



# Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030

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



---

# Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030

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

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'Energie en CO<sub>2</sub>' (BO-25-11-001-004)

Wageningen Economic Research  
Wageningen, juni 2018

---

RAPPORT  
2018-056  
ISBN 978-94-6343-283-2

---

N.J.A. van der Velden, P.X. Smit en J.S. Buurma, 2018. *Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030*. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2018-056. 72 blz.; 4 fig.; 30 tab.; 33 ref.

Voor de glastuinbouw is een beleidsmatig tussendoel nodig voor de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030. Uitgaande van drie toekomstscenario's voor de economische ontwikkelingen, loopt de prognose voor de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 uiteen van 2,7 tot 3,3 Mton. Deze CO<sub>2</sub>-emissies liggen substantieel lager dan die van 2015 (5,8 Mton). In het optimistische scenario groeit de economie het sterkst en ontwikkelt ook de glastuinbouwsector met een gelijk areaal, veel nieuwe kassen en meer belichting zich het sterkst. In het pessimistische scenario is het tegengestelde het geval. Zowel de energievraag als de CO<sub>2</sub>-emissie is in het optimistische scenario groter dan in het pessimistische scenario. De energievraag toont echter een groter verschil dan de CO<sub>2</sub>-emissie. In het optimistische scenario worden meer energievoorzieningsopties gebruikt zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Om de prognoses te realiseren is forse beleidsmatige inzet nodig van zowel overheid als bedrijfsleven en wel op de terreinen energiebesparing en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Voor dit laatste is samenwerking met partijen buiten de glastuinbouw noodzakelijk.

The greenhouse horticulture sector needs a policy-driven interim goal for CO<sub>2</sub> emissions in 2030. The prognosis for CO<sub>2</sub> emissions in 2030 ranges from 2.7 to 3.3 megatonnes, based on three future scenarios for economic development. These CO<sub>2</sub> emissions are substantially lower than they were in 2015 (5.8 megatonnes). In the optimistic scenario, the economy grows most strongly, and the greenhouse horticulture sector – with an equal acreage, many new greenhouses and more lighting has the strongest development. The opposite is the case in the pessimistic scenario. Energy demand and CO<sub>2</sub> emissions are greater in the optimistic scenario than in the pessimistic scenario. However, we see greater difference in energy demand. In the optimistic scenario, the horticultural sector utilises more energy supply options without CO<sub>2</sub> emissions. Realisation of each of the three scenarios requires strong policy input from both the government and the greenhouse horticultural sector concerning energy saving and energy supplies without CO<sub>2</sub> emissions. The latter point makes cooperation with parties outside the greenhouse horticulture sector necessary.

Trefwoorden: CO<sub>2</sub>-emissie, glastuinbouw, toekomstscenario's, energievraag, energievoorziening, wkk, in en verkoop elektriciteit, duurzame energie en inkoop warmte en CO<sub>2</sub>.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/448968> of op [www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research) (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2018 Wageningen Economic Research  
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E [communications.ssg@wur.nl](mailto:communications.ssg@wur.nl),  
[www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research). Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



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

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2018  
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Rapport 2018-056 | Projectcode 2282200338 en 2282200408

Foto omslag: Shutterstock

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	6
	S.2 Beleidsmatige aspecten	7
	S.3 Achtergronden en aanpak	8
	<b>Summary</b>	<b>9</b>
	S.1 Key findings	9
	S.2 Policy aspects	10
	S.3 Background and approach	10
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>12</b>
	1.1 Aanleiding, probleemstelling, doel en afbakening	12
	1.2 Aanpak	13
	1.3 Leeswijzer	15
<b>2</b>	<b>Conceptueel raamwerk en rekenmodel</b>	<b>16</b>
	2.1 Inleiding	16
	2.2 Sectorstructuur	16
	2.3 Energievraag per m <sup>2</sup>	16
	2.4 Energievraag sectorniveau	19
	2.5 Energievoorziening	19
<b>3</b>	<b>Scenario's</b>	<b>22</b>
	3.1 Inleiding	22
	3.2 Externe ontwikkelingen	23
	3.3 Interne ontwikkelingen	25
<b>4</b>	<b>Sectorstructuur</b>	<b>27</b>
	4.1 Inleiding	27
	4.2 Sectorstructuur 2015	27
	4.3 Sectorstructuur 2030	27
<b>5</b>	<b>Energievraag</b>	<b>30</b>
	5.1 Inleiding	30
	5.2 Energievraag 2015	30
	5.3 Intensivering en extensivering 2015-2030	30
	5.4 Technisch potentieel energiebesparing 2015-2030	31
	5.5 Praktische toepassing intensivering en energiebesparing op de bedrijven 2015 - 2030	34
	5.6 Energievraag 2030	38

---

<b>6</b>	<b>Energievoorziening</b>	<b>40</b>
6.1	Inleiding	40
6.2	Technisch potentieel voorzieningsopties	40
6.2.1	Aardgas-wkk	40
6.2.2	Duurzame warmte	42
6.2.3	Inkoop warmte	47
6.2.4	Inkoop elektriciteit voor verwarming	49
6.2.5	CO <sub>2</sub> van derden	49
6.2.6	Totaal technisch potentieel	50
6.3	Praktische toepassing voorzieningsopties 2030	50
6.4	Warmtedekking en combinaties van opties	54
<b>7</b>	<b>Prognose 2030</b>	<b>56</b>
7.1	Kwantitatieve kenmerken scenario's	56
7.2	CO <sub>2</sub> -emissie	57
7.3	Invloedfactoren	58
<b>8</b>	<b>Beleidsmatige aspecten</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>63</b>
	<b>Literatuur en websites</b>	<b>65</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Geraadpleegde bedrijven en organisaties met ervaringsdeskundigen</b>	<b>67</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Indeling gewasgroepen en areaal glastuinbouw in 2015</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Illustratie van verdeling areaalveranderingen 2015-2030 over ondernemerstypen</b>	<b>69</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Illustratie van verdeling nieuwbouwareaal 2015-2030 over ondernemerstypen</b>	<b>70</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Areaal per warmtevoorzienings-optie bij het praktisch potentieel</b>	<b>71</b>

---

# Woord vooraf

Met het oog op klimaatmitigatie zijn vele partijen waaronder de glastuinbouw actief met de reductie van de uitstoot van broeikasgassen. In het klimaatverdrag van Parijs heeft de Europese Unie toezeggingen gedaan om de uitstoot in 2030 met minstens 40% te verminderen ten opzichte van 1990. Daarmee wordt ook de afhankelijkheid van olie uit het Midden-Oosten en van aardgas uit Rusland verkleind. In het Nederlandse regeerakkoord van 2017 is de lat hoger gelegd en wordt gemikt op een reductie van 49% en wil men de Europese reductie verhogen naar 55%.

In het regeerakkoord van 2017 is een nationaal Klimaat- en energieakkoord aangekondigd. De hoofdlijnen en de afspraken worden vastgelegd in een Klimaatwet. Het Klimaat- en energieakkoord dient partijen meer zekerheid te geven over langetermijndoelen en biedt een platform om voortdurend met elkaar in gesprek te blijven en te reageren op nieuwe ontwikkelingen. In Nederland zijn provincies, gemeentes en samenwerkingsverbanden zoals Greenports en afzetpartijen actief met het verlagen van de uitstoot van broeikasgassen. Daarnaast is de vermindering van het gebruik van Gronings aardgas van belang. Hierdoor is omschakeling van laagcalorisch naar hoogcalorisch aardgas actueel en een energievoorziening zonder fossiele brandstof nog belangrijker.

Tussen de Nederlandse glastuinbouw en de Nederlandse overheid is in de Meerjarenaafspraken Energie een doel overeengekomen voor de CO<sub>2</sub>-emissie in 2020 en is de ambitie opgenomen van een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie in 2050. In het Programma Kas als Energiebron (KaE) werken de glastuinbouw en de overheid samen om doel en ambitie te realiseren.

Beleidsmatig is een kwantitatief tussendoel voor 2030 nodig. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en LTO Glaskracht hebben Wageningen Economic Research gevraagd hiertoe een prognose te maken van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 en de beleidsmatige aspecten te identificeren die van belang zijn om de prognose te realiseren.

In 2015 lag de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw zo'n 15% onder het niveau van 1990. De prognose voor 2030 resulteert in een CO<sub>2</sub>-emissie door de glastuinbouw die 53 tot 61% ligt onder het niveau van 1990. Om de prognose te realiseren is naast inzet door de glastuinbouwbedrijven ook beleidsmatige inzet nodig bij zowel overheid als bedrijfsleven en wel op de terreinen energiebesparing en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Voor dit laatste is samenwerking met partijen buiten de glastuinbouw noodzakelijk.

Het onderzoek is uitgevoerd door Nico van der Velden (projectleider), Pepijn Smit en Jan Buurma. De begeleidingscommissie bestond uit J.A.M. Mourits (Programmaleider van KaE, ministerie van LNV) en P. Broekharst (Programmaleider van KaE, LTO Glaskracht Nederland), L. Oprel (ministerie van LNV) en R.P.A. van der Valk (LTO Glaskracht Nederland). Daarnaast was de inbreng van ervaringsdeskundigen (bijlage 1) belangrijk. Wij danken allen voor hun inbreng.

Dit onderzoek is uitgevoerd in de tweede helft van 2017 en begin 2018. Informatie en inzichten die in januari-februari 2018 beschikbaar kwamen, zijn nog meegenomen in dit onderzoek.



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

# Samenvatting

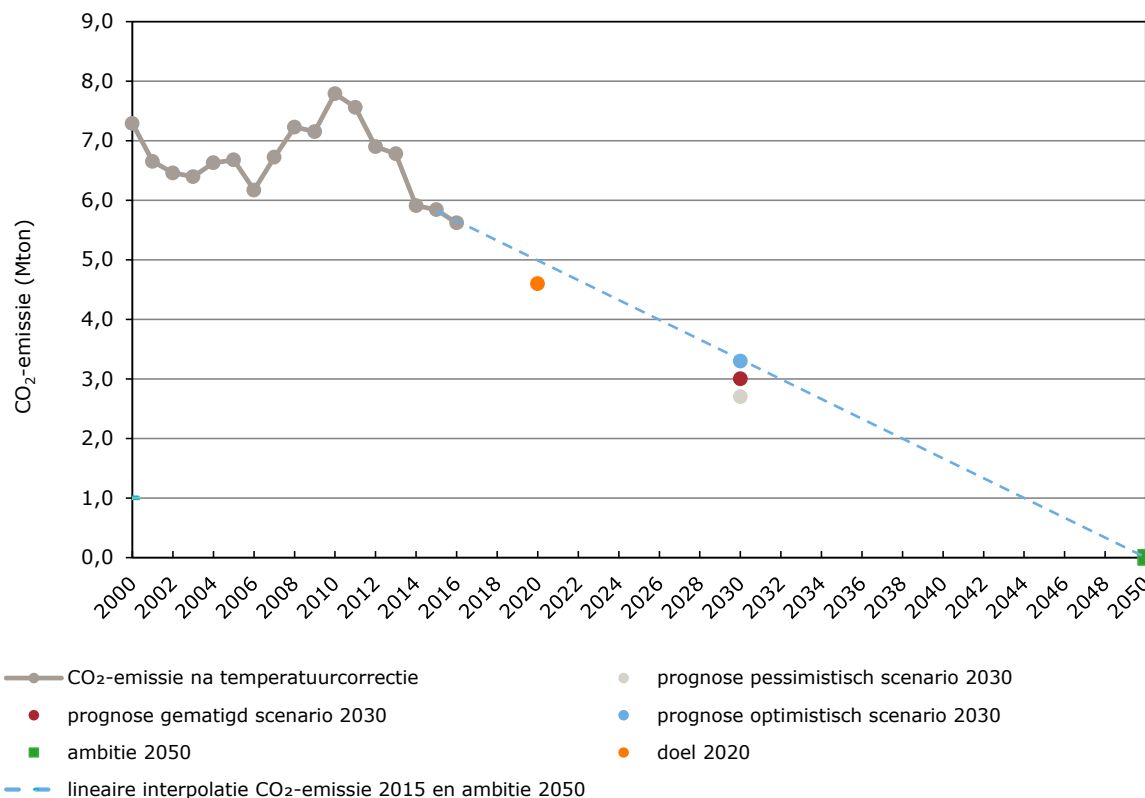
## S.1 Belangrijkste uitkomsten

**De prognose voor de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 loopt in drie scenario's uiteen van 2,7 tot 3,3 Mton. Deze emissies liggen substantieel onder de CO<sub>2</sub>-emissie van 2015 (5,8 Mton). Om de prognose te bereiken zijn forse inspanningen nodig.**

Voor de prognoses is uitgegaan van drie toekomstscenario's voor de economische ontwikkelingen. De CO<sub>2</sub>-emissie voor 2030 bedraagt in het optimistische scenario 3,3 Mton, in het gematigde scenario 3,0 Mton en in het pessimistische scenario 2,7 Mton. De prognose ligt in het optimistische scenario 2,5 Mton (44%), in het gematigde scenario 2,8 Mton (48%) en in het pessimistische scenario 3,1 Mton (54%) onder de CO<sub>2</sub>-emissie van 2015.

In het optimistisch scenario blijft het areaal gelijk en is er meer toekomstvertrouwen, nieuwbouw, intensivering, energiebesparing, energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie en meer invloed vanuit de afzetmarkt op reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie ofwel de sector bevindt zich in een positieve spiraal. In het pessimistische scenario bevindt de sector zich in een negatieve spiraal en is het tegengestelde het geval.

In het optimistische scenario is de CO<sub>2</sub>-emissie hoger dan de in het pessimistische scenario. De energievraag toont echter een groter verschil dan de CO<sub>2</sub>-emissie. In het optimistische scenario worden meer energievoorzieningsopties gebruikt die geen CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee brengen dan in het pessimistische scenario waardoor de CO<sub>2</sub>-emissie dichterbij elkaar ligt.



**Figuur S.1** Werkelijke CO<sub>2</sub>-emissie in de glastuinbouw in de periode 2000-2016 a) b), het doel voor 2020, de prognose voor 2030 bij de verschillende scenario's en de ambitie voor 2050  
a) Na temperatuurcorrectie; b) 2016 is een voorlopig resultaat



---

De prognose van het optimistische scenario ligt op de lijn van de werkelijke emissie in 2015 naar de ambitie van een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie in 2050 (figuur S.1).

In het pessimistische scenario is de gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot per m<sup>2</sup> kas 39 kg, in het gematigde scenario 38 kg en in het optimistische scenario 36 kg. In het optimistische scenario is de CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>2</sup> kas dus lager dan in de twee andere scenario's.

#### *Energievraag*

De absolute warmtevraag op sectorniveau en de gemiddelde vraag per m<sup>2</sup> liggen in alle scenario's voor 2030 onder dat van 2015. In het optimistische scenario is de vermindering op sectorniveau het kleinst, maar per m<sup>2</sup> het grootst. Dit komt door het grotere areaal en de grotere energiebesparing per m<sup>2</sup> in het optimistische scenario.

De gemiddelde elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> ligt in alle drie de scenario's boven dat van 2015. Dit komt door de toename van het areaal belichting. De absolute vraag ligt in het pessimistische scenario onder en in het gematigde en optimistische scenario boven het niveau van 2015. Dit komt door de krimp van het areaal in het pessimistische scenario. Ook de vraag naar groeilicht per m<sup>2</sup> kas neemt toe, maar als dit gepaard gaat met het gebruik van ledlicht hoeft dit niet te leiden tot een grotere elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> kas.

#### *Energievoorziening*

In alle drie de scenario's worden op bedrijven zonder belichting in 2030 geen wkk's op aardgas meer gebruikt. Op bedrijven met belichting, worden wel aardgas-wkk's gebruikt maar deze produceren minder elektriciteit door afname van de warmtevraag. Door beide ontwikkelingen neemt de verkoop van elektriciteit uit wkk's op aardgas zeer sterk af. In het pessimistische scenario ligt de verkoop op 12% en in het optimistische scenario op 22% van de verkoop van 2015. Het totaal van inkoop elektriciteit en productie van duurzame elektriciteit voor eigen gebruik neemt in alle drie de scenario's toe.

Het aandeel van de aardgas-wkk's in de warmtevraag loopt in de scenario's uiteen van 30 en 37%. Dit is ruim een halvering ten opzichte van 2015.

Voor 2030 is er voor de glastuinbouw een technisch potentieel van warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie, dat uiteenloopt van zo'n 300 tot 1.400 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit betreft duurzame warmte, inkoop warmte en inkoop elektriciteit voor verwarmen. Duurzame warmte omvat geothermie, biobrandstof, herwinning zonnewarmte en inkoop duurzaam gas.

De praktische toepassing is lager verondersteld dan het technisch potentieel en loopt in de drie scenario's uiteen van ruim 400 tot ruim 600 miljoen m<sup>3</sup> a.e., 28% en 35% van de totale warmtevraag. De praktische toepassing zit vooral bij geothermie (bijna 50%) en inkoop warmte (circa 30%).

De warmtevoorziening vanuit de aardgasketels loopt uiteen van 28 tot 42% van de warmtevraag. Dit ligt 29 tot 11% onder die van 2015.

## S.2 Beleidsmatige aspecten

In elk van de drie scenario's is forse beleidsmatige inzet nodig bij zowel overheid als bedrijfsleven voor energiebesparing en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie.

Bij energiebesparing is continuering nodig van de beleidsmatige inzet gericht op de toepassing van Het Nieuwe Telen (HNT) op bedrijven zonder belichting. Voor bedrijven met belichting is extra beleidsmatige inzet nodig gericht op de kennisontwikkeling over warmtebenutting en ledlicht oftewel HNT op bedrijven met belichting en de toepassing daarvan.

---

Bij de energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie is extra beleidsmatige inzet nodig op:

- verbetering van de bedrijfszekerheid van geothermie
- ontwikkeling van ondiepe en zeer diepe geothermie
- infrastructuur voor inkoop warmte, elektriciteit en CO<sub>2</sub>
- de beschikbaarheid van biobrandstof
- realisatie van duurzame energieprojecten en projecten inkoop warmte
- concurrerende en stimulerende tariefstructuren en voorwaarden voor inkoop warmte en inkoop elektriciteit
- aanbod externe CO<sub>2</sub>
- het verlagen van de winterpiek in de warmtevraag en het ontwikkelen van een economisch haalbare piekvoorziening voor de warmtevraag.

Bij dit alles is de externe CO<sub>2</sub>-voorziening de achilleshiel en voor al deze aspecten is samenwerking met partijen buiten de glastuinbouw noodzakelijk.

### S.3 Achtergronden en aanpak

Tussen de Nederlandse glastuinbouw en de Nederlandse overheid is in 2014 een Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020 gemaakt. In deze afspraak is naast een CO<sub>2</sub>-doel voor 2020 ook een ambitie voor een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie in 2050 opgenomen. Beleidsmatig is een tussendoel nodig voor 2030. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en LTO Glaskracht hebben Wageningen Economic Research gevraagd een prognose te maken van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 en beleidsmatige aspecten te identificeren die van belang zijn om de prognose te realiseren.

Voor de prognose zijn een conceptueel raamwerk, een rekenmodel en drie uiteenlopende scenario's ontwikkeld. De scenario's betreffen een pessimistische, gematigde en optimistische variant en deze hangen samen met de economische groei. Voor het onderzoek is informatie verzameld uit literatuur en onderzoek, zijn ervaringsdeskundigen op deelterreinen geïnterviewd en is gebruik gemaakt van de beschikbare data en expertise bij Wageningen Economic Research. Op basis van de ontwikkelde scenario's en de verzamelde informatie is de prognose gemaakt en zijn de beleidsmatige aspecten geïdentificeerd.

# Summary

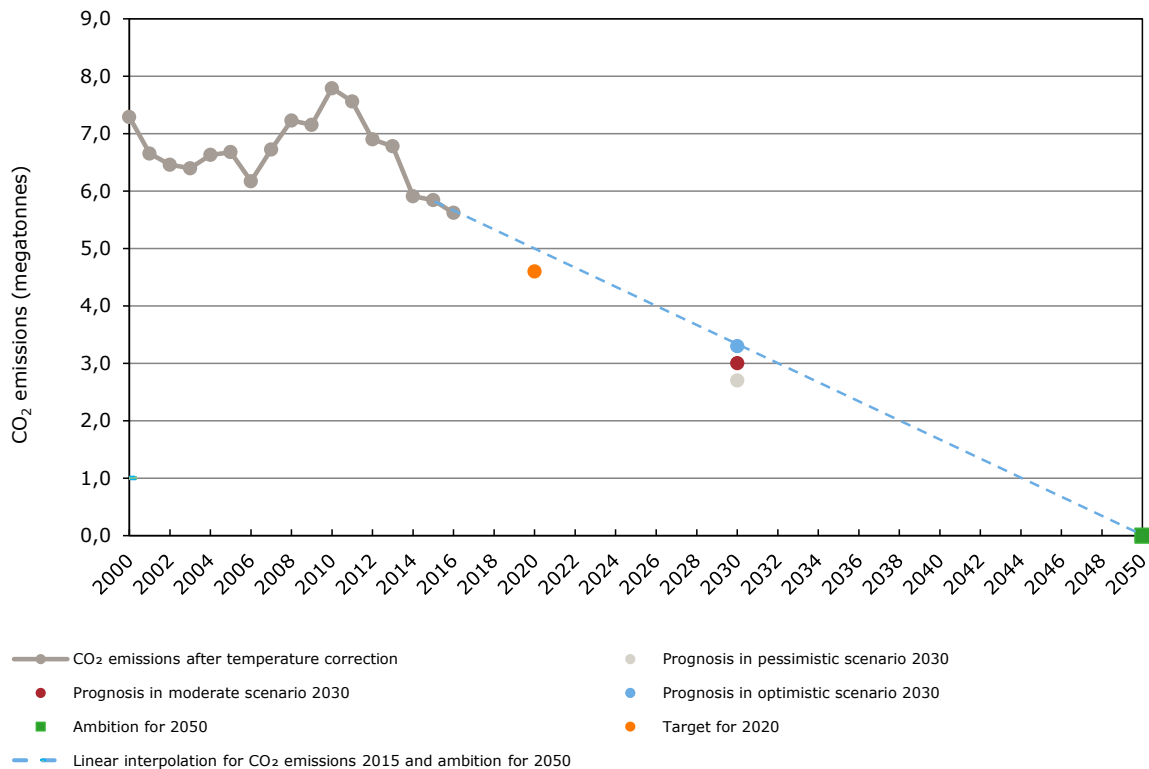
## S.1 Key findings

**The prognosis for CO<sub>2</sub> emissions from greenhouse horticulture in 2030 varies from 2.7 to 3.3 megatonnes in three scenarios. These emissions are substantially below the 2015 CO<sub>2</sub> emissions (5.8 megatonnes). Intensive efforts will be required to achieve the prognosis.**

The prognoses are based on three future scenarios for economic developments. Prognosticated CO<sub>2</sub> emissions for 2030 are 3.3 megatonnes in the optimistic scenario, 3.0 megatonnes in the moderate scenario and 2.7 megatonnes in the pessimistic scenario. The prognoses in 2030 are 2.5 megatonnes (46%) below CO<sub>2</sub> emissions of 2015 in the optimistic scenario, 2.8 megatonnes (48%) in the moderate scenario and 3.1 megatonnes (54%) in the pessimistic scenario.

In the optimistic scenario, the acreage remains the same and there is more confidence in the future, new glasshouses, intensification, energy saving, use of energy supply options without CO<sub>2</sub> emissions and more influence from the sales market on CO<sub>2</sub> emission reduction, even though the sector is enjoying an upward spiral. In the pessimistic scenario, the sector is in a negative spiral and the opposite is the case.

In the optimistic scenario, CO<sub>2</sub> emissions are higher than in the pessimistic scenario. However, the energy demand shows a greater difference than the CO<sub>2</sub> emissions. The optimistic scenario involves using more energy supply options without CO<sub>2</sub> emissions than there are in the pessimistic scenario, and thus the CO<sub>2</sub> emissions are closer together.



**Figure S.1** Actual CO<sub>2</sub> emissions in greenhouse horticulture during the period 2000-2016 a) b), the target for 2020, the prognosis for 2030 for the different scenarios and the ambition for 2050  
a) After temperature correction; b) 2016 is a preliminary result

---

In Figure S.1, the prognosis for the optimistic scenario is found on the line between the actual emissions in 2015 and the ambition of having greenhouse horticulture without CO<sub>2</sub> emissions in 2050.

The pessimistic scenario shows average CO<sub>2</sub> emissions per m<sup>2</sup> of greenhouse at 39 kg, the moderate scenario shows 38 kg and in the optimistic scenario 36 kg. So, the optimistic scenario actually previews lower CO<sub>2</sub> emissions per m<sup>2</sup> of greenhouse than in the other two scenarios.

#### *Energy consumption*

The absolute, sector-wide heat demand and average demand per m<sup>2</sup> in 2030 is below that of 2015 in all three scenarios. In the optimistic scenario, the sector-wide reduction is the least, but the greatest per m<sup>2</sup>. This is due to the larger acreage and the greater energy saving per m<sup>2</sup> in the optimistic scenario.

The average electricity demand per m<sup>2</sup> is above that of 2015 in all three scenarios. This is due to the increase in acreage under lighting. The absolute demand is lower than the 2015 level in the pessimistic scenario and higher in the moderate and optimistic scenarios. This is due to the acreage reduction in the pessimistic scenario. The demand for artificial lighting per m<sup>2</sup> of greenhouse also increases, but with use of LED lighting, that does not have to increase electricity demand per m<sup>2</sup> under glass.

#### *Energy supplies*

In all three scenarios, in 2030, farms with no lighting will no longer use combined heat and power (CHP) plants running on natural gas. Horticultural farms using lighting will still use natural gas CHP plants, but they produce less electricity because of reduced heat demand. Due to both developments, sales of electricity from natural gas CHP plants decrease very sharply. In the pessimistic scenario, sales are at 12% of 2015 level and in the optimistic scenario they are 22% of it. The total amounts of purchased electricity and sustainable electricity production for growers' own use increases in all three scenarios.

The natural gas CHP plants' share regarding the heat demand varies between 30 and 37% in the three different scenarios. This is about half of its 2015 share.

For 2030, there is technical potential for heat supply options without CO<sub>2</sub> emissions for greenhouses, which range from the equivalent of 300 to 1,400 million m<sup>3</sup> of natural gas. These options include sustainable heat, purchased heat and purchased electricity for heating. Sustainable heat includes geothermal heat, biofuels, solar heat recovery and purchase of sustainable gas.

Practical application of these technologies will be lower than the technical potential, and it varies in the three scenarios from a good 400 to more than 600 million m<sup>3</sup> of natural gas equivalent, i.e. 28% and 35% of the total heat demand. Practical applications will be mainly geothermal heat (almost 50%) and purchased heat (approximately 30%).

The heat supply from natural gas boilers ranges from 28 to 42% of the heat demand. This is between 29% and 11% below the 2015 level.

## S.2 Policy aspects

In each of the three scenarios, strong policy input is required from both the government and the greenhouse horticultural sector concerning energy saving and an energy supply without CO<sub>2</sub> emissions.

Energy saving requires a continuation of policy focus on applying *Het Nieuwe Telen* or HNT (The New Cultivation) in farms without lighting. For horticultural farms with lighting, additional policy input is required aimed at developing knowledge about heat utilisation and LED lighting, in other words using HNT with cultivation under lighting, and applying it.

---

Energy supply without CO<sub>2</sub> emissions requires increased policy input on the following points:

- improving the reliability of geothermal heat
- development of shallow and very deep geothermal heat
- infrastructure for purchasing heat, electricity and CO<sub>2</sub>
- the availability of biofuel
- realisation of sustainable energy projects and purchased heat projects
- competitive and stimulating tariff structures and conditions for purchasing heat and electricity
- external supply of CO<sub>2</sub>
- reducing the winter peak in heat demand and development of an economically feasible peak supply for heat demand

In all this, the external CO<sub>2</sub> supply is the Achilles' heel, and all these aspects require cooperation with parties outside of the greenhouse horticulture sector.

## S.3 Background and approach

In 2014, the Dutch greenhouse horticulture sector and the Dutch government made an agreement titled *Meerjarenafspraak Energietransitie 2014 - 2020 (long-term agreement on Energy Transition 2014 - 2020)*. In addition to setting a CO<sub>2</sub> emissions target for 2020, this agreement includes the ambition for a greenhouse horticulture sector without CO<sub>2</sub> emissions in 2050. In terms of policy, this requires an intermediate goal for 2030. The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality and LTO Glaskracht<sup>1</sup> asked Wageningen Economic Research to make a prognosis of the CO<sub>2</sub> emissions from greenhouse horticulture in 2030 and to identify the important policy aspects for realisation of the prognosis.

A conceptual framework, a calculation model and three different scenarios for the prognosis have been developed. The scenarios consist of a pessimistic, moderate and optimistic variant in relation to economic growth. For the research information was gathered from literature and research, interviews with experts in the different sub-areas, and available data and expertise at Wageningen Economic Research have been used. The prognosis and identified policy aspects are based on the developed scenarios and collected information.

---

<sup>1</sup> Branch organisation for Dutch greenhouse horticulture

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding, probleemstelling, doel en afbakening

### *CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw*

Tussen de Nederlandse glastuinbouw en de Nederlandse overheid is in 2014 de *Meerjarenafspraken Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020* gemaakt. In deze *Meerjarenafspraken* staat de totale CO<sub>2</sub>-emissie centraal. Het doel voor 2020 is een maximale totale CO<sub>2</sub>-emissie van 6,2 Mton.

Na een flinke toename van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in de periode voor 2010 die samenging met de opkomst van het gebruik van wkk's op aardgas in combinatie met verkoop van de geproduceerde elektriciteit is de CO<sub>2</sub>-emissie vanaf 2010 aan het dalen. De daling kwam naast energiebesparing en het gebruik van duurzame energie voor een belangrijk deel door twee externe invloedsfactoren: krimp van het areaal en minder verkoop elektriciteit (Van der Velden en Smit, 2017). De verwachting is dat dit in de periode tot 2020 ook het geval zijn (Van der Velden en Smit, 2016). De twee invloedsfactoren betreffen geen inspanning door de glastuinbouw. De convenantpartijen hebben daarom besloten om de CO<sub>2</sub>-emissieruimte voor de glastuinbouw technisch te corrigeren (Brief Staatssecretaris EZ, 2017). De CO<sub>2</sub>-emissieruimte voor 2020 na technische correctie bedraagt 4,6 Mton.

In de *Meerjarenafspraken* is ook beschreven dat de glastuinbouw in 2050 een volledig duurzame en economisch rendabele energievoorziening wil hebben. Deze ambitie betekent dat de glastuinbouw in 2050 geen CO<sub>2</sub>-emissie meer kent. Beleidsmatig is voor de glastuinbouw een kwantitatief tussendoel voor 2030 nodig.

### *Programma Kas als Energiebron*

Om het CO<sub>2</sub>-doel en de ambitie te bereiken werken glastuinbouw en rijksoverheid samen in het programma *Kas als Energiebron* (KaE). De actuele speerpunten van KaE zijn energiebesparing (reductie energievraag), duurzame energie en energiewinst in de regio.

### *Klimaatneutrale glastuinbouw*

In 2015 heeft CE Delft in overleg met ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht eerste onderdelen van een toekomstbeeld voor een klimaatneutrale glastuinbouw geschetst (Rooijers et al., 2015). In dit kader is door KaE een werkconferentie gehouden met de titel 'Glastuinbouw wordt klimaatneutraal'.

### *Vermindering CO<sub>2</sub>-emissie*

De vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissie c.q. de ontwikkeling van een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie kan technisch gerealiseerd worden langs zes hoofdlijnen:

1. Vermindering van de energievraag c.q. energiebesparing
2. Gebruik duurzame energiebonnen
3. Inkoop warmte
4. Inkoop elektriciteit
5. Inkoop CO<sub>2</sub>
6. Vermindering verkoop elektriciteit geproduceerd met fossiele brandstof.

### *Prognose CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030*

Voor de keuze van het beleidsmatige tussendoel voor 2030 is inzicht nodig in de mogelijke CO<sub>2</sub>-emissie c.q. reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030.

De CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 is afhankelijk van vele externe en interne factoren. Daarvoor zijn inzichten nodig in de situatie buiten en binnen de glastuinbouw in 2030, de invloedsfactoren op de CO<sub>2</sub>-emissie en de achtergronden daarvan. Hoe de wereld en de glastuinbouw er in 2030 uit zullen zien is ongewis.

---

Daarom is geen toekomstvoorspelling gemaakt maar zijn inzichten in beredeneerde toekomstige situaties (scenario's) in beschouwing genomen. Deze scenario's dienen ter ondersteuning van de keuze van het doel voor 2030 door de convenantpartijen. Ook is inzicht gewenst in hoe de realisatie van de mogelijke toekomstige reducties van de CO<sub>2</sub>-emissie door beleid bij zowel overheid als bedrijfsleven, activiteiten van KaE en anderen kan worden beïnvloed.

#### *Doelstelling onderzoek*

Het doel van dit onderzoek is het maken van een prognose van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 op sectorniveau bij 3 beredeneerde scenario's gebaseerd op inzichten in de situatie buiten en in de glastuinbouw in 2030 en beleidsmatige aspecten te identificeren die van belang zijn om de prognose te realiseren.

#### *Afbakening*

- Voor dit onderzoek zijn drie scenario's ontwikkeld. Dit zijn geen toekomstvoorspellingen maar uiteenlopende beredeneerde toekomstige situaties.
- De prognose betreft de mogelijke CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 en betreft niet het doel voor de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030.
- Naast CO<sub>2</sub> zijn er andere broeikasgassen zoals CH<sub>4</sub> (methaan). Deze broeikasgassen maken geen deel uit van de prognose.
- In dit onderzoek zijn geen beleidsalternatieven c.q. beleidsmaatregelen doorgerekend.
- In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat er geen beperking komt op de aardgaslevering aan de glastuinbouw.
- Eventuele invloed van een mogelijke omschakeling van Gronings c.q. laagcalorisch naar hoogcalorisch aardgas is buiten beschouwing gelaten.
- In dit onderzoek zijn geen bedrijfseconomische analyses gemaakt van energiebesparings- en energievoorzieningsalternatieven.
- Dit onderzoek is gericht op sectorniveau. Er zijn geen analyses gemaakt van emissies op bedrijfs(type)niveau.
- Voor dit onderzoek zijn gesprekken gevoerd met inhoudsdeskundigen c.q. ervaringsdeskundigen op deelterreinen. Dit betreft in beginsel geen stakeholders (bestuurders, belangenbehartigers, politici en ngo's) met belangen. Activiteiten richting stakeholders vallen buiten dit project.

#### *Definitie CO<sub>2</sub>-emissie*

De CO<sub>2</sub>-emissie heeft betrekking op de absolute uitstoot van CO<sub>2</sub> en wordt bepaald met de Intergovernmental Panel on Climate Change methode (IPCC-methode). Deze methode neemt voor de CO<sub>2</sub>-emissie het fossiele brandstofverbruik door de glastuinbouw in beschouwing en niet de in- en verkoop van energie (warmte en elektriciteit) en er wordt niet gecorrigeerd voor de buitentemperatuur (Van der Velden en Smit, 2016a). Ook is afgesproken dat het gebruik van externe CO<sub>2</sub> door de glastuinbouw niet meetelt in de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de glastuinbouw.

#### *Interpolatie*

Het doel voor 2030 zou benaderd kunnen worden door lineaire interpolatie van de werkelijke emissie in 2015 (na temperatuurcorrectie<sup>2</sup>) en de ambitie voor 2050 (CO<sub>2</sub>-emissie = 0). Het resultaat van deze interpolatie is een CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 van 3,3 Mton.

## 1.2 Aanpak

De aanpak van het onderzoek kent de volgende onderdelen:

- a. Ontwikkeling conceptueel raamwerk en rekenmodel
- b. Ontwikkeling scenario's
- c. Kwantitatieve invulling raamwerk per scenario
- d. Kwantificering prognose CO<sub>2</sub>-emissie 2030 per scenario
- e. Identificatie beleidsmatige aspecten

---

<sup>2</sup> De CO<sub>2</sub>-emissie wordt per definitie bepaald zonder temperatuurcorrectie. Omdat de buitentemperatuur in toekomstige jaren onbekend is, wordt voor prognoses uitgedaan van een temperatuurgecorrigeerde emissie in het basisjaar 2015.

---

Deze onderdelen worden hierna toegelicht.

*a. Ontwikkeling conceptueel raamwerk en rekenmodel*

In het conceptueel raamwerk zijn de elementen c.q. bouwstenen voor het kwantificeren van de toekomstige CO<sub>2</sub>-emissie onderscheiden en in een samenhangende structuur geplaatst. Hierbij is conceptueel voortgebouwd op de analyses van de ontwikkelingen in de achterliggende periode in de Energiemonitor glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2017b) en in de analyse van het effect van intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2017a).

In het raamwerk hebben de afzonderlijke invloeden een plek gekregen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar sectorstructuur, energievraag en energievoorziening van de glastuinbouw. Voor de sectorstructuur en de energievraag is gekeken naar de mogelijke ontwikkelingen vanaf het basisjaar 2015 tot 2030 en is onderscheid gemaakt naar intensivering, extensivering en energiebesparing. Voor de energievoorziening is gekeken naar de mogelijke energievoorziening in 2030. Hierbij is rekening gehouden met al bestaande projecten met duurzame energie en inkoop warmte.

Op basis van het raamwerk is een rekenmodel ontwikkeld waarmee de toekomstige CO<sub>2</sub>-emissie in de afzonderlijke scenario's is berekend. Naast het doorrekenen van de scenario's kan het model ook worden gebruikt om andere varianten door te rekenen.

*b. Ontwikkeling scenario's*

Uitgegaan is van drie uiteenlopende scenario's. In de scenario's is geredeneerd vanuit ontwikkelingen buiten de glastuinbouw naar ontwikkelingen binnen de glastuinbouw en vervolgens naar de sectorstructuur, energievraag en de energievoorziening van de glastuinbouw.

*c. Kwantitatieve invulling raamwerk per scenario*

Het conceptueel raamwerk is per scenario kwantitatief ingevuld. Bij deze invulling is bij de energiebesparing en bij de energievoorziening onderscheid gemaakt naar het technisch potentieel en de praktische toepassing van de opties.

Voor de kwantitatieve invulling van de afzonderlijke onderdelen van het conceptueel raamwerk is gebruikgemaakt van diverse inhoudelijke bouwstenen op deelterreinen. Hierbij zijn 3 stappen onderscheiden.

1. Bureaustudie

Als eerste stap is beschikbare informatie verzameld vanuit uitgevoerd onderzoek, literatuur en andere informatiebronnen over de huidige energiesituatie in de glastuinbouw en in de toekomst. De informatie is bestudeerd en vertaald naar een eerste mogelijke invulling van het raamwerk.

2. Interviews ervaringsdeskundigen

Na de bureaustudie bleven er blinde en onduidelijke elementen in het raamwerk over. Dit geldt vooral voor de toekomstige situatie in 2030. Hiervoor is inhoudelijke informatie verzameld middels gesprekken c.q. interviews met ervaringsdeskundigen op deelterreinen. Deze personen hebben door hun werkzaamheden zicht op ontwikkelingen van deelaspecten die van belang zijn voor de prognose. Het zijn vertegenwoordigers van afzetorganisaties, toeleveranciers, onderzoeksinstellingen en adviesorganisaties zowel binnen als buiten de glastuinbouw. De verzamelde informatie in de gesprekken is gebruikt voor de verdere invulling van het raamwerk. In bijlage 1 is een lijst opgenomen met geraadpleegde organisaties met ervaringsdeskundigen.

3. Inschattingen

Tot slot zijn er voor de toekomstige ontwikkelingen schattingen gemaakt op basis van interpretaties van het voorgaande en is gebruik gemaakt van beschikbare data en expertise bij Wageningen Economic Research. Hierbij is ook de consistentie van de verzamelde informatie in beschouwing genomen.



---

*d. Kwantificering prognose CO<sub>2</sub>-emissie 2030 per scenario*

In dit onderdeel is de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 per scenario met het rekenmodel gekwantificeerd. Voor de gebruikte omrekeningsfactoren wordt verwezen naar het Protocol behorende bij de Energiemonitor glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2017c).

*e. Identificatie beleidsmatige aspecten*

In dit laatste onderdeel komen de beleidsmatige aspecten aan bod. Vanuit het conceptueel raamwerk, de kwantitatieve invulling daarvan en het resultaat van de prognose in de drie scenario's zijn de beleidsmatige aspecten geïdentificeerd die van belang zijn om de prognose te realiseren.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het conceptueel raamwerk en het rekenmodel uiteengezet. Hierin is onderscheid gemaakt naar de onderdelen sectorstructuur, energievraag en energievoorziening. In hoofdstuk 3 zijn de scenario's toegelicht. In hoofdstuk 4 is de kwantitatieve invulling van de sectorstructuur behandeld. De kwantitatieve invulling van de energievraag komt aan bod in hoofdstuk 5 en van de energievoorziening in hoofdstuk 6. Het resultaat van de prognose komt aan bod in hoofdstuk 7. In hoofdstuk 8 zijn de beleidsmatige aspecten behandeld. Tot slot zijn in hoofdstuk 9 de conclusies en aanbevelingen opgenomen.

---

## 2 Conceptueel raamwerk en rekenmodel

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is het conceptueel raamwerk c.q. rekenmodel voor het bepalen van de toekomstige CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 uiteengezet. Het raamwerk omvat vijf hoofdelementen:

1. Sectorstructuur
2. Energievraag per m<sup>2</sup> kas per bedrijfstype
3. Energievraag op sectorniveau
4. Energievoorziening en -levering op sectorniveau
5. CO<sub>2</sub>-emissie

Het raamwerk is schematisch weergegeven in figuur 2.1. Hierin is van boven naar beneden onderscheid gemaakt naar de situatie in 2015, de ontwikkeling in de periode 2015-2030 en de situatie in 2030. De afzonderlijke elementen zijn in de volgende paragrafen toegelicht.

### 2.2 Sectorstructuur

De sectorstructuur omvat het totaal areaal glastuinbouw en de opdeling naar bedrijfstypen. Bij de bedrijfstypen is onderscheid gemaakt naar gewasgroepen. De gewasgroepindeling sluit aan bij de Landbouwtelling en is opgenomen in bijlage 2. Het areaal per gewasgroep is opgedeeld naar het areaal op bedrijven met belichting en het areaal op bedrijven zonder belichting. Dit is gedaan omdat de energievraag per m<sup>2</sup> tussen bedrijven met en zonder belichting verschilt. Bedrijven zonder belichting gebruiken vooral warmte en bedrijven met belichting gebruiken meer elektriciteit.

De sectorstructuur is bepaald voor het basisjaar 2015. Vervolgens zijn veronderstellingen gemaakt over de ontwikkelingen in de periode 2015-2030. Hieruit volgt de sectorstructuur in 2030.

### 2.3 Energievraag per m<sup>2</sup>

#### *Warm water en elektriciteit*

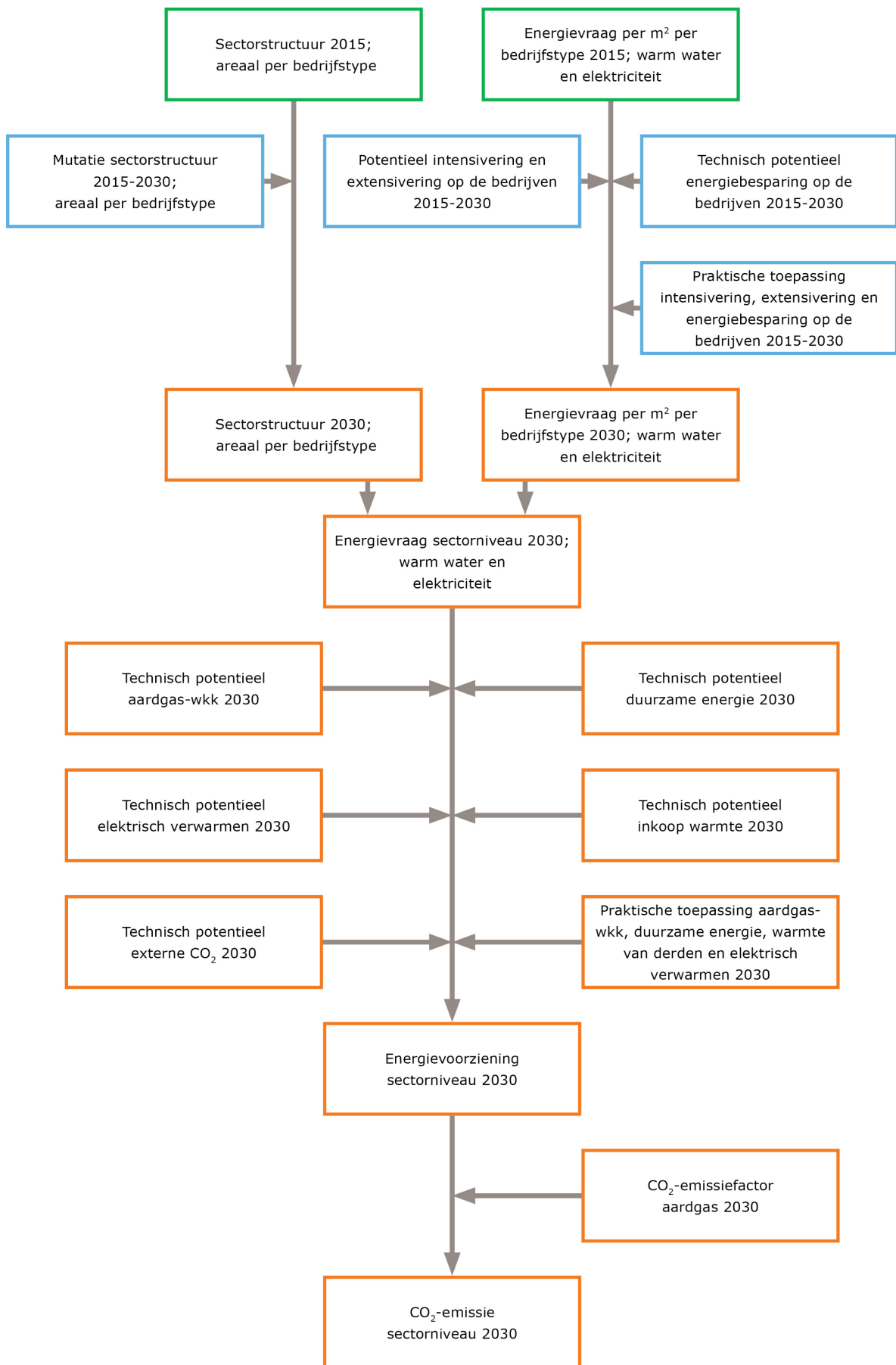
De energievraag per m<sup>2</sup> omvat de vraag naar c.q. de consumptie van warmte (inclusief stomen) en elektriciteit per bedrijfstype. De warmteconsumptie betreft de warmte die in de kassen wordt ingebracht in de vorm van warm water afkomstig uit de aardgas-wkk, aardgasketel, inkoop warmte en duurzame warmtebronnen.<sup>3</sup> De warmteconsumptie is dus exclusief de warmte die vrijkomt vanuit elektrische apparatuur. Deze warmte maakt deel uit van de elektriciteitsconsumptie. De elektriciteitsconsumptie omvat elektriciteit voor belichting en overige apparatuur (Van der Velden en Smit, 2013).

#### *Intensivering, extensivering en energiebesparing; structureffect*

De energievraag per m<sup>2</sup> zal wijzigen door intensivering, extensiveringen en energiebesparing. Intensivering en extensivering vinden plaats vanuit het structureffect en op de bedrijven (Van der Velden en Smit, 2017a). Het energiegebruik verschilt per gewas(groep). Door mutaties in areaal per bedrijfstype wijzigt de gemiddelde energievraag per m<sup>2</sup> kas en de totale energievraag op sectorniveau. Dit is het structureffect. Naast het structureffect zal de energievraag per m<sup>2</sup> ook wijzigen door intensivering, extensivering en energiebesparing op de bedrijven.

---

<sup>3</sup> In de glastuinbouw wordt op beperkte schaal gebruik gemaakt van heteluchtverwarming met aardgaskachels. Bij dit type verwarming wordt de warmte niet overgedragen via warm water. Het areaal met heteluchtverwarming is echter beperkt van omvang en de warmtevraag per m<sup>2</sup> op dit bedrijfstype is laag. Het betreft vooral energie-extensieve teelten. Voor 2030 wordt verwacht dat het gebruik verder verminderd zal zijn. In dit onderzoek is de hete lucht verwarming meegeteld als warm water.



**Figuur 2.1** Conceptueel raamwerk

---

### *Intensivering, extensivering en energiebesparing op de bedrijven*

Bij intensivering en extensivering op de bedrijven gaat het vooral om mutaties in teeltperiode, teelttemperatuur, belichtingsintensiteit en -duur en mate van CO<sub>2</sub>-dosereren. Bij de energiebesparing gaat het om warmtebesparing en elektriciteitsbesparing. Hiervoor bestaan energiezuinige teeltstrategieën zoals Het Nieuwe Telen en opties zoals nieuwe kassen, energieschermen en ledverlichting.

De intensivering, extensivering en energiebesparing op de bedrijven is benaderd in twee stappen. Als eerste stap is een technisch potentieel verondersteld per bedrijfstype. Dit betreft opties die nog kunnen worden toegepast en opties die in ontwikkeling zijn of kunnen worden en toegepast kunnen worden voor 2030.

Bij intensivering en extensivering is onderscheid gemaakt naar wel of geen belichting. Bij de bedrijven met belichting is onderscheid gemaakt naar intensieve en extensieve belichting.

Bij energiebesparing is onderscheid gemaakt naar warmtebesparing en elektriciteitsbesparing. Bij warmtebesparing is naast de eerdergenoemde bedrijfstypen (gewasgroepen en wel of geen belichting) ook onderscheid gemaakt naar energie-intensieve, gemiddeld intensieve en extensieve gewassen en bestaande en nieuwe kassen. Bij elektriciteit is onderscheid gemaakt naar belichting en overig elektriciteitsgebruik.

### *Praktische toepassing op de bedrijven*

Als tweede stap is de praktische toepassing van intensivering en extensivering en het technisch potentieel voor energiebesparing op de bedrijven geschat. Deze toepassing wordt bepaald door ondernemersgedrag. Door verschillen in competenties en financiële mogelijkheden verschillen ondernemers in de snelheid en mate waarin zij kennis en technieken toepassen. Naar analogie van het LEI/DRIFT-rapport *Sociale dynamiek rond Het Nieuwe Telen* (Buurma et al., 2015) zijn 3 ondernemerstypen onderscheiden:

1. Marktgerichte ondernemers (ambitieuze; snel in toepassing)
2. Gewasgerichte ondernemers (aandachtig; gematigd in toepassing)
3. Kostengerichte ondernemers (afwachtend; traag in toepassing)

De praktische toepassing op de bedrijven is bepaald via de areaalaandelen per bedrijfstype (paragraaf 2.2) en de toepassingsnelheid van kennis en technieken per ondernemerstype. Hieruit volgt de diffusiegraad ofwel de mate waarin intensivering, extensivering en het technisch potentieel voor de energiebesparing per bedrijfstype wordt toegepast. In feite is hier een praktische invulling gemaakt van de theorie van Rogers (1962) over diffusie van innovaties.

### *Energievraag per m<sup>2</sup> op de bedrijven*

Voor de energievrage per m<sup>2</sup> op de bedrijven is als eerste stap de energievrage per m<sup>2</sup> in 2015 (opgesplitst naar warm water en elektriciteit) per bedrijfstype bepaald. Als tweede stap zijn de effecten van intensivering, extensivering en energiebesparing op de energievrage per bedrijfstype geschat voor de periode 2015-2030. Tot slot is op basis van het voorgaande de energievrage per m<sup>2</sup> per bedrijfstype in 2030 berekend.

In formulevorm (1):

$$\text{Energievraag per m}^2 \text{ 2030}_{bt} = \text{energievraag per m}^2 \text{ 2015}_{bt} + ( (\text{intensivering per m}^2 \text{ 2015-2030}_{bt} - \text{extensivering per m}^2 \text{ 2015-2030}_{bt} - \text{energiebesparing per m}^2 \text{ 2015-2030}_{bt}) \times \text{diffusiegraad 2015-2030}_{bt} )$$

Waarin: *bt* = bedrijfstype

---

## 2.4 Energievraag sectorniveau

### *Energievraag*

De energievraag op sectorniveau 2030 (warm water en elektriciteit) is de sommatie van de producten van de energievraag per m<sup>2</sup> per bedrijfstype en het areaal per bedrijfstype. Het areaal per bedrijfstype is daarbij de wegingsfactor voor de energievraag per bedrijfstype.

In formulevorm (2):

$$\text{Energievraag sectorniveau 2030} = \sum_{bt=1}^n (\text{Energievraag per m}^2 \text{ 2030}_{bt} \times \text{Areal 2030}_{bt})$$

Waarin:  $bt = \text{bedrijfstype}$

Het verschil tussen de energievraag op sectorniveau in 2030 en 2015 bestaat uit het structureffect en het effect op de bedrijven (bedrijfseffect). Het structureffect betreft intensivering en extensivering door areaal mutaties in de sectorstructuur. Het bedrijfseffect bestaat uit intensivering, extensivering en energiebesparing op de bedrijven.

### *Structureffect*

Het structureffect is bepaald op basis van het areaal per bedrijfstype in 2030 in combinatie met de energievraag in 2015.

In formulevorm (3):

$$\text{Structureffect sectorniveau 2015} - 2030 = \sum_{bt=1}^n (\text{Energievraag per m}^2 \text{ 2015}_{bt} \times (\text{Areal 2030}_{bt} - \text{Areal 2015}_{bt}))$$

Waarin:  $bt = \text{bedrijfstype}$

### *Bedrijfseffect*

Het bedrijfseffect is het saldo van het verschil in energievraag tussen de jaren 2030 en 2015 minus het structureffect.

In formulevorm (4):

$$\text{Bedrijfseffect sectorniveau 2030} = \text{Energievraag sectorniveau 2030} - \text{Energievraag sectorniveau 2015} - \text{Structureffect sectorniveau 2015} - 2030$$

## 2.5 Energievoorziening

De energievoorziening van de glastuinbouw bestaat uit de hieronder genoemde voorzieningsopties. Deze lijst start met de opties aardgas-wkk en gebruik duurzame warmte. Duurzame warmte omvat onder andere herwinning zonnewarmte. De opties aardgas-wkk en herwinning zonnewarmte hebben een relatie met de teelt en zijn als eerste behandeld. De lijst eindigt met inkoop aardgas. Dit komt voort uit de opties a en g en is bepalend voor de CO<sub>2</sub>-emissie.

- a. Productie elektriciteit en warmte met aardgas-wkk
- b. Gebruik duurzame warmte (productie en inkoop)
- c. Inkoop warmte
- d. Inkoop elektriciteit voor verwarming
- e. Inkoop CO<sub>2</sub>
- f. Inkoop elektriciteit en productie duurzame elektriciteit
- g. Warmteproductie aardgasketel
- h. Inkoop aardgas

---

Ook de toekomstige energievoorziening is benaderd in twee stappen. Als eerste is gekeken naar het technisch potentieel per optie. Als tweede stap is geschat wat hiervan praktisch gerealiseerd zal worden. Na optie a resulteert een resterende elektriciteitsvraag. Hierin wordt voorzien door inkoop of duurzaam geproduceerde elektriciteit (optie f). Beiden brengen geen CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee. Na de opties a tot en met e resteert een warmtevraag. Hierin wordt voorzien met aardgasketels (optie g). Inkoop aardgas (optie h) voor de ketels (optie g) en voor de aardgas-wkk's (optie a) resulteert in de CO<sub>2</sub>-emissie.

### *Technisch potentieel*

#### *a. Productie elektriciteit en warmte met aardgas-wkk*

Met een wk-installatie op aardgas wordt warmte en elektriciteit geproduceerd. De potentiële elektriciteitsproductie met aardgas-wkk wordt begrensd door de warmtevraag (warm water). In de elektriciteitsconsumptie van een glastuinbouwbedrijf wordt deels voorzien met aardgas-wkk. Het resterende deel wordt ingekocht (duurzaam of niet duurzaam) of duurzaam geproduceerd. Naast eigen consumptie kan de geproduceerde elektriciteit ook worden verkocht. Op de bedrijfstypen zonder belichting kan verkoop plaatsvinden in perioden met warmtevraag. Op bedrijven met belichting kan dit plaatsvinden in de periode zonder belichting en met warmtevraag.

#### *b. Duurzame warmte*

Het technisch potentieel duurzame warmte (inkoop en productie) is bepaald vanuit de afzonderlijke duurzame warmtebronnen. Dit zijn geothermie, biobrandstof, zonnewarmte en de inkoop van duurzame warmte en duurzaam gas. Bij het technisch potentieel is rekening gehouden met de regionale veredeling van de glastuinbouw.

#### *c. Inkoop warmte*

Het technisch potentieel inkoop warmte van derden is bepaald vanuit mogelijke toekomstige projecten. Ook hierbij is rekening gehouden met de regionale veredeling van de glastuinbouw.

#### *d. Inkoop elektriciteit voor verwarming*

In bepaalde perioden van het jaar kan de elektriciteitsprijs extreem laag of negatief zijn. In deze laatste situatie krijgt de afnemer geld toe. In deze perioden kan omzetting van elektriciteit naar warmte voor verwarming aantrekkelijk zijn.

#### *e. Inkoop CO<sub>2</sub> van derden*

Door vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen door de glastuinbouw komt er minder CO<sub>2</sub> beschikbaar voor dosering bij het gewas. Naast eigen productie van CO<sub>2</sub> kan CO<sub>2</sub> worden afgenomen van derden.

### *Praktische realisatie*

Van het technisch potentieel van duurzame warmte, inkoop warmte, inkoop elektriciteit voor verwarming en aardgas-wkk is de praktische toepassing in samenhang bepaald. Hierbij is rekening gehouden met bedrijfseconomische invloeden en de warmtevraag (warm water) op sectorniveau in 2030. Het totaal gebruik van deze warmtebronnen kan immers niet groter zijn dan de totale warmtevraag. Hierbij is ook rekening gehouden met de warmtevraag per bedrijfstype.

#### *a. Inkoop elektriciteit en productie duurzame elektriciteit*

Op basis van totale vraag naar elektriciteit plus de inkoop van elektriciteit voor verwarming minus de elektriciteitsproductie met aardgas-wkk's plus de elektriciteitsverkoop vanuit de aardgas-wkk's ontstaat een resterende elektriciteitsvraag.

In formulevorm (5):

*Resterende elektriciteitsvraag (miljoen kWh) = (electriciteitsvraag 2030 + inkoop elektriciteit voor verwarming 2030) – (electriciteitsproductie aardgas-wkk 2030 – electriciteitsverkoop aardgas-wkk 2030)*

---

De resterende elektriciteitsvraag wordt ingekocht of duurzaam geproduceerd. Onderscheid tussen inkoop duurzame of niet duurzame elektriciteit of duurzaam geproduceerde elektriciteit is niet relevant voor de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw (IPPC-methode).

*b. Warmteproductie aardgasketel*

Op basis van de vraag naar warmte en de warmtevoorziening met de opties a t/m d ontstaat een resterende warmtevraag. Dit is de totale warmtevraag minus het totaal van de praktische realisatie van de warmteproductie met aardgas-wkk<sup>4</sup>, het gebruik van duurzame warmte, inkoop warmte en inkoop elektriciteit voor verwarming.

In formulevorm (6):

*Resterende warmtevraag (miljoen m<sup>3</sup> a.e.) = warmtevraag 2030 - (warmteproductie aardgas-wkk 2030 + gebruik duurzame warmte 2030 + inkoop warmte 2030 + inkoop elektriciteit voor verwarming 2030)*

De resterende warmtevraag wordt geproduceerd met de aardgasketel. Daarin zit ook het aardgasverbruik voor stomen.

*a. Inkoop aardgas en CO<sub>2</sub>-emissie*

Het totaal aan aardgas dat wordt ingekocht<sup>5</sup> is de som van het aardgasverbruik door aardgas-wkk's en door de aardgasketels (inclusief stomen).

De CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 is het product van inkoop aardgas en de emissiefactor aardgas (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>).

In formulevorm (7):

*CO<sub>2</sub>-emissie 2030 (Mton) = (aardgasverbruik aardgas-wkk 2030 + aardgasverbruik ketel 2030) x emissiefactor aardgas*

### **Samengevat**

Als eerste stap is de energievraag per bedrijfstype in 2030 geschat op basis van de energievraag in 2015 en de ontwikkelingen in de periode 2015-2030. In combinatie met het areaal per bedrijfstype in 2030 is als tweede stap de energievraag op sectorniveau bepaald. Vervolgens is als derde stap de energievoorziening op sectorniveau in 2030 geschat.

Bij de elektriciteitsvoorziening gaat het om de productie van elektriciteit met aardgas-wkk. In de resterende elektriciteitsvraag wordt voorzien door inkoop (duurzaam en niet duurzaam) en productie duurzame elektriciteit.

Bij de warmtevoorziening gaat het om het gebruik van warmte vanuit aardgas-wkk, duurzame warmtebronnen, inkoop warmte en inkoop elektriciteit voor verwarming. In de resterende warmtevraag wordt voorzien met de aardgasketel. Het aardgasverbruik van de aardgas-wkk's plus de aardgasketels is bepalend voor de CO<sub>2</sub>-emissie (IPCC-methode).

---

<sup>4</sup> Dit betreft de warmte die vrijkomt bij de elektriciteitsproductie voor eigen gebruik en verkoop.

<sup>5</sup> Inclusief eventuele aardgaswinning in combinatie met geothermie.

# 3 Scenario's

## 3.1 Inleiding

In de scenario's zijn drie denkbeeldige situaties voor de toekomst geschetst. Hierbij gaat het niet om gewenste of meest waarschijnlijke ontwikkelingen maar om uiteenlopende mogelijke ontwikkelingen tot 2030.

De Nederlandse glastuinbouw exporteert het overgrote deel van de productie en vooral binnen Europa. De vraag naar Nederlandse glastuinbouwproducten is daardoor sterk afhankelijk van de internationale en vooral de Europese economie. Daarbij zijn de productiemogelijkheden (fysieke productie en kwaliteit), de productiekosten en de afzetkosten inclusief transportkosten van het Nederlands product ten opzichte van de buitenlandse concurrentie van belang.

Het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissie zijn deels afhankelijk van de ontwikkeling van de energieprijzen. Ook de toekomstige energieprijzen worden internationaal bepaald en hangen samen met de economische ontwikkeling.

Door het voorgaande is voor de scenario's geredeneerd vanuit de situatie buiten de sector (externe ontwikkelingen) naar de situatie binnen de sector (interne ontwikkelingen) en vervolgens naar de sectorstructuur, de energievraag en de energievoorziening. Bij de scenario's is onderscheid gemaakt naar een pessimistisch scenario, een optimistisch scenario en een gematigd scenario dat hier tussenin ligt. Het overzicht met de kenmerken per scenario is weergegeven in tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Kenmerken glastuinbouw per scenario 2030

Kenmerken	Scenario's		
	pessimistisch	gematigd	optimistisch
<b>Externe ontwikkelingen</b>			
Economische groei	laag	matig	hoog
Inkomensontwikkeling	laag	matig	hoog
Toekomstvertrouwen	slecht	matig	goed
Marktvraag	geringe groei	beperkte groei	sterkere groei
Energiekosten	beperkte stijging	stijging	sterkere stijging
Technologieontwikkeling	beperkt	groter	sterk
Duurzaamheidswensen afzetmarkt	beperkt	groter	onderscheidend
<b>Interne ontwikkelingen</b>			
Areaal	sterke krimp	gematigde krimp	stabiel
Intensivering	beperkt	groter	sterker
Bedrijfsresultaten, rentabiliteit	onvoldoende	matig	goed
Investeringsruimte	klein	matig	groot
Areaal nieuwbouw	klein	matig	groot
Energiebesparing per m <sup>2</sup>	beperkt	groter	veel
Duurzame energie per m <sup>2</sup>	beperkt	groter	veel



---

## 3.2 Externe ontwikkelingen

### *Economische groei, inkomensontwikkeling en toekomstvertrouwen*

In de achterliggende periode van 15 jaar bedroeg de gemiddelde groeivoet in Nederland 1,3% per jaar. De hoogste groei bedroeg 4% en de laagste -3% per jaar. De groei van de economie is dus geen constante factor en dat geldt zeker voor een langere periode. Daarom is voor de economische groei niet uitgegaan van extreme groeivoeten. In het pessimistische scenario is uitgegaan van een lage groei (0-1% per jaar), in het optimistische scenario van een hoge groei (> 2% per jaar) en in het gematigde scenario van een gematigde groei (1-2% per jaar). Dit zijn gemiddelde groeivoeten over de gehele periode 2015-2030.

De inkomensontwikkeling en het toekomstvertrouwen van de consument hangen samen met de economische groei. Beide factoren zijn van invloed op de vraag naar glastuinbouwproducten.

### *Energiekosten*

De energiekosten bestaan uit de componenten commodity, diensten en heffingen en belastingen.

### *Commodity*

Bij een hogere economische groei zal er meer vraag ontstaan naar energie en bij meer energievraag zullen de commodityprijzen hoger zijn. Daar staat tegenover dat hogere energieprijzen en het energietransitie beleid een impuls geven aan de ontwikkeling en het gebruik van energiebesparingsopties en energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie en dit reduceert de vraag naar fossiele brandstof en zal energie goedkoper maken.

De algemene verwachting is dat commodityprijzen in de toekomst hoger liggen dan nu het geval is. De mate waarin de prijzen toenemen, zal niet voor alle energiesoorten gelijk zijn. Voor aardgas wordt een sterkere stijging verwacht dan voor elektriciteit. De Nationale Energie Verkenning (NEV, 2017) gaat uit van bijna een verdubbeling van de aardgasprijs in 2030 ten opzichte van 2015. Voor elektriciteit is deze stijging circa 30%. Hierbij zijn de volgende aspecten van belang.

Voor aardgas wordt verwacht dat de vraag toeneemt omdat aardgas een relatief schone brandstof is. Daarnaast neemt het aanbod toe. Door een grotere rol van LNG op de mondiale gasmarkt raken regionale markten meer geïntegreerd.

Voor elektriciteit wordt verwacht dat de vraag toeneemt door elektrificatie. Daarnaast neemt het aanbod toe door flinke toename van hernieuwbare productie. Bovendien is er overcapaciteit in het aanbod van elektriciteit uit fossiele bronnen. De productiekosten van elektriciteit worden beïnvloed door lage brandstofprijzen. Door een grotere inzet van aardgas voor de elektriciteitsproductie neemt de vraag naar aardgas toe. Internationale netwerkverbindingen voor elektriciteit breiden uit. Indirect zal de elektriciteitsprijs ook worden beïnvloed door CO<sub>2</sub>-beprijzing.

De veronderstelde ontwikkelingen van de commodityprijzen zullen van invloed zijn op de energievraag en energievoorziening van de glastuinbouw en dan vooral op het gebruik van wkk's met verkoop elektriciteit.

De energieprijzen zullen niet voor alle perioden in het jaar gelijk zijn. Dit geldt vooral voor elektriciteit. In de perioden met een beperkter aanbod (geen wind en geen zonlicht) zullen de elektriciteitsprijzen hoger liggen. In de perioden met een groter aanbod (veel wind en veel zonlicht) zullen de elektriciteitsprijzen lager liggen. Het eerste is van invloed op de toekomstige mogelijkheden voor verkoop van elektriciteit uit aardgas-wkk. Het tweede is van invloed op de toekomstige mogelijkheden voor inkoop van elektriciteit voor verwarming.

### *Dienstenkosten*

Voor de levering van aardgas en elektriciteit worden dienstenkosten zoals transport, capaciteit en vast recht in rekening gebracht bij de afnemers. Deze kosten zijn relatief beperkt ten opzichte van de commodity prijs. De algemene verwachting is dat de dienstenkosten zullen stijgen. Voor aardgas komt dat door vermindering van het verbruik en voor elektriciteit door toename van het gebruik c.q. de

---

elektrificatie van de energievoorziening. Ook kan in samenhang met de energietransitie de tariefstructuur van de dienstenkosten wijzigen.

#### *Heffingen en belastingen*

In de huidige situatie wordt op inkoop aardgas en inkoop elektriciteit Energie Belasting (EB) en Opslag Duurzame Energie (ODE) geheven. Beide belastingen hebben zowel voor aardgas als voor elektriciteit een degressieve tariefstructuur. Deze tariefstructuur brengt met zich mee dat de eerste m<sup>3</sup> aardgas of kWh elektriciteit het zwaarst wordt belast. Hierdoor wordt het aardgas en de inkoop van elektriciteit die wordt vermeden door energiebesparing of energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie het minst belast. De marginale kosten voor de EB en ODE zijn het laagst voor de uitgespaarde m<sup>3</sup> en kWh. Voor het stimuleren van energiebesparing of niet fossiele bronnen zou een proportionele of progressieve tariefstructuur meer effect hebben (Van der Velden et al., 2016). Naast of in plaats van energiebelasting kan in samenhang met de energietransitie in de toekomst ook een CO<sub>2</sub>-heffing of iets overeenkomstigs worden ingevoerd. In het energietransitiebeleid wordt aangestuurd op elektrificatie. Hierdoor is de verwachting dat de totale kosten voor heffingen, belasting en CO<sub>2</sub>-beprijzing bij aardgas sterker zullen toenemen dan bij elektriciteit.

#### *Totale energiekosten*

Voor de totale energiekosten wordt in de afzonderlijke scenario's uitgegaan van een toename van de kosten voor de commodity, de dienstenkosten en voor de heffingen en belastingen. In het optimistische scenario zal deze toename groter zijn dan in het pessimistische scenario.

#### *Technologieontwikkeling*

Bij een hogere economische groei zal de technologische ontwikkeling sterker zijn. Hierdoor komt er meer technologie beschikbaar, zowel buiten als binnen de glastuinbouw, die toegepast kan worden in de glastuinbouw. Dit geldt ook voor energiebesparingsopties zoals ledverlichting en schermmaterialen en voor duurzame energiebronnen.

#### *Verduurzamingswensen afzetmarkt*

Door druk vanuit non-govermentele organisaties (ngo's) zijn er vanuit de afzetmarkt groeiende wensen c.q. eisen op het terrein van duurzaamheid van de productie. Hiervoor zijn duurzaamheidsindicatoren in ontwikkeling. Dit geldt voor een breed scala aan duurzaamheidsaspecten waaronder CO<sub>2</sub>-emissie. Hiermee wordt duurzame productie in toenemende mate een element van de kwaliteit van de producten.

In de scenario's wordt uitgegaan van toenemende duurzaamheidswensen c.q. -eisen vanuit de afzetmarkt. In het pessimistische scenario zijn deze wensen beperkt, in het gematigde scenario groter en in het optimistisch scenario sterk verondersteld. In het optimistische scenario leidt dit tot meer onderscheidend vermogen (marksegmentatie) in de afzet dan in het gematigde en in het pessimistische scenario. Afzet in een hoger marktsegment heeft een positieve invloed op de productprijzen (Buurma en Van der Velden, 2017). De wensen/eisen rond duurzame productie vanuit de afzetmarkt zal van invloed zijn op de mate waarin de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw wordt gereduceerd. Dit effect zal verschillen per ondernemerstype (marktgericht, gewasgericht en kostengericht).

#### **Samengevat**

In het optimistische scenario groeit de economie sterker, is het toekomstvertrouwen groter, zijn de energiekosten hoger, is er meer technologie en kennisontwikkeling, wordt er meer geïnvesteerd en zijn er meer duurzaamheidswensen vanuit de afzetmarkt. Deze combinatie leidt in dit scenario tot een grotere drang naar verduurzaming. Dit zal een positieve invloed hebben op het areaal glastuinbouw en op de CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>2</sup> van de glastuinbouw.

---

## 3.3 Interne ontwikkelingen

### *Kenmerken Nederlandse glastuinbouw*

- De omvang c.q. het areaal van de Nederlandse glastuinbouw is relatief groot. Door deze omvang, de concentratie van het glastuinbouwareaal en de aanwezigheid van toeleveranciers, adviseurs en afzetpartijen is de centrumfunctie met veel kennisontwikkeling en -uitwisseling een belangrijk element in de ontwikkeling van de glastuinbouw.
- Het aantal bedrijven neemt jaarlijks af, de gemiddelde bedrijfsomvang neemt toe en in de periode 2010-2015 is het totaal areaal gekrompen. Ook zijn er meer bedrijven ontstaan met meerdere productievestigingen en meerdere ondernemers. De schaalvergroting is positief voor de efficiëntie van de productie en de kostprijs.
- De klimatologische omstandigheden zijn in Nederland relatief gunstig. De relatief zachte winters en relatief koele zomers hebben een positieve invloed op de omvang en kwaliteit van de productie.
- De Nederlandse glastuinbouw heeft een hoogtechnologisch niveau (glazen kassen, klimaatregeling, verwarming, CO<sub>2</sub>-dosering, belichting, enzovoort). Ook dit heeft een positieve invloed op omvang en kwaliteit van de productie.
- Door de kwaliteit van de productie vindt de Nederlandse afzet meer plaats in een hoger c.q. duurder marktsegment. Dit kan worden versterkt door verbetering van de duurzaamheid van de productie waaronder de CO<sub>2</sub>-emissie en het gebruik van chemische gewasbescherming.

### *Buitenlandse concurrentie*

- Het concurrerend aanbod is vooral afkomstig uit landen ten zuiden van Nederland met meer licht maar met minder gunstige overige klimatologische omstandigheden (hogere temperatuur, lagere luchtvochtigheid). Dit is van invloed op de kwaliteit van het product, de energievraag (lager) en de plantgezondheid (meer last van ziekten en plagen).
- Door klimaatsverandering ontstaan mondiaal hogere buitentemperaturen. Dit verslechtert de klimaatomstandigheden vooral bij het concurrerend aanbod uit zuidelijker gelegen landen. Dit heeft een nadelige invloed op omvang, kwaliteit en op duurzaamheid van de productie (IPM, gebruik chemie) in vooral zuidelijker gelegen landen terwijl de markt juist op het terrein van duurzame productie meer gaat eisen/vragen. Dit biedt kansen voor de Nederlandse glastuinbouw om de kwaliteitsvoorsprong uit te breiden.
- Het kostenniveau per m<sup>2</sup> is, mede door hogere technologisch niveau, hoger. Dit dient gecompenseerd te worden door hogere opbrengsten. Dit vindt plaats met een hogere productie per m<sup>2</sup>, een hogere kwaliteit van de productie en afzet in een hoger c.q. duurder marktsegment.
- Naast de productie zijn de transportkosten van belang. De afstand vanuit Nederland ten opzichte van de meeste afzetgebieden in Noordwest-Europa is meestal korter in vergelijking met het concurrerend aanbod.

### *Marktvraag, areaal en intensivering*

- Een hogere economische groei zal leiden tot meer vraag naar glastuinbouwproducten en vooral met een hogere kwaliteit en hogere duurzaamheidseisen vanuit een hoger c.q. duurder marktsegment. Dit gaat samen met een groter glasareaal in Nederland en meer intensivering van de teelt.
- De afzetmarkt vraagt om continue aanvoer van een kwaliteitsproduct, ook in de winterperiode. Dit resulteert in toename van de belichting zowel in areaal als per m<sup>2</sup> kas.
- Het voorgaande zal worden versterkt door de hiervoor beschreven ontwikkelingen bij het concurrerend aanbod en door relatief lage elektriciteitsprijzen.

### *Bedrijfsresultaten, investeringsruimte en toekomstvertrouwen*

- Hogere economische groei zal leiden tot betere economische bedrijfsresultaten en meer investeringsruimte en ook tot meer toekomstvertrouwen bij de ondernemers. Dit alles is van invloed op het investeringsgedrag van de ondernemers.
- Het voorgaande zal leiden tot meer nieuwbouw van kassen en andere investeringen. Dit bevordert de concurrentiekracht en geeft meer mogelijkheden voor toepassing van energiebesparing en energievoorzieningen zonder CO<sub>2</sub>-emissie.

---

### *Uitdagingen*

- Naast sterke punten van en kansen voor de glastuinbouw bestaan er uitdagingen.
- De arbeidsvoorziening is in de huidige praktijk niet eenvoudig in te vullen en dit zal in de toekomst een uitdaging blijven.
- Door de schaalvergroting zal de toekomstige financieringsbehoefte van bedrijven groter zijn. In combinatie met de veelal traditionele structuur van familiebedrijven is de toekomstige financiering en de bedrijfsopvolging een belangrijk aandachtspunt.

---

## 4 Sectorstructuur

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de kwantitatieve invulling van de elementen van de sectorstructuur in het conceptueel raamwerk beschreven. Het betreft de volgende elementen van het raamwerk (figuur 2.1):

- Sectorstructuur 2015; areaal per bedrijfstype
- Mutatie sectorstructuur 2015-2030
- Sectorstructuur 2030; areaal per bedrijfstype.

De invulling heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van de externe en interne ontwikkelingen in de afzonderlijke scenario's (hoofdstuk 3).

### 4.2 Sectorstructuur 2015

De bestaande situatie in 2015 is kwantitatief ingevuld vanuit de Landbouwtelling (LBT) en aanvullende informatie uit het onderzoek Intensivering, extensivering en energiebesparing (Van der Velden en Smit, 2017a). Vanuit de LBT is het areaal per gewas(groep) beschikbaar. Vanuit het onderzoek Intensivering, extensivering en energiebesparing is globale informatie beschikbaar over het areaal op bedrijven met belichting per gewasgroep in 2015.

Het totaal areaal glastuinbouw omvat in 2015 9.208 ha (tabel 4.1). In de periode 2010-2015 is het totaal areaal met ruim 1.100 ha gekrompen (11%). Het areaal in 2015 bestaat uit 52% groente en fruit, 24% bloemen en 24% planten. Het areaal met belichting omvat circa 31% (tabel 4.2). Deze arealen per subsector zijn inclusief uitgangsmateriaal, circa 600 ha in totaal in 2015.

Bij een deel van de gewassen wordt vaak een deel van het bedrijf belicht. Dit komt door begrenzing vanuit de warmtebalans van de bedrijven (lampwarmte en wkk warmte). Hierdoor is het areaal op bedrijven met belichting groter dan het areaal met belichting. Het areaal op bedrijven met belichting omvat op sectorniveau circa 40% (tabel 4.3), 9 procentpunt meer dan het belicht areaal (tabel 4.2). Daardoor zijn ook de wegingsfactoren (het areaal) per bedrijfstype met belichting groter dan het areaal met belichting. In de genoemde tabellen is de informatie ook gegeven per subsector.

### 4.3 Sectorstructuur 2030

#### *Totaal areaal en areaal per subsector*

Voor het totaal areaal is in het pessimistische scenario een sterke krimp verondersteld (ruim 2.000 ha), in het gematigde scenario een gematigde krimp (ruim 1.000 ha) en in het optimistische scenario blijft het totaal areaal bijna gelijk (tabel 4.1). Dit resulteert in een totaal areaal in 2030 van respectievelijk circa 7.000, 8.000 en 9.000 ha.

Per scenario is de ontwikkeling van het totaal areaal opgebouwd vanuit de areaalmutaties per gewasgroep. Het resultaat voor 2030 is in tabel 4.1 geaggregeerd weergegeven per subsector. Uit het resultaat blijkt dat in het gematigde scenario een relatief lichte krimp van het areaal plaatsvindt bij de groente en de planten en een sterke krimp bij de bloemen. In het pessimistische scenario is de krimp bij alle 3 de subsectoren sterker. In het optimistische scenario vindt een lichte krimp plaats bij de bloemen en de planten bij de groente een lichte groei.

**Tabel 4.1** Areaal glastuinbouw per subsector in 2010 en 2015 en de prognose voor 2030 per scenario (ha)

Subsector	2010	2015	Scenario's 2030		
			pessimistisch	gematigd	Optimistisch
Groente en fruit	4.648	4.819	3.835	4.365	4.895
Bloemen	2.805	2.213	1.435	1.780	2.085
Planten	2.304	2.176	1.675	1.950	2.075
Totaal	10.307	9.208	6.945	8.095	9.055

Bron 2010 en 2015: CBS Landbouwtelling.

#### Teeltcellen

Om geheel onafhankelijk van het seizoen en buitenomstandigheden te produceren, vindt bij een beperkt aantal gewassen (een deel van) de teelt plaats in cellen. Verwacht wordt dit in 2030 zal zijn toegenomen, enerzijds voor een deel van de eindproducten, anderzijds voor het vervangen van teeltfasen in het begin van de teelt zoals ontkieming, beworteling en takaanleg. De teelt in cellen brengt vooral elektriciteitsgebruik (belichting) met zich mee. Verwacht wordt dat het areaal teeltcellen beperkt van omvang blijft. Dit is in beschouwing genomen bij overig teelten (groente en sierteelt) en bij uitgangsmateriaal (groente en sierteelt).

#### Areaal met belichting

Ook het areaal met belichting is ingevuld per gewasgroep. Het resultaat voor 2030 is in tabel 4.2 geaggregeerd weergegeven per subsector. Uit het resultaat blijkt dat in het gematigde scenario het areaal met belichting toeneemt van circa 31% in 2015 tot circa 38% in 2030. In het pessimistische scenario is dit laatste 35% en in het optimistische scenario 43%. Per subsector groeit in alle drie de scenario's het aandeel belichting bij de groente sterker dan bij de bloemen en de planten. De verwachting is dat bij de groente de groei van de belichting doorzet om te voldoen aan de vraag naar een Nederlands kwaliteitsproduct in de winterperiode met hogere prijzen. Dit betreft vooral tomaat. De toename van de belichting bij overige groentegewassen is minder groot verondersteld.

Het aandeel belichting hangt ook samen met de ontwikkeling van het totaal areaal per subsector. Door de krimp van het totaal areaal ligt de prognose van het totaal areaal belichting in het pessimistische scenario (circa 2.400 ha) onder en in het gematigde (circa 3.100 ha) en optimistische scenario (circa 3.900 ha) boven het areaal met belichting in 2015 (circa 2.800 ha). In het optimistische scenario is de toename van het areaal met belichting ruim 1.000 ha.

**Tabel 4.2** Schatting aandeel areaal glastuinbouw met belichting in 2015 en de prognose voor 2030 per scenario (%)

Subsector	2015	Scenario's 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
Groente en fruit	16	27	30	34
Bloemen	61	60	65	72
Planten	32	30	32	36
Totaal	31	35	38	43

#### Areaal op bedrijven met belichting

Het areaal op bedrijven met belichting (tabel 4.3) ligt in 2030 in het gematigde scenario circa 10 procentpunt hoger dan het areaal belichting. In het pessimistische scenario zijn dat 12 en in het optimistische scenario 8 procentpunten.

**Tabel 4.3** Schatting aandeel areaal op bedrijven met belichting in totaal areaal glastuinbouw in 2015 en de prognose voor 2030 per scenario (%)

Subsector	2015	Scenario's 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
Groente en fruit	24	42	41	44
Bloemen	68	65	70	73
Planten	46	43	41	44
Totaal	40	47	48	51

#### Areaal nieuwbouw

Voor de kwantitatieve invulling van vooral de energiebesparing (hoofdstuk 5) is het areaal nieuwbouw van belang. In de jaren 1990 tot en met 2015 liep het areaal nieuwbouw uiteen van globaal 50 tot 500 ha per jaar en bedroeg het gemiddeld ruim 300 ha per jaar. In de periode 2010-2015 kromp het areaal glastuinbouw met 11%. Evenals bij de economische groei (paragraaf 3.2) is ook bij het toekomstig areaal nieuwbouw niet uitgegaan van extremen. Verondersteld is dat in de periode 2015-2030 in het gematigde scenario het areaal nieuwbouw gemiddeld 250 ha per jaar zal bedragen (tabel 4.4). Over de gehele periode van 15 jaar worden er dan in totaal 3.750 ha nieuwe kassen gebouwd. In het pessimistische scenario is het areaal nieuwbouw 100 ha per jaar en over de gehele periode 1.500 ha en in het optimistische scenario is dat 400 ha en 6.000 ha. Het voorgaande brengt met zich mee dat in het gematigde scenario in 2030 46% van het areaal is gebouwd na 2015. In het pessimistisch scenario is dat 22% en in het optimistische scenario 66%.

**Tabel 4.4** Areaal nieuwbouw per scenario in 2030 a)

Subsector	2015	Scenario's 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
Areaal nieuwbouw	ha/jaar	100	250	400
Areaal nieuwbouw	ha/15 jaar	1.500	3.750	6.000
Totaal areaal in 2030	ha	6.945	8.095	9.055
Aandeel areaal in 2030 gebouwd na 2015	%	22	46	66

a) Nieuwbouw betekent gebouwd na 2015.

---

# 5 Energievraag

## 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de kwantitatieve invulling van de energievraag in het conceptueel raamwerk beschreven. De invulling heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van de externe en interne ontwikkelingen in de afzonderlijke drie scenario's.

De kwantitatieve invulling betreft de volgende elementen van het conceptueel raamwerk (figuur 2.1):

- energievraag per m<sup>2</sup> per bedrijfstype 2015
- intensivering en extensivering op de bedrijven 2015-2030
- technisch potentieel energiebesparing op de bedrijven 2015-2030
- praktische toepassing energiebesparing, intensivering en extensivering op de bedrijven 2015-2030.

De invulling resulteert in de energievraag per m<sup>2</sup> per bedrijfstype in 2030. Vervolgens is in combinatie met de sectorstructuur 2030 (areaal per bedrijfstype, hoofdstuk 4) de energievraag op sectorniveau in 2030 voor de drie scenario's bepaald (paragraaf 5.6).

## 5.2 Energievraag 2015

De bestaande situatie is kwantitatief ingevuld vanuit de Energiemonitor glastuinbouw en aanvullende informatie uit het onderzoek Intensivering, extensivering en energiebesparing. Vanuit de Energiemonitor is de energie-input en -output op sectorniveau en per gewas(groep) zowel absoluut als per m<sup>2</sup> beschikbaar. Vanuit het onderzoek Intensivering, extensivering en energiebesparing is informatie beschikbaar over het elektrisch vermogen per m<sup>2</sup> en de gebruiksduur van de belichting en over de overige elektriciteitsconsumptie in 2015.

## 5.3 Intensivering en extensivering 2015-2030

Intensivering en extensivering omvatten een structuur effect en een effect per m<sup>2</sup> op de bedrijven. Het structureffect is in beschouwing genomen via de mutaties in de sectorstructuur (mutaties areaal per bedrijfstype (gewasgroep en wel of geen belichting)).

Intensivering en extensivering per m<sup>2</sup> op de bedrijven betreft veranderingen in teeltperioden en teelttemperatuur, belichting per m<sup>2</sup> kas en gebruik overig elektrische apparatuur. Verondersteld is dat de effecten van intensivering en de extensivering op de warmtevraag per m<sup>2</sup> op de bedrijven elkaar opheffen. De teeltperioden blijven per bedrijfstype dus globaal gelijk. Hierop vormen een aantal extensieve gewassen een uitzondering. In samenhang met energiebesparing (bijvoorbeeld schermen, HNT) zal bij deze gewassen ook intensiever worden geteeld.

Door toename van de belichting (hoeveelheid licht per m<sup>2</sup>) zal in beginsel de elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> toenemen. Dit effect kan gecompenseerd worden door elektriciteitsbesparing door efficiëntere belichting en ledverlichting. Verondersteld is dat door het gebruik van deze opties de elektriciteitsconsumptie per m<sup>2</sup> gelijk blijft.



---

## 5.4 Technisch potentieel energiebesparing 2015-2030

Bij het technisch potentieel voor energiebesparing in de periode 2015-2030 is onderscheid gemaakt naar warmte (warm water) en elektriciteit. Technisch zijn er vele besparingsopties waarmee de warmte- en elektriciteitsvraag kan worden verminderd.

### *Warmte (inclusief stomen)*

Voor warmtebesparing wordt onder andere gedacht aan de opties HNT, warmtebenutting bij belichting, selectiever verwarmen, selectiever ventileren, meerdere schermen en langere gebruiksduur van schermen, dek en gevelisolatie, nieuwe kassen en het vermijden van zomerstook door externe CO<sub>2</sub>-voorziening. Opties kunnen worden doorontwikkeld en nieuwe opties kunnen worden ontwikkeld en ingezet. Voor deze opties gezamenlijk is een technisch potentiële warmtebesparing verondersteld voor de periode 2015-2030. Het technisch potentieel is gelijk verondersteld in alle drie de scenario's.

Bij de technisch potentiële warmtebesparing is onderscheid gemaakt naar bedrijven met energie-intensieve, gemiddeld intensieve en extensieve gewassen, naar bestaande en nieuwe kassen en naar met en zonder belichting. Voor de indeling van de gewassen naar intensief, gemiddeld intensief en extensief wordt verwezen naar bijlage 2.

Voor de energie-intensieve gewassen (warmtevraag >20 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>) is een totaal technisch besparingspotentieel in de kassen verondersteld van 22,5%. Voor de gemiddeld-intensieve gewassen (10-20 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>) is dat 15% en voor de energie-extensieve gewassen (<10 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> kas) is dat 10%. Voor energie-extensieve gewassen met een zeer kleine warmtevraag (< 4 m<sup>3</sup> a.e./m<sup>2</sup>) is de technisch potentiële warmtebesparing gelijk aan nul verondersteld. Deze bedrijven gebruiken de warmte vooral voor het vorstvrij houden van de kassen.

Daarnaast is de potentiële warmtebesparing in nieuwe kassen groter en bij gebruik van belichting kleiner. Bij nieuwe kassen (gebouwd na 2015) is de potentiële technische warmtebesparing in de kassen verhoogd met 25% en voor bedrijven met belichting is de potentiële technische warmtebesparing verlaagd met 30%.

Naast de grotere potentiële warmtebesparing in de nieuwe kassen brengt een nieuwe kas, door een betere dichtheid, zelf ook reductie van de warmtevraag met zich mee. Voor een nieuwe kas is een extra besparing verondersteld van 2 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> bij energie-intensieve gewassen, 1,25 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> bij gemiddeld intensive gewassen en 0,5 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> bij extensieve gewassen (> 4 m<sup>3</sup> a.e./m<sup>2</sup>). Dit komt dus bovenop de besparing in de kas.

Naast de invloed op de elektriciteitsconsumptie zijn er door ledverlichting ook mogelijkheden om de warmtebenutting op de bedrijven met belichting te verbeteren. Hierbij speelt minder elektriciteitsproductie met wkk's en meer inkoop van elektriciteit ook een rol (hoofdstuk 6).

In tabel 5.1 is de technisch potentiële warmtebesparing vermeld voor drie voorbeeldbedrijven:

- een energie-intensief bedrijf met een warmtevraag van 30 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> per jaar,
- een gemiddeld energie-intensief bedrijf met een warmtevraag van 15 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> per jaar en
- een energie-extensief bedrijf met een warmtevraag van 5 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> per jaar.

Per voorbeeldbedrijf is onderscheid gemaakt naar bestaande bouw en nieuwbouw en naar zonder en met belichting.

**Tabel 5.1** Technisch potentiële warmtebesparing voor drie voorbeeldbedrijven ( $m^3$  a.e./ $m^2$ ) a)

Voorbeeldbedrijf	Warmtevraag 2015 ( $m^3$ a.e./ $m^2$ )	Technisch potentiële warmte besparing 2015-2030			
		Bestaande bouw		Nieuwbouw	
		Zonder belichting	Met belichting	Zonder belichting	Met belichting
Intensief	30	6,75 (22,5)	4,7 (16)	10,4 (35)	7,9 (26)
Gemiddeld	15	2,25 (15)	1,6 (11)	4,1 (27)	3,2 (22)
Extensief	5	0,5 (10)	0,4 (7)	1,1 (23)	0,9 (19)

a) Tussen haakjes is de besparing in % vermeld.

### Stomen

In de kassen wordt bij een aantal gewassen ook de kasgrond of het substraat gestoomd ter voorkoming van ziekten en plagen. Voor dit warmtegebruik is (nog) geen praktisch alternatief voorhanden waardoor hiervoor geen besparing is ingerekend.

### Elektriciteit

Het elektriciteitsgebruik in de glastuinbouw komt voort uit belichting (circa 90%) en overige apparatuur (circa 10%).

### Belichting

De marktvraag naar een kwalitatief goed product in de winterperiode neemt toe. Dit uit zich in hogere productprijzen in de winterperiode. Hierdoor groeit het areaal met belichting en willen ondernemers meer kunstlicht per  $m^2$  in de kas toepassen. De lampen geven echter niet alleen licht maar ook warmte af. Het gebruik van meer licht c.q. lampvermogen per  $m^2$  met de traditionele High Pressure Sodium (hps-lampen) wordt daardoor begrensd door de warmtevraag per  $m^2$  kas. Een hogere lichtintensiteit met eenzelfde elektriciteitsinput en warmte-output is mogelijk met Light Emitting Diodes (ledverlichting).

### Ledverlichting

Op de ontwikkelingen van lichttechniek is vanuit meerdere partijen een blik op de toekomst gegeven. Uitkomsten wijzen op een succes voor de ontwikkeling van led. Als ledlampen qua lichtoutput in 2030 vergelijkbaar zijn met of beter zijn dan de gebruikelijke hps-lampen, dan zal dit van invloed zijn op de elektriciteitsvraag van de belichting en op het intensiveringsproces.

Het gebruik van ledlampen brengt minder stralingswarmte met zich mee. In de praktijk worden hps-lampen en ledverlichting daarom gecombineerd gebruikt. Dit wordt hybride belichting genoemd. In tabel 5.2 zijn een aantal voorbeeldvarianten met combinaties van led- en hps-lampen gegeven waarbij in de linkerhelft van de tabel de licht-output per  $m^2$  en in de rechterhelft de elektriciteits-input per  $m^2$  gelijk is gehouden. De voorbeelden in tabel 5.2 wijzen op een besparingspotentieel van 46% (108 ten opzichte van 200) of een licht-intensiveringspotentieel van 86% (2,16 ten opzichte van 1,16).

**Tabel 5.2** Voorbeeldvarianten hps-led bij gelijke output licht en bij gelijke input elektriciteit vanuit een referentie van 100  $W/m^2$  hps-kunstlicht en een bedrijfstijd van 2.000 vollast uur per jaar. (hps type 2015 à 1,6  $\mu\text{mol/s/W}$  en led type 2030 à 3,0  $\mu\text{mol/s/W}$ ) a)

Output / input	Varianten type belichtingsinstallatie									
	Gelijk output licht					Gelijke input elektriciteit				
% hps	100	67	50	33	0	100	67	50	33	0
% led	0	33	50	67	100	0	33	50	67	100
Output kunstlicht ( $\text{kmol}/m^2$ .jaar)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,49	1,66	1,83	2,16
Input elektriciteit ( $\text{kWh}/m^2$ .jaar)	200	169	154	138	108	200	200	200	200	200

a) Bron: Persbericht Philips Lighting, 2018.

---

De vraag is vervolgens welke belichtingsvariant in de toekomst zal worden gebruikt door de glastuinbouw. Dit is afhankelijk van vooral de kennis over de relatie tussen licht (lichtsoorten, golflengte en kleur van het licht) en het gewas c.q. de en gewasopbrengsten. Dit zal verschillen per gewas en per bedrijf.

#### *Warmtebalans*

Naast de ontwikkeling van ledlampen en de kennis over het gebruik van de belichting is de warmtebalans in de kas van belang. De elektriciteit die wordt gebruikt door de belichting komt indirect via de lampen als warmte beschikbaar in de kas. Voor het realiseren van het gewenste kasklimaat is er een bepaalde warmtevraag. Als via de belichting te veel warmte wordt ingebracht, is dit nadelig voor het kasklimaat. Hierdoor wordt het gebruik van belichting begrensd door de warmtevraag. Door het gebruik van ledlampen kan er meer licht worden ingebracht bij een gelijke warmtetoevoer uit de belichting; zie tabel 5.2. Ook de elektriciteitsproductie met aardgas-wkk is hierop van invloed.<sup>6</sup>

Door de begrenzing vanuit de warmtebalans in relatie tot het kasklimaat kan het elektriciteitsgebruik per m<sup>2</sup> van de belichting bij intensief belichte gewassen niet verder toenemen. Meer licht per m<sup>2</sup> is dan mogelijk door geheel of gedeeltelijk gebruik te maken van ledlampen (tabel 5.2). De vraag is vervolgens in welke mate dit het geval zal zijn. Het antwoord op deze vraag heeft echter geen invloed op de elektriciteitsconsumptie door belichting per m<sup>2</sup> kas. De elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> blijft immers gelijk door de begrenzing vanuit het kasklimaat.

Het voorgaande brengt met zich mee dat de elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> door belichting voor de intensief belichte gewassen in alle drie de scenario's gelijk zal blijven. Een uitzondering hierop zijn de gewassen waar nog wat ruimte zit in de warmtebalans voor de lampwarmte. Dit zijn gewassen met minder intensieve belichting. Voor deze gewassen is in alle drie de scenario's uitgegaan van een potentiële (beperkte) intensivering van de belichting met meer elektriciteitsconsumptie per m<sup>2</sup>. Hier bovenop kan de lichtinput verder toenemen door ledverlichting. Ook dat heeft geen invloed op de elektriciteitsconsumptie per m<sup>2</sup> kas.

#### *Overige apparatuur*

Overige apparatuur is de verzameling van alle elektrische installaties naast de belichting zoals raam- en schermmotoren, koelinstallaties, ventilatoren, pompen en duurzame energievoorzieningen.

Het gebruik van overige elektrische apparatuur zal toenemen. De efficiëntie van deze apparatuur zal echter ook toenemen. Dit wordt versterkt door de schaalvergroting waardoor apparatuur met grotere vermogens in gebruik worden genomen en apparatuur met grotere vermogens is efficiënter. Verondersteld is dat per saldo de elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> voor de overige apparatuur in alle scenario's gelijk blijft.

#### *CO<sub>2</sub>-dosering*

Door de glastuinbouw wordt CO<sub>2</sub> gedoseerd ter bevordering van de groei van de gewassen. Dit vindt in de huidige praktijk vooral plaats met de rookgassen van de wkk's en de aardgasketels. Daarnaast wordt CO<sub>2</sub> ingekocht. Door het intensiveringsproces zoals meer belichting en door toename van de fysieke productie per m<sup>2</sup> zal er in de toekomst meer CO<sub>2</sub> nodig zijn.

De vraag naar CO<sub>2</sub> kan verminderen door selectievere dosering, beperking van ventilatie en nieuwe (dichtere) kassen. Door de laatste twee vermindert de CO<sub>2</sub>-vraag omdat er minder CO<sub>2</sub> uit de kas verdwijnt.

---

<sup>6</sup> Behalve uit de lampen komt ook warmte beschikbaar vanuit de aardgas-wkk's. Met wkk's wordt in een belangrijk deel van de elektriciteitsvraag voorzien. Door inkoop elektriciteit in plaats van productie met aardgas-wkk's komt er minder warmte beschikbaar en wordt de begrenzing vanuit de warmtevraag minder snel bereikt. Inkoop elektriciteit komt aan bod bij de energievoorzieningsopties (hoofdstuk 6).

## 5.5 Praktische toepassing intensivering en energiebesparing op de bedrijven 2015 – 2030

Bij de praktische toepassing gaat het om de vraag in hoeverre de beschikbare kennis en technieken voor intensivering, extensivering en energiebesparing in de periode 2015-2030 ook werkelijk worden toegepast. Hiervoor is het technisch potentieel voor intensivering, extensivering en warmtebesparing in de uiteenlopende bedrijfstypen (paragraaf 5.3 en 5.4) gekoppeld aan de verwachte toepassingsgraad in de drie scenario's.

Hiervoor zijn de volgende bewerkingen uitgevoerd:

1. Bundeling van gewas(groepen) met ongeveer dezelfde ontwikkelingsdynamiek en hun arealen (bestaand en nieuwbouw 2015-2030) in 3 dynamiekgroepen
2. Onderverdeling van arealen (bestaand en nieuwbouw 2015-2030) per dynamiekgroep naar 3 ondernemerstypen
3. Weging van de verwachte toepassingsgraad van kennis en technieken bij de 3 ondernemerstypen met de arealen van de ondernemerstypen

Deze drie bewerkingen zijn hieronder toegelicht.

### *Gewasdynamiek*

Als eerste zijn in tabel 5.3 de bedrijfstypen (gewasgroepen en wel of geen belichting), bestaande bouw en nieuwbouw en hun arealen in 2015 en 2030 ingedeeld in drie niveaus van gewasdynamiek: (1) hoog-dynamisch, (2) matig dynamisch en (3) laag-dynamisch (zie bijlage 2).<sup>7</sup>

**Tabel 5.3** Arealen glastuinbouw in 2015 en 2030 naar dynamiekgroep en belichting (ha)

Jaar/scenario	Areaal totaal (ha)	Dynamiekgroep		
		hoogdynamisch	matig dynamisch	laagdynamisch
Glastuinbouw 2015	9.208	2.816	4.482	1.910
<b>Bedrijven met belichting 2015</b>	3.691	1.476	1.894	321
2030 – pessimistisch	3.267	1.652	1.417	198
2030 – gematigd	3.854	1.995	1.613	246
2030 - optimistisch	4.586	2.273	1.982	332
<b>Bedrijven zonder belichting 2015</b>	5.517	1.340	2.588	1.589
2030 – pessimistisch	3.678	628	1.983	1.067
2030 – gematigd	4.241	670	2.242	1.329
2030 - optimistisch	4.469	752	2.313	1.403

Uit de tabel blijkt dat in de periode 2015-2030 bij de hoog-dynamische gewassen een sterke verschuiving wordt verwacht van bedrijven zonder belichting naar bedrijven met belichting. Het totaal areaal van deze dynamiekgroep krimpt in het pessimistische scenario en groeit in het optimistische scenario. Bij de matig en laag-dynamische gewassen wordt in de periode 2015-2030 structurele afname van het areaal verwacht, zowel bij de bedrijven met belichting als bij de bedrijven zonder belichting. De geschetste ontwikkelingen hangen samen met de aard van de onderscheiden dynamiekgroepen. In de hoog-dynamische groep zit meer neiging tot bedrijfsuitbreiding, intensivering en belichting dan in de matig dynamische en de laag-dynamische groep.

### *Verdeling nieuwbouw 2015-2030 over dynamiekgroepen*

Naar analogie van de verdeling van de totaal arealen in 2015 en 2030 naar dynamiekgroepen zijn ook de arealen nieuwbouw 2015-2030 per dynamiekgroep vastgesteld. Dit is gebeurd vanuit de

<sup>7</sup> Hoog-dynamisch = meer intensivering, belichting, nieuwbouw en marktsegmentatie ; laag-dynamisch = minder intensivering, belichting, nieuwbouw en marktsegmentatie.

nieuwbouwarealen per gewasgroep in de drie scenario's. De verdeling van de nieuwbouw over de dynamiekgroepen is weergegeven in tabel 5.4 en is een deelverzameling van tabel 5.3.

De meeste nieuwbouw wordt verwacht bij de hoog-dynamische gewassen op bedrijven met belichting. In het gematigde en in het optimistische scenario worden bij de matig dynamische gewassen eveneens grote arealen nieuwbouw verwacht, zowel op bedrijven met belichting als op bedrijven zonder belichting. Deze verwachtingen resulteren in 2030 in hoge aandelen nieuwe kassen (meer dan 50% gebouwd na 2015) in de grijs gemarkeerde cellen van tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Arealen nieuwbouw 2015-2030 verdeeld naar dynamiekgroepen en bedrijven met en zonder belichting (ha) d)

Scenario	Nieuwbouw 2015-2030 (ha)	Dynamiekgroep		
		hoogdynamisch	matig dynamisch	laagdynamisch
<b>Bedrijven met belichting</b>				
Pessimistisch a)	929	618	291	20
Gematigd b)	2.075	1.175	805	95
Optimistisch c)	3.322	1.915	1.238	169
<b>Bedrijven zonder belichting</b>				
Pessimistisch a)	571	182	309	80
Gematigd b)	1.675	360	965	350
Optimistisch c)	2.678	575	1.491	612

a) Totaal = 1.500 ha; b) Totaal = 3.750 ha; c) Totaal = 6.000 ha; Gestippelde cellen: areaal nieuwbouw > 50% totaal areaal in 2030.

#### Indeling areaal 2015 naar ondernemerstypen

Om aansluiting te krijgen bij de verschillen in toepassingsgraad van kennis en technieken tussen bedrijven zijn de arealen van 2015 (tabel 5.3) ingedeeld naar ondernemerstype (zie paragraaf 2.3). Daarbij is conform tabel 7.1 van het LEI/DRIFT-rapport Sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen (Buurma et al., 2015) uitgegaan van 20% marktgericht (ambitieuw), 60% gewasgericht (aandachtig) en 20% kostengericht (afwachtend). Deze basisverdeling is vervolgens aangepast voor de dynamiekgroepen en voor de bedrijven met en de bedrijven zonder belichting (tabel 5.5).

**Tabel 5.5** Areaalaandelen van ondernemerstypen in 2015 binnen 3 dynamiekgroepen, gespecificeerd voor bedrijven met belichting en bedrijven zonder belichting (%)

Bedrijfsuitrusting/ ondernemerstype	Verdeling glastuinbouw (%)	Dynamiekgroep		
		hoogdynamisch	matig dynamisch	laagdynamisch
<b>Bedrijven met belichting</b>				
Marktgericht - ambitieus	22	32	22	12
Gewasgericht - aandachtig	60	55	60	65
Kostengericht - afwachtend	18	13	18	23
<b>Bedrijven zonder belichting</b>				
Marktgericht - ambitieus	19	29	19	9
Gewasgericht - aandachtig	60	55	60	65
Kostengericht - afwachtend	21	16	21	26

Bij de hoog-dynamische gewassen is meer marktgerichtheid en minder kostengerichtheid dan gemiddeld verondersteld. Bij de laag-dynamische gewassen is minder marktgerichtheid en meer kostengerichtheid verondersteld. Ook dit beeld is afgeleid uit (Buurma et al., 2015). Op de bedrijven met belichting is meer marktgerichtheid en minder kostengerichtheid dan gemiddeld verondersteld.

Op de bedrijven zonder belichting is minder marktgerichtheid en meer kostengerichtheid dan gemiddeld verondersteld. Dit beeld is afgeleid uit het onderzoek 'Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO<sub>2</sub>-emissie Nederlandse glastuinbouw' (Van der Velden en Smit, 2017).

Door het voorgaande is in tabel 5.5 het aandeel marktgerichtheid bij belichting verhoogd van 20% naar 22% en bij onbelicht verlaagd van 20% naar 19%. De aandelen kostengericht zijn in tegengestelde richting aangepast.

#### *Toedeling areaalveranderingen en nieuwbouw 2015-2030*

Per dynamiekgroep zijn de verwachte areaalveranderingen voor de periode 2015-2030 (tabel 4.1) verdeeld over marktgericht, gewasgericht en kostengericht. In bijlage 3 is de verdeelwijze geïllustreerd voor matig dynamische gewassen met belichting. Voor de gewasarealen zonder belichting bij matig dynamische gewassen en voor de hoog-dynamische en laag-dynamische gewassen en zijn soortgelijke verdeelschema's gemaakt.

Na verwerking van de areaalverandering 2015-2030 in de drie dynamiekgroepen (opgesplitst naar met en zonder belichting) zijn de nieuwbouwarealen per scenario (1.500, 3.750 en 6.000 ha) in de onderscheiden dynamiekgroepen verdeeld over de ondernemerstypen. In aansluiting op de inzichten in Buurma et al. (2015) is verondersteld dat de marktgerichte ondernemers het eerst uit de 'voorraad nieuwbouw' mogen tappen, totdat hun areaal 2030 tot ongeveer 90% gevuld is. De resterende voorraad gaat vervolgens naar de gewasgerichte ondernemers. Als het nieuwbouwareaal na 90% vulling van het areaal met gewasgerichte ondernemers in 2030 nog niet is uitgeput, dan wordt het restant doorgeschoven naar de kostengerichte ondernemers. In bijlage 4 is de toedelingswijze geïllustreerd voor hoog-dynamische gewassen op bedrijven met belichting. In het pessimistische scenario komt de nieuwbouw grotendeels bij de marktgerichte ondernemers terecht. In het gematigde en optimistische scenario komt de extra nieuwbouw (ten opzichte van het pessimistische scenario) grotendeels bij de gewasgerichte ondernemers terecht en in het optimistische scenario een klein beetje bij de kostengerichte ondernemers.

Opgemerkt dient te worden dat bij alle gewas(groepen) alle ondernemerstypen voorkomen en dus ook bij alle gewas(groepen) nieuwbouw plaatsvindt. De mate waarin nieuwbouw plaatsvindt, verschilt per gewas(groep) en is afhankelijk van de verdeling van de ondernemerstypen per gewasgroep.

#### *Veronderstelde toepassingsgraad per ondernemerstype*

De veronderstelde toepassingsgraden van gebruiksklare kennis en technieken voor de ondernemerstypen in de drie scenario's zijn weergegeven in tabel 5.6. De toepassingsgraden zijn een interpretatie van de verschillen in toepassing van Het Nieuwe Telen in het LEI/DRIFT-rapport *Sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen* (Buurma et al., 2015).

**Tabel 5.6** Veronderstelde toepassingsgraad van gebruiksklare kennis en technieken, gespecificeerd naar scenario's 2030 en ondernemerstypen

Scenario's 2030	Ondernemerstypen		
	marktgericht	C	gewasgericht
Pessimistisch	0,70	h	0,30
Gematigd	0,80	a	0,40
Optimistisch	0,90	s	0,50
		m	0,25

#### *Chasm*

Marktgerichte ondernemers zijn sneller met de toepassing van kennis en technieken dan gewasgerichte. In de literatuur wordt gesproken van een 'chasm' (kloof) tussen pioniers/vroege volgers en de vroege middenmoot (Moore, 1993). Daarom is er een relatief groot verschil in toepassingsgraad verondersteld tussen de marktgerichte en de gewasgerichte ondernemers. Door financiële beperkingen en invloeden van adviseurs zijn kostengerichte ondernemers meestal

terughoudend met de toepassing van kennis en technieken. Dit is tot uiting gebracht in de verhoudingsgetallen.

Voor de drie ondernemerstypen geldt, dat onder gunstige economische omstandigheden meer in innovatie geïnvesteerd kan worden dan onder ongunstige economische omstandigheden. Dit is eveneens tot uiting gebracht in de verhoudingsgetallen tussen de scenario's.

#### *Weging toepassingsgraden*

Tot slot zijn de verwachte toepassingsgraden per ondernemerstype (tabel 5.6) gewogen met de arealen per dynamiekgroep. Dit resulteert in een gewogen toepassingsgraad per dynamiekgroep. Deze zijn gekoppeld aan de bijbehorende bedrijfstypen.

#### *Praktische toepassing energiebesparing*

Het technische potentieel voor intensivering, extensivering en energiebesparing uit de paragrafen 5.3 en 5.4 in combinatie met de hiervoor beschreven gewogen toepassingsgraden resulteert in de praktische toepassing van intensivering, extensivering en energiebesparing.

#### *Warmte*

In tabel 5.7 is het technisch potentieel en de praktische toepassing van de warmtebesparing zowel op sectorniveau als per m<sup>2</sup> vermeld. Hieruit blijkt dat de praktische toepassing van de warmtebesparing in het pessimistisch scenario 138 miljoen m<sup>3</sup> a.e. bedraagt. Dit is 46% van het technisch besparingspotentieel. Uitgedrukt in de warmtevraag voor besparing is de praktische toepassing 9%. In het optimistische scenario ligt de praktische toepassing van de besparing hoger en bedraagt respectievelijk 327 miljoen m<sup>3</sup> a.e., 65% en 15%. De praktische toepassing ligt in de eerste twee scenario's op circa de helft van het technisch potentieel in het optimistische scenario op twee derde.

Per m<sup>2</sup> loopt het technische potentieel uiteen van gemiddeld 4,3 tot 5,5 m<sup>3</sup> a.e. de praktische toepassing van gemiddeld 2,0 tot 3,6 m<sup>3</sup> a.e. per jaar.

**Tabel 5.7**      *Technisch potentieel en praktische toepassing warmtebesparing 2015-2030 op sectorniveau en gemiddeld per m<sup>2</sup> per scenario*

	Scenario 2030		
	pessimistisch	gematigd	optimistisch
<b>Sectorniveau</b>			
Technisch potentieel (miljoen m <sup>3</sup> a.e.)	301	401	499
Aandeel in warmtevraag voor besparing (%)	17	19	22
Praktische toepassing (miljoen m <sup>3</sup> a.e.)	138	215	327
Aandeel praktische toepassing in technisch potentieel (%)	46	54	65
Aandeel in warmtevraag voor besparing (%)	9	11	15
<b>Bedrijfsniveau</b>			
Technisch potentieel (m <sup>3</sup> a.e./ m <sup>2</sup> )	4,3	5,0	5,5
Praktische toepassing (m <sup>3</sup> a.e./ m <sup>2</sup> )	2,0	2,7	3,6

#### *Elektriciteit*

Voor elektriciteit kan de praktische toepassing van intensivering, extensivering en besparing kwantitatief niet worden gesplitst. Dit komt door de veronderstelling dat de intensivering en besparing bij belichting elkaar grotendeels compenseren.

## 5.6 Energievraag 2030

### Sectorniveau

De warmte- en elektriciteitsvraag op sectorniveau in 2015 en de schatting per scenario voor 2030 is vermeld in tabel 5.8. De warmtevraag ligt in alle drie de scenario's in 2030 lager dan in 2015. In het pessimistisch scenario is de vermindering 31%, in het gematigde scenario 22% en in het optimistisch scenario 16%. De sterkere vermindering in het pessimistische scenario hangt samen met de sterkere krimp van het areaal.

De elektriciteitsvraag op sectorniveau is in het pessimistische scenario 19% lager, in het gematigde 5% hoger en in het optimistisch scenario 34% hoger dan in 2015 (tabel 5.6). Dit wordt veroorzaakt door de sterkere krimp van het totaal areaal in het pessimistische scenario en de sterkere groei van de belichting in het gematigde en optimistische scenario. Bij de overige apparatuur ligt het toekomstig elektriciteitsverbruik in de eerste twee scenario's onder dat van 2015. Dit hangt samen met de ontwikkeling van het areaal.

**Tabel 5.8** Schatting warmte- en elektriciteitsvraag glastuinbouw in 2015 en de prognose voor 2030 per scenario

Energiesoort	Eenheid	2015	Scenario's 2030		
			pessimistisch	gematigd	optimistisch
Warmte a)	Miljoen m <sup>3</sup> a.e.	2.132	1.472	1.662	1.795
Elektriciteit	Miljoen kWh	6.499	5.291	6.830	8.681
wv belichting	Miljoen kWh	5.729	4.710	6.154	7.921
wv overig apparatuur	Miljoen kWh	770	581	676	760

a) warm water.

### Structuureffect en bedrijfseffect

De ontwikkeling van de warmte- en elektriciteitsvraag op sectorniveau is in tabel 5.9 per scenario verdeeld naar structuureffect en effect per m<sup>2</sup> op de bedrijven. Uit de tabel blijkt dat bij elektriciteit in alle drie de scenario's het structuureffect groter is dan het bedrijfseffect. Bij de warmtevraag is dit in het pessimistische scenario ook het geval, maar in het gematigde scenario zijn de aandelen bijna gelijk en in het optimistische scenario wordt de mutatie vrijwel volledig veroorzaakt door het bedrijfseffect.

**Tabel 5.9** Mutatie warmte- en elektriciteitsvraag verdeeld naar structuureffect en bedrijfseffect per m<sup>2</sup> per scenario in 2030

Energiesoort	Eenheid	Scenario 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
<b>Warmte</b>				
Mutatie ten opzichte van 2015	Miljoen m <sup>3</sup> a.e.	- 660	- 470	- 337
Structuureffect	%	78	52	-2
Bedrijfseffect	%	22	48	102
<b>Elektriciteit</b>				
Mutatie ten opzichte van 2015	Miljoen kWh	- 1.208	331	2.182
Structuureffect	%	78	81	66
Bedrijfseffect	%	22	19	34

### Energievraag per m<sup>2</sup>

De gemiddelde warmtevraag per m<sup>2</sup> ligt in alle drie de scenario's in 2030 lager dan in 2015 (tabel 5.10). In het pessimistische scenario is de daling 2,0, in het gematigde scenario 2,7 en in het optimistische scenario 3,4 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>. Deze mutaties zijn het totaalresultaat van het



---

structureffect (tabel 5.9), de intensivering bij de extensieve gewassen (paragraaf 5.3) en energiebesparing (tabel 5.7).

Bij de elektriciteitsvraag zien we een sterke toename per m<sup>2</sup>. In het pessimistische scenario is de gemiddelde elektriciteitsconsumptie 5 kWh, in het gemiddelde scenario 13 kWh en in het optimistische scenario 25 kWh per m<sup>2</sup> hoger dan in 2015. Dit komt vooral door de groei het areaal belichting (structureffect) en beperkt door de groei van de elektriciteitsvraag bij extensievere belichting (bedrijfseffect).

**Tabel 5.10** Gemiddelde warmte- en elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> kas in 2015 en per scenario in 2030

Energievraag	2015	Scenario 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
Warmte (m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup> )	23,2	21,2	20,5	19,8
Elektriciteit (kWh/m <sup>2</sup> )	71	76	84	96

#### *Stomen*

In de energievraag is ook het gebruik van aardgas voor stomen van belang. Dit aardgasverbruik is voor 2030 geschat op 21 miljoen m<sup>3</sup> in het pessimistische scenario en 31 miljoen m<sup>3</sup> in het optimistische scenario. Stomen heeft daarmee in 2030 een beperkt aandeel in de warmtevraag van 1 tot 2%.

---

# 6 Energievoorziening

## 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de kwantitatieve invulling van de energievoorziening in het conceptueel raamwerk beschreven. De invulling heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van de externe en interne ontwikkelingen in de afzonderlijke drie scenario's.

Het betreft de volgende elementen van het conceptueel raamwerk (figuur 2.1):

- technisch potentieel aardgas-wkk 2030
- technisch potentieel duurzame energie 2030
- technisch potentieel inkoop warmte 2030
- technisch potentieel elektrisch verwarmen 2030
- technisch potentieel externe CO<sub>2</sub> 2030
- praktische toepassing energievoorzieningsopties 2030.

Het technisch potentieel is in paragraaf 6.2 en de praktische toepassing is in paragraaf 6.3 uitgewerkt. In paragraaf 6.3 komen de warmtedekking en de combinaties van energievoorzieningsopties aan bod.

## 6.2 Technisch potentieel voorzieningsopties

### 6.2.1 Aardgas-wkk

Aardgas-wkk is technisch een ideale match met glastuinbouw. Zowel de geproduceerde warmte als de elektriciteit kan worden aangewend en ook de vrijkomende CO<sub>2</sub> wordt gebruikt voor dosering bij het gewas. Echter, door de prijsontwikkeling van aardgas en elektriciteit staat het gebruik van wkk onder druk.

Bij het technisch potentieel voor aardgas-wkk is onderscheid gemaakt naar areaal op bedrijven zonder belichting en areaal op bedrijven met belichting. Bedrijven met belichting hebben meer elektriciteitsvraag. Door bedrijven zonder belichting werd in 2015 de met aardgas-wkk opgewekte elektriciteit bijna volledig verkocht en door bedrijven met belichting werd deze voor meer dan de helft zelf gebruikt.

#### *Zonder belichting*

De meeste aardgas-wkk's die in 2015 in gebruik zijn op bedrijven zonder belichting, zijn in gebruik genomen in de periode 2005-2010. Dit betekent dat in de periode voor 2030 deze installaties technisch verouderd en, ook na eventuele revisie, uit gebruik genomen zijn. De 'Barometer WKK in de glastuinbouw' opgesteld door Energy Matters (Barometer, 2017) geeft aan dat bestaande wkk's gericht op netlevering ofwel op de bedrijven zonder belichting tot 2024 een marginaal voordeel op kunnen leveren. De periode na 2024 is in deze barometer niet in beschouwing genomen.

Door de verwachte toekomstige ontwikkelingen van de energieprijzen (toename aardgasprijs, mindere toename elektriciteitsprijs), dienstekosten (toename) en van de heffingen c.q. CO<sub>2</sub>-beprijzing (sterkere stijging bij aardgas dan bij elektriciteit) (paragraaf 3.2) is verondersteld dat door bedrijven zonder belichting geen nieuwe aardgas-wkk's in gebruik wordt genomen. Dit betekent dat in 2030 op bedrijven zonder belichting geen aardgas-wkk's meer in gebruik zijn. Dit betekent ook dat de CO<sub>2</sub>-voorziening anders ingevuld dient te worden.

### Met belichting

De ingebruikname van aardgas-wkk op bedrijven met belichting ging vaak gepaard met de ingebruikname van de belichting en dit is een geleidelijke ontwikkeling over vrijwel alle jaren. Voor elektriciteitsproductie met bestaande en nieuwe aardgas-wkk's op bedrijven met belichting zijn de bedrijfseconomisch mogelijkheden in 2030 gunstiger dan bij de bedrijven zonder belichting omdat de geproduceerde elektriciteit hoofdzakelijk direct op het bedrijf wordt aangewend. Naast de extra aardgasinkoop en de uitgespaarde elektriciteitsinkoop worden bij de elektriciteitsinkoop ook dienstenkosten en heffingen uitgespaard en wordt warmte en CO<sub>2</sub> benut. Verondersteld is dat in 2030 alleen voor bedrijven met belichting aardgas-wkk technisch potentieel heeft.

Door de reductie van de warmtevraag per m<sup>2</sup> (paragraaf 4.3) zal het passend vermogen van de wkk's per m<sup>2</sup> in de toekomst lager liggen dan tijdens het dimensioneren in de periode tot 2015. In de praktijk van 2015 ligt het gemiddeld elektrisch vermogen tussen de 40 en 45 W per m<sup>2</sup>. Verondersteld is dat het elektrisch vermogen in 2030 bij de energie-intensieve gewassen gemiddeld 40, bij de gemiddeld energie-intensieve 30 en bij de energie-extensieve bedrijven 20 W per m<sup>2</sup> bedraagt. Ook zullen alle wkk's zijn voorzien van een rookgasreiniger waardoor CO<sub>2</sub>-dosering mogelijk is en men voldoet aan emissie-eisen.

Voor de gebruiksduur van de installaties is onderscheid gemaakt naar elektriciteitsproductie voor eigen consumptie en voor de verkoop. Voor de eigen consumptie is uitgegaan van de gebruiksduur van de belichting. Verkoop van elektriciteit kan bij belichtende wkk-gebruikers plaatsvinden in de uren dat de wkk's niet nodig zijn voor de belichting. Voor de verkoop is uitgegaan van een beperkt aantal uren op jaarbasis met een aantrekkelijke sparksread en cruciale perioden voor wat betreft de CO<sub>2</sub>-voorziening. De veronderstelde gebruiksduur met verkoop is groter in het optimistische scenario en is groter op energie-intensievere bedrijven (tabel 6.1).

**Tabel 6.1** Veronderstelde gebruiksduur aardgas-wkk voor de verkoop van elektriciteit en aanvulling van de CO<sub>2</sub>-voorziening op de bedrijven met belichting (uur/jaar)

Energie-intensiteit bedrijfstype	Scenario		
	Pessimistisch	Gematigd	Optimistisch
Intensief	650	725	800
Gemiddeld	500	575	650
Extensief	0 <sup>8</sup>	225	300

Het voorgaande resulteert in een technisch potentiële warmteproductie vanuit de aardgas-wkk op sectorniveau in 2030 in het pessimistische scenario van 446 miljoen, in het gematigde scenario van 546 en in het optimistische scenario 662 miljoen m<sup>3</sup> a.e. (tabel 6.2). Daarbij hoort een aardgasverbruik van 893, 1.093 en 1.325 miljoen m<sup>3</sup>, een elektriciteitsproductie voor consumptie door de glastuinbouw van respectievelijk 2.508, 2.998 en 3.538 miljoen kWh en een elektriciteitsproductie voor de verkoop van 635, 850 en 1.125 miljoen kWh elektriciteit.

**Tabel 6.2** Aardgasverbruik en elektriciteitsproductie door aardgas-wkk op de bedrijven met belichting in de glastuinbouw per scenario in 2030

Energiesoort	Eenheid	Scenario		
		Pessimistisch	Gematigd	Optimistisch
Inkoop aardgas	miljoen m <sup>3</sup>	893	1.093	1.325
Productie warmte	miljoen m <sup>3</sup> a.e.	446	546	662
Productie elektriciteit	miljoen kWh	3.143	3.848	4.653
wv consumptie	miljoen kWh	2.508	2.998	3.538
wv verkoop	miljoen kWh	635	850	1.125

<sup>8</sup> Door de lage gebruiksduur voor de verkoop is in deze situatie uitgegaan dat er geen elektriciteit verkocht wordt.

---

## 6.2.2 Duurzame warmte

### *Inleiding*

Voor het technisch potentieel van duurzame warmte zijn in beschouwing genomen: herwinning zonnewarmte, geothermie, biobrandstof en inkoop duurzaam gas. Onderscheid naar productie door de glastuinbouw of inkoop door de glastuinbouw van de warmte is niet gemaakt. Door de IPCC-methode (hoofdstuk 1) is dit onderscheid voor het technisch potentieel niet relevant. Bij de praktische realisatie is dit wel van belang.

Door de IPCC-methode hoeft bij elektriciteit geen onderscheid te worden gemaakt tussen inkoop niet-duurzame en duurzame elektriciteit en productie duurzame elektriciteit door de glastuinbouw. Daarom is bij duurzaam energie alleen duurzame warmte in beschouwing genomen.

Het is mogelijk dat duurzame energie vanuit de glastuinbouw wordt geleverd aan partijen buiten de glastuinbouw. Dit heeft geen invloed op de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw. De productie van deze duurzame energie gaat immers niet gepaard met CO<sub>2</sub>-emissie en de eventueel elders verminderde CO<sub>2</sub>-emissie wordt niet verrekend (IPCC-methode).

Levering tussen glastuinbouwbedrijven is wel relevant. Door de levering wordt er aardgas bespaard bij het afnemende bedrijf. Bij het technisch potentieel en bij de praktische toepassing (paragraaf 6.3) is per optie het totale gebruik in de glastuinbouw in beschouwing genomen.

### **Zonnewarmte**

De zon als energiebron neemt in de glastuinbouw een bijzondere plaats in. Allereerst omdat de kas een zonnecollector is. Naast deze passieve vorm van zonne-energie wordt door de glastuinbouw ook actief zonne-energie gewonnen en ingezet voor de energievoorziening.

Technisch zijn er drie vormen. De eerste vorm is winning van elektriciteit met fotovoltaïsche cellen. De tweede en derde vorm is de winning van warmte met photothermische cellen en middels herwinning van uit de kas onttrokken zonnewarmte.

De elektriciteitsproductie is door de IPCC-methode niet relevant voor de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw. Warmteproductie met photothermische cellen is voor de CO<sub>2</sub>-emissie wel relevant, maar elektriciteitsproductie met fotovoltaïsche cellen ligt vanuit bedrijfseconomische motieven (elektriciteitsopbrengsten versus warmteopbrengsten) eerder voor de hand. Herwinning zonnewarmte in kassen is wel relevant.

### *Herwinning zonnewarmte*

Herwinning zonnewarmte is altijd verbonden met het onttrekken van warmte uit de kaslucht of de bodem (groeimedium), oftewel koeling. Hierbij worden warmtepompen, bovengrondse koude buffers (dag opslag) en ondergrondse warmteopslag in aquifers (seizoensopslag) gebruikt. Het gebruik van aquifers wordt ook wel koude-warmteopslag (kwo) genoemd. Kwo met aquifers betreft geen geothermie.

### *Technisch potentieel*

Verwacht wordt dat in 2030 de actieve winning van zonnewarmte nog steeds verbonden is met de koeling van de teelt. Het technisch potentieel is verbonden met (1) het areaal met teeltkoeling en de schaalgrootte van de bedrijven met koeling, (2) het koelvermogen en de koelperiode van de teelten, (3) de technische mogelijkheden voor ondergrondse opslag van warmte en koude en (4) de mogelijkheden om binnen het kader van wet- en regelgeving ondergrondse opslag van warmte en koude te realiseren.

Het areaal teeltkoeling en de schaalgrootte van bedrijven (1) zijn de belangrijkste factoren voor het technisch potentieel. Enerzijds wordt vanuit het areaal teeltkoeling de koelvraag bepaald, anderzijds bepaalt de schaalgrootte van het te koelen bedrijfsareaal of een koelvoorziening met herwinning van warmte bedrijfseconomisch mogelijk is.

Het areaal waarbij teeltkoeling wordt toegepast, betreft al jaren de gewassen alstroemeria, amaryllis, freesia, phalaenopsis en enkele speciale producten, onder andere geteeld in cellen. Samen omvatten deze gewassen in 2015 een areaal van circa 425 ha. Het koelvermogen en de tijd dat dit vermogen wordt ingezet, verschilt. In 2015 zijn twee soorten te onderscheiden: circa 200 ha met grondkoeling en 225 ha koeling van de kaslucht. Van het areaal met koeling had in 2015, 211 ha (50%) een systeem in gebruik met herwinning van koelwarmte, 40 ha met grondkoeling en 171 ha met koeling van de teeltruimte. In tabel 6.4 zijn voortbouwend op de sectorstructuur (paragraaf 4.2) de technisch potentiële arealen met herwinning zonnewarmte in 2030 per scenario vermeld.

**Tabel 6.4** Areaal met herwinning zonnewarmte in 2015 en de verwachting voor 2030 per scenario (ha)

type koeling	2015	Scenario's 2030		
		Pessimistisch	Gematigd	Optimistisch
Grond	40	40	55	80
Kaslucht	17	150	185	235
Totaal	211	190	240	315

De hoeveelheid zonnewarmte die per m<sup>2</sup> kas wordt herwonnen is afhankelijk van het koelvermogen per m<sup>2</sup> kas en de gebruiksduur (2). Optimalisatie van bestaande koelconcepten met luchtkoeling zal leiden tot een stijging van het koelvermogen per m<sup>2</sup> waardoor er meer zonnewarmte kan worden herwonnen. Ook wordt verwacht dat het gebruik van systemen die zonlicht selectief afvangen om de maximale instraling te beheersen in 2030 zal zijn toegenomen. Hierdoor is er minder zonnewarmte te herwinnen. Verwacht wordt de gebruiksduur van het vermogen niet veel zal veranderen. Per saldo is verondersteld dat de hoeveelheid zonnewarmte die per m<sup>2</sup> wordt gewonnen in 2030 gelijk blijft in vergelijking met 2015.

De technische mogelijkheden om ondergrondse koude-warmteopslag te realiseren (3), zijn een voorwaarde om herwinning van onttrokken zonnewarmte mogelijk te maken. Deze mogelijkheden zijn verbonden met de geschiktheid van watervoerende bodempakketten. Niet elke locatie in Nederland heeft deze mogelijkheid. Voor bijvoorbeeld gebieden nabij rivieren en watergangen zijn er beperkingen. Dit is een van de oorzaken waarom niet alle bedrijven met voldoende koude- en warmtevraag een kwo-systeem hebben.

De wet- en regelgeving (4) is eveneens medebepalend voor de kansen van kwo-systemen. In bepaalde gebieden is kwo niet toegestaan of beperkt vanuit andere vereisten, bestaande claims en functies. Ook zijn er beperkingen ten aanzien van de infiltratietemperatuur en het te benaderen watervoerende pakket (1<sup>ste</sup>, 2<sup>de</sup> of 3<sup>de</sup>) waardoor economische exploitatie van kwo onmogelijk wordt.

Op basis van voorgaande veronderstellingen bedraagt het technisch potentieel voor herwinning van onttrokken zonnewarmte door de glastuinbouw voor 2030 in het pessimistische scenario 27, in het gematigde scenario 34 en in het optimistische scenario 44 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit is inclusief het elektriciteitsgebruik door de warmtepomp die ook in warmte wordt omgezet.

### Geothermie

Geothermie of aardwarmte is winbare warmte uit de ondergrond. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt naar ondiepe, diepe en zeer diepe geothermie. Hoe dieper de bron, hoe hoger de temperatuur, maar ook hoe hoger de investering en hoe groter het projectrisico.

Diepe geothermie betreft bronnen geboord tot een diepte van 1 tot 3 km en geeft temperaturen tot zo'n 90°C. Zeer diepe geothermie betreft bronnen met een diepte van meer dan 3 km en temperaturen boven de 100°C. Bij ondiepe geothermie wordt er minder diep geboord naar watervoerende pakketten met temperaturen lager dan 50°C op een diepte tot 1 km. Volgens deskundigen bestaat de mogelijkheid dat zeer diepe geothermie gewonnen kan worden in de nabijheid

---

van diepe geothermie zonder dat de bronnen elkaar onderling beïnvloeden. Hiermee is echter nog geen ervaring opgedaan. Dit geldt ook voor de interactie tussen diepe en ondiepe geothermie.

In de Nederlandse glastuinbouw zijn in 2015, 11 geothermieprojecten in bedrijf. Dit betreft 34 glastuinbouwbedrijven met circa 460 ha kassen. Daarnaast zijn een aantal projecten in ontwikkeling. De operationele projecten betreft allemaal diepe geothermie. Zeer diepe en ondiepe geothermie zijn nog niet operationeel, maar voor beide typen wordt aan de realisatie van een eerste project gewerkt.

#### *Technisch potentieel diepe geothermie*

Voor het technisch potentieel is uitgegaan van geothermie die bij glastuinbouwlocaties beschikbaar is. Voor eventuele aanvoer van geothermie van buiten glastuinbouwgebieden zijn transportsystemen nodig. Deze aanvoer is in beschouwing genomen bij inkoop warmte (paragraaf 6.2.3.). Geothermie is niet voor alle glastuinbouwlocaties in Nederland in de ondergrond beschikbaar. Het gezamenlijk areaal van glastuinbouwlocaties met winbare diepe geothermie is geschat op ruim 5.000 ha. Dit betekent dat meer dan 50% van het glastuinbouwareaal zich boven geothermie bevindt. Dit betreft onder andere de regio's Westland-Oostland, Zuid-Hollandse eilanden, West-Brabant, Noord-Holland Noord, Noordoostpolder, Friesland en Noord-Limburg.

Door onderlinge beïnvloeding kent het aantal bronnen een beperking. Verondersteld is dat per 500 ha landoppervlakte 1 diepe geothermie bron mogelijk is. Dit is een gebied van zo'n 2,5 km in doorsnede. Als zich op deze 500 ha, 166 tot 200 ha kassen bevinden, dan zijn er technisch tussen de 25 en 30 bronnen mogelijk. Dit is in lijn met uitkomsten van onder andere de studies van Panterra en IF Technology (Buik et al., 2016) voor de Provincie Zuid-Holland, de gemeente Westland en Energie Transitie Partners (ETP). In deze studies werd voor de gemeenten Westland, Midden-Delfland, Pijnacker-Nootdorp, Lansingerland en Zuidplas geschat dat er technisch in totaal maximaal 18 tot 25 bronnen diepe geothermie gerealiseerd kunnen worden.

#### *Technisch potentieel zeer diepe geothermie*

Voor het technisch potentieel van zeer diepe geothermie is de onzekerheid groter omdat er in 2017 nog geen praktische ervaring bestaat. Zeer diepe geothermie heeft in potentie een grotere capaciteit (tabel 6.3) waardoor aan een groter areaal glastuinbouw warmte kan worden geleverd. Op basis van informatie van deskundige betrokkenen is verondersteld dat per 500 ha glastuinbouwcluster één zeer diepe bron gerealiseerd zou kunnen worden. Uitgaande van een match tussen areaal en mogelijke winbare warmte is er in de glastuinbouw plaats voor maximaal 8 projecten. Dit zouden er 2 in het Westland, 2 in het Oostland, 1 in Noord-Holland Noord, 1 op de Zuid-Hollandse eilanden, 1 in Noord-Limburg en 1 elders kunnen zijn. Deze 8 is als bovengrens gehanteerd. Door de grote technische onzekerheid is voor de ondergrens van uitgegaan dat er geen projecten kunnen worden gerealiseerd. Bij het Trias-proefproject in het Westland is na zeer diepe boring (4,1 km), in februari 2017 besloten om het project voort te zetten op het diepe niveau (2,3 km) (Trias Westland, 2017).

#### *Technisch potentieel ondiepe geothermie*

Over het potentieel van ondiepe geothermie in Nederland is weinig bekend. Ondiepe geothermie heeft als eigenschap dat de temperatuur relatief laag is (minder dan 50°C). Hierdoor zal het verwarmingssysteem in de kassen moeten worden aangepast en/of zal het gebruik van een warmtepomp nodig zijn. De aanpassing van het verwarmingssysteem betreft vergroting van het warmte overdragend oppervlak. Dit zal de toepassing technisch belemmeren. Bovendien is het de vraag of met de lage temperaturen van het verwarmingssysteem het gewenste kasklimaat kan worden gerealiseerd. Met een warmtepomp kan de watertemperatuur worden verhoogd. Op basis van de beschikbare informatie is het technisch potentieel niet duidelijk. Verondersteld is een technisch potentieel van ondiepe geothermie in 2030 van 5 tot 25 projecten.

#### *Totaal technisch potentieel*

Het technisch potentieel van geothermie voor de Nederlandse glastuinbouw in 2030 is samengevat in tabel 6.3. Hieruit blijkt een totaal van 135 tot 615 miljoen m<sup>3</sup> a.e. per jaar. In dit totaal potentieel heeft diepe geothermie de grootste en ondiepe geothermie de kleinste bijdrage. De spreiding is groot. Dit wordt veroorzaakt door de grote onzekerheid bij zeer diepe en ondiepe geothermie.

**Tabel 6.3** Verondersteld technisch potentieel geothermie voor de Nederlandse glastuinbouw in 2030

Type bron	Aantal projecten	Capaciteit per bron (MWth)	Gebruiksduur (uur/jaar)	Warmte-aanbod (miljoen m <sup>3</sup> a.e.)
Diep	25-30	8-10	6.000-8.000	125-275
Zeer diep	0-8	20-40	6.000-8.000	0-250
Ondiep	5-25	4-6	4.000-6.000	10-90
Totaal				135-615

#### *Beïnvloeding technisch potentieel*

Het technisch potentieel van geothermie kan positief en negatief worden beïnvloed door:

1. de ontwikkeling van de techniek om de warmte uit de ondergrond te halen; dit geldt voor alle typen geothermie maar in sterkere mate voor zeer diepe en ondiepe geothermie
2. de mate waarin bronnen storingsvrij op ontwerpcondities kunnen functioneren
3. de mate waarin onderhoud en tussentijdse reparaties het gebruik beïnvloeden
4. de mate waarin de warmte met de kasverwarmingsinstallaties kan worden benut; hoe lager de retourtemperatuur van de kasverwarming hoe meer geothermie kan worden benut.
5. opslag van warmte (dag opslag, seizoensopslag) om het aanbod van geothermiebronnen en de warmtevraag van de glastuinbouw gedurende de dag en het jaar op elkaar aan te laten sluiten.
6. het gebruik van warmtepompen om een sterkere uitkoeling te realiseren

Bij het technisch potentieel is het voorgaande buiten beschouwing gelaten. Mogelijke storingen en onderhoud zijn meegenomen bij de praktische toepassing (paragraaf 6.3).

#### **Biobrandstoffen**

Biobrandstof kan in de glastuinbouw worden ingezet in ketels en wkk. De ketels produceren warmte en wkk's produceren elektriciteit en warmte. Zoals eerder gemeld is door de IPCC-methode alleen de warmteproductie in beschouwing genomen. Biobrandstof kan bestaan uit droge (hout) en natte biobrandstof (bijvoorbeeld groente-, fruit- en tuinafval en mest). Tot op heden wordt door de glastuinbouw vooral hout gebruikt.

Het technisch potentieel van biobrandstoffen voor de Nederlandse glastuinbouw wordt bepaald door het internationale complex van vraag en aanbod, het nationale aanbod en de nationale vraag buiten de glastuinbouw. Voor het technisch potentieel is het de vraag wat er voor de glastuinbouw beschikbaar kan komen.

De beleidsfocus van de inzet van biomassa in en voorbij 2030 van het ministerie van Economische Zaken is gericht op grondstofproductie, brandstof voor de mobiliteit en lokale oplossingen (Biomassa, 2015). Verwacht wordt dat de beschikbaarheid sterk zal worden beïnvloed door afvalbeheer, gesloten materiaal-kringlopen, opwaardering/raffinage, import en (re-)export. Ook gaat de beleidsfocus ervan uit dat biomassa terrein gewonnen zal hebben ter substitutie van fossiele en minerale grondstoffen. Naar verwachting zullen in 2030 nieuwe technieken voor opwaardering ingezet worden om biomassa als grondstof toe te passen, brandstof te zuiveren (ten gunste van lokale emissies), de energiedichtheid te verhogen (gasproductie, pyrolyse) en in te voeren in het openbaar gasnet (duurzaam gas). Door de opwaardering kunnen biobrandstoffen ook gebruikt worden voor het transport over land, op water en door de lucht. Ten slotte zal de markt voor biomassa (nog) meer mondiaal zijn geworden en in belang zijn gegroeid, zeker voor een land als Nederland met relatief weinig bos en grote chemische en logistieke sectoren. In deze markt kan Nederland als distributieland een belangrijke speler worden.

#### *Technisch potentieel nationaal*

Er zijn studies gemaakt met hierin ook cijfermatige ontwikkelrichtingen. Gasunie, Probos en RVO (Biomassa potentieel, 2017) denken aan een groei van de beschikbare biomassa in Nederland van

---

86 PJ (2017), naar 133 PJ (2023), naar 203 PJ (2035).<sup>9</sup> De toename van houtachtige biomassa hierin is beperkt. Het aandeel van natte biomassa groeit en betreft onder andere agrarische stromen, algen, slib en gft. Het volume in 2035 kan voor 35% (71 PJ) bestaan uit houtachtige biomassa; afvalhout 22%, groenbeheer 9%, bosbouw en energieteelt elk 2%.

In een studie voor de SER schatten CED, TNO en ECN (Koorneef et al., 2014) dat de vraag naar biomassa voor transportbrandstof (weg, water en luchtvaart) in 2030 80-700 PJ bedraagt, de vraag naar biomassa voor de elektriciteits- en warmtevoorziening in 2030 220-400 PJ bedraagt en de vraag naar bio-grondstoffen in 2030 0-200 PJ bedraagt. Totaal is dit 300-1.300 PJ. Zij schatten het binnenlands totaal in 2030 op 150-400 PJ en werken met een grote spreiding in aanbod-prognoses; onder andere energieteelt 0-150 PJ, mest 2-26 PJ en aquatisch (onder andere algen en wieren) 16-126 PJ.

De commissie Corbey (Biomassa, 2015) voorziet voor de dekking van de Nederlandse vraag een grote rol voor import. Hiervoor zijn voldoende kansen denken zij. Rond 2030 wordt door hen een Europees overschot geraamd van 13.200 PJ en mondiaal van 35.000 PJ. Echter, er is geen gelijk economisch speelveld door handelsbarrières, stimuleringsmaatregelen, belastingen, installatie-eisen en kenmerken van de verschillende biomassastromen.

Eventuele warmte geproduceerd met biobrandstof buiten glastuinbouwgebieden dat deel uitmaakt van de (mix van) warmtelevering door derden is in beschouwing genomen bij inkoop warmte (paragraaf 6.2.3.).

#### *Voorziening glastuinbouw*

Voor het technisch potentieel van biobrandstof voor de glastuinbouw in 2030 is het aannemelijk dat:

- door nieuwe ontwikkelingen zoals verwerkings- en zuiveringstechnieken, kweek en distributiekkanalen het potentieel van biomassa als grondstof of brandstof beter kan worden ontsloten voor meerdere sectoren waardoor het aanbod voor de glastuinbouw kleiner wordt
- de vraag naar biobrandstof door partijen met minder energiealternatieven dan de glastuinbouw leidt tot een prijs opstuwend effect, waardoor minder biobrandstof voor de glastuinbouw beschikbaar komt
- biomassa die direct kan worden ingezet zonder raffinage, opwaardering, behandeling en veel transport een lokaal aantrekkelijk en duurzaam alternatief kan bieden
- directe inzet van biobrandstoffen vooral lokaal kansen heeft in de glastuinbouwgebieden van Noord-, Oost- en Zuid-Nederland, omdat in de nabijheid aanbod uit bos- en landbouw beschikbaar kan komen, waardoor logistieke lijnen kort zijn en er meer ruimte is om aan vergunningseisen te voldoen
- de inzet van natte biomassa in grotere glastuinbouwgebieden niet de eerste voorkeur heeft vanuit het oogpunt van transport en vergunningsvereisten en
- nieuwe richtlijnen voor de vergunningen van biomassaverwerking en -verbranding het potentieel kunnen beperken.

#### *Technisch potentieel*

Op basis van bovenstaande informatie is verondersteld dat er voor de glastuinbouw in 2030 technisch in totaal 15 tot 315 miljoen m<sup>3</sup> a.e. aardgasequivalenten (netto) aan warmte uit biobrandstof beschikbaar kunnen komen. Hierbij is voor eigen exploitatie en lokale combinaties 15 tot 95 miljoen m<sup>3</sup> a.e. warmte verondersteld en 0 tot 220 miljoen m<sup>3</sup> a.e. voor de productie van warmte in glastuinbouwgebieden door derden.

In het technisch potentieel zit dus een grote spreiding. Dit wordt veroorzaakt door mogelijke import van biobrandstof. Het technisch potentieel voor de glastuinbouw is kleiner verondersteld dan het verwacht aanbod van biobrandstof in Nederland. Dit wordt veroorzaakt door de vraag naar biobrandstof vanuit andere sectoren.

---

<sup>9</sup> Dit is exclusief specifieke import van biomassa voor brandstof-/energietoepassingen, maar inclusief import van grondstoffen.



---

## Inkoop duurzaam gas

Duurzaam gas of groen gas kan in Nederland worden ingevoerd in het openbare aardgasnet. Glastuinbouwbedrijven kunnen dit gas inkopen. De duurzaamheid van dit gas wordt door de verkoper gewaarborgd met Garanties van Oorsprong. Het aanbod van duurzaam gas zal in de toekomst niet beschikbaar zijn in de mate waarin het aardgas nu beschikbaar is. De beschikbaarheid zal vooral worden bepaald door het aantal vergisters en afvalverwerkingsinstallaties die uitgerust zijn om duurzaam gas te produceren en te converteren naar een kwaliteit geschikt voor invoeding in het openbare gasnet. Meer exacte informatie over het toekomstig aanbod van dit gas toegespitst op glastuinbouwtoepassing is niet voorhanden.

Ook andere potentiële afnemers dan de glastuinbouw zullen in de markt zijn voor de aankoop van duurzaam gas. Omdat voor de glastuinbouw ook andere duurzame voorzieningsopties beschikbaar zijn, zal de prijs van het duurzame gas worden bepaald door de vraag van afnemers buiten de glastuinbouw die geen of minder alternatieven hebben. Hierdoor is het aanbod en dus het technisch potentieel voor de glastuinbouw zeer beperkt verondersteld.

### 6.2.3 Inkoop warmte

#### *Bronnen*

Inkoop warmte betreft de levering van warmte door derden aan glastuinbouwbedrijven. Deze warmte kan beschikbaar komen vanuit elektriciteitscentrales, de procesindustrie en overige bronnen zoals afvalverwerking, agro-industrie en datacenters. De ingekochte warmte kan ook afkomstig zijn uit duurzame bronnen (geothermie en biobrandstof). Als deze inkoop afkomstig is vanuit een glastuinbouwgebied dan is dit in beschouwing genomen bij de duurzame warmte opties (paragraaf 6.2.2). Indien de duurzame warmte afkomstig is van buiten glastuinbouwgebieden dan is dit in beschouwing genomen bij inkoop warmte (overige bronnen).

Inkoop warmte kan warmte zijn die zonder levering geloosd zou worden. De levering vindt dan plaats op het temperatuurniveau waarop de warmte wordt geloosd. Vaak wordt de warmte geleverd bij een hogere temperatuur en druk, bijvoorbeeld door eerdere uitkoppeling in het productieproces. Om hierbij ook warmte aan te wenden die geloosd zou worden is een grote mate van uitkoeling bij de afnemer van belang.

#### *Regionale match vraag en aanbod*

De warmtelevering verloopt in stappen. Eerst wordt de warmte gereedgemaakt voor transport (aanpassing temperatuur en druk), hierna wordt het uitgewisseld met het transportsysteem en tenslotte wordt het uitgewisseld met het verwarmingssysteem van de afnemer. Het voorgaande brengt naast investeringen in transportleidingen, buffers en warmtewisselaars ook energiegebruik voor het transport en transportverliezen met zich mee. Om de kosten die voortkomen uit warmtelevering te beperken is een regionale *match* van vraag en aanbod cruciaal. Bij de in 2015 in gebruik zijnde projecten (in de gemeenten Lansingerland en Terneuzen en in West-Brabant) vindt warmtelevering ook regionaal plaats en voor de toekomst wordt hier ook vanuit gegaan.

Door het voorgaande hebben glastuinbouwconcentraties met een zekere omvang de potentie om door derden van warmte te worden voorzien. Verondersteld wordt dat glastuinbouwconcentraties van 100 ha en groter in aanmerking kunnen komen voor warmtelevering. Dergelijke glastuinbouwconcentraties zijn in Nederland vooral in en om de Randstad te vinden (Westland, Oostland, Zuid-Hollandse eilanden, Aalsmeer e.o.; de as Amsterdam-Rotterdam) maar zeker ook daarbuiten (West-Brabant, Zeeuws-Vlaanderen, Noord-Holland Noord en Noord-Limburg).

#### *Thermisch vermogen*

Het thermisch vermogen voor levering van warmte aan de glastuinbouw loopt in de honderden MW-en thermisch vermogen. Raadplegen van externe deskundigen heeft voor 2030 een technisch potentieel opgeleverd van 500 tot 1.000 MW<sub>th</sub>. Dit potentieel bestaat uit instandhouding van bestaande projecten, aansluiting bij in ontwikkeling zijnde projecten en ontwikkeling van nieuwe initiatieven. Het aanbod is afkomstig van energiecentrales, procesindustrie en overige bronnen. Meer dan de helft van

---

dit aanbod bevindt zich in de metropoolregio Rotterdam en het overgrote deel van het resterende aanbod in de metropoolregio Amsterdam en in West-Brabant.

De vraag is of warmteaanbod afkomstig van fossiele brandstof in de toekomst zal blijven bestaan. Als door andere sectoren geen fossiele brandstof meer wordt gebruikt dan vallen deze bronnen af. Fossiele bronnen kunnen wel worden gebruikt in de overgangperiode naar niet fossiele bronnen.

Een ander belangrijk punt voor het technisch potentieel is de kwaliteit van de bron. Hierbij draait het om de leveringszekerheid en de temperatuur. Gezien de karakteristieken van de vraag vanuit andere sectoren kan het zijn dat de glastuinbouw retourwarmte aangeboden krijgt met een lagere temperatuur. De verwarmingssystemen in de glastuinbouw moeten dan wel geschikt zijn of gemaakt worden om het aangeboden temperatuurniveau te benutten. Dit geldt ook voor warmte afkomstig van warmtebronnen die zelf een lagere temperatuur hebben zoals datacenters en agro-industrie.

Als lagere aanvoertemperaturen gebruikt kunnen worden voor de kassen, dan biedt dit ook mogelijkheden voor het verder uitkoelen van meer hoogwaardige warmtebronnen met een hogere temperatuur.

#### *Technisch potentieel*

Het technisch potentieel van warmtelevering behorende bij het beschikbare vermogen is afhankelijk van de aansluitwaarde ( $W/m^2$ ) en de daarbij behorende warmtelevering ( $m^3$  a.e./ $m^2$ ). Hierbij geldt dat hoe hoger de aansluitwaarde, hoe meer warmte geleverd kan worden. Ook geldt dat het beschikbaar vermogen maar éénmaal aangesloten kan worden.

De gemiddelde warmtevraag in de glastuinbouw ligt in 2030 rond de  $20 m^3$  a.e. per  $m^2$  (paragraaf 5.6). Dit loopt uiteen van 0 tot circa  $40 m^3$  a.e. per  $m^2$ . In de praktijk zullen glastuinbouwbedrijven met een bovengemiddelde warmtevraag en glastuinbouwgebieden met relatief meer warmte-intensievere bedrijven het aantrekkelijkst zijn om aan te sluiten.

Een thermisch technisch potentieel van 1.000 MW zou bij een aansluitwaarde van  $75 W/m^2$  1.333 ha kassen van warmte kunnen voorzien. Bij een warmtelevering van gemiddeld  $20 m^3$  a.e. per  $m^2$  per jaar zou op die 1.333 ha 267 miljoen  $m^3$  a.e. warmte geleverd. Bij 500 MW<sub>th</sub> zou dit 133 miljoen  $m^3$  a.e. per jaar worden.

Uitgaande van diezelfde 1.000 MW zou bij een aansluitwaarde van  $50 W/m^2$ , 2.000 ha kassen van warmte kunnen worden voorzien. Bij een kleinere aansluitwaarde is de warmtelevering ook kleiner. Bij een warmtelevering van  $17 m^3$  a.e. per  $m^2$  per jaar bedraagt de warmtelevering op die 2.000 ha 340 miljoen  $m^3$  a.e. per jaar. Bij 500 MW<sub>th</sub> wordt dit 170 miljoen  $m^3$  a.e. per jaar.

Op basis van het voorgaande is een spreiding in het technisch potentieel verondersteld van 133 tot 340 miljoen  $m^3$  a.e. per jaar.

Als een kleinere aansluitcapaciteit ( $W/m^2$ ) wordt gekozen, dan kan met het beschikbare vermogen meer areaal worden aangesloten. Door het vraagpatroon van de glastuinbouw zal dan op dit grotere areaal per  $m^2$  minder maar in het totale project meer warmte worden geleverd. De ondergrens van het potentieel ligt dan hoger. Hiervoor is dan wel een uitgebreider c.q. duurder transportsysteem nodig is om het grotere areaal aan te sluiten.

#### *Warmteopslag en koppeling netten*

Bij het voorgaande is ervan uitgegaan dat de externe warmtebron een deel van de totale warmtevraag van een glastuinbouwbedrijf op jaarbasis voorziet. Voor de pieken in de warmtevraag is de aansluitcapaciteit ( $W/m^2$ ) te klein. Daarnaast kan het maximaal vermogen van de warmtebron in bepaalde perioden van het jaar kleiner zijn en kunnen er aanbodonderbrekingen voorkomen. Hierdoor zijn centrale warmteopslag en koppeling van warmtetransportnetten van belang. Hiermee kan aanvullend vermogen worden geboden en kunnen korte aanbodonderbrekingen overbrugd worden. Als deze mogelijkheden gerealiseerd worden dan zal het technisch potentieel toenemen.

---

## 6.2.4 Inkoop elektriciteit voor verwarming

Een elektrische warmtevoorziening (*Power to Heat*; P2H) betreft het opwarmen van verwarmingswater met elektriciteit. Dit kan bijvoorbeeld door de elektriciteit te geleiden door een weerstand in de warmtebuffer. In de glastuinbouw van 2015 wordt dit zeer beperkt ingezet. Dit komt vooral doordat verwarmen met elektriciteit over het algemeen duurder is dan met aardgas. Bovendien is voor elektrisch verwarmen een grote aansluiting op het elektriciteitsnet nodig. Dit brengt investeringen en jaarlijkse dienstenkosten met zich mee. Bedrijven met belichting hebben in 2030 een dergelijke aansluiting maar zullen deze aansluiting tijdens de belichtingsuren nodig hebben voor de belichting. Samengevat beperken de elektriciteitsprijs, de netaansluiting en de belichting het technisch potentieel.

Bij de actuele toepassing van P2H maken een aantal ondernemers gebruik van gunstige spotprijzen op de elektriciteitsmarkt (onbalansmarkt). Voor deze bedrijven is P2H een incidentele voordelige warmtebron. In perioden met lage of negatieve spotmarktprijzen en smartgrids (lage dienstenkosten) kunnen P2H ook in de toekomst perspectief bieden. Echter, als P2H meer toegepast gaat worden, zowel binnen als buiten de glastuinbouw, sluiten vraag en aanbod van elektriciteit beter aan en dit zal het prijsvoordeel drukken waardoor door de optie zelf het eventuele succes wordt beperkt.

Naast het gebruik als tijdelijk goedkope warmtebron kan P2H in de toekomst ook worden ingezet ter aanvulling tijdens piekvraag en als back-up tijdens korte productieonderbrekingen van andere bronnen. Hiervoor kunnen P2H-installaties in gebruik worden genomen bij individuele glastuinbouwbedrijven, maar ook door een warmteleverancier centraal in een warmtenet worden opgenomen. De piekvraag en de onderbrekingen van andere warmtebronnen zullen echter niet vaak voorkomen in de perioden met lage elektriciteitsprijzen.

Op basis van het voorgaande is verondersteld dat het technisch potentieel voor P2H in 2030 beperkt blijft tot een tijdelijke warmtebron voor zo'n 200 uur per jaar en op een beperkt aantal bedrijven. Het technisch potentieel in de warmtevoorziening op sectorniveau is daardoor zeer beperkt en bijna verwaarloosbaar.

### *Warmtepomp*

Naast herwinning van zonnewarmte (paragraaf 6.2.2) kunnen warmtepompen ook worden ingezet om retourwater van warmtebronnen in temperatuur te verhogen en warmte uit bijvoorbeeld teeltcellen worden herwonnen. Warmtepompen gebruiken elektriciteit die wordt omgezet in warmte. De invloed hiervan is bij de afzonderlijke opties meegenomen en dus niet bij elektrisch verwarmen.

## 6.2.5 CO<sub>2</sub> van derden

Bij productie en inkoop van duurzame energie, inkoop warmte en inkoop elektriciteit voor verwarming komt geen CO<sub>2</sub> beschikbaar voor dosering als meststof bij het gewas. Voor de teelt van het overgrote deel van de gewassen in kassen is CO<sub>2</sub>-dosering essentieel voor een optimale productie. Hierdoor is bij het gebruik van genoemde energievoorzieningsopties externe CO<sub>2</sub> noodzakelijk.<sup>10</sup> Externe CO<sub>2</sub> kan afkomstig komen van elektriciteitscentrales, procesindustrie (petrochemie en kunstmest), verbranding van afval en biomassa en van vergistingsprocessen. Daarnaast kan ook centrale CO<sub>2</sub>-afvang in combinatie met opslag onder de grond (Carbon Capture and Storage ((CCS)) en het winnen van CO<sub>2</sub> uit de buitenlucht mogelijkheden bieden voor CO<sub>2</sub>-aanbod voor de glastuinbouw.

Ook buiten de glastuinbouw wordt gewerkt aan vermindering van de uitstoot van broeikasgassen waardoor het toekomstig aanbod van externe CO<sub>2</sub> vermindert en aanbod van CO<sub>2</sub> dat voortkomt uit processen waar fossiele brandstof wordt verbrand, zal verdwijnen. Zo zullen in 2030 minder elektriciteitscentrales op fossiele brandstof in gebruik zijn en op de lange termijn (2050) wellicht verdwenen zijn. Dit brengt met zich mee dat de glastuinbouw voor externe CO<sub>2</sub> aangewezen is op bronnen van niet fossiele c.q. biogene oorsprong.

---

<sup>10</sup> Externe CO<sub>2</sub> brengt ook vermeden zomerstook met zich mee. Dit is in beschouwing genomen bij energiebesparing (paragraaf 5.4).

## 6.2.6 Totaal technisch potentieel

Een totaaloverzicht van het technisch potentieel per voorzieningsoptie is opgenomen in tabel 6.5. Voor de zeer kleine posten inkoop duurzaam gas en elektrisch verwarmen is PM ingevuld. Het totaal voor warmte (exclusief PM-posten) loopt uiteen van 756 tot 1.978 miljoen m<sup>3</sup> a.e.

In paragraaf 5.6 is gebleken dat de prognose van de warmtevraag in 2030 in de drie scenario's uitleen loep van 1.472 tot 1.795 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Uit de vergelijking tussen het totaal technisch potentieel en deze warmtevraag blijkt dat de ondergrens van het technisch potentieel (756 miljoen m<sup>3</sup> a.e.) in alle drie de scenario's onder de warmtevraag ligt. De bovengrens van het technisch potentieel (1.978 miljoen m<sup>3</sup> a.e.) ligt in alle drie de scenario's boven de warmtevraag. Dit betekent dat als deze bovengrens realiteit wordt, er technisch meer beschikbaar is dan aangewend kan worden in de glastuinbouw.

**Tabel 6.5** Verondersteld technisch potentieel voorzieningsopties 2030 a)

Voorzieningsoptie	Warmte (miljoen m <sup>3</sup> a.e. per jaar)	Elektriciteit (miljoen kWh per jaar)
Aardgas-wkk b)	446-662 c)	2.508-3.538 f)
Zonnewarmte b)	27-46	g)
Geothermie	135-615	-
Biobrandstoffen	15-315	g)
Inkoop duurzame warmte	d)	-
Inkoop duurzaam gas	PM e)	g)
Inkoop warmte	133-340	-
Elektrisch verwarmen	PM e)	-
<b>Totaal</b>	<b>756-1.978</b>	<b>2.508-3.538</b>
<b>Totaal exclusief aardgas-wkk</b>	<b>310-1.397</b>	<b>0</b>

a) exclusief inkoop aardgas voor de ketels en exclusief inkoop elektriciteit of productie duurzame elektriciteit; b) spreiding hangt samen met toekomstige sectorstructuur en dus met het scenario; c) inclusief warmteproductie die voortkomt uit de productie van elektriciteit voor de verkoop; d) zit in de opties geothermie en biobrandstof; e) zeer beperkt van omvang; f) consumptie door glastuinbouw, dus exclusief verkoop elektriciteit; g) buiten beschouwing gelaten (IPCC-methode).

## 6.3 Praktische toepassing voorzieningsopties 2030

Het vertrekpunt voor de praktische toepassing is het technisch potentieel per voorzieningsoptie zoals behandeld in de voorgaande paragrafen. Bij de praktische toepassing gaat het er om in welke mate de voorzieningsopties in 2030 daadwerkelijk toegepast gaan worden in de glastuinbouw. Realisatie van projecten kost tijd en is niet altijd mogelijk. De praktische realisatie in 2030 ligt daardoor lager dan het technisch potentieel. De praktische realisatie van de voorzieningsopties is in onderlinge samenhang ingevuld waarbij in de totale elektriciteits- en warmtevraag van 2030 moet worden voorzien.

Warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie kunnen worden geëxploiteerd door glastuinbouwbedrijven, door partijen buiten de glastuinbouw of gezamenlijk. Bij exploitatie door derden wordt door de glastuinbouw warmte ingekocht. Voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw maakt productie of inkoop geen verschil maar voor de praktische realisatie wel.

De kosten voor de energievoorziening zijn voor een glastuinbouwbedrijf ingrijpender dan de kostenbesparing door energiebesparing. De kosten voor de energievoorziening betreffen immers de totale energiekosten en energiebesparing betreft maar een deel van de energiekosten. De praktische toepassing van de voorzieningsopties is hierdoor sterker afhankelijk van bedrijfseconomische aspecten, namelijk de directe energiekosten en de kosten van de afzonderlijke energiebronnen

---

(afschrijving, rente en onderhoud). Bij exploitatie door derden zijn voor de glastuinbouw de leveringsvoorwaarden, de tariefstructuur en de prijs van belang.

Het daadwerkelijk in gebruik nemen van voorzieningsopties wordt niet alleen bepaald door de glastuinbouwondernemers zoals bij de energiebesparing het geval is (paragraaf 4.3.3), maar ook door partijen buiten de glastuinbouw. Infrastructuur is nodig voor inkoop warmte en extern CO<sub>2</sub> en bestuurlijke en organisatorische aspecten zijn belangrijk bij de realisatie.

#### *Randvoorwaarden*

Bij de praktische toepassing is uitgegaan van de volgende randvoorwaarden:

- Bij duurzame energieopties en bij inkoop warmte wordt in de CO<sub>2</sub>-behoefte voorzien met externe CO<sub>2</sub>.
- Voor geothermie is ervan uitgegaan dat er garantieregelingen zijn.
- Het pakket van stimuleringsmaatregelen, zoals investeringssubsidies, exploitatiesubsidies en fiscale regelingen zal in de toekomst wijzigen. Verondersteld is dat de effectiviteit van het totale pakket globaal gelijk zal blijven.

Hierna is de veronderstelde praktische toepassing per voorzieningsoptie in 2030 in de afzonderlijke scenario's behandeld. Dit start met de voorzieningsopties die samenhangen met de teelt. Dit zijn aardgas-wkk voor de belichting en herwinning zonnewarmte in combinatie met koeling voor de teelt. Vervolgens komen de overige voorzieningsopties aan bod. Opgemerkt dient te worden dat deze volgorde niet van invloed is op de praktische toepassing van de opties. De praktische toepassing is in onderlinge samenhang ingevuld.

#### *Aardgas-wkk en belichting*

Verondersteld is dat aardgas-wkk wordt ingezet op bedrijven met belichting. Verwacht wordt dat de installaties worden ingezet in perioden met voldoende elektriciteitsvraag. De gebruiksduur is daardoor gelijk verondersteld aan de gebruiksduur van de belichting. De mate van gebruik is daarmee gelijk aan hetgeen behandeld is bij het technisch potentieel voor deze optie (paragraaf 6.2.1). De capaciteit van de wkk's is vaak kleiner dan de capaciteit van de belichting. Dit betekent dat er gedeeltelijk wordt voorzien in de elektriciteitsbehoefte van de belichting. De resterende vraag wordt ingekocht.

Het is ook mogelijk dat de wkk's korter worden ingezet dan de belichting en dat er extra elektriciteit wordt ingekocht. Ook kunnen de wkk's worden gecombineerd met energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie. In beide situaties zou de CO<sub>2</sub>-emissie verder reduceren. Er wordt echter van uitgegaan dat het gebruik van wkk's bedrijfseconomisch aantrekkelijk is en de wkk's dus worden gebruikt voor een deel van de elektriciteitsvraag. Hierbij is wel uitgegaan van kleinere capaciteit (W/m<sup>2</sup>) dan in de huidige praktijk.

Naast de eigen consumptie wordt met de aardgas-wkk's gedurende een beperkt aantal uren elektriciteit geproduceerd voor de verkoop. Het praktisch potentieel is gelijk verondersteld aan het technisch potentieel.

#### *Herwinning zonnewarmte en koeling teelt*

Herwinning zonnewarmte is technisch mogelijk op bedrijven met teeltkoeling en met voldoende omvang (m<sup>2</sup>). Ook bij deze optie is de mate van gebruik gelijk aan wat behandeld is bij het technisch potentieel (paragraaf 6.2.2).

#### *Geothermie*

Het technisch potentieel van geothermie laat een spreiding zien van 135 tot 615 miljoen m<sup>3</sup> a.e. op jaarbasis (tabel 6.5). Verondersteld is dat een deel hiervan in 2030 gerealiseerd zal zijn. In het pessimistisch scenario is uitgegaan van 200, in het gematigde scenario van 250 en in het optimistisch scenario van 300 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Bij deze hoeveelheden is rekening gehouden met het mislukken van boringen, tijdelijke productieonderbreking van bronnen door storingen en onderhoud, levering aan partijen buiten de glastuinbouw en de grote onzekerheden bij zeer diepe en ondiepe geothermie. Voor deze praktische toepassing dient er duidelijkheid te komen over de eventuele risico's van geothermie.

---

Ook geldt de randvoorwaarde dat er in de CO<sub>2</sub>-behoefte wordt voorzien met externe CO<sub>2</sub>. Als dat niet het geval is, dan zal de praktische realisatie van geothermie kleiner zijn.

#### *Biobrandstof*

Het technisch potentieel voor warmteproductie met biobrandstof laat een spreiding zien van 15 tot 315 miljoen m<sup>3</sup> a.e. op jaarbasis (tabel 6.5). Verondersteld is dat een deel hiervan in 2030 gerealiseerd zal zijn voor warmteproductie. Door de IPCC-methode is de mogelijke elektriciteitsproductie niet relevant.

Over het gebruik van biobrandstof zijn maatschappelijk discussies gaande. Deze discussie gaat over aspecten als gebruik als grondstof, de concurrentie met voedselproductie, bodemvruchtbaarheid, het mondiale en regionale transport en de uitstoot van emissies anders dan CO<sub>2</sub>. Bij gebruik van biobrandstof in de glastuinbouw kunnen deze aspecten van invloed zijn op de mogelijke toekomstige afzet van glastuinbouwproducten en zal dan een rem zijn op het gebruik van biobrandstof in de glastuinbouw. Dit kan vooral relevant zijn in het optimistische scenario. In dit scenario zijn de duurzaamheidswensen vanuit de afzetmarkt het grootst verondersteld.

Ook bestaat er grote onzekerheid over de toekomstige prijs van biobrandstof en kan er aanscherping van regelgeving voor het gebruik van stookinstallaties voor biobrandstof ontstaan.

In het pessimistisch scenario is uitgegaan van een praktische toepassing van 50, in het gematigde scenario van 60 en in het optimistisch scenario van 70 miljoen m<sup>3</sup> a.e. warmte. Ook bij biobrandstof geldt de randvoorwaarde dat in de CO<sub>2</sub>-behoefte wordt voorzien met externe CO<sub>2</sub> of dat de rookgassen afkomstig van de biobrandstof gereinigd kunnen worden en daardoor geschikt zijn voor dosering bij het gewas.

#### *Inkoop warmte*

Het technisch potentieel van inkoop warmte toont een spreiding van 133 tot 340 miljoen m<sup>3</sup> a.e. op jaarbasis (tabel 6.5). Verondersteld is dat een deel hiervan in 2030 in de praktijk in gebruik zal zijn. Evenals bij biobrandstof is de herkomst van inkoop warmte en dan vooral de brandstof die wordt gebruikt in de installatie waarvan de warmte afkomstig is, van belang in relatie tot de afzet van glastuinbouwproducten. Dit kan, evenals bij biobrandstof, een rem zijn op de praktische toepassing van inkoop warmte en dan vooral in het optimistische scenario.

In het pessimistisch scenario is uitgegaan van een praktische toepassing van 120, in het gematigde scenario van 160 en in het optimistisch scenario van 200 miljoen m<sup>3</sup> a.e. warmte. Ook bij inkoop warmte geldt dat in de CO<sub>2</sub>-behoefte wordt voorzien met externe CO<sub>2</sub>.

#### *Duurzaam gas*

Het technisch potentieel van duurzaam gas voor de glastuinbouw is zeer beperkt verondersteld. Hierdoor zal ook de praktische toepassing zeer beperkt van omvang zijn. Het gebruik van duurzaam gas kan zowel plaatsvinden in de ketel als in de wkk en kan van belang zijn door duurzaamheidswensen vanuit de afzetmarkt waarvan de verwachting is dat die in het optimistische scenario het grootst zullen zijn. Om te voldoen aan duurzaamheidswensen uit de markt of eisen vanuit stimuleringsregelingen kan duurzaam gas de duurzame sluitpost zijn. Daardoor wordt in het optimistische scenario een iets grotere praktisch toepassing verwacht.

In het pessimistisch scenario is uitgegaan van een praktische toepassing in 2030 van 5, in het gematigde scenario van 10 en in het optimistisch scenario van 15 miljoen m<sup>3</sup> a.e. duurzaam gas.

#### *Elektrisch verwarmen*

Het technisch potentieel van elektrisch verwarmen door de glastuinbouw is zeer beperkt verondersteld. Hierdoor zal ook de praktische toepassing zeer beperkt van omvang zijn. Verondersteld is ook dat het aanbod van goedkope elektriciteit voor verwarming in de glastuinbouw tussen de drie scenario's niet veel zal verschillen. In alle drie de scenario's is voor 2030 een praktisch potentieel van 5 miljoen m<sup>3</sup> a.e. aan warmte op jaarbasis aangehouden. Ter illustratie: 200 ha met vermogen van

1 MW per ha voor elektrisch verwarmen en een gebruiksduur van 200 uur per jaar resulteert in een elektriciteitsverbruik van 45 miljoen kWh en dat komt overeen met 5 miljoen m<sup>3</sup> a.e. warmte.

#### *Totaal praktische toepassing elektriciteitsvoorziening*

Het totaal van de praktische toepassing van de voorzieningsopties die elektriciteit produceren (alleen aardgas-wkk) bedraagt in het pessimistische scenario 2.508 miljoen kWh (tabel 6.6). In het gematigde scenario is dat 2.998 en in het optimistische scenario 3.538 miljoen kWh. Dit is minder dan de elektriciteitsproductie met aardgas-wkk in 2015, ook in het optimistische scenario. Dit is ook minder dan de elektriciteitsvraag per scenario in 2030. Het verschil bedraagt in het pessimistische scenario 2.784 miljoen kWh. Hierbij dient de inkoop elektriciteit voor verwarming te worden opgeteld. Het totaal wordt dan 2.829 miljoen kWh. In het gematigde scenario is dit totaal 3.877 en in het optimistisch scenario 5.188 miljoen kWh. Deze hoeveelheden zullen worden ingekocht (duurzaam en niet duurzaam) en kunnen deels worden voorzien met productie van duurzame elektriciteit door de bedrijven.

**Tabel 6.6** Veronderstelde praktische toepassing per elektriciteitsvoorzieningsoptie ten opzichte van de elektriciteitsvraag in 2030 en de situatie in 2015 (miljoen kWh)

	2015	Scenario's 2030		
		pessimistisch	gematigd	Optimistisch
Elektriciteitsvoorzieningsopties				
Aardgas-wkk	3.990	2.508	2.998	3.538
Inkoop elektriciteit en gebruik duurzame geproduceerde elektriciteit	2.510	2.829	3.877	5.188
<b>Totaal</b>	<b>6.500</b>	<b>5.336</b>	<b>6.875</b>	<b>8.726</b>
Elektriciteitsvraag				
Prognose elektriciteitsvraag	6.499	5.291	6.830	8.681
Inkoop elektriciteit voor verwarming	<1	45	45	45
<b>Totaal</b>	<b>6.500</b>	<b>5.336</b>	<b>6.875</b>	<b>8.726</b>

#### *Totaal praktische toepassing warmtevoorziening*

Een totaaloverzicht van de praktische toepassing per warmtevoorzieningsoptie en de vergelijking met 2015 is opgenomen in tabel 6.7.

De warmtevoorziening vanuit de aardgas-wkk's bedraagt in het pessimistische scenario 446 miljoen m<sup>3</sup> a.e., in het gematigde scenario 546 en in het optimistische scenario 662 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit ligt respectievelijk 63%, 54% en 45% onder de warmtevoorziening vanuit de wkk in 2015 (circa 1.195 miljoen m<sup>3</sup> a.e.).

In het pessimistische scenario bedraagt het totaal van de warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie 407 miljoen m<sup>3</sup> a.e., in het gematigde scenario 522 en in het optimistische scenario 636 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit ligt respectievelijk 69%, 117% e 164% hoger dan in 2015.

Het totaal van de opties zonder CO<sub>2</sub>-uitsstoot en aardgas-wkk bedraagt in het pessimistische scenario 853 miljoen m<sup>3</sup> a.e. De totale warmtevraag bedraagt 1.472 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Hieruit resulteert een resterende warmtevraag van 618 miljoen m<sup>3</sup> a.e. (1.472 – 853) waarin wordt voorzien met de aardgasgestookte ketels. In het gematigde scenario wordt door de ketels 594 en in het optimistische scenario 497 miljoen m<sup>3</sup> a.e. geproduceerd. Dit is respectievelijk 42%, 36% en 28% van de totale warmtevraag en ligt respectievelijk 11%, 15% en 29% onder de productie door de ketels in 2015.

**Tabel 6.7** Veronderstelde praktische toepassing per warmtevoorzieningsoptie ten opzichte van de warmtevraag in 2030 en de situatie in 2015 (miljoen m<sup>3</sup> a.e. warmte) a)

Warmte-voorzieningsopties	2015	Scenario's 2030		
		Pessimistisch	gematigd	optimistisch
<b>Aardgas-wkk</b>	<b>1.195</b> (56%)	<b>446</b> (30%)	<b>546</b> (33%)	<b>662</b> (37%)
<b>Bronnen zonder CO<sub>2</sub>-emissie</b>				
Zonnewarmte	25	27	37	46
Geothermie	77	200	250	300
Biobrandstoffen	27	50	60	70
Inkoop duurzaam gas	1	5	10	15
Inkoop warmte	111	120	160	200
Elektrisch verwarmen	<1	5	5	5
<b>Subtotaal</b>	<b>241</b> (11%)	<b>407</b> (28%)	<b>522</b> (31%)	<b>636</b> (35%)
<b>Aardgasketels</b>	<b>696</b> (33%)	<b>618</b> (42%)	<b>594</b> (36%)	<b>497</b> (28%)
<b>Totaal</b>	<b>2.132</b> (100%)	<b>1.472</b> (100%)	<b>1.662</b> (100%)	<b>1.795</b> (100%)
<b>Warmtevraag</b>	<b>2.132</b>	<b>1.472</b>	<b>1.662</b>	<b>1.795</b>

a) Tussen haakjes zijn de aandelen in de totale warmtevraag vermeld.

## 6.4 Warmtedekking en combinaties van opties

In deze paragraaf komen de benodigde warmtedekking behorende bij de praktische toepassing van de warmtevoorzieningsopties en de combinaties van warmtevoorzieningsopties aan bod.

### Warmtedekking

In bijlage 5 is per scenario bepaald hoeveel areaal (ha) met het praktisch potentieel per optie met warmte kan worden voorzien. Hiermee is getoetst of de praktische toepassing van de warmtevoorzieningsopties past binnen de geprognosticeerde warmtevraag en het areaal van de glastuinbouw in de afzonderlijke scenario's in 2030. Ook ontstaat hierdoor inzicht in de benodigde warmtedekking van de warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie behorende bij de praktische toepassing. Hoe lager de dekking hoe meer areaal er nodig is en hoe minder opties er passen binnen het areaal.

In de berekeningen is voor de voorzieningsopties die samenhangen met de teelt (aardgas-wkk en herwinning zon) uitgegaan van het betreffende teeltareaal. Voor de overige opties is uitgegaan van uiteenlopende niveaus van dekking van de warmtevraag per m<sup>2</sup> kas. Als laagste niveau van gemiddelde warmtedekking is uitgegaan van 10 en als hoogste van 25 m<sup>3</sup> a.e. warmte per m<sup>2</sup> kas per jaar. De opties inkoop duurzaam gas en elektrisch verwarmen zijn buiten beschouwing gelaten. Deze opties worden in beperkte mate ingezet, hebben een lage warmtedekking en kunnen daardoor makkelijker gecombineerd worden met de andere opties. Overige combinaties van opties zijn buiten beschouwing gelaten.

Uit tabel B5.2 in bijlage 5 blijkt dat praktische toepassing van alle opties in het gematigde scenario realiseerbaar is mits er per optie voldoende warmte per m<sup>2</sup> kan worden geleverd. Een gemiddelde warmtedekking van zo'n 15 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> is nodig om het de praktische toepassing binnen het areaal in 2030 te realiseren. Dit is lager dan de gemiddelde warmtevraag in de drie scenario's (bijna 20 tot ruim 21 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>; paragraaf 5.6).

Bij een dekking van 15 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup> hoeft er in 2030 niet op het gehele areaal een voorzieningsoptie zonder CO<sub>2</sub>-emissie of aardgas-wkk worden ingezet. Dit is ook realistisch. Bij deze dekking wordt in het gematigde scenario op een areaal van 800 tot 900 ha geen gebruik gemaakt van deze voorzieningsopties.

Het pessimistische en het optimistische scenario tonen een overeenkomstig beeld (tabellen B5.1 en B5.3 in bijlage 5). In deze scenario's resteren bij een gemiddelde warmtedekking van 15 m<sup>3</sup> a.e. per



---

m<sup>2</sup> arealen van respectievelijk circa 1.000 en 350 ha waarop geen van de genoemde voorzieningsopties in gebruik is genomen.

#### *Verschillen tussen bedrijven*

In de praktijk zullen de afzonderlijke opties geen gelijke warmtedekking hebben. Ook zal de dekking door dezelfde voorzieningsoptie verschillen per bedrijf. Dit hangt samen met de warmtevraag en het patroon van de warmtevraag gedurende het jaar op de bedrijven, de veranderingen daarin richting 2030 en de capaciteit van de warmtebron (W per m<sup>2</sup> kas).

Verschillende bedrijfstypen zoals zonder en met belichting (en dus zonder en met aardgas-wkk) en energie intensief en energie extensief zullen in de afzonderlijke regio's door elkaar heen gevestigd zijn. Dit betekent dat collectieve warmtevoorzieningssystemen zoals inkoop warmte en wellicht geothermie en biobrandstof niet bij alle bedrijven een hoog niveau van warmtedekking per m<sup>2</sup> kas kunnen realiseren. Dit kan een belemmering zijn voor de realisatie van een dergelijk collectief project. Maatwerk is dan nodig.

#### *Andere combinaties van opties*

Naast de combinaties van opties met inkoop duurzaam gas en elektrisch verwarmen kunnen in de praktijk ook andere combinaties van opties per bedrijf in gebruik worden genomen. De totale capaciteit van de bronnen en de totale warmtedekking per m<sup>2</sup> van de combinatie van de opties is dan groter maar de dekking per m<sup>2</sup> per optie is kleiner. Als het bijbehorend areaal dan groter is, zal dit weinig invloed hebben op de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie behorende bij de praktische toepassing van de opties (miljoen m<sup>3</sup> a.e.), behalve bij aardgas-wkk.

Als de opties duurzame warmte of de inkoop warmte op bedrijfsniveau worden gecombineerd met de aardgas-wkk dan zal de wkk minder worden gebruikt dan verondersteld. Hierdoor verminderd het aardgasverbruik van de aardgas-wkk's en dient er meer elektriciteit voor de belichting te worden ingekocht en de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw zal dan verder worden gereduceerd.

Voor meer inzicht in deze mogelijkheden is antwoord nodig op de vraag wat het effect op de energiekosten van het glastuinbouwbedrijven met belichting zal zijn. Dit is afhankelijk van de productie- of inkoopkosten van de duurzame warme, de inkoopkosten van warmte, de productiekosten van warmte en elektriciteit met aardgas-wkk en de kosten voor inkoop van elektriciteit. Dit betekent dat inzicht nodig is in de stapelvolgorde c.q. merit-order van de voorzieningsopties voor glastuinbouwbedrijven.

# 7 Prognose 2030

## 7.1 Kwantitatieve kenmerken scenario's

Tussen de afzonderlijke scenario's bestaan verschillen in kwantitatieve kenmerken van de glastuinbouw. De belangrijkste kenmerken per scenario in 2030 in vergelijking met 2015 zijn samengevat in tabel 7.1. Hierin is onderscheid gemaakt naar sectorstructuur (hoofdstuk 4), energievraag (hoofdstuk 5) en energievoorziening (hoofdstuk 6).

In het optimistische scenario is het totaal areaal, het areaal belichting en het areaal nieuwbouw groter. Bij de energievraag is in het optimistische scenario de elektriciteitsvraag zowel per m<sup>2</sup> als absoluut groter. De warmtevraag is absoluut ook groter maar per m<sup>2</sup> kleiner.

De energievoorziening betreft de energie-input en -output van de glastuinbouw. Hiermee wordt voorzien in de energievraag en dit komt voort uit de praktische toepassing van de voorzieningsopties per scenario in hoofdstuk 6. Eventuele verkoop van duurzame warmte en duurzame elektriciteit is buiten beschouwing gelaten. Door de IPCC-methode is dit niet relevant voor de CO<sub>2</sub>-emissie.

**Tabel 7.1** Samenvatting kwantitatieve kenmerken van de glastuinbouw in 2015 en in de prognose 2030 per scenario a)

Kenmerken	Eenheid	2015	Scenario's 2030		
			pessimistisch	gematigd	Optimistisch
<b>Sectorstructuur</b>					
Areaal	ha	9.208	6.945	8.095	9.055
Aandeel belichting	%	31	35	38	43
Aandeel op bedrijven met belichting	%	40	47	48	51
Aandeel nieuwbouw	%	-	22	46	66
<b>Energievraag</b>					
Elektriciteit	kWh/m <sup>2</sup>	71	76	84	96
	miljoen kWh	6.499	5.291	6.830	8.681
Warmte	m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup>	23,2	21,2	20,5	19,8
	miljoen m <sup>3</sup> a.e.	2.132	1.472	1.662	1.795
<b>Energievoorziening</b>					
Energie-input					
Duurzame warmte	miljoen m <sup>3</sup> a.e.	130	282	357	431
Inkoop warmte	miljoen m <sup>3</sup> a.e.	111	120	160	200
Inkoop aardgas totaal	miljoen m <sup>3</sup>	3.274	1.511	1.687	1.822
Wv wk	miljoen m <sup>3</sup>	2.656	893	1.093	1.325
Wv overig	miljoen m <sup>3</sup>	696	618	594	497
Inkoop elektriciteit en gebruik geproduceerde duurzame elektriciteit b)	miljoen kWh	2.510	2.829	3.877	5.188
Energie-output					
Verkoop elektriciteit aardgas-wkk	miljoen kWh	5.217	635	850	1.125

a) Na temperatuurcorrectie en exclusief eventuele verkoop duurzame energie; b) Inclusief inkoop elektriciteit voor verwarmen.

---

### *Warmte*

In het optimistische scenario wordt meer duurzame warmte gebruikt. Duurzame warmte omvat geothermie, biobrandstof, herwinning zonnewarmte, inkoop duurzame warmte en inkoop duurzaam gas. In het optimistische scenario ligt dit ruim 3 keer hoger dan in 2015. De hoeveelheid ingekochte warmte ligt in het optimistische scenario iets meer dan 2 keer zo hoog als in 2015.

Het totaal gebruik van duurzame warmte en inkoop warmte loopt uiteen van ruim 400 miljoen m<sup>3</sup> a.e. in het pessimistische scenario tot ruim 600 miljoen m<sup>3</sup> a.e. in het optimistische scenario. Dit is respectievelijk 28 en 35% van de totale warmtevraag. Geothermie neemt hiervan bijna 50% voor haar en inkoop warmte circa 30% voor zijn rekening.

Om in de resterende warmtevraag te voorzien wordt aardgas gebruikt in zowel wkk's als in ketels. In alle drie de scenario's voor 2030 toont het aardgasverbruik een substantiële vermindering ten opzichte van 2015. In het pessimistische scenario is de vermindering 54% en in het optimistische scenario 44%.

De vermindering zit vooral bij de wkk's. In 2030 wordt door de aardgas-wkk's respectievelijk 34%, 41% en 50% gebruikt van het niveau van 2015. Het aardgasverbruik in de ketels bedraagt respectievelijk 89%, 85% en 71% van het niveau van 2015.

### *Elektriciteit*

De daling van het gebruik van aardgas in wkk's hangt samen met een substantiële vermindering van de elektriciteitsproductie met wkk's. De productie is bestemd voor eigen gebruik en verkoop. De wkk's voorzagen in 2015 circa 60% van de elektriciteitsvraag van de glastuinbouw. In het pessimistische scenario in 2030 is dat gedaald naar 47% en in het optimistische scenario naar 41%. In het pessimistische scenario ligt de verkoop op 12% en in het optimistische scenario op 22% van de verkoop van 2015.

Door de verminderde productie voor eigen consumptie en de groei van de belichting neemt het totaal van de inkoop van elektriciteit plus de productie van duurzame elektriciteit toe. In het pessimistische scenario ligt dit totaal 13% hoger en het optimistische scenario toont ruim een verdubbeling ten opzichte van 2015.

## 7.2 CO<sub>2</sub>-emissie

De CO<sub>2</sub>-emissie komt voort uit het aardgasverbruik. De prognose van de CO<sub>2</sub>-emissie 2030 bedraagt in het pessimistische scenario 2,7 Mton (tabel 7.1). In het gematigde scenario is dat 3,0 Mton en in het optimistische scenario 3,3 Mton. De prognose ligt in alle drie de scenario's substantieel onder de CO<sub>2</sub>-emissie van 2015 en is in het optimistische scenario het hoogst. In het pessimistische scenario is de reductie 3,1 Mton (54%), in het gematigde scenario 2,8 Mton (48%) en in het optimistische scenario 2,5 Mton (44%). Ten opzichte van 1990 bedraagt de reductie respectievelijk 63%, 59% en 56%.

De resultaten van de drie scenario's vertonen een verschil van 0,6 Mton. De spreiding bij de CO<sub>2</sub>-emissie is kleiner dan bij de energievraag (tabel 5.6). Dit komt doordat in het optimistische scenario meer duurzame energie wordt gebruikt en meer energie (warmte en elektriciteit) wordt ingekocht dan in het pessimistische scenario. Deze energievoorzieningsopties brengen geen CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee waardoor de CO<sub>2</sub>-emissie in de afzonderlijke scenario's dichter bij elkaar ligt.

De CO<sub>2</sub>-emissie op sectorniveau en het areaal resulteren in een CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>2</sup> (tabel 7.2). In 1990 bedroeg de emissie 79 en in 2015 63 kg per m<sup>2</sup>. In de scenario's voor 2030 loopt dit uiteen van 39 tot 36 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup>. In tegenstelling tot de totale emissie op sectorniveau is de emissie per m<sup>2</sup> kas het laagst in het optimistische scenario.

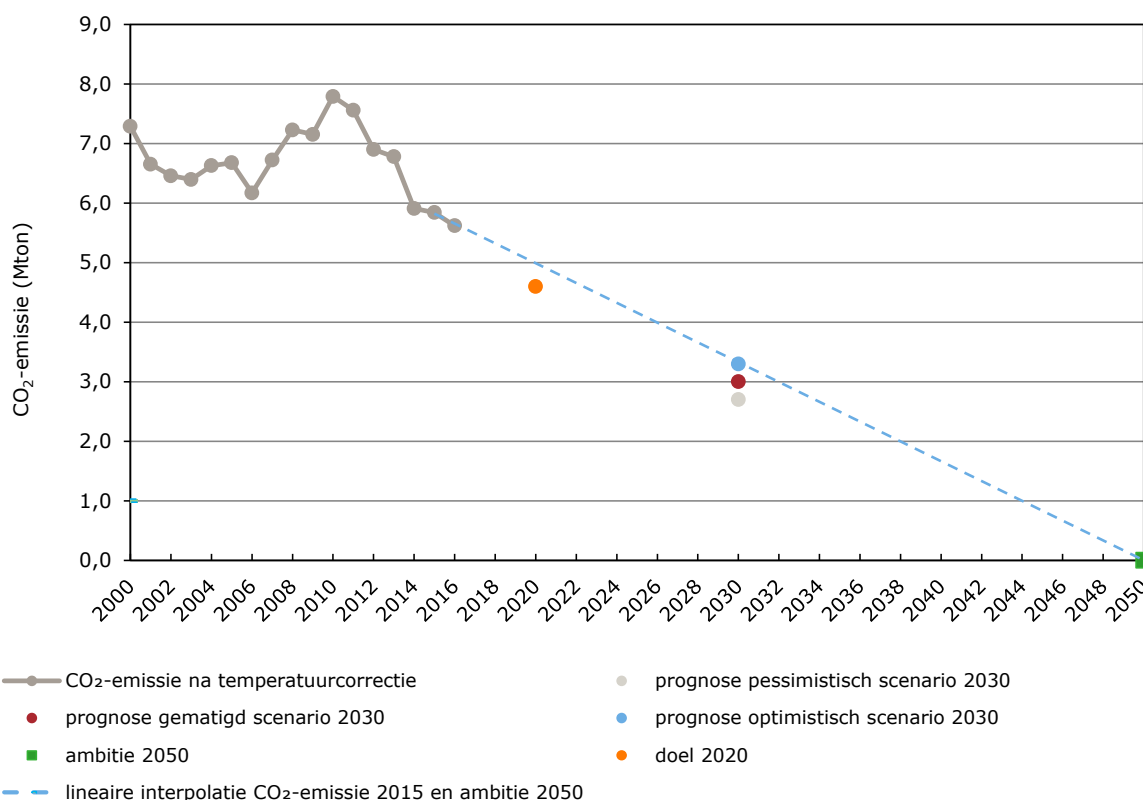
**Tabel 7.2** CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw in 2010, 2015 en prognose 2030 per scenario a)

Energiesoort	2010	2015	Scenario's 2030		
			pessimistisch	gematigd	optimistisch
CO <sub>2</sub> -emissie (Mton)	7,8	5,8	2,7	3,0	3,3
CO <sub>2</sub> -emissie (kg/m <sup>2</sup> )	76	63	39	38	36

a) Na temperatuurcorrectie.

### Interpolatie CO<sub>2</sub>-emissie 2015 en ambitie 2050

In hoofdstuk 1 is beschreven dat de glastuinbouw de ambitie heeft om in 2050 geen CO<sub>2</sub> meer uit te stoten. In 2015 bedroeg de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw 5,8 Mton (tabel 7.2). Lineaire interpolatie tussen de CO<sub>2</sub>-emissie van 2015 en de ambitie voor 2050 resulteert in een CO<sub>2</sub>-emissie van 3,3 Mton in 2030 (blauwe stippellijn in figuur 7.1). De prognose van de CO<sub>2</sub>-emissie in het optimistische scenario in 2030 is daaraan gelijk en de gematigde en pessimistische scenario's liggen daar respectievelijk 0,3 en 0,6 Mton onder.



**Figuur 7.1** Werkelijke CO<sub>2</sub>-emissie in de glastuinbouw in de periode 2000-2016 a) b), het doel voor 2020, de prognose voor 2030 bij de verschillende scenario's en de ambitie voor 2050  
a) Na temperatuurcorrectie; b) 2016 is een voorlopig resultaat.

## 7.3 Invloedfactoren

De reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie wordt veroorzaakt door de invloedsfactoren krimp van het areaal, minder verkoop elektriciteit, toename gebruik duurzame warmte, toename inkoop warmte, toename inkoop elektriciteit en de mutatie van het energiegebruik per m<sup>2</sup> kas. In tabel 7.3 is per invloedsfactor eerst de ontwikkeling in de periode 2015-2030 per scenario getoond en vervolgens het effect van de factoren op de CO<sub>2</sub>-emissie per scenario. Voor uitleg over de methode waarmee de effecten zijn berekend, wordt verwezen naar het onderzoek *Effect intensivering, extensivering en energiebesparing*

op de CO<sub>2</sub>-emissie Nederlandse glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2017a) en de Energiemonitor glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2017b).

De vermindering van de elektriciteitsverkoop uit aardgas-wkk blijkt in alle drie de scenario's de grootste bijdrage te leveren aan de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie (40-44%). Een iets kleiner effect heeft de krimp van het areaal in het pessimistische scenario (34%). In het gematigde scenario levert het areaal een bijdrage van 19% en in het optimistische scenario van 3%. Het aandeel duurzame warmte loopt op van 8 naar 20% en van inkoop warmte van iets meer dan 0% tot 6%. Het aandeel van inkoop elektriciteit loopt op van 3% naar 28%. In het optimistische scenario zijn de effecten van de laatste drie factoren groter doordat de ontwikkeling van deze factoren in de periode 2015-2030 in het optimistische scenario sterker zijn en doordat de invloed van het areaal in het optimistische scenario kleiner is.

**Tabel 7.3** Prognose ontwikkeling invloedsfactoren en effect op de CO<sub>2</sub>-emissie op sectorniveau per scenario 2030 a)

	Eenheid	2015	Scenario's 2030		
			pessimistisch	gematigd	optimistisch
<b>Ontwikkeling per factor</b>					
Areaal	ha	9.208	6.945	8.095	9.055
Verkoop elektriciteit	10 <sup>6</sup> kWh	5.245	635	850	1.125
Duurzame warmte	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> a.e.	130	282	357	431
Inkoop warmte	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> a.e.	111	120	160	200
Inkoop elektriciteit b)	10 <sup>6</sup> kWh	2.507	2.829	3.877	5.188
Energiegebruik per m <sup>2</sup>					
wv warmte	m <sup>3</sup> a.e./m <sup>2</sup>	23,2	21,2	20,5	19,8
wv elektriciteit	kWh/m <sup>2</sup>	71	76	84	96
<b>Effecten per factor a)</b>					
Areaal	Mton	-1,07 (35%)	-0,53 (19%)	-0,07 (3%)	
Verkoop elektriciteit	Mton	-1,26 (40%)	-1,20 (43%)	-1,13 (44%)	
Duurzame warmte	Mton	-0,26 (8%)	-0,40 (14%)	-0,52 (20%)	
Inkoop warmte	Mton	-0,02 (0%)	-0,09 (3%)	-0,15 (6%)	
Inkoop elektriciteit	Mton	-0,09 (3%)	-0,37 (13%)	-0,73 (28%)	
<b>Subtotaal</b>	<b>Mton</b>	<b>-2,70 (86%)</b>	<b>-2,59 (91%)</b>	<b>-2,61 (101%)</b>	
Energiegebruik per m <sup>2</sup> c)	Mton	-0,44 (14%)	-0,24 (9%)	+0,03 (-1%)	
<b>Totaal = reductie</b>	<b>Mton</b>	<b>-3,14 (100%)</b>	<b>-2,83 (100%)</b>	<b>-2,59 (100%)</b>	
<b>CO<sub>2</sub>-emissie</b>	<b>Mton</b>	<b>5,84</b>	<b>2,70</b>	<b>3,01</b>	<b>3,25</b>

a) Tussen haakjes zijn de aandelen per factor in de totale reductie per scenario vermeld; b) Inclusief (een beperkt deel) eigen productie duurzame elektriciteit; c) Het effect van energiegebruik per m<sup>2</sup> is het totaal effect van intensivering, extensivering en energiebesparing, bij zowel warmte als elektriciteit.

Tot slot is het effect van de mutatie van het energiegebruik per m<sup>2</sup> getoond. Het aandeel hiervan is in het pessimistische scenario het grootst (14%) en in het optimistische scenario het kleinst (-1%). Dit laatste betekent dat de CO<sub>2</sub>-emissie iets toeneemt door de ontwikkeling van het energiegebruik per m<sup>2</sup> kas. Het effect van het energiegebruik per m<sup>2</sup> kas is het totaal effect van intensivering, extensivering en energiebesparing bij zowel de warmte- als de elektriciteitsvraag. De warmtevraag per m<sup>2</sup> daalt in de periode 2015-2030 in alle drie de scenario's. De daling is het grootst in het optimistisch scenario. De elektriciteitsvraag toont een sterke toename en die is het grootst in het optimistisch scenario.

Bezien vanuit de effecten per scenario, blijkt in het pessimistische scenario de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie vooral te komen door de krimp van het areaal en de vermindering van de verkoop van elektriciteit. In het gematigde en optimistische scenario zijn de effecten meer verdeeld over de factoren waarbij vermindering van de verkoop van elektriciteit de dominante factor blijft.

---

## 8 Beleidsmatige aspecten

### *Ambitie glastuinbouw*

Voor 2030 is uitgegaan van drie uiteenlopende scenario's. In het optimistische scenario blijft het areaal gelijk en is er meer nieuwbouw, toekomstvertrouwen, intensivering, energiebesparing, energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie en meer invloed vanuit de afzetmarkt op reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie ofwel de sector bevindt zich in een positieve spiraal. In het pessimistische scenario is het tegengestelde het geval en bevindt de sector zich in een negatieve spiraal. Voor de beleidsmatige aspecten is het de vraag welke scenario aansluit bij de ambities van bedrijfsleven en overheid. Is dit een vitale sector met veel nieuwe kassen en dynamiek ('topsector') of een kwijnende sector met veel oude kassen en weinig dynamiek ('tobsector'). Voor een vitale sector is meer CO<sub>2</sub>-emissieruimte nodig door een groter areaal en meer intensivering.

### *Realisatie prognose*

In elk van de drie scenario's zijn er beleidsmatige inspanningen nodig om de geprognoseerde CO<sub>2</sub>-emissies te realiseren. Hierbij gaat het vooral om het realiseren van energiebesparing en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Het areaal en de nieuwbouw wordt primair vanuit de markt bepaald. De marktpositie inclusief het toegang krijgen tot duurdere marktsegmenten, kan indirect worden versterkt door reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie.

### *Beleidsmatige aspecten*

Bij de beleidsmatige aspecten dient onderscheid te worden gemaakt naar (a) de ontwikkeling van kennis en opties en (b) de toepassing van kennis en opties. Vooral voor de voorzieningsopties zijn ook bestuurlijke en organisatorische aspecten belangrijk. Hierbij is een doorkijkje gemaakt naar 2050. Tot slot is (c) de methodiek c.q. definitie waarmee de CO<sub>2</sub>-emissie wordt bepaald (IPCC-methode) van invloed op de beleidsmatige aspecten bij de energievoorziening.

#### **a. Ontwikkeling kennis en opties**

##### *Energiebesparingsopties*

- Het overgrote deel van het toekomstig fossiele brandstofverbruik en dus van de CO<sub>2</sub>-emissie zit in alle drie de scenario's op bedrijven met belichting. Ook is de warmteconsumptie per m<sup>2</sup> kas bij belichting gemiddeld hoger. Kennis over warmtebesparing bij belichte teelt zoals warmtebenutting, selectief verwarmen, selectief ventileren en meer schermgebruik ofwel HNT is vooralsnog beperkt beschikbaar en dient verder te worden ontwikkeld om op dit bedrijfstype de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren.
- Ledlicht is nodig voor de verdere intensivering van belichting zonder groei van de elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> en warmteoverschotten. Over de toepassing van ledlicht bestaan kennisvragen over volledig led of combinatie met hps-lampen, stralingswarmte, golflengte/kleur van het licht, belichtingsduur, effecten op fysieke productie en kwaliteit en plantweerbaarheid.
- Ledverlichting wordt niet primair voor de glastuinbouw ontwikkeld. In aansluiting op het voorgaande aspect is de ontwikkeling van ledverlichting specifiek voor toepassing in de glastuinbouw nodig. Hierbij zijn gewenste golflengte, armaturen, positionering in de kas en vermindering van de investeringen van belang.
- Een deel van het aardgasverbruik wordt gebruikt voor stomen van de kasgrond of het substraat. De ontwikkeling van alternatieven zonder fossiel brandstofverbruik vermindert de CO<sub>2</sub>-emissie.
- Bij de ontwikkeling van nieuwe kassen is aandacht voor energiebesparing belangrijk maar dit mag niet ten koste gaan van de lichtdoorlaat van de kassen want dat kost productie.
- Energiebesparing bij extensievere teelten is bedrijfseconomisch moeilijk te realiseren. Inzicht is nodig in wat er wel kan en hoe dit gerealiseerd kan worden.

---

### *Energievoorzieningsopties*

- Kasverwarming met een groter temperatuurverschil tussen het ingaande en uitgaande verwarmingswater (grotere delta T) stellen glastuinbouwbedrijven in staat warmtebronnen (geothermie en inkoop warmte) verder uit te koelen en lage temperatuurwarmte te gebruiken. Meer inzicht in de praktische mogelijkheden van lage temperatuurverwarming en de invloed op het gewenste klimaat (convectiewarmte, stralingswarmte en systeemsnelheid) is nodig.
- Ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-dosering vanuit afvalverwerking, houtverbranding en vergistingsprocessen is nodig voor het gebruik van installaties van zowel glastuinbouwondernemers als van derden met levering van energie aan de glastuinbouw.
- Ontwikkeling van opslagsystemen voor energie (warmte en elektriciteit) is nodig voor afstemming tussen de energievraag van de glastuinbouw en het energie-aanbod vanuit voorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Dit geldt ook voor de CO<sub>2</sub>-vraag en het -aanbod.

### **b. Toepassing van kennis en opties en bestuurlijke en organisatorische aspecten**

#### *Versnellingsplannen*

- Versnellingsplannen inclusief activiteiten voor kennisuitwisseling kunnen diffusieprocessen c.q. praktische realisatie van energiebesparing en van niet-fossiele energievoorziening versnellen. Dit is vooral nodig voor de kennisontwikkeling over warmtebenutting en het gebruik van ledlicht c.q. het HNT voor belichting en het toepassing van deze kennis op bedrijven met belichting, het toepassen van HNT op bedrijven zonder belichting, de bedrijfszekerheid van geothermie, de realisatie van lokale energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie en externe CO<sub>2</sub>-voorziening.

#### *Warmtenetwerken*

- De ontwikkeling van infrastructuur voor onderlinge levering van warmte zowel van binnen als van buiten de glastuinbouw is nodig. Hierbij zijn zowel levering als afname van warmte en verschillen in systeemspecificaties belangrijk.
- Bij de ontwikkeling van infrastructuur hoort ook de ontwikkeling van slimme energienetwerken voor warmte, zowel technisch, organisatorisch, juridisch als softwarematig. Hierbij zijn een handelsplatform en lage dienstenkosten belangrijk.

#### *CO<sub>2</sub>- en elektriciteitsvoorziening*

- De prognose toont een verschuiving van warmtevraag naar elektriciteitsvraag. Als in de elektriciteitsvraag wordt voorzien door inkoop in plaats van eigen opwekking met aardgas-wkk daalt de CO<sub>2</sub>-emissie. Voor de inkoop is het nodig dat de benodigde capaciteit vanuit het elektriciteitsnet beschikbaar komt en blijft en onder passende leveringsvoorwaarden.
- Door toekomstige reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie door de glastuinbouw daalt ook het CO<sub>2</sub>-aanbod voor de gewassen. Gebrek aan CO<sub>2</sub> voor de gewassen zal de energiebesparing en de inzet van voorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie remmen. De CO<sub>2</sub>-voorziening is daardoor de achilleshiel voor de CO<sub>2</sub>-emissiereductie. De ontwikkeling van aanbod, reiniging, ontsluiting en transport van externe CO<sub>2</sub> is daardoor essentieel voor de verdere reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie.
- De voorgaande twee punten brengen met zich mee dat de ontwikkeling van warmteleveringsconcepten niet los kunnen worden gezien van zowel de elektriciteitsvoorziening als van de CO<sub>2</sub>-voorziening.

#### *Stimuleringsbeleid*

- Niet alle opties zijn bedrijfseconomisch mogelijk en budgetten voor stimuleringsbeleid zijn niet oneindig. Voor het stimuleringsbeleid is inzicht nodig in welke opties (op termijn) bedrijfseconomisch haalbaar zijn en welke opties het meest kosteneffectief kunnen worden gestimuleerd in relatie tot de bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

#### *Tariefstructuren energiebelastingen, heffingen en CO<sub>2</sub>-beprijzing*

- De tariefstructuur voor de EB, de ODE of hun eventuele opvolgers en het beprijzen van CO<sub>2</sub>-emissie beïnvloeden de realisatie van energiebesparing en van voorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Een tariefstructuur met de hoogste marginale kosten van de laatste eenheid fossiele brandstof, ofwel een proportionele of progressieve tariefstructuur zal een groter effect hebben dan bestaande degressieve tariefstructuur.

---

### *Autonomie*

- Glastuinbouw ondernemers kunnen zelf als risicodragers projecten ontwikkelen voor een energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie. De ontwikkeling en exploitatie kunnen ook gedaan worden door derden of samen met derden. Bij de laatste twee mogelijkheden is het de vraag welke invloed glastuinbouwondernemers hebben op de toekomstige kosten van en op de voorwaarden voor afname van energie. De glastuinbouw opereert in een concurrerende vrije markt waardoor relatief hoge kosten voor een energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie een rem zijn op de toepassing van deze energievoorziening.
- Door het voorgaande kan collectieve inkoop van energie (warmte en elektriciteit) en een onafhankelijke en objectieve tariefstructuur een positieve invloed hebben.

### *Tariefstructuren inkoop warmte en inkoop elektriciteit*

- Bij inkoop van warmte en inkoop elektriciteit is een stimulerende tariefstructuur nodig voor een optimale en effectieve energielevering. Bij warmtelevering betreft dit zowel het gebruik door de afnemer c.q. het glastuinbouwbedrijf (dekkingsgraad), als de efficiëntie van de productie bij en het transport vanaf de leverancier (stimulering uitkoeling/grotere delta T). Bij elektriciteit zijn vooral de dienstenkosten relevant.

### *Ketenwerking*

- Wensen/eisen vanuit de afzetketen van glastuinbouwproducten kunnen de toepassingssnelheid van CO<sub>2</sub>-reductie verhogen. Hierbij is het van belang dat een consistente, objectieve en stimulerende energie-indicator worden gebruikt. Ook dienen indicatoren op sectorniveau en op productniveau c.q. voor de afzetmarkt elkaar niet tegen werken.

### *Ontwikkelingen na 2030*

- Het jaar 2030 is geen eindpunt. Energie-infrastructuur ontwikkeld voor 2030 wordt ook gebruikt na 2030. Hiervoor dient rekening te worden gehouden met ontwikkelingen na 2030 (energievraag en energie-aanbod).
- Warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie worden in de praktijk ingezet voor de basislast. De resterende warmtevraag wordt voorzien met aardgasgestookte ketels. Voor de ambitie van een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie in 2050 zal ook de resterende warmtevraag moeten worden ingevuld zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Hiervoor is het belangrijk dat er energiebesparing specifiek voor de winterperiode en een economisch haalbare piekvoorziening voor de winterpiek wordt ontwikkeld. Warmtebenutting en het gebruik van ledlicht oftewel HNT is belangrijk voor reductie van de winterpiek in de warmtevraag op bedrijven met belichting.
- Het aanbod van externe CO<sub>2</sub> zal door verdere vermindering van de nationale en mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot na 2030 verder verminderen. Hierdoor wordt het winnen van CO<sub>2</sub> uit minder geconcentreerde bronnen en uit de buitenlucht belangrijker.

## **c. Consequenties definitie CO<sub>2</sub>-emissie; IPCC-methode**

De CO<sub>2</sub>-emissie wordt bepaald met de IPCC-methode. In deze methode wordt alleen het verbruik van fossiele brandstof op locatie in beschouwing genomen. Het gaat hierbij dus om de CO<sub>2</sub> uit fossiele brandstof die uit de eigen schoorsteen komt. In- en verkoop van energie (warmte en elektriciteit) tellen niet mee.

Redenerend vanuit de IPCC-methode is bij de elektriciteitsvoorziening beleidsmatig geen onderscheid nodig naar inkoop niet-duurzame en duurzame elektriciteit en productie van duurzame elektriciteit door de glastuinbouw voor eigen gebruik. Deze opties reduceren alle drie de CO<sub>2</sub>-emissie. Bij de warmtevoorziening is beleidsmatig geen onderscheid nodig naar productie en inkoop van duurzame en inkoop niet duurzame warmte. Ook deze opties reduceren alle drie de CO<sub>2</sub>-emissie. Daarnaast is ook de verkoop van door de glastuinbouw geproduceerde duurzame energie beleidsmatig niet relevant.

Het voorgaande is puur gezien vanuit een CO<sub>2</sub>-doel op basis van de IPCC-methode. Als een andere energie-indicator of andere aspecten belangrijk worden, kan dit anders komen te liggen. Dit kan relevant zijn voor het imago van de sector en bij duurzaamheidsindicatoren voor de afzetmarkt.



---

## 9 Conclusies en aanbevelingen

### *CO<sub>2</sub>-emissie*

- De geprognosticeerde CO<sub>2</sub>-emissie voor 2030 loopt in de drie afzonderlijke scenario's uiteen. In het optimistische scenario bedraagt de CO<sub>2</sub>-emissie 3,3 Mton, in het gematigde scenario 3,0 Mton en in het pessimistische scenario 2,7 Mton.
- De prognose voor 2030 ligt in alle drie de scenario's substantieel onder de CO<sub>2</sub>-emissie van 2015 (5,8 Mton). In het pessimistische scenario is de reductie 3,1 Mton (54%), in het gematigde scenario 2,8 Mton (48%) en in het optimistische scenario 2,5 Mton (44%). Ten opzichte van 1990 bedraagt de reductie respectievelijk 63%, 59% en 56%.
- Ook de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>2</sup> kas daalt. In 1990 bedroeg dit 76 en in 2015 63 kg per m<sup>2</sup>. In 2030 is dit in het pessimistische scenario gedaald naar 39, in het gematigde scenario naar 38 en in het optimistische scenario naar 36 kg per m<sup>2</sup>. In het optimistische scenario is de absolute CO<sub>2</sub>-emissie hoger en per m<sup>2</sup> kas lager dan in de andere scenario's.
- In het optimistische scenario is zowel de CO<sub>2</sub>-emissie als de energievraag groter dan in het pessimistische scenario. De CO<sub>2</sub>-emissie toont echter een kleiner verschil dan de energievraag. Dit komt doordat in het optimistische scenario meer energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie worden gebruikt.

### *Energievraag*

- Zowel de warmtevraag op sectorniveau als het gemiddelde per m<sup>2</sup> ligt in alle scenario's onder dat van 2015. In het optimistische scenario is de vermindering op sectorniveau het kleinst, maar per m<sup>2</sup> het grootst. Dit komt door het grotere areaal en de grotere warmtebesparing per m<sup>2</sup> in het optimistische scenario.
- De gemiddelde elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> ligt in alle drie de scenario's boven dat van 2015. De absolute vraag ligt in het pessimistische scenario onder en in het gematigde en optimistische scenario boven het niveau van 2015. Dit komt door het grotere areaal met belichting. De vraag naar groeilicht per m<sup>2</sup> kas neemt ook toe, maar als dit gepaard gaat met het gebruik van ledlicht behoeft dit niet te leiden tot een grotere elektriciteitsvraag per m<sup>2</sup> kas.

### *Energievoorziening*

- In alle drie de scenario's voor 2030 worden op bedrijven zonder belichting geen wkk's op aardgas meer gebruikt. De wkk's op bedrijven met belichting produceren minder elektriciteit door reductie van de warmtevraag.
- De verkoop van elektriciteit uit wkk's op aardgas neemt af. In 2015 werd nog 5,2 miljard kWh verkocht, in de drie scenario's voor 2030 loopt dit uiteen van 0,6 tot 1,1 miljard kWh.
- De wkk's op aardgas voorzien in 2015 op sectorniveau tussen de 50 en 60% van de warmtevraag. In de scenario's voor 2030 loopt dit uiteen van 30 tot 37%.
- Het totaal van inkoop van elektriciteit plus productie van duurzame elektriciteit voor eigen gebruik neemt in alle drie de scenario's toe. In 2015 bedroeg dit 2,5 miljard kWh. In de drie scenario's voor 2030 loopt dit uiteen van 2,8 tot 5,2 miljard kWh.
- Voor 2030 is er voor de glastuinbouw een technisch potentieel van warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie dat uiteenloopt van zo'n 300 tot 1.400 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit betreft duurzame warmte, inkoop warmte en inkoop elektriciteit voor verwarmen. Duurzame warmte omvat geothermie, biobrandstof, herwinning zonnewarmte en inkoop duurzaam gas.
- Realisatie kost tijd en is niet altijd mogelijk waardoor de praktische toepassing lager is dan het technisch potentieel. In het pessimistische scenario bedraagt de praktische toepassing ruim 400 miljoen m<sup>3</sup> a.e., in het gematigde scenario ruim 500 miljoen m<sup>3</sup> a.e. en in het optimistische scenario ruim 600 miljoen m<sup>3</sup> a.e. Dit is respectievelijk 28%, 31% en 35% van de totale warmtevraag. Bij de praktische realisatie behoort een gemiddelde warmtedekking van de voorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie van zo'n 15 m<sup>3</sup> a.e. per m<sup>2</sup>.

- 
- De praktische toepassing van de warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie zit vooral bij geothermie en inkoop warmte. Geothermie neemt bijna 50% en inkoop warmte circa 30% voor zijn rekening.
  - In de afzonderlijke scenario's wordt met de aardgasketels respectievelijk 42%, 36% en 28% van de warmtevraag voorzien. Dit ligt respectievelijk 11%, 15% en 29% onder de absolute warmteproductie met de ketels in 2015.

#### *Beleidsmatige aspecten*

- Om de scenario's werkelijkheid te laten worden, is forse beleidsmatige inzet nodig op de terreinen energiebesparing en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie.
- Bij energiebesparing is continuering van de beleidsmatige inzet gericht op de toepassing van het HNT door bedrijven zonder belichting nodig. Extra beleidsmatige inzet is nodig voor kennisontwikkeling over warmtebenutting en ledlicht c.q. HNT voor en toepassing daarvan door bedrijven met belichting.
- Bij energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie is extra beleidsmatige inzet nodig op de aspecten: verbetering van de bedrijfszekerheid van geothermie, ontwikkeling van ondiepe en zeer diepe geothermie, aanbod externe CO<sub>2</sub>, energie-infrastructuur voor inkoop warmte, elektriciteit en CO<sub>2</sub>, concurrerende en stimulerende tariefstructuren en voorwaarden voor inkoop warmte en inkoop elektriciteit, de beschikbaarheid van biobrandstof, realisatie van duurzame energieprojecten en projecten inkoop warmte, het verlagen van de winterpiek in de warmtevraag en het ontwikkelen van een economisch haalbare piekvoorziening voor de warmtevraag. Bij dit alles is de externe CO<sub>2</sub>-voorziening de achilleshiel.
- Voor realisatie van duurzame energieprojecten en projecten inkoop warmte is de glastuinbouw afhankelijk van derden en is samenwerking met partijen buiten de glastuinbouw noodzakelijk.
- Voor verdere vermindering van het gebruik van aardgas-wkk c.q. de CO<sub>2</sub>-emissie is inzicht nodig in de kosten voor de energievoorzieningsopties en combinaties daarvan.
- Door de IPCC-methode is beleidsmatig geen onderscheid nodig tussen inkoop niet-duurzame en duurzame elektriciteit en productie van duurzame elektriciteit. Dit geldt ook voor de productie en inkoop van duurzame warmte en inkoop warmte. Als een andere energie-indicator of andere aspecten belangrijk worden, kan dit anders komen te liggen. Dit kan relevant zijn voor het imago van de sector en bij duurzaamheidsindicatoren voor de afzetmarkt.

---

# Literatuur en websites

Aardwarmte in Nederland, Jaarverslag 2016, ECN, 2016.

Barometer marktpositie glastuinbouw wkk, Energy Matters, januari 2017.

Barometer wkk glastuinbouw, Energy Matters, persbericht, september 2017.

*Biomassa 2030, Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030*; Ministerie van Economische Zaken, Directie Groene Groei & BioBased Economy, Directoraat-Generaal Bedrijfsleven en Innovatie, Publicatie-nr. 89293, Den Haag 2015.

Brief van de Staatssecretaris van Economische Zaken de heer Martijn van Dam aan de voorzitter van de Tweede Kamer betreffende Evaluatie CO<sub>2</sub>-suring in de glastuinbouw, dd. 6 juli 2017.

Buik, N., H. de Jonge en S. de Boer, *Potentieel geothermie in Zuid-Holland Toelichting potentieelkaarten geothermie*, IF Technology, Arnhem, 2016.

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

Buurma, J.S. and N.J.A. van der Velden, *New approach to Integrated Pest Management research with and for horticulture. A vision from and beyond economics*. In *Crop protection Volume 97*, July 2017, pages 94-100.

Buurma, J., P. Smit en N van der Velden, *Vervangen van kassen. QuickScan van kosten en baten van diffuus glas, innovatieve kasdekken en klimaatsverbetering*. Notitie 2017-070, Wageningen Economic Research, 2017.

Hoogervorst, N., *Toekomstbeeld Klimaatneutrale warmtenetten in Nederland*, PBL, 2017.

Jager D. de, M. Staats, T. Hofsteenge en P. Nouthout, *Overige hernieuwbare energie in Nederland: Een potentieel studie*, Ecofys, 2017.

Koornneef, G., H. van Essen en M. Londo, *Verzamelde kennisnotities t.b.v. de visie duurzame brandstoffenmix*, CE Delft, TNO, ECN, Delft, 2014.

Meerjarenafspraken Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020, Den Haag, 2014.

Moore, G.A., *Crossing the chasm; Marketing and selling high-tech products to mainstream customers*. Harper Business Essentials, 1991.

*Nationale Energie Verkenning 2017* (ECN, PBL, CBS en RVO).

Peeters, S. en S. Schlattman, *Bio-energie jaarrapportage Kas als Energiebron 2016*, Energy Matters, 2017.

Philips Lighting: *Philips lighting new GreenPower led production module*, Persbericht Philips Lighting, 2018.

Regeerakkoord 2017-2021, Vertrouwen in de toekomst, VVD, CDA, D66 en ChristenUnie, Den Haag, 2017.

---

Rifkin, J., Third Industrial Revolution Consulting Group, *Roadmap Next Economy*, Metropoolregio Rotterdam Den Haag, 2016.

Rogers, E.M. *Diffusion of innovations (3rd ed.)*. New York: Free Press of Glencoe, 1993.

Rooijers, F.J., B.L. Schepers en S. Cherif, *Visie 2030 Glastuinbouw – energie en klimaat; rapportage fase 1*, CE Delft, 2015.

Schulze, P., J. Holstein en H. Vlap, *Biomassapotentieel in Nederland, Gasunie en DNV-GL*, Power pint presentatie, 2017.

Trias Westland wordt onder krijtproject, schat aan bodemdata opgehaald. [www.triaswestland.nl](http://www.triaswestland.nl), 17 februari 2017.

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

Velden, N. van der, H. Silvis, M Blom en M. Smit, *Evaluatie energiebelastingtarief glastuinbouw; Vergelijking met energie-intensieve industriële sectoren*. Rapport 2016-027. LEI Wageningen UR, Wageningen, 2016.

Velden, N.J.A. van der en P. Smit, *Prognose CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2020*. Rapport 2016-067. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2016.

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit, *Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse glastuinbouw*. Rapport 2017-060. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2017a.

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit, *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2016*. Rapport 2016-099. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2017b.

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit, *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 2016*. Nota 2017- 094b. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2017c.

Verslag werkconferentie Kas als Energiebron 2.0; 'Glastuinbouw wordt klimaatneutraal', 2015.

Vruchtgroenten Nederland; Concurrentiedruk neemt toe, GroenteFruit Huis, Zoetermeer, 2017.

[www.triaswestland.nl](http://www.triaswestland.nl)

[www.kasalsenergiebron.nl](http://www.kasalsenergiebron.nl)

# Bijlage 1 Geraadpleegde bedrijven en organisaties met ervaringsdeskundigen

Bedrijf / Organisatie	Expertise
Harvest House	Afzetmarkt tomaat en paprika
Kompany	Afzetmarkt komkommer
Purple Pride	Afzetmarkt aubergines
GroenteFruit Huis	Afzetmarkt groente
Flora Holland	Afzetmarkt bloemen en planten
Koppert biological systems	Toekomst glastuinbouw in Nederland
LTO Glaskracht Nederland	Kas als Energiebron; opties elektriciteit
LTO Glaskracht Nederland	Kas als Energiebron; opties externe CO <sub>2</sub>
LTO Glaskracht Nederland	Warmteprojecten
Ministerie van Economische Zaken	Kas als Energiebron; energiebesparing
Hoogendoorn	Kasklimaat/energiebesparing
WUR glastuinbouw	Kasklimaat/energiebesparing
Hortilux	Ontwikkeling toepassing groeilicht
Ludvig Svensson	Energieschermen
Certhon	Kassen en installaties
Plant lighting	Groeilicht
Agro Energy	Energielevering, prijzen en infrastructuur
BleuTerra Energy Experts	Biobrandstof, aardgas-wkk
Westland infra netbeheer	Toekomstige infrastructuur energie
Gemeente Westland	Toekomstige infrastructuur energie
En natuurlijk	Warmteprojecten
DAGO	Geothermie
Diverse glastuinbouw ondernemers	Gewas specifieke input

## Bijlage 2 Indeling gewasgroepen en areaal glastuinbouw in 2015

Gewas(groep)	Areaal (ha)	Dynamiek a)	Intensief/extensief
Tomaat	1.758	1	intensief
Paprika	1.163	2	intensief
Komkommer	545	3	intensief
Aubergine	106	2	intensief
Aardbei onder glas	282	1	gemiddeld
Aardbei in plastic tunnels	54	3	extensief
Overige groenten	397	2	extensief
Fruit onder glas	64	1	extensief
Uitgangsmateriaal groente	450	2	gemiddeld
Roos	283	1	intensief
Chrysant	391	1	gemiddeld
Gerbera	161	2	intensief
Lelie	167	2	gemiddeld
Freesia	74	2	extensief
Anjer	14	3	extensief
Alstroemeria	40	2	gemiddeld
Anthurium	47	3	gemiddeld
Eustoma (Lysianthus)	38	1	intensief
Orchidee (snijbloem)	168	3	gemiddeld
Amaryllisbollen	57	3	extensief
Overige snijbloemen	494	2	gemiddeld
Overige bloemwekerij	132	3	extensief
Uitgangsmateriaal sierteelt	147	2	gemiddeld
Bloeiende potplanten	914	2	gemiddeld
Bladpotplanten	420	3	gemiddeld
Perkplanten	369	2	extensief
Boomwekerij en vaste planten	473	3	extensief
<b>Totaal groente en fruit</b>	<b>4.819</b>		
<b>Totaal bloemen</b>	<b>2.213</b>		
<b>Totaal planten</b>	<b>2.176</b>		
<b>Totaal glastuinbouw</b>	<b>9.208</b>		

Bron areaal: Landbouwtelling CBS

a) 1 = hoog-dynamisch; 2 = matig dynamisch; 3 = laag-dynamisch; hoog-dynamisch = meer intensivering, belichting, nieuwbouw en marktsegmentatie; laag-dynamisch = minder intensivering, belichting, nieuwbouw en marktsegmentatie.

## Bijlage 3 Illustratie van verdeling areaalveranderingen 2015-2030 over ondernemerstypen

In deze bijlage is met een voorbeeld aangegeven hoe de areaalmutaties 2015-2030 zijn versleuteld over de ondernemerstypen. Bij de versleuteling is ervan uitgegaan dat marktgerichte ondernemers meer dan gemiddeld de competenties en financiële mogelijkheden hebben om zich te handhaven en dat kostengerichte ondernemers minder dan gemiddeld over die competenties en mogelijkheden beschikken. De werkwijze is met een voorbeeld weergegeven in tabel B3.1.

**Tabel B3.1** Gewasareaal van matig dynamische gewassen met belichting in 2015 ingedeeld naar ondernemerstype en verdeling areaalverandering met belichting 2015-2030 naar ondernemerstype in drie scenario's (groen gemarkeerd: pessimistisch, -400 ha; gematigd, -100 ha; optimistisch, +200 ha)

Areaal 2015		Marktgericht	Gewasgericht	Kostengericht
100%		22%	60%	18%
1487		327	892	268
Areaalverandering		Beredeneerde verdeling		
PM: scenario	2015-2030	Marktgericht	Gewasgericht	Kostengericht
	-500	40	-340	-200
Pessimistisch	-400	60	-285	-175
	-300	80	-230	-150
	-200	100	-175	-125
Gematigd	-100	120	-120	-100
	0	140	-65	-75
	100	160	-10	-50
Optimistisch	200	180	45	-25
	300	200	100	0
Areaalverandering 2015-2030		Geautomatiseerde verdeling		
		$(\text{mut} + 700) \times 0.20$	$(\text{mut} - 118) \times 0.55$	$(\text{mut} - 300) \times 0.25$

Tabel B3.1 omvat 3 balken: de blauwe balk met areaalverdeling 2015, de groene balk met beredeneerde verdeling van areaalverandering 2015-2030 en de oranje balk met formules voor een geautomatiseerde verdeling van areaalverandering 2015-2030 over de ondernemerstypen.

Bij de beredeneerde verdeling is verondersteld dat de kostengerichte arealen in het pessimistische scenario 60-70% kunnen afnemen (175 van 268 ha) en de marktgerichte arealen in het optimistische scenario 50-60% kunnen toenemen (180 bij 327 ha). Voor de gewasgerichte arealen is verondersteld dat zij evenredig met de areaalmutatie meebewegen (van -285 ha tot +45 ha). Het verdeelschema (groene balk) laat zien dat het gewasgerichte areaal in het pessimistische scenario meer afneemt dan het kostengerichte areaal en dat in het optimistische scenario het marktgerichte areaal meer toeneemt dan het gewasgerichte areaal.

De formules in de oranje balk zijn bruikbaar binnen de aangegeven verdeling van areaal 2015 over ondernemerstypen en binnen de aangegeven range van areaalveranderingen 2015-2030.

# Bijlage 4 Illustratie van verdeling nieuwbouwareaal 2015-2030 over ondernemerstypen

In deze bijlage is met een voorbeeld aangegeven hoe de nieuwbouwarealen 2015-2030 zijn versleuteld over de ondernemerstypen. Bij de versleuteling is er vanuit gegaan dat de marktgerichte ondernemers de meeste financiële middelen hebben voor nieuwbouw, op afstand gevolgd door de gewasgerichte ondernemers en de kostengerichte ondernemers. De werkwijze is met een voorbeeld weergegeven in tabel B4.1.

**Tabel B4.1** Gewasarealen van hoog-dynamische gewassen op bedrijven met belichting in 2030 (ha) ingedeeld naar ondernemerstype en gewascategorie en toedeling van nieuwbouw 2015-2030 (ha) in hoog-dynamische gewassen op bedrijven met belichting aan ondernemerstypen

Glastuinbouw met belichting		Ondernemerstype en gewascategorie								
		Marktgericht			Gewasgericht			Kostengericht		
		hoog dynamisch	matig dynamisch	laag dynamisch	hoog dynamisch	matig dynamisch	laag dynamisch	hoog dynamisch	matig dynamisch	laag dynamisch
Gewasareaal 2030 <i>hoog dynamisch</i>		Gewasareaal 2030			Gewasareaal 2030			Gewasareaal 2030		
Pessimistisch	1260	522			663			75		
Gematigd	1618	630			860			128		
Optimistisch	1962	733			1049			180		
Nieuwbouw 2015-2030 <i>hoog dynamisch</i>		Nieuwbouw 2015-2030			Nieuwbouw 2015-2030			Nieuwbouw 2015-2030		
Pessimistisch	618	475			143			0		
Gematigd	1175	575			600			0		
Optimistisch	1890	720			1020			150		

De groene balk toont de verdeling van het areaal hoog-dynamische gewassen met belichting over de ondernemerstypen bij de afzonderlijke scenario's. De groene balk dient als referentie voor de verdeling van het areaal nieuwbouw met belichting (periode 2015-2030) over de ondernemerstypen. De verdeling werkt als volgt: in het pessimistische scenario bedraagt het areaal nieuwbouw met belichting in de hoog-dynamische gewassen 618 ha. Dit areaal moet worden verdeeld over de hoog-dynamische fracties van de 3 ondernemerstypen, te beginnen bij marktgericht en als daar onvoldoende ruimte is, bij gewasgericht en kostengericht. Bij de marktgerichte ondernemers kan maximaal 90% van 522 ha = 475 ha worden geplaatst. Het restant van 143 ha (618-475 ha) past gemakkelijk in het gewasareaal van de gewasgerichte bedrijven (663 ha).

In het optimistische scenario bedraagt het areaal nieuwbouw met belichting in de hoog-dynamische gewassen 1.890 ha. Hiervan kan maximaal 720 ha bij de marktgerichte ondernemers worden geplaatst en 1.020 ha bij de gewasgerichte. De resterende 150 ha gaat naar de kostengerichte ondernemers. Het principe is dus, dat de marktgerichte ondernemers het eerst worden bedeed, daarna de gewasgerichte en als er dan nog over is, de kostengerichte. Voor de nieuwbouw in de matig dynamische en de laag-dynamische gewassen en de gewasarealen op bedrijven zonder belichting is dezelfde werkwijze toegepast.



# Bijlage 5    Areaal per warmtevoorzienings- optie bij het praktisch potentieel

**Tabel B5.1**    *Areaal per voorzieningsoptie bij het praktisch potentieel per voorzieningsoptie bij verschillende niveaus van warmtelevering per m<sup>2</sup> kas in het pessimistische scenario in 2030 (ha)*

Voorzieningsoptie	Niveau van warmtelevering (m <sup>3</sup> a.e. / m <sup>2</sup> )			
	10	15	20	25
Aardgas-wkk a)	3.267	3.267	3.267	3.267
Zonnewarmte b)	190	190	190	190
Geothermie	2.000	1.333	1.000	800
Biobrandstoffen	500	330	250	200
Inkoop duurzaam gas	pm	pm	pm	pm
Inkoop warmte	1.200	800	600	480
Elektrisch verwarmen	pm	pm	pm	pm
<b>Totaal</b>	<b>7.157</b>	<b>5.924</b>	<b>5.307</b>	<b>4.937</b>
Areaal 2030	6.945	6.945	6.945	6.945
Resterend areaal	-212	1.021	1.638	2.008

**Tabel B5.2**    *Areaal per voorzieningsoptie bij het praktisch potentieel per voorzieningsoptie bij verschillende niveaus van warmtelevering per m<sup>2</sup> kas in het gematigde scenario in 2030 (ha)*

Voorzieningsoptie	Niveau van warmtelevering (m <sup>3</sup> a.e. / m <sup>2</sup> )			
	10	15	20	25
Aardgas-wkk a)	3.854	3.854	3.854	3.854
Zonnewarmte b)	240	240	240	240
Geothermie	2.500	1.667	1.250	1.000
Biobrandstoffen	600	400	300	240
Inkoop duurzaam gas	pm	pm	pm	Pm
Inkoop warmte	1.600	1.067	800	640
Elektrisch verwarmen	pm	pm	pm	Pm
<b>Totaal</b>	<b>8.794</b>	<b>7.228</b>	<b>6.444</b>	<b>5.974</b>
Areaal 2030	8.095	8.095	8.095	8.095
Resterend areaal	-699	867	1.651	2.121

**Tabel B5.3**    *Areaal per voorzieningsoptie bij het praktisch potentieel per voorzieningsoptie bij verschillende niveaus van warmtelevering per m<sup>2</sup> kas in het optimistische scenario in 2030 (ha)*

Voorzieningsoptie	Niveau van warmtelevering (m <sup>3</sup> a.e. / m <sup>2</sup> )			
	10	15	20	25
Aardgas-wkk a)	4.586	4.586	4.586	4.586
Zonnewarmte b)	315	315	315	315
Geothermie	3.000	2.000	1.500	1.200
Biobrandstoffen	700	467	350	280
Inkoop duurzaam gas	pm	pm	pm	pm
Inkoop warmte	2.000	1.333	1.000	800
Elektrisch verwarmen	pm	pm	pm	pm
<b>Totaal</b>	<b>10.601</b>	<b>8.701</b>	<b>7.751</b>	<b>7.181</b>
Areaal 2030	9.055	9.055	9.055	9.055
Resterend areaal	-1.546	354	1.304	1.874

a) Bij aardgas-wkk is uitgegaan van het areaal op bedrijven met belichting en dus niet van het niveau van warmtelevering per m<sup>2</sup> kas

b) Bij herwinning zonnewarmte is uitgegaan van het areaal op bedrijven met koeling en dus niet van het niveau van warmtelevering per m<sup>2</sup> kas

---

Wageningen Economic Research  
Postbus 29703  
2502 LS Den Haag  
T 070 335 83 30  
E [communications.ssg@wur.nl](mailto:communications.ssg@wur.nl)  
[www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research)

Wageningen Economic Research  
RAPPORT  
2018-056

---

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





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



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

Rapport 2018-056  
ISBN 978-94-6343-283-2

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

