# Scenario’s voor het energiegebruik van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw

Pepijn Smit en Volkert Beekman

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

# Scenario’s voor het energiegebruik van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw

Pepijn Smit en Volkert Beekman

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Social & Economic Research in opdracht van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur binnen het kader van Beleidsondersteunend Onderzoek.

Wageningen Social & Economic Research
Wageningen, februari 2025

RAPPORT
2025-049

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Pepijn Smit en Volkert Beekman, 2025. *Scenario's voor het energiegebruik van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw.* Wageningen, Wageningen Social & Economic Research, Rapport 2025-049.
42 blz.; 16 fig.; 4 tab.; 11 ref.

Vier scenario's voor het energiegebruik van klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw geven een uiteenlopend beeld. Het areaal glastuinbouw in de scenario's voor 2040 wordt verwacht te dalen. De energievraag is in 2040 naar verwachting lager en per scenario verschilt de elektriciteitsvraag. De energievoorziening in de verschillende scenario's 2040 verschuift van de actuele situatie met hoofdzakelijk aardgas naar geothermie, warmtepompen en inkoop elektriciteit. Om het restemissiedoel 2030 te halen blijft verlaging van de warmtevraag belangrijk en is versnellen van fossielvrije voorziening nodig. Voor bereiken de doelen en ambities voor de energietransitie en vitaliteit van de glastuinbouwsector zijn, met besef van onzekerheden en uitdagingen, sectoromvang, marktwaardering en maatschappelijk draagvlak belangrijk.

Four scenarios for the energy use of climate-neutral Dutch greenhouse horticulture provide diverse pictures. The area of greenhouse horticulture in the scenarios for 2040 is expected to decrease. The energy demand in 2040 is expected to be lower and the electricity demand differs per scenario. The energy supply in the various scenarios for 2040 shifts from the current situation with mainly natural gas to geothermal energy, heat pumps and electricity purchase. Towards the residual emission target 2030, reducing heat demand remains important and accelerating fossil-free supply is necessary. For the goals and ambitions for the energy transition and the vitality of the greenhouse horticulture sector, an awareness of uncertainties and challenges is important, as well as the sector's area size, market appreciation and social support.

Trefwoorden: Glastuinbouw, energie, scenario's, broeikasgasemissies, warmte, elektriciteit, $CO_2$

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/687471 of op www.wur.nl/social-and-economic-research (onder Wageningen Social & Economic Research publicaties).

© 2025 Wageningen Social & Economic Research
Postbus 88, 6700 AB Wageningen, T 0317 48 48 88, E info.wser@wur.nl, www.wur.nl/social-and-economic-research. Wageningen Social & Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

© Wageningen Social & Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2025
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 Social & 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 Social & Economic Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Wageningen Social & Economic Research Rapport 2025-049 | Projectcode 2282200778

Foto omslag: Shutterstock, Visual figuur 2.12: Ontwerpwerk (voor Kas als Energiebron)

# Inhoud


**Woord vooraf** **5**

**Samenvatting** **6**

S.1 Vier scenario's voor het energiegebruik van klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw geven uiteenlopend beeld 6
S.2 Besef van onzekerheden en uitdagingen 7
S.3 Raming, scenariostudie en deskundigen 8

**Summary** **9**

S.1 Four scenarios for the energy use of climate-neutral Dutch greenhouse horticulture provide diverse pictures 9
S.2 Awareness of uncertainties and challenges 10
S.3 Estimation, scenario-study and experts 11

**1 Scenario's energiegebruik glastuinbouw voor acties richting doel en ambitie convenant** **12**

1.1 Met scenario's komt koers richting doel en ambitie in beeld 12
1.2 Hoofdvraag beantwoord via vier deelvragen 12
1.3 Werkwijze op basis van gedeeld uitgangspunt, twee bepalende factoren, drijvende krachten en uitwerking voor de glastuinbouw 13
1.3.1 Uitgangspunt en twee bepalende factoren voor 2040 13
1.3.2 Drijvende krachten naar 2040 13
1.3.3 Uitwerking voor de Nederlandse glastuinbouw in vier scenario's 14
1.3.4 Sectorareaal, energiegebruik en energievoorziening voor de vier scenario's 14
1.3.5 Reflectie 15

**2 Vier scenario's voor het energiegebruik van klimaatneutrale glastuinbouw in 2040** **16**

2.1 Twee bepalende factoren, drijvende krachten en doorwerking geven elk van de vier scenario's eigen kenmerken 16
2.2 Vier scenario's voor een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040 18
2.2.1 Scenario 1: Waarde 18
2.2.2 Scenario 2: Kwaliteit 18
2.2.3 Scenario 3: Kosten 18
2.2.4 Scenario 4: Efficiëntie 18
2.3 Sectorareaal, energiegebruik en energievoorziening van klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw 2040 voor vier scenario's 20
2.3.1 Sectorareaal voor vier scenario's voor 2040: daling verwacht 20
2.3.2 Energievraag voor vier scenario's voor 2040: verschuiving verwacht 21
2.3.3 Energievoorzieningen voor vier scenario's voor 2040: Aardgas vervangen door diverse alternatieven 23
2.3.4 Synthese: Samenhang scenario, areaal, energievraag en energievoorziening 25
2.4 Stappen naar klimaatneutrale energievoorziening in 2040 28
2.4.1 Positionering 2040 ten opzichte van actuele situatie 2023: grote opgaven 28
2.4.2 Positionering vier scenario's 2040 ten opzichte van 2030: vraagreductie niet genoeg 28

**3 Reflectie** **30**

3.1 Terugkoppeling geïnterviewden op scenario's voor 2040 30
3.1.1 Terugkoppeling op werkwijze en deelonderwerpen 30
3.1.2 Historische ontwikkeling en toekomstige ontwikkelingen 31
3.1.3 Positie wkk richting 2040 verdient aandacht 32
3.2 Energietransitie van vitale Nederlandse glastuinbouw 32

**4 Conclusies en aanbevelingen** **34**

4.1 Conclusies 34
4.2 Aanbevelingen 35

**Bronnen en literatuur** **36**

**Bijlage 1 Beschrijving scenario's** **37**

**Bijlage 2 Tabel areaal, energievraag, energievoorziening** **41**

# Woord vooraf

Voor de Nederlandse glastuinbouw is energie één van de belangrijke productiemiddelen. Een toekomstbestendige energievoorziening is met het oog op klimaatuitdagingen en maatschappelijke acceptatie, evenals klantgerichte productie en kostenbeheersing, voor de sector erg belangrijk.

De partijen van het *Convenant Energietransitie glastuinbouw 2022-2030* krijgen inzicht in het historisch verloop van de energietransitie onder andere door de *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw*.

Het verkrijgen van inzicht in de toekomst is ook voorzien in het convenant. Vanwege de diversiteit binnen de sector, de complexiteit van bedrijfsprocessen, onzekerheden van de energiemarkten en uitwerkingen van nieuw beleid is voor het verkrijgen van inzicht in de toekomst gekozen voor een scenariostudie.

Deze scenariostudie heeft vier onderscheidende mogelijke scenario's omschreven en hierbij kwalitatieve en kwantitatieve inzichten opgeleverd van de ontwikkeling naar een klimaatneutrale glastuinbouw in Nederland in 2040.

Voor de groei naar een klimaatneutrale en economisch rendabele Nederlandse glastuinbouw zijn verlaging van de energievraag, vervanging van fossiele bronnen, verdienperspectief en maatschappelijk draagvlak essentieel.

Wij vertrouwen erop dat deze inzichten de convenantpartners en iedereen betrokken bij de energietransitie van de Nederlandse glastuinbouw kunnen inspireren bij hun aanpak van de uitdagingen, zowel waar dit sectorbreed relevant is, als waar maatwerk nodig is door kenmerken van bedrijfstypen of regio's. De vraaggesprekken die wij in het kader van dit onderzoek hebben gehad met twintig professionals (telers, toeleveranciers, dienstverleners en beleidsmakers) hebben ons inspiratie gegeven bij het vormgeven van de scenario's.

Deze studie is uitgevoerd door Pepijn Smit en Volkert Beekman in opdracht van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. De begeleidingsgroep bestond uit Jolanda Mourits (Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur), Fabrice van Hoof (Ministerie van Financiën), Bert Wilbrink (Ministerie van Klimaat en Groene Groei), Rutger Lommerse (Greenports Nederland) en Piet Broekharst (Glastuinbouw Nederland).

ir. O. (Olaf) Hietbrink
Instituutsmanager Agricultural Policy and Data Management
Wageningen Social & Economic Research
Wageningen University & Research

# Samenvatting

## S.1 Vier scenario's voor het energiegebruik van klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw geven uiteenlopend beeld

Voor de Nederlandse glastuinbouw zijn in dit onderzoek vier scenario's uitgewerkt waarbij de sector in 2040 met haar energievoorziening zelf geen broeikasgasemissies uitstoot. De scenario's geven uitwerking aan de structuur (areaalsamenstelling) van de glastuinbouwsector, de energievraag en de energievoorziening bij het uitgangspunt dat de energievoorziening klimaatneutraal is en condities van maatschappelijk draagvlak en marktwaardering verschillen.

1. Scenario 1 'Waarde': Meer maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie en hogere marktwaardering voor (duurzame) glastuinbouwproducten. Hoger voorzieningenniveau, productie en afzet tuinbouwcomplex, ook voorbij de grenzen van Europa.
2. Scenario 2 'Kwaliteit': Minder maatschappelijk draagvlak en hogere marktwaardering. Hoger voorzieningenniveau, tuinbouwcomplex met productie en afzet geconcentreerd op Noordwest-Europa.
3. Scenario 3 'Kosten': Minder maatschappelijk draagvlak en lagere marktwaardering. Lager voorzieningenniveau, tuinbouwcomplex met productie en afzet geconcentreerd op Noordwest-Europa.
4. Scenario 4 'Efficiëntie': Meer maatschappelijk draagvlak en lagere marktwaardering. Lager voorzieningenniveau, productie en afzet tuinbouwcomplex, ook voorbij de grenzen van Europa.

*Areaal glastuinbouw in de verschillende scenario's voor 2040: daling verwacht, verschillen tussen scenario's*
In elk van de scenario's voor 2040 daalt het totale areaal van de glastuinbouw in Nederland. In scenario Waarde is de daling relatief beperkt (-5%), in scenario Kosten is de daling fors (-40%). De scenario's Kwaliteit (-20%) en Efficiëntie (-25%) zitten hier tussenin. Achter deze schattingen zitten vooral het bedrijfsperspectief van de glastuinbouw en de druk op ruimte vanuit andere sectoren.

*Energievraag glastuinbouw in de verschillende scenario's voor 2040: verlaging warmtevraag, verschillen in elektriciteitsvraag*
In elk van de scenario's voor 2040 daalt de warmtevraag per $m^2$ van de glastuinbouw. In scenario's Waarde en Kwaliteit is de daling ongeveer 30%, in scenario's Kosten en Efficiëntie is de daling ongeveer 40%. Achter deze schattingen zitten vooral verschillen in productie-intensiteit. Als aggregatie van de verschillen in warmtevraag per $m^2$ en verschillen in het geschatte areaal per scenario varieert de totale warmtevraag in de scenario's van 22 PJ tot 41 PJ.

In de scenario's Waarde en Kwaliteit stijgt de elektriciteitsvraag per $m^2$ met ongeveer 15%, vooral door marktgerichte teelt en belichting in combinatie met elektrificeren van de energievoorziening. In scenario's Kosten en Efficiëntie daalt de elektriciteitsvraag per $m^2$ met ongeveer 15%. Hierbij is het effect van krimp van de belichte teelt groter dan het effect van het elektrificeren van de energievoorziening. Als aggregatie van verschillen in de elektriciteitsvraag per $m^2$ en verschillen in het geschatte areaal per scenario, varieert de totale elektriciteitsvraag van de scenario's van 3,3 TWh tot 7,2 TWh.

*Energievoorziening glastuinbouw in de verschillende scenario's voor 2040: warmtenetwerken, warmtepompen en inkoop elektriciteit*
Vanuit het uitgangspunt van klimaatneutrale glastuinbouw in 2040 wordt in geen van scenario's nog fossiele energie (waaronder aardgas) gebruikt. In elk van de scenario's wordt de warmtevraag vanuit geothermie, inkoop warmte van buiten de sector en warmtepompen voorzien. In de scenario's Waarde en Efficiëntie is het aandeel warmte-inkoop van buiten de sector hoger dan het aandeel warmtepomp, omdat hierin energienetwerken meer uitgebreid beschikbaar komen. In de scenario's Kwaliteit en Kosten is het aandeel warmtepomp hoger dan het aandeel inkoop van buiten de sector, omdat hierin energienetwerken minder beschikbaar zijn en de warmtevraag meer op locatie voorzien moet worden.

Voor elk van de scenario's geldt dat inkoop van elektriciteit uit het openbaar net veruit de belangrijkste bron wordt en naast relatief beperkte hoeveelheden zon-PV, waterstof en biobrandstoffen.

***Figuur S.1*** *Vier mogelijke scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040 met klimaatneutrale energievoorziening en hun kenmerken voor het energiegebruik (sectorareaal, energievraag en energievoorziening)*

## S.2 Besef van onzekerheden en uitdagingen

*Feedback van de geraadpleegde deskundigen op de scenario's: ondanks complexiteit en onzekerheid bruikbaar en consistent*

Met het besef dat er talloze toekomstscenario's mogelijk zijn, zijn de vier voor deze studie ontwikkelde scenario's vanuit de geraadpleegde deskundigen als bruikbaar en consistent beoordeeld. Dat de toekomst onzeker is en er nog veel vragen zijn, is bij de vraaggesprekken bevestigd. Zorgen leven er vooral over de ontwikkeling van bedrijven en de sectorstructuur, uitwerking van recent energiebeleid, realisatie van energienetwerken, flexibiliteit van de voorzieningen en de internationale markt voor tuinbouwproducten.

*Ontwikkeling naar restemissiedoel 2030: verlaging warmtevraag belangrijk, versnellen fossielvrije voorziening nodig*

Een schatting op basis van de warmtevraag in het verleden en de vier scenario's met lineaire extrapolatie heeft opgeleverd dat de beoogde daling van de warmtevraag in belangrijke mate bijdraagt aan het behalen van het restemissiedoel 2030 van het convenant. Het is echter niet voldoende. Naar 2030 zullen ook meer fossiele energievoorzieningen vervangen moeten worden ten gunste van energievoorzieningen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw (zoals geothermie en warmte van derden).

*Energietransitie en vitaliteit van de sector: omvang, marktwaardering en maatschappelijk draagvlak belangrijk*
In het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2024-2030* wordt de ambitie uitgesproken van een klimaatneutrale en economisch rendabele Nederlandse glastuinbouw in 2040. Of de glastuinbouwsector in deze scenario's ook economisch rendabel of vitaal kan zijn, is de vraag. Het Waarde-scenario lijkt de beste papieren te hebben, met maatschappelijk draagvlak, marktwaardering en een beperkte daling van het areaal. Voor het scenario Kosten, met een beperkt maatschappelijk draagvlak, lagere marktwaardering en fors minder areaal, is de kans van een economisch rendabele en vitale glastuinbouw veel kleiner. De noodzaak voor reductie van de energievraag en vervanging van fossiele energiebronnen in de glastuinbouw staat, maar daarmee is de vraag hoe een klimaatneutrale en economische rendabele glastuinbouw in 2040 ook gerealiseerd kan worden bij eventueel lagere marktwaardering, minder maatschappelijk draagvlak en kleiner areaal.

Omdat veel externe factoren niet door de glastuinbouw beïnvloed kunnen worden, is het voor de sector belangrijk zoveel mogelijk maatschappelijk draagvlak en marktwaardering te genereren en met hun partners bij de transitie (waaronder overheden) zoveel mogelijk voorwaarden te scheppen om energievraag te verlagen en fossiele energievoorzieningen te vervangen.

## S.3 Raming, scenariostudie en deskundigen

Inzicht in het toekomstig energiegebruik op sectorniveau is belangrijk voor de energietransitie van de Nederlandse glastuinbouw. Partners van het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2024-2030* hebben afgesproken in 2024 een raming te laten doen van het energiegebruik in 2040 met ook een positionering van 2030 tussen het actuele energiegebruik (2023) en dat van het jaar 2040 in.

Deze raming is door Wageningen Social & Economic Research uitgevoerd met een scenariostudie. Uitgangspunten voor de ontwikkeling van de vier scenario's waren (1) een klimaatneutrale energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouwsector in 2040 en (2) twee bepalende factoren (de hoofdassen van vier scenario's): maatschappelijk draagvlak en marktwaardering. De ontwikkelde scenario's zijn in de context van drijvende krachten (PESTEL) geplaatst en nader omschreven voor de uitwerking op de sector. Met inbreng vanuit een brede groep deskundigen betrokken bij de energietransitie van de glastuinbouw zijn vervolgens areaal, energievraag en energievoorziening kwalitatief beschreven en kwantitatief geschat om hiermee het energiegebruik van de vier mogelijke scenario's voor de toekomst van 2040 kwantitatief te duiden.

# Summary

## S.1 Four scenarios for the energy use of climate-neutral Dutch greenhouse horticulture provide diverse pictures

For the Dutch greenhouse horticulture sector, four scenarios have been developed in this study in which the sector does not emit any greenhouse gas emissions from its own energy supply in 2040. The scenarios elaborate on the structure (area composition) of the greenhouse horticulture sector, it's energy demand and the energy supply on the basis that the energy supply is climate neutral and the circumstances of social support and market appreciation differ.

1. Scenario 1 'Value': More social support for greenhouse horticulture production and higher market appreciation for (sustainable) greenhouse horticulture products. Higher level of facilities, production and sales of horticultural complex also beyond the borders of Europe.
2. Scenario 2 'Quality': Less social support and higher market appreciation. Higher level of facilities, horticultural complex with production and sales concentrated in north-west Europe.
3. Scenario 3 'Cost': Less social support and lower market appreciation. Lower level of facilities, horticultural complex with production and sales concentrated in north-west Europe.
4. Scenario 4 'Efficiency': More social support and lower market appreciation. Lower level of facilities, production and sales of horticultural complex also beyond the borders of Europe.

*Greenhouse horticulture area in the various scenarios for 2040: expected decrease, differences between scenarios*

In each of the scenarios for 2040, the total area of greenhouse horticulture in the Netherlands decreases. In the Value scenario, the decline is relatively limited (-5%), in the Cost scenario, the decline is significant (-40%). The Quality (-20%) and Efficiency (-25%) scenarios are somewhere in between. These estimates are mainly based on the business perspective of greenhouse horticulture and the pressure on space from other sectors.

*Energy demand for greenhouse horticulture in the various scenarios for 2040: reduced heat demand, differences in electricity demand*

In each of the scenarios for 2040, the heat demand per $m^2$ of greenhouse horticulture is lower than current. In the Value and Quality scenarios the decrease is about 30%, in the Cost and Efficiency scenarios the decrease is about 40%. These estimates are mainly due to differences in production intensity. As an aggregation of the differences in heat demand per $m^2$ and differences in the estimated area per scenario, the total heat demand in the scenarios varies from 22 PJ to 41 PJ.

For the Value and Quality scenarios, the electricity demand per $m^2$ increases by approximately 15%, mainly due to market-oriented cultivation and crop-lighting combined with electrification of the energy supply. In the Cost and Efficiency scenarios, the electricity demand per $m^2$ decreases by approximately 15%. In this case, the effect of shrinking the illuminated cultivation is greater than the effect of electrifying the energy supply. As an aggregation of differences in the electricity demand per $m^2$ and differences in the estimated area per scenario, the total electricity demand of the scenarios varies from 3.3 TWh to 7.2 TWh.

*Energy supply for greenhouse horticulture in the various scenarios for 2040: heat networks, heat pumps and electricity purchases*

Based on the assumption of climate-neutral greenhouse horticulture in 2040, none of the scenarios will use fossil energy (including natural gas). In each of the scenarios, the heat demand is provided from geothermal energy, heat purchases from outside the sector and heat pumps. In the Value and Efficiency scenarios, the share of heat purchases from outside the sector is higher than the share of heat pumps, because energy networks are more widely available in these scenarios. In the Quality and Cost scenarios, the share of heat

pumps is higher than the share of purchases from outside the sector, because energy networks are less available in these scenarios and the heat demand must be provided more on location.

For each of the scenarios, purchasing electricity from the public grid will be by far the most important source, in addition to relatively limited quantities of solar-PV, hydrogen and biofuels.

***Figure S.E.1*** *Four possible scenarios for Dutch greenhouse horticulture in 2040 with climate-neutral energy supply and their characteristics for energy use (sector area, energy demand and energy supply)*

## S.2 Awareness of uncertainties and challenges

*Feedback from the consulted experts on the scenarios: usable and consistent despite complexity and uncertainty*

With the realisation that countless future scenarios are possible, the four scenarios developed for this study were assessed as usable and consistent by the consulted experts. The interviews confirmed that the future is uncertain, and many questions remain. Concerns are mainly about the development of greenhouse companies and the sector structure, the effects of recent new energy policies, the realisation of energy networks, the flexibility of energy systems and the international market for horticultural products.

*Development towards residual emission target 2030: reduction of heat demand important, acceleration of fossil-free provision necessary*

An estimate based on the heat demand in the past and the four scenarios with linear extrapolation has shown that the intended reduction in heat demand contributes significantly to achieving the residual emission target 2030 of the covenant. However, it is not sufficient. By 2030, more fossil fuels will also have to be replaced in favour of energy supplies without $CO_2$ emissions for greenhouse horticulture (such as geothermal energy and heat purchased from third parties).

*Energy transition and vitality of the sector: size, market valuation and social support are important*
The *Covenant Energy Transition for Greenhouse Horticulture 2022-2030* expresses the ambition of a climate-neutral and economically viable Dutch greenhouse horticulture in 2040. With climate neutrality as the starting point for this scenario study, each developed scenario is climate neutral. The question is whether the greenhouse horticulture sector can also be economically viable or vital in these scenarios. The Value scenario seems to have the best credentials, with social support, market valuation and a limited decrease in the area. For the Cost scenario, with limited social support, lower market valuation and considerably less area, the chance of an economically viable and vital greenhouse horticulture is much smaller. The need for reducing energy demand and replacing fossil fuels in greenhouse horticulture is clear, but the question is how climate-neutral and economically viable greenhouse horticulture can be achieved in 2040, even with a lower market valuation, less social support and smaller area.

Because many external factors cannot be influenced by greenhouse horticulture, it is important for the sector to generate as much social support and market valuation as possible and to create as many conditions as possible with their partners in the transition (including governments) to reduce energy demand and replace fossil fuel supplies.

## S.3 Estimation, scenario-study and experts

Insight into future energy use at sector level is important for the energy transition of the Dutch greenhouse horticulture sector. Partners of the *Covenant Energy Transition for Greenhouse Horticulture 2022-2030* have agreed to have an estimate made in 2024 of the energy use in 2040, with a positioning of 2030 between the current energy use (2023) and that of the year 2040.

This estimation was carried out by Wageningen Social & Economic Research with a scenario study. The starting points for the development of the four scenarios were (1) a climate-neutral energy supply of the Dutch greenhouse horticulture sector in 2040 and (2) two determining factors (the main axes of four scenarios): social support and market valuation. The developed scenarios have been placed in the context of driving forces (PESTEL) and further described for the elaboration on the sector. With input from a broad group of experts involved in the energy transition of greenhouse horticulture, the area, energy demand and energy supply were qualitatively described and then estimated to quantitatively indicate the energy use of the four possible scenarios for the future of 2040.

# 1 Scenario’s energiegebruik glastuinbouw voor acties richting doel en ambitie convenant

## 1.1 Met scenario’s komt koers richting doel en ambitie in beeld

Voor de Nederlandse glastuinbouw is energie een belangrijk productiemiddel voor onder meer het verwarmen en belichten van gewassen. Energie geproduceerd met fossiele brandstof brengt broeikasgasemissies met zich mee die versterken het broeikaseffect. Het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2024-2030* is een overeenkomst die in 2022 door Glastuinbouw Nederland, het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het ministerie van Economische zaken en Klimaat, het ministerie van Financiën en Greenports Nederland is gesloten. Hierin zijn onder meer een restemissiedoel van 4,3 Mton $CO_2$-equivalenten broeikasgassen voor 2030 en een ambitie van een klimaatneutrale en vitale glastuinbouw in 2040 opgenomen. Ook is in het convenant opgenomen dat in 2024 een raming van het energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw gemaakt wordt voor 2030 en 2040. De convenantpartners hebben behoefte aan een onderbouwde raming van het toekomstige energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw. Zonder scenario’s kan het huidige energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw niet goed geplaatst worden in een toekomst waarin het restemissiedoel 2030 en ambitie 2040 gerealiseerd worden.

Wageningen Economic Research is eind 2023 door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland gevraagd na te denken over een aanpak voor de in het convenant voorziene ramingen 2030 en 2040. Met een gemeenschappelijk gedragen beeld van de toekomst kunnen convenantpartners een visie vormen over hoe het convenantdoel (restemissie broeikasgassen 4,3 Mton $CO_2$-equivalenten 2030) en de ambitie (klimaatneutrale, economische rendabele glastuinbouw 2040) te halen en hier acties aan verbinden. Er zijn veel onzekerheden over de toekomst die het energiegebruik kunnen beïnvloeden. Om aan die onzekerheid op een goede manier aandacht te geven, is het belangrijk om niet met een enkelvoudige raming te komen, maar verschillende toekomstscenario’s uit te werken.

In februari 2024 is een voorgestelde aanpak van Wageningen Social & Economic Research met het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland besproken. De voorgestelde benadering van de scenario’s vertoont overeenkomsten met de aanpak van prognoses gemaakt op basis van scenario’s uitgevoerd door Wageningen Social & Economic Research in 2017/2018 (Van der Velden en Smit, 2018). In de voorgestelde aanpak worden omschrijvingen gemaakt van sectorsamenstelling, energiegebruik en energievoorziening in vier verschillende toekomstscenario’s voor 2040. Ook wordt 2030 gepositioneerd tussen de huidige situatie en de scenario’s voor 2040. Grote onzekerheden, onder andere op de energiemarkt, maken volledige doorrekening van scenario’s op de korte termijn richting 2030 minder opportuun.

## 1.2 Hoofdvraag beantwoord via vier deelvragen

De hoofdvraag van het onderzoek luidt: ‘Hoe ziet het energiegebruik van de glastuinbouw in Nederland er in 2040 uit?’ Om deze hoofdvraag te beantwoorden worden de volgende deelvragen behandeld:

1. Wat is de toekomstige sectorsamenstelling in 2040?
2. Welke energievraag is hieraan te verbinden?
3. Met welke voorzieningen wordt die energievraag ingevuld?
4. Wat is de schatting van broeikasgasemissies in 2030 behorend bij het beeld van 2040?

Omdat de toekomst onzeker is, worden deze vragen beantwoord voor vier scenario's. Deze scenario's zijn gebaseerd op mogelijke ontwikkelingen. Om realistische scenario's te maken en te beschrijven, worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat is de scope van de vier scenario's? (onder andere ruimte, tijd, markt, techniek)
2. Wat zijn krachten en invloeden voor de toekomst van de glastuinbouw en haar energiegebruik?
3. Welke factoren worden in de scenario's meegenomen?
4. Hoe kunnen die scenario's worden beschreven en genoemd?

## 1.3 Werkwijze op basis van gedeeld uitgangspunt, twee bepalende factoren, drijvende krachten en uitwerking voor de glastuinbouw

Vier scenario's voor het energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw in 2040 worden geschetst op basis van ontwikkelrichtingen op sectorniveau. Het beeld van deze ontwikkelrichtingen komt tot stand door gebruik te maken van een conceptueel kader waarvoor ook gekeken is naar andere scenariostudies (Hamers en Kuiper (red.), 2023; Den Ouden et al., 2020). Het kader omvat drie stappen, namelijk: (1) het uitgangspunt, (2) de bepalende factoren en (3) de doorwerking op de sector. In dit hoofdstuk worden deze stappen omschreven. Het beeld van het areaal, energievraag en energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw in 2040 voor de vier scenario's volgt in het volgende hoofdstuk.

### 1.3.1 Uitgangspunt en twee bepalende factoren voor 2040

Dit onderzoek begint met een gelijk uitgangspunt voor elk van de scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040. Dit uitgangspunt is dat in 2040 de Nederlandse glastuinbouw haar energietransitie heeft doorlopen en de energievoorziening van de glastuinbouwsector zelf geen broeikasgassen uitstoot en hiermee klimaatneutraal is. Hiermee zou de ambitie van de glastuinbouwsector van 2022 gehaald zijn.

De twee bepalende factoren zijn bepaald op basis van vestiging (Nederland) en primaire functie (productie van tuinbouwgewassen; core-business). Van de twee bepalende factoren heeft de eerste betrekking op het maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Deze factor is de mate van *Perspective to Operate*. Hierbij gaat het onder andere om mogelijkheden voor fysieke vestigingsruimte, toegang tot (energie-)infrastructuur en invulling arbeidsvraag voor glastuinbouw in Nederland. De tweede bepalende factor heeft betrekking op de marktwaardering van glastuinbouwproducten en in hoeverre deze het dragen van de kosten van de investeringen in de energietransitie ondersteunt. Deze factor is de mate van *Perspective to Deliver*. Hierbij gaat het om de bereidheid van afnemers/consumenten om te betalen voor glastuinbouwproducten en hun (onderscheidende) productkenmerken. Deze twee bepalende factoren worden de hoofdassen van het raamwerk waarmee vier mogelijke scenario's voor de glastuinbouwsector gemaakt kunnen worden.

### 1.3.2 Drijvende krachten naar 2040

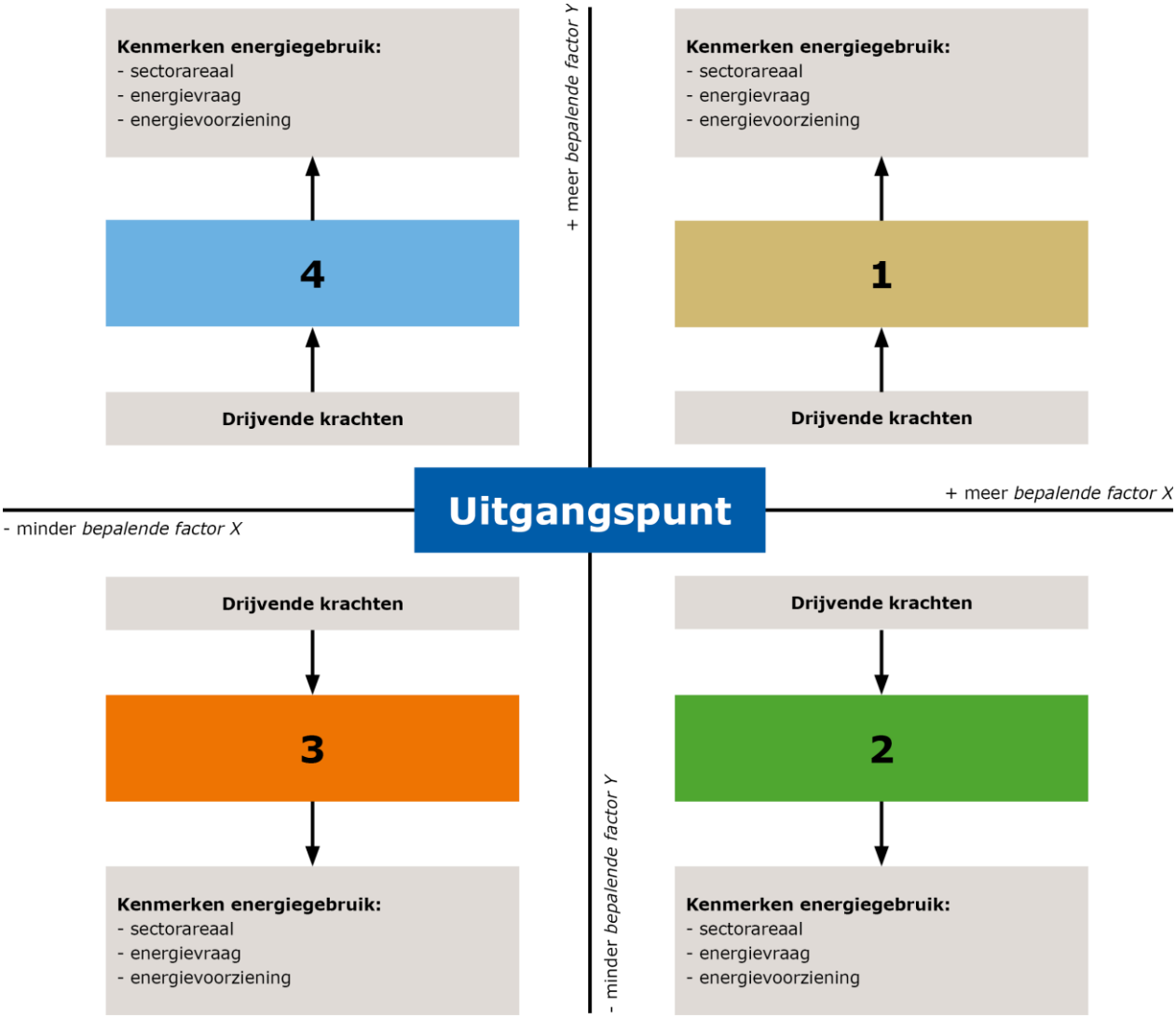
De Nederlandse glastuinbouw is niet autonoom en functioneert niet in een isolement. Ze wordt beïnvloed door diverse drijvende krachten. Voor deze studie is met een beknopte PESTEL-analyse nagegaan welke krachten onder andere van invloed kunnen zijn op de Nederlandse glastuinbouw en haar energietransitie. Deze krachten zijn te categoriseren in: Politiek, beleidsmatig en wettelijk (P: *Politics*, L: *Law*), economie (E: *Economics*), maatschappij (S: *Social*, inclusief D: *Demography*), technologie (T: *Technology*) en milieu en omgeving (E: *Environment*). Voor elk van de vier scenario's van de Nederlandse glastuinbouw in 2040 verbonden aan de bepalende factoren is invulling gegeven met onderscheidende karakteristieken verbonden aan deze krachten. Hoewel er vele scenario's denkbaar of ook realistisch kunnen zijn, zijn dit de scenario's waartoe het onderzoek zich beperkt.

### 1.3.3 Uitwerking voor de Nederlandse glastuinbouw in vier scenario's

De bepalende factoren en drijvende krachten kunnen hun specifieke doorwerking hebben op de Nederlandse glastuinbouw, zoals op productie en afzet, concurrentie en substitutie, innovatie, sectorstructuur en productieomgeving, evenals op specifiek overheidsbeleid.
Vanuit de invloed van de drijvende krachten zijn vier mogelijke scenario's voor de glastuinbouwsector in 2040 beschreven. Vervolgens is voor de scenario's de interne en externe consistentie gecontroleerd.

### 1.3.4 Sectorareaal, energiegebruik en energievoorziening voor de vier scenario's

Met de vier scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040 zijn 20 deskundigen geraadpleegd met de vraag: 'Wat zou dit betekenen voor (1) de sectorstructuur, (2) de energievraag en (3) de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw in 2040?' De deskundigen zijn professioneel betrokken bij de energietransitie van de Nederlandse glastuinbouw en afhankelijk van hun rol en expertise, in vraaggesprekken bovenstaande drie vragen gesteld. In deze groep deskundigen waren vertegenwoordigd producenten van voedings- en siergewassen (telers), dienstverleners, toeleveranciers en beleidsmakers. Eerst is de deskundigen gevraagd of de doorwerkingen in de vier scenario's vanuit het uitgangspunt en de bepalende factoren consistent zijn en/of aanvulling verdienen. Vervolgens zijn met het conceptueel raamwerk (figuur 1.1) voor het onderdeel sectorstructuur (1) de deskundigen per scenario gevraagd (+/-% 2023) naar de areaalomvang van de glastuinbouw voor sier- en voedingsgewassen, onderscheid makend tussen meer energie-intensieve teelt en meer energie-extensieve teelt. Hierbij is het actuele areaal (CBS Landbouwtelling 2023) met de deskundigen gedeeld als referentiepunt. Voor het onderdeel energievraag (2) zijn de deskundigen per scenario gevraagd (+/-% 2023) naar de energievraag van de glastuinbouw voor sier- en voedingsgewassen, onderscheid makend tussen warmte en elektriciteit. Hierbij zijn de actuele energiegebruiksgemiddelden (Wageningen Economic Research *Energiemonitor 2023*) met de deskundigen gedeeld. Ook wordt bij dit onderdeel ingegaan op het gebruik van $CO_2$ voor de groei van gewassen in de beschermde teelt. Voor het onderdeel energievoorzieningen (3) zijn de deskundigen per scenario gevraagd naar de energievoorzieningen van de glastuinbouw voor sier- en voedingsgewassen, onderscheid makend tussen verschillende bronnen en hun aandelen (%, PJ/TWh/Mton) in de warmte-, elektriciteits- en $CO_2$-voorziening. Hierbij zijn de actuele energievoorzieningen (Wageningen Economic Research, *Energiemonitor 2022*) en mogelijke toekomstige energievoorzieningen in 2040 (Ministerie EZK, 2023) gedeeld. Ook is bij dit onderdeel ingegaan op de $CO_2$-voorziening voor de groei van gewassen in beschermde teelt.
Hiernaast is in elk vraaggesprek per scenario nagegaan welke kenmerkende aspecten in de situatie in 2030, als tussenstap tussen de actuele situatie en de geambieerde klimaatneutrale situatie 2040, kunnen spelen (onder andere heffingen, netcongestie, innovatie).




***Figuur 1.1*** *Conceptuele opzet uitgangspunt, bepalende factoren en drijvende krachten voor vier mogelijke scenario's voor een Nederlandse glastuinbouw met een klimaatneutrale energievoorziening in 2040*

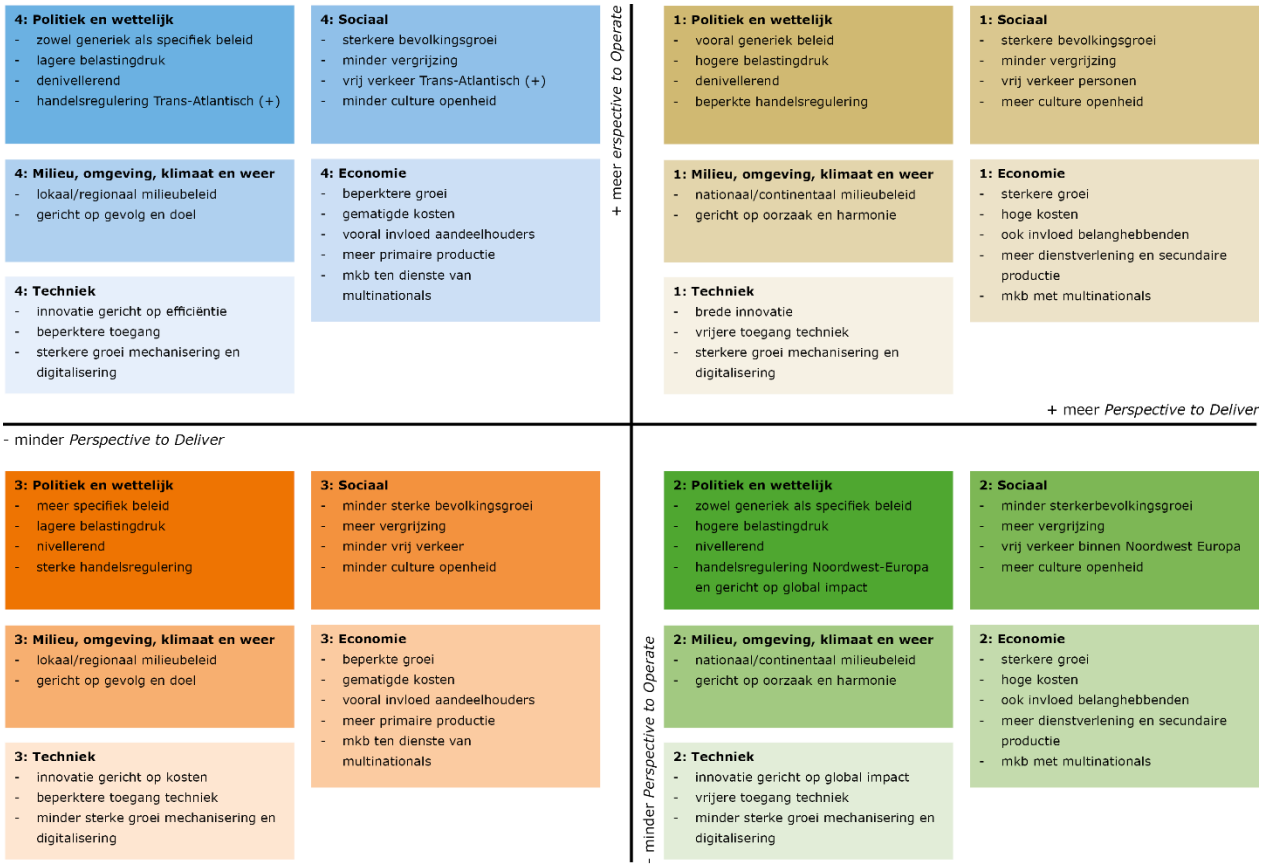
### 1.3.5 Reflectie

In de reflectie wordt ingegaan op de input vanuit de vraaggesprekken, op historische ontwikkelingen, convenantaspecten (doel 2030, ambitie 2040 en vitale sector) en mogelijke vervolgstappen op dit onderzoek. Deze studie werkt op hoofdlijnen mogelijke scenario's uit voor het energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw van 2040. Het geeft geen uitwerkingen op detail weer voor specifieke gewassen, bedrijven, regio's, technieken of transitieverloop. In de reflectie worden deze aspecten wel kwalitatief beschouwd.

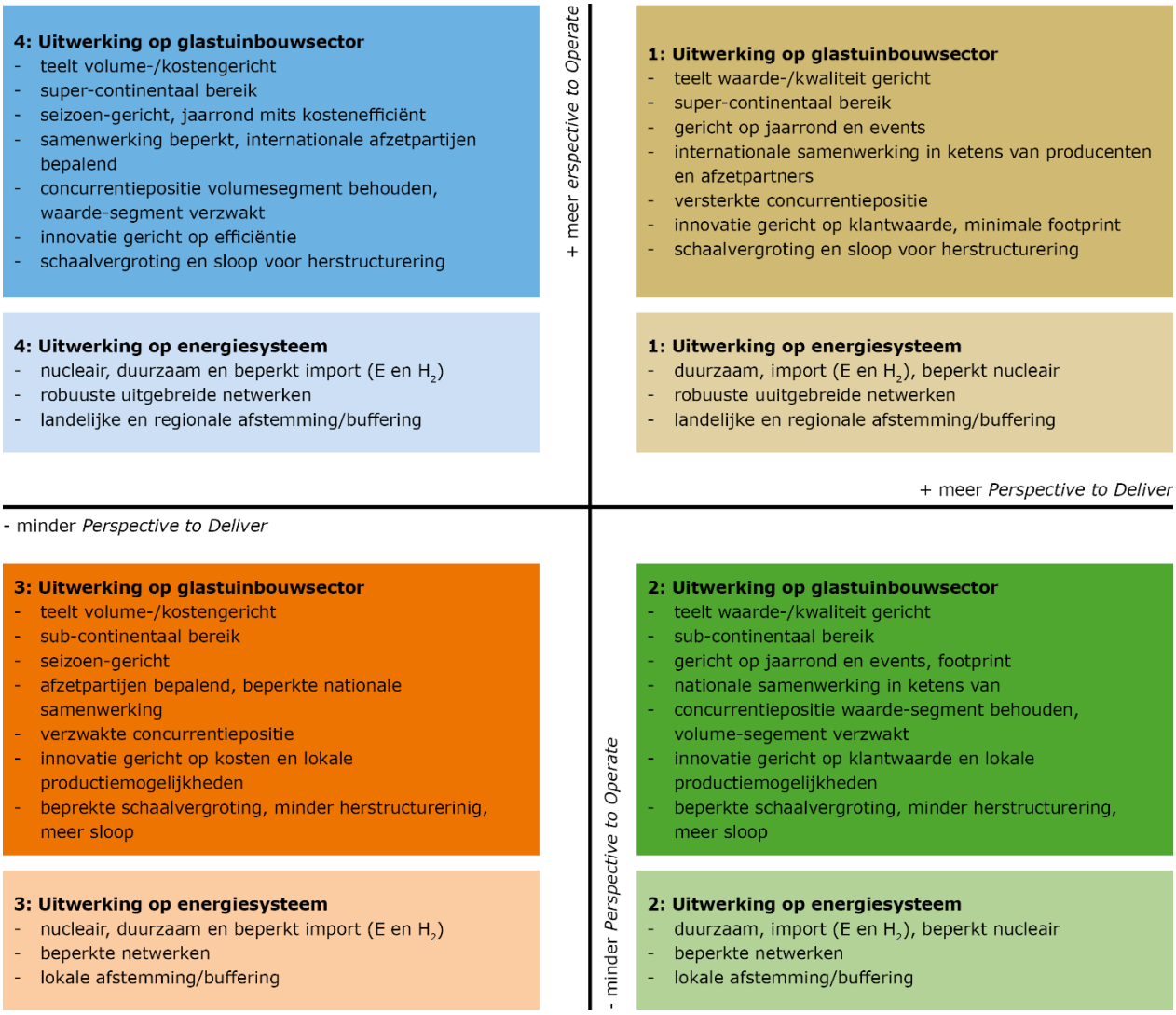
# 2 Vier scenario's voor het energiegebruik van klimaatneutrale glastuinbouw in 2040

## 2.1 Twee bepalende factoren, drijvende krachten en doorwerking geven elk van de vier scenario's eigen kenmerken

In dit hoofdstuk worden de scenario's omschreven op basis van het uitgangspunt van een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouwsector in 2040. Als opbouw worden eerst het uitgangspunt, de bepalende factoren en de drijvende krachten in het raamwerk geplaatst (figuur 2.1) en hierna volgt de uitwerking (figuur 2.2).




***Figuur 2.1*** *Vier mogelijke scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040 met klimaatneutrale energievoorziening, bepalende factoren (hoofdassen) en drijvende krachten (PESTEL)*




***Figuur 2.2*** *Vier mogelijke scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040 met klimaatneutrale energievoorziening, bepalende factoren en uitwerking op de glastuinbouwsector en het energiesysteem*

## 2.2 Vier scenario's voor een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040

### 2.2.1 Scenario 1: Waarde

*Hogere marktwaardering duurzame productie met ook handel buiten Europa, ruimer maatschappelijk draagvlak en beter voorzieningenniveau*
Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is breed maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven hebben voldoende vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan passend ingevuld worden en er is toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur. Vraag naar en consumentenbesteding aan duurzame Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment behouden en het waarde-segment gestegen. Marktwaardering voor duurzame producten zorgt in dat laatste segment voor goede prijsvorming (zie bijlage: B.1.1).

### 2.2.2 Scenario 2: Kwaliteit

*Hogere marktwaardering productie op Europese markt, krapper maatschappelijk draagvlak en beperkter voorzieningenniveau*
Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Het maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland is beperkter. Glastuinbouwbedrijven ervaren sterke druk op hun vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan moeizaam ingevuld worden en vanuit de omgeving is de toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur beperkter. Vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment gedaald en het waarde-segment gestegen. Marktwaardering zorgt voor goede prijsvorming in het laatste segment (zie bijlage: B.1.2).

### 2.2.3 Scenario 3: Kosten

*Lagere marktwaardering productie op Europese markt, krapper maatschappelijk draagvlak en beperkter voorzieningenniveau*
Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is beperkt maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven ervaren sterke druk op hun vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan moeizaam ingevuld worden en vanuit de omgeving is de toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur beperkt. Vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn zowel in het volume-segment als in het waarde-segment gedaald. Doordat de markt is gericht op volume zijn waardering en prijsvorming matig (zie bijlage: B.1.3).

### 2.2.4 Scenario 4: Efficiëntie

*Lagere marktwaardering productie met ook handel buiten Europa, ruimer maatschappelijk draagvlak en beter voorzieningenniveau*
Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is breed maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven hebben voldoende vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan passend ingevuld worden en is er toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur. Vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment behouden en het waarde-segment gedaald. Door de marktoriëntatie op volume zijn marktwaardering en prijsvorming matig (zie bijlage: B.1.4).

***Figuur 2.3*** *Vier mogelijke scenario's Nederlandse glastuinbouw 2040 met klimaatneutrale energievoorziening en hun kenmerken voor het energiegebruik (sectorareaal, energievraag en energievoorziening)*

## 2.3 Sectorareaal, energiegebruik en energievoorziening van klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw 2040 voor vier scenario's

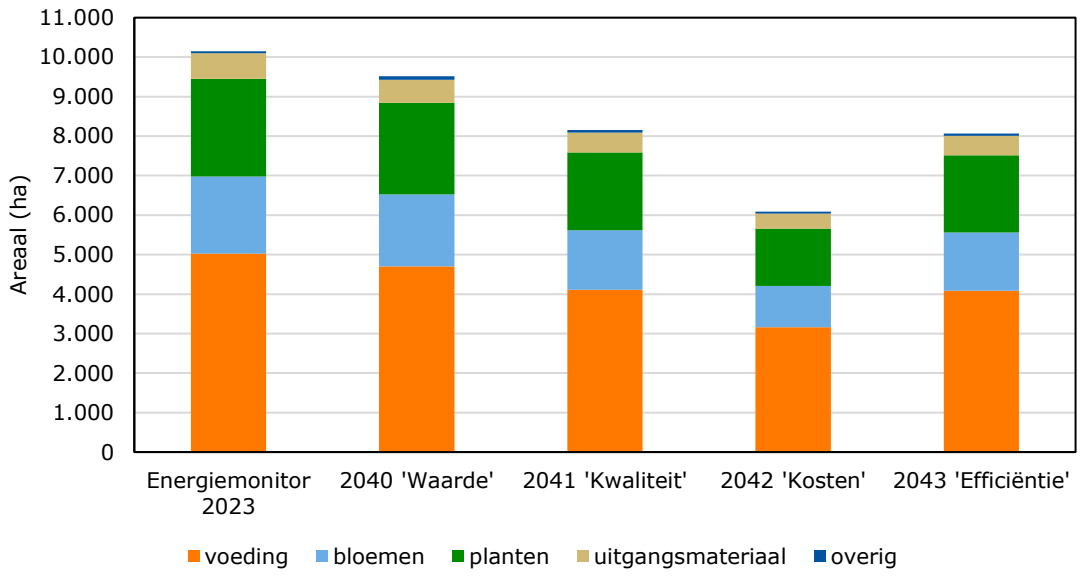
De geïnterviewde deskundigen hebben op basis van de scenario's en uitgangspunten per scenario hun inschatting gegeven van het areaal, de energievraag en de invulling van de energievraag met energievoorzieningen. In deze paragraaf worden de gemiddelden van die inschattingen weergegeven.

### 2.3.1 Sectorareaal voor vier scenario's voor 2040: daling verwacht

Gemiddeld verwachten de deskundigen voor elk van de scenario's een daling van het areaal glastuinbouw. De argumenten hierbij zijn ruimtedruk (alle scenario's), beperkte toegang tot betaalbare energie (scenario's 2 en 3), beperkt bedrijfsresultaat (scenario's 3 en 4). Bij de inschatting daalt het areaal voedingsglastuinbouw iets minder hard dan het areaal sierteelt. Hiernaast werd aangegeven dat de teeltintensiteit en hierbij de tijd dat er feitelijk geteeld wordt op het areaal dat in gebruik is (week-m$^2$'s) per scenario verschilt. Bij scenario 1 is dit het hoogst (jaarrond en intensiever) en bij scenario 3 het laagst (seizoengericht en extensiever).

***Tabel 2.1*** *Areaal en areaalaandeel Nederlandse glastuinbouw per subsector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040*

| Areaal | Energiemonitor 2023 | | Scenario 1: Waarde | | Scenario 2: Kwaliteit | | Scenario 3: Kosten | | Scenario 4: Efficiëntie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % |
| voeding | 5.030 | 50 | 4.702 | 49 | 4.108 | 50 | 3.163 | 52 | 4.085 | 51 |
| bloemen | 1.950 | 19 | 1.826 | 19 | 1.507 | 18 | 1.043 | 17 | 1.477 | 18 |
| planten | 2.470 | 24 | 2.313 | 24 | 1.972 | 24 | 1.456 | 24 | 1.950 | 24 |
| uitgangsmateriaal | 650 | 6 | 588 | 6 | 503 | 6 | 375 | 6 | 498 | 6 |
| overig | 50 | 0 | 91 | 1 | 62 | 1 | 50 | 1 | 57 | 1 |
| *totaal* | *10.150* | 100 | *9.520* | 100 | *8.152* | 100 | *6.087* | 100 | *8.068* | 100 |



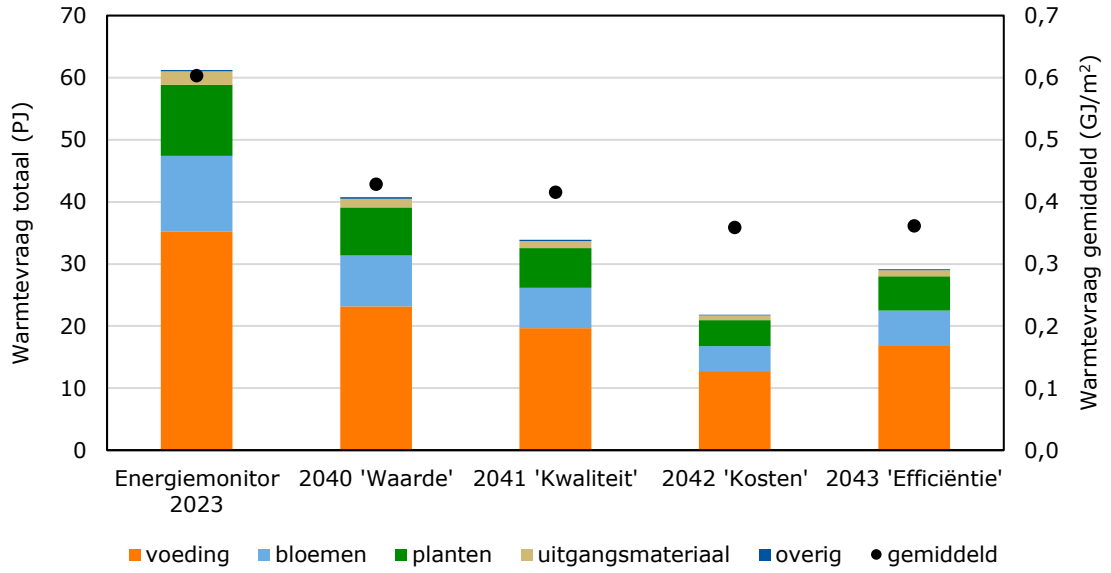

***Figuur 2.4*** *Areaal Nederlandse glastuinbouw per subsector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040, in hectare*

### 2.3.2 Energievraag voor vier scenario's voor 2040: verschuiving verwacht

*Warmtevraag: daling verwacht*
Gemiddeld verwachten de geraadpleegde deskundigen voor elk van de scenario's een daling van de warmtevraag van de glastuinbouw. De argumenten hierbij zijn verder doorvoeren van energiebesparingsopties en selectief energiegebruik (teeltstrategieën en techniek; alle scenario's), beperkte toegang tot betaalbare energie (scenario's 2 en 3), beperkt bedrijfsresultaat (scenario's 3 en 4). Bij de inschatting daalt het warmtegebruik per $m^2$ min of meer gelijk in de verschillende subsectoren.

***Tabel 2.2*** *Warmtevraag en aandeel Nederlandse glastuinbouw per subsector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040*

| Warmtevraag | Energiemonitor 2023 | | | Scenario 1: Waarde | | | Scenario 2: Kwaliteit | | | Scenario 3: Kosten | | | Scenario 4: Efficiëntie | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PJ | GJ/$m^2$ | % | PJ | GJ/$m^2$ | % | PJ | GJ/$m^2$ | % | PJ | GJ/$m^2$ | % | PJ | GJ/$m^2$ | % |
| voeding | 35 | 0,70 | 58 | 23 | 0,49 | 57 | 20 | 0,48 | 58 | 13 | 0,40 | 58 | 17 | 0,41 | 58 |
| bloemen | 12 | 0,63 | 20 | 8 | 0,45 | 20 | 7 | 0,43 | 19 | 4 | 0,38 | 18 | 6 | 0,38 | 19 |
| planten | 11 | 0,47 | 19 | 8 | 0,33 | 19 | 6 | 0,32 | 19 | 4 | 0,29 | 19 | 6 | 0,28 | 19 |
| uitgangsmateriaal | 2 | 0,33 | 4 | 1 | 0,23 | 3 | 1 | 0,23 | 3 | 1 | 0,20 | 3 | 1 | 0,20 | 3 |
| overig | 0 | 0,38 | 0 | 0 | 0,29 | 1 | 0 | 0,26 | 0 | 0 | 0,23 | 1 | 0 | 0,23 | 0 |
| *totaal* | *61* | *0,60* | 100 | *41* | *0,43* | 100 | *34* | *0,42* | 100 | *22* | *0,36* | 100 | *29* | *0,36* | 100 |

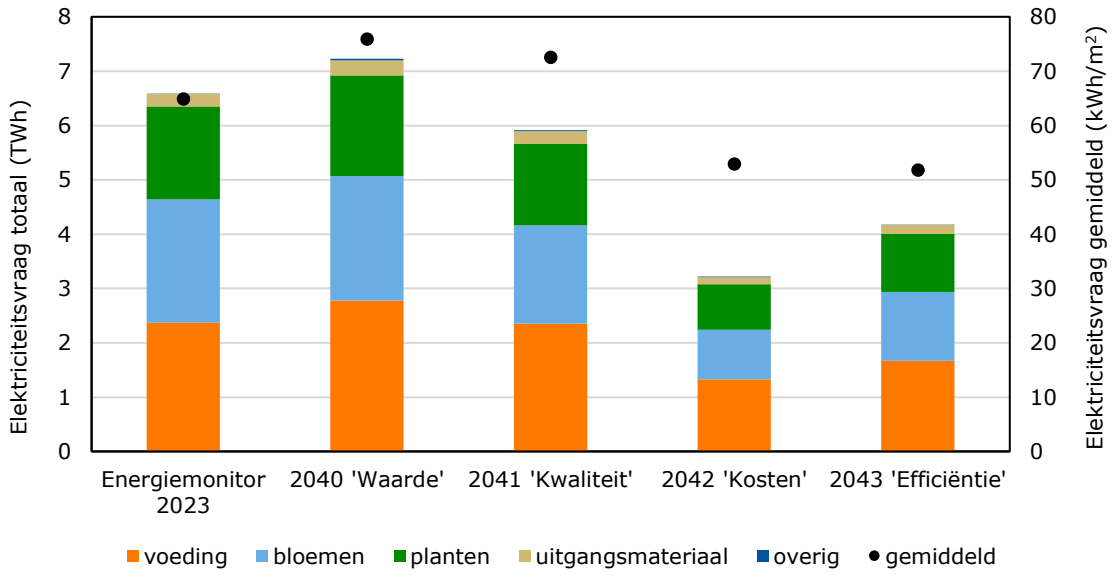



***Figuur 2.5*** *Warmtevraag Nederlandse glastuinbouw per subsector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's 2040, in PJ sectortotalen en in GJ/$m^2$ voor het sectorgemiddelde*

*Elektriciteitsvraag: ontwikkeling afhankelijk van scenario*
De geschatte elektriciteitsvraag van de glastuinbouw per $m^2$ wordt consistent door de geraadpleegde deskundigen geschat te stijgen in de scenario's met meer marktwaardering (1: Waarde en 2: Kwaliteit) en te dalen voor de scenario's met minder marktwaardering (3: Kosten en 4: Efficiëntie). Voor de scenario's 1 en 2 zijn de argumenten hierbij het behoud van inzet voor groeilicht en toename elektriciteitsgebruik voor de energievoorzieningen. Voor de scenario's 3 en 4 wordt verwacht dat de extra vraag door toename elektriciteitsgebruik voor de energievoorzieningen minder hoog is dan een verwachte daling van de inzet voor groeilicht. Gecombineerd met de ontwikkeling van het areaal daalt de totale elektriciteitsvraag bij de scenario's 2, 3 en 4 en neemt deze in scenario 1 toe. Bij de inschatting van de scenario's 3 (Kosten) en 4 (Efficiëntie) daalt het relatieve elektriciteitsgebruik sterker bij de subsector voedingsglastuinbouw door een kleiner aandeel van belichte teelt in de winter.

***Tabel 2.3*** *Elektriciteitsvraag en aandeel Nederlandse glastuinbouw per sub-sector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's 2040*

| Elektriciteitsvraag | Energiemonitor 2023 | | | Scenario 1: Waarde | | | Scenario 2: Kwaliteit | | | Scenario 3: Kosten | | | Scenario 4: Efficiëntie | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TWh | kWh/m² | % | TWh | kWh/m² | % | TWh | kWh/m² | % | TWh | kWh/m² | % | TWh | kWh/m² | % |
| voeding | 2,4 | 47 | 36 | 2,8 | 59 | 38 | 2,4 | 57 | 40 | 1,3 | 42 | 41 | 1,7 | 41 | 40 |
| bloemen | 2,3 | 117 | 35 | 2,3 | 126 | 32 | 1,8 | 120 | 31 | 0,9 | 88 | 28 | 1,3 | 85 | 30 |
| planten | 1,7 | 69 | 26 | 1,9 | 80 | 26 | 1,5 | 76 | 25 | 0,8 | 57 | 26 | 1,1 | 55 | 26 |
| uitgangsmateriaal | 0,2 | 35 | 3 | 0,3 | 47 | 4 | 0,2 | 46 | 4 | 0,1 | 36 | 4 | 0,2 | 32 | 4 |
| overig | 0,0 | 12 | 0 | 0,0 | 30 | 0 | 0,0 | 26 | 0 | 0,0 | 22 | 0 | 0,0 | 18 | 0 |
| *totaal* | *6,6* | *65* | 100 | *7,2* | *76* | 100 | *6,0* | *73* | 100 | *3,3* | *53* | 100 | *4,2* | *52* | 100 |




***Figuur 2.6*** *Elektriciteitsvraag Nederlandse glastuinbouw per sub-sector voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040, in TWh sectortotalen en in kWh/m² voor het sectorgemiddelde*

Zowel de gemiddelde warmtevraag als de gemiddelde elektriciteitsvraag in de scenario's voor 2040 (GJ/m² en kWh/m²) liggen onder de niveaus waar in het visiedocument *Verantwoorde glastuinbouw is klimaatneutraal in 2040* (Glastuinbouw Nederland, 2023) en het *Nationaal Plan Energiesystemen* (Ministerie van EZK, 2023) mee gewerkt wordt. Een vergelijking met die inschattingen is geen onderdeel geweest van de vraaggesprekken uitgevoerd voor deze scenariostudie. De schattingen van de deskundigen in deze scenariostudie kwamen lager uit dan die van het visiedocument (GTNL) en het NPE (EZK) gemaakt in 2022/2023. Mogelijk komt dit omdat er in 2024 bij de deskundigen meer kennis was van de ervaringen van de glastuinbouwondernemers met vergaande stappen van selectief energiegebruik tijdens de periode van zeer hoge energieprijzen.

*$CO_2$-vraag: daling verwacht*

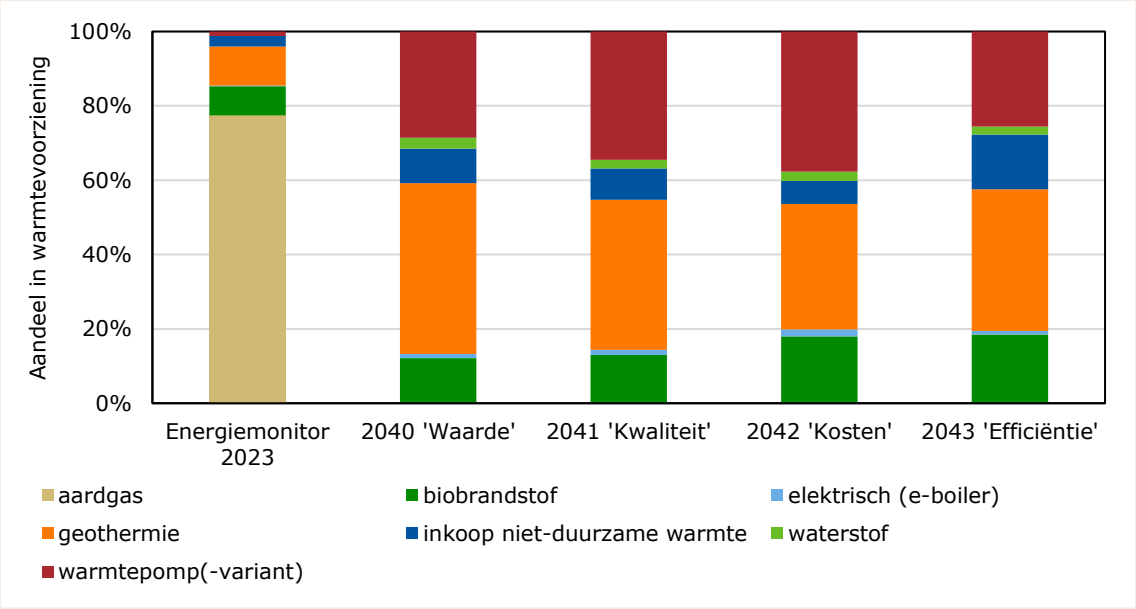
Deskundigen geven aan dat de toekomstige $CO_2$-vraag voor de groei van de gewassen (fotosynthese) zou kunnen dalen. Vanuit de actuele situatie dat er enerzijds vanuit rookgassen en externe levering in ruime mate $CO_2$ beschikbaar is en anderzijds nieuw $CO_2$-emissiebeleid, $CO_2$-opslag en technieken voor afvang van $CO_2$ uit buitenlucht in ontwikkeling zijn, wordt aangegeven dat het lastig is de toekomstige vraag van glastuinbouwbedrijven in te schatten, ook omdat dit een kosten-opbrengstenafweging is en er doorlopend kennis wordt ontwikkeld over het benutten en selectief doseren van $CO_2$. De schatting is dat de $CO_2$-vraag zich van circa 28 kg/m² in 2023 kan gaan ontwikkelen richting circa 23 (scenario 1), circa 16 (scenario 3) of circa 19 kg/m² (scenario's 2 en 4). Afhankelijk van het scenario en de daaraan verbonden areaalontwikkeling, zal er in 2040 0,9 tot 2,2 Mton $CO_2$ nodig zijn.

### 2.3.3 Energievoorzieningen voor vier scenario's voor 2040: Aardgas vervangen door diverse alternatieven

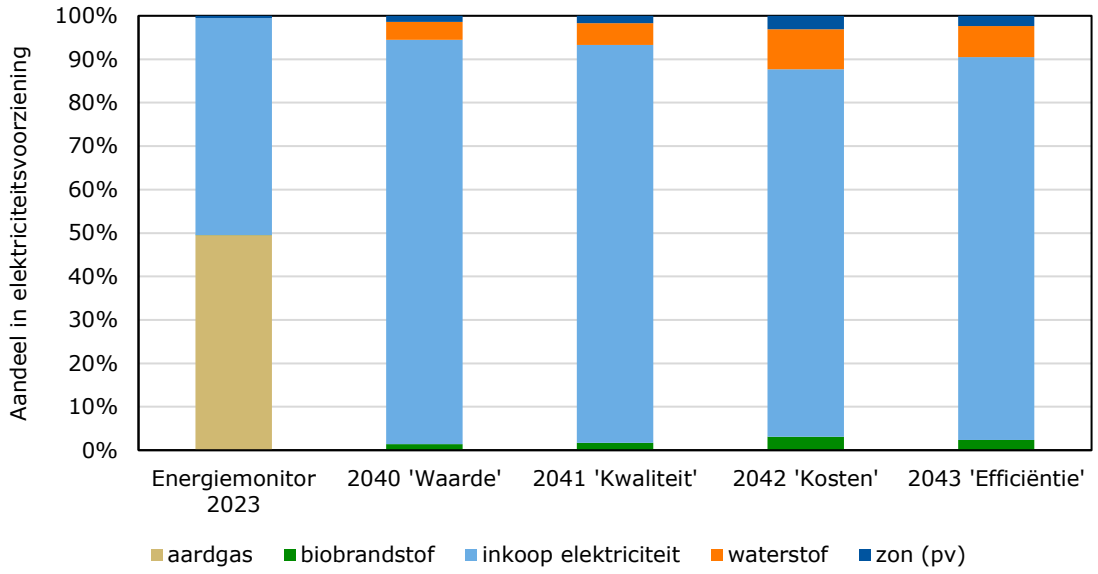
Met het uitgangspunt van een klimaatneutrale energievoorziening wordt er in elk van de scenario's geen aardgas gebruikt voor de opwekking van warmte, elektriciteit en $CO_2$ om in de vraag te voorzien. In elk van de scenario's 2040 zijn aardwarmte, warmte van derden en warmtepompen de belangrijkste warmtebronnen en is het aandeel uit biomassa en waterstof (directe toepassing op locatie) naar verwachting beperkt. Zonder uitzondering is voor het invullen van de elektriciteitsvraag de inkoop van het openbare net in elk scenario voor 2040 het belangrijkst. Voor het invullen van de $CO_2$-vraag zal verschoven worden naar levering door derden (onder andere externe bronnen uit industrie) en benutten van $CO_2$ uit buitenlucht. Tussen de scenario's zitten wel verschillen. Voor de warmtevoorziening is in de scenario's met meer maatschappelijk draagvlak (scenario's 1 en 4) het aandeel van warmtelevering door derden hoger en in de scenario's met minder maatschappelijk draagvlak (scenario's 2 en 3) is het aandeel van warmtepompen hoger. Voor de $CO_2$-voorziening is in de scenario's met meer maatschappelijk draagvlak (scenario's 1 en 4) het aandeel van $CO_2$-levering door derden hoger en in de scenario's met minder maatschappelijk draagvlak (scenario's 2 en 3) is het aandeel van inzet van $CO_2$ uit buitenlucht hoger. Voor elektriciteit zijn er geen verschillen, door het ontbreken van substantiële alternatieven naast inkoop uit het openbaar net.

***Tabel 2.4*** *Energievoorzieningen Nederlandse glastuinbouw voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040*

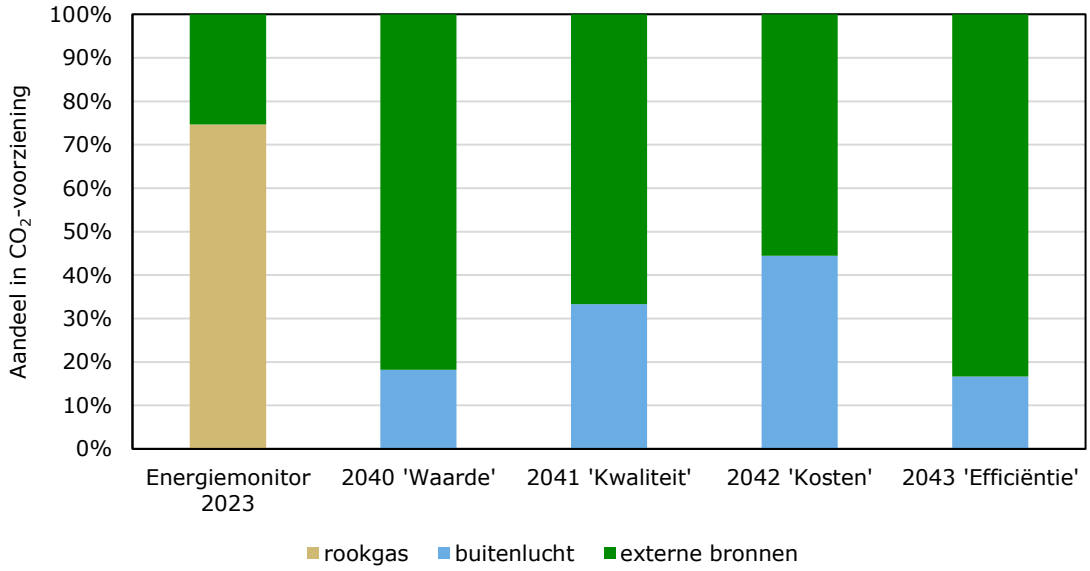
| **Energievoorziening** | **Energiemonitor 2023** | **Scenario 2040 1: Waarde** | **Scenario 2040 2: Kwaliteit** | **Scenario 2040 3: Kosten** | **Scenario 2040 4: Efficiëntie** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Warmtevoorziening* | PJ | PJ | PJ | PJ | PJ |
| aardgas | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| biobrandstof | 7 | 7 | 6 | 5 | 8 |
| . eigen productie | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| . inkoop van derden | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| elektrisch (e-boiler) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| geothermie | 10 | 25 | 17 | 9 | 15 |
| . eigen productie | 6 | 19 | 14 | 7 | 11 |
| . inkoop van derden | 3 | 6 | 3 | 1 | 4 |
| inkoop niet-duurzame warmte | 2 | 4 | 3 | 1 | 4 |
| waterstof | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| warmtepomp | 1 | 12 | 12 | 8 | 7 |
| *warmteproductie* | *54* | *30* | *27* | *18* | *18* |
| *inkoop* | *7* | *12* | *8* | *4* | *12* |
| *verkoop* | *0* | *1* | *1* | *1* | *1* |
| *toepassing* | *61* | *41* | *34* | *22* | *29* |
| *Elektriciteitsvoorziening* | TWh | TWh | TWh | TWh | TWh |
| aardgas | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| biobrandstof | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| inkoop elektriciteit | 3,3 | 6,7 | 5,5 | 2,8 | 3,7 |
| waterstof | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| zon (pv) | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| *elektriciteitsproductie* | *9,7* | *1,0* | *1,0* | *1,0* | *1,0* |
| *inkoop* | *3,3* | *6,7* | *5,5* | *2,8* | *3,7* |
| *verkoop* | *6,4* | *0,5* | *0,5* | *0,5* | *0,5* |
| *toepassing* | *6,6* | *7,2* | *6,0* | *3,3* | *4,2* |
| *$CO_2$-voorziening* | Mton | Mton | Mton | Mton | Mton |
| rookgas | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| buitenlucht | 0,0 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| externe bronnen | 0,7 | 1,8 | 1,0 | 0,5 | 1,3 |
| *toepassing* | 2,8 | 2,2 | 1,5 | 0,9 | 1,5 |




***Figuur 2.7*** *Aandelen warmtevoorzieningen Nederlandse glastuinbouw voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040, in %*




***Figuur 2.8*** *Aandelen elektriciteitsvoorzieningen Nederlandse glastuinbouw voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040, in %*




***Figuur 2.9*** *Aandelen $CO_2$-voorzieningen Nederlandse glastuinbouw voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's voor 2040, in %*

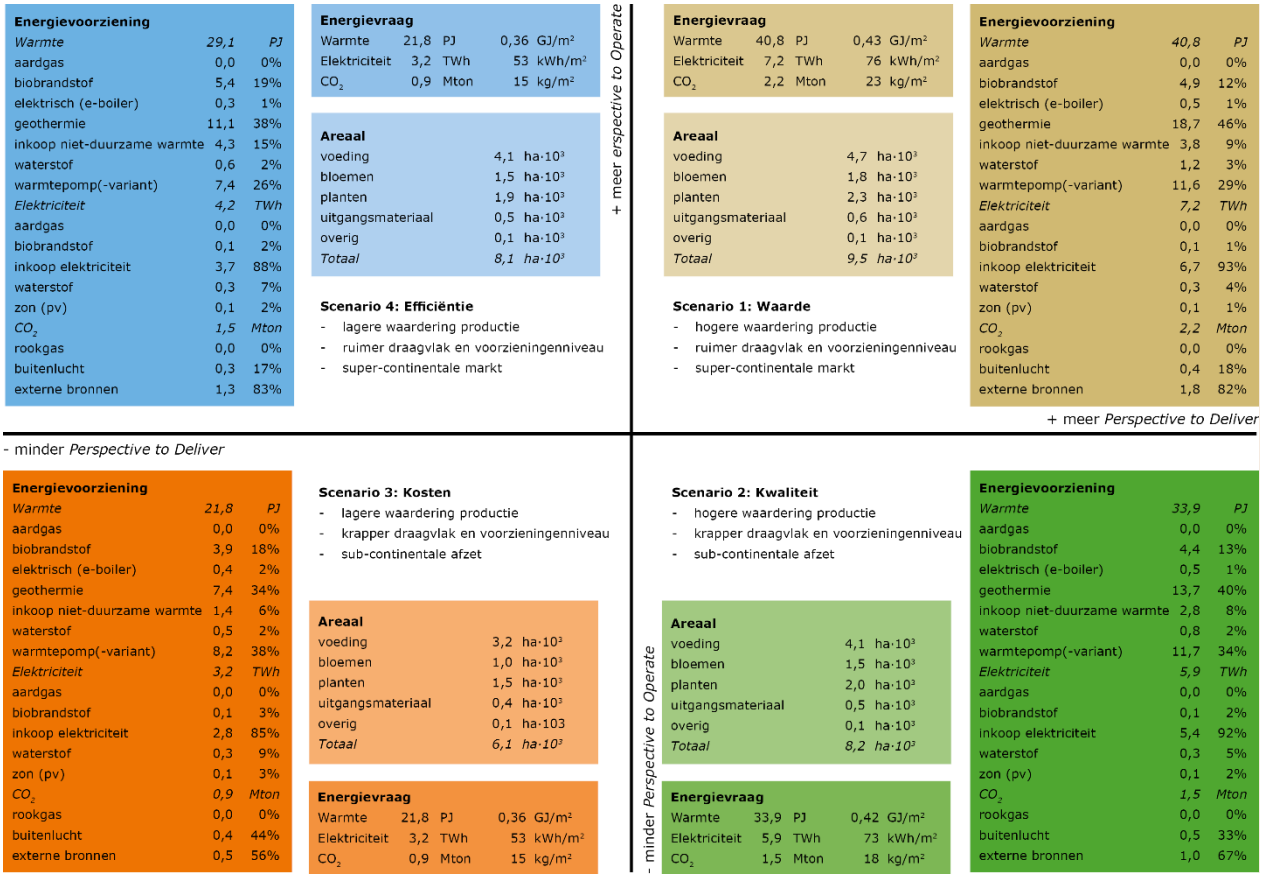
### 2.3.4 Synthese: Samenhang scenario, areaal, energievraag en energievoorziening

Het areaal is het grootst in het scenario Waarde (1), waarbij het maatschappelijk en marktperspectief het meest gunstig zijn voor een vitale, klimaatneutrale glastuinbouw. Bij het scenario Kosten (3) is het areaal het kleinst door ongunstig maatschappelijk en marktperspectief. De scenario's Kwaliteit (2) en Efficiëntie (4) zitten hier tussenin.

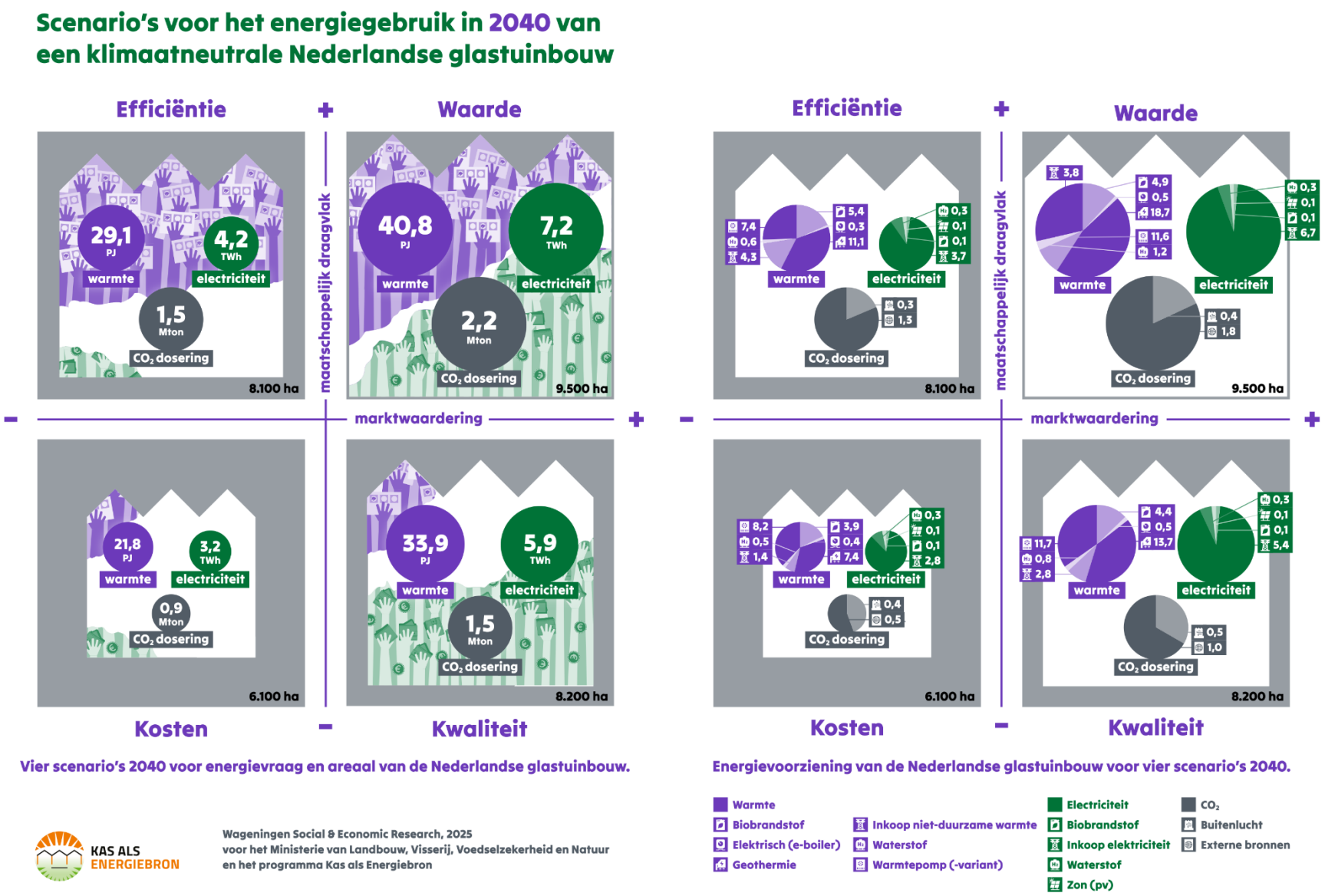
De energievraag (eenheden per $m^2$) is bij de scenario's met een gunstig marktperspectief (1 en 2) hoger dan bij de scenario's met ongunstig marktperspectief (3 en 4). Bij de scenario's met een gunstig maatschappelijk perspectief (1 en 4) hebben warmte- en $CO_2$-levering door derden een groter aandeel door meer ontsluiting van bronnen en sterkere ontwikkeling van distributienetten. Bij de scenario's met een minder gunstig maatschappelijk perspectief (2 en 3) zijn glastuinbouwondernemers meer aangewezen op lokale oplossingen, zoals warmtepompen en benutting van $CO_2$ uit de buitenlucht.

De scenario's beschouwend is duidelijk dat de omvang van het areaal, de energievraag en de energievoorzieningen met elkaar samenhangen. Hoe groter het areaal, hoe hoger de energievraag en hoe meer energievoorzieningen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw in omvang dienen te groeien. Hoe beter het marktperspectief is, hoe meer kosten gemaakt kunnen worden om in de energievraag te voorzien. En hoe beter het maatschappelijk perspectief, hoe meer energieoplossingen sectoroverstijgend en systeem-optimaal gevonden kunnen worden.

In figuur 2.11 worden areaal, energievraag en energievoorziening per scenario weergegeven in een totaaloverzicht. In bijlage 2 is een tabel waarbij voor deze variabelen ook de actuele stand van zaken uit de *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2023* zijn opgenomen.




***Figuur 2.10*** *Aggregatie van kenmerken sectorareaal, energiegebruik en energievoorziening in vier mogelijke scenario's voor de Nederlandse glastuinbouw in 2040*




***Figuur 2.12*** *Visual areaal, energiegebruik en energievoorziening voor vier scenario's van een klimaatneutrale glastuinbouw 2040*
*Bron: Kas als Energiebron.*

## 2.4 Stappen naar klimaatneutrale energievoorziening in 2040

### 2.4.1 Positionering 2040 ten opzichte van actuele situatie 2023: grote opgaven

Ondanks het besef dat er nog vele onzekerheden zijn voor de toekomst, kan gesteld worden dat de vier scenario's het beeld bevestigen dat er grote opgaven zijn voor een vitale, klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040. Enerzijds zijn er voor de glastuinbouwsector opgaven om het maatschappelijk en marktperspectief te behouden en te vergroten. Anderzijds zal het de sector, de overheden en hun partners bij de energietransitie grote inspanningen vragen om het areaal modern en toekomstbestendig te houden, de energievraag te verlagen en fossiele energievoorzieningen te vervangen.

In de scenario's zal er met selectief verwarmen gewerkt moeten worden aan een verlaging van de actuele energievraag (2023) van circa 30 tot 40%. Met betrekking tot de elektriciteitsvraag is het beeld meer divers: dit loopt globaal uiteen van groei van bijna 10% tot daling van ruim 50% ten opzichte van de actuele situatie. De diversiteit bij elektriciteit hangt samen met de marktvraag (belichting) en het elektrificeren van de energievoorziening. Voor de $CO_2$-vraag is er veel onzekerheid die samenhangt met de beschikbaarheid van externe bronnen, nieuwe technieken en kosten. De daling van de $CO_2$-vraag ten opzichte van de situatie van 2023 kan in de scenario's grof geschat worden op ruim 20% tot wel 70%.

Voor de warmtevoorziening hebben biomassa, directe toepassing van elektriciteit (onder andere e-boiler) en waterstof in elk van de scenario's een klein aandeel. Daarentegen dienen afhankelijk van het scenario geothermie (tot +400%), inkoop warmte (tot +70%) en gebruik van warmtepompen (tot +1.200%) ten opzichte van de actuele situatie sterk te groeien. Voor de elektriciteitsvoorziening is in alle scenario's het beeld dat inkoop van het openbaar net de belangrijkste bron wordt. Afhankelijk van het scenario zal de inkoop, ten opzichte van de situatie van 2023, gelijk blijven of verdubbelen. Als rookgassen niet meer beschikbaar zijn in 2040 als bron voor $CO_2$-dosering, zullen inkoop van externe $CO_2$ en onttrekken van $CO_2$ uit buitenlucht overblijven als bronnen.

Met de scenario's is nader inzicht verkregen welke omvang de verlaging van de energievraag en groei van energievoorzieningen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouwsector zouden moeten hebben. Deze punten zijn ook als hoofdlijnen benoemd in het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw* en hieraan wordt onder meer in het *Programma Kas als Energiebron* met diverse actielijnen gewerkt.

### 2.4.2 Positionering vier scenario's 2040 ten opzichte van 2030: vraagreductie niet genoeg

Kijkend vanuit de vier scenario's voor een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw is het doel voor 2030 een belangrijke tussenstap. Voor het jaar 2030 is in het convenant een restemissiedoel van 4,3 Mton $CO_2$-equivalenten broeikasgasemissies overeengekomen. De glastuinbouwsector heeft de afgelopen jaren, samen met overheden en partners in de energietransitie, stappen gezet om het energieverbruik te verlagen en fossiele energiebronnen te vervangen door bronnen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw. Hiernaast is er het samenhangend pakket van (aanstaand) beleid van onder andere $CO_2$-sectorsysteem, EU-regulering (EED), belastingen en heffingen enerzijds en van ondersteuning en stimulering anderzijds. Het is voor de convenantpartners belangrijk om 2030 te positioneren ten opzichte van de huidige stand van zaken en toekomstverwachtingen. De toekomst is echter onzeker. De ontwikkeling van de afzetmarkt voor tuinbouwproducten, ontwikkeling van de energiemarkt en uitwerking van (aanstaand) beleid zal naar verwachting van grote invloed zijn op de glastuinbouwsector. Dit is zonder uitzondering door de geïnterviewde deskundigen nogmaals onderstreept.

Om toch enig inzicht te verkrijgen, kan met lineaire extrapolatie van de warmtevraagontwikkeling tussen 2023 en 2040 worden nagegaan hoe het restemissiedoel 2030 zich verhoudt tot die extrapolatie. Hierbij is:

a. de veronderstelling dat het warmtegebruik van de Nederlandse glastuinbouw leidend is voor de broeikasgasemissies van de sector.[1]

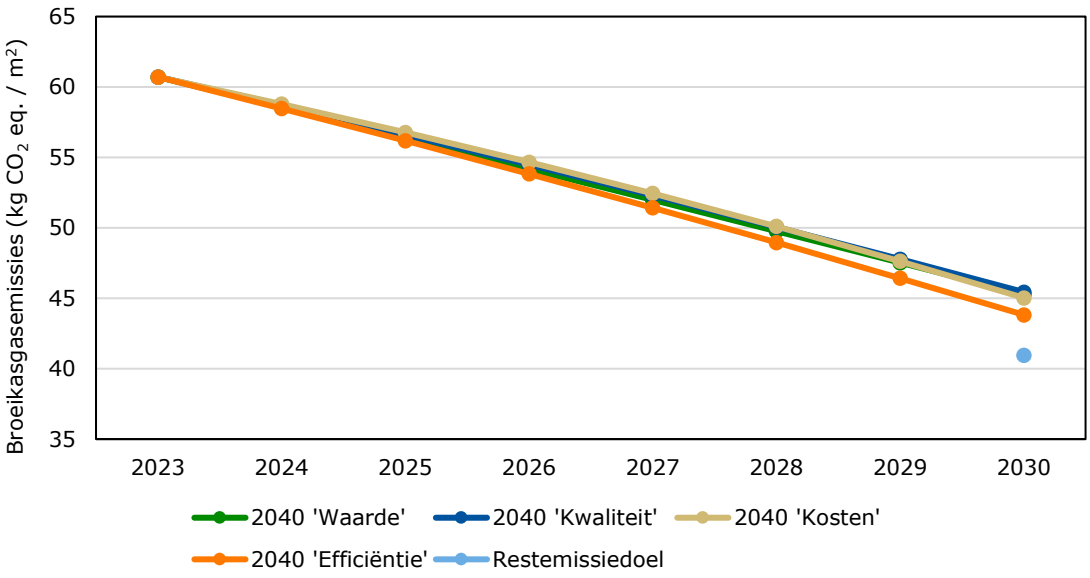
[1] In de praktijk zijn er ook broeikasgasemissies voor elektriciteit, namelijk van de elektriciteit geproduceerd met wkk. Omdat elektriciteitsproductie met wkk onlosmakelijk is verbonden met gelijktijdige productie (en gebruik) van warmte, is de veronderstelling dat warmtegebruik leidend is mogelijk.

b. het niveau van broeikasgasemissies in 2023, het convenantdoel 2030 en de warmtevraag 2040 (uit de scenario's) nodig.[2]
c. de verhouding tussen fossiele energiebronnen (aardgasketels en wkk's) en energiebronnen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw in 2030 gelijk gehouden aan die van 2023, evenals de verhouding binnen fossiele energiebronnen (aandeel ketel en aandeel wkk).

De warmtevraag in 2040 wordt in elk van de scenario's 2040 lager geschat dan in 2023. Met lineaire extrapolatie op basis van uitgangspunten a, b en c zijn broeikasgasemissies op basis van een lagere warmtevraag in 2030 ook lager (figuur 2.12). Een daling van bijna 61 kg $CO_2$-eq. per $m^2$ in 2023 naar, afhankelijk van het scenario, ruim 44 tot bijna 47 kg $CO_2$-eq. per $m^2$ in 2030 (daling van 14 tot 17 kg $CO_2$-eq. per $m^2$), is substantieel maar niet voldoende om het doel van 41 $CO_2$-eq. per $m^2$ te halen. Dit betekent dat bij lineaire extrapolatie tussen de situatie 2023 en de scenario's 2040 de verhouding tussen fossiele energiebronnen en bronnen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw dient te verschuiven ten gunste van het aandeel energiebronnen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw (3 tot 6 kg $CO_2$-eq. per $m^2$).

Om het tussendoel 2030 te halen, wijst lineaire extrapolatie tussen 2023 en 2040 erop dat verlaging van de warmtevraag een grote bijdrage kan leveren om het doel te halen, maar niet genoeg is. Ook lopende inspanningen om meer energiebronnen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw (zoals geothermie en warmte van derden) te realiseren zullen voortgezet en, kijkend naar de ontwikkelingen van de laatste jaren, mogelijk versterkt moeten worden. Om het doel te realiseren, binnen het complex van warmte-, elektriciteits- en $CO_2$-vraag, zal dit gepaard moeten gaan met voldoende toegang tot elektriciteit en $CO_2$. Ook deze punten zijn benoemd in het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw* en kennen acties in onder meer het programma *Kas als Energiebron*.

Belangrijk is te beseffen dat werkelijke ontwikkelingen niet lineair hoeven te verlopen. Ontwikkelingen uit het verleden wijzen dit uit (Smit, 2024). De waarde van de schatting zit hiermee vooral in het inzicht dat verlaging van de warmtevraag potentieel een belangrijke bijdrage levert om het doel te halen, maar dat aanvullend extra vervanging van fossiele energiebronnen nodig is om het restemissiedoel 2030 te kunnen halen en de ambitie van een klimaatneutrale energievoorziening in 2040 te realiseren.




***Figuur 2.11*** *Lineaire extrapolatie broeikasgasemissies Nederlandse glastuinbouw in 2030 op basis van geschatte warmtevraagontwikkeling tussen actuele situatie 2023 en uitkomsten van vier scenario's voor 2040 (exclusief effecten vervanging fossiele energiebronnen), in kg $CO_2$-eq/$m^2$*

[2] Deze dienen te worden uitgedrukt per $m^2$ ter correctie van verschillen in het totaalareaal glastuinbouw.

# 3 Reflectie

## 3.1 Terugkoppeling geïnterviewden op scenario's voor 2040

### 3.1.1 Terugkoppeling op werkwijze en deelonderwerpen

Naast de kwantitatieve schattingen van de ontwikkelingen van areaal, energievraag en energievoorzieningen hebben de geïnterviewde deskundigen ook terugkoppeling gegeven op de ontwikkelde scenario's.
Het brede beeld is dat marktwaardering en maatschappelijk draagvlak de belangrijkste bepalende krachten zijn en dat de ontwikkelde scenario's passend zijn om zicht te krijgen op mogelijke klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040. Dit kwam terug in een consistent beeld van de richting van ontwikkelingen gegeven door de deskundigen.

De meeste geïnterviewde deskundigen geven ook aan dat het voorspellen van het toekomstig energiegebruik van de Nederlandse glastuinbouw niet eenvoudig is. Het schatten van de verschillende kenmerken binnen een scenario en dit in verband brengen met de dynamiek van de actualiteit en de onzekerheid van de nabije toekomst blijft lastig. Door enkele geïnterviewde deskundigen is aangegeven dat vooral buiten eigen teelt, regio, relatienetwerk hun schattingen globaal zijn. Terugkijkend vanuit de resultaten van de interviews wijzen gegeven schattingen en uitkomsten (per scenario en thema) dezelfde kant uit zonder extremiteiten in spreiding en kan het gemiddelde beeld als consistent gezien worden.

In de vraaggesprekken is naast terugkoppeling op de scenario's en werkwijze ook belangstelling getoond in diepere achtergronden bij deelonderwerpen. Geïnterviewden deelden hierbij de volgende vraagstukken:

- *Bedrijven, ondernemingen en areaal*: Hoe gaat de verdere ontwikkeling van de bedrijfsstructuur verlopen? Van tuinder naar bedrijf, naar onderneming, naar deelneming in grotere entiteiten en samenwerkingen? Hoe gaan de modernisering van het teeltareaal en herstructurering verlopen? Hoe gaan bedrijfsoverdrachten verlopen? Wat is de rol van de vermogenspositie bij verschillende situaties?
- *Regio's:* Vanuit het besef dat de ontwikkeling van de scenario's in deze studie zijn gemaakt op basis van sectorgemiddelden, en vanuit het besef dat er verschillen zijn tussen regio's qua sectorstructuur (gewas, bedrijfsomvang), voorzieningen (bronnen en netwerken) en draagvlak is de vraag welk beeld naar voren komt als deze scenario's worden toegepast op regio's en subclusters en welke uitwerking regiospecifieke kenmerken geven.
- *Energie- en klimaatbeleid*: Wat gaat voor de glastuinbouw de werkelijke impact zijn van het nieuwe energiebeleid (reductie-eisen, belasting, heffing versus ondersteuning en stimulering)? Gaat er beleid komen om het economisch energiesysteem van fossiele eenheden om te zetten naar een energiesysteem dat meer gericht is op vraag en aanbod van duurzaam vermogen? In hoeverre is een klimaatneutraal energiesysteem (voor de glastuinbouw) in 2040 te realiseren en is dat realistisch?
- *Energie-infrastructuur en energietechnieken*: Vanaf wanneer is toegang tot het elektriciteitsnetwerk minder beperkt en beter betaalbaar? Blijft externe $CO_2$ voor de glastuinbouw beschikbaar? Worden technieken om geconcentreerde $CO_2$ uit buitenlucht te winnen en doseren echt een optie? Welke warmtenetwerken staan gepland en op welke termijn kunnen deze worden gerealiseerd? Wat gaat de impact zijn van energie-uitdagingen van andere sectoren? Welke nieuwe technieken kunnen er beschikbaar komen (onder andere batterij, ondergrondse hogetemperatuuropslag, lokaal nucleair, waterstof en $CO_2$-extractie uit buitenlucht)?
- *Internationale ontwikkelingen afzetmarkt*: Welke veranderingen kunnen er komen op het gebied van import- en exportregulering in en rondom de Europese Unie en belangrijke afzetbestemmingen en productielocaties hierbuiten? En welke mate van *Level Playing Field* zal er gaan gelden (regelgeving, belasting en stimulering)? Wat gaat op de afzetmarkt de impact worden van duurzaamheidsrapportage volgend uit CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*)?

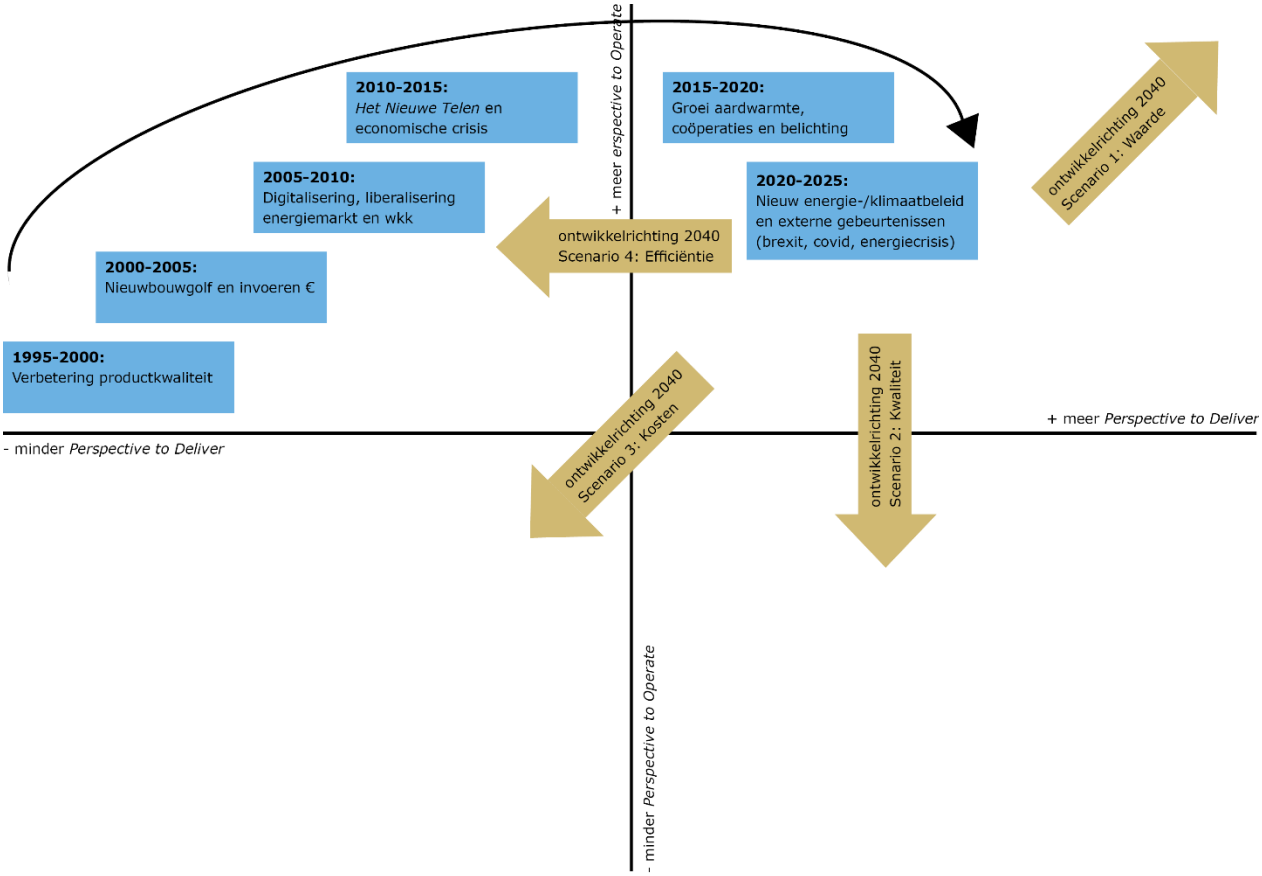
Bovenstaande vraagstukken geven uitdrukking aan fundamentele onzekerheden en zorgen van de geïnterviewden over obstakels bij de energietransitie van de Nederlandse glastuinbouw. Er is behoefte aan een robuust en meer gepland energietransitie-traject. Het is goed om na te gaan welke acties en

communicatie er vanuit het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030* en het programma *Kas als Energiebron* op deze onderwerpen al plaatsvinden en wat onderzocht zou kunnen worden om nadere acties en communicatie te ontwikkelen. Hierbij kan gedacht worden aan het onderzoeken van specifieke behoeften van bedrijfstypen en van regionaal maatwerk en ook van de sector-overstijgende interactie van de glastuinbouw op energiesysteemniveau.

### 3.1.2 Historische ontwikkeling en toekomstige ontwikkelingen

Tijdens de vraaggesprekken werd ook teruggeblikt op ontwikkelingen relevant voor de energietransitie in het verleden. Van het verbeteren van de productkwaliteit (uit de *Wasserbombe*-crisis), via herstructurering en de nieuwbouwgolf, de liberalisering van de energiemarkt (wkk), het doorvoeren van de principes van *Het Nieuwe Telen*, de groei van geothermie, de oprichting van energie-coöperaties tot de energiecrisis. Als deze tijdsbeelden geplaatst worden in het conceptueel raamwerk kan ook het verlengde (de zorgen/onzekerheden en het streven/geambieerde) geplaatst worden (figuur 3.1). Door kennis en innovatie (teeltstrategie, energiebesparing), vervanging fossiele energievoorzieningen en samenwerking streven geïnterviewde tuinders richting 2040 naar meer maatschappelijk draagvlak (*Perspective to Operate*) en meer marktwaardering (*Perspective to Deliver*). Meer perspectief verbetert het investeringsvermogen en vergroot de samenwerkingsmogelijkheden om sectoroverstijgende netwerken te realiseren.

Hogere kosten voor energie, netwerk en belasting/beprijzing baren de geïnterviewde tuinders richting 2040 zorgen voor wat betreft hun handelingsperspectief. Minder perspectief vermindert het investeringsvermogen en beperkt de samenwerkingsmogelijkheden om sectoroverstijgende netwerken te realiseren.




***Figuur 3.1*** *Relevante, historische ontwikkelingen van de energietransitie van de glastuinbouw en mogelijke ontwikkelrichting vanuit scenario's*

### 3.1.3 Positie wkk richting 2040 verdient aandacht

Een klimaatneutrale glastuinbouw in 2040 betekent dat er geen gebruikgemaakt wordt van aardgas in wkk's. Vanuit de hoofdlijnen van de energietransitie zal dit moeten ontwikkelen vanuit vraagreductie en vervanging door energievoorzieningen zonder $CO_2$-emissie. Met de dynamiek van prijsvorming op de energiemarkt, complexe ontwikkeling van warmtenetwerken en het werken aan congestie van het elektriciteitsnetwerk zijn de aardgas-wkk's van de glastuinbouw essentieel gebleken voor de energievoorziening en energiekostenbeheer van de glastuinbouw. Dit was zeker het geval tijdens de periode van zeer hoge energieprijzen (2021-2023), maar wordt ook voorzien voor de komende jaren als energienetwerken en energieprijzen nog niet zodanig zijn dat aardgas-wkk's eenvoudig vervangen kunnen worden. De hoge elektriciteitsprijzen eind 2024 hebben aangetoond dat elektrificering van de energievoorziening niet vanzelfsprekend is. Daarom verdient de rol van aardgas-wkk aandacht, bijvoorbeeld in een (regionale) routekaart naar uitfasering.

## 3.2 Energietransitie van vitale Nederlandse glastuinbouw

Het werken aan de energietransitie vindt plaats door het verlagen van de energievraag en het vervangen van fossiele bronnen. De scenario's geven indicaties aan welke hoeveelheden gewerkt moet worden om de huidige energievraag te verlagen en fossiele voorzieningen te vervangen op weg naar een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040 (figuur 2.10). Onderdeel hiervan zijn vergroten en toepassen van kennis (teelttechniek), het toepasbaar maken van techniek (installaties en voorzieningen), aansluiten bij projecten op gebiedsniveau (samenwerking tussen tuinders en sectoroverstijgend). Het inpassen van nieuwe kansen zoals hoge temperatuuropslag, waterstof en $CO_2$-extractie uit buitenlucht en gebiedsgerichte aanpak vragen hierbij mogelijk ook aanpassing van bestaand of nieuw beleid.

De energietransitie vraagt van de glastuinbouwsector ook aantoonbaar perspectief en vitaliteit. De geïnterviewden hebben zorgen en onzekerheden geuit over het verdienvermogen en de bedrijfscontinuïteit van de glastuinbouw (subparagraaf 3.1.1). Deze zorgen kunnen gelden voor afzonderlijke technische opties, voor afzonderlijke bedrijven, voor gewasgroepen, voor gebieden tot het totale sectorareaal.

Clusterkracht en clusteromvang worden door de geïnterviewden gezien als kansen en belangrijke voorwaarden voor de geambieerde economisch rendabele en klimaatneutrale glastuinbouw in 2040 (Convenant, artikel 1). En gezien de geschatte substantiële mogelijke daling van het areaal (tabel 2.1) in drie van de vier scenario's (scenario's 2, 3 en 4: kwaliteit, kosten en efficiëntie) en de mogelijke extensivering van de teelt (tabellen 2.2 en 2.3) geschat voor twee van de vier scenario's (scenario's 3 en 4: kosten en efficiëntie) is het aan te bevelen vervolgstudie uit te voeren naar de kritische omvang van de glastuinbouwproductie(waarde) en het bijbehorend areaal op gewas, cluster/gebied en nationaal. Sub-clusters en regio's verschillen qua structuur (teeltverhoudingen, bedrijfsomvang) en toegang tot energiebronnen en netwerken.

Economisch perspectief van individuele bedrijven, gebieden en op sectorniveau is nodig om kennis over selectieve inzet van energie verder te ontwikkelen. Daarnaast blijft het belangrijk sectoraal en sectoroverstijgend fossiele energievoorzieningen te vervangen en de hiervoor nodige netwerken aan te leggen.

Voor een klimaatneutrale en economisch rendabele glastuinbouw zal gestreefd moeten worden naar een goed maatschappelijk draagvlak om modernisering van het teeltareaal en (sectoroverstijgende) energienetwerken en robuuste opbrengsten van de teelt op hoog niveau te realiseren. Kosten van energie (inclusief heffingen, belastingen en netwerkkosten) dienen in balans te zijn met het streven naar draagvlak en opbrengsten om investeringen te kunnen doen, robuuste partner te zijn in samenwerkingsprojecten en bedrijfscontinuïteit te waarborgen.

Deze scenariostudie maakt duidelijk dat het realiseren van een klimaatneutrale én economisch rendabele (vitale) glastuinbouw in 2040 niet alleen bepaald wordt door acties binnen de sector maar ook afhangt van externe politieke, economische, sociale/demografische, technologische, milieu- en wettelijke ontwikkelingen.

In scenario 1 (Waarde) creëren deze ontwikkelingen de relatief meest gunstige omstandigheden voor het realiseren van een klimaatneutrale en economische rendabele glastuinbouw maar ook dan zijn de afspraken in het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030* en het *Programma Kas als Energiebron* uitdagend te noemen. Het is echter allerminst vanzelfsprekend dat deze relatief gunstige omstandigheden ook werkelijkheid blijven of worden. Een vergelijking van de scenario's uit deze studie met de scenario's uit een recente studie van het CPB (2024) maakt dat glashelder. De CPB-scenario's zijn grotendeels bepaald door dezelfde externe ontwikkelingen als de scenario's in deze studie maar klimaatneutraal wordt door het CPB niet als randvoorwaarde aan de scenario's opgelegd. Het effect is dat hun scenario Markt (Efficiëntie; Scenario 4) economische vitaliteit realiseert ten koste van klimaatneutraliteit, terwijl hun scenario Samen (Kwaliteit; Scenario 2) klimaatneutraliteit realiseert ten koste van economische vitaliteit en in Autonoom (Kosten; Scenario 3) beide onder druk staan. Oftewel, de economische vitaliteit van een klimaatneutrale op efficiëntie gerichte glastuinbouw met ook handel buiten Europa staat onder druk vanwege beperkte mogelijkheden tot prijsvorming in Scenario 4, terwijl de economische vitaliteit van een klimaatneutrale op waarde gerichte Europese glastuinbouw onder druk staat vanwege beperkte mogelijkheden tot volumevorming in Scenario 2. Een klimaatneutrale op efficiëntie gerichte Europese glastuinbouw heeft het minste perspectief door de beperkte mogelijkheden tot prijs- én volumevorming in Scenario 3. Dit 'rampscenario' speelt op de achtergrond van de volgende door de geïnterviewden geformuleerde vraag (zie 3.1.1): 'In hoeverre is een klimaatneutraal energiesysteem (voor de glastuinbouw) in 2040 te realiseren en is dat realistisch?' Dit is ook de vraag die het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030* en het *Programma Kas als Energiebron* zich kunnen stellen: Hoe kan een klimaatneutrale en economische rendabele glastuinbouw in 2040 gerealiseerd worden bij beperktere mogelijkheden tot marktwaardering en afnemend maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouw? En hoe kan de glastuinbouwsector die marktwaardering en dat maatschappelijk draagvlak zelf positief beïnvloeden? De noodzaak voor reductie van de energievraag en vervanging van fossiele energiebronnen in glastuinbouw blijft daarbij overeind staan en is nodig voor een klimaatneutrale én economisch rendabele glastuinbouw in 2040.

# 4 Conclusies en aanbevelingen

## 4.1 Conclusies

*Raming, scenariostudie en deskundigen*
Inzicht in het toekomstig energiegebruik is belangrijk voor de energietransitie van de Nederlandse glastuinbouw. Partners van het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2024-2030* hebben afgesproken in 2024 een raming te laten doen van het energiegebruik in 2040 met ook een positionering van 2030 tussen het actuele energiegebruik (2023) en dat van het jaar 2040 in. Deze raming is door Wageningen Social & Economic Research uitgevoerd met een scenariostudie. Uitgangspunten hiervoor waren (1) een klimaatneutrale energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw in 2040 en (2) twee bepalende factoren: maatschappelijk draagvlak (*Perspective to Operate*) en marktwaardering (*Perspective to Deliver*). De ontwikkelde scenario's zijn in de context van drijvende krachten geplaatst en nader omschreven voor de uitwerking op de sector. Met inbreng vanuit een brede groep deskundigen betrokken bij de energietransitie van de glastuinbouw zijn per scenario areaal, energievraag en energievoorziening geschat om hiermee het energiegebruik van vier mogelijke scenario's voor de toekomst van 2040 kwantitatief te duiden.

*Scenario's voor een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw*
Vier mogelijke scenario's voor een klimaatneutrale Nederlandse glastuinbouw in 2040 zijn:
1. Scenario 1 Waarde: Ruimer maatschappelijk draagvlak en ruimere marktwaardering, ruimer voorzieningenniveau, tuinbouwcomplex met ook handel buiten Europa.
2. Scenario 2 Kwaliteit: Krapper maatschappelijk draagvlak en ruimere markwaardering, krapper voorzieningenniveau, meer Europees tuinbouwcomplex.
3. Scenario 3 Kosten: Krapper maatschappelijk draagvlak en krappere marktwaardering, krapper voorzieningenniveau, meer Europees tuinbouwcomplex.
4. Scenario 4 Efficiëntie: Ruimer maatschappelijk draagvlak en krappere marktwaardering, ruimer voorzieningenniveau, tuinbouwcomplex met ook handel buiten Europa.

*Areaal glastuinbouw in scenario's voor een klimaatneutrale glastuinbouw in 2040*
In elk van de scenario's 2040 daalt het areaal van de glastuinbouw. In scenario 1 Waarde is de daling relatief beperkt (-5%), in scenario 3 Kosten is de daling fors (-40%). De scenario's 2 Kwaliteit (-20%) en 4 Efficiëntie (-25%) zitten hier tussenin. Achter deze schattingen zitten vooral het bedrijfsperspectief van de glastuinbouw en de druk op ruimte vanuit andere sectoren.

*Energievraag glastuinbouw in scenario's voor een klimaatneutrale glastuinbouw in 2040*
In elk van de scenario's 2040 daalt de warmtevraag per $m^2$ van de glastuinbouw. In scenario's 1 Waarde en 2 Kwaliteit is de daling globaal 30%, in scenario's 3 Kosten en 4 Efficiëntie is de daling globaal 40%. Achter deze schattingen zitten vooral verschillen in productie-intensiteit. Als aggregatie van de warmtevraag per $m^2$ en het geschatte areaal varieert de totale warmtevraag van de scenario's van 22 PJ tot 41 PJ.

In scenario's 1 Waarde en 2 Kwaliteit stijgt de elektriciteitsvraag per $m^2$ met globaal 15%, vooral door marktgerichte teelt en belichting in combinatie met elektrificatie van de energievoorziening. In scenario's 3 Kosten en 4 Efficiëntie daalt de elektriciteitsvraag per $m^2$ met globaal 15%, hierbij is het effect van krimp van belichte teelt groter dan het effect van elektrificatie van de energievoorziening. Als aggregatie van de elektriciteitsvraag per $m^2$ en het geschatte areaal varieert de totale elektriciteitsvraag van de scenario's van 3,3 TWh tot 7,2 TWh.

*Energievoorziening glastuinbouw in scenario's voor een klimaatneutrale glastuinbouw in 2040*
Vanuit het uitgangspunt van klimaatneutrale glastuinbouw in 2040 wordt in geen van scenario's nog fossiele energie (waaronder aardgas) gebruikt. In elk van de scenario's wordt de warmtevraag hoofdzakelijk vanuit geothermie, inkoop warmte van buiten de sector en warmtepompen voorzien. In de scenario's 1 Waarde en 4 Efficiëntie is het aandeel inkoop van buiten de sector hoger dan het aandeel warmtepomp, omdat hierin energienetwerken meer uitgebreid beschikbaar komen. In de scenario's 2 Kwaliteit en 3 Kosten is het aandeel warmtepomp hoger dan het aandeel inkoop van buiten de sector, omdat hierin energienetwerken minder beschikbaar zijn en de warmtevraag meer op locatie voorzien moet worden. Voor de elektriciteitsvoorziening geldt in elk van de scenario's dat inkoop van elektriciteit uit het openbaar net veruit de belangrijkste bron wordt.

## 4.2 Aanbevelingen

*Feedback op scenario's 2040*
Met het besef dat er talloze scenario's te ontwikkelen zijn, zijn de vier voor deze studie ontwikkelde scenario's vanuit de geraadpleegde deskundigen als bruikbaar en consistent beoordeeld. Dat de toekomst onzeker is en er nog veel vragen zijn, is bij de vraaggesprekken bevestigd. Zorgen leven er vooral over ontwikkeling van bedrijven en sectorstructuur (diversiteit), regionale verschillen, uitwerking van recent energiebeleid, realisatie van energienetwerken (in sectoroverstijgende samenhang) en de internationale markt voor tuinbouwproducten. Het maken van regionale routekaarten kan helpen inzicht te krijgen en oplossingen te vinden.

*Positionering ontwikkeling richting 2040 en restemissiedoel 2030*
Een schatting op basis van de warmtevraag en lineaire extrapolatie heeft opgeleverd dat de beoogde daling van de warmtevraag in belangrijke mate bijdraagt aan het behalen van het restemissiedoel 2030 van het convenant. Het is echter niet voldoende. Naar 2030 zullen zoals voorzien in het convenant ook meer fossiele energievoorzieningen vervangen moeten worden ten gunste van energievoorzieningen zonder $CO_2$-emissie voor de glastuinbouw (zoals geothermie en warmte van derden). Hierbij kan het helpen de oorzaken van schijnbare stagnatie van de realisatie van duurzame energievoorzieningen de laatste jaren in beeld te krijgen.

*Energietransitie en vitaliteit Nederlandse glastuinbouwsector*
In het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2024-2030* wordt de ambitie uitgesproken voor een klimaatneutrale en economisch rendabele Nederlandse glastuinbouw in 2040. Met het uitgangspunt klimaatneutraal is elk van de ontwikkelde scenario's klimaatneutraal. Of de glastuinbouwsector in deze scenario's ook economisch rendabel of vitaal kan zijn, is de vraag. Scenario 1 Waarde lijkt de beste papieren te hebben, met meer maatschappelijk draagvlak, hogere marktwaardering en een beperkte daling van het areaal. Voor scenario 3 Kosten, met een beperkt maatschappelijk draagvlak, lagere marktwaardering en fors minder areaal, is de kans van een economisch rendabele en vitale glastuinbouw veel kleiner. De noodzaak voor reductie van de energievraag en vervanging van fossiele energiebronnen in de glastuinbouw staat maar de vraag is hoe een klimaatneutrale en economische rendabele glastuinbouw in 2040 ook gerealiseerd kan worden. Omdat veel externe factoren niet door de glastuinbouw beïnvloed kunnen worden, is het voor de sector belangrijk zoveel mogelijk maatschappelijk draagvlak en marktwaardering te genereren en met hun partners bij de transitie (waaronder overheden) zoveel mogelijk voorwaarden te scheppen om energievraag te verlagen en fossiele energievoorzieningen te vervangen. De uitkomsten van de scenario's lijken ten aanzien van marktwaardering te pleiten voor het voortzetten van teelt voor hogere kwaliteitssegmenten. Voor maatschappelijk draagvlak kan gekeken worden naar communicatie van de rol die glastuinbouwbedrijven(-clusters) spelen en gaan spelen bij sectoroverstijgende uitdagingen van de energietransitie bij het ontwikkelen van energienetwerken en het oplossen van congestievraagstukken. Hiernaast lijken het voortzetten (en mogelijk intensiveren) van acties voortkomend uit het *Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030* en het *Programma Kas als Energiebron* 'no regret'-acties voor elk van de vier scenario's.

# Bronnen en literatuur


Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030, Den Haag, 2022.

Centraal Planbureau, Kiezen voor later: Vier visies voor 2050 Een langetermijnverkenning voor de Nederlandse economie, Den Haag, 2024.

Glastuinbouw Nederland, Verantwoorde glastuinbouw is klimaatneutraal in 2040 (update 2023), Zoetermeer, 2023

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Nationaal Plan Energiesysteem (hoofddocument), Den Haag, 2023

Hamers, D. en R. Kuiper (red.), Ruimtelijke verkenning 2023: Vier scenario's voor de inrichting van Nederland in 2050, publicatienummer 4832, Planbureau voor de Leefomgeving, 2023

Ouden, B. den, et al., Klimaatneutrale energiescenario's 2050: Scenariostudie ten behoeve van de integrale infrastructuurverkenning 2030-2050, Kalavasta en Berenschot, 2020

Smit, P.X., Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2023, rapport 2024-140, Wageningen Economic Research, 2024

Velden, N.J.A. van der, P.X. Smit en J.S. Buurma, Prognoses $CO_2$-emissie glastuinbouw 2030, rapport 2018-05, Wageningen Economic Research, 2018

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit, Effecten van actuele ontwikkelingen op prognoses $CO_2$-emissie glastuinbouw 2030, rapport 2021-071. Wageningen Economic Research, 2021

www.cbs.nl

www.kasalsenergiebron.nl

# Bijlage 1 Beschrijving scenario's

## B 1.1 Scenario 1: Waarde

***Hogere marktwaardering duurzame productie met ook handel buiten Europa, meer maatschappelijk draagvlak en beter voorzieningenniveau***

Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is breed maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven hebben voldoende vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan passend ingevuld worden en er is toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur. Vraag naar en consumentenbesteding aan duurzame Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment behouden en het waarde-segment gestegen. Marktwaardering voor duurzame producten zorgt in dat laatste segment voor goede prijsvorming.

De bevolking in Nederland is sterk gegroeid. Er is mede door gericht migratiebeleid een gelijkmatige leeftijdsopbouw van de samenleving. Cultureel is er een meer open houding. Er is een sterkere economische groei, vooral van de dienstensectoren en secundaire productie en minder van de primaire sector. Multinationals zijn gegroeid en worden in hun bedrijfsvoering en strategie beïnvloed door aandeelhouders en belangenpartijen, waaronder toeleverend midden- en kleinbedrijf. Kosten voor productiemiddelen (waaronder energie) zijn hoog, kapitaallasten zijn gematigd. Met vooral generieke regelgeving wordt beleid ten uitvoer gebracht. De belastingdruk is relatief hoog. Er is minder beleid om inkomensongelijkheid te beperken. De regulering van import en export is beperkt.

Kennisontwikkeling, innovatie en modernisering hebben breed plaatsgevonden, onder andere mechanisering is toegenomen. Technieken zijn relatief vrij toegankelijk. Digitalisering heeft een vlucht genomen en wordt in belangrijke mate vrij ingezet voor een zo hoog mogelijke waarde bij een zo laag mogelijke ecologische footprint. Er zijn relatief veel open-source applicaties en data beschikbaar.

Er is een integrale aanpak van druk op het milieu en klimaat. Vanuit nationale en continentale programma's worden oorzaken van deze problematieken aangepakt met een systeembenadering gericht op harmonie van mens, menselijke activiteiten en natuur. Het Nederlandse energiesysteem is in sterke mate centraal gestructureerd en aangestuurd. De ruggengraat van het energiesysteem wordt hoofdzakelijk vanuit duurzame bronnen ingevuld, aangevuld met import (elektriciteit en waterstof) en in mindere mate nucleaire bronnen gevoed en gedistribueerd via robuuste elektriciteitsnetwerken en warmtesystemen. Vraag en aanbod van energie worden centraal afgestemd op landelijk en regionaal niveau, energienetwerkbedrijven leveren bufferdiensten.

Glastuinbouwbedrijven, zowel in voeding als in sierteelt, spelen op deze invloeden in met een waarde-gerichte productie op een markt met productie en afzet voorbij de grenzen van Europa. De productieplanning is gericht op jaarrond en specifieke afzet in samenwerkingsketens van primaire producenten en internationale afzetpartners. Er is een afzetmarkt voor tuinbouwproducten voorbij de grenzen van Europa, waarbij waarde (onder andere inhoud/sierwaarde, houdbaarheid, mode, verpakking) en het reageren op de marktvraag bepalend zijn. Concurrentiepositie Nederlandse bedrijven ten opzichte van het buitenland is relatief sterk. Substituten zijn weinig in trek. Productinnovatie is hoofdzakelijk gericht op klantwaarde van het product en het telen van gewassen voor inhoudsstoffen, voedingsbestanddelen, farmacie en cosmetica. Markt-innovatie is gericht op verdere digitale afstemming van vraag naar tuinbouwproducten en productiemiddelen. Technische innovatie is gericht op minimale footprint, maximale productwaarde en fysieke integratie met ander ruimtegebruik. Schaalvergroting is verdergegaan en er heeft gedeeltelijke herstructurering van bestaande clusters met ook deels verplaatsing van incourante teeltvestigingen naar nieuwe vestigingslocaties plaatsgevonden. Overheidsbeleid is gericht op vrije markt, voedselkwaliteiten minimale impact op natuur en leefomgeving.

## B.1.2 Scenario 2: Kwaliteit

***Hogere marktwaardering productie op Europese markt, minder maatschappelijk draagvlak en beperkter voorzieningenniveau***

Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Het maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland is beperkter. Glastuinbouwbedrijven ervaren sterke druk op hun vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan moeizaam ingevuld worden en vanuit de omgeving is de toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur beperkter. De vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment gedaald en het waarde-segment gestegen. Marktwaardering zorgt voor goede prijsvorming in het laatste segment.

De bevolking in Nederland is beperkt gegroeid. Er is mede door migratiebeleid gericht op minimale immigratie een verdere vergrijzing van de samenleving opgetreden. Cultureel is er wel een meer open houding. Er is een evenwichtige economische groei, vooral vanuit de dienstensectoren en minder vanuit de primaire sector. Multinationals opereren naast midden- en kleinbedrijf, het bedrijfsleven wordt in hun bedrijfsvoering en strategie mede beïnvloed door belangenpartijen. Kosten voor productiemiddelen (waaronder energie) zijn hoog, kapitaallasten zijn hoog. De invloed van internationale overheden is beperkt. Met zowel specifieke als generieke regelgeving wordt beleid ten uitvoer gebracht. De belastingdruk is relatief hoog. Er is beleid om inkomensongelijkheid te beperken. De regulering van import en export is gericht op duurzaamheid.

Kennisontwikkeling, innovatie en modernisering hebben hoofdzakelijk investeringsarm plaatsgevonden gebruikmakend van bestaande voorzieningen, vooral kennis en concepten zijn doorontwikkeld. Technieken zijn relatief vrij toegankelijk. Digitalisering is beperkt doorgegroeid en digitale hulpmiddelen worden door glastuinbouwbedrijven ingezet voor een zo laag mogelijke ecologische footprint.

Er is een integrale aanpak van druk op het milieu en klimaat. Vanuit lokale en regionale programma's worden oorzaken van deze problematieken aangepakt met een benadering op systeemniveau gericht op harmonie van mens, menselijke activiteiten en natuur. Het Nederlandse energiesysteem is in sterke mate decentraal gestructureerd. De beperkte basis van het energiesysteem wordt hoofdzakelijk vanuit duurzame bronnen aangevuld met import (elektriciteit en waterstof) en in mindere mate nucleaire bronnen om elektriciteitsnetwerken te voeden. Warmtedistributiesystemen zijn buiten de stedelijke gebieden beperkt ontwikkeld op clusterniveau. Vraag en aanbod van energie worden decentraal afgestemd op lokaal niveau, energiegebruikers hebben zelf buffers gerealiseerd op cluster-/ vestigingsniveau.

Glastuinbouwbedrijven, zowel in voeding als in sierteelt, spelen op deze invloeden in met een waarde-gerichte productie op een markt met productie en afzet vooral geconcentreerd op het (noordwestelijk deel van) Europa. De productieplanning is gericht op jaarrond en specifieke afzet in samenwerkingsketens van primaire producenten en lokale/regionale afzetpartners. Er is een Europese afzetmarkt, waarbij waarde (onder andere inhoud/sierwaarde, houdbaarheid, mode, verpakking) en relatie met afzetpartners bepalend zijn. De concurrentiepositie van de Nederlandse bedrijven ten opzichte van het buitenland is versterkt door waarde-gerichtheid, maar verzwakt door krimp van productie(volume). Substituten zijn weinig in trek. Productinnovatie is hoofdzakelijk gericht op klantwaarde van het product en het telen van gewassen voor inhoudsstoffen, voedingsbestanddelen, farmacie en cosmetica. Marktinnovatie is gericht op verdere afstemming van vraag naar tuinbouwproducten en lokale productiemogelijkheden. Technische innovaties hebben vooral een investeringsarm karakter en zijn gericht op klantvraag (onder andere belichting, conditionering teelt voor productkwaliteit). Er heeft gemiddeld nauwelijks verdere schaalvergroting plaatsgevonden (schaalgroottebehoud) en incourante teeltvestigingen zijn uit gebruik genomen. Overheidsbeleid is gericht op een duurzaam gereguleerde markt, voedselkwaliteit en minimale impact op natuur en leefomgeving.

## B.1.3 Scenario 3: Kosten

***Lagere marktwaardering productie op Europese markt, minder maatschappelijk draagvlak en beperkter voorzieningenniveau***

Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is beperkt maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven ervaren sterke druk op hun vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan moeizaam ingevuld worden en vanuit de omgeving is de toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur beperkt. De vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn zowel in het volume-segment als in het waarde-segment gedaald. Doordat de markt is gericht op volume zijn waardering en prijsvorming matig (zie bijlage 1).

De bevolking in Nederland is minder sterk gegroeid. Er is mede door migratiebeperkingen een vergrijzing van de samenleving. Cultureel is er een meer gesloten houding. Er is een minder sterke economische groei, primaire productie is behouden en het aandeel diensten en secundaire productie is beperkt gegroeid. Multinationals zijn niet verder gegroeid en worden hoofdzakelijk beïnvloed door aandeelhouders, midden- en kleinbedrijf staan in dienst van afzetpartijen. Kosten voor productiemiddelen (waaronder energie) zijn gematigd, kapitaallasten zijn hoog. De invloed van internationale overheden is beperkt. Met specifieke regelgeving wordt beleid ten uitvoer gebracht. De belastingdruk is relatief laag. Er is beleid om inkomensongelijkheid te beperken. De regulering van import en export is scherp.

Kennisontwikkeling, innovatie en modernisering hebben hoofdzakelijk investeringsarm plaatsgevonden, gebruikmakend van bestaande voorzieningen. De toegang tot technieken is gereguleerd. Digitalisering ondersteunt vooral de regie van multinationals en overheden op een zo efficiënt mogelijke productie. Er zijn relatief weinig open-source applicaties en data beschikbaar.

Druk op het milieu en klimaat wordt ad hoc aangepakt. Vanuit lokale en regionale programma's worden effecten van urgente probleemsituaties aangepakt met een benadering op locatie-/inrichtingenniveau en gericht op kostenefficiëntie. Het Nederlands energiesysteem is in sterke mate decentraal gestructureerd. De beperkte basis van het energiesysteem wordt hoofdzakelijk vanuit nucleaire bronnen ingevuld, aangevuld met duurzame bronnen en in mindere mate door import (elektriciteit en waterstof). Warmtedistributie-systemen zijn buiten de stedelijke gebieden beperkt ontwikkeld op clusterniveau. Vraag en aanbod van energie wordt decentraal afgestemd op lokaal niveau, energiegebruikers hebben zelf buffers gerealiseerd op cluster-/vestigingsniveau.

Glastuinbouwbedrijven, zowel in voeding als in sierteelt, spelen op deze invloeden in met een volume-gerichte productie op een markt met productie en afzet vooral geconcentreerd op het (noordwestelijk deel van) Europa. De productieplanning is gericht op kostenefficiëntie en vraag van lokale/regionale afzetpartijen. Er is een Europese afzetmarkt, waarbij kosten en relatie met afzetpartners bepalend zijn. De concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven ten opzichte van het buitenland is sterk verzwakt door krimp van de markt en gebrek aan kansen voor onderscheidende producten. Voor voeding zijn er substituten in akkerbouwmatig geteelde tuinbouwproducten en conserven. Sierteelt kent substituten in niet-levende sierproducten. Productinnovatie is gericht op productie-efficiëntie en beperking teelt-/oogstrisico. Markt-innovatie (voor zover mogelijk) richt zich op afstemming van vraag naar tuinbouwproducten en lokale productiemogelijkheden. Technische innovaties hebben vooral een investeringsarm karakter en zijn gericht op bedrijfsbehoud. Er heeft nauwelijks verdere schaalvergroting van locaties plaatsgevonden (schaalbehoud), teeltlocaties met een sterk gespecialiseerde technische uitrusting en incourante teeltvestigingen zijn uit gebruik genomen. Overheidsbeleid is gericht op gereguleerde markt, voedselzekerheid en functionele inpassing van glastuinbouw in het ruimtegebruik.

## B.1.4 Scenario 4: Efficiëntie

***Lagere marktwaardering productie met ook handel buiten Europa, meer maatschappelijk draagvlak en beter voorzieningenniveau***

Het is 2040, de energievoorziening van de Nederlandse glastuinbouw is klimaatneutraal. Er is breed maatschappelijk draagvlak voor glastuinbouwproductie in Nederland. Glastuinbouwbedrijven hebben voldoende vestigingsruimte, de vraag naar arbeidskrachten kan passend ingevuld worden en is er toegang tot betrouwbare (energie-)infrastructuur. Vraag naar en consumentenbesteding aan Nederlandse voedingstuinbouw- en levende sierteeltproducten zijn in het volume-segment behouden en het waarde-segment gedaald. Door de marktoriëntatie op volume zijn marktwaardering en prijsvorming matig.

De bevolking in Nederland is sterk gegroeid. Er is mede door gericht arbeidsmigratiebeleid een structureel minder gelijkmatige leeftijdsopbouw van de samenleving. Cultureel is er een meer gesloten houding. Er is minder sterke economische groei, primaire productie is behouden en het aandeel diensten en secundaire productie is beperkt gegroeid. Multinationals zijn gegroeid en worden hoofdzakelijk beïnvloed door aandeelhouders, midden- en kleinbedrijf staan in dienst van multinationals. Kosten voor productiemiddelen (waaronder energie) zijn hoog, kapitaallasten zijn gematigd. Met zowel generieke als specifieke regelgeving wordt beleid ten uitvoer gebracht. De belastingdruk is relatief laag. Er is geen beleid om inkomensongelijkheid te beperken. De regulering van import en export is beperkt voor handel buiten Europa. Kennisontwikkeling, innovatie en modernisering hebben breed plaatsgevonden, onder andere mechanisering is toegenomen. Digitalisering heeft een vlucht genomen en wordt onder regie van multinationals en overheden ingezet op een zo efficiënt mogelijke productie. Er zijn relatief weinig open-source applicaties en data beschikbaar.

Druk op het milieu en klimaat wordt per prioriteit aangepakt. Vanuit nationale en Europese programma's worden effecten van deze problematieken aangepakt met een inrichtingenbenadering gericht op kosten-efficiëntie. Het Nederlands energiesysteem is in sterke mate centraal gestructureerd. De ruggengraat van het energiesysteem wordt hoofdzakelijk vanuit nucleaire bronnen aangevuld met duurzame bronnen en in mindere mate import (elektriciteit en waterstof) gevoed en gedistribueerd via robuuste elektriciteitsnetwerken en warmtesystemen. Vraag en aanbod van energie wordt centraal afgestemd op landelijk en regio niveau, energienetwerkbedrijven leveren bufferdiensten.

Glastuinbouwbedrijven, zowel in voeding als in sierteelt, spelen op deze invloeden in met een volume-gerichte productie op een markt met productie en afzet voorbij de grenzen van Europa. De productieplanning is gericht op kostenefficiëntie en vraag internationale afzetpartijen verbonden aan multinationals. Er is een afzetmarkt die zich uitstrekt buiten Europa, waarbij kosten en planning bepalend zijn. De concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven ten opzichte van het buitenland is verzwakt door gebrek aan kansen voor onderscheidende producten. Voor voeding zijn er substituten in akkerbouwmatig geteelde gewassen, conserven en supplementen. Sierteelt kent substituten in niet-levende sierproducten en (digitale) beleving. Productinnovatie is gericht op productie-efficiëntie en beperking teelt-/oogstrisico. Markt-innovatie is gericht op verdere digitale afstemming van vraag naar tuinbouwproducten en productiemiddelen. Technische innovaties zijn gericht op efficiëntie en maximale productie, integratie met infrastructuur. Schaalvergroting is voortgezet, er heeft gedeeltelijke herstructurering van bestaande clusters met ook deels verplaatsing naar nieuwe vestigingslocaties plaatsgevonden en incourante teeltvestigingen zijn uit gebruik genomen. Overheidsbeleid is gericht op een beperkt gereguleerde markt, voedselzekerheid en functionele inpassing van glastuinbouw in ruimtegebruik.

# Bijlage 2 Tabel areaal, energievraag, energievoorziening

***Tabel B.2.1*** *Areaal, energievraag en energievoorzieningen Nederlandse glastuinbouw voor 2023 (Energiemonitor) en vier scenario's 2040*

| | **Energiemonitor 2023** | | | **Scenario 2040 1: Waarde** | | | **Scenario 2040 2: Kwaliteit** | | | **Scenario 2040 3: Kosten** | | | **Scenario 2040 4: Efficiëntie** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Areaal* | ha | | % | ha | | % | ha | | % | ha | | % | ha | | % |
| voeding | 5.030 | | 50 | 4.702 | | 49 | 4.108 | | 50 | 3.163 | | 52 | 4.085 | | 51 |
| bloemen | 1.950 | | 19 | 1.826 | | 19 | 1.507 | | 18 | 1.043 | | 17 | 1.477 | | 18 |
| planten | 2.470 | | 24 | 2.313 | | 24 | 1.972 | | 24 | 1.456 | | 24 | 1.950 | | 24 |
| uitgangsmateriaal | 650 | | 6 | 588 | | 6 | 503 | | 6 | 375 | | 6 | 498 | | 6 |
| overig | 50 | | 0 | 91 | | 1 | 62 | | 1 | 50 | | 1 | 57 | | 1 |
| *totaal* | *10.150* | | *100* | *9.520* | | *100* | *8.152* | | *100* | *6.087* | | *100* | *8.068* | | *100* |
| *Warmtevraag* | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % |
| voeding | 35 | 0,70 | 58 | 23 | 0,49 | 57 | 20 | 0,48 | 58 | 13 | 0,40 | 58 | 17 | 0,41 | 58 |
| bloemen | 12 | 0,63 | 20 | 8 | 0,45 | 20 | 7 | 0,43 | 19 | 4 | 0,38 | 18 | 6 | 0,38 | 19 |
| planten | 11 | 0,47 | 19 | 8 | 0,33 | 19 | 6 | 0,32 | 19 | 4 | 0,29 | 19 | 6 | 0,28 | 19 |
| uitgangsmateriaal | 2 | 0,33 | 4 | 1 | 0,23 | 3 | 1 | 0,23 | 3 | 1 | 0,20 | 3 | 1 | 0,20 | 3 |
| overig | 0 | 0,38 | 0 | 0 | 0,29 | 1 | 0 | 0,26 | 0 | 0 | 0,23 | 1 | 0 | 0,23 | 0 |
| *totaal* | *61* | *0,60* | *100* | *41* | *0,43* | *100* | *34* | *0,42* | *100* | *22* | *0,36* | *100* | *29* | *0,36* | *100* |
| *Elektriciteitsvraag* | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % |
| voeding | 2,4 | 47 | 36 | 2,8 | 59 | 38 | 2,4 | 57 | 40 | 1,3 | 42 | 41 | 1,7 | 41 | 40 |
| bloemen | 2,3 | 117 | 35 | 2,3 | 126 | 32 | 1,8 | 120 | 31 | 0,9 | 88 | 28 | 1,3 | 85 | 30 |
| planten | 1,7 | 69 | 26 | 1,9 | 80 | 26 | 1,5 | 76 | 25 | 0,8 | 57 | 26 | 1,1 | 55 | 26 |
| uitgangsmateriaal | 0,2 | 35 | 3 | 0,3 | 47 | 4 | 0,2 | 46 | 4 | 0,1 | 36 | 4 | 0,2 | 32 | 4 |
| overig | 0,0 | 12 | 0 | 0,0 | 30 | 0 | 0,0 | 26 | 0 | 0,0 | 22 | 0 | 0,0 | 18 | 0 |
| *totaal* | *6,6* | *65* | *100* | *7,2* | *76* | *100* | *5,9* | *73* | *100* | *3,3* | *53* | *100* | *4,2* | *52* | *100* |
| *Warmtevoorziening* | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | % | PJ | GJ/m$^2$ | |
| aardgas | 47,4 | | 77 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 |
| biobrandstof | 4,8 | | 8 | 4,9 | | 12 | 4,4 | | 13 | 3,9 | | 18 | 5,4 | | 19 |
| . eigen productie | 2,3 | | | 2,4 | | | 2,4 | | | 2,4 | | | 2,4 | | |
| . inkoop van derden | 2,5 | | | 2,5 | | | 2,0 | | | 1,5 | | | 3,0 | | |
| elektrisch (e-boiler) | 0,1 | | 0 | 0,5 | | 1 | 0,5 | | 1 | 0,4 | | 2 | 0,3 | | 1 |
| geothermie | 6,4 | | 11 | 18,7 | | 46 | 13,7 | | 40 | 7,4 | | 34 | 11,1 | | 38 |
| . eigen productie | 3,2 | | | 12,6 | | | 10,7 | | | 5,9 | | | 6,9 | | |
| . inkoop van derden | 3,2 | | | 6,1 | | | 3,0 | | | 1,5 | | | 4,2 | | |
| inkoop warmte | 1,7 | | 3 | 3,8 | | 9 | 2,8 | | 8 | 1,4 | | 6 | 4,3 | | 15 |
| waterstof | 0,0 | | 0 | 1,2 | | 3 | 0,8 | | 2 | 0,5 | | 2 | 0,6 | | 2 |
| warmtepomp(-variant) | 0,7 | | 1 | 11,6 | | 29 | 11,7 | | 34 | 8,2 | | 38 | 7,4 | | 26 |
| *productie* | 54 | 0,53 | | 30 | 0,31 | | 27 | 0,33 | | 18 | 0,30 | | 18 | 0,23 | |
| *inkoop* | 7 | 0,07 | | 12 | 0,13 | | 8 | 0,10 | | 4 | 0,07 | | 12 | 0,14 | |
| *verkoop* | 0 | 0,00 | | 1 | 0,02 | | 1 | 0,01 | | 1 | 0,01 | | 1 | 0,01 | |
| *toepassing* | *61* | *0,60* | | *41* | *0,43* | | *34* | *0,42* | | *22* | *0,36* | | *29* | *0,36* | |
| *Elektriciteitsvoorziening* | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | % | TWh | kWh/m$^2$ | |
| aardgas | 3,3 | | 49 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 |
| biobrandstof | 0,0 | | 0 | 0,1 | | 1 | 0,1 | | 2 | 0,1 | | 3 | 0,1 | | 2 |
| inkoop elektriciteit | 3,3 | | 50 | 6,7 | | 93 | 5,5 | | 92 | 2,8 | | 85 | 3,7 | | 88 |
| waterstof | 0,0 | | 0 | 0,3 | | 4 | 0,3 | | 5 | 0,3 | | 9 | 0,3 | | 7 |
| zon (pv) | 0,0 | | 1 | 0,1 | | 1 | 0,1 | | 2 | 0,1 | | 3 | 0,1 | | 2 |
| *productie* | *9,7* | 96 | | 1,0 | 11 | | 1,0 | 12 | | 1,0 | 16 | | 1,0 | 12 | |
| *inkoop* | *3,3* | 33 | | 6,7 | 70 | | 5,5 | 67 | | 2,8 | 45 | | 3,7 | 46 | |
| *verkoop* | *6,4* | 63 | | 0,5 | 5 | | 0,5 | 6 | | 0,5 | 8 | | 0,5 | 6 | |
| *toepassing* | *6,6* | *65* | | *7,2* | *76* | | *6,0* | *73* | | *3,3* | *53* | | *4,2* | *52* | |
| *$CO_2$-voorziening* | Mton | kg/m$^2$ | % | Mton | kg/m$^2$ | % | Mton | kg/m$^2$ | % | Mton | kg/m$^2$ | % | Mton | kg/m$^2$ | |
| rookgas | 2,1 | | 75 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 | 0,0 | | 0 |
| buitenlucht | 0,0 | | 0 | 0,4 | | 18 | 0,5 | | 33 | 0,4 | | 44 | 0,3 | | 17 |
| externe bronnen | 0,7 | | 25 | 1,8 | | 82 | 1,0 | | 67 | 0,5 | | 56 | 1,3 | | 83 |
| *toepassing* | *2,8* | *28* | *100* | *2,2* | *23* | *100* | *1,5* | *18* | *100* | *0,9* | *15* | *100* | *1,5* | *19* | *100* |

Wageningen Social & Economic Research
Postbus 88
6700 AB Wageningen
T 0317 48 48 88
E info.wser@wur.nl
wur.nl/social-and-economic-research

RAPPORT 2025-049

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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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 Social & Economic Research
Postbus 88
6700 AB Wageningen
T 0317 48 48 88
E info.wser@wur.nl
wur.nl/social-and-economic-research

Rapport 2025-049

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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.