

LEI Wageningen UR

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2000 - 2006



LEI

WAGENINGEN UR

LEI Wageningen UR

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2000 - 2006

Nico van der Velden
Pepijn Smit

Oktober 2007
Rapport 2.07.15
LEI, Den Haag



Het LEI kent de werkvelden:

-  Internationaal beleid
-  Ontwikkelingsvraagstukken
-  Consumenten en ketens
-  Sectoren en bedrijven
-  Milieu, natuur en landschap
-  Rurale economie en ruimtegebruik

Dit rapport maakt deel uit van het werkveld Sectoren en bedrijven

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2000 - 2006

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

Rapport 2.07.15

ISBN/EAN 978-90-8615-178-3

Prijs € 20,50

53p., fig., tab., bijl.

De Nederlandse glastuinbouw is een energie-intensieve sector. Met de Energiemonitor worden de ontwikkeling van de energie-input, de output en de met de overheid overeengekomen energie-indicatoren in de periode 2000-2006 in beeld gebracht. De cijfers voor 2006 zijn voorlopig. De energie-efficiëntie laat in deze periode een belangrijke verbetering zien. De glastuinbouw kwam in 2005 uit op 54% minder primair brandstofverbruik per eenheid product dan in 1980. De CO₂-emissie voor de teelt nam in de verslagperiode eerst toe, daarna af en was in 2005 zo'n 11% lager dan in 1990. Het elektrisch vermogen van warmtekrachtinstallaties is sterk toegenomen, waardoor de hoeveelheid ingekochte elektriciteit daalde en de verkoop steeg. Sinds 2006 is de glastuinbouw netto elektriciteitsleverancier. Het aandeel duurzame energie nam in de periode 2000-2005 toe van 0,1 tot 0,4%.

The Dutch greenhouse horticulture is an energy-intensive sector. The Energy Monitor provides an insight into the movements in the energy input, output, and energy indicators agreed with the authorities. The figures relate to 2000 to 2006 inclusive. The figures for 2006 are provisional. There was a substantial improvement in energy efficiency during this period; in 2005, the greenhouse horticulture sector's consumption of primary fuel per unit of product was 54% below the level of 1980. During the period under review, CO₂ emissions from cultivation increased and then decreased; on balance, in 2005 the emissions were some 11% lower than in 1990. The major increase in the capacity provided by combined heat and power generators resulted in decreased purchases of electricity and increased sales of electricity. The greenhouse horticulture sector became a net supplier of electricity in 2006. During the years from 2000 to 2005, the proportion of sustainable energy increased from 0.1 to 0.4%.

Bestellingen

Telefoon: 070 3358123

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

© LEI, 2007

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding



Het LEI is ISO 9001 gecertificeerd.

Inhoud

	WOORD VOORAF	5
	SAMENVATTING	7
	SUMMARY	11
1	INLEIDING	15
	1.1 Glastuinbouw en energie	15
	1.2 De Energiemonitor	15
2	DEFINITIES, METHODE EN BRONNEN	17
	2.1 Definities	17
	2.2 Methode en bronnen	20
3	ENERGIE-EFFICIËNTIE EN CO₂-EMISSION	23
	3.1 Energie-efficiëntie	23
	3.2 CO ₂ -emissie	25
	3.3 Achtergronden van de ontwikkelingen	26
4	INTENSIVERING EN ENERGIEBESPARING	30
	4.1 Inleiding	30
	4.2 Nieuwe kassen	32
	4.3 Warmtekrachtkoppeling	33
5	DUURZAME ENERGIE	36
	5.1 Gebruik	36
	5.2 Achtergronden	38
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	42
	6.1 Conclusies	42
	6.2 Aanbevelingen	44
	LITERATUUR EN WEBSITES	45
	BIJLAGEN	47

Woord vooraf

De Nederlandse glastuinbouw is een energie-intensieve sector. Rond het gebruik van energie speelt een aantal belangrijke maatschappelijke issues. 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, zowel nationaal als internationaal, van belang.

Over het energiegebruik heeft de glastuinbouw meerdere afspraken gemaakt met de Nederlandse overheid. Zo is in het Convenant Glastuinbouw en Milieu afgesproken dat de energie-efficiëntie, zijnde het primair brandstofverbruik per eenheid product, in 2010 65% lager zal zijn dan in 1980 en dat het aandeel duurzame energie dan 4% zal bedragen. Vanuit het klimaatbeleid is een streefwaarde voor de CO₂-emissie van 6,6 - 7,2 Mton overeengekomen, afhankelijk van het glasareaal.

In 2002 heeft de glastuinbouw een transitieprogramma opgesteld onder de naam 'Kas als Energiebron'. Hiermee zetten het Productschap Tuinbouw (PT), het tuinbouwbedrijfsleven en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in op de ambitie om in 2020 energieneutraal en economisch rendabel te telen in nieuwe kassen. Vertaald naar de energie-indicatoren betekent dit dat er in nieuwe kassen netto geen primaire brandstof meer nodig is.

In de achterliggende jaren werd het monitoren van het energiegebruik in de glastuinbouw bemoeilijkt door het wegvallen van databronnen en door meetproblemen in de geliberaliseerde energiemarkt. Inmiddels zijn nieuwe databronnen beschikbaar gekomen, waarmee het energiegebruik in de periode 2000 tot en met 2005 deels opnieuw in kaart is gebracht. Voor 2006 zijn voorlopige resultaten beschikbaar. De resultaten van de Energiemonitor glastuinbouw worden ook gebruikt voor de Nederlandse Energie Huishouding van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

De Energiemonitor glastuinbouw wordt verzorgd door het LEI in opdracht van het PT en SenterNovem en wordt gefinancierd door het PT en het ministerie van LNV. De leden van de begeleidingscommissie waren G.J.M.J. Brueren (LTO Noord Glaskracht), J.L. Ebbens (SenterNovem), D. Hartkamp (SenterNovem), O. Hietbrink (LEI), J.M.H. Kooren (PT), G.E. Pinxterhuis (ZLTO), M.S. Plantinga (LNV), en

P.J. Smits (PT). Een woord van dank is verschuldigd aan alle partijen die gegevens en informatie hebben aangedragen voor dit project (paragraaf 1.2). Zonder hun inbreng had de Energiemonitor niet tot stand kunnen komen.

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

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized capital 'B' followed by a capital 'J' and a capital 'C', with a horizontal line through the middle of the letters.

Dr. J.C. Blom
Algemeen directeur LEI

Samenvatting

Inleiding

De glastuinbouw heeft met de overheid concrete afspraken gemaakt over drie energi-indicatoren:

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

In deze Energiemonitor zijn de ontwikkelingen van de indicatoren in de periode 2000-2005 (deels opnieuw) in kaart gebracht en de achtergronden geanalyseerd. Ook zijn voorlopige resultaten bepaald voor 2006.

Definities, methode en bronnen

De indicatoren zijn verschillend gedefinieerd. Dit betreft zowel het areaal waar de indicator betrekking op heeft als het begrip energie. De energie-efficiëntie is het primair brandstofverbruik per eenheid product en wordt bepaald voor de productieglastuinbouw. Dit betreft de totale glastuinbouwsector minus het areaal voor uitgangsmateriaal. De CO₂-emissie wordt bepaald volgens de IPCC-methode en heeft betrekking op de gehele glastuinbouwsector. Het aandeel duurzame energie is het quotiënt van de hoeveelheid daadwerkelijk gebruikte duurzame energie en het totale energiegebruik van de gehele glastuinbouwsector.

Door de glastuinbouw wordt aardgas, olie, warmte, elektriciteit en duurzame energie gekocht en elektriciteit verkocht. Dit is op verschillende wijzen te sommeren. Het primair brandstofverbruik is de hoeveelheid fossiele brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Bij de CO₂-emissie wordt alleen de feitelijk gebruikte fossiele brandstof in beschouwing genomen; de in- en verkoop van elektriciteit en warmte telt niet mee. Voor het aandeel duurzame energie worden de energiesoorten opgeteld op basis van energie-inhoud.

De verkoop van elektriciteit telt zowel bij het primair brandstofverbruik als het totale energiegebruik mee als negatieve post. Bij de energie-efficiëntie wordt het energiegebruik gecorrigeerd voor de jaarlijkse verschillen in buitentemperatuur.

De energie-input en -output is gekwantificeerd op basis van meerdere bronnen. Het gebruik van duurzame energie is in kaart gebracht middels een inventarisatie.

De fysieke productie is indirect vastgesteld. De totale omzet aan glastuinbouwproducten fluctueert van jaar tot jaar door prijs- en productieve verschillen. De fysieke productie is bepaald door de omzet te corrigeren voor prijsmutaties.

Energie-efficiëntie tot en met 2005

Tussen 2000 en 2005 verbeterde de energie-efficiëntie van 56 tot 46% t.o.v.1980. De productieglastuinbouw gebruikte in 2005 dus 54% minder primair brandstof per eenheid product dan in 1980. Daarmee is een belangrijke stap gezet richting de doelstelling van 65% in 2010. De verbetering in de periode 2000-2005 wordt veroorzaakt door een toename van de productie per m² kas met 14% en een vermindering van het primair brandstofverbruik per m² met 7%. De productiestijging per m² is na stagnatie in de periode 1995-2000 weer toegenomen tot het niveau van 1990-1995. Sinds 1985 vond er over een periode van vijf jaar geen sterkere daling van het primair brandstofverbruik per m² plaats dan in de periode 2000-2005.

CO₂-emissie tot en met 2005

Bij de CO₂-emissie wordt onderscheid gemaakt tussen de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie voor de teelt. De CO₂-emissie voor de teelt is inclusief belichting, maar exclusief de CO₂-emissie die samenhangt met de verkoop van elektriciteit. De totale CO₂-emissie nam tussen 2000 en 2005 toe en komt in 2005 uit op 6,6 Mton. In die periode bleef het areaal glas gelijk en steeg het fossiel brandstofverbruik per m². De CO₂-emissie voor de teelt nam tussen 2000 en 2005 eerst toe en vervolgens af. Over de gehele periode is de CO₂-emissie voor de teelt duidelijk afgenomen. In 2005 bedroeg deze 6,1 Mton, wat 11% lager is dan in 1990 en onder de streefwaarde ligt. In heel Nederland nam de CO₂-emissie van 1990 tot 2005 met 11% toe tot 176,7 Mton.

Voorlopige resultaten 2006

De voorlopige resultaten voor 2006 wijzen op een verdere verbetering van de energie-efficiëntie, stabilisatie van de totale CO₂-emissie en een duidelijk vermindering van de CO₂-emissie voor de teelt. De elektriciteitsverkoop overtrof de inkoop, waardoor de glastuinbouw in 2006 netto leverancier werd van elektriciteit.

Intensivering en energiebesparing

De ontwikkeling van het energiegebruik van de glastuinbouw wordt bepaald door intensivering van de productie en door energiebesparing. De Nederlandse glastuinbouw onderscheidt zich door het leveren van kwaliteitsproducten aan de internationale markt. Behoud van de concurrentiepositie vergt intensivering van de productie, wat gepaard gaat met een stijgende energie-input. Het energiegebruik is te verminderen door toepassing van energiebesparende opties (nieuwe kassen, energieschermen, temperatuurintegratie, enzovoort). De energievoorziening kan op efficiëntere en/of duurzamere wijze door het gebruik van warmtekraftkoppeling en aanwending van duurzame energie.

Nieuwe kassen

Nieuwe kassen doen de fysieke productie stijgen, verminderen de energievraag en lenen zich technisch voor (meer) energiebesparende opties, waardoor energiebesparing en productiestijging samengaan. Daarnaast kan bij de ontwikkeling van nieuwe glastuinbouwgebieden worden ingezet op een efficiëntere energiehuishouding voor het totale gebied. Deze ontwikkelingen dragen bij aan verlaging van de CO₂-emissie, verbetering van de energie-efficiëntie en versterking van de internationale concurrentiepositie van de Nederlandse glastuinbouw.

Sinds 1997 worden er jaarlijks gemiddeld ruim 400 ha kassen gebouwd ofwel 4% van totaal areaal. Uitgaande van een economische levensduur van tien tot twintig jaar betekent dit dat het kassenbestand technisch en economisch aan het verouderen is.

Warmtekraftkoppeling

Door warmtekraftkoppeling (wkk) wordt er meer bruikbare energie uit (fossiele) brandstof gehaald dan in een traditionele elektriciteitscentrale. De glastuinbouw maakt gebruik van wk-installaties (gasmotoren) en koopt tevens restwarmte in van elektriciteitscentrales. Er moet onderscheid worden gemaakt tussen wk-installaties van energiebedrijven en van glastuinbouwbedrijven. Installaties van energiebedrijven leveren evenals restwarmteprojecten warmte aan glastuinbouwbedrijven. Voor de eigen wk-installaties kopen glastuinbouwbedrijven aardgas in. De geproduceerde elektriciteit wordt deels zelf aangewend en deels verkocht op de elektriciteitsmarkt, de vrijkomende warmte wordt grotendeels benut op de glastuinbouwbedrijven. Ook de rookgassen uit de wk-installaties worden vaak nuttig toegepast als CO₂-bemesting voor de gewassen.

Sinds 1983 koopt de glastuinbouw veel warmte in. Tot 1998 steeg het aandeel tot ruim 11% van het totaal energiegebruik. Door liberalisering van de energiemarkt nam de warmte-inkoop na 1998 sterk af. In 2005 lag het aandeel op ruim 7%.

Begin 2007 was het elektrisch vermogen van wk-installaties van de glastuinbouw opgelopen tot 1.600 à 1.700 MW. Dit komt overeen met twee tot drie elektriciteitscentrales.

Achtergronden ontwikkelingen

Door vermindering van de hoeveelheid ingekochte warmte is zowel het primair als het fossiel brandstofverbruik toegenomen. Hierdoor verslechtert de energie-efficiëntie en stijgt de CO₂-emissie. Het sterk gestegen wk-vermogen op tuinbouwbedrijven leidt tot meer aardgasverbruik, minder inkoop en meer verkoop van elektriciteit. Per saldo resulteert dit in vermindering van het primair brandstofverbruik en verbetering van de energie-efficiëntie. Het hogere aardgasverbruik doet de totale CO₂-emissie weliswaar toenemen, maar door hun efficiënte productie van elektriciteit en warmte leiden wk-installaties toch tot daling van de CO₂-emissie voor de teelt.

In 2005 en 2006 is het energiegebruik en daarmee ook de CO₂-emissie mede gereduceerd door de sterke stijging van de energieprijzen. De stabilisatie van de fysieke productie in 2005 en de teruggang in 2006 hangen hier waarschijnlijk mee samen.

Duurzame energie

Het aandeel duurzame energie is toegenomen van circa 0,1% in 2000 tot circa 0,4% in 2005. Dit ligt nog ver af van de doelstelling van 4% in 2010. Het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw betreft biomassa (resthout), zonne-energie (gesloten kas met warmtepomp en opslag in aquifers) en de inkoop van duurzame elektriciteit. De toename komt voort uit de twee laatste vormen. Geconditioneerd telen met herwinning van koelwarmte is een logische vervolgstap in het intensiveringproces. De actuele toename van het wk-vermogen met aardgas als brandstof beperkt de verdere groei van het aandeel duurzame energie; in de energievraag kan immers maar eenmaal worden voorzien.

Summary

Energy Monitor of the Dutch greenhouse horticulture sector 2000-2006

Introduction

The greenhouse horticulture sector has reached specific agreements with the authorities relating to three energy indicators:

1. A 65% improvement in energy efficiency by 2010 as compared to the level in 1980.
2. A 4% proportion of sustainable energy by 2010.
3. CO₂ emission indicative target of 6.6 Mtonnes per annum for cultivation under 10,500 hectares of glass, and 7.2 Mtonnes for cultivation under 11,500 hectares of glass in the period 2008-2012.

This Energy Monitor provides insight into the movements of the indicators during the years from 2000 to 2005, and an analysis of the background to those movements. In addition, the provisional results have been determined for 2006.

Definitions, method, and sources

The indicators are defined in different ways, both with respect to the area under cultivation that is taken into account by the indicator, and to the meaning of “energy”. The energy efficiency, defined as the consumption of primary fuel per unit of product, is determined for the greenhouse cultivation area allocated to production, i.e. the greenhouse horticulture sector’s total area of glass less the area used to cultivate the plant material required to grow the crops. CO₂ emissions are determined according to the IPCC method, and relate to the entire greenhouse horticulture sector.

The proportion of sustainable energy is determined from the quotient of the amount of energy from sustainable sources and the greenhouse horticulture sector’s total energy consumption.

The greenhouse horticulture sector purchases natural gas, oil, heat, electricity and sustainable energy, and sells electricity. These can be totalled in various ways. The consumption of primary fuel is based on the quantity of fossil fuel required to produce the various forms of energy. The CO₂ emissions are determined solely on the basis of the actual consumption of fossil fuel, and the purchases and sales of electricity and heat are not taken into account. The proportion of sustainable energy is determined from the energy content of the various forms of energy.

The consumption of primary fuel and the total consumption of energy are both determined after the deduction of the sector's sales of electricity. The determination of the energy efficiency includes a correction applied to the energy consumption that takes account of the annual fluctuations in ambient temperature.

The energy input and output is quantified on the basis of a number of sources. The use of sustainable energy is based on an inventory.

The sector's total yield is determined by an indirect method. The greenhouse horticulture sector's total sales exhibit annual fluctuations caused by differences in prices and sizes of the yields; the total yield is determined from the sales after making a correction for fluctuations in prices.

Energy efficiency

During the years from 2000 to 2005, the energy efficiency increased from 56 to 46% as compared with 1980, and consequently in 2005 the production glasshouse horticulture sector used 54% less primary fuel per unit of product as compared to 1980. In so doing, the sector has taken a major step towards the achievement of the 65% target by 2010. The improvement in the years between 2000 and 2005 was due to a 14% increase in yield per m² greenhouse and a 7% reduction of the consumption of primary fuel per m² of greenhouse. After a period of stagnation in the years from 1995 to 2000, the increase in yield per m² subsequently once again increased to the level of 1990-1995. The period from 2000 to 2005 exhibited the largest five-year decline in the consumption of primary fuel per m² in the years since 1985.

CO₂ emission

The figures for CO₂ emissions make a distinction between total CO₂ emissions and CO₂ emissions from cultivation. The CO₂ emissions from cultivation are inclusive of assimilation lighting, but exclusive of the CO₂ emissions associated with sales of electricity. During the years from 2000 to 2005, the total CO₂ emissions increased, and in 2005 ultimately amounted to 6.6 Mtonnes. The CO₂ emissions from cultivation increased and then decreased. Over the entire period the CO₂ emissions from cultivation exhibited a significant decline; in 2005 these amounted to 6.1 Mtonnes, 11% lower than in 1990 and under the indicative target. During the years from 1990 to 2005, the Netherlands' overall CO₂ emissions increased by 11% to 176.7 Mtonnes.

Provisional results for 2006

The provisional results for 2006 indicate a further improvement in energy efficiency, stabilisation of total CO₂ emissions, and a significant decline in CO₂ emissions from cultivation. In 2006, sales of electricity were in excess of purchases, as a result of which the greenhouse horticulture sector became a net supplier of electricity.

Intensification and energy conservation

The movements in the greenhouse horticulture sector's consumption of energy are determined by intensified cultivation and energy conservation. The Dutch greenhouse horticulture sector distinguishes itself by virtue of its supply of high-quality produce to the international markets. The sector's retention of its competitive position requires intensified cultivation, which in turn results in an increased energy input. The energy consumption can be reduced by the implementation of energy-conservation measures (new greenhouses, energy screens, temperature integration, etc.). Efficient and/or sustainable supplies of energy can be achieved by making use of CHP generators and energy from sustainable sources.

New greenhouses

New greenhouses lead to increased yields, decreased energy demand, and opportunities for the implementation of further energy-conservation measures, thereby achieving both energy conservation and increased yields. Moreover, the development of new greenhouse horticulture regions also offers opportunities for a more efficient energy management in the entire region. These developments contribute to the reduction of CO₂ emissions, the improvement of the energy efficiency, and the enhancement of the Dutch greenhouse horticulture sector's international competitive position.

In the years since 1997, an average of more than 400 hectares of greenhouses have been constructed every year, equivalent to 4% of the total area under glass. On the basis of the ten to twenty-year economic useful life of a greenhouse, this implies that the greenhouses are aging, both from a technical and economic perspective.

Combined heat and power generators (Cogeneration)

Combined heat and power generators (CHP) are more efficient in their production of usable energy from fossil fuels as compared to traditional power stations. The greenhouse horticulture sector makes use of CHP generators (gas motor), and buys reject heat from power stations. A distinction needs to be made between CHP generators owned by energy companies and those owned by greenhouse horticulture holdings. The power companies' installations, in analogy with residual-heat projects, also supply residual heat to greenhouse horticulture holdings. Greenhouse horticulture holdings purchase natural gas for their in-house combined heat and power generators. Part of the electricity generated by these generators is used by the holding, and the remainder is sold on the electricity market; the majority of the produced heat is used by the greenhouse holding. In addition, the holdings often make use of the flue gases from the combined heat and power generators for the CO₂ fertilisation of the crops.

The greenhouse horticulture sector has purchased large quantities of heat since 1983. In the years up to 1998, the share increased to more than 11% of the total consumption of energy, and subsequently exhibited a significant decrease due to reduced purchases of heat following the liberalisation of the energy market. In 2005, the share was more than 7%.

At the beginning of 2007, the capacity of the greenhouse horticulture sector's CHP generators had increased to between 1,600 and 1,700 MW, equivalent to two or three power stations.

Background to the developments

The reduced purchases of heat have resulted in an increase in the consumption of both primary and fossil fuel, in turn causing a deterioration in the energy efficiency and an increase in CO₂ emissions. The greatly increased capacity of the greenhouse horticulture sector's CHP generators results in increased natural gas consumption, and in reduced purchases of and increased sales of electricity. On balance, this results in a reduction of the consumption of primary fuel and an improvement in the energy efficiency. Although the increased natural gas consumption increases the total CO₂ emissions, the CHP generators' more efficient production of electricity and heat nevertheless result in reduced CO₂ emissions from cultivation.

The greatly increased energy prices in 2005 and 2006 also contributed to the reduction of the sector's energy consumption and, consequently, CO₂ emissions. The stabilisation of the sector's total yield in 2005 and the decline in 2006 are probably related to this reduction of the energy consumption.

Sustainable energy

Sustainable energy's share of the total energy consumption increased from approximately 0.1% in 2000 to approximately 0.4% in 2005, still far removed from the 4% target by 2010. The sector's use of sustainable energy relates to biomass (waste wood), solar power (closed greenhouses with heat pump and storage in aquifers), and the purchase of sustainable electricity. The last two forms account for the increased consumption of sustainable energy. Conditioned cultivation with the recovery of the heat from the cooling system is the next logical step in the intensification process. The current increase in the power generated by natural gas-fired CHP generators restricts the further increase of sustainable energy's share of the total energy consumption; after all, the energy demand can be supplied only once.

1.1 GLASTUINBOUW EN ENERGIE

Voor de glastuinbouw is energie een belangrijke productiefactor. Zowel door de stijgende kosten als door de effecten op het milieu staat het energiegebruik van de glastuinbouw sterk in de belangstelling. Over drie energie-indicatoren zijn concrete doelstellingen c.q. afspraken overeengekomen met de landelijke overheid:

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

De doelstellingen voor energie-efficiëntie en duurzame energie liggen vast in het convenant Glastuinbouw en Milieu (GlaMi) uit 1997 en latere aanvullingen hierop in 2000. Vanuit het klimaatbeleid is in 2004 een streefwaarde voor de CO₂-emissie overeengekomen tussen het tuinbouwbedrijfsleven en de overheid. Het gaat om een absolute uitstoot van CO₂, gerelateerd aan het totale glasareaal in Nederland. De energie-efficiëntie is een relatieve indicator, gedefinieerd als het energiegebruik per eenheid product. Hierbij wordt rekening gehouden met de omvang van de tuinbouwproductie waarvoor de energie is ingezet. De energie-efficiëntie is een maat voor de duurzaamheid van de productie, de CO₂-emissie zegt meer over de absolute milieubelasting.

1.2 DE ENERGIEMONITOR

De Energiemonitor kwantificeert en analyseert de ontwikkelingen en achtergronden van de genoemde energie-indicatoren. Door het wegvallen van databronnen die voorheen werden gebruikt en meetproblemen in de geliberaliseerde energiemarkt werd het monitoren gedurende een reeks van jaren bemoeilijkt.

Door het beschikbaar komen en combineren van nieuwe databronnen is een inhaalslag gemaakt. Op basis daarvan zijn in deze rapportage de ontwikkelingen in

de gehele periode 2000 tot en met 2005 (deels opnieuw) in kaart gebracht en de achtergronden geanalyseerd. Ook zijn voorlopige resultaten voor 2006 bepaald. Ten opzichte van de Energiemonitors tot en met 2000 is er geen trendbreuk geconstateerd. Wel wijken de nauwkeurigere cijfers over de eerste jaren na 2000 af van eerdere publicaties.

In hoofdstuk 2 worden de onderzoeksmethodiek, de uitwerking van definities en de gebruikte bronnen beschreven. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie, de CO₂-emissie en de achtergronden van de ontwikkelingen komen aan bod in hoofdstuk 3. Het intensiveringproces en energiebesparing passeren in hoofdstuk 4 de revue. Hoofdstuk 5 gaat in op duurzame energie en de Energiemonitor wordt in hoofdstuk 6 afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

Definities, methode en bronnen



2

2.1 DEFINITIES

Indicatoren

De *energie-efficiëntie* is het primair brandstofverbruik per eenheid product van de productieglastuinbouw, uitgedrukt in procenten van het niveau in 1980.

De *CO₂-emissie* in Mton per jaar wordt bepaald volgens de IPCC-methode en heeft betrekking op de gehele glastuinbouwsector.

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

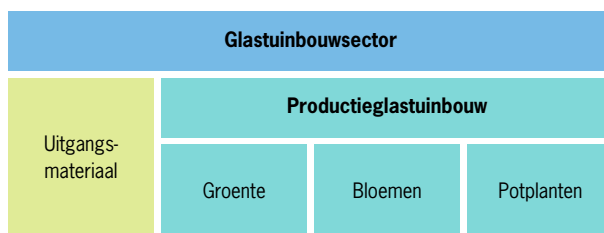
De definities van de indicatoren verschillen ten aanzien van het areaal glas en het begrip energie.

Areaal

De glastuinbouw omvat zowel het areaal productieglastuinbouw als het areaal uitgangsmateriaal (figuur 2.1). De productieglastuinbouw bestaat uit de subsectoren groente (inclusief fruit), bloemen (inclusief bolbloemen) en potplanten (inclusief boomkwekerij). 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 dit areaal buiten beschouwing bij de energie-efficiëntie. Voor het bepalen van de CO₂-emissie en het aandeel duurzame energie wordt het uitgangsmateriaal wel meegenomen.

Figuur 2.1

Schematische weergave areaal glastuinbouw en productieglastuinbouw

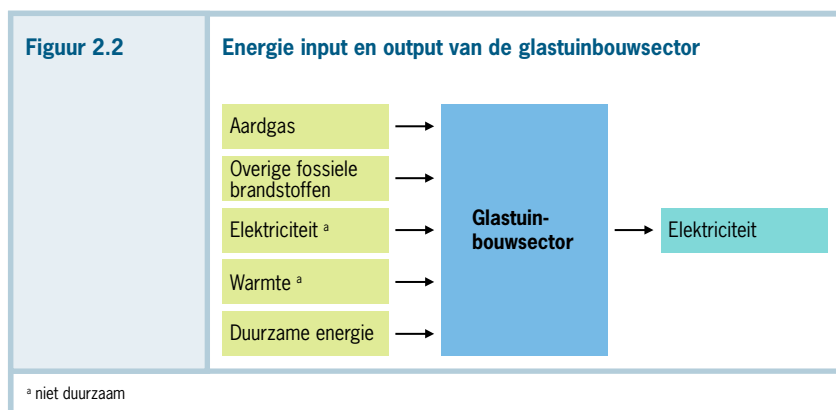


Energie

Het energiegebruik in de glastuinbouw heeft betrekking op meerdere soorten energie (figuur 2.2). Er wordt aardgas, olie, warmte, elektriciteit en duurzame energie ingekocht en elektriciteit verkocht. Dit is op verschillende wijzen te sommeren.

Sommatie van de energiegebruiken op basis van energie-inhoud resulteert in het kengetal **energiegebruik**.

Voor het kengetal **primair brandstofverbruik** wordt de hoeveelheid fossiele brandstof bepaald die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten. Aardgas en olie zijn al primaire brandstoffen. Voor elektriciteit wordt het primair brandstofgebruik bepaald door de elektriciteitsproductie te herleiden tot hoeveelheid fossiele brandstof die daarvoor in een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale



nodig is. De ingekochte warmte komt van elektriciteitscentrales (restwarmte) en wk-installaties van energiebedrijven (wk-warmte). Door de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte daalt de elektriciteitsproductie van deze bronnen. 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. Elders verstookte brandstof voor levering van warmte en elektriciteit aan de glastuinbouw telt niet mee. Dit geldt overigens ook voor de brandstofbesparing die elders wordt gerealiseerd door energielevering vanuit de glastuinbouw (elektriciteit en in de toekomst wellicht ook warmte). De in- en verkoop van energie heeft echter wel invloed op de nationale en mondiale CO₂-emissie.

Een toelichting op de bepaling van het primair brandstofverbruik, de CO₂-emissie en de daarbij gebruikte omrekeningsfactoren is opgenomen in bijlage 1.

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

Duurzame energie

Onder duurzame energie wordt verstaan energie uit zon, wind, waterkracht, aardwarmte en biomassa via een hernieuwbaar proces. Dit hernieuwbaar betekent dat er geen fossiele brandstof wordt gebruikt en netto geen CO₂-emissie ontstaat. De doelstelling voor duurzame energie heeft betrekking op duurzame energie die werkelijk wordt aangewend in de glastuinbouw. Opties die duurzame energie produceren die elders wordt aangewend tellen niet mee. Een voorbeeld hiervan is een windmolen waarvan alle geproduceerde elektriciteit 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 primair brandstofverbruik en de CO₂-emissie.

Verkoop van elektriciteit

Bij de indicatoren totaal energiegebruik en primair brandstofverbruik vormt de verkochte energie (elektriciteit) een negatieve post, die wordt gesaldeerd met de



Verdeelstukken koude en warmte

ingekochte energie. Bij de CO₂-emissie is dat niet het geval; in- en verkoop van elektriciteit en warmte blijven bij de IPCC-methode buiten beschouwing.

Temperatuurcorrectie

Het energiegebruik verschilt van jaar tot jaar. Dit wordt mede veroorzaakt door temperatuurverschillen. Hiervoor kan het energiegebruik worden gecorrigeerd. Dit vindt plaats bij het primair brandstofverbruik. Voor het totale energiegebruik en de CO₂-emissie vindt geen temperatuurcorrectie plaats. Een toelichting op de temperatuurcorrectie is opgenomen in bijlage 1.

CO₂-emissie en elektriciteitsverkoop

De CO₂-streefwaarde heeft betrekking op de teelt, inclusief belichting. De CO₂-emissie die gerelateerd is aan door de glastuinbouw verkochte elektriciteit wordt niet meegerekend. Daarvoor moet de werkelijke CO₂-emissie worden gesplitst in CO₂-emissie voor de teelt en voor de verkoop van elektriciteit. Deze splitsing kan op verschillende wijzen plaatsvinden. Hierover zijn beleidsmatig (nog) geen afspraken gemaakt. Daarom wordt in dit rapport volstaan met een indicatie (paragraaf 3.2).

2.2 METHODE EN BRONNEN

Voor het kwantificeren van de indicatoren moet de ontwikkeling van de totale energie-input en -output van de glastuinbouw en de productieglastuinbouw (figuur 2.2) worden vastgesteld. Voor de energie-efficiëntie betreft dit ook de fysieke productie.

Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Bedrijven-Informatienet van het LEI
- Sectorrekening Glastuinbouw van het LEI
- Veilingomzetten bloemen en planten van de Vereniging van Bloemenveilingen in Nederland (VBN)
- Prijsinformatie bloemen en planten van de VBN
- Energieregistraties van het Milieu Project Sierteelt (MPS)
- Energiegebruik en fysieke productie vruchtgroente van het Informatienet, boekhoudbureaus, telersverenigingen en adviseurs
- Inkoop restwarmte van de leveranciers
- Elektrisch vermogen van wk-installaties (energiebedrijven en tuinders) via de inventarisatie door Cogen Projects
- Areaalgegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)
- Areaalgegevens belichting vruchtgroenten van adviseurs

Energie-input en -output

Figuur 2.2 geeft de energie-input en -output van de (productie)glastuinbouw schematisch weer. Vanuit MPS is informatie beschikbaar over het energiegebruik per energiesoort in de subsectoren bloemen en potplanten en voor het uitgangsmateriaal. De deelnemers van MPS zijn ingedeeld naar gewas(groep) overeenkomstig de Landbouwtelling van het CBS. Met behulp van de areaalgegevens per gewas(groep) van de Landbouwtelling is de informatie per gewas(groep) van MPS geaggregeerd naar subsectorniveau. Voor de groenteteelt is informatie verzameld over het energiegebruik bij de belangrijkste gewassen (tomaat, paprika en komkommer).

Daarnaast is informatie beschikbaar over de warmte-inkoop door de glastuinbouw. Gegevens over de hoeveelheid afgenomen restwarmte zijn verkregen van de leveranciers en de hoeveelheid wk-warmte is afgeleid uit de wk-inventarisatie van Cogen Projects. Deze laatste bron is ook gebruikt voor het in beeld brengen van de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw

Elektriciteitsbalans

Voor het in kaart brengen van de elektriciteitsbalans van de glastuinbouw zijn de inkoop, verkoop en productie gekwantificeerd. De glastuinbouw produceert op grote schaal elektriciteit met wk-installaties.

Inventarisatie duurzame energie

Statistieken over het gebruik van duurzame energie in de glastuinbouw zijn niet beschikbaar. Het gebruik van duurzame energie betreft duurzame warmte en duurzame elektriciteit. Duurzame warmte betreft een beperkt aantal projecten en is in kaart gebracht middels een inventarisatie. De inventarisatie omvatte twee fasen. Eerst is een overzicht gemaakt van alle glastuinbouwprojecten waar duurzame warmte wordt ingezet. De gegevens zijn onder andere afkomstig van ondernemers, adviseurs, toeleveranciers, vakbaden, beleidsmedewerkers en belangenbehartigers. Vervolgens is per project de gebruikte hoeveelheid duurzame warmte gekwantificeerd. Momenteel worden twee soorten duurzame warmte toegepast: biomassa en zonne-energie in geconditioneerde teeltsystemen. Gegevens over warmte uit biomassa zijn verkregen uit de registraties van biomassaprojecten. Voor (semi-)gesloten kasprojecten met zonne-energie zijn reële inschattingen gemaakt van de koeling met warmtepompen en de warmteopslag in aquifers.

Het gebruik van duurzame elektriciteit in de subsectoren bloemen, potplanten en uitgangsmateriaal is bepaald op basis van MPS registraties. Voor de groenteteelt vormden deskundigen en energieleveranciers de bronnen.

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. Het sommeren van deze eenheden vindt plaats op indirecte wijze. Hierbij wordt uitgegaan van de totale omzet aan glastuinbouwproducten per jaar. Omzetverschil tussen twee jaren worden verklaard door mutaties in prijs en fysieke productie. De fysieke productie wordt uiteindelijk bepaald door de jaaromzet te corrigeren voor de gemiddelde prijsmutatie van alle glastuinbouwproducten. De gemiddelde prijsmutatie wordt per subsector berekend (planten, bloemen en groente). Voor het bepalen van de gemiddelde prijsmutatie is de opsplitsing in afzonderlijke producten en producttypen van belang. Binnen het productiepakket van de glastuinbouw vindt als gevolg van het intensiveringproces (zie hoofdstuk 4) een continue verschuiving plaats van goedkopere naar duurdere producten. Voorbeelden hiervan zijn de verschuiving van klein- naar grootbloemige roos, van losse naar trostomaten, enzovoort. Wanneer deze producttypen niet afzonderlijk in beschouwing worden genomen ontstaat een te grote prijsmutatie, waardoor de fysieke productie te laag wordt vastgesteld.

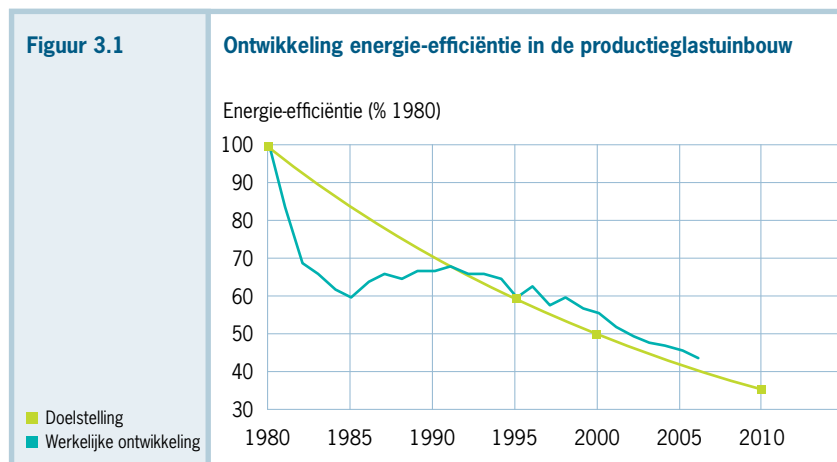
Voor het vaststellen van prijsmutaties bij de groente is helaas geen goede bron beschikbaar. Daarom is voor deze subsector informatie over de ontwikkeling van de fysieke productie verzameld van de belangrijkste gewassen. Dit heeft plaatsgevonden in combinatie met het verzamelen van de informatie over het energiegebruik.

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie



3.1 ENERGIE-EFFICIËNTIE

Tussen 2000 en 2005 verbeterde de energie-efficiëntie van 56 naar 46% ten opzichte van 1980 (figuur 3.1). De glastuinbouw gebruikte in 2005 per eenheid product dus 54% minder primair brandstof dan in 1980. De verbetering in 2000-2005 is het gevolg van 14% productiestijging en 7% minder primair brandstofverbruik per m² kas.



Tussen 2000 en 2005 steeg de fysieke productie met 2,3 % per jaar (tabel 3.1). De absolute stijging was gelijk aan die in de periode 1990-2000, die twee keer zo lang duurde. Van 1995 tot 2000 steeg de productie nauwelijks vanwege de kwaliteitsslag die de Nederlandse glastuinbouw toen maakte. Kwaliteitsverbetering concurreert met productiestijging. Ook speelt mee dat het in de jaren 2000-2005 gemiddeld 6% lichter was dan normaal, terwijl de twee voorafgaande perioden juist donkerder waren. Uit tabel 3.1 blijkt ook dat van alle perioden de sterkste daling van het primair brandstofverbruik per m² kas plaatsvond in de periode 2000-2005.

De voorlopige cijfers van 2006 wijzen op voortgaande verbetering van de energie-efficiëntie, ondanks een daling van de fysieke productie per m².



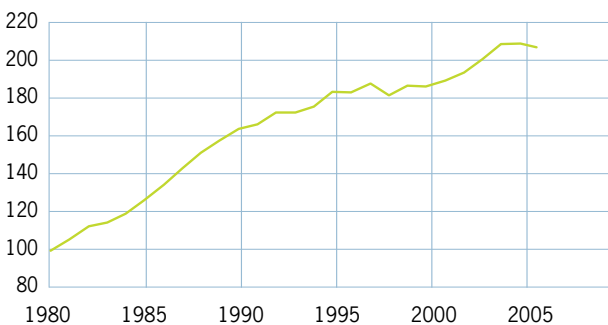
Potplanten in twee lagen

Dit laatste hangt waarschijnlijk samen met de vermindering van het energiegebruik als reactie op de sterk gestegen energieprijzen in 2005 en 2006. Ook in 2005 was de stijging van de productie beperkt van omvang. Het weerbeeld in de zomer van 2006 - een aantal warme weken gevolgd door een relatief donkere periode - kan eveneens meespelen.

Figuur 3.2

Ontwikkeling fysieke productie in de productieglastuinbouw

Fysieke productie (% 1980)



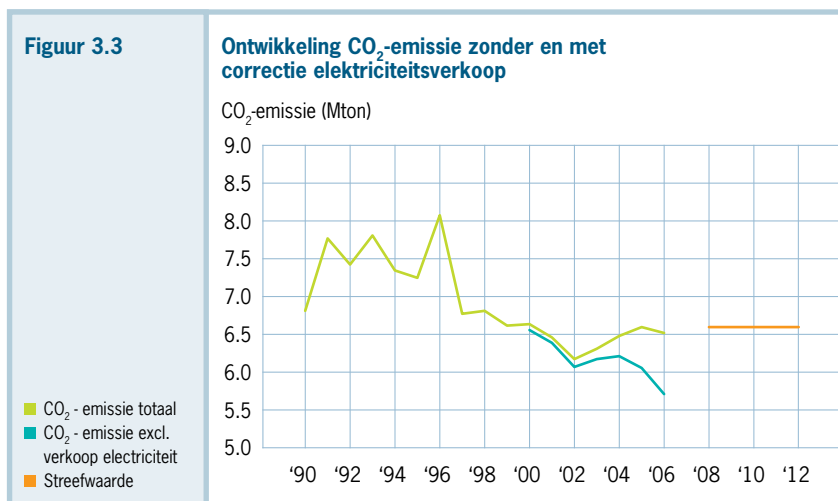
Tabel 3.1 Ontwikkeling fysieke productie en primair brandstofverbruik in de productieglasuinbouw en de lichtsom in perioden van 5 jaar			
Periode	Gemiddelde ontwikkeling fysieke productie per m ² (%/jaar)	Lichtsom (% gemiddelde)	Gemiddelde ontwikkeling primair brandstofverbruik per m ² (%/jaar)
1980-1985	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
2000-2005	2,3	106	-1,5
1980-2005	3,7	100	-0,2

3.2 CO₂-EMISSIE

CO₂-emissie totaal

Bij de CO₂-emissie wordt onderscheid gemaakt tussen de totale CO₂-emissie en de CO₂-emissie exclusief elektriciteitslevering (hoofdstuk 2). De totale CO₂-emissie nam tussen 2000 en 2005 eerst af en daarna toe. In 2005 bedroeg de totale emissie 6,6 Mton. Dit is 3% minder dan de 6,8 Mton in 1990 (figuur 3.3).

Het patroon van afnemende en weer stijgende CO₂-emissie hangt samen met het gelijkblijvende areaal, een vermindering van het fossiele brandstofverbruik per m² tot en met 2002 en een toename in de jaren daarna. In relatie tot de CO₂-emissie dient te worden opgemerkt dat bij deze indicator geen temperatuurcorrectie plaatsvindt en dat



de laatste jaren relatief warm waren. Uit de voorlopige cijfers van 2006 blijkt dat de totale CO₂-emissie zich stabiliseert.

Verkoop van elektriciteit

De streefwaarde voor de CO₂-emissie van de glastuinbouw heeft betrekking op de teelt inclusief belichting. Hiervoor is de ontwikkeling van de totale CO₂-emissie van de glastuinbouw gepresenteerd. Voor een vergelijking met de streefwaarde moet de CO₂-emissie worden gesplitst in CO₂-emissie voor de teelt en voor de verkoop van elektriciteit. Deze splitsing kan op verschillende wijzen plaatsvinden. Omdat hierover (nog) geen beleidsafspraken zijn gemaakt, wordt in deze rapportage volstaan met een grove indicatie. De CO₂-emissie als gevolg van elektriciteitslevering door de glastuinbouw bedroeg circa 0,5 Mton in 2005 en ongeveer 0,8 Mton in 2006. Hierbij is rekening gehouden met het extra aardgasgebruik van de wk-installaties en de besparing door het gebruik van warmte uit de wk-installaties.

Na correctie voor elektriciteitsverkoop resulteren CO₂-emissies van 6,1 Mton in 2005 en 5,7 Mton in 2006 (figuur 3.3). Deze waarden liggen onder de streefwaarde en zijn de laagste sinds 1990. Wordt alleen de CO₂-emissie voor de teelt meegewogen, dan was de CO₂-emissie van de glastuinbouw in 2005 11% lager dan in 1990. Landelijk bedroeg de CO₂-emissie toen 176,7 Mton (bijlage 1), wat 11% meer is dan in 1990.

3.3 **ACHTERGRONDEN VAN DE ONTWIKKELINGEN**

De ontwikkeling van de energie-indicatoren is getalsmatig weergegeven in bijlage 2. In bijlage 3 is de ontwikkeling van het totale energiegebruik in de glastuinbouw opgesplitst naar energiesoort en worden ook de in- en verkochte hoeveelheden vermeld. De ingekochte hoeveelheid warmte daalt. De inkoop van elektriciteit nam tot 2005 toe, maar daalde in 2006. De elektriciteitsverkoop nam vanaf 2002 sterk toe, waardoor de netto inkoop (inkoop minus verkoop) gestaag daalde en er in 2006 voor het eerst sprake was van netto verkoop.

Inkoop van warmte

De dalende warmte-inkoop betreft zowel restwarmte als wk-warmte (hoofdstuk 4) en beïnvloedt de energie-efficiëntie en de reductie van de CO₂-emissie negatief. Het gebruik van warmte van derden bespaarde in 1998 zo'n 365 miljoen m³ a.e. primair brandstof. In 2005 was dit ruim 200 miljoen m³ a.e. Zonder deze teruggang zou de energie-efficiëntie 2 procentpunt beter en de CO₂-emissie 0,4 Mton lager uitkomen.



Rookgasreiniger wk-installatie

Doelstellingen aanvullend convenant

In het aanvullend convenant Glastuinbouw en Milieu (2002) is voor het gebruik van warmte van derden een doelstelling afgesproken (3.300 ha en een bijbehorende warmtedekkinggraad van 70% voor restwarmte en 50% voor wk-warmte of 2.800 ha en een bijbehorende warmtedekkinggraad van 75% voor restwarmte en 55% voor wk-warmte). Door het dalende gebruik van warmte van derden - een gevolg van de liberalisering van de energiemarkt - wordt deze doelstelling niet gerealiseerd. Als deze doelstelling wel wordt gerealiseerd, verbetert de energie-efficiëntie met 3-4 procentpunten. Hierbij wordt opgemerkt dat bij een groter areaal met warmte van derden minder wk-installaties in gebruik zouden zijn; een kas hoeft immers maar één keer warm te worden gehouden. Hierdoor zou de positieve bijdrage van wk-installaties aan de energie-efficiëntie en reductie van de CO₂-emissie lager uitvallen.

Wk-installaties

Door de sterke groei van het aantal wk-installaties van de tuinders (hoofdstuk 4) wordt er minder elektriciteit ingekocht en meer verkocht. Dit leidt tot reductie van het primair brandstofverbruik en verbetering van de energie-efficiëntie. De wk-installaties leiden wel tot meer fossiel brandstofverbruik en een grotere totale CO₂-emissie. In combinatie met het lagere energiegebruik voor de teelt in 2005 en 2006 blijven het totale fossiele

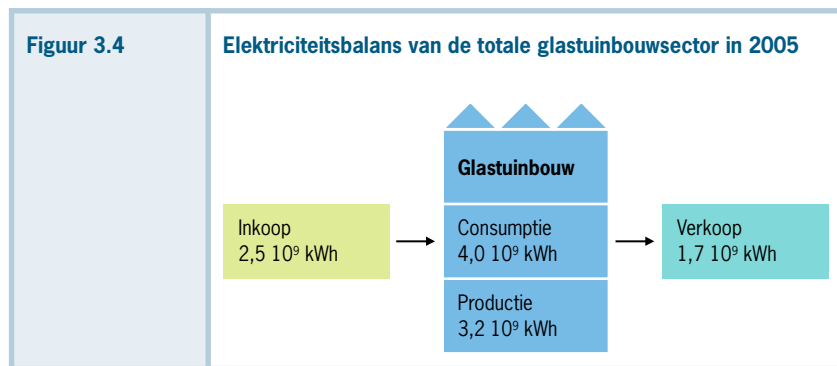
brandstofverbruik en de totale CO₂-emissie ongeveer gelijk. Door de verkoop van elektriciteit daalt de CO₂-emissie voor de teelt.

Elektriciteitsbalans

Zowel het areaal met groeilicht als de intensiteit van belichting neemt toe. Voorts is er meer elektriciteit nodig voor mechanisatie en automatisering (paragraaf 4.1). Door de toename van het wk-vermogen wordt er meer elektriciteit geproduceerd. In de geliberaliseerde energiemarkt is elektriciteit in de daluren (nacht) relatief goedkoop en in plateau-uren (dag) relatief duur. Tuinders met eigen wk-installaties produceren vooral overdag stroom voor verkoop. Voor belichting in de goedkope nacht wordt elektriciteit geproduceerd met de wk-installaties en elektriciteit ingekocht. Hierdoor verandert de elektriciteitsbalans. In 2000 werd ruim 1,4 miljard kWh ingekocht en een kleine 0,3 miljard kWh verkocht. Vijf jaar later bedroeg de inkoop circa 2,5 miljard kWh en werd er 1,7 miljard kWh verkocht. De netto-elektriciteitsinkoop (saldo inkoop minus verkoop) is dus gedaald van 1,2 naar 0,8 miljard kWh (bijlage 3).

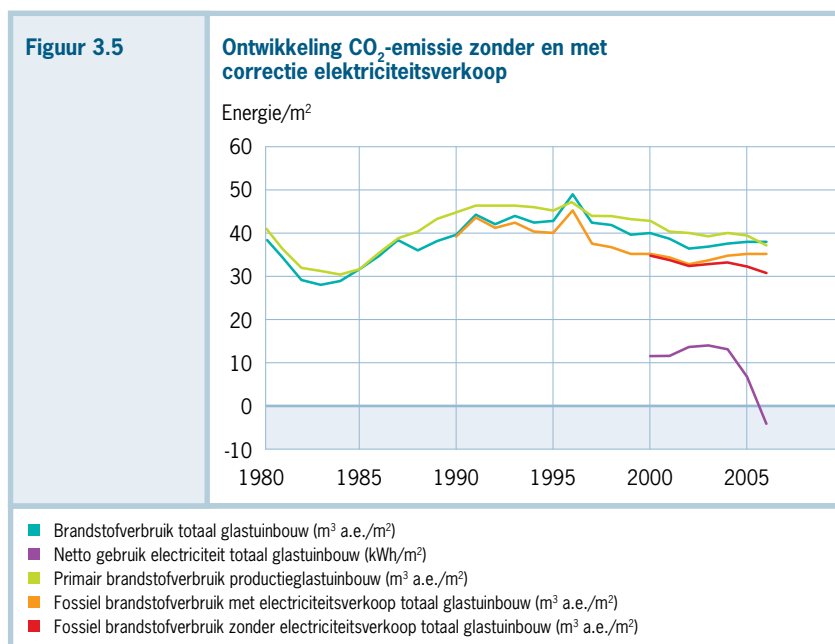
De wk-installaties produceerden in 2005 naar schatting 3,2 miljard kWh. De totale elektriciteitsconsumptie door de glastuinbouw komt dus uit op ongeveer 4,0 miljard kWh. De elektriciteitsbalans van 2005 is schematisch weergegeven in figuur 3.4.

Door voortgaande stijging van het wk-vermogen op glastuinbouwbedrijven werd de sector in 2006 zelfs netto leverancier van elektriciteit. Er is toen meer elektriciteit verkocht dan ingekocht. Uit de voorlopige cijfers blijkt dat de nettolivering een kleine half miljard kWh bedraagt. Dit komt overeen met ruim 4 kWh per m² kas (figuur 3.5) en met het elektriciteitsverbruik van circa 130.000 huishoudens.



Ontwikkeling energiegebruik in de tijd

In figuur 3.5 zijn het netto-elektriciteitsverbruik, het totale brandstofverbruik, het primair brandstofverbruik en het fossiele brandstofverbruik met en zonder elektriciteitsverkoop weergegeven per m² kas. Zowel het totale als het fossiele brandstofverbruik daalde sinds 1991 trendmatig. Vanaf 2002 nemen de verbruiken weer toe. Dit hangt samen met de gewijzigde tariefstructuur van de geliberaliseerde energiemarkt, waardoor de marginale prijs (de prijs voor een eenheid energie meer of minder) daalde (Van der Velden et al., 1999). Sinds 2004 nemen het primair en het fossiele brandstofverbruik (zonder elektriciteitsverkoop) weer af. Dit komt door het sterk toegenomen wk-vermogen in de glastuinbouw. Het nuttig gebruik van warmte uit de wk-installaties leidt tot reductie van de genoemde verbruiken. In 2005 en 2006 daalde het verbruik ook vanwege de sterk gestegen energieprijzen (paragraaf 3.1).



Intensivering en energiebesparing



4.1 INLEIDING

Het energiegebruik in de glastuinbouw wordt beïnvloed door intensivering en door energiebesparing.

Intensivering

De Nederlandse glastuinbouw gedijt in een gematigd klimaat met zachte winters en niet te warme zomers. De voortdurende innovatie van kassen, teeltsystemen en andere technologische hulpmiddelen worden de teeltomstandigheden verder geoptimaliseerd. Hierdoor levert de sector vrijwel jaarrond kwaliteitsproducten voor het topsegment van de internationale markt (Van der Velden et al., 2004). De toenemende grip op de teeltomstandigheden leidt tot een verschuiving naar meer warmteminnende gewassen en telen in de winterperiode. Ook wordt er meer en intensiever CO₂ gedoseerd en groeilicht toegepast als antwoord op de steeds hogere eisen van consumenten

4



Geconditioneerde teelt

en retailers. De elektriciteitsvraag groeit ook door voortgaande mechanisatie en automatisering.

Intensivering van de productie gaat gepaard met een groeiende energiebehoefte. Zonder deze input kan de Nederlandse glastuinbouw niet overleven. Een logische vervolgstap is geconditioneerd telen. Hierbij worden de teeltomstandigheden in de kassen geoptimaliseerd door overtollige zonnewarmte in de zomer weg te koelen. De zonnewarmte wordt opgeslagen in aquifers en in koudere perioden gebruikt voor het verwarmen van de kassen (paragraaf 5.2). Met behulp van warmtepompen en opslag is deze intensivering efficiënt en deels duurzaam in te vullen.

Vanwege de noodzakelijke teeltoptimalisatie en verduurzaming om het topsegment van de internationale markt blijvend te kunnen bedienen is er veel belangstelling voor geconditioneerd telen. De vraag is echter of de extra kosten goedge maakt worden door de extra opbrengsten en besparingen. Momenteel is dit voor de meeste bedrijven nog niet het geval (Van der Velden et al., 2006). Geconditioneerd telen concurreert ook met de actuele groei van wk-installaties (paragraaf 4.3); in de warmtebehoefte van een kas kan immers slechts eenmaal worden voorzien.

Energiebesparing

De energievraag daalt door het gebruik van energiebesparende opties, zoals nieuwe kassen, energieschermen, gevelisolatie, temperatuurintegratie, enzovoort. Bovendien is de vraag efficiënter of duurzamer in te vullen, waardoor minder fossiele brandstof nodig is en de CO₂-emissie afneemt. Mogelijkheden daarvoor zijn onder andere rookgascondensators en warmtebuffers maar vooral warmtekrachtkoppeling en duurzame energiebronnen.

Investeren in energiebesparende opties en efficiëntere energiebronnen is vaak gekoppeld aan nieuwbouw van kassen. De mate van nieuwbouw is dus van grote betekenis. Nieuwe kassen maken het gebruik van sommige energiebesparende opties technisch mogelijk. Nieuwe kassen dragen door hun betere isolatie en dichtheid zelf ook bij aan energiebesparing (Bakker et al., 1998). In nieuwe glastuinbouwgebieden kan de integrale energievoorziening efficiënter worden opgezet.

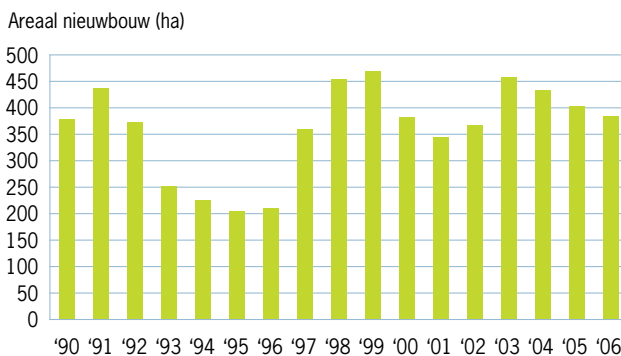
Een efficiëntere energievoorziening wordt nu vooral gerealiseerd door warmtekrachtkoppeling (wkk). Deze Energiemonitor beperkt zich tot nieuwe kassen, wkk en duurzame energie. Nieuwe kassen en wkk worden hierna behandeld, duurzame energie komt aan bod in hoofdstuk 5.



Nieuwe kas

4.2 NIEUWE KASSEN

Nieuwe kassen presteren beter ten aanzien van lichtdoorlaat, isolatie, dichtheid, klimaatbeheersing, enzovoort. In de periode 1990-2006 werden er jaarlijks 200 tot 450 ha nieuwe kassen gebouwd (figuur 4.1). Tussen 1993 en 1996 bereikte de nieuwbouw een dieptepunt vanwege slechte bedrijfsresultaten in de glastuinbouw. Vanaf 1997 ligt het gemiddelde op ruim 400 ha per jaar. Op een totaal areaal van zo'n 10.500 ha is dit 4% per jaar. Bij deze omvang neemt vervanging van het totale glasareaal minimaal 26 jaar in beslag. Uitgaande van een economische levensduur van 10 tot 20 jaar betekent dit dat het kassenbestand technisch en economisch veroudert. Meer nieuwbouw c.q. herstructurering leidt tot meer energiebesparing, zowel direct als indirect via energiebesparende opties en efficiëntere energievoorziening. Bovendien dragen nieuwe kassen bij aan fysieke productiestijging, wat gunstig is voor de energie-efficiëntie en de concurrentiepositie.

Figuur 4.1**Areaal nieuwbouw kassen per jaar**

Bron: AVAG

4.3 WARMTEKRACHTKOPPELING

Bij traditionele elektriciteitsproductie in elektriciteitscentrales wordt gemiddeld 44% van de gebruikte brandstof omgezet in elektriciteit (bijlage 1). De resterende 56% gaat verloren. Door warmtekrachtkoppeling (wkk) ofwel de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte wordt zo'n 90% van de brandstof nuttig aangewend. Wkk is op vele manieren toe te passen. De glastuinbouw gebruikt veel warmtekrachtinstallaties en koopt daarnaast restwarmte in van elektriciteitscentrales.

Warmtekrachtinstallaties

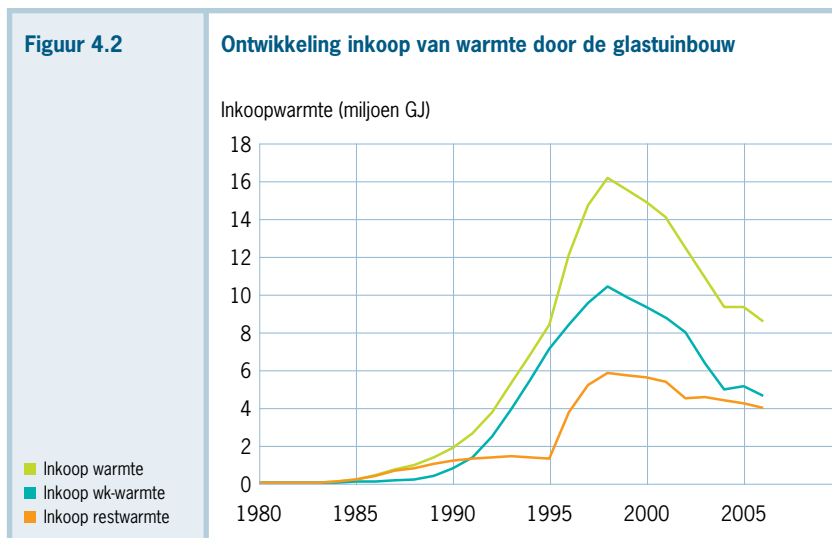
Bij wk-installaties onderscheiden we installaties van energiebedrijven en van glastuinbouwbedrijven. Energiebedrijven leveren aan de glastuinbouw restwarmte van centrales en warmte van hun wk-installaties (wk-warmte energiebedrijven). Wk-installaties van glastuinbouwbedrijven worden door telers zelf geëxploiteerd. Zij kopen aardgas in, gebruiken de geproduceerde elektriciteit deels zelf en verkopen de rest op de elektriciteitsmarkt. De vrijkomende warmte wordt grotendeels benut op de bedrijven, de vrijkomende rookgassen dienen als CO₂-bemesting voor de gewassen.

Inkoop van warmte

Sinds 1983 koopt de glastuinbouw restwarmte in (figuur 4.2). De hoeveelheid nam tot 1990 geleidelijk toe en overtrof de inkoop van wk-warmte. Vanaf 1990 steeg de inkoop van wk-warmte snel, vanaf 1995 was dat ook het geval met restwarmte. Sinds 1990 gebruikt de glastuinbouw meer wk-warmte dan restwarmte. In 1998 werd met ruim

16 miljoen GJ de grootste hoeveelheid warmte afgenomen. Dit komt overeen met een half miljard m³ aardgasequivalenten (a.e.). Door de liberalisering van de energiemarkten nam de warmte-inkoop na 1998 sterk af en ligt in de periode 2004-2006 rond de 9 miljoen GJ. In deze jaren ontlopen de hoeveelheden restwarmte en wk-warmte elkaar niet veel.

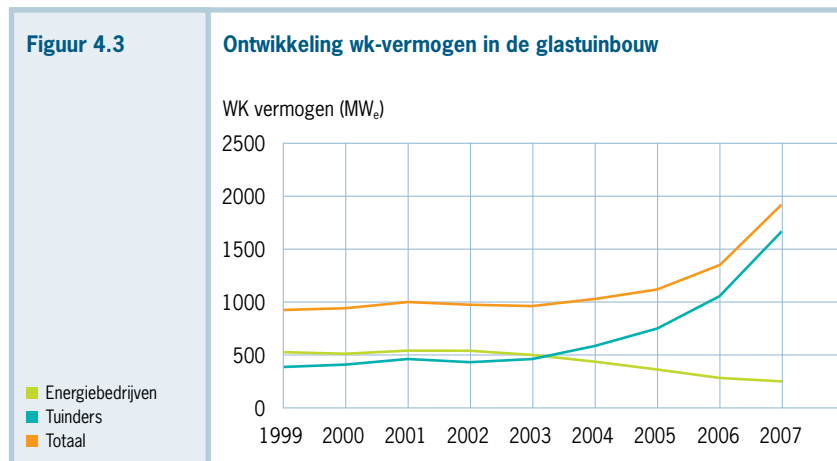
Het vermogen van wk-installaties van energiebedrijven op glastuinbouwbedrijven neemt vanaf 2002 af (figuur 4.3). In 2005 stond er 325 MWe. Het aantal bedrijven dat restwarmte gebruikt daalt eveneens. In 2000 maakten 350 glastuinbouwbedrijven gebruik van restwarmte, in 2006 waren dit er nog ruim 200. Het totale aandeel van ingekochte warmte in het totale energieverbruik is gedaald van 11% in 1998 tot 7% in 2005.



Warmtekrachtinstallaties op glastuinbouwbedrijven

Het vermogen van wk-installaties in eigen beheer van tuinders stijgt sterk (figuur 4.3). Begin 2006 was dit 1.000-1.100 MWe, wat neerkomt op een toename van ruim 600 MWe in drie jaar. In 2006 is daar nog 600 MWe bijgekomen, waardoor het vermogen begin 2007 uitkwam op 1.600-1.700 MWe ligt. De toename van tweemaal 600 MWe komt grofweg overeen met twee elektriciteitscentrales. Door deze ontwikkeling stijgen het aardgasverbruik en de verkoop van elektriciteit, terwijl de inkoop van elektriciteit fors daalt.

De wk-installaties van glastuinbouwbedrijven worden niet alleen gebruikt op bedrijven met groeilicht en de daarmee samenhangende hoge elektriciteitsvraag. Ook bedrijven zonder groeilicht - vooral met vruchtgroenten - nemen wk-installaties in gebruik. Zij proberen de elektriciteit goed te verkopen en meerwaarde te halen uit intensievere CO₂-bemesting.



Duurzame energie



5.1 GEBRUIK

Onder duurzame energie verstaan we energie die via hernieuwbare processen wordt gewonnen uit zon, wind, waterkracht, aardwarmte en biomassa. Bij het aandeel duurzame energie gaat het om de duurzame energie die werkelijk wordt aangewend in de glastuinbouw. Opties die duurzame energie produceren, maar waarvan de energie niet wordt aangewend in de glastuinbouw tellen niet mee (bijvoorbeeld een windmolen waarvan de geproduceerde elektriciteit wordt verkocht). Ingekochte duurzame elektriciteit telt daarentegen wel mee. De aangewende duurzame energie wordt uitgedrukt in procenten van het totale energiegebruik van de glastuinbouw. Deze paragraaf geeft de stand van zaken weer, in paragraaf 5.2 worden de achtergronden belicht.

5



Warmtepomp

In 2005 werden drie vormen van duurzame energie toegepast in de glastuinbouw:

- biomassa (resthout);
- zon thermisch (voornamelijk gesloten kas met warmtepomp en opslag in aquifer);
- inkoop duurzame elektriciteit (via het aanbod van energieleveranciers).

De volgende drie vormen worden nog niet toegepast, maar kunnen wel een aandeel hebben in de ingekochte duurzame elektriciteit:

- waterkracht;
- windenergie;
- zon elektrisch.

Aardwarmte werd in 2005 niet toegepast, maar in 2006 is na een proefboring besloten een eerste project te realiseren. Dit wordt naar verwachting in 2007 in bedrijf gesteld.

Het aantal praktijkprojecten per duurzame energievorm en de hoeveelheid duurzame energie die daarbij wordt gebruikt zijn weergegeven in tabel 5.1. In 2005 ging het om vier projecten met biomassa en 14 projecten met zonnewarmte. Zij leveren 0,11 en 0,16 miljoen GJ warmte en 1 miljoen kWh elektriciteit. Daarnaast werd 65 miljoen kWh duurzame elektriciteit ingekocht. Dit brengt de totale hoeveelheid duurzame energie in 2005 op 0,51 miljoen GJ. Duurzame elektriciteit heeft hierin met 46% het grootste aandeel.

Tabel 5.1 Toepassing duurzame energie in de glastuinbouw in 2005					
Duurzame energievorm	Aantal projecten	Energie			
		Warmte (GJ x 10 ⁶)	Elektriciteit (kWh x 10 ⁶)	Totaal (GJ x 10 ⁶)	Aandeel (%)
Biomassa	4	0,11	1,0	0,12	24
Zon thermisch	14	0,16	0	0,16	30
Aardwarmte	0	0	0	0	0
Wind	0	0	0	0	0
Zon elektrisch	0	0	0	0	0
Inkoop elektriciteit	-	0	65,0	0,23	46
Totaal	28	0,27	66,0	0,51	100

In tabel 5.2 is de ontwikkeling in de periode 2000 t/m 2005 weergegeven.

Hieruit blijkt dat:

- de hoeveelheid duurzame energie toeneemt;
- de hoeveelheid duurzame warmte toeneemt;
- het aandeel duurzame energie toeneemt.

Het totale energiegebruik in de glastuinbouw was 128,9 PJ in 2005 (bijlage 2). Het aandeel duurzame energie bedraagt 0,4% en ligt nog ver van de doelstelling van 4% in 2010.

Omgerekend naar primair brandstofverbruik bespaart de duurzame energie circa 20 miljoen m³ a.e. en er wordt circa 8 miljoen m³ a.e. aan fossiele brandstof bespaard. De energie-efficiëntie is hierdoor met 0,24 procentpunt verbeterd en de uitstoot van CO₂ met 0,015 Mton gereduceerd. Ook het effect op deze energie-indicatoren is dus bescheiden.

Tabel 5.2		Toepassing duurzame energie in de glastuinbouw 2000-2005					
Duurzame energievorm	Eenheid	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Warmte	GJ × 10 ⁶	0,10	0,10	0,12	0,13	0,14	0,27
Elektriciteit	kWh × 10 ⁶	0	0	25	65	86	66
Totaal	GJ × 10⁶	0,10	0,10	0,21	0,36	0,45	0,51
Aandeel in totaal energiegebruik	%	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4

5.2 ACHTERGRONDEN

Biomassa

De verbranding van hout komt voor sinds er verwarmde glastuinbouw is. Hoewel aardgas deze brandstof volledig heeft verdrongen, was er een korte opleving tijdens de energiecrises van de vorige eeuw. Ook plantaardige oliën en biogassen uit vergisting behoren tot biomassa. Biomassaprojecten in de glastuinbouw leveren vooral warmte en een beetje elektriciteit dat wordt geproduceerd door verbranding van resthout.

Resthout heeft een hoge mate van duurzaamheid, omdat de (beperkte) milieueffecten worden toegewezen aan het productieproces waar deze reststroom beschikbaar komt. De milieueffecten van de zogenaamde energieteelten (zaadoliën, grassen) zijn groter; de emissies bij de productie, bewerking en logistiek verlagen de duurzaamheid van de brandstof.

De groei van wkk met duurzame oliën als brandstof is gestagneerd door het wegvallen van de stimulering via de MEP (Milieukwaliteit Elektriciteit Productie) op kleinschalige biomassaprojecten. Daarnaast staat de duurzaamheid van biogassen en energieteelten (zoals palmolie uit de tropen) ter discussie. Deze brandstoffen zijn goed toepasbaar in minder complexe motortechnieken. Toepassing van resthout als brandstof vraagt om complexere installaties. Het vergunningentrajec voor biomassa-installaties wordt gezien als een drempel voor implementatie.

Ten slotte is de toepassing van rookgassen uit biomassa voor CO₂-dosering door de heterogene brandstofsamenstelling niet praktijkrijp. Nieuwe reinigingssystemen worden niet ontwikkeld door de hoge risico's in de teelt en de beperkte afzetmarkt voor dergelijke installaties. Hierdoor moeten bedrijven extern CO₂ inkopen of de ketel blijven gebruiken voor CO₂-bemesting. In het laatste geval wordt de warmtedekking uit biomassa beperkt.

Energiecentrales mengen biomassa bij, waardoor de prijzen stijgen. In combinatie met het complexe vergunningentraject en het inconsistente stimuleringsbeleid zorgt dit ervoor dat succesprojecten net draaiend blijven, verouderde projecten stoppen en nieuwe projecten nauwelijks van de grond komen.

Zonne-energie thermisch

Warmte uit zonlicht wordt in significante hoeveelheden benut in gesloten kassen met warmtepompen en aquifers. Dit is een vervolgstap in het intensiveringsproces (paragraaf 4.1). In het traditionele klimaatconcept wordt het warmteoverschot in de zomer afgevoerd via de luchtramen en het tekort in de winter aangevuld via verwarming. Bij telen in een geconditioneerde kas kan een deel van het zomerse warmteoverschot via warmtepompen worden 'geoogst' en opgeslagen in watervoerende pakketten in de ondergrond (aquifers). In de winter wordt deze opgeslagen warmte gebruikt voor het verwarmen van de kassen.



Ketelhuis wkk op resthout

Deze toepassing groeit mede doordat diverse gewassen baat hebben bij geconditioneerd telen. Dit zijn onder andere phalaenopsis, freesia, alstroemeria, uitgangsmateriaal en amaryllis. Gesloten kassen komen ook voor bij andere potplanten, roos en tomaat. De extra kosten moeten worden goedgeemaakt door extra opbrengsten vanuit een beter kasklimaat (luchtvochtigheid, CO₂-gehalte en temperatuur), resulterend in kwaliteitsverbetering en verhoging van de fysieke productie. De techniek vergt immers hoge investeringen. Schaalvergroting van de projecten kan leiden tot kostenbesparing, wat de verdere toepassing van geconditioneerde teeltsystemen bevordert.

Belangrijke knelpunten zijn de beschikbaarheid van watervoerende pakketten in de ondergrond voor warmteopslag - mede vanwege reeds verworven rechten van telers in de naaste omgeving - en regelgeving.

Vanwege de complexe technologie is de werkelijke hoeveelheid duurzame energie moeilijk vast te stellen. Bij projecten met warmtepomp en aquifer moet de herwonnen warmte worden verminderd met de benodigde elektrische energie voor de opslag en herwinning van warmte. Voor de kwantificering zijn theoretische berekeningen gecombineerd met praktijkervaringen.

Inkoop van duurzame elektriciteit

Eind vorige eeuw kwam duurzame elektriciteit (groene stroom) beschikbaar. Bij de opwekking worden rechten c.q. labels toegekend en bij verkoop afgegeven aan de klant. De toepassing van duurzame elektriciteit in de glastuinbouw groeit sinds 2002.

Tot 2003 was duurzame elektriciteit vrijwel even duur als niet duurzame elektriciteit, door vrijstelling van energiebelasting. Deze stimuleringsmaatregel is in 2003 afgeschaft, waardoor duurzame elektriciteit nu duurder is. De huidige inkoop vloeit deels voort uit nog lopende contracten.

Ondernemers kopen duurzame elektriciteit om een aantal redenen in:

- Voor de regeling Groen Label Kas moeten bedrijven een bepaalde milieuscore halen. Het gebruik van duurzame elektriciteit verhoogt de milieuscore. Bedrijven zonder rendabele investeringsopties, kunnen via inkoop van duurzame elektriciteit alsnog voor de regeling in aanmerking komen.
- Duurzame elektriciteit verhoogt ook de score bij een milieukeur, zoals het Milieu Project Sierteelt (MPS).

Zonder een bedrijfseconomisch voordeel of een prikkel vanuit de milieukeur van producten kan duurzame elektriciteit niet verder groeien. Het toepassingspotentieel wordt tevens beperkt door de toenemende eigen opwekking van elektriciteit met wkk, waarbij ook de warmte wordt benut. Deze beperking valt weg bij het gebruik van duurzame brandstoffen zoals biogas in wk-installaties.

Aardwarmte

Projecten met aardwarmte waren in 2005 niet in bedrijf, maar na verkenning en een proefboring in 2006 wordt het eerste project waarschijnlijk in 2007 opgeleverd. Aardwarmte biedt perspectief bij centrale inpassing op grote schaal en beperkte vraag naar CO₂ uit rookgassen. Boren naar aardwarmte vergt hoge investeringen en het risico van misboring is aanzienlijk. Dit beperkt de groei van deze duurzame energiebron.

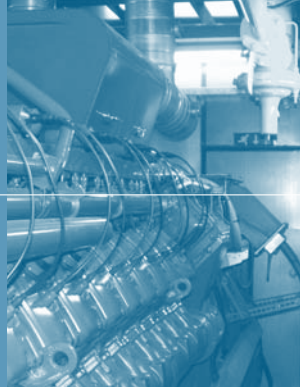
Wind

Elektriciteit afkomstig van windmolens die wordt verkocht telt niet mee als aangewende duurzame energie. Inpassing van windmolens in de energiehuishouding van glastuinbouw-bedrijven vindt door technische complexiteit en leveringsfluctuaties niet plaats.

Zonne-energie elektrisch

Er zijn geen projecten van betekenis (> 50 kWe) met elektriciteit uit zonne-energie. Deze energievorm vergt technische verbeteringen in relatie tot rendement en opschaling. Bovendien heeft Nederland een beperkt aantal zonuren en vergt betekenisvolle elektriciteitsopwekking aanzienlijke oppervlakten met zonnepanelen. Deze drie aspecten maken grote projecten in Nederland weinig kansrijk. Er zijn wel kleinschalige toepassingen, maar deze hebben geen meetbare invloed op het aandeel duurzame energie in de sector.

Conclusies en aanbevelingen



6.1 CONCLUSIES

Op basis van de Energiemonitor worden de volgende conclusies getrokken.

Energie-efficiëntie

- De energie-efficiëntie is in de periode 2000-2005 verbeterd van 56 tot 46% ten opzichte van het niveau in 1980. De glastuinbouw gebruikte in 2005 dus 54% minder primaire brandstof per eenheid product dan in 1980 en heeft daarmee een belangrijke stap gezet richting de doelstelling van 65% in 2010.
- De verbetering in de periode 2000-2005 wordt veroorzaakt door 14% fysieke productiestijging en 7% minder primair brandstofverbruik per m² kas.

CO₂-emissie

- De totale CO₂-emissie nam in de periode 2000-2005 toe. De totale CO₂-emissie bedroeg 6,6 Mton in 2005 en lag 3% lager dan in 1990.
- Deze ontwikkeling hangt samen met het gelijkblijvende areaal en een toenemend fossiel brandstofverbruik per m².
- De CO₂-emissie voor de teelt (zonder elektriciteitsverkoop) neemt tussen 2000 en 2005 eerst toe en vervolgens af. Per saldo is de CO₂-emissie voor de teelt duidelijk afgenomen.
- De CO₂-emissie voor de teelt bedroeg in 2005 zo'n 6,1 Mton. Dit is 11% lager dan in 1990 en ligt duidelijk onder de streefwaarde.

Voorlopige resultaten 2006

- Uit de voorlopige resultaten van 2006 blijkt een verdere verbetering van de energie-efficiëntie, stabilisatie van de totale CO₂-emissie en een duidelijk vermindering van de CO₂-emissie voor de teelt.
- De elektriciteitsverkoop overstijgt de inkoop, waardoor de glastuinbouw in 2006 netto leverancier werd van elektriciteit.

Warmtekrachtkoppeling

- De glastuinbouw koopt minder warmte in. Het aandeel in het totale energiegebruik daalde van ruim 11% in 1998 tot ruim 7% in 2005. Hierdoor is de energie-efficiëntie verslechterd en de CO₂-emissie toegenomen.
- De sterke toename van het wk-vermogen van de glastuinbouwbedrijven heeft veel invloed op de afzonderlijke indicatoren. De groei gaat gepaard met minder inkoop en sterk groeiende verkoop van elektriciteit en een toename van het aardgasverbruik. Per saldo daalt het primair brandstofverbruik, waardoor de energie-efficiëntie verbetert. Door het grotere aardgasverbruik neemt de totale CO₂-emissie toe. De CO₂-emissie voor de teelt daalt door benutting van vrijkomende warmte bij de elektriciteitsproductie.

Duurzame energie

- Het aandeel duurzame energie nam in de periode 2000-2005 toe van 0,1 tot 0,4%. Dit ligt nog ver af van de sectordoelstelling van 4% in 2010.
- De groei komt voort uit het gebruik van zonne-energie (gesloten kas met warmtepomp en aquifer) en de inkoop van duurzame elektriciteit.
- Het groeiende aantal aardgasgestookte wk-installaties beperkt de toename van het aandeel duurzame energie.



Warmtekrachtkoppeling

6.2 AANBEVELINGEN

Voor continuïteit van de Energiemonitor worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Meer inzicht is nodig in de technische prestaties (elektrisch en thermisch gebruiksrendement) en gebruikswijze (gebruiksduur en -perioden, nuttig gebruik van warmte) van het groeiende aantal wk-installaties. Aanbevolen wordt de monitoring uit te breiden met metingen in de praktijk.
- Het voorgaande geldt ook voor duurzame energie, met name voor het toenemend aantal bedrijven met toepassing van zonne-energie (gesloten kas). Bij deze optie zijn metingen nodig aan de gerealiseerde warmte/koudebalans.
- Tot slot is er beleidsmatig duidelijkheid nodig over de vraag hoe de totale CO₂-emissie moet worden gesplitst in CO₂-emissie voor de teelt en voor de verkoop van elektriciteit.

Literatuur en websites



Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu.

Utrecht, 2002

Bakker, R., A.P. Verhaegh en N.J.A. van der Velden.

Intensivering in de glastuinbouw.

LEI, Den Haag, Mededeling 621, 1998

Convenant Glastuinbouw en Milieu.

Den Haag, 1997

Velden, N.J.A. van der en B.J. van der Sluis

Energie in de glastuinbouw van Nederland in 1991; Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven.

Periodieke Rapportage 39-91. LEI-DLO, 1993

Velden, N.J.A. van der en A.P. Verhaegh

Analyse IPCC-methode en temperatuurcorrectie energiegebruik glastuinbouw.

LEI, Den Haag, Interne Nota 497, 1998

Velden, N.J.A. van der, A.P. Verhaegh, R. Bakker en A. van der Knijff.

Liberalisering aardgasmarkt; Verkenning glastuinbouw.

LEI, Den Haag, Rapport 1.99.07, 1999

Velden, N.J.A. van der, J. Janse, R.C. Kaarsemaker en R.H.M. Maaswinkel.

Duurzaamheid van vruchtgroente in Spanje; Proeve van monitoring.

LEI, Den Haag, Rapport 2.04.04, 2004

Velden, N. van der en J. Bremmer.

Glastuinbouw zonder aardgas; Lef of waanzin ?

LEI, Den Haag, Essay, 2005

Velden, N.J.A. van der en J.K. Nienhuis.

Onderbouwing aanvullend stimuleringsinstrument energie-innovatie en reductie CO₂-emissie glastuinbouw.

LEI, Den Haag, Interne Nota, 2006

Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes en N.J.A. van der Velden

Warmte/kracht-installaties in de glastuinbouw; gebruiksrendementen en dekkingsgraden.

Publikatie 4.137. LEI-DLO, Den Haag, 1995

WKK in de glastuinbouw;

Nieuwsbrief Cogen Projects,

Nummer 2, April 2007

www.energiek2020.nu

www.emissieautoriteit.nl

www.kasalsenergiebron.nl

www.lei.wur.nl

www.tuinbouw.nl



1. TOELICHTING BEPALING PRIMAIR BRANDSTOFVERBRUIK, CO₂-EMISSIE EN TEMPERATUURCORRECTIE

Inleiding

In deze bijlage wordt uitleg gegeven over de berekeningswijze van het primair brandstofverbruik voor de energie-efficiëntie en over de temperatuurcorrectie van het primair brandstofverbruik. Ook wordt de CO₂-emissie volgens de IPCC-methode toegelicht.

Primair brandstofverbruik

Voor het bepalen van het primair brandstofverbruik wordt de hoeveelheid fossiele brandstof die nodig is voor de productie van de afzonderlijke energiesoorten in beschouwing genomen. Aardgas en olie zijn al primaire brandstoffen. Elektriciteit wordt herleid tot de brandstof die nodig is voor de productie van elektriciteit in een gemiddelde centrale in Nederland. Warmte die de glastuinbouw inkoopt is afkomstig van elektriciteitscentrales (restwarmte) en van wk-installaties van energiebedrijven (wk-warmte). Voor warmte is de extra hoeveelheid brandstof bepalend die nodig is om de geleverde warmte te produceren.

Voor het sommeren van de verschillende brandstoffen worden deze eerst omgerekend naar aardgasequivalenten (a.e.). Dit gebeurt op basis van de onderste verbrandingswaarde (o.w.) van de afzonderlijke brandstoffen.

De omrekeningsfactoren voor elektriciteit en warmte naar primair brandstof verschillen per jaar en staan vermeld in tabel B1.2. Zo bedraagt de omrekeningsfactor in 2005 voor elektriciteit 0,275 m³ a.e. per kWh en voor wk-warmte 8,27 m³ a.e. per GJ. De uitgangspunten van de omrekeningsfactoren staan vermeld in tabel B1.1. Zo is de omrekeningsfactor voor elektriciteit in 2005 gebaseerd op een elektrisch jaargebruiksrendement van 43,2% en 4,4% netverliezen. Voor de wk-installaties van energiebedrijven die wk-warmte leveren, geldt voor 2005 een gemiddeld jaargebruiksrendement elektrisch van 36% en thermisch van 49%. Voor het bepalen van de omrekeningsfactor naar primair brandstofverbruik worden deze installaties vergeleken met elektriciteitsproductie in een gemiddelde elektriciteitscentrale. Uit tabel B1.2. blijkt dat in 2006 per GJ warmte-inkoop 9 tot 10 m³ aan primair brandstof nodig is.

Voor de productie van 1 GJ warmte in een aardgasgestookte ketel is circa 30 m³ aardgas nodig. Inkoop van warmte bespaart dus bijna 70% primair brandstof per eenheid.

Temperatuurcorrectie

Het primair brandstofverbruik wordt jaarlijks gecorrigeerd voor verschillen in buitentemperatuur. Deze correctie vindt plaats vóór omrekening van het energiegebruik naar het primair brandstofverbruik.

Als maatstaf voor de buitentemperatuur wordt het aantal graaddagen gebruikt. Dit wordt bepaald op basis van de gemiddelde buitentemperatuur per etmaal. Indien de buitentemperatuur boven de 18°C ligt, wordt ervan uitgegaan dat er geen warmte nodig is voor het verwarmen van de kas. Dit noemt men de stookgrens. Iedere °C die de gemiddelde buitentemperatuur per etmaal onder de stookgrens ligt, is een graaddag. Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 12°C bedraagt het aantal graaddagen 6 en bij een etmaaltemperatuur van -5°C is dit 23.

Er vindt zowel een correctie plaats op de brandstofintensiteit (brandstofverbruik per m²) als op de elektriciteitsintensiteit (elektriciteitsverbruik per m²). De correctie op de brandstofintensiteit vindt plaats op basis van de relatie tussen de brandstofintensiteit en de buitentemperatuur op basis van het aantal graaddagen (locatie De Bilt). Omdat het elektriciteitsverbruik samenhangt met het brandstofverbruik, vindt de correctie op elektriciteitsintensiteit plaats op basis van de relatie tussen de brandstofintensiteit en de elektriciteitsintensiteit. Zie ook Van der Velden et al. (1993).

CO₂-emissie

De CO₂-emissie wordt bepaald volgens de methode van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-methode). Hierbij worden alleen de werkelijk gebruikte fossiele brandstoffen in beschouwing worden genomen. De in- en verkoop van energie zoals elektriciteit en warmte wordt niet meegenomen. Bij het bepalen van de CO₂-emissie in de glastuinbouw worden derhalve alleen aardgas en een kleine hoeveelheid overige fossiele brandstoffen (olie en propaan) betrokken.

Omdat de hoeveelheid overige fossiele brandstoffen minder dan 1 promille van het aardgasverbruik vertegenwoordigt (bijlage 2), worden deze geteld als aardgas. Hierdoor is alleen de omrekeningsfactor voor aardgas van belang.

De omrekeningsfactor voor aardgas naar CO₂-emissie bedraagt 56,8 kg CO₂ per GJ. In 1 m³ aardgas zit 31,65 MJ (onderste verbrandingswaarde) en de oxidatiefactor is 0,995 (Bron: Nederlandse Emissieautoriteit) waardoor de omrekeningsfactor uitkomt op 1,798 kg CO₂ per m³ aardgas.

Tabel B1.1

Uitgangspunten voor het bepalen van het primair brandstofverbruik per productie-eenheid per jaar

Jaar	Productie-eenheid		warmteleverende eenheden ^{b)}				wk-installaties ^{c)}	
	elektr. centr. ^{a)}							
	ne	nve	ne-zwl	ne-mwl	nw-mwl	nvw	ne	nw
1980	38,2	4,4	-	-	-	-	-	-
1985	38,8	4,4	41,7	38,4	25,6	5,0	33,0	53,0
1990	39,8	4,4	41,7	38,4	25,5	5,0	33,0	53,0
1995	40,4	4,4	41,5	38,3	24,7	5,0	34,5	53,0
1996	41,6	4,4	47,0	42,5	32,7	5,0	35,0	53,0
1997	41,3	4,4	48,2	43,4	34,4	5,0	35¼	53,0
1998	42,6	4,4	48,3	43,5	34,6	5,0	35,5	53,0
1999	43,1	4,4	48,1	43,4	34,3	5,0	35,5	53,0
2000	43,1	4,4	48,3	43,5	34,5	5,0	35,5	49,5
2001	42,9	4,4	48,0	43,3	34,0	5,0	35,5	49,5
2002	43,1	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	49,5
2003	42,8	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	35,5	49,5
2004	42,1	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	36,0	49,0
2005	43,2	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	36,0	49,0
2006v	44,3	4,4	48,2	43,5	34,4	5,0	36,0	49,0

v : voorlopig cijfer

- : niet van toepassing;

ne : jaargebruikrendement elektrisch (% o.w.);

nw : jaargebruikrendement warmte (% o.w.);

ne-zwl : jaargebruikrendement elektrisch zonder warmtelevering (% o.w.);

ne-mwl : jaargebruikrendement elektrisch met warmtelevering (% o.w.);

nw-mwl : jaargebruikrendement warmte met warmtelevering (% o.w.);

nve : netverliezen elektrisch (% van de levering van elektriciteit aan het net);

nvw : netverliezen warmte (% van de warmtelevering aan het net).

^{a)} Bron: SEP (tot en met 1999), Nationale energiebalans CBS (vanaf 2000);^{b)} Bron: Novem. Hier is het gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw vermeld;^{c)} Bron: Verhoeven et al. (1995) en mondelinge informatie van energiebedrijven en deskundigen.

Tabel B1.2**Omrekeningsfactoren van afzonderlijke energiedragers naar
primaïr brandstofverbruik per jaar**

Jaar	Energiedrager		
	elektriciteit (m³ a.e./kWh)	restwarmte ^{a)} (m³ a.e./GJ)	wk-warmte (m³ a.e./GJ)
1980	0,312	-	-
1985	0,307	10,67	6,58
1990	0,299	10,67	7,91
1995	0,295	10,75	6,36
1996	0,286	9,69	7,15
1997	0,275	9,52	8,85
1998	0,279	9,50	7,65
1999	0,276	9,54	8,25
2000	0,276	9,54	8,84
2001	0,277	9,52	8,58
2002	0,276	9,44	8,84
2003	0,278	9,45	8,45
2004	0,283	9,39	6,81
2005	0,275	9,58	8,27
2006v	0,269	9,60	9,67

v : voorlopig cijfer

^{a)} Gewogen gemiddelde van alle eenheden met restwarmtelevering aan de glastuinbouw

2. **KENGETALLEN, KLIMAATFACTOREN EN
ENERGIE-INDICATOREN IN DE GLASTUINBOUW**

Kengetalen, klimaatfactoren en energie-indicatoren in de glastuinbouw													
Tabel B2.1													
Groothed	Eenheid	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 ^v			
Areaal glastuinbouw	ha	8.755	9.768	10.528	10.524	10.541	10.538	10.486	10.537	10.380			
Areaal productieglastuinbouw	ha	8.527	9.368	10.036	10.037	10.090	10.042	10.008	10.028	9.861			
Buitentemperatuur	graaddagen	3.246	2.680	2.659	2.880	2.720	2.913	2.881	2.765	2.671			
Lichtsom ^e	% norm	95	105	97	103	104	115	104	107	106			
Totaal energie ^{a,c}	PJ	-	-	1.36,7	1.32,9	1.26,8	1.27,8	1.28,9	1.28,9	1.22			
	MJ/m ²	-	-	1.299	1.263	1.203	1.212	1.229	1.223	1.180			
Primair brandstof ^{b,d}	10 ⁶ m ³ a.e.	3.488	4.195	4.274	4.037	4.010	3.922	3.980	3.969	3.640			
	m ³ a.e./m ²	40,9	44,8	42,6	40,2	39,7	39,1	39,8	39,6	37			
Fossiel brandstof ^{a,c}	10 ⁶ m ³ a.e.	-	3.808	3.713	3.616	3.449	3.527	3.620	3.689	3.650			
	m ³ a.e./m ²	-	39,0	35,3	34,4	32,7	33,5	34,5	35,0	35			
Fysieke productie per m ² ^b	% 1980	100	164	186	189	193	200	208	209	206			
Energie-efficiëntie ^{b,d}	% 1980	100	67	56	52	50	48	47	46	44			
CO ₂ -emissie totaal ^{a,c,e}	Mton	-	6,8	6,6	6,5	6,2	6,3	6,5	6,6	6,6			
	% 1990	-	100	97	95	91	93	95	97	96			
CO ₂ -emissie teelt (exclusief verkoop elektriciteit) ^{a,d}	Mton	-	6,8	6,6	6,4	6,1	6,2	6,2	6,1	5,7			
	% 1990	-	100	96	94	89	91	91	89	84			
CO ₂ -emissie Nederland ^f	Mton	-	159,4	169,6	175,2	174,9	178,5	180,9	176,7	-			
	% 1990	-	100	106	110	110	112	113	111	-			
Aandeel duurzaam ^{a,c}	%	-	-	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	-			

v = voorlopige cijfers;
 - = cijfers niet beschikbaar
 a) totale glastuinbouwsector
 b) productieglastuinbouw
 c) niet temperatuur gecorrigeerd
 d) temperatuur gecorrigeerd; norm = 3198 graaddagen
 e) de lichtsom in een normaal jaar bedraagt 350 103 J/cm²
 f) Bron: RIVM (2005 = raming)
 g) inclusief de CO₂-emissie gerelateerd aan de verkoop van elektriciteit

3. **ENERGIEGEBRUIK GLASTUINBOUW (TOTALE GLASTUINBOUWAREAAL, NIET GECORRIGEERD VOOR TEMPERAATUUR)**

Energiesoort	Eenheid	1980	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006^v
Aardgas	miljoen m ³	3.352	3.778	3.712	3.614	3.446	3.522	3.617	3.686	3.645
Overig fossiel ^{a)}	miljoen m ³ a.e.	-	30	1	2	3	5	3	3	3
Restwarmte	miljoen GJ	0	1,15	5,58	5,34	4,48	4,55	4,38	4,17	4,0
Wk-warmte energiebedrijven	miljoen GJ	0	0,74	9,27	8,72	7,96	6,33	4,92	5,10	4,5
Elektriciteit										
- inkoop totaal	miljoen kWh	-	-	1.479	1.530	1.712	1.897	2.219	2.516	2.200
- inkoop groen	miljoen kWh	-	-	0	0	25	65	85	65	100
- verkoop	miljoen kWh	-	-	266	300	275	435	830	1.714	2.630
- netto inkoop	miljoen kWh	-	-	1.213	1.230	1.437	1.462	1.389	802	- 430
Totaal energie	PJ	-	-	136,7	132,9	126,8	127,8	128,9	128,9	122
Totaal fossiel	miljoen m ³ a.e.	-	3.807	3.713	3.616	3.449	3.527	3.620	3.689	3.650

v = voorlopige cijfers; - = cijfers niet beschikbaar
a) zware en lichte olie en propaan

Het LEI 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

