het primaire brandstofverbruik en de CO₂-emissie.

Temperatuurcorrectie

Het energiegebruik verschilt van jaar tot jaar, mede door verschillen in buiten-temperatuur. Het primaire 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 (figuur B.2) worden vastgesteld. Voor de energie-efficiëntie betreft dit ook de fysieke productie. Daarnaast is informatie nodig voor het opstellen van de elektriciteitsbalans. De belangrijkste informatiebronnen zijn:

- energieregistraties van het Milieu Project Sierteelt (MPS);
- energieregistraties van Groeinet;
- inkoop restwarmte van de leveranciers;
- elektrisch vermogen van wk-installaties van energiebedrijven en tuinders via de inventarisatie door Cogen Projects;
- informatie over wk-installaties van tuinders van energiebedrijven;
- veiligomzetten bloemen en planten van de FloraHolland;

- prijsinformatie bloemen en planten van FloraHolland;
- fysieke productie vruchtgroente van het Bedrijven-Informatienet van het LEI, accountants, telersverenigingen en adviseurs;
- 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.

Energie-input en -output

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

Elektriciteitsbalans

De glastuinbouw produceert op grote schaal elektriciteit met wk-installaties. Voor het in kaart brengen van een globale elektriciteitsbalans zijn de inkoop, verkoop en productie gekwantificeerd. Vervolgens is de elektriciteitsconsumptie hieruit berekend.

Inventarisatie transitiepaden en duurzame energie

Statistieken over het gebruik van de opties binnen de transitiepaden van KaE en van duurzame energiebronnen zijn grotendeels niet beschikbaar. De meeste opties betreffen een beperkt aantal projecten. Dit is in kaart gebracht middels een inventarisatie. De opties die reeds op grote schaal worden toepast, zitten in de energie-input en -output en de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw.

Fysieke productie

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

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

Bijlage 2

Overzicht kenmerken en energie-indicatoren glastuinbouw

Groothed	Eenheid	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 ^v
Areal glastuinbouw	ha	8.755	9.768	10.528	10.524	10.541	10.538	10.486	10.537	10.380	10.371	10.165
Areal productieglastuinbouw	ha	8.527	9.368	10.036	10.037	10.090	10.042	10.008	10.028	9.861	9.825	9.623
Buitentemperatuur	graaddagen	3.246	2.680	2.659	2.880	2.720	2.913	2.881	2.765	2.671	2.525	2.784
Lichtsom ^e	% norm	95	105	97	103	104	115	104	107	106	104	104
Totaal energie ^{a,c}	PJ	-	-	136,7	132,9	126,8	127,1	130,0	128,1	111,4	113,2	116,6
	MJ/m ²	-	-	1299	1.263	1.203	1.206	1.240	1.216	1.073	1.092	1.147
Primair brandstof ^{b,d}	10 ⁶ m ³ a.e.	3.488	4.195	4.268	3.917	3.847	3.796	3.946	3.879	3.150	3.066	2.647
	m ³ a.e./m ²	40,9	44,8	42,5	39,0	38,1	37,8	39,4	38,7	31,9	31,2	27,5
Fysieke productie per m ² ^b	% 1980	100	164	186	189	193	200	208	210	208	211	221
Energie-efficiëntie ^{b,d}	% 1980	100	67	56	50	48	46	46	45	38	36	30
Fossiele brandstof totaal ^{a,c}	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.710	3.613	3.445	3.494	3.614	3.596	3.287	3.551	3.995
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	35,2	34,3	32,7	33,2	34,5	34,1	31,7	34,2	39,3
Fossiele brandstof teelt ^{a,c}	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.670	3.567	3.403	3.436	3.520	3.398	2.870	2.871	2.902
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	34,9	33,9	32,3	32,6	33,6	32,3	27,7	27,7	28,5
CO ₂ -emissie totaal ^{a,c}	Mton	-	6,8	6,7	6,5	6,2	6,3	6,5	6,5	5,9	6,4	7,2
	% 1990	-	100	97	95	90	92	95	94	86	93	105
CO ₂ -emissie teelt ^{a,c}	Mton	-	6,8	6,6	6,4	6,1	6,2	6,3	6,1	5,2	5,2	5,2
	% 1990	-	100	96	94	89	90	92	89	75	75	76
CO ₂ -emissie Nederland ^f	Mton	-	159,4	169,6	175,2	174,9	178,5	180,9	175,9	172,0	173	-
	% 1990	-	100	106	110	110	112	113	110	108	109	-
Aandeel duurzaam ^{a,c}	%	-	-	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2

v = voorlopige cijfers;

- = cijfers niet beschikbaar

a totale glastuinbouwsector

b productieglastuinbouw

c niet temperatuur gecorrigeerd

d temperatuur gecorrigeerd; norm (vanaf 2000) = 3.077 graaddagen

e de lichtsom in een normaal jaar bedraagt 350 10³ J/cm²

Bron: PBL

Bijlage 3

Energiegebruiken glastuinbouw (totale glastuinbouwareaal en niet gecorrigeerd voor temperatuur) ^a

Energiesoort	Eenheid	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008v
Aardgas	miljoen m³	3.352	3.778	3.709	3.611	3.442	3.488	3.610	3.593	3.283	3.548	3.992
Overig fossiel ^b	miljoen m³ a.e.	-	30	1	2	3	6	4	3	4	3	3
Restwarmte	miljoen GJ	0	1,2	5,6	5,3	4,5	4,6	4,4	4,2	4,0	3,7	3,5
Wk-warmte energiebedrijven	miljoen GJ	0	0,7	9,3	8,7	8,0	6,3	4,9	5,1	4,6	3,8	3,0
Elektriciteit												
- inkoop totaal	miljoen kWh	-	-	1.479	1.530	1.712	1.914	2.333	2.626	2.304	2.436	2.362
- inkoop groen	miljoen kWh	-	-	0	0	25	52	74	55	86	105	108
- verkoop	miljoen kWh	-	-	266	300	275	379	621	1.298	2.739	4.470	7.186
- netto-inkoop	miljoen kWh	-	-	1.213	1.230	1.437	1.535	1.712	1.328	-435	-2.034	-4.824
Duurzame energie	PJ	-	-	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,4
Totaal energie	PJ	-	-	136,7	132,9	126,8	127,1	130,0	128,1	111,4	113,2	116,6
Totaal fossiel ^c	miljoen m³ a.e.	-	3.808	3.710	3.613	3.445	3.494	3.614	3.596	3.287	3.551	3.995

v = voorloper cijfers;
- = cijfers niet beschikbaar

a. de verkoop van warmte vanaf 2007 is in deze tabel nog niet opgenomen, omdat het een zeer beperkte hoeveelheid betreft

b. zware en lichte olie en propaan
inclusief verkoop van elektriciteit

v = voorlopige cijfers;

- = cijfers niet beschikbaar

a de verkoop van warmte vanaf 2007 is in deze tabel nog niet opgenomen, omdat het een zeer beperkte hoeveelheid betreft

b zware en lichte olie en propaan

c inclusief verkoop van elektriciteit

Bijlage 4									Gebruik en reductie CO ₂ -emissie per transitiepad								
Transitiepad		Areal (ha) ^f Aantal bedrijven ^f Vermogen ^f Hoeveelheid				Reductie CO ₂ -emissie t.o.v. 1990 (Mton)			nationaal/primair brandstof								
		2006	2007	2008 ^v	2007	2008 ^v	2007	2008 ^v	2007	2008 ^v	2007	2008 ^v					
1. Zonne-energie		22 bedrijven 99 ha	33 bedrijven 144 ha	40 bedrijven 169 ha			0,018	0,036			0,006	0,012					
• (semi-)gesloten kassen ^a																	
2. Aardwarmte		0	0	1 bedrijf 15 ha			0	0,007			0	0,005					
• warmte																	
3. Biobrandstoffen ^{b,c}		2 bedrijven 8 ha	2 bedrijven 8 ha	5 bedrijven 41 ha			0,008	0,006			0,008	0,005					
• in wk-installaties																	
4. Teeltstrategieën		*	*	*			*	*			*	*					
5. Licht																	
• natuurlijk licht		*	*	*			*	*			*	*					
• efficiëntere belichting (LED)		<< 0,5 ha	<< 0,5 ha	± 1 ha			*	*			*	*					
6. Duurzame(re) elektriciteit		1.514 MW _e 3.778 ha	2.251 MW _e 5.409 ha	2.761 MW _e 6.481 ha			-1,83	-2,76			1,50	2,29					
• wk-installaties tuinders																	
7. Duurzame(re) CO ₂		300-350 kton	400-450 kton	450-500 kton			*	*			*	*					
8. Energiernetwerken en clustering ^d		*	*	*			*	*			*	*					
Totaal ^e		3.885 ha ^g	5.561 ha ^g	6.707 ha ^g			-1,80	-2,71			1,51	2,31					
v = voorlopig cijfer																	
- = geen gegevens beschikbaar																	
* = monitor in ontwikkeling																	
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 zonnearmte plaatsvindt																	
b dit pad betreft t/m 2008 biobrandstoffen in wk-installaties																	
c de vermindering van de reductie van de CO ₂ -emissie in 2008 wordt veroorzaakt doordat minder biobrandstof is gebruikt																	
d de reductie van de CO ₂ -emissie door pad 8 zit in de reductie door de andere paden (3 en 6)																	
e exclusief de paden waarvan de monitor in ontwikkeling is																	
f peildatum eind van het jaar																	
g hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke overlap van de afzonderlijke paden.																	

Bijlage 5 Inkoop duurzame(re) energie en reductie CO ₂ -emissie						
Energiesoort	Areal (ha) ^c Aantal bedrijven ^c Vermogen ^c Hoofveld	Reductie CO ₂ -emissie t.o.v. 1990 (Mton)				
		sector/IPCC		nationaal/primair brandstof		
		2007	2008 ^v	2007	2008 ^v	2008 ^v
Restwarmte	221 bedrijven	203 bedrijven	182 bedrijven	0,204	0,192	0,136
Wk-warmte energiebedrijven	252 MW _e	222 MW _e	174 MW _e	0,209	0,166	0,141
Duurzame warmte ^{a,b}	4 bedrijven 27 ha	3 bedrijven 27 ha	5 bedrijven 33 ha	0,009	0,007	0,008
Duurzame elektriciteit	86 10 ³ kWh	105 10 ³ kWh	108 10 ³ kWh	0	0	0,051
Duurzaam gas	*	*	*	*	*	*
Totaal	- d	- d	- d	0,422	0,365	0,336
v = voorlopig cijfer - = geen gegevens beschikbaar * = monitor in ontwikkeling a afkomstig uit biomassa b de vermindering van de reductie van de CO ₂ -emissie in 2008 wordt veroorzaakt doordat minder duurzame warmte is ingekocht c peildatum eind van het jaar d door de inkoop van meerdere energiesoorten op hetzelfde areaal is sommatie niet mogelijk						
				0,422	0,365	0,336
						0,287

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

Het LEI is een onderdeel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum. Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen de Social Sciences Group.

Meer informatie: www.lei.wur.nl

