



# CO<sub>2</sub>-behoefte glastuinbouw 2030

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



---

# CO<sub>2</sub>-behoefte glastuinbouw 2030

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

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van het Programma Kas als Energiebron en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, vanuit het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'Energie en CO<sub>2</sub>' (BO-51-002-006)

Wageningen Economic Research  
Wageningen, juni 2019

---

RAPPORT  
2019-074  
ISBN 978-94-6395-009-1

De glastuinbouw is actief om het gebruik van fossiele brandstoffen en de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren. Hiernaast gebruikt de glastuinbouw CO<sub>2</sub> als meststof voor de gewassen. Het CO<sub>2</sub>-gebruik door de glastuinbouw is in de huidige situatie vooral afkomstig uit de rookgassen van de aardgasgestookte wkk en verwarmingsketels in de glastuinbouw. Een beperkt deel van de benodigde CO<sub>2</sub> wordt extern ingekocht. In de toekomstige situatie zonder CO<sub>2</sub>-emissie c.q. aardgasverbruik is er geen eigen CO<sub>2</sub>-voorziening en is er meer externe CO<sub>2</sub>-voorziening nodig. De geprognoseerde externe CO<sub>2</sub>-behoefte loopt in 2030 uiteen van 1,8 Mton in het pessimistische scenario tot 3,0 Mton in het optimistische scenario. In het optimistische scenario is er meer economische groei, is het areaal kassen groter en wordt er meer CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> kas gedoseerd. In het pessimistische scenario is het tegenovergestelde het geval. Voor het realiseren van CO<sub>2</sub>-besparing kan een tariefstructuur voor de CO<sub>2</sub>-voorziening die minder leunt op vaste kosten en meer op variabele een belangrijke bijdrage leveren.

Greenhouse horticulture is actively working on reducing the use of fossil fuels and CO<sub>2</sub> emission. At present greenhouse horticulture uses CO<sub>2</sub> as a fertiliser for crops and this CO<sub>2</sub> is mainly obtained from the smoke gasses of gas-fired CHP units and heating boilers used in this sector. A limited amount of the CO<sub>2</sub> required is purchased externally. In the future, without CO<sub>2</sub> emission or natural gas consumption, the sector will lose its internal supply of CO<sub>2</sub> and a larger external CO<sub>2</sub> supply will be needed. The projected external CO<sub>2</sub> requirement in 2030 varies from 1.8 Mton in the pessimistic scenario to 3.0 Mton in the optimistic scenario. In the optimistic scenario there is more economic growth, a larger greenhouse acreage and a higher CO<sub>2</sub> dosage per m<sup>2</sup> greenhouse. The opposite is the case in the pessimistic scenario. To achieve a reduction in CO<sub>2</sub> a tariff structure is required for CO<sub>2</sub> supply that is based less on fixed costs and more on variable costs.

Trefwoorden: CO<sub>2</sub>-emissie, CO<sub>2</sub>-dosering, CO<sub>2</sub>-behoefte, glastuinbouw, energievoorziening, toekomstscenario's, inkoop en CO<sub>2</sub>, tariefstructuur

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/479979> of op [www.wur.nl/economic-research](http://www.wur.nl/economic-research) (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2019 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.



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2019  
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 2019-074 | Projectcode 2282200426

Foto omslag: Shutterstock

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	6
	S.2 Overige uitkomsten	6
	S.3 Achtergronden en aanpak	7
	<b>Summary</b>	<b>8</b>
	S.1 Main results	8
	S.2 Other results	8
	S.3 Background and approach	9
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>10</b>
	1.1 Aanleiding, probleemstelling, doel en afbakening	10
	1.2 Aanpak	12
	1.3 Leeswijzer	13
<b>2</b>	<b>Conceptueel raamwerk en rekenmodel</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Analyse klantgegevens CO<sub>2</sub>-leveranciers</b>	<b>16</b>
	3.1 Inleiding	16
	3.2 Resultaat analyse	17
	3.3 Afname patroon	19
<b>4</b>	<b>CO<sub>2</sub>-behoefte 2017</b>	<b>21</b>
	4.1 Inleiding	21
	4.2 Kwantitatieve invulling raamwerk 2017	21
	4.2.1 Areaal 2017	21
	4.2.2 CO <sub>2</sub> -behoefte per m <sup>2</sup> per gewas 2017	21
	4.3 CO <sub>2</sub> -behoefte sectorniveau 2017	23
<b>5</b>	<b>Prognoses CO<sub>2</sub>-behoefte 2030</b>	<b>24</b>
	5.1 Inleiding	24
	5.2 Scenario's 2030	24
	5.3 Kwantitatieve invulling raamwerk 2030	25
	5.3.1 Areaal 2030	25
	5.3.2 Achtergronden bedrijfseffecten	25
	5.3.3 CO <sub>2</sub> -behoefte per m <sup>2</sup> kas 2030	29
	5.4 CO <sub>2</sub> -behoefte sectorniveau 2030	32
	5.5 Globale CO <sub>2</sub> -behoefte per regio 2030	32
<b>6</b>	<b>Reflectie op prognoses</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>37</b>
	<b>Literatuur en websites</b>	<b>38</b>
	<b>Bijlage 1 Indeling en areaal gewasgroepen in 2017</b>	<b>39</b>
	<b>Bijlage 2 Geraadpleegde bedrijven en organisaties met ervaringsdeskundigen</b>	<b>40</b>
	<b>Bijlage 3 Beschikbare data per bedrijf klantanalyse</b>	<b>41</b>
	<b>Bijlage 4 Keuze regio's</b>	<b>42</b>

---

---

# Woord vooraf

Tussen de Nederlandse glastuinbouw en de Nederlandse overheid is in de Meerjarenafspraken 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. Glastuinbouw Nederland heeft de ambitie om al in 2040 geen CO<sub>2</sub> meer uit te stoten. In het Programma Kas als Energiebron (KaE) werken de glastuinbouw en de overheid samen om doel en ambitie te realiseren. De verwachting is dat een nationaal Klimaatakkoord hier aanvullingen op zal brengen.

Bij vervanging van fossiele energiebronnen door bronnen zonder CO<sub>2</sub>-emissie valt de bron voor de eigen CO<sub>2</sub>-voorziening voor de glastuinbouw geheel of gedeeltelijk weg. Daardoor is externe CO<sub>2</sub>-voorziening een essentieel en samenhangend onderdeel van de transitie naar een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Het programma Kas als Energiebron heeft Wageningen Economic Research gevraagd een prognose te maken van de CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw redenerend vanuit de behoefte vanuit de gewassen en rekening houdend met de extra kosten voor externe CO<sub>2</sub>.

Bij de beantwoording van de vraag is voortgebouwd op de eerder ontwikkelde scenario's voor de prognoses van de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030. Deze scenario's hangen samen met de economische groei. Ook is voor het onderzoek gebruikgemaakt van klantgegevens van leveranciers waarvan de afgelopen jaren al externe CO<sub>2</sub> door de glastuinbouw werd afgenomen en is informatie verkregen van ervaringsdeskundigen.

De geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw in 2030 loopt in drie scenario's uiteen van 1,8 tot 3,0 Mton. Dit is 67 tot 91% van de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 op basis van overeenkomstige scenario's.

Het onderzoek is uitgevoerd door Nico van der Velden en Pepijn Smit. De begeleidingscommissie bestond uit Jolanda Mourits (Programmameider van KaE, ministerie van LNV) en Dennis Medema (Innovatiespecialist van KaE, Glastuinbouw Nederland). Daarnaast was de inbreng van de CO<sub>2</sub>-leveranciers en van ervaringsdeskundigen belangrijk.



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 geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw in de situatie zonder aardgas loopt in drie scenario's voor 2030 uiteen van 1,8 tot 3,0 Mton. Dit is 67 tot 91% van de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-emissie voor 2030 op basis van overeenkomstige scenario's.

Voor deze prognoses is uitgegaan van drie toekomstscenario's voor economische ontwikkelingen. De CO<sub>2</sub>-emissie voor 2030 bedraagt in het optimistische scenario 3,0 Mton, in het gematigde scenario 2,5 Mton en in het pessimistische scenario 2,7 Mton. De gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas bedraagt in het optimistische scenario 34 kg, in het gematigde scenario 30 kg en in het pessimistische scenario 26 kg.

In het optimistisch scenario blijft het areaal gelijk en is er meer toekomstvertrouwen, nieuwbouw, intensivering ofwel de sector heeft economisch de wind in de rug. In het pessimistische scenario is het tegengestelde het geval en ondervindt de sector tegenwind.

Zowel de absolute CO<sub>2</sub>-behoefte als de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> is in het optimistische scenario het hoogst. Bij de absolute behoefte komt dat vooral door het grotere areaal glastuinbouw in het optimistische scenario. Bij de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> komt dat doordat in het optimistische scenario de intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte groter is dan de besparing en de extensivering. In het pessimistische scenario is het tegengestelde het geval.

**Tabel S.1** Schatting CO<sub>2</sub>-behoefte in 2017 en prognose CO<sub>2</sub>-behoefte per scenario 2030 van de glastuinbouw op sectorniveau en per subsector bij volledige externe voorziening (Mton)

Subsector	2017	Scenario 2030		
		pessimistisch	gematigd	optimistisch
Groente en fruit	1,6	1,2	1,5	1,8
Bloemen	0,5	0,4	0,6	0,8
Planten	0,3	0,2	0,3	0,4
Uitgangsmateriaal	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Totaal</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>

De prognose van de CO<sub>2</sub>-behoefte in 2030 is gemaakt voor de veronderstelde situatie waarin geen CO<sub>2</sub> uit de verbranding van aardgas beschikbaar komt maar extern wordt ingekocht. De schatting voor 2017 met dezelfde veronderstelling bedraagt op sectorniveau 2,6 Mton en gemiddeld 28 kg per m<sup>2</sup>. Het verschil tussen 2017 en 2030 komt vooral door de mutaties in areaal per gewas en aandeel belichting ofwel het structureffect en in mindere mate door verandering van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas.

## S.2 Overige uitkomsten

Voor meer inzicht in de mogelijke besparing op de CO<sub>2</sub>-behoefte is kennisontwikkeling over de relatie tussen CO<sub>2</sub>-dosering, de productie en de opbrengstprijzen nodig. Bij de CO<sub>2</sub>-behoefte gaat het om zowel de hoeveelheid CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>.jaar) als de capaciteit (kg/ha.uur). Bovendien zijn de kosten en de tariefstructuur voor de externe CO<sub>2</sub> en opbrengstprijzen van de tuinbouwproducten van belang. Voor het realiseren van CO<sub>2</sub>-besparing is een tariefstructuur die minder leunt op vaste kosten en meer op variabele c.q. marginale kosten van belang.



---

De CO<sub>2</sub>-behoefte bevindt zich vooral in en om de Randstad. Daar is immers de meeste glastuinbouw gevestigd. Ook is de CO<sub>2</sub>-behoefte hier het meest geconcentreerd. In deze regio bevindt zich ook relatief meer industrie en afvalverwerking die CO<sub>2</sub> als restproduct kunnen aanbieden. In de andere regio's zit minder CO<sub>2</sub>-behoefte en is de behoefte minder geconcentreerd. In deze regio's zijn er meer mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-voorziening vanuit organisch materiaal zoals hout, mest, gewassen en gewasresten. Bij de CO<sub>2</sub>-voorziening is ook inzicht van belang in het afnamepatroon gedurende het jaar en per etmaal, de benodigde capaciteit (kg/ha.uur) en de leveringszekerheid.

### S.3 Achtergronden en aanpak

Reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie in de glastuinbouw (IPCC-methode) kan via twee hoofdlijnen: energiebesparing (vraagreductie) en energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie (duurzame energie, inkoop warmte en inkoop elektriciteit). Naast de uitstoot van CO<sub>2</sub> gebruikt de glastuinbouw ook CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-doseren als meststof is essentieel voor de groei en optimale productie van de gewassen.

Het CO<sub>2</sub>-gebruik door de glastuinbouw is in de huidige situatie vooral afkomstig uit de rookgassen van de aardgasgestookte wkk's en verwarmingsketels in de glastuinbouw. Ook wordt CO<sub>2</sub> van partijen buiten de sector ingekocht. Bij vervanging van fossiele energiebronnen door bronnen zonder CO<sub>2</sub>-emissie in de glastuinbouw valt de bron voor de eigen CO<sub>2</sub>-voorziening geheel of gedeeltelijke weg. Daardoor is externe CO<sub>2</sub>-voorziening een essentieel en samenhangend onderdeel van de transitie naar een glastuinbouw zonder CO<sub>2</sub>-emissie.

Op verzoek van Programma Kas als Energiebron heeft Wageningen Economic Research een prognose gemaakt van de CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw in 2030. Hierbij is voortgebouwd op de eerder ontwikkelde scenario's voor de prognose van de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030. De scenario's hangen samen met de economische groei. Hiernaast is voor de CO<sub>2</sub>-behoefte geredeneerd vanuit de behoefte vanuit de gewassen, is ervan uitgegaan dat er geen aardgas meer wordt gebruikt en is rekening gehouden met kosten voor externe CO<sub>2</sub>-voorziening.

Voor het onderzoek zijn klantgegevens van CO<sub>2</sub>-leveranciers aan de glastuinbouw geanalyseerd en is informatie verkregen uit literatuur, ander onderzoek en door gesprekken met ervaringsdeskundigen.

---

# Summary

## S.1 Main results

The projected CO<sub>2</sub> requirement of greenhouse horticulture in the situation without natural gas in the three scenarios for 2030 varies from 1.8 to 3.0 Mton. This is 67 to 91% of the projected CO<sub>2</sub> emission for 2030 based on corresponding scenarios.

These prognoses were based on three future scenarios for economic development. The CO<sub>2</sub> emission for 2030 is 3.0 Mton in the optimistic scenario, 2.5 Mton in the moderate scenario and 2.7 Mton in the pessimistic scenario. The average CO<sub>2</sub> requirement per m<sup>2</sup> greenhouse is 34 kg in the optimistic scenario, 30 kg in the moderate scenario and 26 kg in the pessimistic scenario.

In the optimistic scenario the acreage remains the same and there is more confidence in the future, new construction, intensification or the sector is doing well economically. In the pessimistic scenario the opposite is the case and the sector is experiencing economic difficulties.

Both absolute CO<sub>2</sub> requirement and CO<sub>2</sub> requirement per m<sup>2</sup> are the highest in the optimistic scenario. In the case of absolute requirement this is mainly due to the larger acreage of greenhouse horticulture in the optimistic scenario. For the CO<sub>2</sub> requirement per m<sup>2</sup> it is due to the fact that in the optimistic scenario the intensification of CO<sub>2</sub> requirement is greater than the saving and the extensification. The opposite is the case in the pessimistic scenario.

**Table S.1** Estimated CO<sub>2</sub> requirement in 2017 and projected CO<sub>2</sub> requirement per scenario 2030 of greenhouse horticulture at sector level and per subsector with complete external supply (Mton)

Subsector	2017	Scenario 2030		
		pessimistic	moderate	optimistic
Vegetables and fruit	1.6	1.2	1.5	1.8
Flowers	0.5	0.4	0.6	0.8
Plants	0.3	0.2	0.3	0.4
Basic material	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Total</b>	<b>2.6</b>	<b>1.8</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>

The projected CO<sub>2</sub> requirement in 2030 was based on the assumed situation where no CO<sub>2</sub> is available from natural gas combustion, but that CO<sub>2</sub> is purchased externally. Based on the same assumption, the estimate for 2017 at sector level is 2.6 Mton with an average of 28 kg per m<sup>2</sup>. The difference between 2017 and 2030 is mainly due to the changes in acreage per crop and the lightning share (the structure effect) and to a lesser extent due to a change in CO<sub>2</sub> requirement per m<sup>2</sup> greenhouse.

## S.2 Other results

For greater insight into the potential reduction in CO<sub>2</sub> required, more information is needed on the relationship between CO<sub>2</sub> dosage, production and selling prices. Both amount of CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>.year) and capacity (kg/ha.hour) are important factors for CO<sub>2</sub> requirement. Other important factors are the costs and tariff structure for external CO<sub>2</sub> and the selling prices of horticultural products. To achieve savings in CO<sub>2</sub> requirement a tariff structure is required that is based less on fixed costs and more on variable or marginal costs.

---

The CO<sub>2</sub> requirement is mainly in and around the Randstad and the most greenhouse horticulture is also located here. The CO<sub>2</sub> requirement is also the most concentrated here. In addition, in this region there is relatively more industry and waste processing that can supply CO<sub>2</sub> as a residual product. In the other regions the CO<sub>2</sub> requirement is less and the requirement is less concentrated. In these regions there are more possibilities to obtain CO<sub>2</sub> from organic material such as wood, manure, crops and crop residues. Other important factors for CO<sub>2</sub> supply are consumption pattern during the year and per 24-hour period, capacity required (kg/ha.hour) and security of supply.

### S.3 Background and approach

There are two main approaches to reduce CO<sub>2</sub> emission in greenhouse horticulture (IPCC method): energy saving (demand reduction) and energy supply without CO<sub>2</sub> emission (sustainable energy and purchasing of heat and electricity). In addition to emitting CO<sub>2</sub>, greenhouse horticulture also uses CO<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub> dosage as a fertiliser is vital for the growth and optimum production of crops.

At present the CO<sub>2</sub> used in greenhouse horticulture is mainly obtained from the smoke gasses from gas-fired CHP units and heating boilers used in this sector. CO<sub>2</sub> is also purchased from parties outside the sector. By replacing fossil energy sources by sources without CO<sub>2</sub> emission in greenhouse horticulture, the sector's internal source of CO<sub>2</sub> supply is completely or partially lost. This means that an external CO<sub>2</sub> supply is a vital and integral part of the transition to greenhouse horticulture without CO<sub>2</sub> emission.

At the request of the Greenhouse as Energy Source Programme, Wageningen Economic Research has prognosticated the CO<sub>2</sub> requirement of greenhouse horticulture in 2030. This prognosis was built on previously developed scenarios to project prognosis CO<sub>2</sub> emission in 2030. The scenarios are linked to economic growth. CO<sub>2</sub> requirement is projected based on requirement by the crops, assuming that natural gas is no longer used and taking into account the costs for external CO<sub>2</sub> supply.

For the study customer data of CO<sub>2</sub> suppliers to greenhouse horticulture were analysed and information was obtained from the literature, other research and by talking to experience experts.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding, probleemstelling, doel en afbakening

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

Door het gebruik van fossiele brandstof stoot de glastuinbouw CO<sub>2</sub> uit. Hiernaast gebruikt de sector ook CO<sub>2</sub> als meststof voor de gewassen. Voor het overgrote deel van de gewassen in de kassen is CO<sub>2</sub>-dosering als meststof voor het gewas essentieel voor een optimale productie. Gewassen nemen CO<sub>2</sub> op uit de lucht, als bouwsteen bij de fotosynthese. De gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie in de kaslucht is hoger dan de concentratie in de buitenlucht. Om een hogere concentratie in de kassen te realiseren wordt CO<sub>2</sub> gedoseerd. In de actuele situatie wordt er hoofdzakelijk gebruikgemaakt van CO<sub>2</sub> uit de rookgassen van de aardgasgestookte wkk's en ketels. Hiernaast wordt er CO<sub>2</sub> van derden extern ingekocht. De laatste jaren bedroeg de inkoop op sectorniveau ruim 0,5 Mton (Van der Velden en Smit, 2018).

### *Reductie CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw en Programma Kas als Energiebron*

Ter vermindering van het klimaatteffect en om minder afhankelijk te worden van de grillen van de fossiele energiemarkt is de glastuinbouw actief met de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie. Hierover hebben de glastuinbouw en rijksoverheid 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 4,6 Mton (Brief, 2017).

In de Meerjarenafspraken is ook de ambitie 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> meer uitstoot. Om het CO<sub>2</sub>-doel 2020 en de ambitie 2050 te bereiken, werken glastuinbouw en rijksoverheid samen in het programma Kas als Energiebron (KaE). De glastuinbouw heeft hiernaast zelf de ambitie uitgesproken om al in 2040 geen CO<sub>2</sub> meer uit te stoten.

### *Marktwensen*

Naast de Meerjarenafspraken vragen partijen in de afzetmarkt van tuinbouwproducten en maatschappelijke organisaties inzicht in de milieubelasting van de productie, waar onder de CO<sub>2</sub>-emissie. Ook hiervoor is het van belang om de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren.

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

In Nederland is een Klimaatakkoord in voorbereiding met daarin een CO<sub>2</sub>-emissie doel voor de glastuinbouw voor 2030. Op verzoek van KaE zijn door Wageningen Economic Research prognoses gemaakt van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 (Van der Velden et al., 2018). Hiervoor zijn drie economische scenario's ontwikkeld en zijn beleidsmatige aspecten die van belang zijn voor realisatie van de prognoses geïdentificeerd. Wat betreft de beleidsmatige aspecten is naar voren gekomen dat de CO<sub>2</sub>-voorziening de achilleshiel is voor reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie.

### *Reductie CO<sub>2</sub>-emissie en CO<sub>2</sub>-voorziening*

Voor reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw zijn er twee hoofdlijnen: energiebesparing (vraagreductie) en het gebruik van energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Dit laatste betreft duurzame energie en inkoop warmte en elektriciteit door de glastuinbouw. Deze voorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie brengen echter geen CO<sub>2</sub>-voorziening voor de gewassen met zich mee. Externe CO<sub>2</sub>-voorziening is dan noodzakelijk. Daarnaast brengt externe CO<sub>2</sub> ook energiebesparing met zich mee. Dit betreft het voorkomen van aardgasverbruik voor de CO<sub>2</sub>-voorziening in perioden zonder warmtevraag. Dit wordt ook wel vermeden zomerstook genoemd.

### *Externe CO<sub>2</sub>*

De inkoop van externe CO<sub>2</sub> door de glastuinbouw bedraagt de laatste jaren ruim 0,5 Mton. OCAP B.V. (Organic Carbondioxide for Assimilation of Plants) is met een aandeel van circa 80% de belangrijkste

---

leverancier van CO<sub>2</sub>. Vanaf 2005 levert OCAP via een leidingnet – eventueel via een andere leverancier - CO<sub>2</sub> aan glastuinbouw in de Zuid-Hollandse gemeenten Westland, Midden Delfland, Lansingerland, Pijnacker-Nootdorp en Zuidplas. De levering van OCAP-CO<sub>2</sub> in Lansingerland wordt gezamenlijk met de restwarmtelevering uitgevoerd door Eneco/AgroEnergy. Ook andere partijen leveren externe CO<sub>2</sub> aan de glastuinbouw. Warmco levert CO<sub>2</sub> van Yara via een leidingnet samen met restwarmte in Terneuzen. Ook wordt er vloeibare CO<sub>2</sub> per as geleverd door onder andere Linde, ACP, Air Liquide, Westfalen en Yara.

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

Externe CO<sub>2</sub> kan in de toekomst afkomstig zijn van meerdere bronnen. Voor nu zijn dat elektriciteitscentrales, vergistingsprocessen en de procesindustrie. Voor de toekomst is dat wellicht ook mogelijk door verbranding van afval en biomassa, centrale CO<sub>2</sub>-afvang in combinatie met opslag onder de grond (Carbon Capture and Storage - CCS) en winning uit de buitenlucht. Om het broeikas effect te beperken is het van belang dat de externe CO<sub>2</sub> van biogene oorsprong is en niet van fossiele oorsprong.

Voor levering van externe CO<sub>2</sub> aan de glastuinbouw is transport en distributie nodig. Dit kan via de weg, het water en leidingnetten. Infrastructuur is nodig om de CO<sub>2</sub> van de bron ook daadwerkelijk bij de glastuinbouw te krijgen.

De huidige CO<sub>2</sub>-voorziening is vooral afkomstig uit de rookgassen van aardgasgestookte wkk en ketels die glastuinbouwbedrijven van energie voorzien. Als bijproduct brengt de CO<sub>2</sub>-voorziening weinig kosten met zich mee. Bij externe CO<sub>2</sub>-voorziening dient de benodigde CO<sub>2</sub> geschikt te worden gemaakt en te worden getransporteerd, gecontracteerd en gefactureerd. Dit brengt substantiële kosten met zich mee.

#### *Doel*

Voor de ontwikkeling van de toekomstige CO<sub>2</sub>-voorziening van de glastuinbouw is kwantitatief inzicht nodig in de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw, zowel op nationaal, regionaal en bedrijfstypeniveau. Hierbij is het van belang dat wordt geredeneerd vanuit de CO<sub>2</sub>-behoefte van de gewassen en dat rekening wordt gehouden met de extra kosten die inkoop van externe CO<sub>2</sub> met zich meebrengt.

#### *Resultaat*

Het project is gericht op het maken van een kwantitatieve prognose van de CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw in 2030 op sectorniveau en voor een aantal deelgebieden van Nederland. Met het resultaat kan gericht worden gewerkt aan de mogelijke voorziening van de CO<sub>2</sub>-behoefte.

#### *Afbakening*

- De kwantitatieve prognose is gemaakt voor 2030 en niet voor de jaren of het traject tussen het heden en 2030.
- De wijze waarop in de behoefte extern kan worden voorzien en het verloop van deze behoefte gedurende het jaar vallen buiten dit onderzoek. Het gaat om de kwantificering van de CO<sub>2</sub>-behoefte op jaarbasis.
- Onder de sector glastuinbouw wordt verstaan het glastuinbouwareaal in Nederland volgens de Landbouwtelling (LBT) gepubliceerd door het CBS.
- Naast de CO<sub>2</sub>-behoefte kan ook inzicht gewenst zijn in de mate waarin met de externe CO<sub>2</sub> vervanging van fossiel brandstofverbruik en energiebesparing (vermeden zomerstook) wordt gerealiseerd; dit valt buiten dit onderzoek.
- In dit onderzoek wordt gerekend met een gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) in de huidige en toekomstige situatie. Rond de gemiddelden per gewas(groep) bestaat spreiding. De gemiddelden zijn gebruikt en geschikt voor de berekeningen in dit onderzoek maar niet bedoeld voor normeringen.

---

## 1.2 Aanpak

Het onderzoek naar de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw bouwt voort op het project Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw 2030 en op de drie scenario's die voor dit project werden ontwikkeld (Van de Velden et al., 2018).

De aanpak van het onderzoek naar de CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw kent de volgende onderdelen:

- a. doorontwikkeling conceptueel raamwerk en rekenmodel
- b. analyse klantgegevens van CO<sub>2</sub>-leveranciers
- c. kwantitatieve invulling raamwerk voor 2017 en voor de scenario's voor 2030
- d. kwantificering huidige (2017) en toekomstige (2030) CO<sub>2</sub>-behoefte, nationaal en per regio.

Deze onderdelen zijn hierna toegelicht.

### a. Doorontwikkeling conceptueel raamwerk en rekenmodel

In dit onderdeel is het conceptueel raamwerk voor de kwantificering van de CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau ontwikkeld. Hierbij is voortgebouwd op het conceptueel raamwerk van de Prognoses van de CO<sub>2</sub>-emissie 2030. Voor de Prognose van de CO<sub>2</sub>-behoefte is ook uitgegaan van de drie scenario's die samenhangen met verschillen in economisch groei. Vervolgens is op basis van het raamwerk een rekenmodel gemaakt.

Bij de kwantificering van de CO<sub>2</sub>-behoefte wordt geredeneerd vanuit de gewassen. De CO<sub>2</sub>-behoefte verschilt tussen de gewas(groepen). Dit geldt ook voor het niet en wel toepassen van belichting. Daarom is in het raamwerk onderscheid gemaakt naar gewas(groepen) en wel of geen toepassing van belichting. In bijlage 1 zijn de gehanteerde gewas(groepen) en het areaal per gewas(groep) in 2017 vermeld.

### b. Analyse klantgegevens

Het conceptueel raamwerk dient kwantitatief te worden ingevuld ofwel er dienen uitgangspunten te worden gekozen. Empirische informatie over de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas is vrijwel niet beschikbaar. Hierbij is relevant dat het regelen van de CO<sub>2</sub>-dosering in de kas plaatsvindt op basis van de concentratie in de kaslucht (ppm) en doseercapaciteit (kg/uur). Er wordt daardoor dus gedacht en gemeten in concentraties en doseervermogen terwijl voor de kwantificering van de CO<sub>2</sub>-behoefte het volume (kg/m<sup>2</sup>.jaar) relevant is. Kwantitatieve informatie over het volume die wel beschikbaar is, is circa 25 jaar geleden gemeten. Daarnaast wordt in de actuele situatie aan een deel van de glastuinbouwbedrijven externe CO<sub>2</sub> geleverd. Om meer kwantitatief inzicht te krijgen in de actuele CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas zijn klantgegevens van CO<sub>2</sub>-leveranciers geanalyseerd.

### c. Kwantitatieve invulling raamwerk voor 2017 en voor de scenario's voor 2030

In dit onderdeel is het conceptueel raamwerk c.q. het rekenmodel kwantitatief ingevuld. Dit heeft plaatsgevonden voor een veronderstelde situatie zonder aardgas in 2017 en de toekomstige situatie zonder aardgas in 2030. Ook hier is onderscheid gemaakt naar het areaal per gewas(groep) en naar de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep), beide zonder en met belichting.

Bij de kwantitatieve invulling voor het areaal in 2017 is gebruikgemaakt van de Landbouwtelling (LBT) en voor 2030 van de ontwikkelde scenario's voor Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030. Voor de kwantitatieve invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) in 2017 en 2030 is uitgegaan van een veronderstelde situatie waarin de glastuinbouw alleen externe CO<sub>2</sub> ter beschikking heeft en er dus geen aardgas wordt verstoekt. In 2017 is dat nog niet de praktijk. De veronderstelde situatie is ingevuld door voor de kwantitatieve invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas per gewas(groep) voort te bouwen op de resultaten van de analyse van de klantgegevens. Ook is gezocht naar (deel)informatie over mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Hiervoor is literatuur gebruikt en zijn vooral ervaringsdeskundigen geraadpleegd. Deze personen hebben door hun werkzaamheden zicht op ontwikkelingen van deelaspecten die van belang zijn voor de invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>. Het zijn vertegenwoordigers van toeleveranciers, onderzoeksinstituten en adviesorganisatie. Ook

---

vertegenwoordigers van KaE en glastuinbouwondernemers zijn geraadpleegd. In bijlage 2 is een lijst opgenomen met geraadpleegde organisaties met ervaringsdeskundigen.

d. Kwantificering huidige (2017) en toekomstige (2030) CO<sub>2</sub>-behoefte nationaal en per deelgebied  
Na invulling van het raamwerk c.q. het rekenmodel is de huidige en toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau berekend. Dit is gedaan voor de glastuinbouw in geheel Nederland en voor 2030 ook globaal voor regio's binnen Nederland. De keuze van de regio's is uiteengezet in bijlage 4.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het conceptueel raamwerk en het rekenmodel uiteengezet. Hierin is onderscheid gemaakt naar sectorstructuur (areaal) en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas. In hoofdstuk 3 is de analyse van de klantgegevens van de CO<sub>2</sub>-leveranciers behandeld. In hoofdstuk 4 is de huidige sectorstructuur en de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas in 2017 behandeld en zijn de berekeningen van de huidige CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau voor geheel Nederland gepresenteerd. In hoofdstuk 5 is dit gedaan voor de toekomstige situatie in 2030 op sectorniveau voor geheel Nederland en per regio. Tot slot komt in hoofdstuk 6 de reflectie op de prognose aan bod en zijn in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen verwoord.

---

## 2 Conceptueel raamwerk en rekenmodel

### *CO<sub>2</sub>-behoefte sectorniveau*

De CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw (Mton) zowel in het heden als in de toekomst wordt bepaald door twee elementen namelijk areaal (ha) en de CO<sub>2</sub>-behoefte per eenheid oppervlakte (kg/m<sup>2</sup>.jaar). In dit hoofdstuk is het conceptueel raamwerk c.q. rekenmodel voor het bepalen van de huidige en toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw uiteengezet. Hierbij is voortgebouwd op het conceptueel raamwerk dat is ontwikkeld voor de Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030 (Van der Velden et al., 2018).

### *Areaal*

In het raamwerk (figuur 2.1) wordt uitgegaan van de actuele sectorstructuur (2017) en de sectorstructuur in de toekomst (2030). Voor dit project omvat de sectorstructuur het areaal (ha) per gewas(groep) opgesplitst naar wel en geen belichting.

Het areaal per gewasgroep in 2017 is beschikbaar vanuit de LBT. Op de ontwikkeling van deze arealen in de toekomst zijn vele factoren van invloed. Een aantal belangrijke factoren zijn: economische groei, marktvraag, internationale concurrentie, productiekosten, productieomstandigheden, intensivering, extensivering, enzovoort. Een deel van deze factoren hebben directe invloed op het areaal en een deel heeft indirecte invloed. Het toekomstig areaal per gewas(groep) is bepaald voor de Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030. Hierbij zijn de factoren die van invloed zijn op de toekomstige ontwikkeling in beschouwing genomen.

### *CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>*

Ook voor de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> wordt uitgegaan van de actuele (2017) en toekomstige situatie (2030). Voor beide wordt ervan uitgegaan dat de CO<sub>2</sub>-voorziening extern plaats zal vinden ofwel er wordt op de glastuinbouwbedrijven geen aardgas meer gebruikt voor de CO<sub>2</sub>-voorziening. De toekomstige ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas is afhankelijk van meerdere factoren zoals planning van de teelt, kennis en strategie van de ondernemer, gebruik van belichting, in gebruik zijnde kassen, mate van ventileren, schermen, isolatie, kasklimaatstrategie van de ondernemer en niet op de laatste plaats het effect op de productie per m<sup>2</sup>, de kwaliteit van de productie en de kosten voor de externe CO<sub>2</sub>.

Deze ontwikkelingen dienen geplaatst te worden in het raamwerk. Hierbij is voor de ontwikkeling van de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte voorgebouwd op de processen intensivering, extensivering en besparing uit het onderzoek *Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse glastuinbouw* (Van der Velden en Smit, 2017). Deze processen maken ook deel uit van het raamwerk dat is ontwikkeld voor de Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie 2030 (Van der Velden et al., 2018).

### *Intensivering en extensivering*

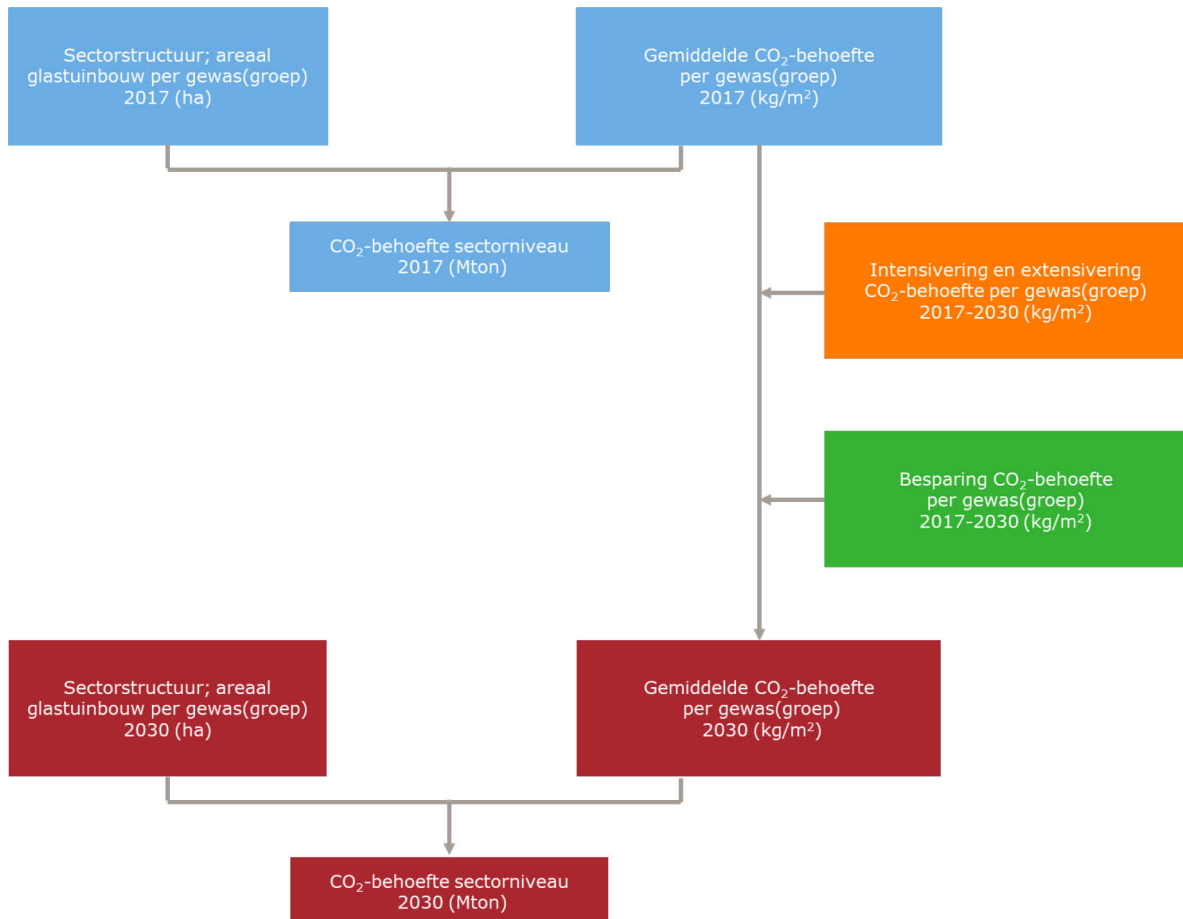
Intensivering en extensivering zijn afzetmarkt gedreven processen. De afzetmarkt van glastuinbouwproducten vertoont de trend dat er meer winterproductie en jaarrond aanvoer wordt gevraagd. Hiermee samenhangend zijn er hogere prijzen voor glastuinbouwproducten in de winterperiode. Om de productie te verschuiven naar de winterperiode ontstaat intensivering in de vorm van belichting zowel qua areaal als intensiteit. Intensivering doet de energievraag en de CO<sub>2</sub>-behoefte toenemen. Ontwikkelingen tegengesteld aan intensivering is extensivering. Door intensivering neemt de CO<sub>2</sub>-behoefte toe en door extensivering neemt de CO<sub>2</sub>-behoefte af.

De processen intensivering en extensivering spelen zich af op de bedrijven maar ook op sectorniveau. Op sectorniveau wijzigt de gemiddelde energie- en CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw ook door verandering sectorstructuur c.q. het areaal per gewas. Dit wordt het structureffect genoemd. Door de opsplitsing van het totaal areaal in het areaal per gewas(groep) en in wel en geen belichting maakt het effect van het areaal belichting ook deel uit van het structureffect. Dit geldt niet voor de belichtingsintensiteit en de belichtingsduur binnen de gewas(groepen). Dit zijn bedrijfseffecten.



### Besparing

Naast extensivering kan de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) ook verminderen door besparing op bedrijfsniveau. Hierbij kan gedacht worden aan CO<sub>2</sub>-besparing in combinatie met Het Nieuwe Telen (HNT). Bij HNT wordt het klimaat anders geregeld waardoor de kassen minder worden geventileerd (Geelen et al., 2015). Hierdoor kan het energieverlies en het CO<sub>2</sub>-verlies naar buiten de kas worden beperkt. Dit kan ook door nieuwe (dichtere) kassen. Door onderzoek zal er meer inzicht ontstaan in de vraag in welke uren het voor het gewas niet of juist wel zinvol is om CO<sub>2</sub> te doseren. Door het eerste kan er CO<sub>2</sub>-worden bespaard en door het tweede kan de CO<sub>2</sub>-behoefte toenemen. Dit laatste is geen besparing maar intensivering.



**Figuur 2.1** Schematische weergave conceptueel raamwerk

### CO<sub>2</sub>-behoefte sectorniveau

Op basis van de actuele CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> (2017) en de processen intensivering, extensivering en besparing ontstaat de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in 2030. De actuele en toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau (Mton) is geaggregeerd met formule (1). Deze formule omvat het areaal per gewas(groep) en de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) en is gebruikt voor zowel de berekeningen op nationaal en op regionaal niveau.

Formule (1):

$$CO_2 - \text{behoefte sectorniveau jaar } x = \sum_{bt=1}^n (CO_2 - \text{behoefte per m}^2 \text{ jaar } x_{bt} \times \text{Areaal jaar } x_{bt}) / 10^5$$

Waarin:

CO<sub>2</sub>-behoefte sectorniveau (Mton)

CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>.jaar)

Areaal (ha)

bt = bedrijfstype

bedrijfstype = gewas(groep) zonder en met belichting

---

## 3 Analyse klantgegevens CO<sub>2</sub>-leveranciers

### 3.1 Inleiding

#### *Databronnen*

Dit hoofdstuk gaat over de analyse van geanonimiseerde klantgegevens van CO<sub>2</sub>-leveranciers aan glastuinbouwbedrijven over 2017. De leveranciers OCAP, Eneco/Agro Energy en WARMCO hebben hiervoor data beschikbaar gesteld. Door OCAP wordt CO<sub>2</sub> geleverd aan eigen klanten en Eneco/ Agro Energy verkoopt OCAP CO<sub>2</sub> in combinatie met restwarmte aan glastuinbouwbedrijven in de gemeente Lansingerland (ROCA project). Door WARMCO wordt restwarmte en CO<sub>2</sub> geleverd aan glastuinbouwbedrijven in Terneuzen.

Naast de verkoop van CO<sub>2</sub> is ook andere informatie per klant beschikbaar gesteld. Dit betreft onder andere het gewas, het gebruik van restwarmte, het gebruik van wkk, het gebruik van een rookgasreiniger in combinatie met de wkk en de contractcapaciteit van de CO<sub>2</sub>-levering. Een overzicht van de beschikbare data per bedrijf is opgenomen in bijlage 3.

#### *Duurzame warmte*

Een deel van de bedrijven in de datasets gebruikt ook duurzame warmte. Wageningen Economic Research heeft vanuit de Energiemonitor Glastuinbouw de beschikking over informatie van de projecten met duurzame warmte in de glastuinbouw. Deze data zijn gekoppeld aan de klantgegevens waardoor per bedrijf naast de inkoop van CO<sub>2</sub> en restwarmte ook het gebruik van duurzame warmte beschikbaar is. Duurzame warmte omvat aardwarmte, herwonnen zonnewarmte, inkoop duurzame warmte en warmte geproduceerd met biobrandstoffen en met inkoop duurzaam gas. Zowel restwarmte als duurzame warmte brengt voor de glastuinbouw geen CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee (IPCC-methode). Het totaal van restwarmte en duurzame warmte per bedrijf wordt in dit onderzoek alternatieve warmte genoemd.

#### *Analyse*

De beschikbare data van de bedrijven met CO<sub>2</sub>-inkoop zijn in eerste instantie geanalyseerd met multiële regressieanalyse. Deze analyse was gericht op het kwantificeren van de relatie tussen het gebruik van alternatieve warmte (GJ/m<sup>2</sup>) en de inkoop van CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>). Bij de multiële regressieanalyse zijn naast het gebruik van alternatieve warmte ook andere data per bedrijf zoals contractcapaciteit, teelt, gebruik wkk met rookgasreiniger in beschouwing genomen. Uit deze analyse bleek dat ongeveer driekwart van de verschillen in CO<sub>2</sub>-inkoop tussen de bedrijven samen te hangen met de contractcapaciteit van de CO<sub>2</sub> levering (kg/uur.ha). Bovendien waren er intercorrelaties tussen contractcapaciteit en de overige variabelen. Hierdoor leidde regressieanalyse statistisch niet tot het verkrijgen van het gewenste kwantitatieve inzicht. De analyse van de klantgegevens is vervolgens uitgevoerd door analyse van groepen bedrijven. Deze groepsanalyse bracht wel kwantitatief inzicht.

#### *Groepsanalyse*

In de groepsanalyse is ook gezocht naar de relatie tussen het gebruik van alternatieve warmte (GJ/m<sup>2</sup>) en de inkoop van CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>). Hiervoor zijn de bedrijven met CO<sub>2</sub>-inkoop ingedeeld naar gewassen. Vervolgens is per gewas in subgroepen gekeken naar de wijze van energievoorziening zoals het wel of niet gebruik van wkk met rookgasreiniger en van alternatieve warmte. Per gewas en per subgroep is de gemiddelde CO<sub>2</sub>-inkoop (kg/m<sup>2</sup>) en het gemiddelde gebruik van alternatieve warmte bepaald (GJ/m<sup>2</sup>).

#### *Leveringsonderbrekingen*

In 2017 waren er bij de levering van CO<sub>2</sub> onderbrekingen. Bij de analyse is dat in beginsel geen probleem. Er wordt immers gezocht naar de relatie tussen de mate van het gebruik van alternatieve warmte (GJ/m<sup>2</sup>) en de mate van inkoop van CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>). In de perioden met onderbreking van de levering van CO<sub>2</sub> wordt er ook minder alternatieve warmte gebruikt, omdat er dan meer dan normaal

---

aardgas wordt verstoekt voor de warmte- en CO<sub>2</sub>-voorziening. Met de leveringsonderbrekingen is rekening gehouden bij het gebruiken van de resultaten van de klantanalyse voor het invullen van de CO<sub>2</sub>-behoefte in hoofdstuk 4.

#### *Combinatie met andere leveranciers*

Het kan voorkomen dat er bedrijven zijn die naast CO<sub>2</sub> van de dataverstrekkingen ook CO<sub>2</sub> afnemen (per as) van een andere leverancier. Hierover is geen informatie beschikbaar. Op basis van navraag bij de CO<sub>2</sub>-leveranciers wordt verwacht dat dit een beperkt aantal bedrijven betreft. Op deze bedrijven is de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die is ingekocht groter. Dit is meegenomen bij de kwantitatieve invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>.

## 3.2 Resultaat analyse

Het resultaat van de groepsanalyse is vermeld in tabel 3.1. In deze tabel zijn in de eerste kolom de gewassen vermeld en vervolgens van links naar rechts het resultaat van alle bedrijven per gewas en vervolgens van specifieke groepen bedrijven met specifieke kenmerken vermeld. Het resultaat omvat per groep, het aantal bedrijven, de gemiddelde inkoop van CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) en het gebruik van alternatieve warmte (GJ/m<sup>2</sup>) per gewas.

Als eerste is het resultaat van alle bedrijven vermeld (489 bedrijven), vervolgens van de bedrijven met een wkk met rookgasreiniger (105 bedrijven), zonder wkk met rookgasreiniger (384 bedrijven), met alternatieve warmte (95 bedrijven), met alternatieve warmte en zonder wkk met rookgasreiniger (77 bedrijven) en tot slot de bedrijven die volledig in de warmtevraag voorzien met alternatieve warmte (6 bedrijven). De verwachting was dat van links naar rechts de inkoop CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) en het gebruik van alternatieve warmte zou toenemen. Dit blijkt bij de meeste gewassen inderdaad het geval te zijn. Bij de meeste gewassen zien we van links naar rechts een oplopende CO<sub>2</sub>-inkoop. Bij sommige gewassen is de toename minder duidelijk. Dit komt waarschijnlijk door het lagere aantal waarnemingen per gewas en per subgroep binnen een gewas. Ondanks deze relatief kleine beperkingen geeft dit overzicht kwantitatief inzicht in de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in combinatie met het gebruik van alternatieve warmte.

Bij de laatste groep met een volledige alternatieve warmtevoorziening is het gemiddelde per gewas niet vermeld in verband met herkenbaarheid van individuele bedrijven. Dit geldt ook voor overige groepen per gewas(groep) met weinig waarnemingen. De niet-vermelde informatie is echter wel gebruikt bij het bepalen van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in hoofdstuk 4.

#### *CO<sub>2</sub>-inkoop per gewas*

Bij de afzonderlijke gewassen valt op dat voor roos de meeste CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> wordt ingekocht. Gemiddeld ligt dit tussen de 80 en 90 kg/m<sup>2</sup>. Tussen de groepen met en zonder wkk met rookgasreiniger bestaat bij roos weinig verschil, terwijl dit wel werd verwacht omdat de rookgassen uit de wkk kunnen worden gebruikt voor CO<sub>2</sub>-dosering. Dit hangt samen met de behoedzaamheid waarmee in roos rookgassen gedoseerd worden. Door gevoeligheid van het gewas roos voor groeiverstoringen door vervuiling van de kaslucht wordt er vaak pas met rookgassen uit de wkk gedoseerd als de ventilatie het risico beperkt. Hierdoor wordt er minder vanuit de wkk gedoseerd en er wordt relatief veel CO<sub>2</sub> ingekocht.

Na de roos wordt voor lysianthus en vruchtgroenten de meeste CO<sub>2</sub> ingekocht. Bij lysianthus ligt de inkoop gemiddeld op ruim 40 kg/m<sup>2</sup> en bij vruchtgroente bij volledige alternatieve warmtevoorziening ligt dit iets onder de 40 kg/m<sup>2</sup>. Bij de gewassen chrysanthe, gerbera, lelie en alstroemeria ligt de CO<sub>2</sub>-inkoop in de groep zonder wkk met rookgasreiniger tussen de 25 en 35 kg/m<sup>2</sup>. De gewassen waar de gemiddelde inkoop het laagst is (< 10 kg/m<sup>2</sup>), zijn anthurium, orchidee (snijbloem), perkplanten en uitgangsmateriaal. Freesia, potplanten, overige bloemen en overige groenten nemen een tussenpositie in.

**Tabel 3.1** Resultaten groepsanalyse klantgegevens 2017 a) b)

gewassen	aantal bedrijven (N), gemiddelde inkoop CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) en gemiddelde gebruik van alternatieve warmte (GJ/m <sup>2</sup> ) (gewogen per bedrijf)																
	alle bedrijven		bedrijven met wkrr			bedrijven zonder wkrr			bedrijven met alt warmte			bedrijven met alt warmte geen wkrr			bedrijven met 100% alt warmte geen wkrr		
	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	GJ/m <sup>2</sup>	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	GJ/m <sup>2</sup>	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	GJ/m <sup>2</sup>	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	GJ/m <sup>2</sup>	N	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	GJ/m <sup>2</sup>
Groente																	
tomaat	70	22,8	27	22,6	0,26	43	22,9	0,14	15	34,4	0,86	7	37,4	0,86			
paprika	107	18,6	23	15,5	0,06	84	19,4	0,25	26	21,8	0,85	23	23,2	0,9			
komkommer	20	19,3	4	24,2	0,10	16	18,1	0,2	4	16,9	0,88	3	21,2	1,05			
aubergines	9	24	0			9	24	0,15	1			1					
overige groente	6	16,3	1			5	18,6	0	0			0					
<b>Totaal</b>	<b>212</b>		<b>55</b>			<b>157</b>			<b>46</b>			<b>34</b>			<b>6</b>	<b>38,2</b>	<b>1,0</b>
Bloemen																	
roos	39	86,3	21	84,4	0	18	88,6	0	1			0					
chrysant	43	24,9	8	12,7	0	35	27,7	0	1			0					
gerbera	24	33	6	31,2	0,07	18	33,5	0	1			0					
lelie	4	23	1			3	25,3	0	0			0					
alstroemeria	3	32,8	0			3	32,8	0,07	1			1					
Orchidee/cymbidium	35	9,9	2			33	9,9	0,19	11	7,7	0,56	11	7,7	0,56			
anthurium	13	4,2	1			12	4,5	0,33	4	5,3	0,98	4	5,3	0,98			
lisianthus	4	40,2	0			4	40,2	0	0			0					
freesia	8	17,9	1			7	15,6	0,06	3	26,9	0,15	3	26,9	0,15			
ov bloemen	21	13,8	3	10,9	0	18	14,2	0,10	4	11,8	0,46	4	11,8	0,46			
<b>Totaal</b>	<b>194</b>		<b>43</b>			<b>151</b>			<b>26</b>			<b>23</b>					
Planten																	
Potplanten	73	11,9	7	11,5	0,27	66	12	0,19	20	6,9	0,71	17	6,9	0,73			
wv potplant bloei	25	8,8	2			23	8,7	0,42	13	7	0,84	11	6,6	0,87			
wv potplant blad	5	7,2	0			4	9	0,24	2			2					
Perkplanten	1		0			1			0			0					
<b>Totaal</b>	<b>74</b>		<b>7</b>			<b>67</b>			<b>20</b>			<b>17</b>					
Uitgangsmateriaal	9	7,1	0			9	7,1	0,27	3	10,7	0,81	3	10,7	0,81			
<b>Totaal</b>	<b>489</b>		<b>105</b>			<b>384</b>			<b>95</b>			<b>77</b>					

a) In de in grijs gemarkeerde groepen is het aantal bedrijven in verband met de herkenbaarheid te klein om het resultaat te vermelden.

b) wkrr = wkk met rookgasreiniger

### Vergelijking met historische meetresultaten

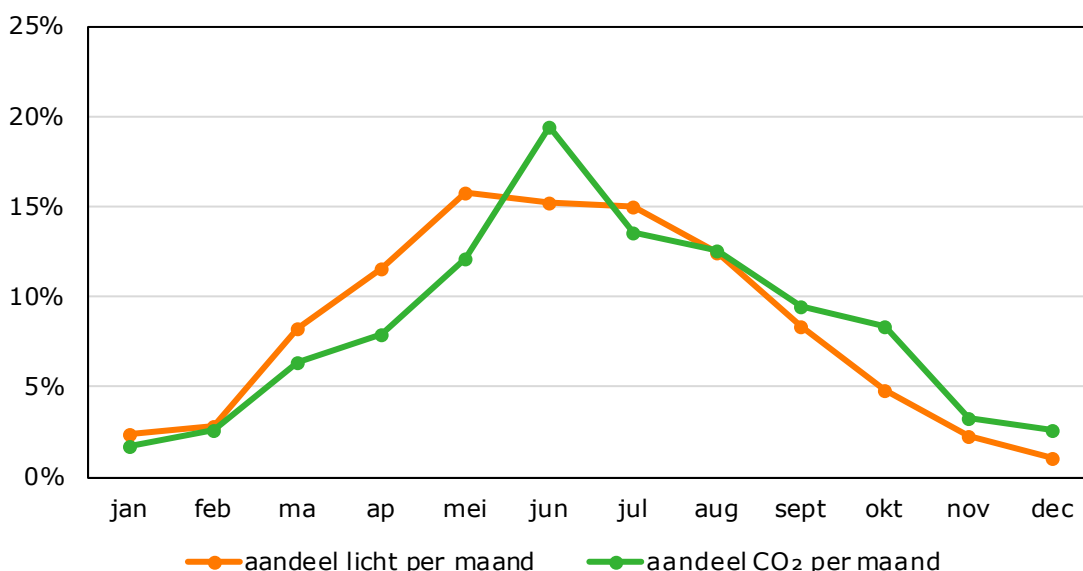
In de jaren 1992 en 1993 is er op praktijkbedrijven met tomaat gemeten aan de CO<sub>2</sub>-intensiteit (Van der Sluis et al., 1995). Onder CO<sub>2</sub>-intensiteit werd verstaan de mate van CO<sub>2</sub>-doseren (kg/m<sup>2</sup>.jaar). De CO<sub>2</sub> was daarbij volledig afkomstig van de aardgasketel. De CO<sub>2</sub>-intensiteit bedroeg toen bij tomaat zonder belichting gemiddeld 34 kg/m<sup>2</sup>. Voor de huidige situatie (2017) wordt uitgegaan van een CO<sub>2</sub>-behoefte bij tomaat zonder belichting van 45 kg/m<sup>2</sup> (paragraaf 4.2.2). Dit betekent een toename van 11 kg/m<sup>2</sup> over een periode van 25 jaar. Deze toename is het saldo van intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte en CO<sub>2</sub>-besparing. Deze toename betekent dat over deze periode de intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte duidelijk groter was dan de CO<sub>2</sub>-besparing ondanks dat de toenmalige kosten voor de CO<sub>2</sub> uit de aardgasketel substantieel lager waren dan de actuele kosten voor inkoop.

## 3.3 Afname patroon

Door verschil in mate van CO<sub>2</sub>-dosering gedurende het jaar is de inkoop van CO<sub>2</sub> gedurende het jaar niet gelijk. Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewasgroep in 2017 (paragraaf 4.2.2) vanuit de resultaten van de klantanalyse (paragraaf 3.2) en voor de CO<sub>2</sub>-behoefte in 2030 (paragraaf 4.4.3) is inzicht gewenst het afname patroon gedurende het jaar.

In figuur 3.1 is het globale afnamepatroon van OCAP-CO<sub>2</sub> en het aandeel van de lichthoeveelheid per maand in het jaartotaal, beiden in 2017, weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de meeste CO<sub>2</sub> wordt verkocht in de periode mei t/m augustus. In de kwartalen 2 en 3 ligt het aandeel van de verkoop ten opzichte van jaarlijkse verkoop op 39 en 36%. In de kwartalen 1 en 4 is dat 11 en 14%. In het zomerhalfjaar (april tot en met september) bedraagt het aandeel 75% en in het winterhalfjaar 25%.

Het voorgaande hangt samen met de hoeveelheid licht. In uren zonder licht is er vanuit het gewas geen CO<sub>2</sub>-behoefte. In de zomerperiode is het langer licht met een hogere intensiteit in vergelijking met in de winterperiode. Hierdoor is er meer CO<sub>2</sub>-behoefte en wordt er meer gedoseerd. Daarnaast is het voor de CO<sub>2</sub>-doserperiode relevant of er belichting wordt gebruikt en wanneer er geplant en geoogst wordt.



**Figuur 3.1** Afnamepatroon OCAP<sup>1</sup> en aandeel van de lichthoeveelheid per maand (globale straling in J/cm<sup>2</sup>) in 2017 a)

a) In deze figuur is de CO<sub>2</sub>-verkoop tijdens leveringsonderbrekingen bijgeschat door interpolatie.

---

In juni wordt de meeste CO<sub>2</sub> ingekocht. Juni behoort ook tot de maanden met het meeste licht (figuur 3.10). Uit de figuur blijkt ook dat in het eerste halfjaar de lijn van het afnamepatroon onder de lijn met het aandeel van het licht per maand ligt. In het tweede halfjaar is het tegengestelde het geval. Dit hangt waarschijnlijk samen met de lagere luchtvochtigheid van de buitenlucht in het voorjaar en de hogere luchtvochtigheid in het najaar. Hierdoor wordt er in het tweede half jaar meer geventileerd. Wat ook opvalt, is dat in de maand juli maar weinig meer CO<sub>2</sub> wordt verkocht in vergelijking met augustus en beduidend minder dan in juni. Dit hangt zeer waarschijnlijk samen met de hogere buitentemperaturen en de lagere productprijzen in juli. Door de hogere temperaturen zijn de luchtramen meer open waardoor er meer CO<sub>2</sub> nodig is om de CO<sub>2</sub>-concentratie op peil te houden. Bovendien zijn de productprijzen in hartje zomer lager. De grotere ventilatie en de lagere prijzen maken het bedrijfseconomisch minder interessant om veel CO<sub>2</sub> in de kassen te brengen.

## 4 CO<sub>2</sub>-behoefte 2017

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de kwantitatieve invulling van de elementen sectorstructuur en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in het conceptueel raamwerk voor 2017 uiteengezet. Dit betreft de elementen areaal en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>, beide per gewas(groep). Hieruit ontstaan de resultaten van de CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau in 2017.

### 4.2 Kwantitatieve invulling raamwerk 2017

#### 4.2.1 Areaal 2017

De bestaande situatie voor het areaal per gewas(groep) in 2017 is kwantitatief ingevuld vanuit de LBT. Vanuit de LBT is het areaal per gewas(groep) beschikbaar. Vanuit het project Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030 is het aandeel belichting per gewas(groep) in 2015 beschikbaar.<sup>1</sup> Het resultaat hiervan is samengevat per subsector in tabel 4.1. Voor het overzicht van de gewas(groepen) die deel uitmaken van de subsectoren wordt verwezen naar bijlage 1.

**Tabel 4.1** Areaal glastuinbouw en aandeel belichting per subsector in 2017 a)

Subsector	Areaal (ha)	Aandeel belichting
Groenten 1)	4.585	13
Bloemen	1.815	59
Planten	2.030	35
Uitgangsmateriaal	650	52
<b>Totaal</b>	<b>9.080</b>	<b>30</b>

a) Inclusief een beperkt areaal fruit onder glas.

Bron: Areaal: LBT; Aandeel belichting: Wageningen Economic Research (Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030).

#### 4.2.2 CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas 2017

##### *Bronnen*

Na invulling van het areaal resteert de invulling van de rechterhelft van het conceptueel raamwerk ofwel de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep). Hierbij is voortgebouwd op de resultaten van de analyse van de klantgegevens van de CO<sub>2</sub>-leveranciers (hoofdstuk 3). Ook waren voor de toetsing het gemiddelde aardgasverbruik per gewas(groep) beschikbaar vanuit de Energiemonitor Glastuinbouw (Van der Velden en Smit, 2018) en is informatie gebruikt van ervaringsdeskundigen.

##### *Kosten externe CO<sub>2</sub>-voorziening*

Op basis van de informatie uit de hiervoor genoemde bronnen is een schatting gemaakt van de CO<sub>2</sub>-behoefte (kg/m<sup>2</sup>.jaar) per gewas(groep) in 2017. Voor deze schatting is uitgegaan van de veronderstelde situatie waarin geen aardgas wordt gebruikt op de glastuinbouwbedrijven en de CO<sub>2</sub>-behoefte dus volledig wordt ingevuld met externe CO<sub>2</sub>. Hierdoor is een volledige alternatieve CO<sub>2</sub>-voorziening nodig. Een dergelijke voorziening brengt kosten met zich mee. Omdat is uitgegaan van de resultaten van de analyse van de klantgegevens van de CO<sub>2</sub>-leveranciers ofwel de inkoop door

<sup>1</sup> In de achterliggende jaren is bij de belichting vooral de belichtingsintensiteit toegenomen en in mindere mate het areaal met belichting. Voor het aandeel belichting voor 2017 is de informatie van 2015 aangehouden.

glastuinbouwbedrijven is impliciet rekening gehouden met de extra kosten voor externe CO<sub>2</sub>-voorziening (prijspeil 2017).

#### CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep)

De schatting van de CO<sub>2</sub>-behoefte (kg/m<sup>2</sup>) per gewas(groep) in 2017 is vermeld in tabel 4.2. Ook hier zit bij het gewas roos de grootste CO<sub>2</sub>-behoefte (80 kg/m<sup>2</sup> bij belichting), gevolgd voor Lysianthus (55 kg/m<sup>2</sup> bij belichting), vruchtgroente met belichting (40-50 kg/m<sup>2</sup>) en vruchtgroente zonder belichting (35-45 kg/m<sup>2</sup>). De laagste CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> met minder dan 15 kg/m<sup>2</sup> zit bij de extensievere gewas(groepen) zoals fruit, perkplanten en boomkwekerij. Bij de andere gewas(groepen) zit de CO<sub>2</sub>-behoefte daartussen.

#### Onderscheid belicht en onbelicht

Bij alle gewas(groepen) ligt de CO<sub>2</sub>-behoefte bij een belichte teelt op een hoger niveau dan bij een onbelichte teelt. Dit komt vooral doordat bij een belichte teelt de gewasgroei door het kunstlicht wordt gestimuleerd en dit brengt extra CO<sub>2</sub>-behoefte met zich mee. Hierbij is ook relevant dat door belichting het meer uren licht is in de kas en er dus over een langere periode CO<sub>2</sub>-gedoseerd wordt. Hiernaast wordt in de situatie met belichting energie-intensiever geteeld en meer gericht op productie in de winterperiode. Dit uit zich in een grotere energievraag en een grotere CO<sub>2</sub>-behoefte. Hierbij wordt de CO<sub>2</sub>-intensiteit van belichte vruchtgroenten gedempt door teeltwisseling en groei van jonge planten in een periode met meer licht in relatief zonnige maanden tijdens of kort na de zomer.

De gewasgroepen (overige groente, overige bloemen, overige bloemkwekerij, potplanten en uitgangsmateriaal) bestaan uit meerdere gewassen. Het zijn juist de intensievere gewassen binnen deze groepen waar belichting wordt toegepast. Hierdoor ontstaat er binnen deze groepen een groter verschil tussen de CO<sub>2</sub>-behoefte met en zonder belichting.

**Tabel 4.2** Areaal en CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) in 2017

Gewas(groep)	Areaal a (ha)	CO <sub>2</sub> -behoefte (kg/m <sup>2</sup> )		CO <sub>2</sub> -behoefte	
		zonder belichting	met belichting	(kton)	(%)
Tomaat	1.739	45	45	783	30
Paprika	1.319	35	40	463	18
Komkommer	580	40	50	234	9
Aubergine	103	40	nvt	41	2
Aardbei onder glas	325	15	30	51	2
Aardbei in plastic tunnels	70	nvt	nvt	nvt	nvt
Overige groenten	354	15	30	57	2
Fruit onder glas	95	10	20	10	< 1
Uitgangsmateriaal groente	501	5	20	57	2
Roos	228	40	80	179	7
Chrysant	334	30	40	133	5
Gerbera	167	30	40	65	3
Lelie	136	15	25	33	1
Freesia	66	5	20	11	< 1
Anjer	11	10	nvt	1	< 1
Alstroemeria	39	15	30	11	< 1
Anthurium	46	15	30	8	< 1
Lysianthus	33	25	55	18	1
Orchidee	131	10	25	15	1
Amaryllisbollen	22	10	20	2	< 1
Overige snijbloemen	501	10	20	58	2
Overige bloemkwekerij	101	5	20	8	< 1
Uitgangsmateriaal sierteelt	149	5	25	33	1
Bloeiende potplanten	950	15	30	237	9
Bladpotplanten	367	10	20	42	2
Perkplanten	312	5	15	19	1
Boomkwekerij en vaste planten	401	1	nvt	4	< 1
<b>Totaal</b>	<b>9.080</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>2.573</b>	<b>100</b>

Bron: Areaal: LBT. CO<sub>2</sub>-behoefte: Wageningen Economic Research.



## 4.3 CO<sub>2</sub>-behoefte sectorniveau 2017

Door combinatie van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> met de arealen (ha) per gewas(groep) ontstaat de totale CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) (kton) in 2017. Het resultaat hiervan is vermeld in tabel 4.2. In tabel 4.3 is berekend dat de totale CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau in de veronderstelde situatie met een volledige externe CO<sub>2</sub>-voorziening in 2017 2,6 Mton bedraagt. De subsector groenten neemt hiervan 64% voor zijn rekening. Voor de subsectoren bloemen, planten en uitgangsmateriaal is dat respectievelijk 21, 12 en 3%.

De vruchtgroenten tomaat, paprika, en komkommer nemen 57% van de totale CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw voor hun rekening (tabel 4.2). De tomaat kent hierin met 30% het grootste aandeel, gevolgd door paprika (18%) en komkommer (9%). Bij de bloemen hebben de roos (7%) en de chrysant (5%) het grootste aandeel in de totale CO<sub>2</sub>-behoefte van de sector. Bij de planten zijn dat de bloeiende potplanten (9%). Deze relatief grote aandelen in de totale CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau worden veroorzaakt door de combinatie van het relatief grote areaal en de relatief hoge CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> bij deze gewas(groepen).

**Tabel 4.3** CO<sub>2</sub>-behoefte per subsector in 2017

Subsector	Areaal		CO <sub>2</sub> -behoefte	
	(ha)	(kg/m <sup>2</sup> )	(Mton)	(%)
Groenten	4.585	36	1,6	64
Bloemen	1.815	29	0,5	21
Planten	2.030	15	0,3	12
Uitgangsmateriaal	650	14	0,1	3
<b>Totaal</b>	<b>9.080</b>	<b>28</b>	<b>2,6</b>	<b>100</b>

Bron: Areaal: LBT; CO<sub>2</sub>-behoefte: Wageningen Economic Research.

# 5 Prognoses CO<sub>2</sub>-behoefte 2030

## 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de kwantitatieve invulling van de elementen sectorstructuur en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in het conceptueel raamwerk voor 2030 uiteengezet. Ook in 2030 betreft dit de elementen areaal en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>, beide per gewas(groep). Hieruit ontstaan de resultaten van de CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau in 2030.

## 5.2 Scenario's 2030

Voor de toekomstige situatie in 2030 is het areaal en de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) ingevuld voor een pessimistisch, een gematigd en een optimistisch scenario. In deze drie scenario's zijn denkbeeldige situaties voor de toekomst geschetst. Deze scenario's zijn ontwikkeld in het project Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie 2030 en zijn hieronder toegelicht.

De Nederlandse glastuinbouw exporteert het overgrote deel van de productie. Deze export vindt vooral plaats binnen Europa. De vraag naar Nederlandse glastuinbouwproducten is daardoor sterk afhankelijk van de internationale en vooral de Europese economie. Daarnaast zijn ook 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. 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.

De drie scenario's hangen hoofdzakelijk samen met de economische groei. De kenmerken per scenario zijn weergegeven in tabel 5.1. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de rapportage van het project Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie 2030 (Van der Velden et al., 2018).

**Tabel 5.1** 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

Bron: Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030 (Van der Velden en Smit, 2018).

## CO<sub>2</sub>-behoefte

Voor de invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas is ook geredeneerd van buiten naar binnen de sector. Hierbij zijn per scenario vooral de kenmerken die van invloed zijn op het proces van intensivering, extensivering en besparing van belang. Deze kenmerken zijn economische groei, toekomstvertrouwen, marktvaart, intensivering en areaal nieuwbouw in tabel 5.1. Dit is nader uiteengezet in paragraaf 5.3.2.

## 5.3 Kwantitatieve invulling raamwerk 2030

### 5.3.1 Areaal 2030

Het areaal per gewas en het aandeel belichting in de drie scenario's voor 2030 is geprognosticeerd in het project Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie 2030. Tabel 5.2 toont het resultaat voor het areaal, samengevat per subsector. In het optimistische scenario is het totaal areaal glastuinbouw ongeveer gelijk aan dat in 2017. In het gematigde scenario treedt een daling op van circa 1.000 ha en in het pessimistische scenario van circa 2.000 ha. De areaalmutaties zijn voor de subsector bloemen relatief het sterkst, gevolgd door groenten en planten.

**Tabel 5.2** Prognose areaal per subsector in 2030

Subsector	2017	Scenario 2030		
		pessimistisch	Gematigd	optimistisch
Groenten	4.585	3.460	3.965	4.470
Bloemen	1.815	1.335	1.660	1.945
Planten	2.030	1.675	1.950	2.075
Uitgangsmateriaal	650	475	520	565
<b>Totaal</b>	<b>9.080</b>	<b>6.945</b>	<b>8.095</b>	<b>9.055</b>

Bron: Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030 (Van der Velden et al., 2018).

Tabel 5.3 toont het resultaat voor het aandeel belichting in 2030, samengevat per subsector. Hieruit blijkt het aandeel van het areaal met belichting is alle drie de scenario's toeneemt. De groei is het kleinst in het pessimistische scenario en het groots in het optimistische scenario. De groei van de belichting zit vooral bij de groente en daarbinnen vooral bij de vruchtgroente.

**Tabel 5.3** Prognose aandeel areaal met belichting per subsector in 2030

Subsector	2017	Scenario 2030		
		pessimistisch	Gematigd	optimistisch
Groenten	13	26	29	33
Bloemen	59	61	66	70
Planten	35	30	32	36
Uitgangsmateriaal	52	42	45	55
<b>Totaal</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>43</b>

Bron: Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030 (Van der Velden et al., 2018).

### 5.3.2 Achtergronden bedrijfseffecten

#### *Intensivering, extensivering en besparing*

Voor de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewasgroep in 2030 is voortgebouwd op de situatie in 2017 (paragraaf 4.2.2) en op de drie scenario's voor 2030 (paragraaf 5.2). Bij de invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewasgroep per scenario in 2030 gaat het om de processen intensivering, extensivering en besparing in de periode 2017-2030. Intensivering en extensivering bestaan uit structureffecten en bedrijfseffecten. Besparing is een bedrijfseffect.

---

### *Structuureffecten*

De structuureffecten gaan samen met veranderingen in areaal per bedrijfstype c.q. gewas(groep) en aandeel belichting per gewas(groep). De toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau (paragraaf 5.3.3) is bepaald door weging van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) in 2030 met het areaal per bedrijfstype. Hierdoor zijn de wijzigingen in areaal en in aandeel belichting per gewas(groep) ofwel de structuureffecten in beschouwing genomen.

### *Bedrijfseffecten*

De bedrijfseffecten betreffen het effect op de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> binnen een gewas(groep). Hierbij zijn de volgende aspecten relevant

1. Perioden met CO<sub>2</sub>-dosering
2. Verschil concentratie en volume
3. Gewenste concentratie
4. Ventilatie
5. Kennisontwikkeling en toepassing van kennis

Deze aspecten zijn hierna behandeld.

#### 1. Perioden met CO<sub>2</sub>-dosering

Voor de invulling van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewasgroep is het relevant wanneer er CO<sub>2</sub> wordt gedoseerd. In de uren met zonlicht en met belichting is er CO<sub>2</sub>-behoefte en in het donker is dat niet het geval. Intensivering en extensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte en CO<sub>2</sub>-besparing kan dus alleen plaatsvinden tijdens uren met licht. Dit zijn op jaarbasis voor de meeste gewassen minder uren dan de uren met warmtevraag. De tijd waarin intensivering en extensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte en CO<sub>2</sub>-besparing kan plaatsvinden is dus korter dan de tijd voor warmtebesparing. Bovendien komen de perioden met meer warmtevraag (winterperiode en 's nachts) niet overeen met de perioden met meer CO<sub>2</sub>-behoefte (zomerperiode en overdag).

#### 2. Verschil concentratie en volume

Het regelen van de CO<sub>2</sub>-dosering in de kas vindt vooral plaats op basis van de CO<sub>2</sub>-concentratie (ppm) in de kaslucht en de capaciteit van de CO<sub>2</sub>-dosering (kg/uur.ha). Dit zijn momentopnamen. Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-behoefte dient de gewenste hoeveelheid CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) die op jaarbasis wordt ingebracht in de kassen te worden bepaald. De gewenste hoeveelheid CO<sub>2</sub> is in de praktijk een afgeleide van de gewenste concentratie.

#### 3. Gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie

De gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie dient te worden gezien vanuit het gewas c.q. de productie van glastuinbouwproducten. De gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie is afhankelijk van de hoeveelheid licht (zonlicht en kunstlicht per m<sup>2</sup> per uur), de verwachte opbrengstprijzen en de kosten voor CO<sub>2</sub>-voorziening.

### *Licht*

De gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie is afhankelijk van de totale hoeveelheid licht. Dit is zonlicht en kunstlicht. Op jaarbasis is de hoeveelheid zonlicht substantieel groter dan van kunstlicht. De hoeveelheid zonlicht verschilt gedurende het jaar. In de zomerperiode is er veel meer zonlicht (langer en intensiever) dan in de winterperiode. Daardoor is er in de zomerperiode meer groei van het gewas en is de CO<sub>2</sub>-behoefte groter dan in de winterperiode (paragraaf 3.3). Belichting wordt vooral gebruikt in de winterperiode. In de winterperiode is de hoeveelheid kunstlicht wel belangrijk ten opzichte van het zonlicht. In vergelijking met het zonlicht in de zomerperiode is de hoeveelheid kunstlicht beperkt.

Als een gewas wordt belicht is de CO<sub>2</sub>-behoefte groter en is de belichtingsintensiteit groter, dan is de CO<sub>2</sub>-behoefte ook groter. In de achterliggende jaren nam vooral de gemiddelde intensiteit van de belichting toe. De mutatie in de gemiddelde gebruiksduur was beperkt. De verwachting is dat deze ontwikkeling ook in de periode 2017-2030 plaats zal vinden waarbij ledverlichting belangrijk kan worden. Hierdoor zal de hoeveelheid kunstlicht en de CO<sub>2</sub>-behoefte intensiveren op het areaal met belichting.

### Opbrengstprijzen

Bij hoge opbrengstprijzen zal het bedrijfseconomisch aantrekkelijk zijn om meer CO<sub>2</sub> te doseren dan bij lage prijzen. Over het algemeen liggen de opbrengsteprijzen in de winterperiode hoger dan in de zomerperiode en de prijzen in het voorjaar en najaar zitten daar tussenin (zie kader 5.1). Het heeft vaak geen zin om in de zomerperiode hoge CO<sub>2</sub>-concentraties aan te houden. Door de vaak geopende luchtramen verdwijnt er veel CO<sub>2</sub> naar buiten de kas en is er in die perioden extra veel CO<sub>2</sub> nodig om hoge CO<sub>2</sub>-concentraties aan te houden. Bovendien zijn in deze periode de opbrengstprijzen relatief laag. De extra opbrengsten wegen dan vaak niet op tegen de extra kosten die samengaan met hoge CO<sub>2</sub>-concentraties en dit is bedrijfseconomisch niet interessant (zie ook paragraaf 3.3). Bovendien kan het ook beter zijn om het gewas in goede conditie te houden voor een betere productie in de periode na de zomer met hogere productprijzen.

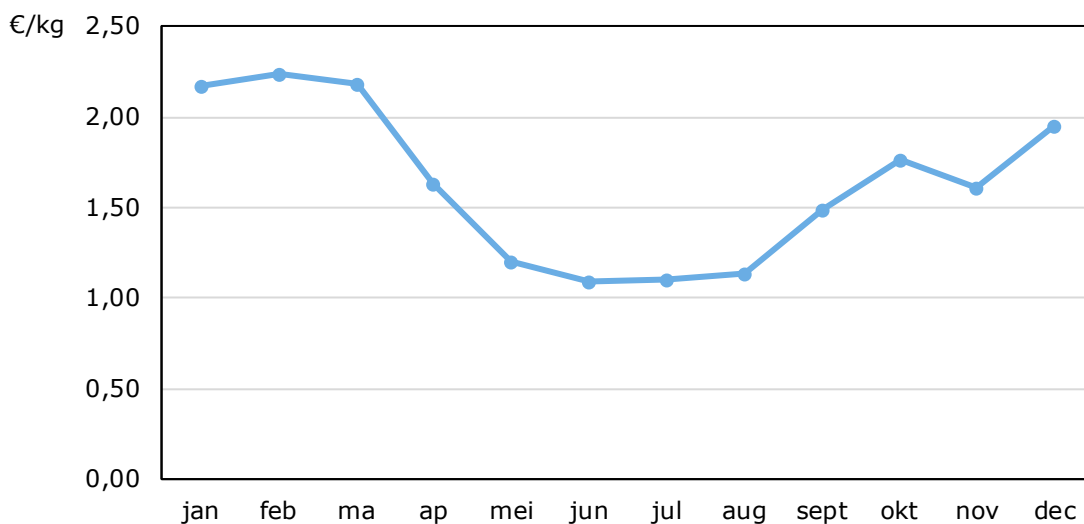
Hiernaast speelt CO<sub>2</sub>-dosering ook een rol bij de timing van de productie. Naast de zomerperiode zijn de opbrengstprijzen van glastuinbouwproducten vaak ook hoger in de korte periode voorafgaand aan bepaalde feestdagen en evenementen die de vraag naar glastuinbouwproducten verhogen. Dit geldt vooral voor sierteeltproducten. Hierdoor kan het bedrijfseconomisch interessant zijn om in de voorafgaande teeltperioden de CO<sub>2</sub> inzet te intensiveren om een grotere en een kwalitatief betere productie te realiseren die aansluit bij de wensen en planning van de klant.

### Kosten CO<sub>2</sub>

Bij hogere kosten voor de CO<sub>2</sub>-voorziening zal het minder aantrekkelijk zijn om hogere CO<sub>2</sub>-concentraties aan te houden. Bij lagere kosten is het tegengestelde het geval. Deze invloed is vooral groot ten tijde van lage opbrengstprijzen.

#### Kader 5.1. Prijsverloop glastuinbouwproducten gedurende het jaar

De prijs van glastuinbouwproducten ligt in de winterperiode op een hoger niveau dan in de zomerperiode. De prijzen in het voor- en najaar liggen hier tussenin. Dit is geïllustreerd met een voorbeeld van de exportprijzen van tomaat in figuur 4.1. Bij veel andere gewassen c.q. producten komt eenzelfde patroon voor.



**Figuur 5.1** Gemiddelde prijzen per maand van tomaten geëxporteerd uit Nederland in de periode 2014-2018  
Bron: Eurostat.

## 4. Ventilatie

De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die in de kas wordt gebracht (kg/m<sup>2</sup>) is afhankelijk van de gewenste CO<sub>2</sub>-concentratie in de kas (ppm), de mate waarin wordt geventileerd en de CO<sub>2</sub>-concentratie van de buitenlucht. Doordat de concentratie in de buitenlucht lager is, verdwijnt er door ventilatie CO<sub>2</sub> uit de kas naar buiten.

---

### *Kassen*

De mate van ventilatie is afhankelijk van de mate waarin kassen 'dicht' zijn en het openen van de luchtramen. De dichtheid van de kassen hangt samen met de leeftijd van de kassen en dus met nieuwbouw van kassen. In het optimistische scenario worden er meer nieuwe kassen gebouwd dan in het pessimistische scenario en is het verlies van CO<sub>2</sub> minder groot. Gezien de impact van ventilatie met luchtramen is de impact van de kas echter beperkt.

### *Ventileren*

Het ventileren c.q. openen van luchtramen is nodig voor beheersing van de luchtvochtigheid en luchttemperatuur in de kas. Door het ventileren verdwijnt er echter ook CO<sub>2</sub> uit kas. Dit verlies kan worden beperkt door minder te luchten of de luchtramen gesloten te houden.

Het ventileren met luchtramen is een onderdeel van de klimaatregeling in de kassen. Door Het Nieuwe Telen (HNT) is de strategie van de kasklimaatregeling aan het veranderen. Bij HNT wordt de inzet van schermen, luchtramen en verwarming continue onderling en op de teelt afgestemd met als doel een optimaal productieklimaat in de kas. HNT bespaart warmte door deels het gebruik van buitenomstandigheden (licht), deels tolerantie van vocht en deels door minder verdamping te laten ontstaan vanuit het gewas in combinatie met een andere wijze van vochtafvoer. Hierbij wordt ook onnodige verdamping voorkomen.

De andere wijze van vochtafvoer betreft in eerste instantie vooral condensatie van water aan de binnenkant van het kasdek in combinatie met het gebruik van vocht doorlatende schermen. Door het langer gesloten houden van schermen en door minder te luchten via de ramen gaat er minder warmte verloren uit de kassen. Dit laatste geldt ook voor CO<sub>2</sub> waardoor een lagere CO<sub>2</sub>-behoefte (kg/m<sup>2</sup>) ontstaat ofwel er wordt CO<sub>2</sub> bespaard. Soms wordt deze strategie gecombineerd met luchtbehandelingskasten of geforceerde luchtstroming. Ook hierdoor zal er minder gelucht worden en dat beperkt het CO<sub>2</sub>-verlies extra waardoor CO<sub>2</sub>-besparing optreedt. Ontvochtiging in perioden dat de vochtigheid niet te hoog is stimuleert echter de verdamping en dat is tegendraads aan HNT. Toepassing van ontvochtiging is dus relevant in perioden met een te hoge vochtigheid.

## 5. Kennisontwikkeling en toepassing van kennis

### *Kennisontwikkeling*

De kennisontwikkeling rond CO<sub>2</sub>-doseren en CO<sub>2</sub>-behoefte is verbonden met ervaringen bij en kennisontwikkeling van HNT. Hierbij is het belangrijk te realiseren dat de CO<sub>2</sub>-behoefte in kortere en andere perioden plaatsvindt dan de warmtevraag, omdat de CO<sub>2</sub>-behoefte hoofdzakelijk verbonden is met de hoeveelheid licht. De ontwikkeling van HNT, eventueel inclusief ontvochtiging, is een doorlopend proces waarin nog stappen gemaakt zullen worden. Hiermee samenhangend zal er ook meer kennis ontstaan over het doseren van CO<sub>2</sub>-dosering. Hierdoor zal er meer inzicht ontstaan in de mogelijkheden om gedurende bepaalde perioden in het jaar CO<sub>2</sub> meer selectief en effectief in te zetten.

Een voorbeeld hiervan is het onderzoek *CO<sub>2</sub> niet meer dan genoeg* (De Gelder et al., 2014). Uit dit onderzoek in proefkassen blijkt dat er met een andere CO<sub>2</sub>-doseerstrategie, minder CO<sub>2</sub>-dosering mogelijk is met een bijna gelijkblijvende productie. De CO<sub>2</sub>-doseerstrategie bij dit onderzoek was gestoeld op HNT met de kenmerken geen standaard minimumbuis, een hogere luchtvochtigheid, inzet van drie schermen en buitenlucht aanzuiging.

Naast teeltkundig inzicht in de mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-besparing zal er ook inzicht ontstaan in de perioden gedurende het jaar waarin het teeltkundig zinvol kan zijn om meer CO<sub>2</sub> te doseren. Deze intensivering kan samen met CO<sub>2</sub>-besparing leiden tot selectievere dosering van CO<sub>2</sub>. De mate en de perioden waarin dit plaats zal vinden, wordt mede bepaald door het anticiperen op de verwachte opbrengstprijzen van de glastuinbouwproducten en de kosten voor de gedoseerde CO<sub>2</sub>.

### *Toepassing van kennis*

Bij HNT is gebleken dat de aandacht voor en de toepassing van de ontwikkelde kennis gestimuleerd wordt door een positieve invloed vanuit HNT op het kasklimaat en vervolgens op de productie

---

(Buurma et al., 2014) (Buurma et al., 2015). Het positieve effect op de productie omvat zowel de omvang van de productie, risicobeheersing als de kwaliteit van de geteelde producten. De productie is de kernactiviteit van een glastuinbouwondernemer. Als nieuwe kennis aansluit bij c.q. een bouwsteen is voor deze kernactiviteit zal dit de toepassing van de kennis versnellen en vergroten.

#### *Marktkennis*

Relevant is ook de voortschrijdende ontwikkeling van de informatietechnologie. Door meer informatie over marktvaart en opbrengstprijzen ontstaat er meer marktkennis. In combinatie met meer kennis over de relaties tussen klimaat en de gewasproductie zullen glastuinbouwondernemers hierop inspelen met de mate van CO<sub>2</sub>-dosering.

### 5.3.3 CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas 2030

Het totaal effect van de hiervoor behandelde aspecten op de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep) verschilt per scenario.

De verwachting is dat bij vrijwel alle gewas(groepen) in alle drie de scenario's zowel CO<sub>2</sub>-besparing als intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte ofwel selectieve CO<sub>2</sub>-dosering zal plaatsvinden. Net als in het verleden wordt verwacht dat er geen substantiële extensivering van de teelt en dus van de CO<sub>2</sub>-behoefte op zal treden.

#### *'CO<sub>2</sub> spread'*

Op basis van de vorige paragraaf is de mate van CO<sub>2</sub>-doseren afhankelijk verondersteld van de verhouding tussen verwachte opbrengsten van de glastuinbouwproducten door CO<sub>2</sub>-dosering en de kosten van de CO<sub>2</sub>-dosering. Per periode zal de verhouding tussen de marginale opbrengsten en de marginale kosten bepalend zijn. Deze verhouding wordt – overeenkomstig de *spark spread* voor de verkoop van elektriciteit vanuit wkk – de *CO<sub>2</sub> spread* genoemd.

Het effect van de CO<sub>2</sub>-behoefte door hogere kosten van externe CO<sub>2</sub> is in beschouwing genomen bij het invullen van de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) in 2017 (paragraaf 4.2.2). Vervolgens is het de vraag hoe de kosten voor externe CO<sub>2</sub> zich in de toekomst zullen ontwikkelen.

In kader 4.2 zijn de gemiddelde kosten, de tariefstructuur en de marginale kosten voor inkoop CO<sub>2</sub> beschreven. Uit de informatie blijkt dat de kosten voor de laatste eenheid CO<sub>2</sub> beperkt zijn en de verwachting is dat deze marginale kosten ook in de toekomst beperkt van omvang zullen blijven. Redenerend vanuit de genoemde *CO<sub>2</sub> spread* zal hierdoor de CO<sub>2</sub>-besparing in de toekomst weinig gestimuleerd worden vanuit de kosten. Daartegenover staat dat de kosten voor intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte beperkt van omvang zullen zijn.

#### *Kostenstructuur warmte*

Naast de kostenstructuur voor externe CO<sub>2</sub> is in kader 5.2 ook de kostenstructuur van warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie behandeld. Ook bij deze opties zijn de marginale kosten lager dan het alternatief. Redenerend vanuit de kosten zal hierdoor warmtebesparing in de zomerperiode weinig gestimuleerd worden waardoor ook het indirecte effect op de CO<sub>2</sub>-besparing weinig gestimuleerd wordt.

#### *Keuze CO<sub>2</sub>-behoefte per gewasgroep per scenario 2030*

In 2030 zal er selectiever CO<sub>2</sub> worden gedoseerd. Dit betekent minder CO<sub>2</sub>-dosering bij een ongunstige CO<sub>2</sub> spread en meer CO<sub>2</sub>-dosering bij een gunstige CO<sub>2</sub> spread.

Op basis van het voorgaande is ervan uit gegaan dat in de situatie zonder belichting in het gematigde scenario 2030 er per saldo weinig verschil zal zijn in CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) ten opzichte van de virtuele situatie in 2017 (tabel 5.5). De belichting zal intensiveren waardoor de CO<sub>2</sub>-behoefte in de situatie met belichting zal toenemen ten opzichte van 2017.

## Kader 5.2. Kosten en kostenstructuur voor inkoop externe CO<sub>2</sub> en voor warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie

### *Gemiddelde kosten externe CO<sub>2</sub>*

De gemiddelde totale kosten voor inkoop CO<sub>2</sub> bedragen circa 8 cent per kg (tabel 5.4). In de tabel is onderscheid gemaakt naar aanvoer per pijpleiding en aanlevering per as. De kosten bij aanvoer per pijpleiding (circa 7 cent/kg) liggen lager en per as (circa 10 cent/kg) hoger. De gemiddelde kosten voor inkoop CO<sub>2</sub> zijn hiermee substantieel hoger dan de kosten voor de CO<sub>2</sub> bij gebruik van de rookgassen vanuit de aardgasketel en de aardgasgestookte wkk die substantieel lager liggen (< 2 cent/kg).

**Tabel 5.4** Gemiddelde totale kosten CO<sub>2</sub>-inkoop glastuinbouw in 2017 (cent/kg) a)

Wijze van transport	Gemiddelde kosten
Pijpleiding	6,7
Per as	9,6
Gemiddeld	8,0

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Economic Research

a) Deze gemiddelde prijzen kunnen hoger liggen dan de gemiddelde tarieven van de leveranciers doordat niet continue de gecontracteerde capaciteit wordt benut.

### *Tariefstructuur inkoop CO<sub>2</sub>*

Achter de hiervoor besproken gemiddelde totale kosten voor inkoop CO<sub>2</sub> is de tariefstructuur van belang. In de huidige tariefstructuren bestaan de totale kosten voor externe CO<sub>2</sub> uit vaste (€/jaar) en variabele (€/kg) kosten. De meeste CO<sub>2</sub> wordt aan de glastuinbouw geleverd via een pijpleiding. De gemiddelde totale kosten van deze vorm van levering bestaan voor het grootste deel uit vaste kosten. De variabele component is vaak afwezig en alleen relevant bij de overstap naar een grotere contractcapaciteit (kg/uur). Dit betekent dat er zonder verlaging van de capaciteit geen of vrijwel geen marginale kosten zijn. Bij levering per as zijn er wel variabele kosten (€/kg), maar ook bij deze vorm van levering zijn er vaste kosten en zijn de marginale kosten lager dan de gemiddelde kosten.

### *Toekomst*

Verwacht wordt dat de huidige tariefstructuur ook in de toekomst gehanteerd zal worden. Dit brengt met zich mee dat de marginale kosten, ofwel de kosten voor de laatste eenheid CO<sub>2</sub> ook in de toekomst beperkt van omvang of afwezig zullen zijn. Hierdoor zal de CO<sub>2</sub>-besparing in de toekomst bij een ongewijzigde tariefstructuur nauwelijks gestimuleerd worden vanuit de kostenkant. Daartegenover staat dat de kosten voor intensivering zonder verhoging van de capaciteit beperkt van omvang zullen zijn.

### *Kostenstructuur warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie*

Bij de kosten voor warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie zoals aardwarmte en inkoop warmte zijn er ook meer vaste kosten (€/jaar) dan variabele kosten (€/GJ). Dit komt doordat de investering voor dergelijke opties naar verhouding hoog zijn, ten opzichte van de exploitatiekosten. De verwachting is dat dit in de toekomst niet veranderd is. De marginale kosten blijven daardoor lager dan bij het alternatief aardgas, die vooral per eenheid wordt afgerekend.

De warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie worden in de praktijk ingezet in de basislast. In de zomerperiode is de capaciteit van deze warmtebronnen vaak groot genoeg om in de warmtevraag te voorzien. Door de lage marginale kosten voor de warmte zal ook de warmtebesparing in de zomerperiode weinig gestimuleerd worden vanuit de kosten. CO<sub>2</sub>-besparing in de zomerperiode gaat deels samen met warmtebesparing. Door de lage marginale kosten van de warmtevoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie zal de warmtebesparing dan ook weinig indirect effect hebben op CO<sub>2</sub>-besparing in de zomerperiode met de grootste CO<sub>2</sub>-behoefte.

De gewasgroepen zoals overige groente, overige bloemen, overige bloemkwekerij en potplanten bestaan uit zowel extensievere en intensievere gewassen. Binnen deze gewasgroepen zullen in de toekomst meer intensievere en minder extensievere gewassen worden geteeld. Ook zal er meer belichting worden toegepast bij de intensievere gewassen binnen de groepen. Daarom is het verschil in CO<sub>2</sub>-behoefte tussen zonder en met belichting bij deze groepen groter. Dit effect is sterker in het optimistische scenario dan in het pessimistische scenario.



**Tabel 5.5** Prognose CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) per scenario in 2030 (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

Gewas(groep)	2017		Scenario 2030					
	belichting		pessimistisch belichting		gematigd belichting		optimistisch Belichting	
	zonder	met	zonder	met	zonder	met	zonder	met
Tomaat	45	45	40	45	45	50	47	55
Paprika	35	40	30	35	35	40	37	45
Komkommer	40	50	35	45	40	50	42	55
Aubergine	40		35	40	40	45	42	50
Aardbei onder glas	15	30	13	25	15	30	16	32
Aardbei in plastic tunnels	0	0	0	0	0	0	0	0
Overige groenten	15	30	17	30	20	35	21	37
Fruit onder glas	10	20	8	17	10	20	11	21
Uitgangsmateriaal groente	5	20	4	21	5	25	6	26
Roos	40	80	35	75	40	85	42	90
Chrysant	30	40	25	40	30	45	32	47
Gerbera	30	40	25	40	30	45	32	47
Lelie	15	25	13	21	15	25	16	26
Freesia	5	20	4	17	5	20	6	21
Anjer a)	10							
Alstroemeria	15	30	13	25	15	30	16	32
Anthurium	15	30	13	25	15	30	16	32
Lysianthus	25	55	22	50	25	60	26	65
Orchidee	10	25	8	21	10	25	11	26
Amaryllisbollen	10	20	8	17	10	20	11	21
Overige snijbloemen	10	20	8	21	10	25	11	26
Overige bloemkwekerij	5	20	4	21	5	25	6	26
Uitgangsmateriaal sierteelt	5	25	4	26	5	30	6	32
Bloeiende potplanten	15	30	13	30	15	35	16	37
Bladpotplanten	10	20	8	21	10	25	11	26
Perkplanten	5	15	4	13	5	15	6	16
Boomkwekerij en vaste planten	1	0	1	0	1	nvt	1	nvt
<b>Gemiddeld</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>43</b>	<b>24</b>	<b>46</b>
<b>Gemiddeld</b>	<b>28</b>		<b>26</b>		<b>30</b>		<b>34</b>	

a) In 2030 is Anjer toegevoegd aan overige bloemen.

Bij een beperkt deel van de gewas(groepen) verandert de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in alle drie de scenario's weinig ten opzichte van 2017. Bij deze gewassen vindt vorming van assimilaten voor een belangrijk deel plaats bij de teelt van het uitgangsmateriaal en dit vindt in een eerdere teelt en/of buiten de kas plaats (lelie, freesia, tulp en amaryllis) of vooral in de zomer met veel ventilatie (fruit). Hierdoor ligt de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> bij deze gewassen ook op een relatief lager niveau.

In het pessimistische scenario 2030 is de economische groei minder gunstig. Hierdoor is er minder groei van de vraag naar glastuinbouwproducten en zijn de opbrengstprijzen lager. Dit is ongunstig voor de CO<sub>2</sub> spread en ontstaat er een lagere CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep), zowel in de situatie zonder als met belichting. In het optimistische scenario 2030 is het tegengestelde het geval en ontstaat er een hogere CO<sub>2</sub>-behoefte, zowel in de situatie zonder als met belichting. De toename van de fysieke productie door meer CO<sub>2</sub>-dosering kent een afvlakkend patroon ofwel er is sprake van afnemende meeropbrengsten. Hierdoor is de daling van de CO<sub>2</sub>-behoefte in het pessimistische scenario sterker dan de toename van de CO<sub>2</sub>-behoefte in het optimistische scenario (tabel 5.5).

In het optimistische scenario zal de belichting sterker intensiveren waardoor de toename van de CO<sub>2</sub>-behoefte op het areaal met belichting sterker zal zijn. In het pessimistische scenario is het tegengestelde het geval.

Redenerend vanuit de CO<sub>2</sub> spread zal hierdoor de CO<sub>2</sub>-besparing in de toekomst weinig gestimuleerd worden vanuit de kosten. Daartegenover staat dat de kosten voor intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte beperkt van omvang zullen zijn.

#### *CO<sub>2</sub>-behoefte per gewasgroep per scenario 2030*

In 2030 zal er selectiever CO<sub>2</sub> worden gedoseerd. Dit betekent minder CO<sub>2</sub>-dosering bij een ongunstige CO<sub>2</sub> spread en meer CO<sub>2</sub>-dosering bij een gunstige CO<sub>2</sub> spread.

Op basis van het voorgaande is ervan uit gegaan dat in de situatie zonder belichting in het gematigde scenario 2030 er per saldo weinig verschil zal zijn in CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) ten opzichte van de veronderstelde situatie in 2017 (tabel 5.5). De belichting zal intensiveren waardoor de CO<sub>2</sub>-behoefte in de situatie met belichting zal toenemen ten opzichte van 2017.

## 5.4 CO<sub>2</sub>-behoefte sectorniveau 2030

Op basis van de CO<sub>2</sub>-behoefte per gewas(groep) in 2030 in combinatie met de arealen (ha) per gewas(groep) in 2030 is de totale CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau (Mton) in 2030 gekwantificeerd. Het resultaat hiervan is vermeld in tabel 5.6. Het resultaat in het scenario met een gematigde economische ontwikkeling is een CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau van 2,5 Mton. In het pessimistische scenario is dit 1,8 Mton en in het optimistische scenario 3,0 Mton. Het resultaat in het gematigde scenario ligt 0,1 Mton onder de veronderstelde CO<sub>2</sub>-behoefte zonder aardgasverbruik in 2017. In het pessimistische scenario ligt de behoefte er 0,8 Mton onder en in het optimistische scenario 0,4 Mton erboven.

**Tabel 5.6** *Schatting CO<sub>2</sub>-behoefte in 2017 en prognose CO<sub>2</sub>-behoefte per scenario 2030 van de glastuinbouw op sectorniveau en per subsector bij volledige externe voorziening (Mton)*

Subsector	2017	Scenario 2030		
		Pessimistisch	gematigd	optimistisch
Groente en fruit	1,6	1,2	1,5	1,8
Bloemen	0,5	0,4	0,6	0,8
Planten	0,3	0,2	0,3	0,4
Uitgangsmateriaal	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Totaal</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>
<i>Totaal, alleen structureffect</i>		<i>2,0</i>	<i>2,3</i>	<i>2,7</i>

#### *Structureffect*

Ook het resultaat van alleen het structureffect, ofwel de mutaties in het areaal en het aandeel belichting per gewas(groep) is vermeld in tabel 5.6. Dit resultaat wijkt niet veel af van het totaalresultaat. Hierbij valt op dat het resultaat van alleen het structuur-effect in het pessimistische scenario hoger ligt en in het optimistische scenario lager ligt dan het totaalresultaat. Dit komt doordat de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> in het pessimistische scenario lager ligt en in het optimistische scenario hoger ligt dan in het gematigde scenario. Het resultaat van het structureffect betekent dat de verschillen in resultaat tussen de scenario's vooral worden veroorzaakt door het structureffect en minder door het effect van de mutatie van de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas.

## 5.5 Globale CO<sub>2</sub>-behoefte per regio 2030

In deze paragraaf zijn de globale resultaten per regio behandeld. Uitgegaan is van het areaal glastuinbouw in 2017 per gewas(groep) per regio. Voor het toekomstig areaal (2030) per regio is de prognose van het toekomstig nationaal areaal per gewas(groep) proportioneel verdeeld over de regio's op basis van de verdeling van het areaal per gewasgroep in 2017. Voor de CO<sub>2</sub>-behoefte per

gewas(groep) (kg/m<sup>2</sup>) in 2030 is per scenario hetzelfde aangehouden als voor de landelijke prognose (paragraaf 5.4.3).

In werkelijkheid kan de ontwikkeling van het areaal per gewas(groep) per regio afwijken van de landelijke ontwikkeling. Dit geldt in mindere mate ook voor de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> per gewas(groep). Het resultaat van de regionale prognose van de CO<sub>2</sub>-behoefte dient daardoor te worden gezien als een globale indicatie. Een nadere uiteenzetting van de regio-indeling is opgenomen in bijlage 4.

Uit tabel 5.7 blijkt dat de grootste CO<sub>2</sub>-behoefte (circa 56%) zich globaal bevindt in de regio A (Zuid-Holland en zuidelijk Noord-Holland). Dit gaat samen met het grote aandeel in het nationaal areaal glastuinbouw dat in deze regio is gevestigd. Deze regio komt grotendeels overeen met het huidige leveringsgebied van CO<sub>2</sub> afkomstig van OCAP. De overige regio's kennen een substantieel lagere absolute CO<sub>2</sub>-behoefte. Bij de overige regio's zit de grootste CO<sub>2</sub>-behoefte in regio D (Noord-Brabant-Oost en Limburg) en in regio C (Noord-Brabant-West en Zeeland). Daarna volgt de regio's E (Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel en Flevoland), 2 (Noord-Holland noord) en F (Gelderland en Utrecht).

De absolute CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw bevindt zich dus vooral in en om de Randstad. Bovendien is in de overige regio's de glastuinbouw meer verspreid gevestigd en is de CO<sub>2</sub>-behoefte dus minder gebundeld.



**Figuur 5.2** Regionale indeling Nederland voor prognose globale CO<sub>2</sub>-behoefte glastuinbouw per regio

**Tabel 5.7** Globale prognose CO<sub>2</sub>-behoefte 2030 per regio en per scenario a)

Regio	2017 b)	Scenario's 2030						
		Pessimistisch			Gematigd		Optimistisch	
		areaal	areaal	CO <sub>2</sub> - behoefte	areaal	CO <sub>2</sub> - behoefte	areaal	CO <sub>2</sub> - behoefte
		(ha)	(ha)	(Mton)	(ha)	(Mton)	(ha)	(Mton)
<b>A</b>	Zuid-Holland en zuidelijk Noord-Holland	4.722	3.647	1,0	4.250	1,4	4.754	1,7
<b>B</b>	Noord-Holland noord	685	510	0,1	590	0,2	664	0,2
<b>C</b>	West Noord-Brabant en Zeeland	1.117	837	0,2	989	0,3	1.110	0,3
<b>D</b>	Oost Noord-Brabant en Limburg	1.230	926	0,2	1.074	0,3	1.199	0,4
<b>E</b>	Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel en Flevoland	787	603	0,2	695	0,2	772	0,2
<b>F</b>	Gelderland en Utrecht	539	422	0,1	497	0,1	556	0,2
<b>Totaal</b>		<b>9.080</b>	<b>6.945</b>	<b>1,8</b>	<b>8.095</b>	<b>2,5</b>	<b>9.055</b>	<b>3,0</b>

a) Voor het areaal in 2030 per regio is het nationaal areaal per gewas(groep) in 2030 proportioneel verdeeld over de regio's op basis van de verdeling van het areaal per gewas(groep) in 2017.

b) Bron CBS Landbouwtelling.

---

## 6 Reflectie op prognoses

### *Inleiding*

De maatschappij en de glastuinbouw staan voor een grote uitdaging om de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren. Dit kan via twee hoofdlijnen: energiebesparing (vraagreductie) en het gebruik van energievoorzieningsopties zonder CO<sub>2</sub>-emissie. Een energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie brengt geen CO<sub>2</sub> voorziening voor de gewassen met zich mee terwijl dit wel essentieel is voor de teelt in de kassen. Parallel aan het realiseren van een energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie dient voor de glastuinbouw dus ook een alternatieve CO<sub>2</sub>-voorziening gerealiseerd te worden. Door de CO<sub>2</sub>-voorziening te ontkoppelen van de energievoorziening kan tevens selectiever verwarmd worden en dit draagt bij aan energiebesparing.

### *Motieven ondernemers*

Bij de motieven voor het huidige gebruik van externe CO<sub>2</sub> spelen naast de energievoorziening zonder CO<sub>2</sub>-emissie en 'vermeden zomerstook' ook twee andere motieven een rol (Smit, 2011). Ten eerste is dat de risicobeheersing in de teelt. Doordat er in de winterperiode in de kassen minder wordt geventileerd, kunnen schadelijke stoffen die ontstaan bij de verbranding van aardgas zich ophopen en kan er gewasschade optreden. Hierdoor ontstaat er behoefte aan schonere 'zuivere CO<sub>2</sub>' in plaats van rookgas-CO<sub>2</sub>. Daarnaast zijn er ondernemers die jaarrond een nultolerantie ten aanzien van onzuiverheden in de kaslucht door het doseren van CO<sub>2</sub> hanteren. Voor hen is productkwaliteit en leveringszekerheid van het grootste belang. Ten tweede kan er door intensivering van de CO<sub>2</sub>-dosering extra productie worden gerealiseerd. In perioden met hogere opbrengstprijzen voor de geteelde producten, bijvoorbeeld voorafgaand aan feestdagen, kan de extra productie bedrijfseconomisch voordeel opleveren.

### *CO<sub>2</sub>-behoefte 2030*

De CO<sub>2</sub>-behoefte op sectorniveau voor de veronderstelde situatie met een volledige externe CO<sub>2</sub>-voorziening in 2030 loopt uiteen van 1,8 in het pessimistische scenario tot 3,0 Mton in het optimistische scenario. Dit is lager dan de huidige situatie waarbij vooral gebruik wordt gemaakt van rookgasen uit wkk's en ketels en het CO<sub>2</sub>-aanbod in de glastuinbouw groot is. Het verschil tussen de scenario's komt vooral door de omvang van het totaalareaal in 2030. In alle 3 de scenario's wordt er CO<sub>2</sub> bespaard en intensiveert de CO<sub>2</sub>-behoefte. In het pessimistische scenario is de besparing groter dan de intensivering en in het optimistische scenario is het tegengestelde het geval. Hierdoor is de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas in het pessimistische scenario kleiner (26 kg/m<sup>2</sup>) en in het optimistische scenario groter (32 kg/m<sup>2</sup>) dan in 2017 (28 kg/m<sup>2</sup>).

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

In een eerder onderzoek is de CO<sub>2</sub>-emissie van de glastuinbouw in 2030 geprognostiseerd op basis van overeenkomstige scenario's. Hieruit bleek een CO<sub>2</sub>-emissie die uiteenloopt van 2,7 tot 3,3 Mton. Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-behoefte op een niveau ligt dat 67 tot 91% bedraagt van de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-emissie in 2030. Als de CO<sub>2</sub>-emissie na 2030 verder wordt gereduceerd dan kan de CO<sub>2</sub>-behoefte boven de CO<sub>2</sub>-emissie komen te liggen.

### *Vervolg vragen*

Met de verkregen inzichten rijzen onder meer de volgende vragen: Hoe zeker is de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte? Welke bronnen zijn er voor de CO<sub>2</sub>-voorziening? Hoe is de behoefte verdeeld over het jaar? Hoe over de etmalen? Wat is de benodigde capaciteit? Welke invloed heeft nieuwe kennis van markt en van plantfysiologie? Welke invloed hebben de CO<sub>2</sub>-kosten en de tariefstructuur? Hoe zit het regionaal met deze vragen? Welke relaties zijn er te leggen met CO<sub>2</sub>-doelen van andere sectoren? Welke invloed gaat uit van betrokken partijen (glastuinders, dienstverlening, toelevering, projectontwikkelaars en overheden) bij de toekomstige externe CO<sub>2</sub>-voorziening?

---

### *Gevoeligheden prognose CO<sub>2</sub>-behoefte*

Toekomstprognoses zijn omgeven met onzekerheden. De gevoeligheden van het resultaat van de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte zitten bij het toekomstig areaal glastuinbouw en bij de besparing en de intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte. Wijkt het toekomstig areaal 500 ha af van de prognose, dan geeft dit, afhankelijk van het scenario, een wijziging in de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte van 5 tot 7%. Wijkt de gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas, 1 kg af van de prognose dan geeft dit, afhankelijk van het scenario een wijziging in de toekomstige CO<sub>2</sub>-behoefte van 3 tot 4%. Bij een afwijking van 5 kg per m<sup>2</sup> is dit 16 tot 19%.

De variabelen areaal en CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas zijn niet eenvoudig te prognostiseren. Wat wel duidelijk is dat deze variabelen samenhangen met de economische groei en het scenario dat daarbij hoort. De achterliggende factoren bij de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> zijn intensivering, extensivering en besparing. Alle drie zullen met zekerheid optreden waarbij vooral de effecten van intensivering en de besparing belangrijk zijn. Het kwantitatieve effect van beiden is vooral afhankelijk van de marginale opbrengsten van de glastuinbouwproducten door CO<sub>2</sub>-dosering en de marginale kosten van de externe CO<sub>2</sub>. Zoals bij de wkk de spark spread van belang is, is dat bij CO<sub>2</sub>-doseren de CO<sub>2</sub> spread. Extensivering zal geen grote invloed hebben.

### *CO<sub>2</sub> spread*

Bij de CO<sub>2</sub> spread gaat het niet om de gemiddelde kosten van de CO<sub>2</sub>-voorziening (€/kg) maar is de tariefstructuur is bepalend. De tariefstructuur bestaat voor het grootste deel uit vaste kosten (€/jaar) en de variabele kosten (€/kg) zijn beperkt. De vaste kosten hangen samen met de gecontracteerde capaciteit. Zonder vergroting van de capaciteit brengt de tariefstructuur geen of lage marginale kosten voor externe CO<sub>2</sub> met zich mee en dit resulteert in een gunstige CO<sub>2</sub> spread. Een gunstige CO<sub>2</sub> spread stimuleert de intensivering en remt de besparing en resulteert per saldo in een grotere CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup>.

Voor het realiseren van CO<sub>2</sub>-besparing is daarom het ontwikkelen van een tariefstructuur voor inkoop van externe CO<sub>2</sub> met minder vaste kosten en meer variabele c.q. hogere marginale kosten van belang. Dit geldt indirect via warmtebesparing ook voor de tariefstructuur voor warmte-inkoop.

### *Concretisering mogelijke besparing CO<sub>2</sub>-behoefte*

Rond de mogelijkheden van CO<sub>2</sub> besparing maar ook van intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte bestaan vele vragen. Daardoor is kennisontwikkeling over deze materie van groot belang. Dit geldt ook voor de toepassing van bestaande en nieuwe kennis over deze materie. Hierbij is het belangrijk dat de kennisontwikkeling resulteert in concrete mogelijkheden die door ondernemers opgepakt en doorontwikkeld kunnen worden. Hiervoor zou het boek over de basisprincipes van HNT kunnen worden uitgebreid met basisprincipes van CO<sub>2</sub>-dosering.

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

Bij de CO<sub>2</sub>-voorziening gaat het om de vraag hoe in de benodigde CO<sub>2</sub> zou kunnen worden voorzien. Dit valt buiten de scope van dit onderzoek. Wel is duidelijk geworden waar de CO<sub>2</sub>-behoefte zich globaal binnen Nederland bevindt. De CO<sub>2</sub>-behoefte zit vooral in en om de Randstad; daar is immers de meeste glastuinbouw gevestigd. Ook is de CO<sub>2</sub>-behoefte hier het meest geconcentreerd. In deze regio bevindt zich relatief meer industrie en afvalverwerking die CO<sub>2</sub> als afvalproduct kunnen hebben. In de andere regio's zit minder CO<sub>2</sub>-behoefte en is de behoefte meer verspreid. In deze regio's zijn er meer mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-voorziening vanuit organisch materiaal zoals hout, mest, bio-gewassen, enzovoort. Bij de CO<sub>2</sub>-voorziening is ook inzicht het afnamepatroon gedurende het jaar en per etmaal, de benodigde capaciteit (kg/uur) en de leveringszekerheid van belang.

---

## 7 Conclusie en aanbevelingen

### *Conclusies*

- De geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte van de glastuinbouw op sectorniveau in 2030 loopt in de drie afzonderlijke scenario's sterk uiteen. In het optimistische scenario bedraagt de CO<sub>2</sub>-behoefte 3,0, in het gematigde scenario 2,5 en in het pessimistische scenario 1,8 Mton. Hierbij is gerekend vanuit de behoefte vanuit de gewassen en is rekening gehouden met de kosten voor een alternatieve CO<sub>2</sub>-voorziening.
- De gemiddelde CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas bedraagt in de prognose 2030 in het optimistische scenario 34, in het gematigde scenario 30 en behoefte in het pessimistische scenario 26 kg.
- Zowel de absolute CO<sub>2</sub>-behoefte als de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> is in het optimistische scenario het grootst. Bij de absolute behoefte komt dat vooral door het verschil in areaal tussen de scenario's. Bij de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> komt dat doordat in het optimistische scenario de intensivering van de CO<sub>2</sub>-behoefte groter is dan de besparing plus extensivering. In het pessimistische scenario is het tegenovergestelde het geval.
- De schatting van de CO<sub>2</sub>-behoefte in de veronderstelde situatie zonder aardgas op sectorniveau in 2017 bedraagt 2,6 Mton en per m<sup>2</sup> 28 kg. Het verschil op sectorniveau tussen 2017 en 2030 wordt vooral veroorzaakt door het structureffect c.q. de mutaties in areaal per gewas(groep) en aandeel belichting en minder door het effect van de mutatie in de CO<sub>2</sub>-behoefte per m<sup>2</sup> kas.
- De geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-behoefte in 2030 ligt op een niveau van 67 tot 91% van de geprognostiseerde CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 op basis van overeenkomstige scenario's.
- De absolute CO<sub>2</sub>-behoefte van de Nederlandse glastuinbouw zit voor meer dan de helft in en om de Randstad; daar is immers de meeste glastuinbouw gevestigd. Ook is daar de CO<sub>2</sub>-behoefte het meest geconcentreerd. In de andere regio's is de absolute CO<sub>2</sub>-behoefte kleiner en is deze meer verspreid.

### *Aanbevelingen*

- Voor meer inzicht in de mogelijkheden van besparing op de CO<sub>2</sub>-behoefte is kennisontwikkeling over de relatie tussen CO<sub>2</sub>-dosering en de productie en de relatie tussen de productie en de opbrengstprijzen, beiden gedurende het jaar, nodig. Bij de CO<sub>2</sub>-behoefte gaat het om zowel de hoeveelheid CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>.jaar) als de capaciteit (kg/ha.uur).
- Voor het realiseren van CO<sub>2</sub>-besparing is de ontwikkeling van een tariefstructuur met minder vaste kosten en meer variabele c.q. hogere marginale kosten van belang. Dit geldt indirect via warmtebesparing ook voor de tariefstructuur voor warmte-inkoop.
- Naast de CO<sub>2</sub>-behoefte is ook inzicht nodig in de mogelijke CO<sub>2</sub>-voorziening van de glastuinbouw. Hierbij is inzicht in het behoeft patroon gedurende het jaar en per etmaal, de benodigde capaciteit en de leveringszekerheid van belang.

---

# Literatuur en websites

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>-sturing in de glastuinbouw, dd. 6 juli 2017.

Buurma, J.S. en P.X. Smit, *Voersporen van IRE-schermen. Wegwijzer naar een versnelde praktijkintroduktie van Het Nieuwe Telen*. Rapport 2014-022. LEI Wageningen UR, Den Haag, 2014.

Buurma, J.S., P.J. Beers en P.X. Smit, *Sociale dynamiek in Het Nieuwe Telen; Aanknopingspunten voor opschaling naar 2000 ha in 2020*. Rapport 2015-051. LEI Wageningen UR, Den Haag, 2015.

Geelen, P.A.M., J.O. Voogt en P.A. van Weel, *De basisprincipes van Het Nieuwe Telen*, LTO Glaskracht Nederland, Bleiswijk, 2015.

Gelder, A. de, M. Warmenhoven, A. Dieleman, P. Klapwijk en P. van Baar Voogt, *CO<sub>2</sub> niet meer dan genoeg; Teelt van Tomaat in 2012 bij Improvement Centre met lichtafhankelijk doseren van CO<sub>2</sub>*. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen, 2014.

*Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020*, Den Haag, 2014.

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, *CO<sub>2</sub> in de glastuinbouw*, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer/Naaldwijk, 1999.

Sluis, B.J. van der, A.A. Rijdsijk, G.P.A. van Holsteijn en N.J.A. van der Velden, *Het gebruik van energieschermen bij tomaat*. LEI-DLO, Publicatie 4.138, 1995.

Smit, P, *OCAP-CO<sub>2</sub> en verduurzaming van energiegebruik van glastuinbouwbedrijven*. LEI-Rapport 2011-083. LEI WageningenUR, Wageningen, 2011.

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

Velden, N.J.A. van der, P.X. Smit en J.S. Buurma, *Prognose CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030*. Rapport 2018-0562. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2018.

Velden, N.J.A. van der en P. Smit, *Energiemonitor van de Nederlandse Glastuinbouw 2017*. Rapport 2018-099. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2018.

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit, *Protocol Energiemonitor Glastuinbouw; Versie tot en met 20176*. Nota 2018- 109b. Wageningen Economic Research, Wageningen, 2018.

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



# Bijlage 1 Indeling en areaal gewasgroepen in 2017

Gewas(groep)	Areaal (ha)
Tomaat	1.739
Paprika	1.319
Komkommer	580
Aubergine	103
Aardbei onder glas	325
Aardbei in plastic tunnels	70
Overige groenten	354
Fruit onder glas	95
Uitgangsmateriaal groente	501
Roos	228
Chrysant	334
Gerbera	167
Lelie	136
Freesia	66
Anjer	11
Alstroemeria	39
Anthurium	46
Lysianthus	33
Orchidee	131
Amaryllisbollen	22
Overige snijbloemen	501
Overige bloemkwekerij	101
Uitgangsmateriaal sierteelt	149
Bloeiende potplanten	950
Bladpotplanten	367
Perkplanten	312
Boomkwekerij en vaste planten	401
<b>Totaal groente en fruit</b>	<b>4.585</b>
<b>Totaal bloemen</b>	<b>1.815</b>
<b>Totaal planten</b>	<b>2.030</b>
<b>Totaal uitgangsmateriaal</b>	<b>650</b>
<b>Totaal glastuinbouw</b>	<b>9.080</b>

Bron: LBT.

## Bijlage 2 Geraadpleegde bedrijven en organisaties met ervaringsdeskundigen

Bedrijf/Organisatie	Expertise
Afzetorganisaties	Opbrengstprijzen glastuinbouwproducten
Glastuinbouw Nederland, Kas als Energiebron	Externe CO <sub>2</sub>
Glastuinbouw Nederland, Kas als Energiebron	Externe warmte- en CO <sub>2</sub> -projecten
Glastuinbouw Nederland, Kas als Energiebron	Energie- en CO <sub>2</sub> -besparing
Ministerie van LNV, Kas als Energiebron	Kas als Energiebron; energie- en CO <sub>2</sub> -besparing
Hoogendoorn	Kasklimaat/energie- en CO <sub>2</sub> -besparing
WUR glastuinbouw	Kasklimaat/energie- en CO <sub>2</sub> -besparing
Ludvig Svensson	Energieschermen
Enova	Energie- en CO <sub>2</sub> -inkoop en besparing
Installateurs	CO <sub>2</sub> -capaciteit
Ondernemersgroep OCAP	CO <sub>2</sub> -dosering gewas specifiek
Diverse glastuinbouwadviseurs	CO <sub>2</sub> -dosering gewas specifiek
Diverse glastuinbouwondernemers	CO <sub>2</sub> -dosering gewas specifiek

---

## Bijlage 3 Beschikbare data per bedrijf klantanalyse

- Inkoop CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)
- Capaciteit CO<sub>2</sub>-levering (kg/ha.uur)
- Gebruik wkk (ja/nee)
- Gebruik rookgasreiniger in combinatie met wkk (ja/nee)
- Gewas(groep)
- Inkoop restwarmte (GJ/m<sup>2</sup>)
- Gebruik duurzame warmte (GJ/m<sup>2</sup>)

---

## Bijlage 4 Keuze regio's

In deze bijlage is de regionale indeling van Nederland voor de prognose van de CO<sub>2</sub>-behoefte uiteengezet. Het betreft 6 regio's.

*A. Zuid-Holland het zuidelijke deel van Noord-Holland tot Noordzeekanaal*

Alle gemeentes in de provincie Zuid-Holland en Noord-Holland, ten zuiden van het Noordzeekanaal. De gemeentes Amsterdam en Velsen liggen deels boven dit kanaal en tellen mee in regio A.

*B. Noord-Holland noord; boven Noordzeekanaal*

Alle gemeentes in de provincie Noord-Holland, boven het Noordzeekanaal. De gemeentes Amsterdam en Velsen liggen deels boven dit kanaal en tellen niet mee in regio B.

*C. Nederland Zuidwest; west Noord-Brabant en Zeeland*

Alle gemeentes in de provincie Zeeland en Noord-Brabant ten westen van Eindhoven.

*D. Nederland Zuidoost; oostelijk Noord-Brabant en Limburg*

Alle gemeentes in de provincie Limburg en in Noord-Brabant ten oosten, noorden en zuiden van en inclusief Eindhoven.

*E. Nederland Noordoost; Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel en Flevoland*

Alle gemeentes in de provincies Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel, Flevoland

*F. Nederland midden; Utrecht en Gelderland*

Alle gemeentes in de provincies Utrecht en Gelderland



---

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  
2019-074

---

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





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



---

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

Rapport 2019-074  
ISBN 978-94-6395-009-1

---

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.

