

Ministerie van Financiën

> Retouradres POSTBUS 20201 2500 EE 'S-GRAVENHAGE

Voorzitter van de Eerste Kamer der Staten-Generaal
Postbus 20017
2500 EA DEN HAAG

Korte Voorhout 7
2511 CW 'S-GRAVENHAGE
POSTBUS 20201
2500 EE 'S-GRAVENHAGE
www.rijksoverheid.nl/fin

Ons kenmerk
2025-0000458336

Uw brief (kenmerk)

Bijlagen
(geen)

Datum 30 september 2025
Betreft Aanbieding beprijzingstudies veehouderij/akkerbouw en
glastuinbouw

Geachte voorzitter,

In de Fiscale strategische agenda 2024 – 2028 is aangekondigd dat het kabinet nader onderzoek laat doen naar het benodigd beprijzingsniveau om de klimaatdoelen voldoende borgen. Dit onderzoek bestaat uit een combinatie van verschillende bestaande en nieuwe onderzoeken.

Middels deze brief bied ik de laatste twee nieuwe onderzoeksrapporten aan uw Kamer aan. In de eerste studie heeft Kalavasta onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en effecten van beprijzing in de veehouderij en akkerbouw. In de tweede studie hebben Berenschot en Kalavasta onderzoek gedaan naar het benodigd beprijzingsniveau in de glastuinbouw om het afgesproken restemissiedoel van 4,3 Mton broeikasgasemissies in 2030 te borgen.

Hoogachtend,

de staatssecretaris van Financiën -
Fiscaliteit, Belastingdienst en Douane,

Eugène Heijnen

Broeikasgasemissiebeprijzing in de veehouderij en akkerbouw

Verkenning naar de voorwaarden en effecten van een emissie-
heffing en emissierechtenstelsel

In opdracht van

Ministerie van Financiën

(auteursrechthebbende)

Rob Terwel, Izzy Cronin & Sander Kempkes

12 september 2025

Samenvatting

Aanleiding

De landbouwsector ligt volgens het Planbureau van de Leefomgeving (PBL) niet op schema voor het halen van diverse klimaatdoelen. Voor het bereiken daarvan is daarom additioneel beleid nodig. Emissiebeprijzing is daarbij een mogelijk instrument.

In de Fiscale Strategische Agenda 2024-2028 is verkondigd dat het kabinet wil verkennen wat het benodigde prijsniveaus per sector moet zijn om de klimaatdoelen voor alle klimaatsectoren voor 2030 en daarna te borgen. Kalavasta is gevraagd om de haalbaarheid en effecten van een broeikasgasemissieheffing danwel emissierechtenstelsel met verhandelbare rechten voor de landbouw (excl. glastuinbouw) te onderzoeken. Er bestaat tot heden nog geen nationale emissiebeprijzing voor de landbouw, hoewel Denemarken wel een systeem aan het ontwikkelen is.

Dit onderzoek is opgedeeld in twee delen die in opeenvolgende fases zijn uitgevoerd. Het eerste deel van dit onderzoek omvat een kwalitatieve analyse van de voorwaarden en haalbaarheid van een dergelijk systeem: de conceptuele vormgeving. Het tweede deel richt zich op het doorrekenen van de mogelijke effecten van verschillende varianten van beprijzingssystemen. Op basis van beide delen worden tot slot conclusies getrokken die van belang zijn bij het verder uitwerken en ontwikkelen van een beprijzingssysteem voor de Nederlandse landbouw.

Deze eerste verkennende studie analyseert de mogelijke impact van CO₂-beprijzing in de Nederlandse veehouderij en akkerbouw op basis van beschikbare literatuur, expertinschattingen en modelberekeningen. De resultaten bevatten waardevolle leerpunten voor het ontwikkelen van een mogelijk beprijzingsinstrument in deze sectoren. Besluitvorming over CO₂-beprijzing vereist aanvullende afwegingen of analyses die rekening houden met bredere economische, sociale en politieke overwegingen, die buiten de scope van dit onderzoek vallen.

Conceptuele vormgeving stelsel

Aanpak

In het eerste gedeelte van het onderzoek zijn de voornaamste keuze-aspecten van beprijzingssystemen in kaart gebracht en de diverse opties op uitvoeringstechnische haalbaarheid, juridische haalbaarheid en gebruiksvriendelijkheid beoordeeld. We hebben deze analyse ook met experts zowel via interviews als in een klankbordgroep getoetst. Tot slot hebben we een voorstel uitgewerkt voor diverse beprijzingsvarianten, die we in het tweede deel van dit onderzoek kwantitatief geanalyseerd zijn op o.a. financiële en emissiereductie effecten.

Resultaten

De belangrijkste conclusies met betrekking tot juridische en uitvoeringstechnische haalbaarheid, gebruiksvriendelijkheid en implementatie staan hieronder.

Juridische haalbaarheid

Nieuwe wetgeving zal nodig zijn en daarnaast zal een staatsteuntoets gedaan moeten worden voor de introductie van een broeikasgasemissiebeprijzingsstelsel. Eventuele differentiatie (e.g. tussen sectoren, broeikasgassen) zou goed onderbouwd moeten worden. In algemene zin zullen geregistreerde emissies dicht genoeg bij de werkelijkheid moeten liggen en boeren mogelijkheden tot emissiereductie moeten hebben. De wrijving met bestaande systemen (m.n. Europese, zoals het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), e.g. subsidiegronden en voorwaarden) moet ook onderzocht worden.

Uitvoeringstechnische haalbaarheid

Bestaande registraties van bedrijfsvoering (m.n. rantsoen, mestbewerking) zouden voor een deel uitgebreid moeten worden, betrouwbaarder moeten worden en validatie moet onderdeel worden van het proces. De extra databehoefte is beperkt en betreft met name de eigen teelten voor melkvee en opslagduur van mest, maar is belangrijk omdat het overgrote deel van de emissies (pensfermentatie melkvee en mest) nu niet nauwkeurig genoeg vastgesteld kan worden. Ook databeheer moet uitgewerkt worden. Hiervoor zal een verantwoordelijke instantie aangewezen of opgericht en voorbereid worden. Niet alle emissies kunnen met sensoren geregistreerd worden, op termijn een deel wel, daarom zou een ingroei met opt-in een mogelijkheid kunnen zijn.

Gebruiksvriendelijkheid

Indien aangehaakt kan worden bij bestaande registraties schelen de administratieve lasten. Voor metingen met sensoren zijn er hoge kosten, waarvan het nog een vraag is door wie deze gedragen zouden moeten worden. Voor het draagvlak en ter ondersteuning zou het goed zijn als de inkomsten bij een heffing uiteindelijk terugvloeien naar de sector. De grondslag voor allocatie van rechten, vrijstellingen of terugsluis zal voor verschillen in effectieve beprijzing en daarmee bezwaar zorgen, omdat indirect sommige boeren bevoordeeld en andere benadeeld worden.

Implementatie

Om bovenstaande aspecten te waarborgen, zal de implementatie van het stelsel vermoedelijk enkele jaren in beslag nemen. In de eerdere studie 'Sturen op Stikstof' wordt gesteld dat implementatie van een stikstofemissiebeprijzingsstelsel drie tot vier jaar voor een heffing en vier tot zes jaar voor een ETS in beslag zou kunnen nemen. De stappen die gezet zullen moeten worden, uitvoeringstechnisch alsook juridisch, zijn grotendeels dezelfde voor een broeikasgasemissiebeprijzingsstelsel. De verwachting is daarmee dat de doorlooptijd vergelijkbaar is.

Modelmatige analyse stelsel

Aanpak

Op basis van de voorgaande analyse inzake de conceptuele vormgeving is een rekenmodel ontwikkeld dat de effecten van beide stelsels in kaart brengt. Deze stelsels zijn een broeikasgasemissieheffing, waar op bedrijfsniveau geregistreerde emissies belast worden tegen een vast bedrag per eenheid CO₂-equivalent, en een emissierechtenstelsel, waarbij een jaarlijks afnemend aantal rechten (die elk 1 ton CO₂-eq aan emissies vertegenwoordigen) gratis gealloceerd wordt op basis van historische bedrijfsemissies en een boer rechten moet aankopen indien hij meer uitstoot dan rechten heeft (en rechten kan verkopen indien hij minder uitstoot dan rechten heeft). Aanvullend kijken we ook naar subvarianten van een heffing, waarbij een deel van de emissies vrijgesteld is (heffing met vrijgestelde voet) ofwel een deel van de inkomsten van de heffing ook weer teruggesluisd wordt naar boeren (heffing met terugsluis). Het model berekent voor drie sectoren - melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw - wat een bepaalde heffingshoogte betekent voor de sector betreffende broeikasgasemissies, bedrijfsresultaat en transitiepaden.

Het fundament van de berekening bestaat uit bedrijfstypen met bijbehorende transitiepaden zoals vastgesteld in een recente WUR-analyse. Deze omvat voor de melkveehouderij 8 bedrijfstypen, voor de varkenshouderij 6 bedrijfstypen en voor de akkerbouw 5 bedrijfstypen. Dit zijn typische bedrijven die veel voorkomen in de sector, waardoor een zekere representativiteit van de gehele sector wordt gewaarborgd. Met behulp van de transitiepaden uit dezelfde studie (zie ook tabel hieronder voor de technische emissiereductiepotentiëlen hiervan) en kentallen van onder andere KWIN, Agrimatie en BINternet zijn doorrekeningen uitgevoerd van het effect van CO₂-beprijzing op het bedrijfsresultaat van de verschillende bedrijfstypen en wat het bedrijfsresultaat

Tabel 1 Technisch emissiereductiepotentieel in eindbeeld in de modellering per familie aan transitiepaden (gemiddeld per bedrijf), zowel inclusief als exclusief volumeveranderingen. Met volumeveranderingen wordt bedoeld een verandering in het aantal dieren zoals inbegrepen in het transitiepad. De eerste kolom geeft dus de reductie per dier weer en de tweede de reductie op bedrijfsniveau (per dier maal aantal dieren). Niet elk transitiepad is mogelijk voor elk bedrijf

Broeikasgasemissies per sector en soort transitiepaden*	Emissiereductie t.o.v. basis (%) excl. volumeveranderingen	Emissiereductie t.o.v. basis (%) incl. volumeveranderingen
Melkvee – intensiveringspaden	-23% tot -26%	-23% tot -26%
Melkvee - extensiveringspaden	-6% tot +5%	-31% tot -53%
Varkens - vergisting	-33% tot -36%	-33% tot -36%
Varkens – dagontmesting	-61% tot -76%	-61% tot -76%
Akkerbouw	-30% tot -42%	-30% tot -42%

zou zijn indien een bedrijf een kiest voor een van de transitiepaden. Daarnaast wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met huidige ontwikkelingen en flankerend beleid zoals afschaffing van derogatie en veranderingen in GLB-subsidies.

Met behulp van deze bedrijfsresultaatberekeningen wordt vervolgens ingeschat hoeveel van de sector zou overstappen naar een andere bedrijfsstrategie ofwel transitiepad. Hiervoor zijn per bedrijfstype verschillende bedrijfsprofielen ontwikkeld (stoppers, grote investeerders en overig) die verschillende investeringsmogelijkheden hebben.

Resultaten

Voor 2030 zijn er duidelijke doelstellingen voor de landbouw, maar voor na 2030 zijn deze er niet. Daarom hebben we in samenspraak met de opdrachtgever met behulp van de Trajectverkenning van PBL een indicatief restemissiedoel uitgerekend voor 2040, welke overeenkomt met ongeveer 40% emissiereductie t.o.v. 2022. Dit doel wordt vervolgens naar rato verdeeld om subsectordoelen te definiëren. We verkennen daarna voor diverse beprijzingstelsels welk beprijzingsniveau nodig zou zijn om deze doelen te halen. Op basis van de technische emissiereductiepotentiëlen in de tabel hierboven is te zien dat dit doel in de melkveehouderij ook volumereductie vergt, maar voor de varkenshouderij niet per se.

Zonder emissiebeprijzing vindt er reeds enige emissiereductie plaats, maar nog niet voldoende om de indicatieve sectordoelen te waarborgen. Van de totale emissiereductie in dit basispad richting 2040 vindt een groot deel van de reductie plaats door uitgekochte en ongebruikte veerechten. Deze uitkoop komt door diverse uitkoopregelingen (lbv en lbv+) en in zeer beperkte mate door de afoming van rechten bij overdracht buiten de familie in de veehouderij. De ongebruikte rechten in het basispad zijn veerechten die aangeboden worden bij natuurlijk verloop (voornamelijk in de melkveehouderij) maar niet aangekocht worden. Dit hangt in de melkveehouderij ook samen met een teruglopend areaal en de in de bedrijfstypen en transitiepaden veronderstelde grondgebondenheid (vastgesteld aantal GVE per ha per transitiepad).

Met beprijzing kunnen de doelen wel gehaald wordt, wat aantoont dat emissiebeprijzing kan bijdragen aan emissiereductie. Het doel van deze studie is daarbij voornamelijk om beter te begrijpen wat de verschillen tussen diverse heffingsvormen zijn alsook hun mogelijke bijdrage aan emissiereductie, en secundair een indicatie van mogelijke beprijzingshoogtes te verkrijgen. De hierna genoemde uitkomsten zijn conditioneel op de aannames in en architectuur van het model.

Voor een vlakke emissieheffing is bij referentie-instellingen €49 per ton CO₂-eq. voldoende om de indicatieve sectordoelen in 2035 en 2040 te halen, terwijl bij een emissierechtenstelsel (of emissieheffing met verhandelbare dispensatierechten) dit €264 per ton is. De prijs is hoger bij

laatstgenoemde omdat rechten gratis toegekend worden maar jaarlijkse afnemen, en enkel bedrijven die te weinig rechten hebben deze moeten bijkopen.

Tabel 2. Restemissies in 2040 per beprijzingsstelsel

Emissies*	Restemissies in het basispad in 2040 (Mton CO ₂ -eq)	Indicatieve restemissiedoelen 2040 (Mton CO ₂ -eq)	Restemissies bij vlakke sectorheffing (Mton CO ₂ -eq)	Restemissies bij sector rechtenstelsel/heffing met verhandelbare dispensatierechten (Mton CO ₂ -eq)
Melkvee	7.54	6.48	7.04	6.92
Varkens	1.73	1.36	0.65	0.79
Akkerbouw	0.34	0.24	0.34	0.34
Totaal	9.62	8.08	8,04	8.05

*de tabel toont enkel emissies die meegenomen zijn in de doorrekening voor de sectoren en bevatten dus niet alle emissies. Enerzijds bevat het model niet alle emissiebronnen en anderzijds niet alle subsectoren (zie ook Appendix 1).

Er zijn sterke verschillen tussen de sectoren. Bij een sectorbrede heffing komt bijna alle emissiereductie van de varkenshouderij en een klein deel uit de melkveehouderij. Voor een emissierechtenstelsel is dit vergelijkbaar. Hiermee behaalt de varkenshouderij veel meer reductie dan nodig voor het subsectoremissiedoel. Het grootste deel van deze reductie komt door ongebruikte veerechten, voor een belangrijk deel veroorzaakt door teruglopende bedrijfsresultaten. Voor uitstootreductie door de ongebruikte veerechten moet aangetekend worden dat deze sterk markten bedrijfsafhankelijk is; bij betere dan referentie omstandigheden zal deze reductie lager uitvallen. Bij een rechtenstelsel wordt er verder relatief meer reductie door technische maatregelen en minder door ongebruikte rechten gerealiseerd t.o.v. een vlakke heffing.

Wanneer subsectoren individueel betaald worden om hun respectievelijke subsectordoelen te halen, liggen de beprijzingsniveaus redelijk anders. Zo is voor de varkenshouderij een heffing van 26 EUR/t nodig, terwijl dit voor de melkveehouderij tussen 54-76 EUR/t ligt en het niet mogelijk lijkt voor de akkerbouw om de indicatieve doelstellingen te bereiken. Dit zijn allen resultaten zonder effecten van mogelijke terugsluis, vrijstellingen of subsidies mee te nemen.

Met een heffingsvrije voet of een terugsluis (bij een heffing) of het verstrekken van gratis rechten bij een emissierechtenstelsel zou meer gestuurd kunnen worden op bepaalde uitkomsten. Hierdoor stoppen er minder bedrijven en wordt er relatief meer voor transitiepaden gekozen. Hierbij zijn wel hogere prijzen nodig voor eenzelfde emissiereductie effect, maar is de lastenverhoging beperkter.. Verder zal de landbouw hoogstwaarschijnlijk substantiële restemissies kennen, waar rekening mee gehouden kan worden in de vormgeving van een beprijzingsstelsel.

Algemene conclusies

Voor de melkveehouderij en varkenshouderij lijkt emissiebeprijzing sterk bij te kunnen dragen aan de sectordoelen voor 2035 en verder, voor de akkerbouw is dit niet het geval en zal beprijzing voornamelijk tot meer kosten leiden dan tot andere keuzes in transitiepaden. Vanwege de benodigde tijd voor uitrol resulteert beprijzing slechts in een beperkte extra emissiereductie richting 2030, onvoldoende om de doelen te halen. Door broeikasgasemissiebeprijzing dalen ook de stikstofemissies en de nationale productie van dierlijke eiwitten, maar blijft deze ruim voldoende voor de nationale consumptie.

Voor de veehouderij kan ofwel een heffing met terugsluis danwel vrijgestelde voet, waarschijnlijk opgedeeld naar subsector, ofwel een rechtenstelsel goed werken. Met de introductie van een (oplopende) CO₂-prijs, nemen boeren enerzijds meer maatregelen en kiezen zij transitiepaden, maar zijn er ook een toenemend aantal ongebruikte rechten van autonome stoppers alsook soms noodgedwongen stoppers (bedrijven die stoppen omdat hun bedrijfsresultaat te slecht wordt). Bij een emissierechtenstelsel en een heffing met terugsluis of vrijgestelde voet worden de laatstgenoemde beperkt, eerstgenoemde verhoogd en is de lastenontwikkeling beperkt, waarbij het lonender wordt om maatregelen te nemen en transitiepaden te kiezen.

Er kunnen hierbij echter nog steeds noodgedwongen stoppers resteren, omdat er weliswaar technische emissiereductie mogelijk is, maar deze reductie techno-economisch veel kleiner is. Met andere woorden geven sommige transitiepaden met een verlaging van de uitstoot ook een netto slechter bedrijfsresultaat, waardoor deze niet gekozen worden omdat verondersteld is dat boeren dit niet kunnen doorberekenen in de marktprijs. Om deze transitiepaden toch economisch aantrekkelijker te maken, zouden er subsidies voor specifieke transitiepaden ingericht kunnen worden of aan marktcreatiebeleid gedaan worden, zodat de gestegen kostprijs door verduurzaming niet tot een slechter bedrijfsresultaat hoeft te leiden.

Alle beprijzingsstelsels kunnen het benodigde emissie-effect geven voor de 2035 en 2040 doelen geven, maar een rechtenstelsel of emissieheffing met verhandelbare dispensatierechten beprijsst een kleiner deel van de emissies (effectief) tegen een hogere prijs. Omdat met een vlakke heffing (zonder volledige terugsluis) geld aan de sector onttrokken wordt, is de toename van bedrijfslasten echter gemiddeld groter bij een vlakke emissieheffing dan een rechtenstelsel.

De verschillen tussen de subsectoren en zelfs daarbinnen zijn groot, zowel qua historische emissies als mogelijkheden tot reductie. De uitkomsten van het rekenmodel zijn gebaseerd op 19 typische bedrijven die een groot deel van de sectoren representeren, maar de spreiding binnen de sector is zeer groot. Waar een bepaald beprijzingsniveau voor de ene sector een prikkel geeft tot het nemen van maatregelen, betekent eenzelfde beprijzing voor een andere sector het failliet van veel bedrijven of simpelweg hogere kosten zonder de mogelijkheid om zich (significant) aan

te kunnen passen. Om gericht te kunnen sturen zou een sectordifferentiatie verstandig kunnen zijn. Het is in algemenere zin van belang om een juiste balans te vinden in de beprijzing (het lonend maken om te kiezen voor specifieke transitiepaden, en het beperken van het aantal noodgedwongen stoppers). Dit vraagt ook om politieke en maatschappelijke keuzes.

Voor de vormgeving van een stelsel zijn er nog veel stappen nodig. Het meest haalbaar (op relatief korte termijn en voor emissiereductie) lijkt een pragmatische uitwerking van een beprijzingsstelsel voor de veehouderij dat het grootste en stuurbare deel van emissies omvat, gebouwd op een uitbreiding van bestaande (registratie)praktijken op basis van activiteitendata maar met ruimte voor verdere ontwikkeling.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Aanleiding	2
Conceptuele vormgeving stelsel.....	2
Aanpak	2
Resultaten	3
Modelmatige analyse stelsel	4
Aanpak	4
Resultaten	5
Algemene conclusies.....	7
Inleiding.....	12
Context van deze studie	13
Conceptuele vormgeving stelsel	14
Introductie.....	14
Keuzes in de vormgeving van een emissiebeprijzingsstelsel.....	14
Stelsels in ontwikkeling	16
Stelsel in Denemarken	18
Stelsel in Nieuw-Zeeland	18
Stelsel (toeslag) van FrieslandCampina	19
Vergelijking stelsels in ontwikkeling	19
Toetsing haalbaarheid keuzevarianten emissiebeprijzingsstelsels	20
Gebruiksvriendelijkheid en draagvlak beprijzingsstelsel.....	22
Stappen die nog gezet moeten worden.....	25
Uitvoeringstechnische stappen	25
Juridische stappen.....	31
Varianten voor doorrekening.....	32
Conclusies conceptuele vormgeving.....	35
Modelmatige analyse stelsels	37
Introductie en doelen.....	37
Doelen.....	37
Generieke modelbeschrijving	39

<i>Overkoepelende structuur</i>	40
Criteria voor investering.....	40
Investeringsritme	41
<i>Opzet melkveehouderij</i>	41
Bedrijfstypen	42
Transitiepaden.....	42
Financiële kentallen	50
Modelaannames structuur	51
Beperkingen	55
<i>Opzet varkenshouderij</i>	57
Bedrijfstypen	57
Transitiepaden.....	57
Financiële kentallen	60
Modelaannames structuur	60
Beperkingen	62
<i>Opzet akkerbouw</i>	63
Bedrijfstypen	63
Transitiepaden.....	64
Financiële kentallen	65
Modelaannames structuur	67
Beperkingen	69
<i>Analyse Scenario's en Resultaten</i>	72
Benodigde beprijzingsniveau voor doelen	72
Melkveehouderij	75
Varkenshouderij.....	90
Aandachtspunten bij uitwerking veehouderij.....	98
Akkerbouw.....	99
Sensitiviteitsanalyse	102
Doorkijk op systeemniveau.....	109
Conclusies	111
Appendix 1: Emissies in scope van model.....	117
Appendix 2: Geraadpleegde experts en klankbordgroep	119
Appendix 3: Vergelijking basisuitkomsten.....	121
<i>Melkveehouderij</i>	121
Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie	121
Vergelijking emissies met Emissieregistratie.....	123
Vergelijking met de KEV2024.....	126

<i>Varkenshouderij</i>	127
Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie	127
Vergelijking emissies met Emissieregistratie.....	128
Vergelijking met de KEV2024.....	129
<i>Akkerbouw</i>	130
Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie	130
Vergelijking emissies met Emissieregistratie.....	132
Vergelijking met de KEV2024.....	133

Inleiding

De klimaatdoelstellingen voor de landbouw worden volgens PBL in de KEV2024 niet gehaald, noch voor 2030 noch voor 2035 (indicatieve restemissiedoelen voor 2030 worden ook in 2035 nog niet gehaald).¹ Het kabinet wil inzetten op doelsturing en deze klimaatdoelen wel halen²³. Begrijping van broeikasgasemissies is daar mogelijk een onderdeel van.

In de Fiscale Strategische Agenda 2024-2028 is daarom aangekondigd dat het kabinet wil verkennen wat het benodigde begrijpingsniveau per sector moet zijn om de klimaatdoelen voor alle klimaatsectoren voor 2030 en daarna te borgen. Om hier invulling aan te geven, heeft het Ministerie van Financiën, bijgestaan door een begeleidingscommissie, Kalavasta gevraagd onderzoek te doen naar emissiebegrijping in de landbouw. Dit onderzoek richt zich specifiek op de veehouderij en akkerbouw, aangezien de glastuinbouw reeds een vorm van emissiebegrijping kent. De sector landgebruik valt buiten de scope van dit onderzoek. Dit is het gevolg van een scopekeuze die volgt uit de Fiscale Strategische Agenda, gebaseerd op de klimaatsectoren. Dit maakt het eenvoudiger om effecten te verkennen, maar ontnemt ook mogelijkheden tot emissiereductie (en negatieve emissies via koolstofopslag in de bodem).

Het doel van deze studie is om te onderzoeken welke randvoorwaarden er zijn voor het uitvoeren van een emissieheffing en een emissierechtenstelsel in de landbouw en daarbij ook te kwantificeren wat de economische en emissie effecten van deze twee begrijpingsstelsels zijn in de context van de klimaatdoelen voor deze sectoren.

Hiertoe worden twee typen begrijpingsstelsels uitgewerkt: een broeikasgasemissieheffing (zoals het glastuinbouwsectorsysteem) en een emissierechtenstelsel (zoals ETS en fosfaatrechten). De belangrijkste verschillen tussen deze heffingsvormen zijn de volgende:

- Bij een heffing worden de op bedrijfsniveau geregistreerde emissies vermenigvuldigd met een vast te stellen prijs per eenheid broeikasgas
 - Hierbij kan eventueel een vrijgestelde voet worden gehanteerd, waarbij onder een bepaalde emissiehoeveelheid geen heffing verschuldigd is
- Bij een emissierechtenstelsel wordt een dalend aantal rechten uitgegeven, welke in bezit moeten zijn om tot die hoogte broeikasgasemissies uit te mogen stoten
 - Rechten kunnen worden verhandeld en op deze markt ontstaat prijsvorming

¹ PBL (2024) Klimaat- en Energieverkenning 2024

² Regeerprogramma (2024): Hoofdstuk 4. Landbouw, visserij, voedselzekerheid en natuur

³ Rijksoverheid (2025): Voortgang Klimaatdoelen

- Een heffing biedt zekerheid over de prijs maar onzekerheid over de emissiereductie; een rechtensysteem het tegenovergestelde: onzekerheid over de prijs maar zekerheid over de reductie

Dit onderzoek bestaat uit twee onderdelen. Het eerste onderdeel beslaat een kwalitatieve analyse van de mogelijke vormgeving van de beprijzingsstelsels, met daarbij een evaluatie van de technische uitvoerbaarheid, juridische haalbaarheid en gebruiksvriendelijkheid daarvan. Het tweede onderdeel is een kwantitatieve doorrekening van de effecten van emissiebeprijzing op de financiën en emissies van landbouwbedrijven. Indien we in deze studie over “beprijzing” of “beprijzingsstelsel” spreken, heeft dit op beide betrekking; anders gebruiken we de specifieke termen “heffing” enerzijds of “(emissie)rechtenstelsel” of “ETS” anderzijds.

Context van deze studie

Deze studie betreft een eerste verkennende analyse van CO₂-beprijzing in de Nederlandse veehouderij en akkerbouw en is gebaseerd op beschikbare literatuur, modelberekeningen en expertinschattingen. De gehanteerde methodiek en aannames zijn zoveel mogelijk transparant weergegeven, maar kennen inherente onzekerheden die de resultaten beïnvloeden.

Dit onderzoek richt zich hoofdzakelijk op broeikasgasemissies in de landbouw. De klimaat- en milieudoelen van de landbouw zijn echter breder dan broeikasgasemissies, en omvatten ook stikstofemissies, waterkwaliteit, landschapselementen, bos en koolstofvastlegging. Daarnaast is de klimaatsector landgebruik nauw verweven met de klimaatsector landbouw. Landgebruik (LULUCF) emissies worden niet meegenomen in deze studie.

De overige doelen van de landbouw, en specifiek de toekomstige inspanningen die gepleegd worden om deze te halen, zijn in de regel niet meegenomen in deze studie, behalve waar expliciet vermeld (e.g. waterpeilverhoging veenweidegebied). Daarmee beschrijft deze studie niet een volledig beeld van de mogelijke veranderingen en effecten op bedrijf- en sectorniveau.

De gepresenteerde uitkomsten dienen te worden geïnterpreteerd als indicatieve bandbreedtes in plaats van exacte voorspellingen. Verschillende scenario's en gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd om de robuustheid van de bevindingen te toetsen, maar externe factoren zoals beleidswijzigingen, technologische ontwikkelingen en marktdynamiek kunnen de werkelijke ontwikkelingen significant beïnvloeden. Voor de interpretatie van resultaten wordt verwezen naar de methodologische verantwoording en beperkingen zoals uiteengezet in de hoofdtekst van het rapport.

Binnen de geschetste kaders bieden de bevindingen waardevolle inzichten voor het begrip van CO₂-beprijzing in de veehouderij en akkerbouw. Besluitvorming over CO₂-beprijzing vereist aanvullende analyses of afwegingen die rekening houden met bredere economische, sociale en politieke overwegingen, die buiten de scope van dit onderzoek vallen.

Conceptuele vormgeving stelsel

Introductie

In het eerste deel van dit onderzoek wordt conceptueel naar beide stelsels gekeken. Hierbij wordt onderzocht wat de technische uitvoerbaarheid en de doelmatigheid per stelsel is en welke juridische en uitvoeringstechnische stappen gezet moeten worden voor een eventuele invoering. Deze analyse is gebaseerd op literatuuronderzoek en gesprekken met diverse experts, zowel individueel als in een klankbordgroep.

Eerst worden de keuzes in vormgeving beschreven en wordt aangegeven met welke aspecten rekening gehouden kan worden. Vervolgens worden twee landelijke beprijzingsstelsels die reeds in ontwikkeling zijn in het buitenland en een toeslagenstelsel van FrieslandCampina beschreven. Daarna wordt de technische haalbaarheid van de stelsels en de gebruiksvriendelijkheid beoordeeld. Tot slot wordt beschreven welke uitvoeringstechnische en juridische stappen er gezet moeten worden voordat de invoering van een van de stelsels mogelijk is.

Op basis van deze analyse worden enkele concrete stelsels geïdentificeerd die in de doorrekening van het model (het tweede deel van dit onderzoek) worden toegepast. Ook worden enkele eerste conclusies op basis van deze kwalitatieve analyse geschetst.

Keuzes in de vormgeving van een emissie-beprijzingsstelsel

Er zijn diverse keuzes te maken in de vormgeving van een emissiebeprijzingsstelsel. Deze zijn dan ook medebepalend voor de uitvoerbaarheid, juridische haalbaarheid en gebruiksvriendelijkheid. We zullen deze eerst beschrijven en vervolgens een vernauwing aanbrengen om te komen tot concrete varianten die kansrijk(er) lijken qua haalbaarheid. Deze selectie is ook mede beïnvloed door de ervaring en doorrekening die verder gepresenteerd wordt in deel 2 van het onderzoek.

In Tabel 3 staat een niet-uitputtend overzicht van enkele van de keuzes die te maken zijn in het vormgeving van een emissiebeprijzingsstelsel. Deze keuzes betreffen zowel de technische vormgeving als de beleidsmatige inrichting van een stelsel. De technische overwegingen omvatten bijvoorbeeld welke emissiebronnen worden beprijsd, hoe breed de emissiescope wordt gedefinieerd (directe emissies of inclusief ketenemissies), en op welke wijze emissies worden gemeten

en geijkt. Daarnaast moet worden bepaald welke broeikasgasdifferentiatie wordt gehanteerd en of het stelsel sectoraal of subsectoraal wordt ingericht.

De beleidsmatige keuzes betreffen de invoering van het stelsel in de tijd, de verwerking van gegenereerde inkomsten en de mogelijke toepassing van een heffingsvrije voet. Voor alle aspecten geldt dat de eenheid waarop emissies worden betrokken - of dat nu per bedrijf, per productie-eenheid of per product is - doorwerkt in de praktische uitvoering van terugsluis, rechtenallocatie en vrijstellingen.

Tabel 3. Karakteristieken en keuzes in de vormgeving van een emissiebeprijzingsstelsel

Karakteristieken van emissiebeprijzingsstelsel	Overweging	Opties
Deel van uitstoot belast	Welke emissiebronnen wordt beprijsd?	Een deel van de tot alle i.h.k.v. de IPCC-richtlijnen geregistreerde emissies
Emissiescope	Worden enkele directe of ook ketenemissies meegenomen?	Directe emissies conform National Inventory Reporting (NIR), of ketenemissies (Scope 1,2,3) via een life cycle analysis (LCA)
Broeikasgasdifferentiatie	Wat zijn de GWPs die gehanteerd worden voor de verschillende broeikasgassen c.q. de verschillende prijzen voor broeikasgassen?	Standaard IPCC GWPs of afwijking daarvan
Sectordifferentiatie	Wordt eenzelfde beprijzingssystemiek gebruikt over sectoren?	Sectorbeprijzing of subsectorbeprijzing
Meting uitstoot	Hoe worden de emissies per bedrijf gemeten?	Berekening o.b.v. geregistreerde gegevens (activiteitendata) en forfaitaire waarden of fysieke meting met sensoren
Ijking meting	Hoe worden de metingen geijkt?	Hoe worden jaarlijks de emissieregistratie geüpdate cq apparatuur gecontroleerd?
Ingroei maatregel	Hoe wordt de beprijzing in de tijd ingevoerd?	Startdatum en ingroeipad zijn te bepalen
Verwerking inkomsten	Waar worden de inkomsten uit de beprijzing voor ingezet? [enkel voor heffing]	Inkomsten kunnen gebruikt worden voor directe terugsluis, subsidies voor meerinvesteringen en overbrugging of generieke klimaatfondsen
Emissievrije voet	Wordt een deel van de emissies vrijgesteld van beprijzing? [enkel voor heffing]	Dit kan vast (per bedrijf) of variabel (per productie- of producteenheid)
Eenheid uitstoot (voor terugsluis, rechtenallocatie, vrijgestelde voet en vergelijking)	Wordt uitstoot relatief aan productie-eenheid, eenheid product of ongeacht product belast?	Voor een vrijgestelde voet of de gronden van terugsluis of rechtenallocatie kan gekken worden naar diverse functionele eenheden

De individuele eigenschappen van een beprijzingsstelsel uit bovenstaande tabel worden beoordeeld op uitvoerbaarheid, juridische haalbaarheid en gebruiksvriendelijkheid. Bij deze evaluatie wordt rekening gehouden met de volgende aspecten:

- Juridische haalbaarheid
 - Haalbaarheid nationaal
 - Haalbaarheid EU
- Technische uitvoerbaarheid
 - Implementatietermijn
 - Betrouwbaarheid registratie
 - Benodigde informatie
 - Kosten
 - Zekerheid behalen doelbereik
- Gebruiksvriendelijkheid
 - Administratieve last (met name additioneel)
 - Complexiteit
 - Duidelijkheid voor sector met betrekking tot regelgeving

Op basis van deze analyse komen we tot een aantal varianten die haalbaar(der) lijken en welke we ook doorrekenen. Voordat we deze analyse starten, presenteren we een overzicht van enkele emissiebeprijzingsstelsels die in ontwikkeling zijn in andere landen. We proberen deze de karakteriseren op basis van de eigenschappen die we hierboven gepresenteerd hebben.

Stelsels in ontwikkeling

Er zijn op dit moment, voor zover bekend, diverse beprijzingsstelsels in ontwikkeling in het buitenland. Een overzicht hiervan en hun belangrijkste eigenschappen staat in de tabel hieronder. In Denemarken wordt een heffing ontwikkeld die in 2030 zouden moeten ingaan. Nieuw-Zeeland had ook een beprijzingsstelsel ontwikkeld dat in 2025 zou ingaan, maar dit is door de nieuwe regering geschrapt. We hebben dit stelsel desondanks in deze analyse opgenomen omdat de plannen al ver waren uitgewerkt en er uitgebreid onderzoek en consultatie over was uitgevoerd. Daarnaast is er in Nederland al een toeslagenstelsel van FrieslandCampina actief dat ook in het overzicht wordt opgenomen. Hoewel dit stelsel niet gaat over beprijzing maar juist over additionele vergoeding indien de emissiefootprint van melk lager uitvalt dan een benchmark, vormt het een belangrijk voorbeeld voor de Nederlandse praktijk dat al substantiële effecten heeft op de bedrijfsvoering. Hieronder worden alle drie de systemen afzonderlijk besproken.

Tabel 4. Karakteristieken en keuzes in de vormgeving van beprijzingsstelsels

Karakteristieken van emissiebeprijzingsstelsel	Overweging	Opties	Denemarken - broeikasgasemissieheffing	Nieuw-Zeeland – gesplitst heffingssysteem	‘Friesland-campina stelsel’
Deel van uitstoot belast	Welk deel van de emissies wordt betaald?	Deel/alles (tussen haakjes aandeel totale emissies)	Belangrijkste uitstoot 85%: vee, bemesting, veen	Alle (100%)	Toeslag wanneer melk onder benchmark zit
Emissiescope	Worden enkele directe of ook ketenemissies meegenomen?	Scope 1, 2, 3	Scope 1	Scope 1	Scope 1
Broeikasgasdifferentiatie	Wat zijn de GWPs die gehanteerd worden voor de verschillende broeikasgassen c.q. de verschillende prijzen voor broeikasgassen?	Standaard IPCC GWPs of afwijking daarvan	CO ₂ -eq	Ja, CH ₄ vs N ₂ O	CO ₂ -eq
Sectordifferentiatie	Wordt eenzelfde beprijzingssysteem gebruikt over sectoren?	Sectorbeprijzing of subsectorbeprijzing	Gedifferentieerd, lagere ingroeprij voor vee	Uniform	Melkveehouderij
Meting uitstoot	Hoe worden de emissies per bedrijf gemeten?	Berekening o.b.v. geregistreerde gegevens (activiteitendata) en forfaitaire waarden of fysieke meting met sensoren	Activiteitsdata	Activiteitsdata	Achteraf in kringloopwijzer op basis van rekenregels
Ijking meting	Hoe worden de metingen geïjkt?	Hoe worden jaarlijks de emissieregistratie geüpdate cq apparatuur gecontroleerd?	Emissiefactoren update	Emissiefactoren update	Kringloopwijzer update
Ingroei maatregel	Hoe wordt de beprijzing in de tijd ingevoerd?	Startdatum en ingroei-pad zijn te bepalen	Start 2030 (50 EUR/t CO ₂ -eq voor vee, 100 EUR/t CO ₂ -eq rest) naar 100 EUR/t CO ₂ -eq in 2035	Q4 2025, vaste (lage) prijs voor 5 jaar (oorspronkelijke planning)	2023 gestart
Emissievrije voet	Wordt een deel van de emissies vrijgesteld van beprijzing? [enkel voor heffing]	Dit kan vast (per bedrijf) of variabel (per productie- of productie-eenheid)	Nee	95% vrije allocatie	Benchmark grenzen voor toeslag
Eenheid uitstoot (voor terugsluis, rechtenallocatie, vrijgestelde voet en vergelijking)	Wordt uitstoot relatief aan productie-eenheid, eenheid product of ongeacht product belast?	Voor een vrijgestelde voet of de gronden van terugsluis of rechtenallocatie kan gekozen worden naar diverse functionele eenheden	Per dier en per hectare (productie-eenheid) voor korting (Subsidie)	kg N ₂ O/ton kunstmest Kg CH ₄ /dier of ton product	Kg CO ₂ -eq./liter melk
Verwerking inkomsten	Waar worden de inkomsten uit beprijzing voor ingezet?	Terugsluis, Subsidies omschakeling/ meerinvestering	Terugsluis (60%), opkoop veenweidegebied, bebossing	Agricultural Emission Fond voor de sector ter verduurzaming	Inkomsten melkveehouder

Stelsel in Denemarken

In Denemarken heeft een expertgroep zich tussen 2021 en 2024 gebogen over de vraag met welk beleid het land aan haar klimaatdoelen voor 2030 kan voldoen (-70% i.v.m. 1990). Daarbij was er in de eerste fase een focus op industrie en in een tweede fase op de landbouw⁴. De inzet daarbij is op sectorbrede beprijzing, d.w.z. beprijzing van eenzelfde hoogte voor verschillende vraagsectoren. Er worden uiteindelijk 3 modellen van heffingen voorgesteld (geen emissierechtenstelsels) die variëren qua hoogte en sectordifferentiatie (lagere heffing voor veehouderij). Het grootste deel (zo'n 85%), maar niet alle emissies worden beprijsd. In de beprijzingsscope vallen emissies van vee, bemesting en vee. De emissies worden o.b.v. activiteitendata geregistreerd, zoals ook voor de IPCC NIR gedaan wordt. Dit wordt op relatief eenvoudige wijze gedaan, met bijvoorbeeld een vaste emissiefactor lachgas per eenheid stikstof bemesting.

Sinds de publicatie van hun rapport is men begonnen met de implementatie van deze heffing en zijn er ook al wat zaken veranderd. Het volgende is gebaseerd op een gesprek met Michael Svarer, voorzitter van de eerdergenoemde expertgroep⁵. De heffing start in 2030 (i.p.v. een phase-in vanaf 2027 zoals voorgesteld). Er wordt gekozen voor model 2 uit hun rapport waarbij in eerste instantie de veehouderij een lagere heffing heeft (sectordifferentiatie) maar dit in 2035 gelijkgetrokken is met de overige sectoren (ook industrie). Het terugsluis percentage is gemiddeld 60% (niet 50% zoals in het voorstel), daarmee kunnen boeren met maatregelen in de buurt van net-zero financiële effecten komen. De uitwerking van de heffing is in handen van een nieuw opgericht Ministerie die ook implementatiekeuzes te maken heeft.

Stelsel in Nieuw-Zeeland

Nieuw-Zeeland was van plan eind 2025 een beprijzingssysteem in te voeren voor landbouwemissies, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen kortlevende gassen (methaan) en langlevende gassen (lachgas en CO₂). Dit onderscheid is gebaseerd op het fundamentele verschil in atmosferische eigenschappen: methaan blijft ongeveer 12 jaar in de atmosfeer en stabiliseert binnen 50 jaar bij constante emissies, terwijl langlevende gassen eeuwenlang blijven bestaan.⁶ Het methaan-reductiedoel van Nieuw-Zeeland was 10% reductie in 2030 en 24-47% reductie in 2050 (beide t.o.v. 2017-niveaus).⁷ Hierdoor zou voor methaan een lagere prijs kunnen worden gehanteerd, aangezien de uitstoot niet tot nul hoeft te dalen om verdere opwarming te voorkomen.

⁴ Expert Group for a Green Tax Reform. Green Tax Reform. Final Report. 2024

⁵ Directe communicatie met Michael Svarer, voorzitter Expert group

⁶ Interim Climate Change Committee (2019) Action on Agricultural emissions, Evidence, analysis and recommendations. [ICCC-action-on-agricultural-emissions-report.pdf](#)

⁷ Ministry for the Environment (2022a) Te Te tātai utu o ngā tukunga ahūwhenua, Pricing agricultural emissions: Consultation document. [Pricing agricultural emissions: Consultation document | Ministry for the Environment](#)

Het systeem zou zich richten op de grootste emissiebronnen: methaan van vee (71% van de totale landbouwemissies) en lachgas van kunstmest en andere meststoffen (21% van de totale emissies).⁸ Alleen bedrijven die meer dan 200 ton CO₂-equivalenten per jaar uitstoten zouden onder de heffing vallen, wat in de praktijk voornamelijk rundvee- en varkenshouderijen betreft.⁹ Akkerbouw en pluimveehouderij zouden grotendeels buiten het systeem blijven.

De implementatie zou gefaseerd verlopen, startend met lage prijzen die voor vijf jaar zouden worden vastgelegd en een eenvoudige berekening met standaard emissiefactoren per dier of ton kunstmest.¹⁰ In 2028 zou het systeem worden verfijnd met bedrijfsspecifieke gegevens.¹¹ Bij aanvang zou 95% vrije toewijzing worden voorzien, waardoor de kostendruk aanvankelijk beperkt zou blijven.¹² De inkomsten uit de heffing waren bestemd voor een landbouwemissiefonds dat boeren zou ondersteunen bij emissiereductie door training, subsidies en onderzoek.¹³

De nieuwe regering heeft deze plannen echter ingetrokken onder druk van aanhoudende protesten uit de landbouwsector. In plaats van emissiebeprijzing kiest de regering nu voor een technologie-gerichte benadering met NZ\$400 miljoen aan investeringen over vier jaar in onderzoek en ontwikkeling van emissiereductie-oplossingen.

Stelsel (toeslag) van FrieslandCampina

FrieslandCampina geeft sinds 2023 een melktoeslag aan melkveehouderij indien de emissies per kg melk onder een benchmark waarde vallen. De emissies worden vastgesteld met behulp van de Kringloopwijzer en dus berekend. Hoe lager de emissies uitvallen, hoe hoger de toeslag is.

Dit stelsel is geen vorm van beprijzing, maar eerder een subsidie. Echter hebben we het wel in dit overzicht opgenomen omdat het een reeds bestaand systeem is dat op basis van vastgestelde emissies een financiële prikkel geeft, net als een beprijzingsstelsel.

Vergelijking stelsels in ontwikkeling

Het Deense en Nieuw-Zeelandse stelsel kennen diverse overeenkomsten, maar ook enkele verschillen. Beide stelsels zijn heffingen die niet alle emissies beprijsen, maar wel tegen de 90%. Hiermee worden de meeste emissies meegenomen, maar enkele kleinere en lastiger te sturen bronnen uitgesloten. De emissies worden gemeten op basis van activiteitendata en forfaitaire

⁸ Interim Climate Change Committee (2019)

⁹ Ministry for the Environment (2022b) Te Te tātai utu o ngā tukunga ahuwhehenua, Pricing agricultural emissions report undersection 215 of the Climate Change Response Act 2002. [Pricing-agricultural-emissions-report-under-section-215-of-the-CCRA.pdf](#)

¹⁰ Ministry for the Environment (2022b)

¹¹ Ag Matters. (n.d.) How to calculate your farm's greenhouse gas emissions and make a plan to reduce them. [Know your numbers | Ag Matters](#)

¹² Ministry for the Environment (2022a)

¹³ Ministry for the Environment (2022a)

waarden. Met het oog op implementatie op korte termijn is dat waarschijnlijk ook de enige haalbare optie (al zouden sommige emissies wel met sensoren geregistreerd kunnen worden). Beide kennen daarnaast substantiële vrijstellingen, maar deze zijn op verschillende manieren geïmplementeerd. In Denemarken is er een terugsluis van gemiddeld 60%. In Nieuw-Zeeland is er geen terugsluis, maar is er een ondergrens aan emissies (200 t CO₂-eq per bedrijf) en in het eerste jaar een 95% vrije allocatie. Verder kennen beide landen ook differentiaties, maar zijn deze anders. In Denemarken kent de veehouderij de eerste 5 jaar een langzamer ingroepad en een tijdelijk lagere heffing dan de andere (landbouw)sectoren. In Nieuw-Zeeland is er geen sectordifferentiatie, maar zijn de broeikasgasemissies van methaan anders (lager) beprijsd dan lachgas en CO₂.

Toetsing haalbaarheid keuzevarianten emissiebeprijzingstelsels

We evalueren in Tabel 5 de uitvoeringstechnische en juridische haalbaarheid van individuele keuzes in de vormgeving van het emissiebeprijzingstelsel. De beoordeelde aspecten omvatten welk deel van de uitstoot wordt belast, de emissiescope, broeikasgasdifferentiatie, sectordifferentiatie, meetmethoden voor uitstoot en de mogelijke toepassing van een heffingsvrije voet. Bij deze evaluatie is ook input uit diverse gesprekken met experts meegenomen, hiervoor staat in Appendix 2 een overzicht wie hiervoor geraadpleegd is.

Bij het deel van de uitstoot dat wordt belast, blijkt het beprijsen van directe emissies uit veehouderij en bemesting het meest praktisch, omdat deze bronnen al grotendeels worden geregistreerd en ongeveer 85% van de totale emissies vertegenwoordigen. Het meenemen van alle emissiebronnen verhoogt de administratieve complexiteit en handavingskosten aanzienlijk. Verder zal hier ook een balans gevonden moeten worden in het detail van de registratie: gedetailleerd genoeg om recht te doen aan maatregelleffecten, maar niet onnodig complex. Voor de emissiescope wordt scope 1 (directe emissies) als meest uitvoerbaar beoordeeld omdat dit aansluit bij de bestaande NIR-methodiek, terwijl scope 1, 2 en 3 (inclusief ketenemissies) meer gedetailleerde dataregistratie vereist en juridisch problematisch is omdat boeren dan worden beprijsd op emissies buiten hun directe controle.

Betreffende broeikasgasdifferentiatie en sectordifferentiatie toont de analyse dat het hanteren van standaard IPCC-waarden het meest verdedigbaar is vanuit juridisch perspectief, terwijl afwijkingen lastiger te onderbouwen zijn. Een gedifferentieerde sectorale aanpak biedt meer sturingsmogelijkheden maar vereist juridische onderbouwing van het verschil in behandeling. Voor meetmethoden wordt berekening op basis van activiteitendata als meest haalbaar beoordeeld omdat dit voortbouwt op bestaande registratiesystemen, terwijl fysieke meting technisch complex en kostbaar is. Tot slot blijkt een heffingsvrije voet uitvoeringstechnisch eenvoudiger dan terugsluis, maar vereist wel onderbouwing van de gekozen grens.

Tabel 5. Toetsing van karakteristieken van emissiebeprijzingsstelsels

	Overweging	Opties	Uitvoeringstechnische toetsing	Juridische toetsing
Deel van uitstoot belast	Welk deel van de emissies wordt geprijsd?	Deel	Directe emissies van de veehouderij (pens, stal) en bemesting (weide, stal en kunst) eenvoudig mee te nemen en ongeveer 85% van de emissies. Voor een belangrijk deel worden deze reeds geregistreerd.	De uitsluiting van een deel van de emissies zal op gronden van bijv. impact (klein aandeel) en gemotiveerd moeten worden. Staatssteun en mededingingsrecht (concurrentie en marktverstoring) zouden qua impact moeten worden geanalyseerd
		Alle	Indirecte emissies en kleine posten zijn lastiger om mee te nemen omdat deze een vergaandere registratie vergen dan nu plaatsvindt. Ook gaat het administratief dan om veel meer datapunten en is controle lastiger bij veel kleine bronnen. Handhavingskosten zouden hoger kunnen zijn dan baten.	Vanuit juridisch oogpunt (gelijkheid) eenvoudiger dan partiële beprijzing. Anderzijds bieden kleinere emissiebronnen vaak minder gelegenheid tot sturing.
Emissiescope	Worden enkel directe of ook ketenemissies meegenomen?	Scope 1	Sluit aan bij NIR Emissieregistratie methodiek	Sluit aan bij NIR Emissieregistratie methodiek
		Scope 1, 2, 3	Veel meer data over rantsoen nodig (samenstelling, afkomst, teeltwijze, grondsoort etc), maar ook van meststoffen bijvoorbeeld. Boeren zullen zelf ook niet direct over alle data beschikken, en vermoedelijk zelfs leveranciers niet. Dit vergroot daarmee de voorbereidingstermijn en complexiteit van het stelsel	Boeren worden in dit geval geprijsd op emissies waar ze zelf niet direct controle over hebben. Een dergelijke beprijzing bestaat ook in andere klimaatsectoren nog niet. Het is de vraag of dit juridisch haalbaar is.
Broeikasgasdifferentiatie	Wat zijn de GWPs die gehanteerd worden voor de verschillende broeikasgassen c.q. de verschillende prijzen voor broeikasgassen?	Standaard IPCC GWPs	Sluit aan bij NIR Emissieregistratie methodiek	Sluit aan bij NIR Emissieregistratie methodiek
		Afwijking	Uitvoeringstechnisch geeft een dergelijke keuze niet substantieel meerwerk	Juridisch gezien is het lastig verdeelbaar om methaan en lachgas emissies met standaard IPCC emissiefactoren om te rekenen naar CO ₂ -equivalent, maar met andere emissiefactoren te rekenen voor een beprijzing
Sectordifferentiatie	Wordt eenzelfde beprijzingssysteem gebruikt over sectoren?	Gedifferentieerd	Administratief een grotere last, maar ook meer ruimte om te sturen.	Zal juridisch onderbouwd moeten worden waarom afgeweken wordt van uniform (verschillen in emissiebronnen en reductiemogelijkheden, alsook concurrentiepositie). Voor sectorindeling aangesloten bij bestaande structuren. Hangt af van doelen en komt op onderbouwing aan
		Uniform	Eenvoudiger, maar minder ruimte voor sturing of differentiatie	Een uniforme beprijzing over sectoren zal geen additionele juridische onderbouwing vergen. Het dient het doel en onderscheid naast emissies wellicht onwenselijk

	Overweging	Opties	Uitvoeringstechnische toetsing	Juridische toetsing
Meting uitstoot	Hoe worden de emissies per bedrijf gemeten?	Activiteiten-data/ forfaitair	Berekening op basis van activiteitendata (aantal dieren, veevoer, mest en kunstmest gebruik, gewassen) zoals nu voor een belangrijk deel ook al gedaan wordt in gecombineerde opgave en oormerkssystemen, wel uitbreiding en betere registratie nodig (d.w.z. meer gegevens moeten geregistreerd worden als kunstmest en de betrouwbaarheid van sommige hoger (e.g. veevoer). Verificatie moet ook opgestart worden. Door bestaande administratie ook relatief lage extra kosten.	Bouwt voort op registratie, maar berekening moet goed onderbouwd zijn. Bij aansluiting bestaande methodiek goede kans. Anderzijds kan dit nooit goed genoeg gedaan worden. Optie is om met ranges te werken en aan de voorzichtige kant te zitten, om te voorkomen dat er meer emissies berekend worden dan er uitgestoten zijn. NB de optelsom van het beprijzingssysteem kan lager uitvallen dan de daadwerkelijke emissieregistratie. Tot slot mag dit niet te grofstoffelijk zijn: vaste totale emissies per dierplaats geven geen ruimte tot sturing. Erkende maatregelen moeten ook resulteren in emissiereductie.
		Fysieke meting	Technisch gezien mogelijk in stallen, niet op het veld. Methaanemissies zijn te meten in gesloten stallen (varkens, kippen); halfopen (melkvee) blijft complex en vergt nog ontwikkeling. Installatie en uitvoering en onderhoud is duur. Mogelijk ingroei met opt-in op langere termijn	Meest nauwkeurige registratie (bij continue monitoring met goede instrumenten). Vereist wetgeving over meetprotocollen en certificering meetapparatuur.
Emissievrije voet	Wordt een deel van de emissies vrijgesteld van beprijzing? [enkel voor heffing]	Wel	Uitvoeringstechnisch mogelijk minder effectief, maar administratief vergelijkbaar. Eenvoudiger dan terugsluis.	Onderbouwing van grens nodig (verschil in behandeling), koppeling met doelen. Mogelijk eenvoudiger dan terugsluis

Gebruiksvriendelijkheid en draagvlak beprijzingsstelsel

Over het algemeen zal de introductie van een nieuw beprijzingsstelsel tijd, inspanning en (direct danwel indirect) geld van boeren vragen. Er kan bij het ontwerp van een stelsel echter rekening gehouden worden om de lasten voor boeren te beperken en anderzijds ook het begrip voor het stelsel te vergroten. Daarbij zijn verschillende aspecten van belang: de transparantie over doelstellingen en inkomstenverwerking, duidelijkheid over het stelsel, de keuze voor meetmethoden en bijbehorende kosten, mogelijke differentiatie tussen sectoren of bedrijven, handhaving en controle, en de fundamentele keuze tussen een heffing- of rechtenstelsel.

Het is allereerst belangrijk dat duidelijk gemaakt wordt wat de aanleiding van deze emissiebeprijzing is. De opgave is om als samenleving de broeikasgasuitstoot te verlagen, waarbij het beprijsen van emissies een instrument is. Het zou bevorderlijk voor het draagvlak zijn indien de

inkomsten uit deze beprijzing (indien heffing) terugvloeien naar de sector zelf. Dit kan op meerdere manieren gebeuren: via rechtstreekse terugsluis of vrijstelling, wat erkent dat er in de landbouw een basisniveau aan emissies bestaat dat niet te vermijden is. Ook kunnen subsidies worden uitgegeven voor emissiereducerende maatregelen die meerkosten kennen.

Daarnaast is een belangrijke factor voor de acceptatie van een beprijzingsstelsel een zorgvuldige implementatie gecombineerd met heldere communicatie. Een gefaseerde invoering biedt boeren de tijd om zich voor te bereiden op nieuwe administratieve verplichtingen en eventuele investeringen in eventuele meetapparatuur of procesaanpassingen. Tijdens deze implementatieperiode is transparante communicatie nodig: boeren moeten begrijpen hoe het stelsel werkt, wat er van hen wordt verwacht en hoe hun emissies worden berekend. Welke emissies hier onder vallen en welke niet, alsook een toelichting daarop is, moet duidelijk worden. Daarbij moet bijvoorbeeld ook uitgelegd worden dat de emissies van tractoren juist niet meetellen omdat deze onder de klimaatsector mobiliteit (mobiele werktuigen) vallen. Een testfase of pilotproject kan helpen om onduidelijkheden weg te nemen en het systeem te verfijnen voordat volledige invoering plaatsvindt. Een goed geïnformeerde sector zal minder weerstand bieden en effectiever kunnen anticiperen op de nieuwe regelgeving. Ook kan na een testfase of geleidelijk ingroeipad goed worden beoordeeld of de effecten in de sector anders blijken dan vooraf geanticipeerd.

Ook is het van belang dat de spelregels van de beprijzing duidelijk zijn. Voor de registratie van de emissies zijn er grofweg twee routes: een berekening o.b.v. aangeleverde data of fysieke metingen met sensoren. Voor de eerste route zal gelden dat er meer data aangeleverd zal moeten worden dan nu het geval is. Dat geeft additionele administratieve lasten. Voor de tweede route zal het gaan om het afnemen van meetdiensten danwel aanschaf en installatie van apparatuur. De kosten hiervoor kunnen bezwaarlijk zijn, zeker voor kleine boeren. Daarom zou een opt-in voor deze route overwogen kunnen worden, waarbij de overheid ook (een deel van) de financiële lasten zou kunnen dragen indien de toegevoegde waarde hiervan dit motiveert.

Indien er differentiatie plaatsvindt in de beprijzing, zal dit zowel op bijval als bezwaar kunnen rekenen. Indien sectoren verschillend belast worden, geeft dat enerzijds onevenredige effecten maar kan dit anderzijds bijdragen aan het behoud van bepaalde sectoren. Indien er een terugsluis of vrijstelling is, zal deze op grond van een kenmerk vastgesteld moeten worden. Zo kan er een bevooroordeelde plaatsvinden richting intensivering of extensivering¹⁴. Door een dergelijke toevoeging aan een beprijzingsstelsel, zullen sommige boeren lichter en andere juist zwaarder belast worden.

¹⁴ Zie bijv. ook de volgende bron voor een bespreking van mogelijke voor- en nadelen van diverse functionele eenheden: WUR (2024): Afbakening en functionele eenheid KPI-broeikasgassen melkveehouderij

De handhaving en controle van een emissiebeprijzingsstelsel vormen een belangrijk maar complex onderdeel van de gebruiksvriendelijkheid. Een effectief controlesysteem moet enerzijds voldoende waarborgen bieden dat emissieregistraties correct en betrouwbaar zijn, maar anderzijds de administratieve lasten voor boeren beperkt houden. Bij berekeningen op basis van activiteitendata kan worden aangesloten bij bestaande controlemechanismen, zoals de gecombineerde opgave, om dubbele administratie te voorkomen. Voor fysieke metingen zijn protocollen nodig voor kalibratie en onderhoud van meetapparatuur. De frequentie en intensiteit van controles moeten proportioneel zijn: intensievere controle bij bedrijven met afwijkende cijfers, terwijl bedrijven met consistente registraties minder frequent worden gecontroleerd. Ook zou controle proportioneel aan het volume emissies kunnen zijn. Transparantie over het controleproces en duidelijke procedures voor bezwaar en beroep dragen bij aan de acceptatie van het systeem en voorkomen onnodige conflicten tussen handhavingsinstanties en boeren.

Daarbij zal de keuze tussen een heffing en rechtenstelsel ook kunnen uitmaken. Conceptueel en qua implementatie is een heffing simpeler. Een heffing biedt ook meer duidelijkheid en zekerheid over de financiële effecten. Een rechtenstelsel is anderzijds al bekend vanuit de veehouderij (melkvee, varkens, kippen). Het biedt ook de mogelijkheid om met rechten te handelen, waardoor er meer flexibiliteit is (handel of maatregelen). Een tweede rechtensysteem naast de bestaande systemen die op fosfaatuitscheiding en dieraantallen gebaseerd zijn is mogelijk echter verwarrend. Een gecombineerd rechtensysteem is echter ook niet eenvoudig te realiseren omdat de koppeling tussen dieraantallen en verschillende emissies niet vast is: waar de huidige rechten eenzelfde fosfaatuitstoot vertegenwoordigen, hebben diertypen bij dezelfde fosfaatuitstoot een andere uitstoot van broeikasgasemissies.

Tot slot zou er met een broeikasgasemissiebeprijzingsstelsel een systeem komen in een landschap van diverse tools die uitspraken doen over de emissies van de landbouw. Er bestaat reeds de NEMA voor de nationale emissieregistratie van de landbouw¹⁵, er is de Kringloopwijzer¹⁶, het Farmdyn model¹⁷, de Cool Farm tool¹⁸, de Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) duurzame landbouw¹⁹ die nu ontwikkeld worden en diverse andere tools. Veel verschillen in tools en rekenmethoden werken begrijpelijkheid tegen en verhogen mogelijk de weerstand. Het verdient daarmee de aanbeveling om een overzicht te maken van deze tools, dat o.a. beschrijft welke er zijn, hoe ze tot stand gekomen zijn, wie ze ontwikkelt, wat de scope is en waar ze wel en niet voor gebruikt

¹⁵ <https://www.emissieregistratie.nl/documentatie/methoderapporten/landbouw>

¹⁶ <https://mijnkringloopwijzer.nl/>

¹⁷ <https://www.ilr1.uni-bonn.de/en/research/research-groups/economic-modeling-of-agricultural-systems/farmdyn>

¹⁸ <https://coolfarm.org/>

¹⁹ <https://wiki.groenkennisnet.nl/space/kpikll>

(kunnen) worden. Een dergelijk overzicht maakt toegankelijker en inzichtelijker richting publieke en private partijen welke ontwikkelingen, mogelijkheden en toepassingen er zijn.

Stappen die nog gezet moeten worden

Er zijn diverse stappen die nog gezet zouden moeten worden voor de invoering van een emissiebeprijzingsstelsel. In de eerste plaats moet er een keuze over de vormgeving van het stelsel gemaakt worden. Vervolgens moet er, in vrijwel alle gevallen, een aantal uitvoeringstechnische en juridische stappen gezet worden.

Voor een potentieel stikstofemissiebeprijzingsstelsel wordt gesteld dat een implementatie drie tot vier jaar voor een heffing en vier tot zes jaar voor een ETS in beslag zou kunnen nemen.²⁰ De stappen die gezet zullen moeten worden, uitvoeringstechnisch alsook juridisch, zijn grotendeels dezelfde voor een broeikasgasemissiebeprijzingsstelsel. De verwachting is daarmee dat de doorlooptijd vergelijkbaar is. We verwijzen de lezer dan ook graag naar de 'Sturen op Stikstof' rapportage waarin deze uitgebreid beschreven worden.

Een niet-uitputtend overzicht van de belangrijkste acties presenteren we hieronder. Deze zijn ook beïnvloed door de kwantitatieve analyse die we verderop presenteren.

Uitvoeringstechnische stappen

Dataregistratie

Er worden op het moment al diverse data op bedrijfsniveau verzameld. Dit gebeurt hoofdzakelijk via de gecombineerde opgave. Afhankelijk van de uitwerking van het beprijzingsstelsel (specifiek: welk deel van de emissies belast), zal er aanvullende registratie nodig zijn indien die gebaseerd is op activiteitendata en forfaitaire waarden. Tabel 6 geeft hiervan een overzicht. Voor de meeste basisgegevens zoals dierenaantallen, hectares en grondsoort kan worden aangesloten bij huidige registratiesystemen.

Voor een nauwkeurige emissiebeprijzing zijn echter aanvullende gegevens nodig die momenteel niet of onvoldoende worden geregistreerd. Dit betreft met name gedetailleerde informatie over rantsoensamenstellingen en -verbruik, specifiek van zelf geteeld en gebruikt gras en ruwvoer, gebruik van veevoeradditieven en precieze mestopslagduur. De uitbreiding van dataregistratie zou dus voornamelijk betrekking hebben op voer- en mestgerelateerde aspecten die nodig zijn voor accurate emissieberekeningen.

Dit zijn echter vrij essentiële elementen voor emissieramingen, en daarmee haast voorwaardelijk voor beprijzing. Bijna 4 Mton CO₂-eq aan methaanemissies komt van mestopslag- en bewerking,

²⁰ ABDTopconsult (2023): Normeren en prijzen van stikstofemissies. Sturen op stikstof.

waarbij deze berekeningen nu gebaseerd zijn op standaard opslagduren van 6 of 3 maanden. Dergelijke aannames zijn niet houdbaar op bedrijfsniveau. Registratie van de opslagduur is dus een voorwaarde voor de bepaling (en beprijzing) van deze emissies. Zo hangt verder de pensfermentatie van rundvee, ruim 8 Mton CO₂-eq aan methaanemissies, af van het rantsoen, waarbij voor de nationale emissieraming standaard aannames over de samenstelling gehanteerd worden. Ook hier geldt dat inzicht op rantsoenverbruik- en samenstelling (specifiek gras en ruwvoer) noodzakelijk is om de emissies op bedrijfsniveau nauwkeurig te berekenen.

Tabel 6. Overzicht van benodigde registratie voor emissieberekeningen voor een emissiebeprijzingsstelsel.

	Toelichting	Reeds onderdeel van huidige uitvraag	Extra uitvraag nodig
Dieraantallen	Aantallen van elk dier en soort daarbinnen (e.g. melkvee, jongvee voor melkvee <1j) op peildatum	Ja, op twee wijzen (gecombineerde opgave (GO) en I&R oormerken). I&R geeft aan- en afvoer, vergunning geeft aantal plaatsen	Nee
Melkproductie	Enkel indien terugsluis op grond van productie	Ja, in de gecombineerde opgave (GO)	Nee
Hectares	Aantal hectares in beheer	Ja	Nee
Grondsoort	Grondsoort	Ja	Nee
Mestopslag	Mestopslagduur – hoe lang wordt mest opgeslagen, in welke vorm	Nee, de capaciteit wordt geregistreerd maar niet de opslagduur. Hoeveel mest er is wel door AGL. Indien mest bewerkt of verwerkt wordt, zou de opslag voor en erna ook geregistreerd moeten worden. Dit wordt geregistreerd bij intermediaire ondernemingen (e.g. centrale verwerking).	Ja, mestopslagduur in verschillende stadia
Mestbewerking	Hoeveel mest wordt bewerkt (behandeld om samenstelling te wijzingen, bijvoorbeeld gescheiden of vergist)?	Bewerking op bedrijfsniveau wordt niet geregistreerd wordt (enkel in de GO of er bewerking plaatsvindt, niet hoeveel)	Bewerking op bedrijfsniveau (hoeveelheden)
Mestverwerking	Hoeveel mest wordt verwerkt (afgezet buiten Nederlandse landbouw)?	Wordt geregistreerd bij intermediaire ondernemingen. Op bedrijfsniveau is de vraag hoeveel van eigen mest is verwerkt, en hoe lang deze daarvoor is opgeslagen	Nee
Bemesting	Hoeveel wordt er bemest?	Er wordt onderscheid gemaakt tussen dierlijke mest, overige organische meststoffen (compost, bokashi, slib) en kunstmest. Het gebruik daarvan is bekend via aanvoer-eindvoorraad. Voor kunstmest zouden voor CO2-emissies de hoeveelheden van ureumgebaseerde kunstmest ook bekend moeten zijn (alook kalk)	Kunstmestgebruik in detail. Verder is het lastig om gebruik vast te stellen (inkoop is niet gelijk aan gebruik)
Weidegang	Hoeveel uren weidegang hebben dieren gemiddeld per jaar?	Wordt uitgevraagd (in dagen en u/d) in gecombineerde opgave, maar geen gegerandeerde vraag. Qlip registreert dit in meer detail, gecontroleerd door NVWA	Mogelijk welk deel areaal beweide
Type stal	In welk type stal zijn dieren gehuisvest?	Ja uit gecombineerde opgave. Wordt echter niet gecontroleerd, dit is wel nodig.	Controle is nodig
Rantsoen	Wat is het jaar gemiddelde rantsoen?	Er is zicht op de inkoop, maar minder op eigen teelt. Daarbij gaat het m.n. om gras en ruwvoer productie, samenstelling, inkuielen en welk deel vervolgens zelf gebruikt wordt.	Ja, eigen teelt en gebruik
Additieven (veevoer, mest)	Welke veevoer- en mestadditieven worden in welke hoeveelheden gebruikt?	Nee	Ja, op grond van facturen

Additioneel zal voor een ETS-systeem of een emissieheffing verhandelbare dispensatierechten een benchmark voor emissies moeten worden gekozen voor een bedrijf. Dit is nodig om het aantal vrije rechten op een juiste manier te alloceren. Ook voor deze benchmark kan worden aangesloten bij de huidige registratie. De keuze voor een benchmark kan op diverse manieren, zoals voor ieder bedrijf individueel of op basis van 'best-practices' (10% meest CO₂-eq efficiënte bedrijven/installaties in een bepaalde categorie) zoals het EU ETS-systeem hanteert. In het eerste geval zal voor elk bedrijf een inschatting van de basisemissies moeten worden gehanteerd, waarna vervolgens deze rechten worden uitgekeerd en ieder jaar het aantal vrije rechten afneemt. Hierin kunnen eventueel nog verdere keuzes gemaakt worden die een onderscheid maken hoe snel het aantal vrije rechten bij bedrijven afneemt (is dat gelijk voor alle bedrijven, of bij sommige bedrijven sneller of minder snel). Bij een meer generieke benchmark op basis van best-practices zullen bedrijven ingedeeld moeten worden in een categorie. Dit kan mogelijk ingewikkeld zijn voor bijvoorbeeld gemengde bedrijven, die niet eenvoudig in een specifieke categorie vallen.

Het aantal deelnemers aan het beprijzingsstelsel zal afhangen van welke subsectoren meegenomen worden en of er drempels gehanteerd worden. Er waren in 2024 ongeveer 50k landbouwbedrijven, waarvan bijna 13k melkvee, 2k varkens en ruim 11k akkerbouw²¹. Agrarische ondernemers vullen reeds de gecombineerde opgave in, welke als basis dient voor de meeste dataverzameling. Bij een rechtenstelsel zullen echter ook de transacties tussen deelnemende bedrijven geregistreerd moeten worden. Dit gebeurt op dit moment ook al in de diverse veerechtenstelsels.

Een alternatieve route voor werken met activiteitendata en forfaitaire waarden is het registreren van emissies met sensoren. Hier zal nog additionele inspanning nodig zijn. Voor gesloten stallen (varkens en kippen) kan dit reeds, voor halfopen stallen (voor melkvee) echter nog niet. Dit zou mogelijk binnen enkele jaren kunnen door referentiemetingen te doen in een gecontroleerde opstelling voor diverse staltypen. Andere bedrijven met eenzelfde staltype zouden dan via deze referentiemetingen een emissiefactor per dier kunnen ontvangen. Er zullen hiervoor uitgebreide metingen in meerdere weeromstandigheden gedaan moeten worden, deze zullen stabiel en betrouwbaar genoeg moeten zijn en de uitkomsten zullen ook goed vertaalbaar moeten zijn daar andere bedrijven met eenzelfde staltype, ongeacht een ander formaat (schaalbaarheid). Emissies buiten de stal (zowel lachgas als methaan) kunnen momenteel nog niet goed met sectoren geregistreerd worden.

In Tabel 7 geven we een overzicht van welke emissies mogelijk met sensoren gemeten kunnen worden.²²

²¹ Staatvanlandbouwnatuurenvoedsel.nl (2025): aantal land- en tuinbouwbedrijven in Nederland

²² Deze getallen wijken af van de emissies per sector zoals berekend later in deze studie, voornamelijk door een verschil in scope van emissies. Wij hebben bijvoorbeeld bemestingsemissies ook aan de veehouderij toegerekend.

Tabel 7. Overzicht emissies in stallen en veld naar broeikasgas en mogelijkheid tot registratie met fysieke sensoren

	Sector	Op welke termijn mogelijk	Welk deel van emissies van scope landbouw	Toelichting inschatting
Stallen – gesloten incl. opslag in stal methaan	Hokdieren	Meetprotocol opgesteld en sensoren ook klaar, in principe mogelijk	±2,3 – PM Mton (13%)	
Opslagen mest – buiten stal - methaan	Vee	Middellange termijn, protocol nog niet klaar. Mogelijk diverse typen mest	PM Mton	
Mestbewerking en -verwerking - methaan	Vee	Middellange termijn, protocol nog niet klaar. Mogelijk diverse typen mest	0.4 Mton (2%)	
Stallen – halfopen incl. opslag methaan	Melkvee en overige herkauwers	Lastiger vanwege uitwisseling met buitenlucht. Mogelijk forfaitaire getallen maar terugkoppeling met metingen in stallen. Sommige staltypen lastiger.	±9,1 Mton (50%) maximaal, vermoedelijk (fors) minder	100% mest emissies; 86% pens-fermentatie emissies o.b.v. weidegang van 1240 u/j
Veld – methaan	Pens-fermentatie herkauwers in veld	Niet goed met sensoren te meten	±1,1 Mton (6%)	14% van pens-fermentatie emissies o.b.v. weidegang van 1240 u/j
Veld – lachgas	Bemesting, processen	Niet goed met sensoren te meten	±4,8 Mton (27%)	
Veld – CO ₂	Kunstmest, kalk	Niet goed met sensoren te meten	±0,3 Mton (2%)	
Totaal			18,0 Mton	

Metingen in hokgebonden veehouderij en opslag van mest zijn daarmee in theorie mogelijk en tellen op tot zo'n 2,3 Mton CO₂-eq. Indien het binnen enkele jaren lukt om half-open stallen van de melkveehouderij via een referentieberekening mee te nemen, zou er langs die hybride route afhankelijk van de weidegang nog maximaal zo'n 9,1 Mton geregistreerd kunnen worden indien in alle melkveestallen metingen gedaan kunnen worden en dit ook gebeurt. Dit is in termen van de huidige emissies het overgrote deel (65%) van de emissies in scope van een eventueel beprijzingssysteem. In de praktijk zal dit (fors) lager uitvallen omdat waarschijnlijk niet alle melkvee staltypen zich hiervoor lenen.

Op een termijn van zeg 5 jaar zal dit vermoedelijk ten hoogste een hybride systeem zijn met enerzijds sensoren en anderzijds berekeningen. Niet alle emissies zijn goed te meten met sensoren en daarnaast zal niet elke boer ook meetinstrumenten en diensten te willen afnemen.²³ Daarmee ligt het voor de hand om een opt-in voor emissieregistratie met sensoren mogelijk te maken (naast berekeningen o.b.v. forfaitaire waarden/activiteiten data). De berekende emissies zouden tevens een controlemogelijkheid voor de metingen met fysieke sensoren bieden en daarmee de fraudegevoeligheid kunnen beperken.

Toekomstige ontwikkelingen zoals krimp van de veestapel, meer weidegang en meer mestvergisting kunnen ertoe leiden dat een kleiner deel van de emissies daadwerkelijk meetbaar is met sensoren, zowel in absolute als in relatieve zin.

Databeheer

De bovenstaande data zullen niet alleen geregistreerd moeten worden, maar deze moet ook beheerd worden. Daarbij is het de vraag wat een goede datastructuur is, wie de eigenaar van deze data is (zie verderop), wie daar inzicht in kan krijgen en hoe deze uitgewisseld kan worden. Voor een heffing zal dit vermoedelijk simpeler zijn, omdat er enkel eenzijdige transacties (tussen bedrijven en overheid) plaatsvinden, terwijl voor een emissierechtenstelsel ook transacties tussen bedrijven kunnen plaatsvinden en deze ook meegenomen moeten worden.

Het gaat voorbij de scope van deze studie om de huidige databeheer praktijken te beschrijven. Als het aankomt op de registratie van primaire data (zie hierboven, zoals kunstmest gebruik), zouden uitbreiding van huidige systemen vermoedelijk volstaan. Echter zal voor de daaropvolgende financiële transacties (inning heffing en toekenning en handel rechten) een nieuw beheersysteem opgetuigd moeten worden.

Verder zou het beheer mogelijk onderdeel kunnen worden van het data eco systeem agro (DESA) dat in het kader van het LVVN Programma bedrijfsgerichte doelsturing wordt ontwikkeld.

Datavalidatie en handhaving

Er zullen ook controles op de ontvangen data moeten plaatsvinden, enerzijds om fraudegevoeligheid te beperken en anderzijds om meer zekerheid over de gegevens te krijgen. Deze controles kunnen voor een deel geautomatiseerd zijn en zich toespitsen op enerzijds bedrijf- en anderzijds op sectorniveau. Op bedrijfsniveau kan de ontwikkeling van kentallen als dieraantallen en

²³ De kosten van meetdiensten kunnen, zeker voor kleinere boeren, fors zijn. Deze kosten zouden ook geabsorbeerd kunnen worden door de opbrengsten van de heffing/een bijdrage van overheidswege. Een boer zou enkel een belang hebben om meetdiensten af te nemen (i.p.v. een forfaitaire berekening uit te laten voeren) indien deze nauwkeuriger zijn en tot lagere emissies leiden. Bij een goed ontworpen forfaitaire berekening zou de delta tussen een meting met sensoren beperkt moeten zijn, en daarmee het belang van een eigen meetsysteem ook.

keuzes in de bedrijfsvoering jaar op jaar geautomatiseerd vergeleken worden en kunnen bij sterke afwijkingen of wellicht onlogische ontwikkelingen een signaal gegeven worden dat gevolgd zou kunnen worden door een inspectie. Op sectorniveau kan gekeken worden of de optelsom van bedrijven ook optelt tot de verwachte totalen. Daarbij kan ook gekeken worden naar of verkoop en aankoop met elkaar in balans zijn, of afvoer en aanvoer (e.g. afvoer vleesvarkens met bestemming NL en aanvoer vleesvarkens in NL-slachterijen).

Verantwoordelijke instantie

Op dit moment wordt veel landbouwdata verzameld en beheerd door RVO. Gegeven de bestaande processen en de relatief beperkte aanvullende databehoefte, lijkt een route waarbij RVO ook de verantwoordelijkheid voor deze aanvullende stappen van registratie, beheer en (mogelijk ook) validatie neemt, het meest efficiënt. Dit zal desalniettemin een grotere inspanning van RVO vergen, waarvoor ook kennis, capaciteit en budgetten nodig zijn. Het zou hierbij ook een mogelijkheid zijn om een andere, externe partij de verantwoordelijkheid van de datavalidatie te geven.

Juridische stappen

Op juridisch vlak moeten diverse stappen worden gezet en aspecten worden uitgezocht. De belangrijkste voorwaarde is tweeledig: enerzijds moeten de geregistreerde emissies voldoende nauwkeurig zijn en anderzijds moeten boeren sturingsmogelijkheden hebben om hun emissies te verlagen. Indien berekende of gemeten emissies niet accuraat zijn, is de grondslag voor beprijzing te onzeker om daar financiële gevolgen aan te verbinden. Indien hieraan wel wordt voldaan maar er onvoldoende reductiemogelijkheden zijn, is het onredelijk om een niet-vermijdbare heffing op te leggen.

Nieuwe wetgeving

Emissiebeprijzing zal in de wet vastgelegd moeten worden. Hiervoor zal nieuwe wetgeving geschreven moeten worden, die het ontwerp van het stelsel, de voorwaarden, grondslagen en beprijzing volledig beschrijft.

Staatsteuntoets

Er zal voor de uitrol van een beprijzingsstelsel vrijwel zeker een staatsteuntoets moeten plaatsvinden. Bij de toekenning van rechten in een emissierechtenstelsel, een eventuele vrijstelling van emissies alsook een terugsluis ontvangen boeren een financieel voordeel. Of dit geoorloofd is, zal getoetst moeten worden bij de Europese Commissie. In Denemarken is men nu bezig met dit proces. Mogelijk is het eigendomsrecht ook van toepassing (er zou inbreuk gedaan kunnen worden op de mogelijkheid om over eigendom te beschikken), wanneer er een maximaal aantal rechten of een dusdanig hoge prijs die de bedrijfsvoering beperkt is.

Onderbouwing uitwerking stelsel

Het doel van de emissiebeprijzing zal de uitwerking ervan moeten rechtvaardigen. De keuze zal voldoende gemotiveerd moeten worden indien de beprijzing gedifferentieerd wordt, een nauwere emissiescope kent of bijvoorbeeld een terugsluis of emissievrije voet kent. Zo zouden bijvoorbeeld niet alle directe emissies geprijsd kunnen worden, zoals ook het geval in Denemarken en Nieuw-Zeeland. Indien het overgrote en stuurbare deel wel geprijsd wordt, en kleinere emissiebronnen waarvoor een boer minder maatregelen kan nemen niet, is dit te legitimeren. Verderop zal ook blijken dat de gevoeligheid van verschillende subsectoren voor CO₂-prijzen sterk verschilt, en dat daardoor overwogen zou kunnen worden om verschillende beprijzingsniveaus te hanteren om te voorkomen dat één sector zeer sterk geraakt wordt en een andere sector intact blijft. Dat is uiteindelijk ook een politieke keuze.

In algemene zin liggen er, zeker bij hogere effectieve belastingniveaus, hoge eisen wat betreft de bewijslast (van de daadwerkelijke emissies op bedrijfsniveau). Bij hoge prijzen zal de vrije bewijsleer gelden. Dit geeft bedrijven de mogelijkheid om zelf te onderbouwen op basis van specifieke, objectieve en verifieerbare gegevens wat hun emissies zijn (indien lager dan overheidswege vastgesteld)²⁴. Dit onderstreept daarmee de noodzaak om bij de uitvoeringstechnische stappen de data registratie uit te breiden en te verankeren in transparante en verifieerbare principes zoals de NEMA-methodiek om zo goed mogelijk de specifieke situatie en emissies te bepalen.

Onderzoek GLB-bepalingen

Het verdient tot slot de aanbeveling om de GLB-bepalingen te onderzoeken op mogelijke interactie met een beprijzingssysteem - wrijving met Europese systemen iets om te vermijden.

Varianten voor doorrekening

Na bovenstaande analyse op basis van literatuuronderzoek, interacties met experts via interviews en de klankbordgroep en opgedane inzichten in het proces, zijn we tot concrete vormen gekomen die in de doorrekening gebruikt wordt. In Tabel 8 tonen we een overzicht van de varianten voor zowel een broeikasgasemissieheffing als een broeikasgasemissierechtenstelsel. Voor beide wordt gekozen voor beprijzing van directe emissies (scope 1) uit veehouderij en bemesting, wat ongeveer 85% van de totale emissies beslaat. Kleinere, moeilijk reduceerbare emissiebronnen worden uitgesloten.

Alle broeikasgassen worden omgerekend naar CO₂-equivalenten volgens standaard methodieken. Voor de heffing worden zowel uniforme als subsectorspecifieke varianten doorgerekend,

²⁴ RVO (2024): 1
Boetebeleid Meststoffenwet RVO

terwijl het rechtenstelsel alleen sectorbreed wordt uitgewerkt. De invoering is gepland voor 2029/2030 met een ingroeiperiode van drie jaar.

Voor terugsluis, vrijstellingen en rechtenallocatie worden verschillende varianten onderzocht gebaseerd op dieraantallen, hectares of productie-eenheden. Bij de heffing kan modelmatig met terugsluis²⁵ of gerichte subsidies worden gewerkt, terwijl dit bij het rechtenstelsel niet van toepassing is. De emissies worden berekend op basis van activiteitendata en forfaitaire waarden, aangesloten bij bestaande registratiemethodieken.

²⁵ In de praktijk zou er geen directe koppeling tussen inkomsten en uitgaven zijn, en zou een terugsluis dus effectief een subsidie zijn waarvan de totale hoogte afgeschat kan worden op basis van de verwachte inkomsten uit de heffing, of andere proxies.

Tabel 8. Karakteristieken van emissiebeprijzingsstelsel

	Overweging	Heffing	Rechtenstelsel	Toelichting
Deel van uitstoot belast	Welk deel van de emissies wordt betaald?	Directe emissies veehouderij (pens, stal) en bemesting (weide, stal en kunst) ($\pm 85\%$)		Niet alle directe emissies worden meegenomen; enkele kleinere emissiebronnen waarvoor het lastiger is deze te reduceren worden uitgesloten. Een overzicht hiervan staat in Appendix I
Emissiescope	Worden enkele directe of ook ketenemissies meegenomen?		Scope 1	Er wordt in deze studie gekeken naar emissiebeprijzing in de primaire landbouw. Daarmee is het logisch om conform NIR voor directe emissies te kiezen en niet voor een LCA-aanpak.
Broeikasgasdifferentiatie	Wat zijn de GWPs die gehanteerd worden voor de verschillende broeikasgassen c.q. de verschillende prijzen voor broeikasgassen?		CO ₂ -eq	Vanuit juridisch perspectief lijkt het lastig te onderbouwen om differentiatie in broeikasgasemissieprijzen tussen broeikasgassen te introduceren (vis a vis registratie met omrekening naar CO ₂ -equivalenten)
Sectordifferentiatie	Wordt eenzelfde beprijzingssystematiek gebruikt over sectoren?	Uniform als ook differentiatie naar subsector	Uniform	We rekenen zowel een sectorbrede als een subsector-specifieke heffing door. Voor het emissierechtenstelsel kijken we enkel naar een sectorbreed stelsel
Meting uitstoot	Hoe worden de emissies per bedrijf gemeten?	Voor modellering: n.v.t. aangezien berekening (daarmee impliciet o.b.v. geregistreerde gegevens (activiteitendata) en forfaitaire waarden)		
Ijking meting	Hoe worden de metingen geïjkt?	Voor modellering: n.v.t.		
Ingroei maatregel	Hoe wordt de beprijzing in de tijd ingevoerd?	Er wordt uitgegaan van een start in 2029/2030 (met reeds anticipatie vanaf 2028) en een ingroeipad van 3 jaar		
Eenheid uitstoot (voor terugsluis, rechtenallocatie, vrijgestelde voet en vergelijking)	Wordt uitstoot relatief aan productie-eenheid, eenheid product of ongeacht product belast?	Verschillende varianten: terugsluis of vrijgestelde voet o.b.v. aantal dieren, hectares en productie	Vrijstelling op basis van historische emissies (bepaald op bedrijfsniveau) of vaste vrijstelling per bedrijf	
Verwerking inkomsten	Waar worden de inkomsten uit beprijzing voor ingezet?	Modelmatig is terugsluis of gerichte subsidie mogelijk	N.v.t.	

Conclusies conceptuele vormgeving

De bovenstaande analyse laat zien dat een pragmatische uitwerking van beprijzing met ingroei en verdere ontwikkeling het meest haalbaar kan zijn, met het oog op tijdige invoer en impact op broeikasgasemissiereductie.

We hebben mogelijke prijszingsstelsels getoetst op juridische haalbaarheid, uitvoeringstechnische haalbaarheid en gebruiksvriendelijkheid. Hieronder volgen de belangrijkste conclusies:

Juridische haalbaarheid:

- Er zal ongeacht de exacte uitwerking nieuwe wetgeving nodig zijn en er zal een staatsteuntoets bij de Europese Commissie gedaan moeten worden.
- Wrijving met bestaande systemen (zoals GLB) zal onderzocht moeten worden
- De metingen/forfaitaire berekeningen moeten betrouwbaar genoeg zijn en boeren moeten mogelijkheid tot sturing hebben.

Uitvoeringstechnische haalbaarheid

- Op korte termijn is meting o.b.v. activiteitendata mogelijk, al zal registratie uitgebreid moeten worden, betrouwbaar moeten zijn en zal er validatie moeten plaatsvinden.
- Er moet een instantie als verantwoordelijke aangesteld worden voor deze taken en daarnaast het databeheer
- Op langere termijn kan voor een deel van de emissies meting met sensoren plaatsvinden, eerst in gesloten stallen en later ook in andere systemen, wel via opt-in naast registratie o.b.v. activiteitendata.

Gebruiksvriendelijkheid

- Het is van belang om administratieve lasten, kosten en complexiteit zo veel mogelijk te beperken en aan te sluiten bij bestaande systemen; inkomsten bij heffing zouden moeten terugvloeien naar de sector.
- Een ingroeipad, terugsluis of vrijgestelde voet kan helpen; de gronden voor allocatie zullen echter vrijwel zeker tot bezwaar leiden omdat het relatieve verschillen introduceert.

Implementatie

- Om bovenstaande aspecten te waarborgen, zal de implementatie van het stelsel vermoedelijk enkele jaren in beslag nemen. Voor een stikstofemissiebeprijzingsstelsel wordt een implementatieduur van drie tot vier jaar voor een heffing en vier tot zes jaar voor een ETS geschat. De verwachting is daarmee dat de doorlooptijd vergelijkbaar is.

Verder concluderen we dat een beprijzing van een deel van de goed registreerbare en stuurbare emissies het meest haalbaar is, waarbij het systeem in ieder geval op korte termijn gestoeld is op activiteitendata en op middellange termijn deels gecomplementeerd zou kunnen worden met metingen met sensoren.

Modelmatige analyse stelsels

Introductie en doelen

In dit tweede deel van de rapportage voeren we een kwantitatieve analyse uit naar de effecten van broeikasgasemissiebeprijzing op de emissies en financiën van landbouwbedrijven. De vraag die daarbij voorligt is welk beprijzingsniveau nodig is om de klimaatdoelen te halen. De stelsels van beprijzing die we beschouwen zijn bepaald op basis van het vorige hoofdstuk over de conceptuele vormgeving. Het gaat daarbij om een broeikasgasemissieheffing, waarbij over de bedrijfsemissies een vaste heffing per eenheid CO₂-eq geheven wordt, en een emissierechtenstelsel, waarbij een jaarlijks afnemend aantal rechten op basis van historische emissies gratis gealloceerd wordt aan bedrijven die additionele rechten moeten aankopen indien zij meer uitstoot dan rechten hebben (en rechten kunnen verkopen indien minder uitstoot dan rechten).

We definiëren eerst de broeikasgasemissiedoelen die we in deze studie hanteren. Vervolgens bespreken we het model dat we ontwikkeld hebben om deze verkenning te doen. Daarna beschrijven we de opzet qua bedrijfstypen, transitiepaden en financiële kentallen voor de drie subsectoren die we modelleren: de melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw. Daarna presenteren we de eerste resultaten op sectorniveau, gevolgd door op subsectorniveau. Op dit niveau verkennen we ook subvarianten van een heffing met o.a. een terugsluis, subsectorbeprijzing en een vrijgestelde voet. Vervolgens presenteren we de resultaten van een gevoeligheidsanalyse en tot slot geven we een doorkijkje van de effecten van beprijzing op systeemniveau.

Het doel van deze studie is voornamelijk om beter te begrijpen wat de verschillen tussen diverse heffingsvormen zijn alsook hun mogelijke bijdrage aan emissiereductie, en secundair een indicatie van mogelijke beprijzingshoogtes te verkrijgen. De hierna genoemde uitkomsten zijn conditioneel op de aannames in en architectuur van het model.

Doelen

Voor de klimaatsector landbouw zijn, net als voor de andere klimaatsectoren, voor het jaar 2030 emissiereductiedoelen vastgesteld. Dergelijke doelen zijn nog niet geformuleerd voor de jaren 2035 en 2040. Voor 2040 wordt in Europees gesproken over een 80% of 90% emissiereductiedoel op nationaal niveau, al ligt dit nog niet vast. Daarbij is ook nog niet bekend hoe een dergelijk nationaal doel over de klimaatsectoren verdeeld wordt. Aangezien de landbouwsector waarschijnlijk restemissies in 2050 zal kennen, ligt het voor de hand dat de emissiereductie in 2040 beneden gemiddeld (relatief aan 1990) ten opzichte van andere klimaatsectoren zal liggen.

We hebben er in deze studie in overleg met opdrachtgever voor gekozen om voor het emissiereductiedoel voor 2040 te werken met het gemiddelde van de landbouwscenario's voor 2040 in de studie Trajectverkenning 2050 van PBL. Dit komt uit op 11.4 Mton CO₂-eq in 2040 (excl. glastuinbouw)²⁶. Deze scenario's beschrijven een haalbare emissiereductie richting 2050 volgens diverse paden.

Voor 2030 is het restemissiedoel voor heel de landbouw 17.9 Mton CO₂-eq, waarvan 4.3 Mton CO₂-eq voor de glastuinbouw²⁷. Dit geeft een restemissiedoel van 13.6 Mton voor het niet glastuinbouwdeel van de landbouw. Voor 2035 werken we met een interpolatie op basis van de 2030 en 2040 doelen, wat een restemissiedoel van 12.5 Mton CO₂-eq geeft.

Met het bovenstaande hebben we restemissiedoelen voor de sector landbouw, maar nog niet voor de subsectoren. Er wordt momenteel ook nog niet gestuurd op subsectoremissies. Echter zouden er bij CO₂-beprijzing op subsectorniveau expliciet danwel impliciet aannames gemaakt moeten worden over welke doelen er met deze beprijzing bereikt moeten worden. Vandaar dat wij de sectordoelen ook vertalen naar indicatieve subsectordoelen. Dit doen we door de sector-emissies naar rato van het aandeel in de 2022 emissies naar subsectoren te verdelen. De melkveehouderij was bijvoorbeeld in 2022 verantwoordelijk voor 10.5 Mton CO₂-eq emissies op een sectortotaal van 18.6 Mton CO₂-eq, waardoor de sector restemissiedoelen van 13.6 Mton voor 2030 voor de melkveehouderij indicatief $10.5/18.6 \times 13.6 = 7.7$ Mton CO₂-eq bedragen.

Dit geeft dan de volgende tabel met sector- en subsectordoelen, waarbij het 2030 sectordoel het enige daadwerkelijk vastgestelde doel is en de overige indicatief zijn.

Tabel 9. Sector- en subsectoremissiedoelen voor de landbouw (excl. glastuinbouw), melkveehouderij, varkenshouderij, akkerbouw en overige landbouw. Enkel het 2030 restemissiedoel voor de landbouw staat vast, de overige doelen zijn indicatief (zie hoofdstuk voor toelichting).

(Indicatieve) emissiedoelen voor landbouw en subsectoren	2022 emissies	2030 rest-emissiedoelen	2035 rest-emissiedoelen	2040 rest-emissiedoelen
Landbouw excl. glastuinbouw	18.6	13.6	12.5	11.4
Wv Melkveehouderij	10.5	7.7	7.1	6.5
Wv Varkenshouderij	2.2	1.6	1.5	1.4
Wv Akkerbouw	0.4	0.3	0.3	0.2
Wv Overig	5.5	4.0	3.7	3.3

²⁶ PBL (2024): Trajectverkenning klimaatneutraal 2050. TRAJECTEN NAAR EEN 'KLIMAATNEUTRALE' LANDBOUW, LANDGEBRUIK EN GLASTUINBOUW IN 2050. Figuur 3.10

²⁷ PBL (2024) Klimaat- en Energieverkenning 2024; Tabellenbijlage.

Generieke modelbeschrijving

Het model biedt een systematische benadering voor het analyseren van verduurzamingsopties binnen verschillende sectoren van de Nederlandse landbouw, exclusief glastuinbouw. De methodologie volgt een bottom-up structuur die zich ontwikkelt van micro-analyses naar bredere meso- en macro-perspectieven. Een schematische weergave van het model wordt getoond in Figuur 1.

Figuur 1. Overzicht opbouw model, met hoofdinputs en -outputs van de micro-, meso- en macro analyse



*Wordt ook rekening gehouden met eventuele emissieplafonds en vrijstellingen.

Op microniveau onderzoekt het model de kosten en baten voor individuele bedrijven. Uitgangspunt zijn de bedrijfstypen en de bijbehorende transitiepaden van de WUR.²⁸ Voor elk bedrijfstype wordt het netto bedrijfsresultaat en CO₂-equivalent-besparingen per transitiepad berekend.²⁹ Bij deze berekening spelen diverse economische parameters zoals prijzen voor grond, arbeid, machines en bemesting een rol, maar ook de opbrengsten van de producten en eventuele subsidies. Verder wordt hier ook flankerend beleid zoals de afschaffing van de derogatieregeling, vastge-

²⁸ WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw. & WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: dierlijke en plantaardige sectoren

²⁹ Met netto bedrijfsresultaat bedoelen we het nettoresultaat van inkomsten en betaalde kosten en afschrijven, zoals ook in de winst- en verliesrekening van Agrimatie.

stelde maatregelen omtrent nutriënt verontreinigde gebieden en de Lbv en Lbv-plus in meegenomen. Verschillende vormen van een CO₂-heffing kunnen vervolgens in het model ingevoerd worden om op bedrijfsniveau inzichtelijk te maken wat de jaarlijkse kosten zijn als gevolg van een dergelijke heffing.

De meso-analyse richt zich op de verduurzaming van complete subsectoren. Op basis van de bedrijfsresultaatberekeningen kunnen boeren per jaar een afweging maken om te kiezen voor een andere bedrijfsstrategie dan de huidige. Hierin worden enkele modelregels opgesteld om bepaalde transitiepaden in te laten groeien in de tijd. Deze tussenliggende analyse vormt de brug tussen individuele bedrijfsbeslissingen en sectorbrede ontwikkelingen, waarbij de ontwikkeling van subsectoremissies centraal staat.

Op macroniveau verschuift de focus naar de uitkomsten voor het gehele landbouwvoedselsysteem. Het model projecteert verschillende milieueffecten, waaronder voedselzekerheid, broeikasgasemissies, ammoniakemissies, waterkwaliteit en nitraatuitspoeling en nutriëntenstromen. Deze systeembrede benadering maakt het mogelijk om de cumulatieve impact van verduurzamingsinspanningen op verschillende niveaus te evalueren.

Overkoepelende structuur

Criteria voor investering

Om naast financiële ook niet-financiële factoren mee te nemen in strategische bedrijfsbeslissingen, hebben we drie bedrijfsprofielen ontwikkeld: stoppers, grote investeerders en overige. Deze profielen helpen bepalen wanneer bedrijven beslissingen nemen over hun bedrijfsvoering, rekening houdend met aspecten zoals de leeftijd van de boer en het behoud van traditionele familiebedrijfsmodellen. We hanteren drie profielen: stoppers, grote investeerders en overig.

Stoppers: De komende jaren is de verwachting dat er boeren zullen gaan stoppen. We maken onderscheid tussen drie soorten stoppers:

- *Autonome stoppers*: ondernemingen die naar verwachting binnen 15 jaar hun activiteiten zullen beëindigen op basis van hun leeftijd. De omvang van deze groep wordt bepaald aan de hand van het percentage bedrijven met een ondernemer ouder dan 50 jaar zonder opvolger. Indien van toepassing worden in de veehouderij rechten afgeroomd bij een bedrijfsoverdracht.

- *Uitgekochte stoppers*: deelnemers aan de beëindigingsregelingen Lbv en Lbv+. ³⁰ Tussen de groep autonome stoppers (op basis van historische gegevens en vanwege ondernemersleeftijd) en LBV-deelnemers bestaat een overlap, die we op 50% inschatten en waarvoor correctie plaatsvindt. De rechten van deze bedrijven worden (grotendeels) weggestreept.
- *Noodgedwongen stoppers*: bedrijven die vanwege structureel te lage financiële resultaten gedwongen worden hun bedrijfsactiviteiten te beëindigen. Voor elk bedrijfstype hanteren wij een inkomensgrens van 40% van de basis jaarlijkse inkomsten of de bijstandsgrens. Wanneer de netto jaarlijkse inkomsten van bedrijven onder deze kritieke grens dalen, modelleert het systeem dat jaarlijks 50% van de bedrijven in het betreffende transitie pad zal stoppen.

Het bedrijfsprofiel 'stoppers' wordt opgemaakt uit de autonome en de uitgekochte stoppers. *Noodgedwongen stoppers kunnen voorkomen in alle bedrijfstypen, profielen en transitiepaden.*

Grote investeerders definiëren we hier als bedrijven die gemiddeld jaarlijks boven een drempelwaarde investeren. Deze drempelwaarde is per sector gedefinieerd. Dit zijn de enige bedrijven die grote investeringen in technologieën of grond kunnen doen.

Overige bedrijven vormen de restcategorie van de profielindeling.

Investeringsritme

Het investeringsritme is het percentage bedrijven dat jaarlijks overstapt naar een alternatief transitiepad bij hogere verwachte inkomsten. We hanteren een standaard investeringsritme van 10%. Hiermee nemen we aan dat een bedrijf eens per tien jaar een strategische beslissing maakt over zijn bedrijfsvoering.

Opzet melkveehouderij

Melkveehouderijen houden melkkoeien en bijbehorende jongvee voor de productie van melk, beheren grasland voor beweiding en ruwvoerproductie en verbouwen vaak aanvullende voedergewassen zoals snijmaïs. In 2024 heeft de sector ongeveer 10 megaton CO₂-equivalenten aan broeikasgassen uitgestoten, waarbij de emissies hoofdzakelijk ontstaan door pens fermentatie, mestopslag en -verwerking, en het uitrijden van (kunst)mest op landbouwgrond. ³¹

³⁰ RVO (2025): Lbv en Lbv-plus actueel

³¹ Kalavasta berekening

De emissies van veenweidegrond (veenoxidatie van moerige gronden), CO₂ van brandstoffen (zoals machinegebruik) en LULUCF (landgebruik en landgebruiksverandering) vallen buiten de scope van deze studie.

Bedrijfstypen

De melkveehouderij hebben we onderverdeeld in 8 bedrijfstypen, gebaseerd op typische bedrijven vastgesteld in de studie "Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw".³² Deze indeling is gebaseerd op drie belangrijke bedrijfskenmerken. Ten eerste wordt onderscheid gemaakt naar grondsoort: veen-, klei- en zandbedrijven. Ten tweede bepaalt de bedrijfsintensiteit de indeling, waarbij een grens van 2.225 GVE per hectare het onderscheid vormt tussen intensieve en extensieve bedrijfsvoering. Ten derde speelt de omvang van de melkveestapel een rol, waarbij 100 melkkoeien de grens vormt tussen grote en kleine bedrijven.³³

Tabel 10. Overzicht belangrijkste bedrijfskenmerken per bedrijfstypen in de melkveehouderij o.b.v. WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw.

	Bedrijfstypen	Aantal melk- koeien	Melkproductie (kg/koe/j)	Hectares	Weide uren (u/j)
1	Veen extensief	95	8,000	57	2,065
2	Veen intensief	140	8,500	65	1,015
3	Klei extensief	113	8,800	72	1,216
4	Klei intensief	137	8,800	68	955
5	Zand extensief klein	75	8,600	51	1,499
6	Zand extensief groot	129	9,100	79	1,139
7	Zand intensief klein	77	8,300	36	1,033
8	Zand intensief groot	164	9,400	67	720

Transitiepaden

In het model maken we gebruik van de 10 hoofdtransitiepaden uit de WUR-studie, die in verschillende mate emissies door pens fermentatie, mest en bemesting reduceren. Deze transitiepaden kunnen worden verdeeld in 5 categorieën.

³² R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw.

³³ Deze laatste onderverdeling wordt echter alleen toegepast bij bedrijven op zandgrond.

- Hightech variant 1: Deze intensieve bedrijfsvoering combineert een stal met semi-dichte vloer en onder afzuiging (HA 1.38)³⁴ met een mono-mestvergister.

Het systeem werkt door drijfmest te scheiden, waarbij zowel de lucht onder als boven de roosters wordt afgezogen om ammoniakemissies te voorkomen.³⁵ Een mestrobot verzamelt dagelijks de dikke fractie en voert deze af naar de vergister, waarbij tegelijkertijd de roosters worden nagespoeld. De vergister produceert vervolgens digestaat, dat een hogere werkingscoëfficiënt heeft dan gewone dierlijke mest, waardoor minder kunstmest nodig is. Daarnaast wordt het biogas verbrand in een warmtekrachtkoppeling (WKK) om elektriciteit en warmte te genereren.

Deze variant levert een drievoudige emissiereductie op: lagere opslagemissies (methaan) door snelle mestafvoer, verminderde bewerkingsemisies (methaan) door het vergistingsproces, en gereduceerde bemestingsemisies (lachgas) door het efficiëntere digestaat. Daarnaast zorgt de mechanische afzuiging naar een chemische luchtwasser, en verdunning van de dunne fractie met water voor aanzienlijke ammoniakbesparingen.

We hebben aangenomen dat extensieve bedrijven dit systeem alleen succesvol kunnen toepassen door parallel te investeren in verdergaande automatisering zoals melkrobots- en automatische voersystemen. Bij intensieve bedrijven wordt verondersteld dat deze systemen reeds aanwezig zijn.

- Hightech variant 2: Dit is een lichtere versie van variant 1, waarbij mest dagelijks wordt verwijderd uit de stal met een mestschuif (HA 1.17) en direct wordt vergist in een mono-mestvergister. Deze variant vereist lagere investeringen maar behaalt ook een geringere ammoniakemissiereductie.

Het systeem levert wel dezelfde drievoudige broeikasgasemissiereductie op: verminderde opslagemissies door snelle mestafvoer, lagere bewerkingsemisies door vergisting, en gereduceerde bemestingsemisies door het gebruik van digestaat.

- Extensivering: Dit transitie pad stimuleert bedrijven om hun bedrijfsvoering te extensiveren door te investeren in extra grond³⁶ of hun veestapel te verkleinen tot maximaal 1,5 GVE per hectare. Meer land per koe leidt tot meer weide-uren, wat voor lagere pens fermentatie emissies zorgt, omdat vers gras een lagere methaanemissiefactor heeft dan

³⁴ De RAV-codes van Gollenbeek et al. (2022) komen niet overeen met de huisvestingssystemen uit bijlage V van de Omgevingsregeling. Voor de koppeling hebben we de best passende systemen geselecteerd op basis van systeembeschrijvingen en investeringskosten.

³⁵ Gollenbeek, L., et al. (2022) Berekeningen emissies en economie voor verschillende scenario's voor verwaarding van rundveemest: NL Next Level Mestverwaarden.

³⁶ We hanteren vaste pachtprizen voor land per jaar per grondtype op basis van de KWIN2024-2025.

graskuil en mengvoer. De lagere vee dichtheid zorgt daarnaast voor een verlaging van de totale emissies per hectare.

- **Biologisch:** Dit transitiepad kenmerkt zich door staleisen voor dierenwelzijn, uitgebreide beweiding, biologische voermiddelen, een hoger ruwvoeraandeel in het rantsoen en een volledig verbod op kunstmest. Dit is een extensieve bedrijfsvoering met maximaal 1,5 GVE per hectare (door investeringen in pachtgrond of een vermindering van de veestapel). Hoewel biologische melkveehouders een premumprijs voor hun producten ontvangen, gaan deze hogere prijzen gepaard met significant verhoogde kosten en lagere productieniveaus.

De intensieve weidegang en het gebruik van uitsluitend organische bemesting leiden op twee manieren tot broeikasgasemissiereductie. Ten eerste dalen de pens fermentatie-emissies door het hoge aandeel vers gras in het rantsoen. Ten tweede worden er een daling in lachgas emissies omdat er geen kunstmest wordt gebruikt, waardoor er overall minder bemesting plaatsvindt.

- **Natuur inclusief:** Dit transitie pad combineert melkveehouderij met natuurbeheer door de vee dichtheid te verlagen tot maximaal 1,0 GVE per hectare (door investeringen in pachtgrond of een vermindering van de veestapel), en uitgebreide beweiding toe te passen.

Net zoals in de extensieve en biologische transitiepaden komt emissiereductie in dit pad door lagere pens fermentatie emissies en vee dichtheid.

Voor de twee hightech varianten hebben we ook de mogelijkheid voor bedrijven hun veestapel uit te breiden met 20%. Stikstofbeperkingen zijn in deze studie niet meegenomen, maar aangezien de hightechpaden maatregelen bevatten die ook stikstofemissies reduceren (zoals monomestvergisting), anticiperen we geen fundamentele incompatibiliteit tussen stikstofregulering en de voorgestelde transitiepaden.

TRANSITIE VAN MELKVEEHOUDERIJ NAAR AKKERBOUW

Naast deze 10 transitiepaden bestaat er ook de mogelijkheid voor bedrijven om over te stappen naar akkerbouw. In de standaard doorrekening hebben wij aangenomen dat 100% van het vrijgekomen land van uitgekochte stoppers naar akkerbouw gaat. Uitgekochte stoppers zijn melkveeouders die deelnemen aan de beëindigingsregelingen Lbv en Lbv+, waarbij zij hun veestapel (en bijbehorende fosfaatrechten) verkopen (zie *Criteria voor investering*).

Overige maatregelen

Naast de hoofdtransitiepaden zijn er binnen het model enkele overige maatregelen die kunnen worden gecombineerd met elk pad (inclusief de huidige bedrijfsvoering). Deze overige maatregelen bevatten kleinere (goedkope) aanpassingen in de bedrijfsvoering die emissies verder kunnen beperken.

- Rantsoen aanpassingen:
 - Meer snijmaïs: Door de snellere vertering van snijmaïs ten opzichte van gras komt er minder waterstof vrij, wat leidt tot lagere methaanproductie.³⁷
 - Kruidenrijk gras en grasklaver: Geen impact op pens fermentatie emissies; minder bemestingsemissies (zie natuurland) en verbeterde darmgezondheid.
 - Vervanging van krachtvoer door restproducten. Geen directe emissiebesparingen, kan voerkosten verlagen en sluit kringlopen.
- Methaan-remmende voeradditieven: Worden toegevoegd aan stalvoer om de pens fermentatie-emissies met 20-30% te reduceren. De reductie geldt alleen tijdens staluren, waardoor transitiepaden met veel weidegang (e.g. extensief) lager uitvalt.
- Meer weide-uren: Meer weidegang verlaagt de pens fermentatie emissies omdat vers gras een lagere methaanemissiefactor heeft dan graskuil en mengvoer. *Het effect van weidegang op emissies uit mest is beperkt, weidemest heeft lagere methaan emissies maar hogere lachgas emissies dan stalmest.*
- Nitrificatieremmers: Worden toegevoegd aan dierlijke mest om de omzetting van ammonium naar nitraat te vertragen, waardoor lachgasemissies bij bemesting tot 50% kunnen worden gereduceerd. De remmer werkt door de activiteit van nitrificerende bacteriën te blokkeren.
- Natuurland: Beheer van kruidenrijk/bloemenrijk grasland vereist lagere bemestingsniveaus en minder frequent maaien, wat resulteert in lagere lachgas emissies.
- Waterpeil verhoging en onderwaterdrainage (veengrond): Hogere waterpeilen verminderen de oxidatie van veengrond drastisch. Onderwaterdrainage houdt het waterpeil kunstmatig hoog en kan emissies met 30-50% reduceren. Deze emissiebesparing valt out of scope voor deze studie, maar deze maatregel is wel meegenomen omdat dit noodzakelijk is voor bedrijven op veengronden en het meenemen van de kosten een realistischer

³⁷ Bij heel hoge snijmaïspercentages (80%) wordt de emissiefactor van gras hoger omdat de verwerking van gras minder efficiënt wordt in een zetmeelrijke pens omgeving.

beeld geeft. *Bestaande ANLB-vergoedingen voor deze maatregel zijn meegenomen in de inkomensberekeningen.*

Deze maatregelen hebben we gebundeld in twee pakketten: een licht maatregelenpakket en een zwaar maatregelenpakket, verder uitgelegd in Tabel 11.

Tabel 11. Overzicht overige maatregel pakketten melkveehouderij o.b.v. WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw

	Rantsoen	Natuur-land	Methaan remmend voeradditief	Weide-uren	Nitrificatie remmer	Waterpeil-verhoging
Basis	- Vers gras(kuil) (42-55%) - Snijmais (11-26%) - Mengvoer (27-28%) - Restproducten (4%)					20%, geen drukdrainage
Licht	- Kruidenrijk gras(kuil) (10%) - Gras-klaver(kuil) (28-41%) - Snijmais (15-30%) - Mengvoer (20-21%) - Restproducten (10-12%)	5%	Ja	Min. 1,500	Ja	20%, geen drukdrainage
Zwaar	- Kruidenrijk gras(kuil) (20%) - Gras-klaver(kuil) (18-31%) - Snijmais (15-30%) - Mengvoer (20-21%) - Restproducten (10-12%)	10%	Ja	Min. 2,500	Ja	40%, drukdrainage
Biologisch	- Kruidenrijk gras(kuil) (20%) - Gras-klaver(kuil) (55%) - Snijmais (5-10%) - Mengvoer (20%)					

De geschetste transitiepaden en overige maatregel pakketten geven verschillende ontwikkelingsbenaderingen en maatregelen weer voor het verminderen van broeikasgasemissies. Deze paden zijn echter niet alomvattend. Daarnaast sluiten sommige potentiële maatregelen uit om twee hoofdredenen: ten eerste zijn bepaalde technologieën en benaderingen nog niet commercieel haalbaar, en ten tweede zijn er voor sommige interventies nog geen betrouwbare gegevens beschikbaar. Een voorbeeld is het gebruik van plasmatechnologie om drijfmest te verrijken met stikstof uit de lucht en om te zetten in een emissiearme meststof. Deze technologie zou methaanuitstoot met 99% kunnen reduceren. Momenteel loopt een pilot via GEA-Unilever op vier Nederlandse melkveebedrijven.³⁸

³⁸ GEA (2023) [GEA partners with Unilever to improve sustainability on dairy farms](#); Mestportal.nl (2022), [GEA en N2 Applied werken samen aan mestbewerking](#) | [Mestportaal.nl](#)

Maximale technische emissiereductie per transitiepad

De maximale technische emissiereductie voor alle bedrijfstypen wordt behaald door een transitie naar natuurinclusieve bedrijfsvoering, met een gemiddelde reductie van 53% ten opzichte van de basissituatie (Tabel 12). Daarnaast behaalt extensivering een gemiddelde reductie van 36% en biologische bedrijfsvoering 31%. De laagste emissiereductie komt door de hightechpaden met 23% en 26% voor respectievelijk variant 1 en variant 2. De uitsplitsing van maximale technische emissiereductie per bedrijfstype is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 12. Maximale technische emissiereductie per bedrijfstype per transitiepad (beste combinatie met additionele maatregel pakketten aangegeven)

		Hightech variant 1	Hightech variant 2	Extensivering	Biologisch	Natuurinclusief
1	Veen extensief	-26%	-29%	-30%	-23%	-49%
2	Veen intensief	-23%	-25%	-41%	-35%	-55%
3	Klei extensief	-29%	-31%	-28%	-23%	-44%
4	Klei intensief	-25%	-28%	-41%	-38%	-55%
5	Zand extensief klein	-24%	-27%	-24%	-18%	-45%
6	Zand extensief groot	-25%	-27%	-33%	-26%	-51%
7	Zand intensief klein	-15%	-18%	-43%	-37%	-59%
8	Zand intensief groot	-20%	-23%	-51%	-48%	-64%
	Gemiddeld	-23%	-26%	-36%	-31%	-53%

De maximale emissiereductie van de extensieve transitiepaden (extensivering, biologisch en natuurinclusief) wordt echter grotendeels bepaald door het houden van minder koeien. Wanneer we uitsluitend kijken naar transitiepaden waarbij het totaal aantal dieren gelijk blijft, dalen de maximale technische emissiebesparingen van extensieve bedrijfsvoeringen aanzienlijk: van een gemiddelde reductie van 36% tot slechts 5%.

Voor de biologische en natuurinclusieve paden ontstaat er zelfs een verhoging van de gemiddelde emissies ten opzichte van de basissituatie wanneer de veestapel constant blijft. Dit illustreert dat deze transitiepaden sterk afhankelijk zijn van een vermindering van het aantal dieren om emissiereductie te realiseren.

De maximale technische reductie voor de hightechpaden blijft daarentegen gelijk, aangezien voor deze paden de veestapel gelijk blijft.

Tabel 13. Maximale technische emissiereductie per bedrijfstype per transitiepad per dier (beste combinatie met additionele maatregel pakketten aangegeven), waar het aantal dieren per bedrijf gelijk blijft. In oranje zijn de verschillen van Tabel 12 gemarkeerd.

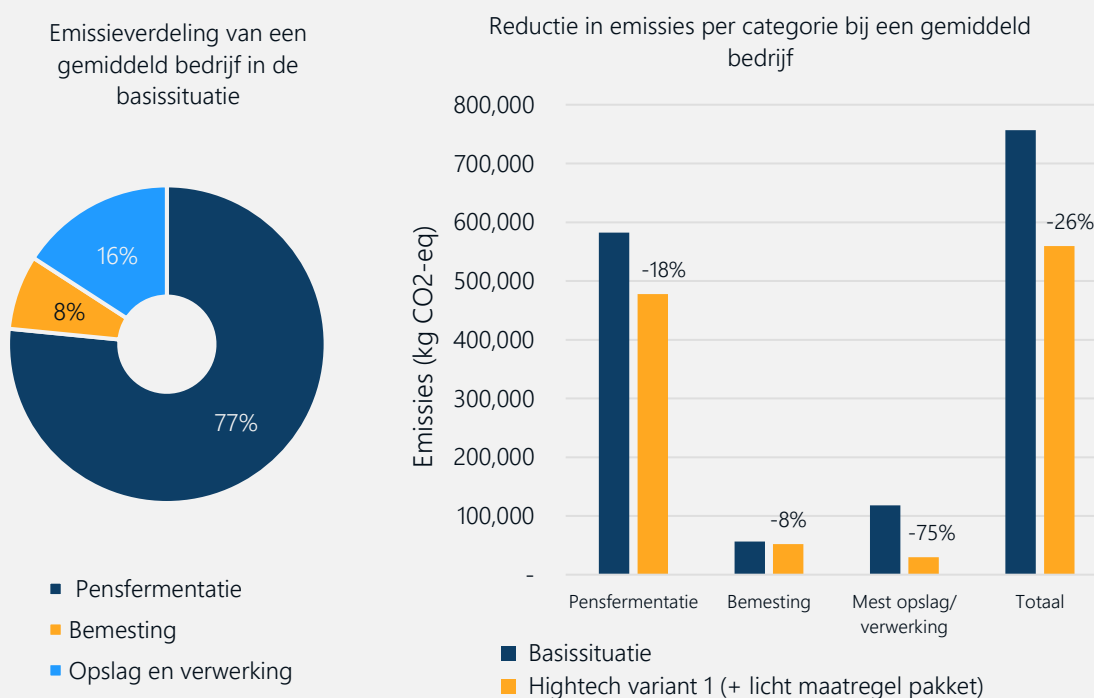
		Hightech variant 1	Hightech variant 2	Extensivering	Biologisch	Natuurinclusief
1	Veen extensief	-26%	-29%	-6%	+3%	+1%
2	Veen intensief	-23%	-25%	-2%	+8%	+11%
3	Klei extensief	-29%	-31%	-9%	-2%	+5%
4	Klei intensief	-25%	-28%	-2%	+4%	+10%
5	Zand extensief klein	-24%	-27%	-9%	-1%	-1%
6	Zand extensief groot	-25%	-27%	-11%	-2%	-2%
7	Zand intensief klein	-15%	-18%	-2%	+9%	+6%
8	Zand intensief groot	-20%	-23%	-2%	+4%	+8%
	Gemiddeld	-23%	-26%	-5%	+3%	+5%

De maximale emissiereductie die uitsluitend door technische en managementmaatregelen mogelijk is, bedraagt gemiddeld 26% via hightech variant 2, met een bandbreedte van 18% (zand intensief klein) tot 31% (klei extensief).

TECHNISCH MOGELIJKE EMISSIEREDUCTIE IN DE MELKVEEHOUDERIJ PER EMISSIE-BRON

Deze analyse toont het maximaal haalbare emissiereductiepotentieel voor een gemiddeld bedrijf door toepassing van het optimale transitiepad: hightech variant 2 gecombineerd met het lichte additionele maatregelpakket. De grafiek links toont de verdeling van basis-emissies naar categorieën, terwijl de rechtergrafiek de gerealiseerde reductie per categorie weergeeft onder het beschreven transitiepad.

Figuur 2. Reductie in emissies per categorie bij een gemiddeld bedrijf



Pensfermentatie-emissies domineren met 77% van de totale bedrijfsemissies. Dit betreft een onvermijdelijke emissiebron die alleen kan worden beperkt door aanpassingen in het rantsoen of voeradditieven. Het voeradditief Bovaer kan theoretisch 33,7% reductie bewerkstelligen door methaanproductie in de pens te remmen. De praktische toepassing wordt echter beperkt doordat Bovaer wordt toegevoegd aan stalvoer, waardoor de reductie alleen geldt in de staluren. Het transitiepad hightech variant 2 + licht maatregelpakket vereist een minimale weidegang van 1.500 uur, waardoor de gemiddelde reductie door Bovaer naar 22% daalt. De reductie wordt verder beperkt omdat aangenomen wordt dat investering in hightech paden een omschakeling naar intensieve bedrijfsvoering vereist (voor extensieve bedrijven), wat meer voer benodigd en daarmee meer pens fermentatie-emissies genereert.

Bemesting emissies: verhoogde weidegang veroorzaakt een verschuiving in de wijze waarop mestemissies ontstaan. Een deel van de mestemissies verschuift van mestopslag/verwerking naar directe emissies tijdens beweiding. Het netto effect is beperkt omdat weidemest lagere methaanemissies en hogere lachgasemissies heeft dan mest in opslagsystemen. Dit resulteert in een lichte toename in de bemestingscategorie, maar dit wordt vrijwel compleet gecompenseerd door de afname in mestopslagemissies.

Mestopslag/verwerking: Implementatie van monomestvergisters gecombineerd met dagontmesting realiseert aanzienlijke reducties binnen deze emissiebron. Ondanks de grote relatieve reductie binnen deze categorie (75%) blijft de absolute impact op totale bedrijfsemissies beperkt omdat mestopslag/-verwerking slechts 16% van de basis emissies vertegenwoordigt.

Het substantiële aandeel van pens fermentatie-emissies gecombineerd met beperkte mitigatie-opties resulteert in structurele beperkingen voor substantiële emissiereductie in de melkveehouderij.

Om de sectordoelstellingen voor 2040 te halen moeten de emissies van de melkveehouderij met 33% dalen. Dit betekent dat zelfs wanneer alle bedrijven naar het transitiepad met de grootste technische reductie zouden overstappen, het restemissiedoel niet haalbaar is. Hierbij is nog niet rekening gehouden met de economische aantrekkelijkheid en haalbaarheid van dit pad of het bedrijfsprofiel (stopper, grote investeerder of overig). De realistische haalbare emissiereductie via technische maatregelen en deze paden ligt dus (veel) lager.

Financiële kentallen

De uitkomsten op bedrijfsniveau worden bepaald door de kenmerken van de bedrijfstypen in combinatie met aanvullende financiële kentallen. De hoofdbronnen voor de prijzen en kostenparameters zijn beschreven in onderstaande tabel. Waar mogelijk gebruiken we historische 10-jaar gemiddelde prijzen en anders de meest recente prijzen beschikbaar. In de gevoeligheids-

Tabel 14. Databronnen voor financiële parameters in de melkveehouderij

Categorie	Financiële parameters	Bron
Marktprijzen	Vet en eiwit prijzen (melkprijs)	Friesland Campina
	Voeder prijzen, zaaigoed en beschermingsmiddelen	Agrimatie
	Aardgas en elektriciteitsprijzen	CBS
Bedrijfskosten	Pacht; stalaanpassing; hightech systeemkosten; vee prijzen; zorgkosten; bemesting; strooisel; mestafzetting; loonwerk	KWIN 2024-2025
	Afschrijving gebouwen, machines en installaties; onderhoud	BINternet
Investeringskosten	Investeringskosten (mono-mestvergisting, dagontmesting, onder-afzuiging, WKK)	Gollenbeek et al., 2022 (WUR)
	Overige maatregelen (nitrificatie remmers, pielverlaging, drainage)	Jongeneel et al., 2024 (WUR)

analyse worden enkele van deze parameters, zoals de melkprijs, gevarieerd. De financiële parameters en uitkomsten van de doorrekening zijn steeds vergeleken met de aannames en uitkomsten van de WUR-studie om enige consistentie tussen de studies te bewaken.

Modelaannames structuur

Criteria voor investering

Om naast financiële ook niet-financiële factoren mee te nemen in strategische bedrijfsbeslissingen, hebben we drie bedrijfsprofielen ontwikkeld: stoppers, grote investeerders en overige. Deze profielen helpen bepalen wanneer bedrijven beslissingen nemen over hun bedrijfsvoering, rekening houdend met aspecten zoals de leeftijd van de boer en het behoud van traditionele familiebedrijfsmodellen. De profielen en de kenmerken ervan worden samengevat in Figuur 3.

Figuur 3. Profielen en verdeling melkveehouderij

Profielen en verdeling melkveehouderijen

Profiel	Historische stoppers <i>Bedrijven die binnen 15 jaren gaan stoppen</i>	Grote investeerders <i>Bedrijven met financiële ruimte voor grote bedrijfswijzingen</i>	Overige bedrijven
Aandeel bedrijven	1.7% per jaar (Bedrijfshoofd >50 jaar zonder opvolger)	Drempel waarde Gemiddelde bruto investeringen 200,000 EUR/ jaar	Sluitpost Alle overige bedrijven (niet zijnde een stopper of grote investeerder)
Regels	Relatieve stopkans t.o.v. gem: - Extensieve bedrijven 130% - Kleine bedrijven 130% - Bedrijven die binnen 15 jaren stoppen doen geen grote investeringen en pachten geen extra land. - Bedrijven die binnen 5 jaren stoppen gaan niet investeren in overige maatregelen (kunnen wel verder extensiveren)	- Dit zijn de enige bedrijven die hightech of biologische varianten kunnen kiezen - Geen beperkingen op transitiepaden - Veen bedrijven mogen alleen extensiveren	- Beschikbare transitiepaden: investeringen in overige maatregelen, extensivering en natuurinclusief - Bedrijven houden vast aan hun huidige koers (extensieve bedrijven blijven extensief..)
Investerings ritme¹	4.3% per jaar (Opname van Bovaer in 2024)	6.6% per j (Aantal monomestvergisters)	4.3% (Opname van Bovaer in 2024)

¹ Investerings ritme: het percentage bedrijven dat in een jaar overstapt naar een transitiepad bij een hoger verwacht bedrijfsresultaat

Stoppers: Het bedrijfsprofiel 'stoppers' wordt opgemaakt uit de autonome en de uitgekochte stoppers. *Noodgedwongen stoppers kunnen voorkomen in alle bedrijfstypen, profielen en transitiepaden.*

- *Autonome stoppers:* 26% van melkveehouderijen hebben een bedrijfshoofd over 50 jaar zonder opvolger en beëindigen dus hun activiteiten binnen 15 jaar (wat neerkomt op 1.7% per jaar). Voor de verdeling van stoppers over de bedrijfstypen hebben we een hogere

relatieve stopkans voor extensieve en kleine bedrijven aangenomen.³⁹ De dierrechten worden verkocht en overgedragen aan andere bedrijven.

- *Uitgekochte stoppers:* Hierbij maken we gebruik van inschattingen van Agrimatie, die uitkomen op 400 melkveebedrijven (3% van de totale sector), gebaseerd op volledige benutting van het beschikbare budget.⁴⁰ 95% van de dierrechten wordt uit de markt gehaald.

Samen resulteren de autonome en uitgekochte stoppers in een in een totaal stopperpercentage van 24% van alle bedrijven. Dit varieert van 20% voor Zand intensieve grote bedrijven tot 28% voor Zand extensieve kleine bedrijven.

Voor stoppers is aangenomen dat zij geen transitiepaden inslaan die grote investeringen benodigen, zoals investeringen in nieuwe stalsystemen of extra land. Deze bedrijven kunnen alleen extensiveren of in overige maatregelen investeren (goedkope aanpassingen in de bedrijfsvoering zoals voeradditieven en nitrificatieremmers). Bedrijven die binnen de in 5 jaar gaan stoppen hebben een extra beperking en mogen ook niet in overige maatregelen investeren.

Hier wijken we af van het standaard investeringsritme en gaan uit van een ritme van 4,3% per jaar. Dit betekent dat jaarlijks 4,3% van de stoppers overstapt naar andere transitiepaden, mits deze een beter verwacht bedrijfsresultaat opleveren dan hun huidige bedrijfsvoering. Het percentage van 4,3% is gebaseerd op het aantal bedrijven die op Bovaer overgestopt zijn in 2024 - dit dient als indicator voor hoeveel bedrijven per jaar in overige maatregelen investeren.⁴¹

Grote investeerders definiëren we hier als melkveehouderijen die jaarlijks gemiddeld >€200.000 investeren. We kunnen de 8 bedrijfstypen verdelen in twee categorieën op basis van hun standaard opbrengst: SO €250.000-€500.000 en SO €500.000-€750.000.⁴² Voor elke SO-categorie werd het percentage bedrijven met gemiddelde investeringen boven €200.000 berekend op basis van de 9-jarige gemiddelde investeringen voor bedrijven met investeringen boven €50.000 (berekend op basis van Agrimatie-gegevens)⁴³,, uitgaande van een normale verdeling, waarbij

³⁹ Aanname gebaseerd op de historische structuurontwikkeling van de melkveehouderij: dalend aantal melkveebedrijven bij gelijktijdige toename van de gemiddelde aantal dieren per bedrijf. Agrimatie (2025): Bedrijven, dieren en omvang – Melkveehouderij, agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2245

⁴⁰ Agrimatie (2024): Bedrijfsstructuur: beperkte daling aantal bedrijven in 2023, agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2286&indicatorID=3049

⁴¹ 600 van de 14,000 Friesland Campina leden. Friesland Campina, 2024, [Mars en FrieslandCampina gaan samenwerken om de uitstoot van broeikasgassen versneld te verminderen - FrieslandCampina Nederland - FrieslandCampina](#)

⁴² R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw.

⁴³ BINternet, land en tuinbouw (2024) Investerings – Melkveebedrijven, [BINternet](#)

99,7% van de waarden binnen 3 standaarddeviaties van het gemiddelde vallen. In de SO-categorie €250.000-€500.000 hebben 0% van de bedrijven een gemiddelde uitgave boven de €200.000, deze categorie bevat veen extensief, klei extensief, zand intensief klein en zand extensief klein. In de SO-categorie €500.000-€750.000 hebben 14% van de bedrijven een gemiddelde uitgave boven de €200.000, deze categorie bevat veen intensief, klei intensief, zand extensief groot en zand intensief groot. In totaal zijn grote investeerders in het model 6% van de bedrijven in de sector.

Voor grote investeerders zijn er geen beperkingen qua transitiepaden, en zijn hiermee de enige bedrijven die de hightech of biologische varianten mogen kiezen. Een uitzondering zijn veenbedrijven die alleen mogen extensiveren (extensivering, biologisch of natuurinclusief paden), gegeven de opgaven die er in het veengebied zijn.

Het jaarlijkse investeringsritme is vastgesteld op 6,6%, afgeleid van de huidige penetratiegraad van mono mestvergisters op melkveebedrijven.⁴⁴ Deze bestaande technologie-adoptie funktioneert als benchmark voor de invoeringssnelheid van hightech transitiepaden.

Overige bedrijven vormen de sluitpost van de profielindeling. De omvang van deze groep wordt bepaald door de aantallen stoppers en grote investeerders, waardoor zij 70% van het totaal uitmaken (met een bandbreedte van 61%-76%).

Deze bedrijven houden vast aan hun huidige koers: extensieve bedrijven blijven extensief opereren en intensieve bedrijven blijven intensief opereren. Dit betekent dat uitsluitend de extensieve bedrijven binnen deze groep kunnen kiezen voor extensivering en natuur inclusieve transitiepaden. Intensieve bedrijven kunnen alleen investeren in overige maatregelen, omdat de hightech intensieve paden grootte investeringen vereisen.

Alle bedrijven in deze categorie kunnen echter wel investeren in overige maatregelen (goedkope aanpassingen in de bedrijfsvoering zoals voeradditieven en nitrificatieremmers).

⁴⁴ Er zijn 50 operationeel mono-mestvergisters op bedrijven; in ons reken model zijn er 763 bedrijven geclassificeerd als grote investeerders; ABN AMRO (2023) Hoe mono-mestvergisting Nederland helpt vergroenen, <https://cdn.nieuweoogst.nu/public/file/235396.pdf>

Net als bij stoppers wordt voor overige bedrijven een investeringsritme van 4,3% per jaar toegepast.

Tabel 15. Melkveehouderij bedrijfstypen en verdeling naar profiel

	Bedrijfstypen	Stoppers	Grote investeerders	Overige bedrijven
1	Veen extensief	26%	0%	74%
2	Veen intensief	22%	14%	64%
3	Klei extensief	26%	0%	74%
4	Klei intensief	21%	14%	66%
5	Zand extensief klein	28%	0%	72%
6	Zand extensief groot	25%	14%	61%
7	Zand intensief klein	24%	0%	76%
8	Zand intensief groot	20%	14%	66%

Beschikbaarheid van opties voor verduurzaming

Naast de bedrijfsprofielen, zijn er andere mogelijk beperkende randvoorwaarden die de transitie versnellen of vertragen. We nemen daarbij drie belangrijke factoren mee in het model:

- Landbeschikbaarheid: We modelleren landschaarste door aan te nemen dat geen nieuwe grond wordt verworven in de gehele melkveehouderij. Beschikbare grond ontstaat uit bedrijfsbeëindigingen en wordt gebundeld in pools per grondtype als regionale proxy. Transitiepaden met hogere grondbehoeften worden alleen toegekend als voldoende capaciteit beschikbaar is; anders volgen bedrijven alternatieve routes. Na alle keuzes wordt het resterende areaal toegewezen aan overblijvende (actieve) bedrijven.⁴⁵

Naast deze areaalverschuiving, is het ook de verwachting dat er richting 2040 minder landbouwgrond beschikbaar is.⁴⁶ We nemen, net als de KEV2024, daarbij aan dat er ongeveer 6.000 ha per jaar uit de landbouwsector gaat. Dit is op basis van een historische trend tussen 2013 en 2022, hoewel de toe- en afname van landbouwgrond jaarlijks sterk verschilt. Op basis van huidig landgebruik, nemen we aan dat van de 6.000 ha ongeveer 2/3 van de melkveehouderij is, waardoor er in het model ieder jaar 4.000 ha minder areaal voor de melkveehouderij beschikbaar is (en 2.000 ha voor de akkerbouw). In de gevoeligheidsanalyse variëren we deze aanname.

⁴⁵ We hebben aangenomen dat als het areaal wordt verhoogd, de andere bedrijfskarakteristieken zoals veebezetting en graslandtaandeel gelijk blijven.

⁴⁶ PBL (2024) Klimaat- en Energieverkenning 2024

- **Fosfaatrechten:** Het fosfaatrechtensysteem geeft veehouders een verhandelbare hoeveelheid fosfaat die zij mogen uitstoten, wat direct het aantal dieren bepaalt dat zij mogen houden. De beschikbaarheid van fosfaatrechten wordt systematisch verkleind door overheidsbeleid. Tussen 2025 en 2026 wordt bij elke bedrijfsoverdracht een deel van de rechten definitief uit de markt genomen. Voor deze periode hebben we aangenomen dat verkochte rechten van historische en noodgedwongen stoppers worden met 27% afgeroomd.⁴⁷ Daarnaast werden fosfaatregelen de door de stopperregeling afgekocht werden (Lbv/Lbv+ deelnemers) met 95% afgeroomd. Evenals bij landbeschikbaarheid, kunnen bedrijven niet investeren in bepaalde transitiepaden als de benodigde fosfaatrechten niet aan te schaffen zijn.
- **Marktrestricties voor biologische producten:** Omdat slechts een beperkt segment van consumenten bereid is een meerprijs te betalen voor biologische melk, wordt de groei van deze markt begrensd. In 2023 was slechts 3,7% van de sector biologisch. Op basis van historische groei (2010-2023) hanteren we een jaarlijkse basisgroei van 0,13%, met een maximum van 1,8% conform het Nederlandse streefcijfer van 15% biologisch in 2030.

Beperkingen

In de voorgaande secties zijn al enkele tekortkomingen van de methodologie ten aanzien van de broeikasgasemissieberekeningen toegelicht; namelijk, het beperken van de transitieopties tot bewezen en commercieel haalbare technologieën en het onvolledig meenemen van niet-financiële factoren in de strategische besluitvorming.

Daarnaast hebben de 8 gemodelleerde bedrijfstypen een beperkte dekking van de sector. De 8 bedrijfstypen zijn gemodelleerd naar 'typische' melkveehouderijen en kunnen daarom niet de gehele sector representeren. Bedrijven met een zeer grote of kleine omvang vallen buiten deze typologie. De dekking wordt geschat op 70-80%. In de emissieberekeningen gaan wij ervan uit dat de gehele melkveehouderij door deze 8 bedrijfstypen kan worden beschreven.

Ten tweede beperken de grondgebondenheidsnormen van onze transitiepaden de aankoop van fosfaatrechten. Door de herverdeling van land naar actieve bedrijven blijft de ratio van land en fosfaatrechten constant, waardoor extensieve bedrijven die rechten overnemen van stoppende intensieve bedrijven dit niet volledig doen. Bovendien wordt aangenomen dat 4.000 ha jaarlijks uit de melkveehouderij verdwijnt, waardoor deze fosfaatrechten niet worden herverdeeld. Dit kan leiden tot onderschatting van sectoremissies

⁴⁷ Bij verkoop van fosfaatrechten geldt een afroaming van 30%, met uitzonderingen voor familieoverdracht en kleine verkopen (<100 kg). We rekenen daarom met 27% afroaming ($90\% \times 30\%$). RVO (2025) Handel met fosfaatrechten. [Handel met fosfaatrechten | RVO.nl](https://www.rvo.nl/nl/landbouw/landbouw-emissies/handel-met-fosfaatrechten)

Ten derde zorgt de vereenvoudigde berekening van pensfermentatie-emissies voor een afwijking ten opzichte van de officiële Emissieregistratie. Waar de Emissieregistratie een geavanceerd Tier 3-model gebruikt dat fermentatie- en verteringsprocessen dynamisch simuleert op basis van rantsoensamenstelling, voerkwaliteit en microbiële processen, zijn wij door de beperkte toegankelijkheid van dit model uitgeweken naar de rekenregels van de Kringloopwijzer. Deze methode gebruikt eenvoudigere emissiefactoren per voermiddel en onze eigen benadering voor rantsoenpakketten gebaseerd op het Handboek Melkveehouderij. Als gevolg hiervan wijken onze basisberekeningen af van de officiële cijfers (zie Vergelijking emissies met Emissieregistratie). Het voordeel van onze methode is dat deze aansluit bij de methode die boeren zelf kunnen gebruiken om hun pensfermentatie-emissies te berekenen.

Ook heeft dit onderzoek als additionele beperking dat het primair gericht is op broeikasgasemissiereductie, terwijl dit slechts één onderdeel van duurzaamheid voor melkveehouders vormt. Melkveehouders moeten immers ook voldoen aan andere voorwaarden, zoals de vermindering van ammoniakemissies, verbetering van dierenwelzijn en bijdragen aan biodiversiteitsdoelen. Deze aspecten zijn weliswaar soms indirect meegenomen – zo is aangenomen dat melkveehouders bij vervanging van hun stal zullen kiezen uit de door de overheid goedgekeurde lijst van stalsystemen⁴⁸ die voldoen aan de 8,6 kg NH₃-grens – maar deze doelstellingen vereisen eveneens aanvullende investeringen die kunnen concurreren met investeringen in CO₂-reductie. Door deze beperkte benadering ontstaat mogelijk een onvolledig inzicht in de werkelijke uitdagingen en mogelijkheden binnen de sector.

Tot slot is een modelbeperking dat de grondprijzen constant gehouden worden in de tijd. De afgelopen jaren is de grondprijs sterk gestegen⁴⁹ en de verwachting is dat deze trend doorzet vanwege de schaarste aan grond in Nederland. Daarnaast bestaan er regionale verschillen in grondprijs. Deze ontwikkelingen en verwachtingen zijn niet meegenomen in het model, maar kunnen de investeringskeuzes wel degelijk beïnvloeden. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat een boer in de categorie stoppers door de verwachte grondprijsstijging besluit om nog enkele jaren door te gaan en vervolgens met een hogere grondprijs het bedrijf te verkopen. Ook kan het duurder zijn om meer land te pachten of aan te kopen, waardoor sommige strategieën minder of meer aantrekkelijk worden.

⁴⁸ Artikel 4.818. (lucht: emissie ammoniak voor melkkoeien en kalfkoeien), Besluit activiteiten leefomgeving (2025). NB de biologische stal die wij in ons rekenmodel hanteren voldoet echter niet aan deze eisen.

⁴⁹ Agrimatie (2025) Agrarische grondprijs in vierde kwartaal naar 70.000 euro per ha. <https://agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=3588&indicatorID=3589>

Opzet varkenshouderij

Bedrijfstypen

Voor de varkenshouderij maken we onderscheid tussen zes bedrijfstypen, op basis van de studie "Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: dierlijke en plantaardige sectoren".⁵⁰ Er worden drie bedrijfstypen gedefinieerd o.b.v. welke varkens gehouden worden: 1) gespecialiseerde zeugenbedrijven met enkel (opfok)zeugen en biggen, 2) gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven met enkel vleesvarkens en 3) gecombineerde bedrijven die zowel zeugen, biggen en vleesvarkens houden. Ten tweede wordt er gekeken naar het keurmerk van de productiewijze: dat is gangbaar ($\pm 80\%$) en 1 ster Beter Leven ($\pm 20\%$). De omvang van de biologische productie was te klein om meegenomen te worden in de bedrijfstypen studie ($\pm 1\%$), maar is inmiddels wel gegroeid.

Tabel 16: Overzicht belangrijkste bedrijfskenmerken per bedrijfstypen o.b.v. WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: dierlijke en plantaardige sectoren

Bedrijfstypen en kenmerken	Aantal zeugen	Aantal vleesvarkens	Biggen / zeug / jaar	Voederconversie (vleesvarkens)	Oppervlakte cultuurgrond (ha)
Gangbaar zeugenbedrijf	915		30.4		8
Gangbaar vleesvarkenbedrijf		3,468		2.7	19
Gangbaar gesloten bedrijf	682	3,634	28.5	2.8	18
1* zeugenbedrijf	636		29.4		10
1* vleesvarkenbedrijf		3,936		2.7	13
1* gesloten bedrijf	467	3,124	29.3	2.7	32

Transitiepaden

Voor de varkenshouderij, voor elk van de bedrijfstypen, worden drie transitiepaden voorgesteld in de bedrijfstypen studie: a) "hightech", b) "onderscheidend marktconcept met focus op circulariteit" en c) "biologisch".⁵¹ Deze paden bevatten maatregelen op het gebied van klimaat, stikstof,

⁵⁰ WUR (2024): Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: dierlijke en plantaardige sectoren

⁵¹ N.B. dit is een pad dat *compatibel is met* biologische bedrijfsvoering, maar niet een *omschakeling naar* een biologische bedrijfsvoering. Daarvoor zijn doorgaans forse stalaanpassingen voor nodig om aan biologische normen te voldoen

waterkwaliteit en biodiversiteit. Gegeven de focus van onze studie op broeikasgasemissiebeprijzing, kijken we uitsluitend naar de klimaatmaatregelen. Deze vallen uiteen in voermaatregelen en mest/stalmaatregelen.

Wat betreft het rantsoen wordt in alle paden soja vervangen door andere grondstoffen. Dit is in ons model niet meegenomen. De hoofdreden hiervoor is dat in de Nationale Emissieregistratie de emissies voor pensfermentatie van varkens vastgesteld worden met een Tier 1 benadering, d.w.z. een vast kental per dier (1.5 kg methaan per varken per jaar).⁵² Dit getal is daarmee hetzelfde voor alle biggen, zeugen, vleesvarkens en dekberen en alle wijzen waarop deze dieren gehouden kunnen worden. Wijzigingen in het rantsoen hebben daarom geen effect op de geregistreerde emissies. Om deze wijzigingen wel te laten reflecteren in de emissies, zal eerst een Tier 2 benadering, zoals voor jongvee van melkvee, ontwikkeld moeten worden. Deze zal o.a. kijken naar organische stof inname en de verteerbaarheid daarvan, om per diersoort en rantsoen uit te rekenen wat de methaanemissies zijn. Specifiek voor deze maatregel is op te merken dat soja een bovengemiddeld hoge verteerbaarheid van organische stof⁵³ heeft voor varkens en de vervanging daarvan eerder tot meer dan tot minder emissies zal leiden (scope emissies pensfermentatie en varkensmest, ceteris paribus).

Wat betreft de stalmaatregelen bevatten alle paden maatregelen die berusten op het principe van dagontmesting, waarbij mest sneller afgevoerd wordt en er dus minder emissies uit opslag van mest op bedrijfsniveau plaatsvinden. De implementatie hiervan verschilt per pad. Voor high-tech gaat het om een spoelsysteem met dagelijkse mestafvoer, voor de andere twee paden verwijdering van mest met een mestband. Verder wordt verondersteld dat de mest verwerkt wordt in een centrale locatie (niet op het bedrijf zelf). Dit gaat dus uit van additionele capaciteit aan mestverwerking.

De bovenstaande paden gaan uit van gelijke dieren aantallen. Om de sectorontwikkeling beter te kunnen beschrijven richting 2040, voegen wij ook groei en krimppaden (zonder wijzigingen in bedrijfsvoering) toe. Ook voegen we een pad toe waarbij er geen dagontmesting plaatsvindt, maar mest wel centraal verwerkt wordt na een korter dan gebruikelijke opslag periode. Tot slot zou een bedrijf ook kunnen omschakelen naar biologische bedrijfsvoering. Dit moet niet verward worden met transitiepad "c", omdat hierin niet de kosten van de omschakeling naar biologische bedrijfsvoering in verwerkt zijn. Deze mogelijkheid (omschakeling) ontbreekt in het model.

In de tabel hieronder staan alle in het model beschikbare transitiepaden voor de varkenshouderij, met daarbij ook een overzicht van de verandering in bedrijfsresultaat en broeikasgasemissies ten opzichte van het standaard bedrijfstype, zonder emissiebeprijzing. Omdat er zes bedrijfstypen

⁵² WUR (2024): Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022

⁵³ CVB (2023): CVB Veevoedertabel 2023

zijn, zijn er voor veel veranderingen ranges die de uitersten van de effecten op individuele bedrijfstypen weergeven. Verder vergist een deel van de bedrijven reeds mest, waardoor de relatieve emissiereductie van de transitiepaden lager uitvalt voor deze bedrijven. Wat opvalt uit dit overzicht is dat alle paden behalve de groeipaden een slechter bedrijfsresultaat geven, en dat specifieke de transitiepaden met dagontmesting doorgaans een stevige achteruitgang van het resultaat opleveren.

Tabel 17: Overzicht beschikbare transitiepaden voor de varkenshouderij in het model. Dit zijn theoretische paden waaruit gekozen kan worden, niet alle paden zijn voor elk bedrijfsprofiel beschikbaar. De uitkomsten zijn ranges omdat zij voor 6 bedrijfstypen weergegeven worden. Voor de emissiedelta geldt dat deze gedefinieerd is t.o.v. de basissituatie waarin geen vergisting plaatsvindt.

Bedrijfstypen en kenmerken	Verandering in bedrijfsresultaat t.o.v. basis (excl. beprijzing) (EUR/j)	Verandering in broeikasgasemissies t.o.v. basis
A "high tech"	-47k tot -201k	-64% tot -76%
B "circulair"	-14k tot -152k	-64% tot -75%
C "biologisch" NB geen omschakeling	-14k tot -152k	-64% tot -75%
Vergisting (niet dagvers)	0	-33% tot -36%
Groei 30% + vergisting	+9 tot +20k	-11% tot -17%
Groei 30%	+9 tot +20k	+30%
Groei 60%	+18 tot +40k	+60%
Krimp 20%	-7k tot -16k	-20%
Krimp 40%	-14k tot -32k	-40%

De bovenstaande transitiepaden beschrijven een aantal ontwikkelrichtingen en broeikasgasemissiereductie maatregelen. Ze bevatten niet alle mogelijke maatregelen. Dit heeft voor een deel te maken met het feit dat sommige maatregelen en technieken nog niet marktrijp zijn of er nog geen goede kentallen van beschikbaar zijn. Er zijn diverse overzichten van maatregelen tot ammoniak- en broeikasgasemissiereductie.^{54 55} Op korte tot middellange termijn zou voor broeikasgasemissiereductie met name dagontmesting en monovergisting tot emissiereductie kunnen leiden, zoals ook meegenomen in de transitiepaden. Het koelen van mest zorgt voor een langzamere afbraak van organische materiaal en zou afhankelijk van de temperatuur tot een redelijk

⁵⁴ Integraal Aanpakken (2021): Oplossingsrichtingen voor emissiereductie van ammoniak & methaan in de varkenshouderij

⁵⁵ Schuttelaar & Partners (2021): Oplossingsrichtingen voor emissiereductie melkvee- en varkenshouderij

emissiereductie kunnen leiden. Hier staan echter ook kosten voor apparatuur en stroomverbruik tegenover (kostenkanten onbekend, vandaar niet meegenomen in deze studie).

Financiële kantallen

De kenmerken die beschreven staan onder de bedrijfstypen bepalen, aangevuld met diverse financiële kantallen en berekeningen, de financiële uitkomsten op bedrijfsniveau. Voor alle prijzen en kostenaanname wordt verwezen naar de KWIN2024-2025.⁵⁶ Hier gaat het o.a. om middel-lange termijn voerkosten, dierprijzen, mestafzetkosten maar ook algemene bedrijfskosten. Dit betreffen doorgaans langjarige gemiddelden. Over het algemeen fluctueren de bedrijfsresultaten sterk, doordat de prijzen (inkoop en verkoop) grote schommelingen kennen en voor een belangrijk deel ook door internationale markten bepaald worden. Daarom doen wij ook een gevoeligheidsanalyse hierop. Voor de kosten van de transitiepaden wordt gebruik gemaakt van de eerdergenoemde WUR-bedrijfstypen en transitiepaden studie.

Modelaannames structuur

Figuur 4. Profielen en verdeling varkensbedrijven

Profielen en verdeling varkensbedrijven

Profiel	Historische stoppers <i>Bedrijven die binnen 15 jaar gaan stoppen</i>	Grote investeerders <i>Bedrijven met financiële ruimte voor grote bedrijfswijzingen</i>	Overige bedrijven
Aandeel bedrijven	2.1% per jaar (Bedrijfshoofd >50 jaar zonder opvolger) of 4.5% per jaar (Gemiddelde historische stoppers)	Drempel waarde Gemiddelde bruto investeringen ≥ 50,000 EUR/ jaar	Sluitpost Alle overige bedrijven (niet zijnde een stopper of grote investeerder)
Regels	Bedrijven die binnen 15 jaren stoppen doen geen grote investeringen (geen groei, omschakeling biologisch of dagontmesting)	- Geen beperkingen op transitiepaden - Enige die kunnen groeien of omschakelen naar biologisch	- Beschikbare transitiepaden: dagontmesting en mestverwerking - Bedrijven houden vast aan hun huidige koers
Investerings ritme ¹	10% per j	10% per j	10% per j

¹ Investerings ritme: het percentage bedrijven dat in een jaar overstapt naar een transitiepad bij een hoger verwacht bedrijfsresultaat

In het model worden zoals eerder beschreven drie verschillende profielen over alle bedrijfstypen gelegd: grote investeerders en overige bedrijven. Stoppers zijn bedrijven waarvan verwacht wordt dat zij binnen 15 jaar zullen stoppen. Op basis van het aandeel bedrijven met bedrijfshoofd

⁵⁶ WUR (2024): KWIN2024-2025

boven de 50 jaar zonder opvolger, bevat deze groep 32% van alle bedrijven; voor zeugenbedrijven 27%, vleesvarkensbedrijven 38% en gesloten bedrijven 23%.⁵⁷ Voor deze bedrijven is aangenomen dat zij geen transitiepaden inslaan die grote omschakelingen geven, d.w.z. geen groei, omschakeling naar biologisch of investering in dagontmesting. Aanvullend wordt deze groep ook uitgebreid met bedrijven die meedoen in de uitkoopregelingen Lbv en Lbv+.⁵⁸ Qua effect gaan we mee met de middenraming van PBL, ofwel een reductie van ongeveer 18%. Er zit een overlap tussen de uitgekochte stoppers en de stoppers met bedrijfshoofden >50j zonder opvolger. Deze overlap schatten we op 50% en er wordt in de modellering voor gecorrigeerd.

Grote investeerders definiëren we hier als varkensbedrijven die jaarlijks gemiddeld >50 k EUR investeren. Volgens Agrimatie gegevens bedraagt dit over de afgelopen 5 jaar gemiddeld 40% van de bedrijven.⁵⁹ Echter zijn er geen gegevens beschikbaar voor individuele bedrijven, waardoor dit percentage wellicht hoger ligt.⁶⁰ Er zijn verder wel verschillen tussen de bedrijfstypen: het investeringspercentage ligt hoger voor zeugen- en gesloten bedrijven en lager voor vleesvarkensbedrijven. De percentages liggen respectievelijk op ongeveer 44%, 49% en 34%. Er is geen splitsing beschikbaar naar keurmerk, daarom worden deze gelijk gehouden. Voor dit profiel wordt aangenomen dat alle transitiepaden mogelijk zijn.

De overige bedrijven vormen de sluitpost qua profielen. De omvang van deze groep wordt bepaald door de grootte van de overige profielen (stoppers en grote investeerders). Daarmee komt deze uit op 21 tot 25% van het totaal. Qua transitiepaden is groei of omschakeling naar biologisch niet mogelijk, maar zijn de overige paden wel beschikbaar.

Tabel 18. Bedrijfstypen en verdeling naar profiel, op basis van de inschatting zoals beschreven in de tekst

Bedrijfstypen en verdeling naar profiel	Stoppers	Grote investeerders	Overige bedrijven
Zeugenbedrijf	33%	44%	23%
Vleesvarkenbedrijf	41%	34%	25%
Gesloten bedrijf	30%	49%	21%

Voor alle bedrijfsprofielen in de varkenshouderij wordt verder aangenomen dat het investeringsritme 10% is. Dat wil zeggen dat jaarlijks een totaal van één tiende van de bedrijven overstapt

⁵⁷ Agrimatie (2024): Hoger opvolgingspercentage en meer bedrijven met een opvolger

⁵⁸ RVO (2025): Lbv en Lbv-plus actueel

⁵⁹ Agrimatie (2025): BINternet, land- en tuinbouw. Investerings

⁶⁰ . Immers zou een bedrijf het ene jaar bijvoorbeeld 120 k EUR investeren en het andere jaar 20 k EUR, waarbij het ene jaar dus wel in de categorie >50 k geïnvesteerd meegeteld zou worden en het andere jaar niet. Gemiddeld zou dit bedrijf wel alle jaren voldoen.

naar andere paden indien deze een beter verwacht bedrijfsresultaat geven dan de huidige bedrijfsvoering.

Beschikbaarheid van opties voor verduurzaming

Naast de bedrijfsprofielen, zijn er andere mogelijk beperkende randvoorwaarden die de transitie versnellen of vertragen. We nemen voor de varkenshouderij de varkensrechten mee. Landbeschikbaarheid nemen we niet mee omdat de sector niet grondgebonden is en biologische groei-beperking niet omdat er geen transitie pad naar biologische varkenshouderij beschikbaar is:

- Varkensrechten: Het aantal beschikbare varkensrechten wordt sinds 2025 verkleind door overheidsbeleid. Bij elke bedrijfsoverdracht, enkele uitzonderingen daargelaten, wordt een deel van de rechten definitief uit de markt genomen. Dit percentage bedraagt 22%⁶¹ voor handel en minimaal 80% voor uitkoop (Lbv⁶², Lbv+⁶³). Dit beperkt hoeveel andere bedrijven kunnen groeien als een bedrijf stopt. We nemen aan dat afoming actief is in 2025 en 2026 en daarna uitgefaseerd wordt (en op nul gesteld wordt), zoals ook in de KEV2024 verondersteld wordt.

Beperkingen

De bedrijfstypen die hierboven besproken zijn, zijn typische bedrijven. Deze zes typen representeren naar schatting het overgrote deel van de varkensbedrijven. Er zijn echter ook bedrijven, zoals biologische, die hier niet door beschreven worden. Zij wijken bijvoorbeeld sterk af qua dieren aantallen, maar ook inzet van arbeid en hebben per dier doorgaans zowel hogere kosten als opbrengsten. In het vervolg wordt ervan uitgegaan dat de hele varkenshouderij door deze zes bedrijfstypen beschreven kan worden, maar zullen we deze kanttekening ook een aantal keer herhalen.

De transitiepaden beschrijven een deel van de mogelijke ontwikkelrichtingen voor een varkenshouder. Zoals eerder ook erkend, is dit geen allesomvattend overzicht. Er kunnen dus additionele paden of combinaties daarvan zijn die beter uitpakken. Dit geldt verder des te meer indien we ook meenemen dat er bedrijven zijn die minder goed beschreven worden door bovenstaande bedrijfstypen.

⁶¹ RVO (2025): Mest. Varkensrechten. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/varkensrechten>

⁶² RVO (2025): Subsidies en Financiering. LBV <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/lbv>

⁶³ RVO (2025): Subsidies en Financiering. LBV+ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/lbv-plus>

Opzet akkerbouw

Bedrijfstypen

Voor de akkerbouw hanteren we de vijf standaardbedrijfstypen, gebaseerd op de WUR-studie "Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw" (2024).⁶⁴ Deze typologie geeft een inzicht in de mogelijke effecten op veel voorkomende bedrijven. Hierbij is het van belang om te melden dat de typen meer zijn gebaseerd op bedrijven die een afspiegeling geven van de heterogeniteit van de populatie, dan dat het een representatief sample is waarmee gemiddelde bedrijfstypen zijn uitgewerkt. De typen zijn ontwikkeld op basis van grondsoort en gewassenstelling in het bouwplan. Er zijn drie bedrijven op kleigrond en twee op zandgrond. De bedrijven worden met name gekenmerkt door de hoofdteelt. Een overzicht van de teelten per bedrijfstype is samengevat in .

Op kleigrond is er een graanbedrijf (59 ha), een pootaardappelbedrijf (102 ha) en een consumptieaardappelbedrijf (57 ha). Bij het graanbedrijf zijn de overige teelten vooral suikerbiet, op het pootaardappelbedrijf suikerbiet en granen en op het consumptieaardappelbedrijf granen en ui. Met name de grootte van het pootaardappelbedrijf is sterk anders dan de andere bedrijven. Dit bedrijf heeft dan ook de grootste omzet en de hoogste kosten. Qua broeikasgasemissie-intensiteit zijn de bedrijven nagenoeg gelijk en komt het WUR-rapport uit op ongeveer 2 ton/ha.⁶⁵

Op zandgrond zijn er twee bedrijven. Het zetmeelaardappelbedrijf op zandgrond (85 hectare) bevindt zich voornamelijk in de veenkoloniale gebieden. Daarnaast is er een overig zandbedrijf, waarbij het bouwplan gekenmerkt wordt door consumptieaardappelen (42%), suikerbieten (23%) en granen (20%). Zandgrondbedrijven hebben te maken met meer regelgeving voor bemesting, dit komt met name doordat zandgrond gevoeliger is voor uitspoeling van o.a. stikstof dan kleigrond. Daarnaast zijn er extra regels voor de nutriënt verontreinigde gebieden die ook met name voor zandgronden gaan gelden. Qua broeikasgasemissies zitten de zandbedrijven ook rond de 2 ton/ha in de WUR-studie.

⁶⁴ R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw

⁶⁵ Bij deze emissies zijn zowel directe als indirecte N₂O-emissies meegenomen (bemesting maar ook emissies vanuit moerige gronden en gewasresten). Verder worden hier ook de emissies van machines (diesel) meegerekend. Welke emissies in deze studie worden meegenomen, wordt verderop toegelicht.

Tabel 19. Bedrijfstypen voor de akkerbouw, gebaseerd op WUR (2024). Het resterende percentage areaal wordt toegeschreven aan overige gewassen.

Bedrijfstypen en verdeling naar profiel	Oppervlak (ha)	Suikerbiet (%)	Ui (%)	Graan (%)	Aardappel (%)	% sector (o.b.v. aantal bedrijven)
Graan	59	16	3	66	8	25
Pootaardappel	102	14	10	28	43	11
Consumptie-aardappel	57	14	16	24	39	25
Zetmeel-aardappel	85	19	3	20	50	11
Overig	42	23	5	20	42	29

Transitiepaden

De WUR-rapportage schetst vier hoofdtransitiepaden voor akkerbouwbedrijven, die variëren in de mate van extensivering en natuurinclusiviteit. Deze paden zijn ontwikkeld om tegemoet te komen aan verschillende maatschappelijke en ecologische opgaven, maar kennen elk hun eigen uitdagingen en voorwaarden. Daarnaast worden enkele vastgestelde maatregelen ook meegenomen in de bedrijfstypes.

In de doorrekening gaan we ook uit van die vastgestelde maatregelen op de bedrijfstypes. Dit betekent dat het vastgestelde beleid als autonome ontwikkelingen in het model worden opgenomen voor de bestaande bedrijfstypes. Er zijn meer maatregelen voor zandgronden, zoals benoemd is in de vorige sectie. De maatregelen worden ook in de WUR-rapportage beschreven.⁶⁶ Concreet gaat het over:

- Invloed afschaffing derogatie op akkerbouwbedrijven. Door de afschaffing van derogatie zullen veel akkerbouwers naar verwachting overstappen van varkensmest op de goedkopere rundveemest. Daarnaast schets het WUR-rapport dat er vervolgens meer mestruimte ontstaat aangezien rundveemest minder fosfaat bevat dan varkensmest.
- Verplichte vanggewassen voor specifieke uitspoeling gevoelige teelt. Na de teelt van specifieke gewassen op zandgrond moeten er vanggewassen worden ingezet.

⁶⁶ R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw

- Minimaal 33% rustgewassen op zandgrond.
- Verplichte bufferstroken op zand en kleigronden. Als inschatting sluiten we aan bij de inschatting van de WUR: 2% areaaldaling op zandgrond en 3% op kleigrond.
- 20% daling op stikstofgebruiksnormen op zandgrond vanwege maatregelen op nutriënt verontreinigde gebieden.
- Verandering van de GLB-regeling, waarin de eco-regeling zorgt voor een andere subsidieverdeling voor akkerbouwbedrijven. De eco-regeling beloont een boer met 60 euro/ha (brons), 100 euro/ha (zilver) of 200 euro/ha (goud) indien er wordt voldaan aan een gespecificeerd aantal punten in het puntensysteem.

Naast dit vastgestelde beleid, zijn er mogelijkheden voor de bedrijfstypen om een andere strategie te ontwikkelen, wanneer dit economisch gezien een optie is. Ook hierbij baseren we ons op de transitiepaden van de WUR.

De transitiepaden bevatten drie paden van toenemende extensivering in combinatie met technische innovatie en gerichte managementmaatregelen. Als innovatie- en managementmaatregelen worden bijvoorbeeld inzetten op driftreductie met een Wingsprayer, inzaai van vanggewassen na specifieke teelten en investering in emissiearme toediening van mest (precisiebemesting) genoemd. Het pad van lichte extensivering combineert technische innovatie en gerichte managementmaatregelen met een bouwplan waarin minimaal 30% rustgewassen zijn opgenomen en 10% van het areaal wordt bestemd voor natuur- en landschapsbeheer. Bij gemiddelde extensivering worden vergelijkbare technische en managementmaatregelen toegepast, maar wordt het aandeel rustgewassen verhoogd naar 40% en het areaal voor natuur- en landschapsbeheer naar 20%. Het pad van zware extensivering zet in op 50% rustgewassen en 30% natuur- en landschapsbeheer. Naast deze paden is er een omschakelingspad naar biologische of sterk natuurinclusieve akkerbouw. Dit pad voorziet in 60% rustgewassen en 40% natuur- en landschapsbeheer, zonder gebruik van kunstmest en chemische gewasbeschermingsmiddelen. Voor een uitgebreide beschrijving van de transitiepaden verwijzen we naar Bijlage 4: Maatregelenpakket akkerbouw van de WUR-studie.

In algemene zin kenmerken de paden zich met name door extensivering en daarnaast enkele meerkosten door investeringen in bepaalde maatregelen. In de WUR-studie wordt ook benoemd dat de extensivering de voornaamste onderdelen zijn voor de verschillen in emissies en om bedrijfsresultaat.

Financiële kentallen

Voor de akkerbouw baseren we ons grotendeels op de KWIN voor de akkerbouw.⁶⁷ De KWIN van de akkerbouw is echter uit 2022, met kentallen uit de periode 2016-2021. Daarnaast ligt in de

⁶⁷ WUR (2022) KWIN Akkerbouw & vollegrondsgroente 2022

KWIN de focus van de bedrijfsresultaatberekening op variabele kosten van de teelt in plaats van een algemeen beeld voor een bedrijf inclusief al het materieel en de afschrijvingen. Ook GLB-betalen worden buiten beschouwing gelaten. Hierdoor is het niet goed mogelijk om onderdelen als afschrijving en rente gebouwen en machines te bepalen die gebruikt worden bij een teelt. Vandaar dat we voor een aantal onderdelen in de modellering zijn uitgeweken naar meer recente data van Agrimatie en BINternet. Hierin zijn onder meer de economische balans van de akkerbouw en biologische akkerbouw gebruikt om inschattingen te maken voor afschrijvingen en grondkosten dan wel om de uitkomsten van het model mee te vergelijken en discrepanties uit de datasets te halen. Verder zijn van Agrimatie gegevens over pesticidegebruik per gewassoort en de prijsdata voor de gewassen gebruikt. Voor opbrengstniveaus en het verschil met biologische gewassen, maken we gebruik van CBS-statistiek.⁶⁸ Ook om het areaal biologisch in te schatten wordt hiervan gebruikt gemaakt. Wanneer mogelijk maken we gebruik van langjarige gemiddelden (3-5 jaar) om schommelingen in bijvoorbeeld prijzen en opbrengsten uit te middelen over een periode, waarbij steeds de meest recente cijfers zijn gebruikt. Door de gemiddelden wordt een goede afspiegeling gegeven van de te verwachten opbrengsten en kosten van de akkerbouw.

Qua modellering van de sector en opbrengstniveaus, sluiten we zoveel mogelijk aan bij de WUR-studie.⁶⁹ Voor veel economische parameters en inschattingen van effecten wordt daarin beschreven op welke manier deze tot uiting komen bij de bedrijven. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het effect van de bufferstroken, de kosten voor natuurland op de akker en de effecten van bepaalde managementmaatregelen op de hoeveelheid pesticiden. We hebben onder meer uit tabel 7.10 van de WUR-studie inschattingen voor kosten van maatregelen gehaald.

⁶⁸ CBS (2023) Akkerbouwgewassen; productie naar regio 1994-2023 (<https://open-data.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table>);

CBS (2025) Biologische plantaardige en dierlijke productie; nationaal (Biologische plantaardige en dierlijke productie; nationaal);

CBS (2025) Biologische landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid (<https://open-data.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85853NED/table>)

⁶⁹ R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw

Modelaannames structuur

Criteria voor investering

Ook voor de akkerbouw gelden sectorspecifieke eigenschappen met betrekking tot stoppers, grote investeerders en overige bedrijven. Dit wordt samengevat in Figuur 5. Profielen en verdeling akkerbouw.

Figuur 5. Profielen en verdeling akkerbouw

Profielen en verdeling akkerbouwbedrijven

Profiel	Historische stoppers <i>Bedrijven die binnen 15 jaren gaan stoppen</i>	Grote investeerders <i>Bedrijven met financiële ruimte voor grote bedrijfswijzingen</i>	Overige bedrijven
Aandeel bedrijven	2,9% per jaar (Bedrijfshoofd >50 jaar zonder opvolger) of 0,3% per jaar (Gemiddelde historische stoppers)	Drempel waarde SO-categorie landbouwtelling Vanaf middelgrote bedrijven ~ 23%	
Regels	- Bedrijven die binnen 15 jaren stoppen doen geen grote investeringen - Concreet betekent dit investeringen in het lichte of gemiddelde maatregelenpakket	- Dit zijn de enige bedrijven die biologische variant kunnen kiezen - Geen beperkingen op transitiepaden	- Beschikbare transitiepaden: licht, gemiddeld of zware extensivering - Bedrijven houden vast aan hun huidige koers (extensieve bedrijven blijven extensief..)
Investeringsritme ¹	5% per jaar	10% per jaar	5%

1. Investeringsritme: het percentage van bedrijven de overstapt naar een alternatieve transitiepad per jaar bij hogere verwachte inkomsten

Voor de stoppers geldt dat het model standaard uitgaat van een jaarlijks stoppercentage van 2,9% op basis van een bedrijfshoofd ouder dan 50 jaar zonder opvolger.⁷⁰ Optioneel kan dit worden verlaagd naar 0,3% op basis van het historische percentage.⁷¹ Deze bedrijven beperken zich tot investeringen binnen het lichte of gemiddelde maatregelenpakket, passend bij hun kortere tijdshorizon. Het model veronderstelt dat jaarlijks 5% van deze bedrijven overstapt naar een ander transitiepad indien dit economisch voordeliger is. Wanneer een bedrijf eenmaal is gestopt, wordt het land onderverdeeld over de overige actieve bedrijfstypes en maatregelenpakketten

⁷⁰ Agrimatie (2024) Hoger opvolgingspercentage en meer bedrijven met een opvolger agrimatie.nl/thema-Resultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2245&themaID=7202&indicatorID=7205

⁷¹ Ministerie LNVN (2024) Aantal land- en tuinbouwbedrijven. Cijfer is gebaseerd op het aantal stoppende bedrijven in de afgelopen 10 jaar. Cijfers beschikbaar via https://www.staatvanlandbouwnatuurenvloed-sel.nl/kerncijfers/aantal-bedrijven/#Totaal_1131

die actief zijn. Hierdoor wordt er in de basissituatie vanuit gegaan dat het land van de stoppers in de akkerbouw in de akkerbouw blijft.

De grote investeerders worden in het model geïdentificeerd op basis van de SO-categorieën uit de landbouwtelling, waarbij alleen middelgrote en grotere bedrijven (ongeveer 23% van het totaal) tot deze groep behoren.⁷² Deze bedrijven hebben als enige toegang tot alle transitiepaden, inclusief de biologische variant. Deze bedrijven kennen een hoger investeringsritme van 10% per jaar, wat de grotere financiële slagkracht en toekomstgerichtheid van deze bedrijven weerspiegelt.

Voor de overige bedrijven zijn de transitiepaden licht, gemiddeld en zwaar beschikbaar. Het model hanteert voor deze groep de aanname dat ze hun huidige bedrijfsstrategie voortzetten, met een investeringsritme van 5% per jaar voor overstap naar economisch gunstigere transitiepaden.

Beschikbaarheid van opties voor verduurzaming

De studie maakt gebruik van specifieke randvoorwaarden voor landgebruik, gebaseerd op de KEV2024-raming voor de omvang van de akkerbouwsector in 2040.⁷³ In deze uitgangspositie zien we dat jaarlijks circa 6.000 hectare landbouwgrond verdwijnt, waarvan ongeveer 2.000 hectare akkerbouwgrond betreft. Tegelijkertijd komt er door de uitkoop van melkveehouderijbedrijven de komende jaren aanzienlijk areaal beschikbaar dat potentieel voor akkerbouw kan worden benut. Netto verwachten we daarom een relatief beperkte afname van ongeveer 3.000 hectare in 2040 ten opzichte van 2025, conform de projecties in de KEV2024.⁷⁴

Een andere modelbeperking betreft de ingroei van biologische teelt. Het is in het model mogelijk dat akkerbouwers overstappen op het biologische transitiepad wanneer het bedrijfsresultaat hiervan voldoende aantrekkelijk is. Momenteel is 3,5% van de akkerbouwsector actief in biologische bedrijfsvoering.⁷⁵ In het model kan dit aandeel variëren tussen 0,14% per jaar (historische trend 2015-2024) en maximaal groeien met 1,8% per jaar (doelstelling 15% biologische landbouw in 2030), wat een invulling geeft aan een mogelijk beperkte (wereldwijde) vraag naar biologische

⁷² Ministerie LNVN (2024) Bedrijfsomvang land- en tuinbouwbedrijven https://www.staatvanlandbouwnatuureenvoedsel.nl/kerncijfers/bedrijfsomvang/#Totaal_1136

⁷³ PBL (2024) Klimaat- en Energieverkenning 2024; WUR (2024) Raming van luchtmissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040

⁷⁴ WUR (2024) Raming van luchtmissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040.

In deze achtergrondrapportage van de KEV2024 is te vinden dat het areaal consumptieaardappelen en overig bouwland in de periode 2025-2040 afneemt met ongeveer 300 ha. In de periode 2022-2040 is dit ongeveer 6.000 ha.

⁷⁵ CBS (2025) Biologische landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid <https://open-data.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85853NED/table?ts=1713860426859>

producten. Dit groeiplafond reflecteert de marktgerelateerde aspecten die een transitie naar biologische landbouw in de praktijk beperken.

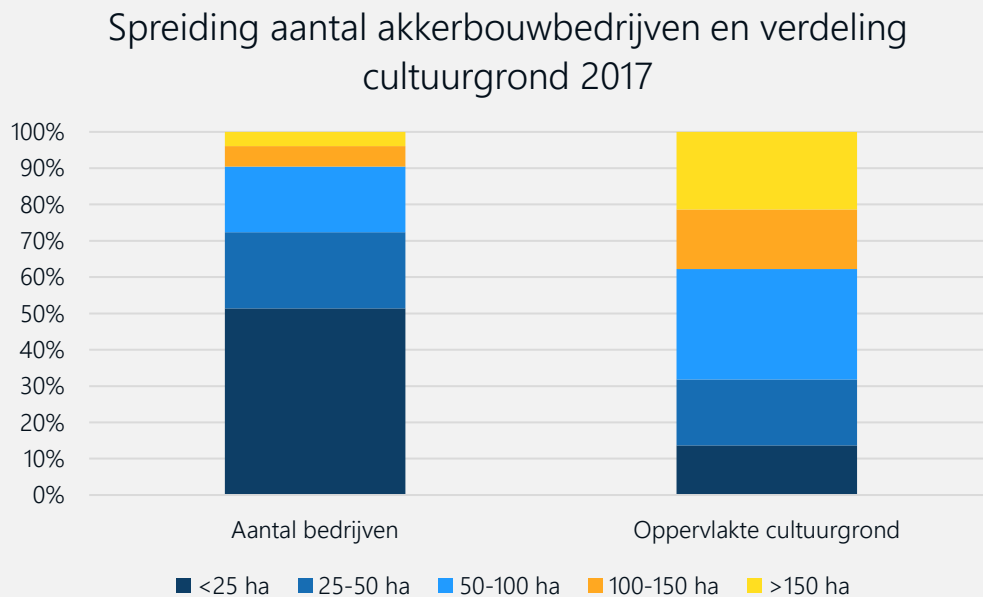
Beperkingen

De gekozen methode en aannames bieden een bruikbare benadering van de werkelijkheid voor akkerbouwers, maar kennen ook beperkingen die van belang zijn bij de interpretatie van de resultaten. Deze beperkingen moeten worden meegewogen wanneer (beleids)conclusies worden getrokken op basis van de modeluitkomsten.

Het model werkt met typische bedrijfstypen, die voornamelijk de middelgrote akkerbouwbedrijven weerspiegelen. Dit is anders dan een representatief sample en zorgt voor een discrepantie met de werkelijke spreiding en heterogeniteit van de Nederlandse akkerbouwsector. Een belangrijke discrepantie is de bedrijfsgrootte. In Figuur 6 worden de grootte en spreiding van de akkerbouwbedrijven in Nederland in 2017 getoond. De figuur laat zien dat bijna de helft van de akkerbouwbedrijven kleiner is dan 25 hectare, terwijl deze samen slechts ongeveer 15% van het totale areaal cultuurgrond beheren. Aan de andere uiterste zien we dat de zeer grote bedrijven (>150 ha) weliswaar klein in aantal zijn, maar wel ongeveer 20% van het cultuurgrondoppervlak beslaan.

De gehanteerde bedrijfstypes zitten qua oppervlak in het middensegment. Door deze focus op het middensegment zijn zowel de talrijke kleine bedrijven als de areaalrijke grote bedrijven ondervertegenwoordigd in het model. Deze beperking is relevant bij de interpretatie van modeluitkomsten, vooral waar het gaat om beleidsmaatregelen die verschillend uitpakken voor bedrijven van verschillende grootte. Voor kleine bedrijven, die vaak al met smallere marges werken en minder schaalvoordelen hebben, kan een CO₂-prijs een relatief groter effect hebben op het gehele bedrijfsresultaat dan voor grote bedrijven, die door hun schaalvoordelen en sterkere financiële positie vaak beter kunnen omgaan met additionele kosten.

Figuur 6. Spreiding in grootte akkerbouwbedrijven in Nederland.



Daarnaast richt de studie richt zich primair op CO₂-reductie, terwijl dit slechts één aspect vormt van de complexe transitieopgave waar de akkerbouwsector voor staat. Akkerbouwers worden in de praktijk geconfronteerd met meervoudige doelstellingen, waaronder verbetering van waterkwaliteit, herstel van biodiversiteit en vermindering van pesticidegebruik. Hoewel deze bredere duurzaamheidsaspecten zijn opgenomen in de voorgestelde maatregelpakketten en transitiepaden, leiden ze in de modellering overwegend tot negatieve effecten op bedrijfsresultaat zonder dat ze bijdragen aan CO₂-emissiereductie. De gehanteerde modelleringsaanpak kent geen mechanismen om positieve effecten op waterkwaliteit of biodiversiteit te waarderen en financieel te belonen. Dit creëert een economische disbalans waarbij akkerbouwers worden geconfronteerd met kostenverhogende maatregelen zonder dat de maatschappelijke baten hiervan worden gecompenseerd, terwijl dit mogelijk in de gehele transitie wel het geval kan zijn.

Deze beperking van de doorrekening kunnen leiden tot een onvolledig beeld van de werkelijke uitdagingen en kansen binnen de sector. Maatregelen die gunstig zijn voor CO₂-reductie kunnen soms op gespannen voet staan met andere doelstellingen, zoals de verbetering van waterkwaliteit of het verminderen van pesticidegebruik. Omgekeerd kunnen maatregelen die primair gericht zijn op bijvoorbeeld biodiversiteitsherstel of waterkwaliteit, indirect ook bijdragen aan klimaatdoelen.

In dit kader zijn ook de gehanteerde transitiepaden enigszins beperkend. De transitiepaden richten zich voornamelijk op extensivering van de teelt in combinatie met meer natuurlandschap en verminderde bemesting. In werkelijkheid hebben akkerbouwers echter een breder palet aan opties, zoals teeltverandering, toepassing van innovaties en precisielandbouw, implementatie van strokenteelt, verhoogd gebruik van plantaardige mest of alternatieve mesttypen. Ook zullen maatregelen op andere manieren gecombineerd worden dan in de modellering nu het geval is.

Tot slot geldt ook voor de akkerbouw, net als in de melkveehouderij, de modelbeperking van constante grondprijzen, terwijl deze in werkelijkheid stijgen en regionale verschillen vertonen. Deze ontwikkeling kan investeringskeuzes en bedrijfsstrategieën beïnvloeden die niet in het model zijn meegenomen.

Analyse Scenario's en Resultaten

Benodigde beprijzingsniveau voor doelen

We onderzoeken welk beprijzingsniveau nodig is om de eerder gedefinieerde broeikasgasemissiereductiedoelen voor 2040 te behalen.⁷⁶ Om de doelstellingen op sectorniveau te halen, moeten de emissies onder het gezamenlijke restemissiedoel van de melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw uitkomen. Dit bekijken we voor een broeikasgasemissieheffing en een emissierechtenstelsel.

Het doel van deze exercitie is voornamelijk om beter te begrijpen wat de verschillen tussen diverse heffingsvormen zijn alsook hun mogelijke bijdrage aan emissiereductie, en secundair een indicatie van mogelijke beprijzingshoogtes te verkrijgen. De hierna genoemde uitkomsten zijn conditioneel op de aannames in en architectuur van het model.

Broeikasgasemissieheffing: De onderzochte CO₂-heffing gaat in vanaf het jaar 2028 en groeit lineair door tot de ingestelde hoogte twee jaar later, in 2030. Bij deze vorm van beprijzing geldt het tarief per ton voor alle broeikasgasemissies binnen scope van het stelsel (zie ook Appendix 1). Met de referentie-instellingen is de benodigde heffingshoogte om het 2040-doel te halen ongeveer €49 per ton CO₂-eq. Zoals te zien in Figuur 7, wordt het 2030-doel hiermee met 0,9 Mton gemist en het 2035-doel net niet gehaald (0.2 Mton tekort). Met deze heffing zou in het jaar 2040 €394 miljoen opgehaald worden (deze inkomsten zijn hierbij nog niet besteed), waarvan €345 miljoen van de melkveehouderij, €32 miljoen van de varkenshouderij en €17 miljoen van de akkerbouw.

Er zou daarmee een hoger beprijzingsniveau nodig zijn om het doel voor 2030 te halen. Dit doel lijkt echter vrijwel onhaalbaar, gezien de praktische invoering van het stelsel en de beperkte tijd die boeren vervolgens hebben om een transitiepad te kiezen. Bij een tijdige aankondiging van beprijzing worden wellicht beslissingen naar voren gehaald (voor een redelijk effect zou de hoogte bekend moeten zijn), maar tegelijkertijd blijven sommige paden duurder of kennen ze ook andere randvoorwaarden (e.g. voldoende centrale mestverwerkingscapaciteit) wat hun adoptie remt. Ook blijft de restopgave tot het 2030 doel met 0.9 Mton CO₂-eq fors.

Emissierechtenstelsel: Het emissierechtenstelsel start vanaf 2028. In het eerste jaar worden 30% van de emissies boven het restemissiedoel beprijsd, dit groeit door tot 2040 waar 100% van de emissies boven het restemissiedoel worden beprijsd. Er worden gratis emissierechten ontvangen ter hoogte van een vrijgestelde uitstoot, gebaseerd op historische waarden, waardoor bedrijven

⁷⁶ N.b. zoals eerder genoemd is enkel het restemissiedoel voor 2030 vaststaand beleid, terwijl de doelen voor 2035 en 2040 zijn ingeschat op basis van de Trajectverkenning van PBL.

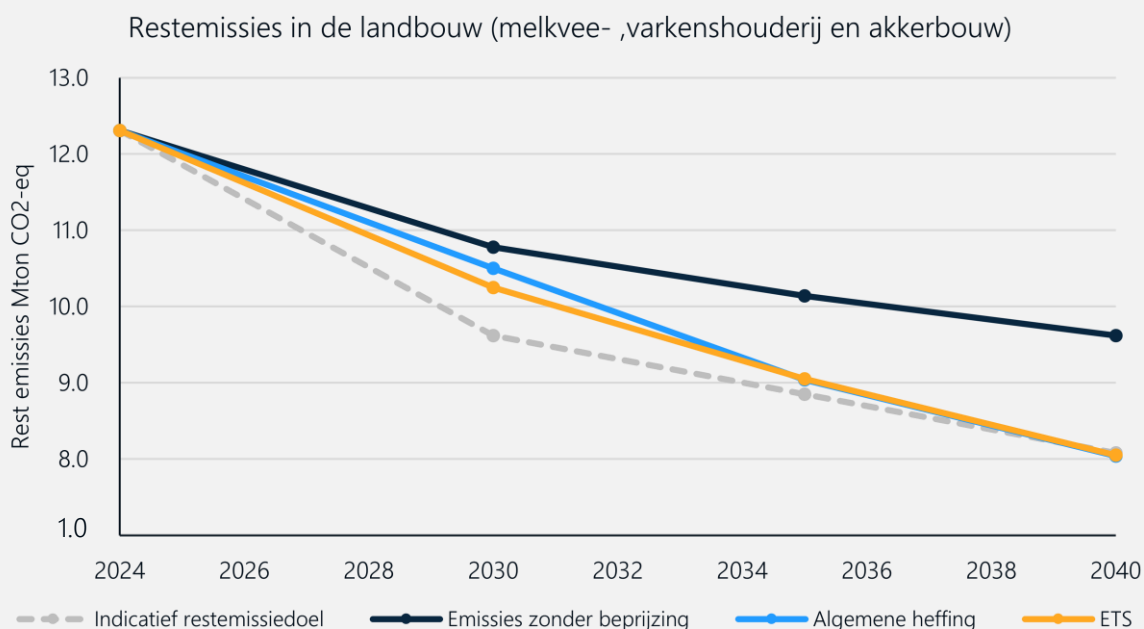
met lagere emissies overtollige rechten kunnen verkopen en extra inkomsten kunnen genereren. Bedrijven die meer emissies hebben zullen juist deze rechten moeten aankopen. Een emissieheffing met verhandelbare dispensatierechten is overigens qua opzet vergelijkbaar aan een emissierechtenstelsel, maar hier niet expliciet gemodelleerd. Daarbij wordt een deel van de uitstoot vrijgesteld ter hoogte van een aantal gratis verstrekte dispensatierechten, maar kunnen deze rechten onderling verhandeld worden.

Voor een emissierechtenstelsel zou het 2040 doel dan bereikt worden bij een CO₂-prijs van ruim €264 per ton CO₂-eq. Bij deze beprijzing wordt het 2030-doel met 0,6 Mton overschreden en het 2035-doel met 0,2 Mton overschreden.

De CO₂-prijs van het emissierechtenstelsel ligt hoger dan die van de vlakke CO₂-heffing. Dit komt doordat bij het emissierechtenstelsel (ofwel heffing met verhandelbare dispensatierechten) de CO₂-prijs alleen geldt voor emissies boven de drempelwaarde, waardoor een hogere prijs nodig is om hetzelfde emissiereductie-effect te bereiken. Door deze vrijstelling krijgen melkveehouderijen minimaal 65% en varkenshouderijen minimaal 40% van hun emissies gratis, wat de effectiviteit van de prijsprikkel beperkt.

Figuur 7. Restemissies in de landbouw (melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw) in 2030, 2035 en 2040 bij verschillende beprijzingsmechanisme.

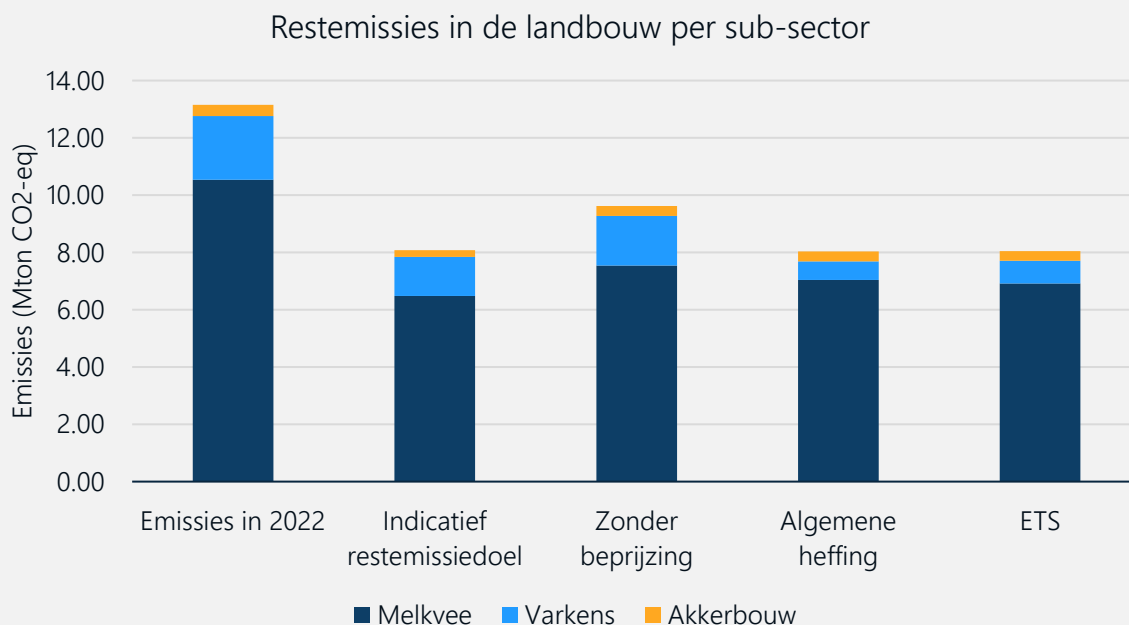
N.B. voor de historische emissies worden hier de modelemissies gerapporteerd, die een beperktere scope hebben. Ook worden niet alle landbouwsectoren meegenomen in het model.



Verder zien we dat met een algemeen beprijzingssysteem de varkenshouderij meer emissies reduceert dan nodig voor haar restemissiedoel (zie Tabel 20).⁷⁷ Het indicatieve restemissiedoel voor de varkenshouderij is 1,4 Mton CO₂-eq in 2040. Bij een CO₂-heffing en een emissierechtenstelsel wordt dit doel met respectievelijk ruim 0,7 en 0,6 Mton overschreden. Aan de andere kant wordt het restemissiedoel voor de melkveehouderij van 6,5 Mton niet door de melkveehouderij gehaald. De beprijzing heeft geen invloed op de restemissies van akkerbouw. Relatief gezien bedraagt de emissiereductie ten opzichte van 2022 voor de varkenshouderij bijna 70%, terwijl de melkveehouderij iets boven de 30% reduceert. De varkenshouderij realiseert daarmee bijna twee keer zoveel reductie als de melkveehouderij ten opzichte van hun respectievelijke uitgangsniveaus.

We kunnen deze relatieve bijdrage ook anders weergeven. De broeikasgasemissiebeprijzing moet in 2040 1,6 Mton reduceren ten opzichte van het basispad in 2040. Bij een vlakke heffing komt 1,1 Mton van de benodigde 1,6 Mton van de varkenshouderij (0.9 Mton bij een ETS) en het restant van de melkveehouderij.

Figuur 8. Restemissies in de landbouw per subsector (melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw) in 2040 bij verschillende beprijzingsmechanisme. N.B. voor de historische emissies worden hier de modelemissies gerapporteerd, die een beperktere scope hebben.



⁷⁷ Dit bevat de totale beprijsde emissies voor akkerbouw, de totale emissies liggen ongeveer een factor 2 hoger.

Tabel 20. Restemissies in 2040 per beprijzingsstelsel

Emissies*	Restemissies in het basispad in 2040 (Mton CO ₂ -eq)	Indicatieve restemissiedoelen 2040 (Mton CO ₂ -eq)	Restemissies bij vlakke sectorheffing (Mton CO ₂ -eq)	Restemissies bij sector rechtenstelsel (Mton CO ₂ -eq)
Melkvee	7.54	6.48	7.04	6.92
Varkens	1.73	1.36	0.65	0.79
Akkerbouw	0.34	0.24	0.34	0.34
Totaal	9.62	8.08	8.03	8.05

*de tabel toont enkel emissies die meegenomen zijn in de doorrekening voor de sectoren en bevatten dus niet alle emissies. Enerzijds bevat het model niet alle emissiebronnen en anderzijds niet alle subsectoren (zie ook Appendix 1).

Indien we per subsector een heffing zouden introduceren met als doelstelling om het corresponderende subsectorrestemissiedoel te bereiken, dan zouden de heffingen er anders uitzien. Bij een subsectorheffing zou voor de varkenshouderij een heffing van €26 per ton nodig zijn, voor de melkveehouderij een heffing van €56-76 per ton en voor de akkerbouw zijn de indicatieve restemissiedoelen niet haalbaar. De hoogte van de CO₂ beprijzing valt daarmee (fors) lager uit dan de actuele ETS1 prijs voor de industrie en elektriciteitssector (72 EUR/t op het moment van schrijven).

De verschillen tussen de landbouwsectoren zijn dus groot. Dit hangt voor een belangrijk deel samen met de potentiële emissiereductie, de kostenintensiteit van de transitiepaden alsook de emissie-intensiteit van het bedrijf. We bespreken dit hieronder per sector. Ook kijken we hierbij naar de effecten van een mogelijke terugsluis en vrijgestelde voet voor een heffing. Bij een terugsluis wordt een deel van de inkomsten van de heffing weer uitgekeerd aan bedrijven en bij een vrijgestelde voet wordt een vastgestelde hoeveelheid emissies vrijgesteld van een heffing.

Melkveehouderij

Overzicht

De benodigde beprijzingsniveaus voor emissiereductie variëren sterk, afhankelijk van de gekozen doelstellingen en instrumenten. Bij alle typen beprijzing wordt het grootste deel van de emissiereductie in de melkveehouderij gerealiseerd door ongebruikte fosfaatrechten in plaats van technische maatregelen. Gebruikte fosfaatrechten ontstaan wanneer vrijgekomen fosfaatrechten niet worden overgenomen doordat melkveehouders onvoldoende land beschikbaar hebben om zowel de rechten over te nemen als te voldoen aan de grondgebondenheidsnorm. Effectief betekent het niet overnemen van fosfaatrechten dat er een kleinere veestapel is. Fosfaatrechten

komen vrij als bedrijven failliet gaan (zowel autonome stoppers en noodgedwongen stoppers), of wanneer bedrijven transitiepaden kiezen met minder vee (extensivering).

Uit ons rekenmodel blijkt dat transitiepaden een beperkte bijdrage leveren aan emissiereductie in 2040. Bij alle beprijzingsinstrumenten blijft de bijdrage van transitiepaden beperkt tot 0,4-0,7 Mton in 2040. Deze totale besparing valt uiteen in twee componenten:

- Technische besparingen (reductie in emissies per dier): 0,1-0,2 Mton
- Reductie in aantal dieren per hectare per bedrijf: 0,3-0,5 Mton

Opmerkelijk is dat bij meer dan de helft van bedrijven die in 2040 actief zijn overgestapt naar transitiepaden, de beperkte reductie niet wordt veroorzaakt door lage adoptie maar door het beperkte reductiepotentieel van de paden zelf. Dit resultaat is niet onverwacht wanneer we kijken naar de maximaal technische emissiereductie (zie Opzet melkveehouderij). Alleen de hightech paden kunnen gemiddeld meer dan 6% reductie leveren, maar slechts 6% van de bedrijven kan deze hightech paden kiezen (grote investeerders).⁷⁸ In het meest optimistische scenario, waarbij alle grote investeerders het hightech variant 2 pad implementeren (26% besparing per bedrijf), bedraagt de totale technische emissiereductie slechts 1,6%. De bijdrage van de extensieve paden aan technische besparingen met -6% tot +4% is beperkt. Deze 1,6% reductie komt overeen met de prestatie van het ETS-systeem - het meest effectieve beprijzingsinstrument voor technische besparingen - dat dezelfde reductie van 1,6% (0,15 Mton) realiseert in de melkveehouderij ten opzichte van historische emissieniveaus (zie Tabel 21 verderop).

Ongebruikte fosfaatrechten door bedrijfsbeëindigingen leveren 2,2-3,0 Mton reductie in 2040, afhankelijk van de beprijzingsinstrument. Bij een algemene heffing van €49 per ton volstaan autonome stoppers voor de 2,2 Mton besparing om de doelstelling te bereiken. Hoewel dit een substantieel aantal bedrijfsbeëindigingen lijkt, past het binnen de structurele ontwikkeling van de melkveehouderij. Tussen 2000 en 2020 daalde het aantal bedrijven met 38%, waardoor autonome uittreding (en gepaarde schaalvergroting van blijvende bedrijven) reguliere kenmerken van de sector zijn (zie Figuur). Echter, voor de sectorspecifieke doelstelling van 6,5 Mton in 2040 of bij een emissierechtenstelsel zijn noodgedwongen stoppers onvermijdelijk. Dit betreft bedrijven die vanwege structureel lage bedrijfsresultaten moeten stoppen - buiten de reguliere sectorontwikkeling. Vooral financieel kwetsbare bedrijven worden hierdoor getroffen.

Een vlakke sectorspecifieke heffing in de bandbreedte van €56-76 per ton biedt flexibiliteit om de juiste balans te vinden tussen klimaatdoelstellingen en bedrijfsvermindering. Aan de onderkant van deze bandbreedte (€56 per ton) wordt het sectorspecifieke restemissiedoel minimaal overschreden (met een emissiebesparing van 6,6 Mton ten opzichte van het doel van 6,5 Mton).

⁷⁸ Deze 6% betreft een inschatting conform de gehanteerde modelopzet, maar is een gevoelige parameter die gevarieerd wordt binnen de sensitiviteitsanalyse.

Aan de bovenkant (€76 per ton) stoppen veel bedrijven door slechte bedrijfsresultaten, ondanks het behalen van het klimaatdoel (zie volgende sectie voor een uitgebreide analyse).

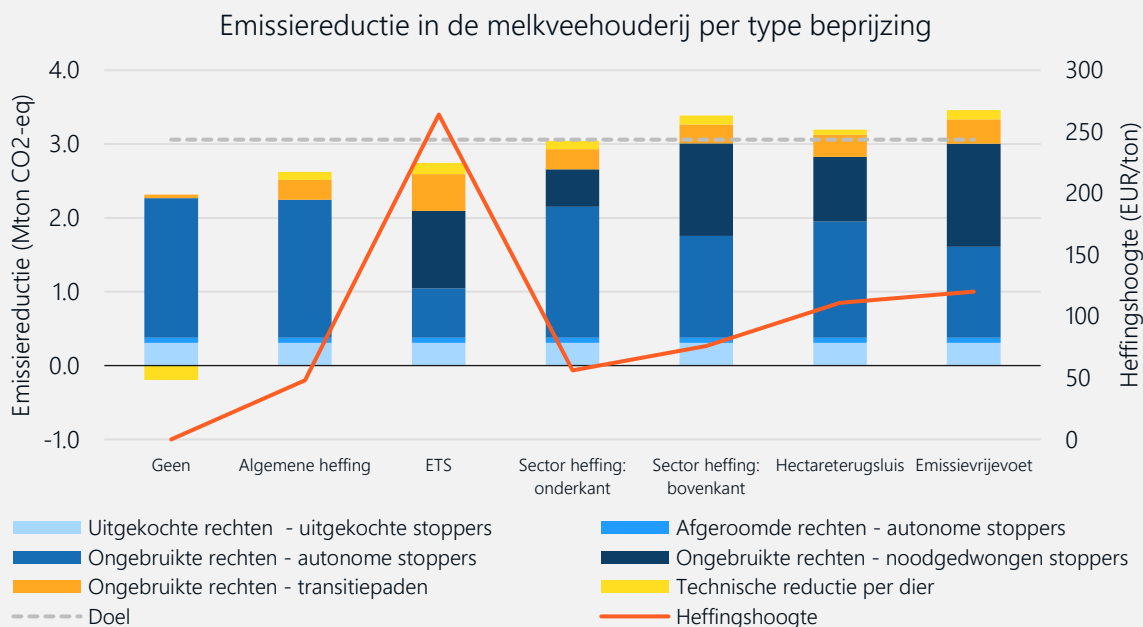
Twee aanvullende beleidsmaatregelen kunnen de impact op bedrijven verder beperken: terugsluismechanismen en een emissievrije voet. Door de helft van de heffingsopbrengsten te herverdelen, reduceren terugsluismechanismen noodgedwongen stoppers met 6-20% vergeleken met €76 per ton. Een emissievrije voet van 300 ton CO₂-eq. verlaagt het aantal gedwongen stoppers met 21% van 1.800 naar 1.400 bedrijven ten opzichte van een uniforme €76 per ton heffing, waarbij uitsluitend de meest emissie-intensieve bedrijven worden belast. Daarnaast zou de emissievrije voet vormgegeven kunnen worden op basis van verhandelbare dispensatierechten, waardoor er een sterke gelijkenis met een rechtenstelsel is.

In de volgende figuren zijn de emissiereducties door ongebruikte rechten en technische maatregelen per beprijzingsinstrument weergegeven. Tabel 21 en Figuur 9 tonen de volledige emissiereductie per bron in 2040 voor elk type beprijzing, terwijl Figuur 10 de marginale emissiereductie weergeeft ten opzichte van het basisscenario zonder beprijzing. De resultaten per beprijzingsstelsel (en het basispad) worden in de daaropvolgende secties uitgebreid toegelicht.

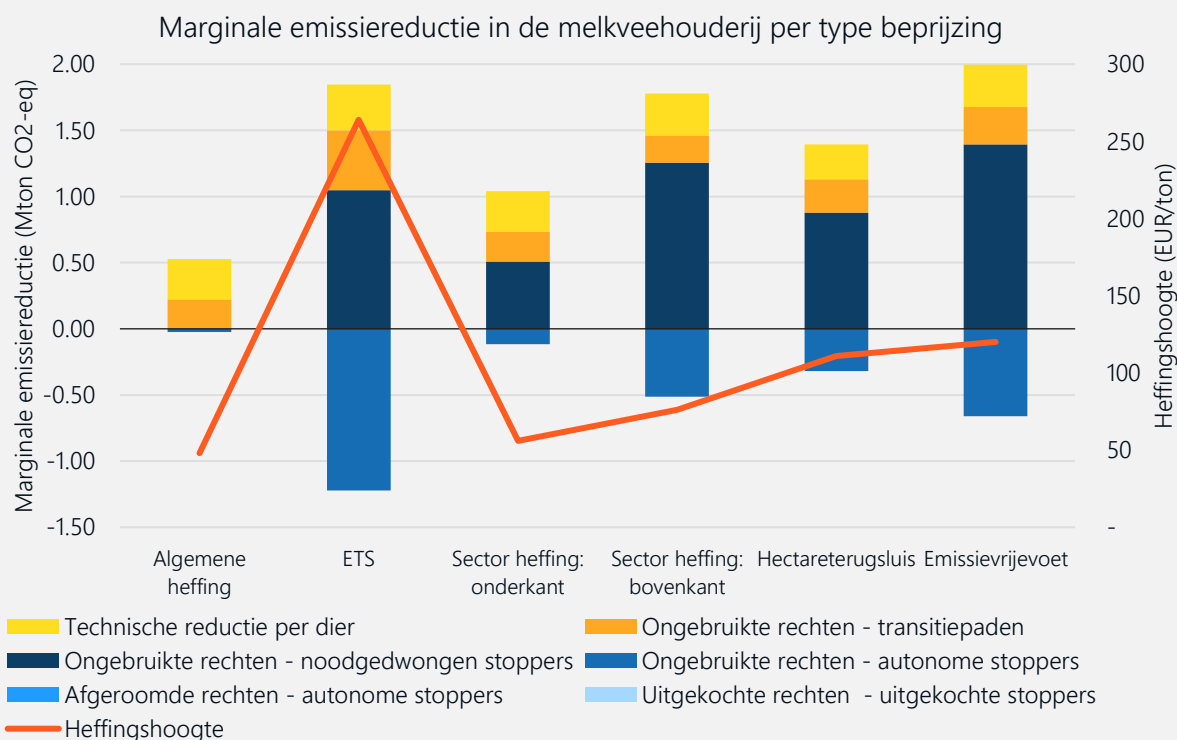
Tabel 21. Benodigde beprijzingsniveaus en gerealiseerde reductie van verschillende typen stelsels

Heffing type	Heffing	Totale reductie	Uitgekochte/afgeroomde/autonome stoppers	Noodgedwongen stoppers	Transitiepaden (veestapel)	Technische reductie
Geen beprijzing		2.12 Mton	2.27 Mton		0.05 Mton	-0.19 Mton
Algemene heffing	€48 per ton	2.62 Mton	2.24 Mton		0.27 Mton	0.11 Mton
ETS	€264 per ton	2.75 Mton	1.05 Mton	1.05 Mton	0.5 Mton	0.15 Mton
Sector heffing: onderkant	€56 per ton	3.04 Mton	2.15 Mton	0.51 Mton	0.27 Mton	0.11 Mton
Sector heffing: bovenkant	€76 per ton	3.39 Mton	1.75 Mton	1.25 Mton	0.25 Mton	0.12 Mton
Hectareterugsluis (50%)	€111 per ton	3.2 Mton	1.95 Mton	0.88 Mton	0.3 Mton	0.07 Mton
Vrijgestelde voet (300 t CO ₂ -eq.)	€120 per ton	3.46 Mton	1.61 Mton	1.39 Mton	0.33 Mton	0.12 Mton

Figuur 9. Totale emissiereductie per bron in de melkveehouderij per type beprijzing in 2040



Figuur 10. Marginale emissiereductie per bron in de melkveehouderij per typ beprijzing in 2040 ten opzichte van basis uitkomsten zonder beprijzing.



Resultaten per beprijzingsstelsel

Emissies zonder beprijzing in 2040

De emissies uit de melkveehouderij dalen zonder heffing met ongeveer 2,1 Mton CO₂-eq van 9,7 Mton CO₂-eq in 2024 tot 7,5 Mton CO₂-eq in 2040.

Deze reductie komt voor een klein deel door uitkoop en voor het overgrote deel door ongebruikte fosfaatrechten (die door grondgebondenheidsbeperkingen niet overgenomen worden):

- 0,3 Mton door uitgekochte fosfaatrechten afkomstig van Lbv/Lbv+ deelnemers. Deze rechten verdwijnen uit de sector en kunnen niet verder worden ingekocht.
- 1,9 Mton door ongebruikte fosfaatrechten afkomstig van autonome stoppers (hiervan wordt 0,01 Mton afgeroomd tussen 2025 en 2026). Dit zijn rechten die door landtekort niet door actieve bedrijven kunnen worden overgenomen zonder de grondgebondenheidsnorm te overschrijden.

Noodgedwongen stoppers, die door slechte bedrijfsresultaten gedwongen zijn te stoppen, komen niet voor in dit scenario.

Daarnaast zien we een toename van 0,1 Mton in emissies door intensivering van de productie. Er zijn transitiepaden die ook zonder beprijzing rendabel zijn, en een deel hiervan hebben hogere emissies, met name wanneer ze niet gepaard gaan met aanvullende maatregelen zoals voer additieven.

Algemene CO₂-heffing

Bij een heffing van €49 per ton dalen de emissies uit de melkveehouderij met 2,6 Mton CO₂-eq tot 7,0 Mton CO₂-eq in 2040. Hiermee wordt het sectorspecifieke restemissiedoel van 6,5 niet gehaald. Doordat de varkenshouderij meer reduceert, worden de doelen voor de landbouw als geheel wel gehaald.

Naast de basisreductie door ongebruikte fosfaatrechten (2,1 Mton CO₂-eq) wordt met de heffing van €49 per ton nog eens 0,5 Mton aan emissiebesparing behaald. Dit komt volledig door transitiepaden, waarvan:

- 0,2 Mton door technische besparingen komt. De heffing leidt tot wijdverbreid gebruik van overige maatregelen – 36% van alle bedrijven investeert hiermee in voeradditieven en nitrificatieremmers.
- 0,3 Mton door het houden van minder dieren per hectare per bedrijf. Door de heffing kiezen 5%-punt meer bedrijven de natuurinclusieve en extensiverings (krimp dieren) paden.

Hiermee komt de totale emissiereductie door transitiepaden, ten opzichte van het basisscenario (zonder beprijzing) op 0,5 Mton.

Er zijn geen additionele bedrijfsbeëindigingen of noodgedwongen stoppers.

Emissierechtenstelsel

Bij invoering van een emissierechtenstelsel met een CO₂-prijs van €264 per ton dalen de emissies uit de melkveehouderij met 2,8 Mton CO₂-eq naar 6,9 Mton CO₂-eq in 2040. Ook hiermee worden de sectorspecifieke restemissiedoelen niet gehaald.

Het ETS levert een netto additionele besparing van 0,6 Mton op ten opzichte van het basisscenario (zonder beprijzing). De onderliggende oorzaak van deze reductie zijn echter sterk anders dan met de heffing.

De eerste grote verschuiving is een verhoging in restemissies met 1,2 Mton door een reductie in het aantal ongebruikte rechten afkomstig van autonome stoppers. Met een ETS worden meer fosfaatrechten ingekocht (meer vee leidt tot hogere emissies). Dit is een gevolg van verschuivingen in de gekozen transitiepaden. Zonder beprijzing kiezen 16% van alle actieve bedrijven voor het natuurinclusieve pad met investeringen in pachtgrond. Omdat dit pad relatief hoge emissies heeft, wordt het onder het ETS-systeem minder aantrekkelijk: bijna de helft van deze bedrijven kiezen in plaats daarvan voor extensivering door hun aantal dieren te verminderen. Het gevolg is dat er meer land beschikbaar blijft voor herverdeling naar andere melkveebedrijven; bij additionele herverdeling worden naar rato meer fosfaatrechten ingekocht.

Ten tweede wordt door het ETS-systeem een deel van bedrijven door financiële druk gedwongen om te stoppen. Het noodgedwongen stoppen van een deel van de intensieve bedrijven (op alle grondtypes) levert 1,0 Mton reductie. Intensieve bedrijven (vooral op zand) ondervinden een disproportioneel zware impact van het ETS-systeem, ondanks dat alle bedrijfstypen dezelfde procentuele verlaging van hun emissievrijstelling krijgen. Een hogere uitstoot als uitgangspunt betekent een veel grotere absolute toename van te betalen emissies. In combinatie met de hoge CO₂-prijs resulteert dit in een aanzienlijke kostenstijging voor bedrijven die geen transitiepad (kunnen) kiezen.

Ten derde leveren ook de transitiepaden additionele besparing van 0,8 Mton op, verdeelt als volgt:

- Technische besparingen: 0,3 Mton, door een 4%-punt verhoging in het aandeel bedrijven die in overige maatregel pakketten hebben investeert ten opzichte van de algemene heffing (40% van alle actieve bedrijven in 2040).

- Reductie in aantal dieren per hectare per bedrijf: 0.5 Mton, door de eerder beschreven verschuiving van natuurinclusief (investering in pachtgrond) naar extensivering (krimp van aantal dieren).

Hiermee komt de totale emissiereductie door transitiepaden (ten opzichte van de huidige emissies) op 0.7 Mton, of 24% van besparingen door een ETS.

In het geheel zien we met een ETS ten opzichte van het scenario zonder beprijzing een verhoging van 1,2 Mton in emissies door inkoop van meer fosfaatrechten, en een reductie van 1,8 Mton in emissies (1,0 Mton door noodgedwongen stoppers en 0,8 Mton door transitiepaden). Dit resulteert in een netto emissiereductie van 0,6 Mton.

Het is opmerkelijk dat de benodigde CO₂-prijs van het ETS-systeem (€264 per ton) veel hoger is dan bij de vlakke heffing (€49 per ton). In theorie zou een ETS-systeem sterkere prikkels moeten geven voor emissiearme transitiepaden, aangezien bedrijven onder de drempelwaarde financiële compensatie ontvangen. In het model is dit echter niet het geval omdat de CO₂-prijs in het ETS-systeem geldt alleen voor emissies boven de drempelwaarde (vastgesteld per bedrijfstype op basis van hun historische emissies). Door deze vrijstelling krijgen alle melkveebedrijven minimaal 65% van hun (huidige) emissies gratis. Bij een vlakke heffing wordt daarentegen elke ton CO₂ betaald. Vrijwel alle bedrijven betalen dus minder voor hun CO₂-uitstoot bij het ETS-systeem dan bij een vlakke heffing.

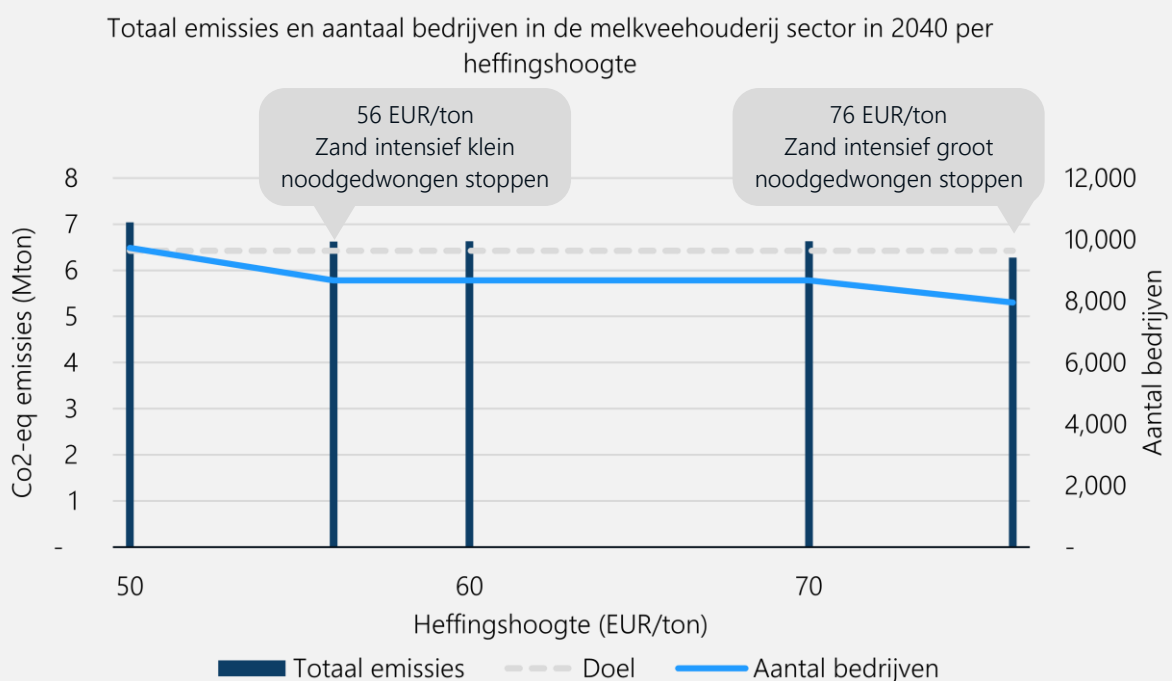
Het ETS-systeem leidt tot de hoogste emissiereductie door technische besparingen, maar het leidt ook tot noodgedwongen bedrijfssluitingen. Netto blijft de totale emissiereductie gelijk aan die van een algemene heffing.

Sectorspecifieke CO₂-heffing

Naast algemene beprijzing voor de gehele landbouwsector is ook een sectorspecifieke heffing onderzocht voor de melkveehouderij. Een CO₂-heffing in de bandbreedte van €56-76 per ton biedt verschillende mogelijkheden om het indicatieve restemissiedoel voor de melkveehouderij van 6,5 Mton in 2040 te benaderen. Bij €56 per ton wordt het 2040-doel net niet behaald, terwijl bij €76 per ton het doel volledig wordt gerealiseerd samen met het 2035 indicatieve doel van 7,1 Mton. Het 2030-doel blijft voor beide tarieven onhaalbaar vanwege de benodigde invoeringstijd en de beperkte periode waarin boeren transitiekeuzes moeten maken.

Een opvallend kenmerk van deze prijsbandbreedte is dat het 2040-doel al bij €56 per ton vrijwel wordt gerealiseerd (6,6 Mton restemissies bij een doelstelling van 6,5 Mton), terwijl voor de laatste 0,1 Mton reductie een aanzienlijke tariefverhoging naar €76 per ton nodig is. Deze schijnbare inefficiëntie ontstaat door een beperking van het rekenmodel: het model bepaalt per bedrijfstype bij welk inkomensniveau een boer ermee noodgedwongen stopt, en deze grens wordt stapsgewijs bereikt bij verschillende heffingshoogtes. In werkelijkheid zou de overgang tussen €56 en €76 per ton waarschijnlijk meer geleidelijk verlopen dan het model suggereert.

Figuur 11. Totale emissies en aantal bedrijven in de melkveehouderij sector in 2040 per heffingshoogte.



De hogere heffing van €76 per ton realiseert een totale emissiebesparing van 3,4 Mton CO₂-eq. De restemissies komen dan uit op 6,3 Mton CO₂-eq restemissies in 2040, wat 1,3 Mton meer reductie is dan in het basisscenario (zonder beprijzing).

Net als bij een ETS-systeem, zien we met een algemene heffing van €78 per ton een verhoging in emissies door een reductie in het aantal ongebruikte rechten afkomstig van autonome stoppers. Dit komt doordat bij een hoge heffing extensivering door een inkoop van pachtgrond minder aantrekkelijk wordt en bedrijven eerder paden kiezen met een kleinere hoeveelheid dieren. De herverdeling van het additionele overblijvende land (en fosfaatrechten) leiden dus tot een 0.5 Mton verhoging in restemissies.

De heffing van €76 per ton leidt tot het grootste aantal noodgedwongen stoppers. Noodgedwongen bedrijfsbeëindigingen treffen vooral zand intensief kleine bedrijven met een beperkt jaarlijks inkomen van €32.000 in de basissituatie, waardoor zij extra gevoelig zijn voor kostenstijgingen. Het kritieke omslagpunt bij €76 per ton ontstaat doordat ook zand intensief grote bedrijven worden gedwongen om te stoppen. Deze bedrijven hebben hoge emissies per hectare, waardoor de beperkte herverdeling van hun grond en productierechten tot een forse emissiereductie van 1,3 Mton leidt.

Ten opzichte van het basisscenario leveren de transitiepaden een besparing van 0,5 Mton op, verdeelt als volgt:

- Technische besparingen: 0,2 Mton - 44% van alle actieve bedrijven in 2040 hebben in overige maatregelen investeert. Ondanks de hoge adoptiegraad blijft de bijdrage van technische besparingen beperkt omdat er minder actieve bedrijven zijn.
- Reductie in aantal dieren per hectare per bedrijf: 0,3 Mton, door een 13%-punt verhoging in het aandeel bedrijven die natuurinclusieve en extensiverings (krimp dieren) paden hebben gekozen en een 1%-punt verhoging in het aandeel bedrijven die het hightech 2 pad hebben gekozen.

Hiermee komt de totale emissiereductie door transitiepaden (ten opzichte van de huidige emissies) op 11% van besparingen door een sector heffing (bovenkant).

Bij de lagere heffing van €56 per ton wordt een emissiebesparing van 3,0 Mton gerealiseerd, waardoor de restemissies dalen tot 6,6 Mton en het emissiereductiedoel (van 6,5 Mton) net niet wordt gehaald. Dit staat gelijk aan 0,9 Mton extra reductie boven op de situatie zonder beprijzing. Deze extra besparing wordt gerealiseerd door 0,5 Mton van noodgedwongen stoppers (zand intensief klein) en 0,5 Mton van transitiepaden (0,2 Mton technische besparing, 0,3 Mton reductie in aantal dieren per hectare per bedrijf). Tegenover deze besparingen staat een verhoging van 0,1 Mton door een reductie in aantal ongebruikte rechten afkomstig van autonome stoppers.

Vanuit het perspectief van het stimuleren van duurzame bedrijfsvoering heeft een heffing boven €56 per ton mogelijk beperkte toegevoegde waarde: de extra beprijzing levert geen additionele emissiereductie op via technische maatregelen, maar resulteert uitsluitend in verdere sectorkrimp. Bovendien worden de klimaatdoelen al bijna bereikt bij dit lagere tarief.

Terugsluis en vrijgestelde voet

Een terugsluismechanisme geeft een deel van de CO₂-heffingsopbrengsten terug aan bedrijven op basis van een verdeelsleutel zoals hectares, melkproductie of aantal melkkoeien. Een heffingsvrije voet stelt een bepaalde hoeveelheid emissies per bedrijf vrij van beprijzing. Deze instrumenten beïnvloeden de effectieve heffingsdruk per bedrijfstype en kunnen worden ingezet om de financiële impact te differentiëren tussen verschillende soorten bedrijven.

We hebben drie verschillende terugsluis varianten berekend (50% terugsluis op basis van hectares, melkproductie en melkkoeien) evenals een emissievrije voet (van 300.000 kg CO₂-eq) variant⁷⁹.

Vergeleken met de vlakke heffing van €76 per ton vermindert de terugsluis licht de totale emissiereductie door het verzachten van de financiële druk op bedrijven. Terwijl de vlakke heffing

Tabel 22. Benodigde beprijzingsniveaus en gerealiseerde reductie van verschillende types terugsluis.

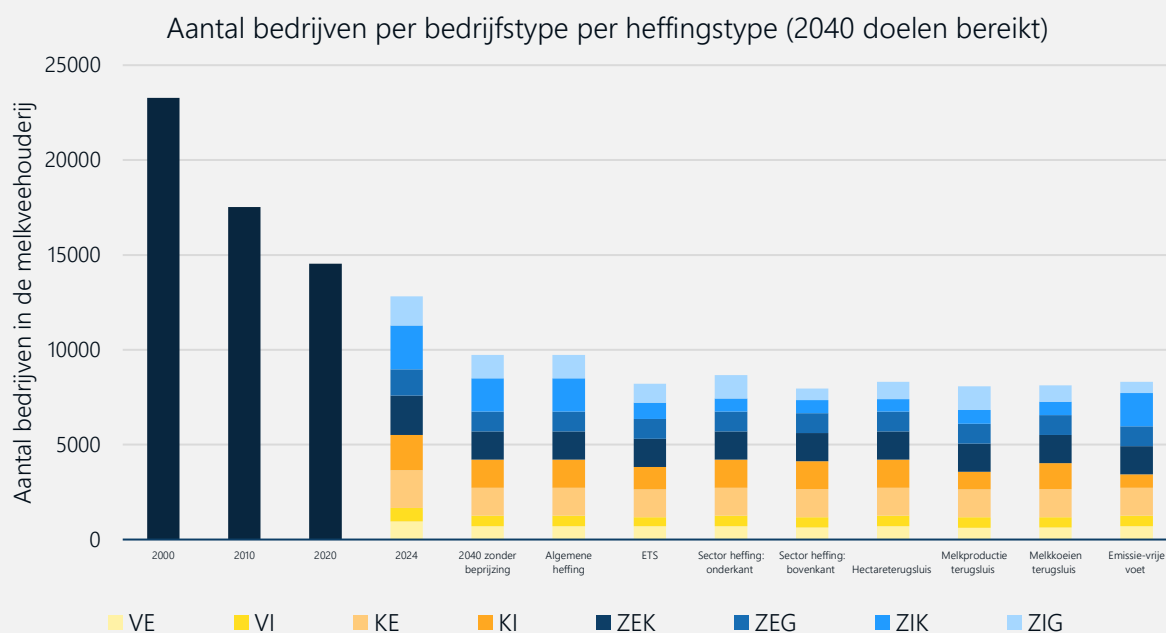
Heffing type	Heffing	Totale reductie	Uitgekochte/afgeroomde / autonome stoppers	Noodgedwongen stoppers	Transitiepaden (veestapel)	Technische reductie
Sector heffing: bovenkant	€76 per ton	3.39 Mton	1.75 Mton	1.25 Mton	0.25 Mton	0.12 Mton
50% hectareterugsluis	€111 per ton	3.20 Mton	1.95 Mton	0.88 Mton	0.30 Mton	0.07 Mton
50% melkproductie terugsluis	€160 per ton	3.24 Mton	1.81 Mton	1.06 Mton	0.19 Mton	0.18 Mton
50% melkkoeien terugsluis	€123 per ton	3.23 Mton	1.81 Mton	1.06 Mton	0.19 Mton	0.16 Mton
Vrijgestelde voet (300 t CO ₂ -eq)	€120 per ton	3.46 Mton	1.61 Mton	1.39 Mton	0.33 Mton	0.12 Mton

3,39 Mton reductie realiseert, behalen de terugsluis varianten 3,20-3,24 Mton - een verschil van 0,15-0,19 Mton minder reductie. Dit komt vooral door minder noodgedwongen stoppers: de vlakke heffing genereert 1,25 Mton door bedrijfssluitingen versus 0,88-1,06 Mton bij de terugsluis varianten. De reductie via transitiepaden neemt in alle varianten licht toe, waarbij de verdeling tussen reductie in aantal dieren per bedrijf per hectare en technische reductie verschilt per variant.

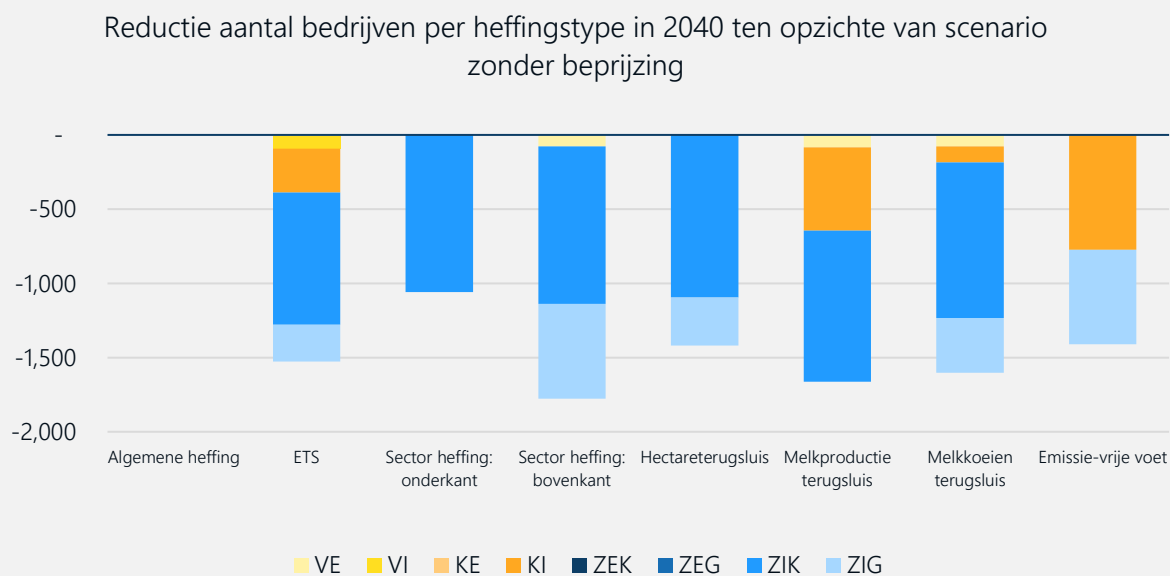
Tussen de verschillende terugsluis varianten heeft de precieze verdeelsleutel beperkte invloed op de totale reductie en de verdeling van emissiebesparing tussen krimp en technische maatregelen. Tussen de varianten zien we wel verschillen in welke bedrijfstypen van de melkveehouderij het zwaarst wordt getroffen. In Figuur wordt voor de verschillende beprijzingsvarianten weergegeven welke bedrijven in 2040 actief zijn. In Figuur 12 worden de noodgedwongen stoppers weergegeven. Bij een vlakke heffing zijn er in totaal 1.800 noodgedwongen stoppers, voornamelijk zand intensief klein (1.100) en zand intensief groot (650).

⁷⁹ Indien emissievrije voet o.b.v. dispensatierechten vormgegeven worden die verhandeld kunnen worden, lijkt de resulterende emissieheffing sterk op een rechtenstelsel.

Figuur 13. Verschil in de aantal bedrijven per bedrijfstype bij verschillende typen emissie-beprijzing NB. Alle resultaten vanaf 2024 zijn uit het rekenmodel, ter referentie ook historische aantal bedrijven (LVVN, Staat van Landbouw, Visserij, Voedsel en Natuur) om natuurlijk verloop van vermindering in bedrijven te illustreren.



Figuur 12. Marginale verschil in de aantal bedrijven per bedrijfstype bij verschillende typen emissie-beprijzing



Met een hectare-terugsluis dalen het totaal aantal noodgedwongen stoppers met ongeveer 20% tot 1.400, met een daling van zand intensief grote bedrijven tot ongeveer 300 noodgedwongen stoppers, doordat zij door hun grote oppervlakte een relatief hoge terugsluis krijgen (zand intensief groot blijft gelijk).

Bij een terugsluis op basis van melkproductie of melkkoeien is de reductie in aantal noodgedwongen stoppers meer beperkt (6% en 10% respectievelijk). Bij melkproductie zijn er ook klei intensieve bedrijven die stoppen (600), de rest zijn zand intensief klein (1.000). Bij melkkoeien stoppen ook een paar klei intensieve bedrijven (100) voor het rest zijn het alleen de zand intensief bedrijven: klein (1.000) en groot (400).

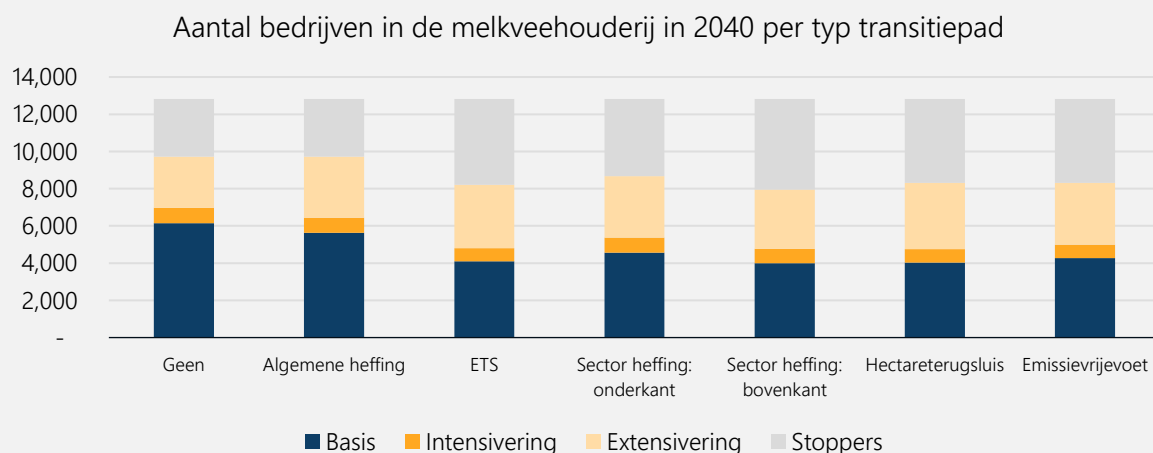
Bij een emissievrije voet dalen het totaal aantal noodgedwongen stoppers het meest met ongeveer 21%. De enige bedrijven die noodgedwongen stoppen zijn klei intensief en zand intensief grote bedrijven, omdat deze bedrijven de hoogste emissie-intensiteit hebben. Er stoppen 800 klei intensief bedrijven en 650 zand intensief grote bedrijven door financiële druk.

De terugsluis en emissievrije voet mechanismen kunnen een reductie in het aantal bedrijven verminderen terwijl de 2040 klimaatdoelen nog steeds worden gehaald, waardoor het aandeel van technische maatregelen in de totale reductie licht toeneemt. Het minste verlies in aantal bedrijven wordt gerealiseerd met een emissievrije voet, die het aantal noodgedwongen stoppers reduceert van 1.800 naar 1.400 bedrijven door zich te richten op de meest emissie-intensieve bedrijven. De keuze voor het type terugsluis bepaalt welke bedrijfstypen worden ondersteund.

Gekozen transitiepaden per stelsel

In de figuren hieronder presenteren we welke transitiepaden en overige maatregel pakketten gekozen worden gegeven een bepaald beprijzingsstelsel.

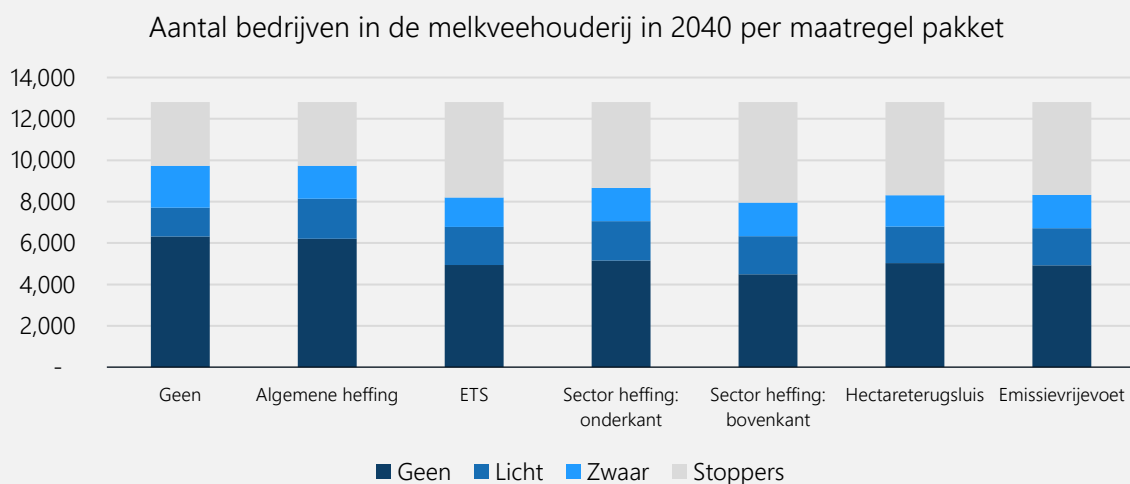
Figuur 14: Aantal bedrijven in de melkveehouderij per transitiepadcategorie in 2040 voor verschillende beprijzingsstelsels



Het aantal bedrijven dat intensieve paden kiest blijft voor alle beprijzingsstelsels vrijwel gelijk (5,5% tot 6,4%), omdat slechts 6% van alle bedrijven in de categorie 'grote investeerders' valt en daarmee mag investeren in hightech paden. Opmerkelijk is dat het bij alle beprijzingsstelsels bijna altijd voordelig is om een hightech pad te kiezen - vrijwel alle bedrijven die deze mogelijkheid hebben, grijpen deze aan.

Voor extensieve transitiepaden zien we daarentegen een veel grotere variatie tussen beprijzingsstelsels, met een range van 22% (zonder beprijzing) tot 28% bij een hectareterugsluis. Deze paden zijn toegankelijk voor alle bedrijfstypen, waardoor beprijzing wel degelijk invloed heeft op de adoptiekeuzes.

Figuur 15: Aantal bedrijven in de melkveehouderij per overige maatregel pakket in 2040 voor verschillende beprijzingstelsels



De adoptie van overige maatregelen blijft stabiel op 27% van de bedrijven, zowel zonder heffing als met de introductie van beprijzingstelsels. Deze stabiele adoptie suggereert dat deze maatregelen reeds economisch aantrekkelijk zijn door andere voordelen zoals productiviteitswinst of subsidies. Echter is er een belangrijk verschil in de samenstelling van de maatregelpakketten.

Zonder beprijzing nemen boeren naar verwachting geen maatregelen die uitsluitend leiden tot kostenstijgingen, zoals voeraddatieven die geen directe financiële voordelen bieden. Met de introductie van CO₂-beprijzing worden deze voorheen onaantrekkelijke maatregelen plotseling rendabel door de waarde die wordt toegekend aan emissiereductie. Hierdoor bevatten de maatregelpakketten onder beprijzing meer emissiereducerende technologieën, wat resulteert in aanzienlijk hogere totale emissiereducties ondanks het gelijke adoptiepercentage.

Ontwikkeling bedrijfsresultaat t.g.v. beprijzing

Beprijzingsmaatregelen leiden tot hogere kosten voor boerenbedrijven. Tabel 23 toont de kostenontwikkeling die uitsluitend het gevolg is van beprijzing.

Elke cel bevat twee cijfers:

- Het eerste cijfer toont de verandering van het bedrijfsresultaat (negatief betekent verslechtering, positief betekent verbetering) bij toekomstige bedrijfsvoering zonder bedrijfsaanpassingen ten opzichte van de huidige situatie.
- Het tweede cijfer (tussen haakjes) toont het verschil tussen het transitiepad met het beste bedrijfsresultaat en dat van de huidige bedrijfsvoering. Dit representeert de best mogelijke ontwikkeling van het bedrijfsresultaat voor dit bedrijfstype gegeven de handelsmogelijkheden.

Tabel 23. Verandering in bedrijfsresultaat bij diverse beprijzingsstelsels in 2040 zonder wijzigingen in bedrijfsvoering ten opzichte van het historische bedrijfsresultaat, met tussen haakjes de verandering van het transitiepad met het beste bedrijfsresultaat.

Impact beprijzing op bedrijfsresultaat per type bedrijf en type beprijzing	Algemene heffing	ETS	Sector heffing: onderkant	Sector heffing: bovenkant	Hectare-terugsluis	Emissie-vrijevoet (300.000)
1 Veen extensief	-36k (+26k)	-65k (+38k)	-41k (+21k)	-55k (+7k)	-48k (+43k)	-49k (+16k)
2 Veen intensief	-48k (+45k)	-86k (+52k)	-54k (+39k)	-72k (+23k)	-69k (+61k)	-76k (+26k)
3 Klei extensief	-42k (+14k)	-75k (+32k)	-48k (+10k)	-64k (-1k)	-52k (+16k)	-63k (+9k)
4 Klei intensief	-47k (+58k)	-85k (+62k)	-54k (+52k)	-72k (+33k)	-67k (+56k)	-76k (+36k)
5 Zand extensief klein	-28k (+6k)	-50k (+13k)	-31k (+2k)	-42k (-8k)	-32k (+23k)	-29k (+5k)
6 Zand extensief groot	-48k (+9k)	-85k (+16k)	-54 (+3k)	-72 (-13k)	-60k (+27k)	-76k (-9k)
7 Zand intensief klein	-25k (+40k)	-45k (+41k)	-28k (+36k)	-38k (+25k)	-35k (+46k)	-23k (+39k)
8 Zand intensief groot	-56k (+109k)	-101k (+111k)	-64k (+103k)	-85k (+86k)	-87k (+116k)	-97k (+84k)

Voor bijna alle bedrijfstypen bestaan er transitiepaden waarmee een inkomensdaling door beprijzing kan worden voorkomen. Dit betreft voornamelijk de hightech variant 2-paden (met en zonder uitbreiding) en natuurinclusieve landbouw met aankoop van pachtgrond. De beschikbaarheid van deze transitiepaden wordt echter beperkt door landschaarste en investeringsbereidheid, waardoor de meeste bedrijven alsnog een inkomensdaling ondervinden. De onderstaande tabel toont de gemiddelde kostenverandering per bedrijfstype.

Tabel 24. Gemiddelde verandering in bedrijfsresultaat bij diverse prijsingsstelsels in 2040 ten opzichte van historische bedrijfsresultaten.

Impact beprijzing op bedrijfsresultaat per type bedrijf en type beprijzing	Algemene heffing	ETS	Sector heffing: onderkant	Sector heffing: bovenkant	Hectareterugsluis	Emissievrije voet (300.000)
1 Veen extensief	-15k (-18%)	-22k (-26%)	-19k (-23%)	-31k (-37%)	-14k (-17%)	-22k (-27%)
2 Veen intensief	-39k (-32%)	-82k (-67%)	-45k (-37%)	-66k (-54%)	-57k (-46%)	-70k (-57%)
3 Klei extensief	-33k (-24%)	-57k (-42%)	-38k (-28%)	-52k (-39%)	-29k (-21%)	-60k (-44%)
4 Klei intensief	-32k (-27%)	-73k (-62%)	-38k (-32%)	-56k (-48%)	-48k (-41%)	-56k (-48%)
5 Zand extensief klein	-16k (-21%)	-33k (-43%)	-20k (-26%)	-34k (-45%)	-13k (-17%)	-15k (-20%)
6 Zand extensief groot	-30k (-18%)	-54k (-33%)	-36k (-22%)	-57k (-35%)	-29k (-18%)	-53k (-33%)
7 Zand intensief klein	-23k (-56%)	-49k (-121%)	-23k (-56%)	-38k (-93%)	-33k (-81%)	-22k (-55%)
8 Zand intensief groot	-24k (-18%)	-70k (-53%)	-33k (-25%)	-32k (-24%)	-48k (-36%)	-41k (-31%)
Gemiddeld (ongewogen)	-26k (-29%)	-54k (-54%)	-32k (-30%)	-47k (-46%)	-33k (-31%)	-39k (-39%)

Een ETS en een vlakke sectorheffing aan de bovenzijde resulteren in de hoogste kostenverhoging: gemiddeld €52.000 en €47.000 per bedrijf respectief. Dit komt overeen met om de helft van de historische inkomsten. De inkomensdaling varieert aanzienlijk, waarbij met name zand intensief klein bedrijven het zwaarst worden getroffen. Een substantieel deel van deze bedrijven ziet zich genooddaakt de bedrijfsvoering te beëindigen.

Compensatiemechanismen zoals hectareterugsluis en emissievrije voet bieden beide substantiële verlichting tot 33.000 euro en 39.000 euro respectief, met verschillende uitkomsten per bedrijfstype. Extensieve bedrijven profiteren meer van hectareterugsluis (25.000+ euro besparing), terwijl kleine bedrijven - zowel intensief als extensief - beter uitkomen met een emissievrije voet

(15.000+ euro besparing). Desondanks ervaren bedrijven gemiddeld nog steeds een inkomensdaling van 31% en 39%. Een algemene heffing die het indicatieve sector doel niet haalt heeft nog lagere gemiddelde kostenverhogingen.

Alle beprijzingsstelsels leiden tot een significante verlaging van de bedrijfsresultaten voor melkveehouderijen, ook wanneer de sectordoelen niet worden gehaald. Voor alle bedrijfstypen bestaan echter opties om deze daling te voorkomen en zelfs betere bedrijfsresultaten te realiseren. Hoge investeringskosten (bijvoorbeeld in hightechtrajecten) vormen een belemmering voor de brede adoptie van deze transitiepaden. Door middel van subsidies bestaat een goede kans om deze transitiepaden te stimuleren en daarmee de resultaten voor bedrijven te verbeteren.

Varkenshouderij

We presenteren hieronder de effecten van een sectorheffing en sector ETS systeem alsook een subsectorheffing en varianten met een terugsluis en vrijgestelde voet. Allen zijn dusdanig ingesteld, dat het respectievelijke sector of subsector restemissiedoel in 2040 gehaald wordt. Dit doel staat gelijk aan een emissiereductie van ongeveer 40% t.o.v. 2022.

De doorrekening van diverse beprijzingsstelsels laat zien dat de varkenshouderij gevoeliger dan andere sectoren is voor beprijzing – het overgrote deel van de benodigde extra emissiereductie (1.0 Mton voor een heffing en 0.9 bij een ETS, op een opgave van 1.2 Mton) komt van de varkenshouderij.

De emissiereductie bij een sectorheffing of sector ETS ligt daarmee fors hoger dan het doel en veel van de emissiereductie komt door ongebruikte rechten. Dit zijn varkensrechten die te koop aangeboden worden, maar niet aangekocht worden. De verkopers betreffen ofwel boeren die op een natuurlijk moment stoppen (autonome stoppers), ofwel boeren die vanwege een verslechtering van hun bedrijfsresultaat stoppen (gedwongen stoppers). De emissiereductie die van ongebruikte rechten komt, kent een sterke afhankelijkheid van zowel bedrijfsspecifieke als marktomstandigheden. Bij betere dan hier aangenomen marktomstandigheden worden deze ongebruikte rechten wellicht wel overgenomen, en daarnaast kunnen andere bedrijven de inschatting maken dat de aankoop van deze rechten lonend is.

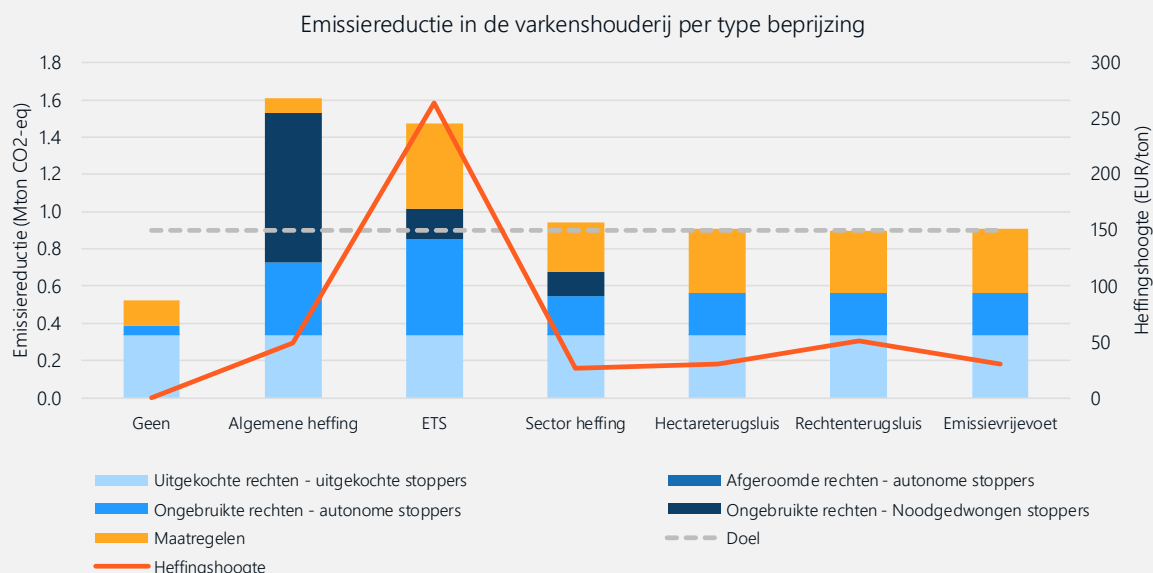
Een vlakke heffing kent de meeste ongebruikte rechten, terwijl een ETS juist minder noodgedwongen stoppers en meer reductie door technische maatregelen kent. Daarbij gaat het zowel om 'reguliere' vergisting als dagontmesting met vergisting, een kostenintensievere route die bij andere beprijzingsvarianten vrijwel niet aan de orde is. Deze maatregelen geven op bedrijfsniveau emissiereducties van respectievelijk 33% tot 36% en 64% tot 76%. De 40% emissiereductie wordt dus bij beide ruimschoots gehaald, maar door een mix van technische maatregelen en ongebruikte rechten.

Bij sectorbeprijzing komt daarbij het grootste deel van de emissiereductie door ongebruikte rechten, maar bij subsectorbeprijzing (die lager ligt) komt een groter deel door reguliere vergisting (dagontmesting is vrijwel niet van toepassing). In theorie zou het restemissiedoel vrijwel volledig met reguliere vergisting gehaald kunnen worden, maar techno-economisch komt dit niet zo uit. Enerzijds verkiezen sommige bedrijven om te groeien (en niet (ook) te vergisten), anderzijds zorgt beprijzing ook voor minder vraag naar varkensrechten.

Het beprijzingsniveau dat nodig is om het subsectordoel te behalen is relatief laag ten opzichte van de andere sectoren, en landbouwbrede heffingen of rechtenstelsel zouden de varkenshouderij bovengemiddeld raken. Gegeven de emissie-intensiteit van de bedrijven en de beperkte (aantrekkelijke) opties om emissies te reduceren, wordt qua beprijzingsniveau al snel een punt bereikt waarbij er veel ongebruikte rechten in de markt blijven en daardoor emissiereductie gerealiseerd wordt. Terugsluismechanismes, een vrijgestelde voet of gerichte subsidies kunnen dit effect echter dempen en tegelijkertijd transitiepaden aantrekkelijker maken. Een emissierechtenstelsel kan daar nog een stap verder in gaan, en de basisbedrijfsvoering duurder maken, maar de alternatieven aantrekkelijker – zelfs mogelijk met een positief effect op het bedrijfsresultaat tot gevolg.

In Figuur 16 is de emissiereductie per beprijzingsstelsel weergegeven, uitgesplitst naar oorzaak, naast het basispad zonder emissiebeprijzing.

Figuur 16. Emissiereductie in de varkenshouderij per type beprijzing



Emissies zonder beprijzing in 2040

Voor de varkenshouderij dalen de emissies zonder additionele beprijzing van 2.26 Mton CO₂-eq naar 1.7 Mton CO₂-eq, ofwel met ruim 0.5 Mton CO₂-eq. Van deze emissiereductie komt ongeveer een kwart door maatregelen (toename mestvergisting, gekoppeld aan groei) en twee derde door de uitkoop en afoming van rechten en ongeveer 10% door ongebruikte rechten van autonome stoppers. De laatste zijn rechten die beschikbaar komen bij het natuurlijke verloop (bedrijven met eigenaar die pensioengerechtigde leeftijd bereikt, geen opvolger heeft, en daarmee verkoopt) en waarvoor geen koper gevonden wordt. In potentie zouden deze rechten wel overgenomen kunnen worden als andere bedrijven meer zouden (willen en kunnen) groeien. Er zijn geen rechten die beschikbaar komen van noodgedwongen stoppers (bedrijven die op een onnatuurlijk moment besluiten te stoppen vanwege een te slecht bedrijfsresultaat).

Algemene CO₂-heffing

Bij een heffing van €49 per ton dalen de emissies van de varkenshouderij met 1,6 Mton CO₂-eq tot minder dan 0,7 Mton CO₂-eq in 2040. Hiermee wordt het sectorspecifieke restemissiedoel van 1,4 Mton ruimschoots gehaald.

Er wordt netto bijna 1.11 Mton CO₂-eq extra aan emissiereductie behaald t.o.v. de situatie zonder heffing. Er komt nu bijna 0.4 Mton CO₂-eq reductie van ongebruikte rechten van autonome stoppers. Er wordt echter minder emissiereductie door maatregelen behaald dan zonder heffing, omdat sommige bedrijven die anders mest zouden laten vergisten, nu stoppen vanwege te slechte resultaten. Hierdoor komen rechten beschikbaar die niet overgenomen worden, wat in totaal 0.8 Mton CO₂-eq aan additionele emissiereductie geeft. Er zijn met name meer additionele stoppers bij gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven, zowel gangbaar als 1 ster Beter Leven, terwijl deze er slechts beperkt zijn voor zeugenbedrijven. De emissiereductie is daarmee vrij ongelijkmatig over de bedrijven verdeeld.

De transitiepaden die meerkosten kennen (de WUR-transitiepaden met dagontmesting) worden niet toegepast omdat het bedrijfsresultaat van deze paden slechter is (ze leiden tot meerkosten). Dit zijn ook transitiepaden die relatief hoge technische emissiereductie hebben. Gegeven de meerkosten van deze routes ten opzichte van het basispad en de emissiereductie wederom ten opzichte van het basispad, kan uitgerekend worden bij welke CO₂-prijs (CO₂-vermijdingskosten) deze routes gekozen worden. Afhankelijk van het bedrijfstype en het transitiepad a, b of c ligt deze CO₂-prijs tussen de ongeveer 60 en 160 EUR/t CO₂. Dat betekent dat deze routes pas financieel interessant worden vanaf deze CO₂-prijs. Echter laat het model zien dat bij dergelijke CO₂-prijzen, het bedrijfsresultaat van de meeste bedrijven dusdanig verslechtert dat zij omwille daarvan noodgedwongen stoppen. De transitiepaden met dagontmesting zijn daarmee technologisch buiten bereik.

Een groot deel van de emissiereductie, 1.2 Mton, komt door ongebruikte rechten. Deze worden aangeboden door bedrijven die stoppen, maar worden niet overgenomen door andere bedrijven. Indien bedrijven meer zouden kunnen groeien dan wat nu als maximale stap aangenomen wordt (60%), zou een deel wel geabsorbeerd kunnen worden. Een deel wordt echter ook niet aangekocht omdat het voor de aankopende partij financieel niet interessant meer is – het netto bedrijfsresultaat wordt er niet beter op of is reeds dusdanig verslechterd dat het bedrijf stopt. In de praktijk zou het voor individuele bedrijven echter wel interessant kunnen zijn om toch uit te breiden en daarnaast zouden de marktomstandigheden ook gunstiger dan de referentie omstandigheden kunnen zijn. Daarmee is er ook enige onzekerheid over deze emissiereductie.

Emissierechtenstelsel

Bij invoering van een emissierechtenstelsel met een CO₂-prijs van €264 per ton dalen de emissies uit de varkenshouderij met ruim 1,4 Mton CO₂-eq naar 0,8 Mton CO₂-eq in 2040. Hiermee worden de sectorspecifieke restemissiedoelen ruimschoots gehaald.

Het ETS levert een additionele besparing van ongeveer 0,9 Mton op ten opzichte van het basis-scenario (emissies zonder beprijzing), en ruim 0,1 Mton minder besparing ten opzichte van een vlakke sectorheffing.

De oorsprong van deze emissiereductie is echter anders. Bij het ETS is er veel minder emissiereductie door ongebruikte rechten van noodgedwongen stoppers (ruim 0.6 Mton minder) dan bij een heffing, maar meer door ongebruikte rechten van natuurlijke stoppers (0.1 Mton meer). Netto is er daarmee 0.7 Mton reductie in plaats van 1.2 Mton bij een heffing door ongebruikte rechten. Het ETS zorgt daarmee voor een natuurlijker verloop. Een groot verschil is er ook wat betreft de emissiereductie door technische maatregelen, deze bedraagt 0.45 Mton bij het ETS en minder dan 0.1 Mton bij een heffing. Hierbij vindt niet alleen reguliere vergisting, maar voor sommige bedrijfstypen ook dagontmesting (WUR transitiepaden) plaats.

Het is opmerkelijk dat de benodigde CO₂-prijs van het ETS-systeem (€264 per ton) veel hoger is dan bij de vlakke heffing (€49 per ton). In theorie zou een ETS-systeem sterkere prikkels moeten geven voor emissiearme transitiepaden, aangezien bedrijven onder de drempelwaarde financiële compensatie kunnen ontvangen door rechten te verkopen. Dit hoge prijsniveau in combinatie met de uitgegeven rechten (wat het deel van de emissies dat beprijsd wordt beperkt), zorgt er vermoedelijk voor dat ook andere transitiepaden interessant worden.

Sectorspecifieke CO₂-heffing

Naast algemene beprijzing voor de gehele landbouwsector is ook een sectorspecifieke heffing onderzocht voor de varkenshouderij. Om het indicatieve restemissiedoel voor de melkveehouderij van 1,36 Mton in 2040 te bereiken, is een CO₂-heffing van ongeveer €26 per ton nodig. Het 2035 doel wordt hiermee eveneens gerealiseerd. Het 2030-doel lijkt onhaalbaar vanwege de tijd

die nodig is voor praktische invoering van het stelsel, gecombineerd met de beperkte periode waarin boeren hun transitiekeuzes moeten maken.

De sectorspecifieke heffing geeft een totale emissiereductie van 0.9 Mton CO₂-eq en daarmee 0.4 Mton extra t.o.v. het basisscenario zonder heffing. De extra reductie door de introductie van de heffing bestaat voor het grootste deel uit reductie door ongebruikte rechten (2/3) en ongeveer één derde door technische maatregelen.

Terugsluis en vrijgestelde voet

Een terugsluis mechanisme geeft een deel van de CO₂-heffing opbrengsten terug aan bedrijven op basis van een verdeelsleutel zoals hectares of aantal varkensrechten, terwijl een heffingsvrije voet de eerste hoeveelheid emissies per bedrijf vrijstelt van beprijzing. Deze instrumenten beïnvloeden de effectieve heffingsdruk per bedrijfstype en kunnen worden ingezet om de financiële impact te differentiëren tussen verschillende soorten bedrijven.

We hebben voor de varkenshouderij twee verschillende terugsluis varianten doorgerekend (50% terugsluis op basis van hectares en varkensrechten) evenals een emissievrije voet (van 300 t CO₂-eq, ofwel ongeveer 30% van de gemiddelde emissies per bedrijf) variant. We kijken naar het benodigde beprijzingsniveau in deze omstandigheden, waarbij het uitgangspunt is dat eenzelfde emissiereductie als voor de subsectorheffing gehaald moet worden. De resultaten staan hieronder, met voor de volledigheid ook de vlakke sectorheffing en het emissierechtenstelsel.

Tabel 25. Benodigde beprijzingsniveaus en gerealiseerde emissiereductie van verschillende types terugsluis voor een subsectorheffing, alsook een vlakke sectorheffing en ETS.

Heffing type, hoogte en effecten op emissiereductie	Heffing	Totaal reductie t.o.v. basispad	Reductie door ongebruikte rechten t.o.v. basispad	Reductie door maatregelen t.o.v. basispad
Vlakke sectorheffing	49 EUR/ton	1.1 Mton	1.1 Mton	-0.05 Mton
ETS	264 EUR/ton	0.9 Mton	0.6 Mton	0.3 Mton
Vlakke subsectorheffing	26 EUR/ton	0.4 Mton	0.29 Mton	0.12 Mton
Subsectorheffing met 50% terugsluis o.b.v. hectares	30 EUR/ton	0.4 Mton	0.18 Mton	0.20 Mton
Subsectorheffing met 50% terugsluis o.b.v. rechten	51 EUR/ton	0.4 Mton	0.18 Mton	0.19 Mton
Subsectorheffing met vrijgestelde voet 300t CO ₂ -eq	30 EUR/ton	0.4 Mton	0.18 Mton	0.20 Mton

De emissiereductie door een vlakke subsectorheffing t.o.v. het basispad (bestaand beleid zonder emissiebeprijzing) bedraagt 0.4 Mton, waarbij bijna driekwart door ongebruikte rechten en ruim een kwart door technische maatregelen komt. Met alle vormen van terugsluis en vrijstellingen

stijgt het aandeel reductie door technische maatregelen naar iets meer dan de helft en daalt de reductie door ongebruikte rechten naar iets minder dan de helft. Zo stimuleren deze mechanismes de inzet van technische maatregelen en zijn de markt- en bedrijfsomstandigheden over het algemeen gunstiger te noemen – immers worden er meer beschikbare rechten aangekocht. Ook zijn er geen ongebruikte rechten van noodgedwongen stoppers (en dus geen noodgedwongen stoppers) bij de varianten met een terugsluis en vrijgestelde voet.

De beprijzingsniveaus zijn verder voor de vrijgestelde voet en terugsluis o.b.v. hectares slechts licht hoger dan voor een vlakke subsectorheffing (30 EUR/t vs 26 EUR/t). Een terugsluis op grond van varkensrechten geeft wel een hogere benodigde CO₂-prijs voor dezelfde emissiereductie. Dit is niet heel verrassend omdat varkensrechten een veel evenredigere verdeling kennen dan hectares: de meeste bedrijven hebben slechts een beperkt aantal hectares, maar enkele hebben veel hectares (en strijken de meeste terugsluis op).

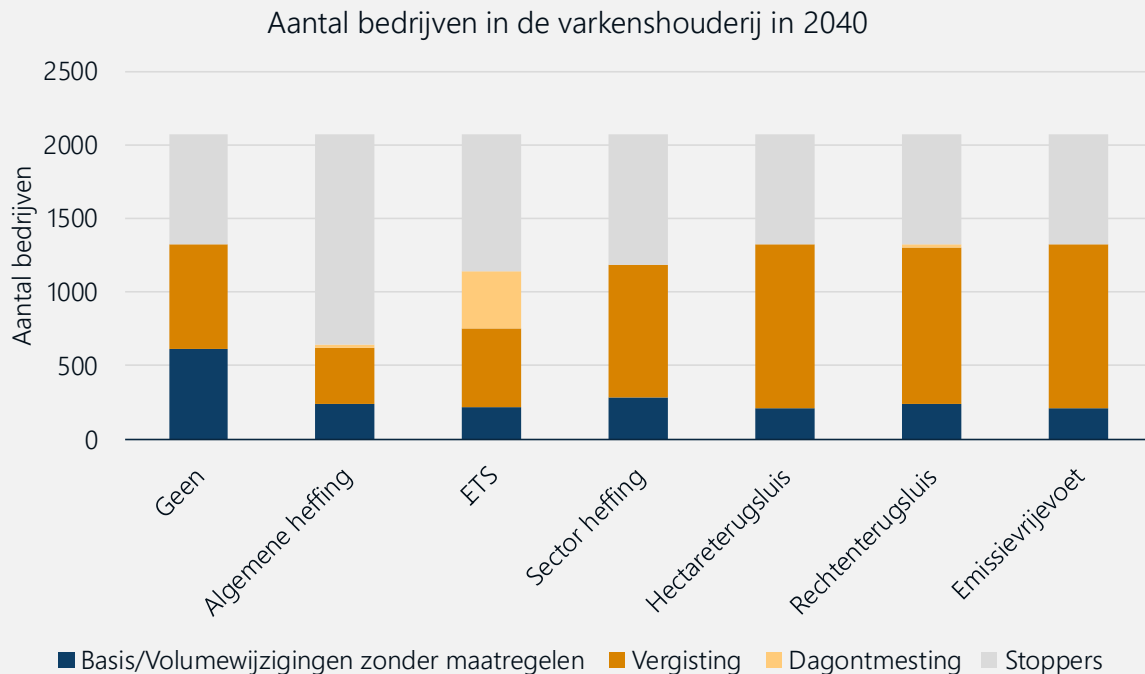
Verder zouden er gerichte subsidies voor specifieke transitiepaden geïntroduceerd kunnen worden. De transitiepaden met dagontmesting leveren de grootste emissiereductie, maar kennen dusdanig hoge kosten dat zij doorgaans niet financieel aantrekkelijk zijn. De kosten van deze routes verschillen behoorlijk tussen de bedrijfstypen. Daarom zou overwogen kunnen worden om de subsidie als een vast bedrag of als een percentage van de meerkosten vorm te geven. Wat we op basis van eerste verkenningen zien is dat bij redelijke subsidies van tientallen procenten c.q. tientallen duizenden euro's deze transitiepaden meer gekozen worden, waarbij zij verder goed samen lijken te gaan met een terugsluis of vrijgestelde voet. Daarbij moet verder opgemerkt worden dat de terugsluis of vrijgestelde voet belangrijker lijken om emissiereductie door stoppers te beperken omdat het voor alle paden de lastenverhoging beperkt, terwijl de gerichte subsidies meer faciliterend werken om in die omstandigheden maatregelen te nemen. Het gaat voorbij de scope van dit onderzoek om een optimale vorm van beprijzing te vinden.

Mechanismen als een terugsluis, vrijgestelde voet of gerichte subsidies kunnen dus gebruikt worden om meer emissiereductie door maatregelen (en minder door ongebruikte rechten) mogelijk te maken. Daarmee worden de 2040 doelen nog steeds gehaald. De exacte vormgeving hiervan vraagt nog wel om verdere uitwerking alsook politieke en maatschappelijke keuzes.

Gekozen transitiepaden per stelsel

In de figuur hieronder presenteren we welke transitiepaden gekozen worden gegeven een bepaald beprijzingsstelsel.

Figuur 17: Aantal bedrijven in de varkenshouderij per transitiepadcategorie in 2040 voor verschillende beprijzingsstelsels



Helemaal links staat de situatie zonder beprijzing. In 2040 is een deel van de bedrijven die in 2024 nog actief waren gestopt (natuurlijk verloop en uitkoop). Vergisting vond reeds plaats bij een deel van de varkenshouders, en is licht toegenomen. Een ander deel neemt geen (technische maatregelen) en blijft constant qua dierenaantallen of groeit. N.B. het aantal bedrijven zegt niet direct iets over het aantal dieren omdat er schaalvergroting optreedt.

Van alle beprijzingsstelsels zorgt een algemene heffing voor de meeste additionele stoppers, een ETS voor de meeste dagontmesting (en dus grootste emissiereductie op bedrijfsniveau) en zorgen terugsluismechanismen en een vrijgestelde voet hier voor een grotere mestvergisting, maar niet meer stoppers dan zonder heffing.

Ontwikkeling bedrijfsresultaat t.g.v. beprijzing

Zoals in het voorgaande besproken, resulteert beprijzing in een lastenverhoging voor boerenbedrijven. In de tabel hieronder geven we een overzicht van de kostenontwikkeling, uitsluitend ten gevolge van beprijzing. In elke cel staat eerst de ontwikkeling van het bedrijfsresultaat (negatief betekent verlaging, positief verhoging) voor de toekomstige bedrijfsvoering vergeleken met de huidige bedrijfsvoering zonder bedrijfsaanpassingen en vervolgens tussen haakjes het verschil van het transitiepad met het beste financiële resultaat en de huidige bedrijfsvoering. Het tweede getal is dus minstens zo hoog als het eerste en in vrijwel altijd hoger.

Tabel 26. Verandering in kosten bij diverse beprijzingsstelsels ten opzichte van historische kosten, met tussen haakjes de verandering in kosten van het transitiepad met het beste bedrijfsresultaat met de historische kosten. Dit geeft daarmee de minimale kostenverandering op bedrijfsniveau weer gegeven het handelsperspectief.

Impact beprijzing op bedrijfsresultaat in k EUR per type bedrijf en type beprijzing	Vlakke heffing 48 EUR/t	ETS 264 EUR/t	Subsector heffing 26 EUR/t	Hectarete-rugsluis 50% 30 EUR/t	Rechten-terugsluis 50% 51 EUR/t	Emissie-vrije voet 30 EUR/t
Gangbaar zeugenbedrijf	-52k (-31k)	-95k (+45k)	-27k (-9k)	-21k (-2k)	-35k (-8k)	-23k (-4k)
Gangbaar vleesvarken-bedrijf	-50k (-32k)	-92k (+4k)	-26k (-14k)	-19k (-6k)	-25k (0k)	-22k (-8k)
Gangbaar gesloten bedrijf	-91k (-58k)	-168k (+33k)	-48k (-21k)	-44k (-16k)	-52k (-6k)	-47k (-19k)
1* zeugenbedrijf	-36k (-21k)	-67k (+43k)	-19k (-6k)	-11k (+2k)	-24k (-5k)	-13k (0k)
1* vleesvarkenbedrijf	-57k (-36k)	-105k (+68k)	-30k (-16k)	-24k (-8k)	-29k (0k)	-26k (-10k)
1* gesloten bedrijf	-71k (-46k)	-132k (+86k)	-38k (-17k)	-33k (-11k)	-40k (-4k)	-35k (-13k)
Gemiddeld (ongewogen)	-59k (-37k)	-110k (+47k)	-31k (-14k)	-25k (-7k)	-35k (-4k)	-28k (-9k)

De vlakke heffing heeft gemiddeld het grootste effect op het bedrijfsresultaat over alle bedrijfstypen, van minimaal tienduizenden euro's. Ook wanneer boeren indien beschikbaar het transitiepad met het beste financiële resultaat zou volgen, zou het nettoresultaat van de heffing nog steeds enkele tienduizenden euro's bedragen. Indien er een terugsluis of vrijgestelde voet toegevoegd wordt, worden deze effecten gedempt.

Bij een ETS zien we heel andere effecten. De ETS prijs ligt veel hoger en daarmee zijn de effecten op het bedrijfsresultaat ook groter indien de bedrijfsvoering niet wijzigt. Naar mate het aantal rechten, wordt een groter deel van de emissies van elk bedrijf betaald. De marginale prijsprikkel is echter zeer hoog. Er is technisch meer emissiereductie mogelijk dat de afname van rechten, waardoor bedrijven die deze paden kiezen ook geld toe krijgen (zij ontvangen/hebben meer rechten dan nodig, waardoor zij overtollige rechten kunnen verkopen). Door deze omstandigheden (hoge prijsprikkel plus inkomsten bij verkoop) worden ook dagontmesting paden gekozen en kan het bedrijfsresultaat tientallen duizenden euro's verbeteren ten opzichte van de basissituatie. Het ETS geeft daarmee de grootste prikkel voor deze transitiepaden.

Bij de subsectorheffing zien we vergelijkbare effecten als voor een vlakke heffing, maar gedempt door het lagere heffingsniveau. De emissievrije voet van 3 ton CO₂-eq lijkt qua effecten sterk op

de 50% hectareterugsluis, wat ook verband houdt met hetzelfde beprijzingsniveau. Voor beide is de ontwikkeling van het bedrijfsresultaat gemiddeld beter dan voor een subsectorheffing, ondanks een hogere prijs. Dit laat zien dat een terugsluis en vrijgestelde voet kunnen helpen om lastenstijging te beperken, terwijl er eenzelfde emissiereductie behaald wordt.

De heffing met een rechtenterugsluis kent een hogere prijs en geeft daarom iets slechtere resultaten t.o.v. de historische bedrijfsvoering maar doorgaans betere resultaten voor de andere transitiepaden. De emissie-intensiteit per varkensrecht per diersoort is echter niet gelijk, en zeugen hebben meer emissies per recht dan vleesvarkens. Daarom is de reductie t.o.v. een vlakke heffing ook beperkter voor deze bedrijven dan vleesvarkens- of gesloten bedrijven.

Wat verder ook opvalt met een terugsluis en specifiek een rechtenterugsluis is dat bedrijven in theorie op ongeveer eenzelfde bedrijfsresultaat kunnen blijven indien zij het financieel beste transitiepad kiezen. Daarmee lijkt het mogelijk een systeem vorm te geven waarbij boeren de mogelijkheden hebben emissies te reduceren en kostenstijgingen ook goed kunnen vermijden door maatregelen te nemen. Voor een ETS zijn de effecten zoals eerder beschreven nog sterker, en de achteruitgang zonder maatregelen groter, maar is het anderzijds zelfs mogelijk het bedrijfsresultaat te verbeteren door een transitiepad met forse emissiereductie te volgen.

Aandachtspunten bij uitwerking veehouderij

Er zijn diverse specifieke aandachtspunten bij de uitwerking van een beprijzingsstelsel voor de veehouderij. Deze beschrijven we kort hieronder.

De pensfermentatie emissies van de varkenshouderij zijn gebaseerd op een Tier 1 benadering. Dat wil zeggen dat er een vast kental per dier gehanteerd wordt, van momenteel 1.5 kg methaan per dier per jaar. Verschillen in rantsoen geven dus geen verschillen in pensfermentatie emissies en daarnaast is dit getal voor alle varkens gelijk – van dekberen tot gespeende biggen. Bij een Tier 2 aanpak zouden hierbij wel verschillen zichtbaar worden tussen dieren, maar dit vereist additionele data. Om dus verschillen in rantsoen en diersoorten te erkennen, zal de Nederlandse Emissieregistratie de pensfermentatie een Tier 2 berekening (mogelijk) moeten maken. Zo lang dat niet gebeurt kunnen pensfermentatie emissies enkel gereduceerd worden door het aantal dieren te reduceren.

De emissies uit mestopslag- en bewerking vormen 80% van de broeikasgasemissies van de varkenshouderij en ongeveer 15% van broeikasgasemissies van de melkveehouderij. Hiervoor wordt in de huidige rekenregels uitgegaan van drie scenario's: opslag voor zes maanden, opslag van 3 maanden met aansluitend mestscheiding of mineralenconcentraat productie of kortdurende opslag met aansluitend vergisting. Deze 3 scenario's kennen vaste emissiefactoren. In de praktijk zullen boeren mest voor verschillende termijnen opslaan alvorens het toegepast of bewerkt wordt. Om hier recht aan te doen, zal in het beprijzingsstelsel dan ook geregistreerd moeten

worden hoe lang mest(producten) voor elke stap (opslag bij boer, opslag voor bewerking, opslag na bewerking) opgeslagen worden.

Ook de opslag na bewerking is relevant omdat mestproducten slechts een beperkt deel van het jaar toegepast kunnen worden – van half maart tot eind juli voor mest op bouwland, langer voor kunstmest⁸⁰. Dit betekent dat bij jaarronde mestproductie, mest(producten) een groot deel van de tijd opgeslagen moeten worden. Dit geldt zelfs voor dagontmesting met snelle vergisting, waarbij het digestaat (indien toegepast voor bemesting) ook voor meerdere maanden opgeslagen zou moeten worden. Gedurende deze opslag wordt organische stof in mestproducten afgebroken en ontstaat er methaan.

Dit brengt ons ook bij een scopevraagstuk. Alle emissies van mestopslag en -bewerking vallen onder de Nederlandse landbouw, maar ze vallen niet automatisch onder een beprijzingsstelsel. Daartoe zullen dus ook de emissies van deze opslag en bewerking meegenomen moeten worden en ofwel toegerekend worden aan boeren, ofwel toegerekend worden aan verwerkers die deze dan wellicht doorberekenen aan boeren. Indien deze opslag emissies buiten het beprijzingsstelsel vallen, ontstaat er een zeer grote prikkel om mest te laten verwerken (zodra het van het erf af is, zijn er dan geen emissies meer) en zou het grootste deel van de emissies van de varkenshouderij ontzien worden.

Tot slot geldt dat voor de varkenshouderij de transitiepaden met emissiereductie allen uitgaan van centrale mestvergisting. Dit veronderstelt dus voldoende mestverwerkingscapaciteit alsook een sluitende business case voor mestvergisting. Of dat te verwachten is, is hier niet onderzocht. Indien deze mogelijkheid (lokaal) niet beschikbaar is, hebben varkenshouders zeer beperkte opties om hun emissies (sterk) te reduceren.

Akkerbouw

Voor de akkerbouw dalen de emissies die beprijsd worden met 17% van 0,39 Mton naar 0,34 Mton. Inclusief de niet-directe emissies schatten we in dat de emissies van 0,7 Mton dalen naar 0,6 Mton. Van deze emissies komt ongeveer 1% van minder landgebruik en de rest van de overstap naar biologische bedrijfsvoering. De broeikasgasemissies van de akkerbouw nemen in de eerste jaren met ca. 8% toe ten gevolge van met name de overstap naar rundveemest in plaats van varkensmest (zoals is aangenomen in de WUR-rapportage) en doordat er via de uitkoopmaatregelen meer land gebruikt wordt voor akkerbouw. De afname in land is ongeveer 2 duizend ha per jaar (cumulatief 32 duizend tot en met 2040), maar door de uitkoopregeling wordt een toename van 29 duizend ha voorzien. Netto levert dit dus een afname van 3 duizend hectare op

⁸⁰ RVO (2025): Wanneer mest uitrijden. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/wanneer-uitrijden>

tot en met 2040.⁸¹ Vervolgens dalen de emissies doordat er overstap naar biologische akkerbouw plaatsvindt.

De akkerbouw kenmerkt zich door relatief lage emissies per bedrijf of per hectare ten opzichte van andere subsectoren. De transitiepaden richten zich primair op extensivering zonder dat daar een meerprijs of substantiële subsidies tegenover staan. Hierdoor zijn de netto-inkomsten lager voor vrijwel alle transitiepaden, met uitzondering van het biologische pad. De groei van het biologische transitiepad wordt echter beperkt door de modelmatige beperking van de markt voor biologische producten, zoals eerder toegelicht.

De verschillen in emissies tussen transitiepaden zijn echter beperkt. Hoewel de emissiereductiepercentages kunnen oplopen tot 40%, bedraagt de absolute reductie per hectare niet meer dan 0,3 ton CO₂-equivalenten. Met een CO₂-prijs van 100 euro per ton zou een akkerbouwer door een andere bedrijfsstrategie maximaal 30 euro per hectare minder kosten hebben aan een CO₂-heffing. Gezien de investeringskosten voor transitiepaden, die al snel enkele honderden euro's per hectare hoger liggen, zijn dit economisch geen realistische paden voor de akkerbouw binnen de kaders van CO₂-beprijzing. Anders gezegd, de zogenaamde onrendabele top⁸² ligt van de lichte, gemiddelde en zware transitiepaden voor verschillende bedrijfstypen in de range 1 -10 duizend euro.⁸³

Figuur 18 toont de emissiereductie voor verschillende heffingsvormen. In tegenstelling tot de andere subsectoren, is de emissiereductie onafhankelijk van de heffing en is er ook geen heffingshoogte waarin de subsectordoelen binnen bereik komen. Dit is het gevolg van de bovengenoemde bevindingen dat pas bij zeer hoge bedragen een omslag naar een ander transitiepad mogelijk wordt, ongeacht de toegepaste heffingsvorm.

Biologische bedrijfsvoering blijkt economisch voordeliger dan standaardbedrijfsvoering, waardoor het biologische transitiepad volledig wordt ingezet door alle bedrijfstypen. De overige tran-

⁸¹ In de sensitiviteitsanalyse wordt ook onderzocht wat de invloed is op de prijs als meer melkveehouders overschakelen naar akkerbouw. In de standaarddoorrekening is gebruik gemaakt van de prognoses van de KEV2024. Echter kan het zijn dat door een heffingssysteem en het verschillende effect hiervan op de sectoren, deze overstap meer gemaakt zal worden in de toekomst.

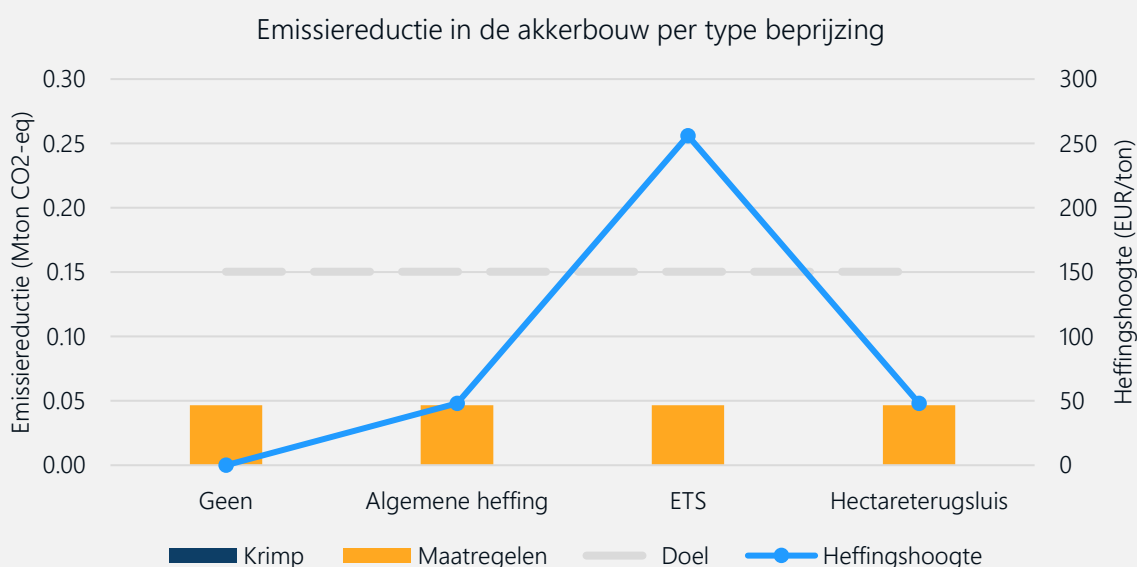
⁸² De onrendabele top is het gedeelte dat niet direct wordt terugverdiend door de kostenbesparing op opbrengsten van een investering. In het geval van een heffing op emissies kan de CO₂-prijs zo worden ingestoken dat het deze onrendabele top afdekt. In andere woorden, de investering wordt dan wel terugverdiend doordat er minder kosten gemaakt worden op kosten voor CO₂.

⁸³ Ook wanneer er direct gerekend wordt met de WUR- bedrijfsresultaten en emissiereducties is de onrendabele top in de range 1-3 duizend euro. In de WUR-rapportage worden echter niet alle transitiepaden voor alle bedrijfstypen doorgerekend, terwijl de hogere bedragen uit deze studie in de niet doorgerekende transitiepaden zit waardoor de bovenkant van de bandbreedte niet goed te vergelijken is.

sitiepaden worden niet gekozen. Het model verwacht daarom dat een bedrijf beperkte aanpassingen doorvoert om te voldoen aan de norm, of volledig overstapt op biologische bedrijfsvoering.

Deze uitkomst is voornamelijk gebaseerd op de economische balans. Het is echter belangrijk te benadrukken dat de overige transitiepaden wel degelijk waarde kunnen hebben in het kader van andere Nederlandse of Europese beleidsdoelstellingen, zoals stikstofvermindering, biodiversiteit of waterkwaliteit. Een CO₂-beprijzing alleen biedt echter onvoldoende economische prikkel om deze transitiepaden rendabel te maken voor akkerbouwers. Aangezien de verkenning van aanvullende transitiepaden in relatie tot bredere beleidsdoelstellingen geen directe focus van dit onderzoek vormt, is hierop niet verder ingegaan en zijn geen aanvullende aannames gemaakt over de ontwikkeling van andere transitiepaden ten gevolge van bijvoorbeeld nitraatrichtlijnen of andere doelstellingen.⁸⁴

Figuur 18. Emissiereductie in de akkerbouw voor verschillende heffingsvormen



⁸⁴ In de WUR-studie van Jongeneel et al. zijn de 20% lagere stikstofgebruiksnormen voor NV-gebieden alleen voor zandbedrijven doorgerekend. De studie concludeert dat voor akkerbouwbedrijven op zandgrond de inkomensderving door deze maatregel beperkt is volgens het FARMDYN-model, onder meer doordat de volledige stikstofgebruiksruimte in de uitgangssituatie niet wordt benut en door de mogelijkheid om stikstof optimaal te verdelen over gewassen. Daarnaast is de verminderde gewasopbrengst door deze hoeveelheid minder stikstof te leveren beperkt op basis van de aannames in het FARMDYN-model. De studie waarschuwt echter dat verdere reducties (>20%) wel tot significante opbrengst- en inkomensdalingen kunnen leiden.

Gezien de beperkte emissiereductiemogelijkheden en hoge onrendabele toppen zijn er voor de akkerbouw geen significante effecten op transitiepaden te verwachten tot CO₂-prijzen van ongeveer duizend euro per ton. De keuze voor een specifieke heffingsvorm bepaalt wel het inkomen van akkerbouwers.

Een algemene heffing verhoogt de kosten voor akkerbouwers, tenzij een heffingsvrije voet wordt toegepast. Ook een ETS voor de akkerbouw resulteert in netto hogere kosten vanwege de geringe emissieverschillen per hectare tussen bedrijven. Een hectareterugsluizing verlaagt de netto kosten maar stimuleert evenmin andere transitiepaden.

Over het geheel genomen lijkt CO₂-beprijzing voor de Nederlandse akkerbouwsector daarom een minder geschikt beleidsinstrument. De combinatie van relatief lage emissies, beperkte reductiemogelijkheden en hoge transitiekosten maken dat andere beleidsinstrumenten waarschijnlijk effectiever zullen zijn om de gewenste duurzaamheidsdoelstellingen te bereiken. Hoewel deze analyse is gebaseerd op typische bedrijven die niet alle diversiteit binnen de sector volledig weergeven en bepaalde emissiebronnen buiten beschouwing laat, lijken deze bevindingen robuust. Daarbij kan het zijn dat een CO₂-heffing voor de akkerbouw afleidt van andere (stikstof)doelstellingen. Vandaar dat, op basis van de resultaten van dit onderzoek, het de overweging verdient om de akkerbouw ofwel uit te sluiten van de CO₂-heffing of via bijvoorbeeld emissievrije voet effectief vrij te stellen.

Sensitiviteitsanalyse

Overzicht van parameters

Wij hebben een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te onderzoeken hoe veranderingen in belangrijke parameters de uitkomsten van het model beïnvloedden. Deze analyse stelt ons in staat om te identificeren welke factoren de grootste impact hebben op de resultaten en om de robuustheid van onze modeluitkomsten te testen. Door systematisch verschillende parameterwaarden door te rekenen, bepalen we waar het model het meest gevoelig voor is en welke aannames kritisch zijn voor de betrouwbaarheid van de uitkomsten. Deze analyse is daarmee ook meer bedoeld om deze gevoeligheid te testen bij wijze van gedachte-experimenten en niet om alternatieve scenario's door te rekenen.

Wij hebben dertien financiële kentallen, bedrijfsprofiel-instellingen, restricties op opties voor ver-

Tabel 27. Overzicht van de parameters meegenomen in de sensitiviteitsanalyse.

Parameter	Onder-grens	Boven-grens	Toelichting
Financiële kentallen			
Opbrengstprijs	-5%	+5%	De standaardwaarden voor verkoopprijzen van primaire producten (melk, vlees, gewassen) worden aangepast, waardoor intensieve bedrijfsvoering voordeliger of nadeliger wordt.
Opbrengstprijs biologisch	-5%	+5%	De standaardwaarden voor de verkoopprijzen van biologische primaire producten (melk, vlees en gewassen) worden aangepast waardoor biologische bedrijfsvoering voordeliger of nadeliger wordt. (Voor de varkenshouderij zijn dit 1 star Beter Leven producten)
Mest ophaal bijdrage	-10%	+10%	De kosten voor het ophalen van mest worden aangepast. Hierdoor wordt centrale verwerking van mest voordeliger of nadeliger.
Pachtprijs	+30%	+40%	De kosten voor het pachten van land worden verhoogd, hierdoor wordt het duurder om te extensiveren door groei van areaal.
Toeslag melkprijs	+100%		De toeslag op de melkprijs voor duurzame bedrijfsvoering neemt toe, wat bedrijven sterker stimuleert om voor aanvullende maatregelpakketten te kiezen.
Instellingen bedrijfstypen			
Grote investeerders drempelwaarde	150,000	175,000	De drempelwaarde voor gemiddelde jaarlijkse investeringen voor 'grote investeerder'-status wordt aangepast, waardoor het aantal bedrijven in dit profiel (dat hightech paden kan kiezen) omhoog of omlaag gaat. Omdat het investeringsritme berekend is op basis van het huidige aandeel mono-mestvergisters, verandert hiermee ook het investeringsritme (aantal bedrijven dat per jaar naar een ander transitiepad kan overschakelen).
Grote investeerders drempelwaarde (constante investeringsritme)	150,000	175,000	Het investeringsritme wordt vastgesteld op 6,6%, waardoor het aantal grote investeerders verandert maar de overstapfrequentie naar andere paden gelijk blijft.
Percentage grote investeerders	20%	30%	Het aandeel van bedrijven de in het bedrijfsprofiel grote investeerders zitten wordt gevarieerd, waardoor meer bedrijven hightech transitiepaden kunnen kiezen.
Stoppers ritme	50%		Het stoppersritme wordt aangepast, waardoor het percentage van bedrijven dat stopt per jaar wanneer hun jaarlijkse inkomen onder de inkomstgrens valt verandert en hiermee het aantal noodgedwongen stoppers.
Investerings-ritme	+5%	+10%	Het investeringsritme wordt gevarieerd, waardoor meer of minder bedrijven per jaar bereid zijn om over te schakelen naar alternatieve transitiepaden.
Inkomstgrenzen	-10%	+10%	De inkomstgrenzen (de minimale jaarlijkse inkomsten van een bedrijfstype) worden aangepast, waardoor bedrijven meer of minder kansen hebben om te moeten stoppen door financiële druk (noodgedwongen stoppers).
Overstap naar akkerbouw	20%		Het percentage van noodgedwongen bedrijven dat overstapt naar akkerbouw wordt aangepast waardoor dit land niet herverdeeld wordt over de blijvende melkveehouderijen.

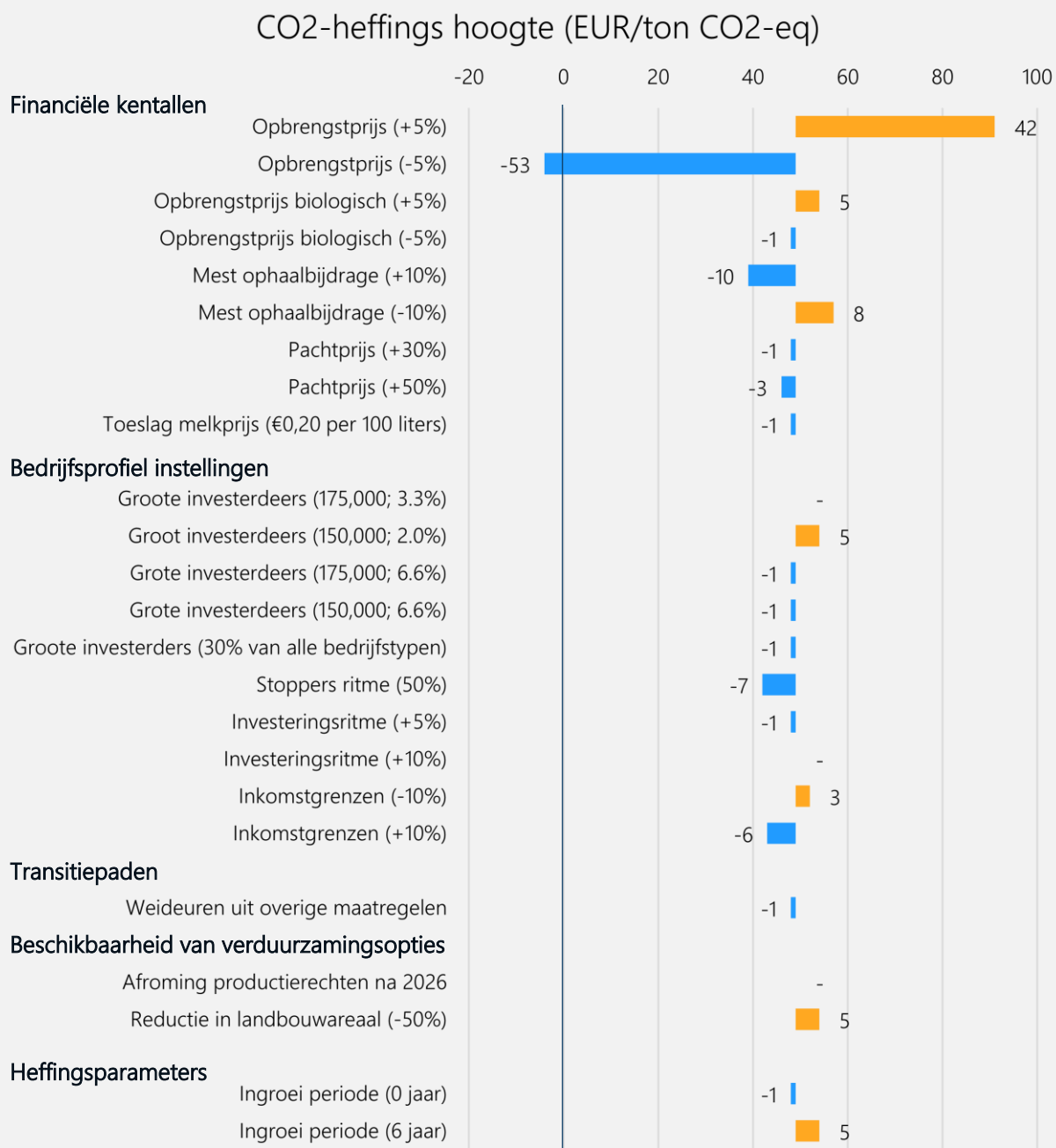
duurzaming en heffing parameters gekozen voor deze analyse. Deze zijn gekozen omdat ze ofwel erg onzeker zijn, ofwel een grote impact hebben op de uitkomst van het model. De sensitiviteitsanalyse is uitgevoerd met betrekking tot de algemene vlakke CO₂-heffing.

Parameter	Ondergrens	Bovengrens	Toelichting
Transitiepaden			
Weide uren	Geen minimum-weidegang in overige maatregel pakketten		Additionele weidegang is uit de aanvullende maatregelpakketten gehaald, waardoor melkkoeien op intensieve bedrijven minder gaan weiden (en voeradditieven effectiever worden).
Beschikbaarheid van opties voor verduurzaming			
Afromingspercentage	Fosfaatrechten ook na 2026 afgeroomd		De afromingsregelingen vervallen niet na 2026, waardoor het aantal productierechten beschikbaar voor inkoop verandert.
Landbouwgrond beschikbaarheid	2.000 ha jaarlijkse areaal reductie		Er wordt jaarlijks minder areaal afgetrokken van de melkveehouderij, waardoor meer land (en fosfaatrechten) wordt herverdeeld over de actieve bedrijven.
Heffing			
Ingroeiperiode	0 jaar	6 jaar	De ingroeiperiode van de heffing wordt verschoven, waardoor bedrijven eerder of later de volledige heffing moeten betalen.

Uitkomsten

Figuur 19 toont dat de CO₂-heffingshoogte het meest gevoelig is voor veranderingen in opbrengstprijzen. Een 5% verandering in opbrengstprijzen leidt tot de grootste effecten: +€42 per ton bij een prijsstijging en -€52 per ton bij een prijsdaling. Daarnaast hebben de volgende factoren een matige invloed op de benodigde beprijzing: mest ophaalbijdrage (+€8 tot -€10 per ton), stoppersritme (-€7 per ton), verlaging van de ingroeiperiode tot 6 jaren (+€5 per ton), wegvallen van de jaarlijkse reductie in landbouwareaal (+€5 per ton), inkomstgrenzen (+€3 tot -€6 per ton). Daarentegen hebben het aandeel grote investeerders, investeringsritme, weide-uren, pachtprizen, toeslag op de melkprijs en afroming van productierechten minimale impact op de uitkomsten (±€1 per ton). Dit toont aan dat het model richting 2040 vooral gevoelig is voor de financiële prikkels rond reguliere productprijzen.

Figuur 19. Impact van wijzigingen in financiële kentallen, bedrijfstype-instellingen en heffingsparameters op de heffingshoogte.



Opbrengstprijzen

De grootste gevoeligheid betreft de opbrengstprijzen, die van jaar tot jaar kunnen verschillen. Als we bijvoorbeeld aannemen dat de melk-, vlees- en gewasprijzen met 5% stijgen, dan stijgt de benodigde heffingshoogte met €42 per ton tot €91 per ton. Dit komt doordat bij hogere

productprijzen intensieve (emissie-intensieve) bedrijfsvoering economisch aantrekkelijker maken. Dit effect is zichtbaar in de varkenshouderij: bij 5% hogere opbrengstprijzen en de basis heffing van €49 EUR per ton heffing blijven vrijwel alle bedrijven operationeel, terwijl bij standaardprijzen vleesvarkensbedrijven noodgedwongen moeten stoppen.

Als de verkoopprijzen van primaire producten met 5% dalen, moeten bedrijven van bijna alle varkensbedrijfstypen en een groot deel van melkveebedrijfstypen stoppen omdat hun jaarlijkse inkomsten onder de inkomensgrens vallen. Deze extreme gevoeligheid reflecteert de inherent krappe winstmarges in de veehouderijsector, waardoor bedrijven weinig buffer hebben tegen prijsvolatiliteit. Het model compenseert dit door een negatieve beprijzing van - €4 per ton te hanteren - effectief een subsidie - om economisch onhoudbare bedrijfsstoppen te voorkomen.

In de praktijk zijn deze scenario's echter onwaarschijnlijk omdat markten zich kenmerken door gekoppelde prijs-kostendynamiek waarbij bijvoorbeeld hogere varkensprijzen samengaan met hogere voerprijzen, wat het netto-effect aanzienlijk dempt.

Opbrengstprijzen biologisch

Naar verwachting zou de heffingshoogte omlaaggaan bij een verhoging van de opbrengstprijzen van biologische primaire producten, omdat biologische transitiepaden (met relatief lage emissie-intensiteit) aantrekkelijker zouden worden. Echter zien we een verhoging van de heffingshoogte naar €54 per ton (en een lichte reductie tot €48 per ton in de heffingshoogte bij een verlaging in de biologische opbrengstprijzen). Dit gebeurt om twee redenen:

- De 1 ster Beter Leven bedrijven zijn in de varkenshouderij apart gemodelleerd - er is geen optie voor gangbare bedrijven om naar deze transitiepaden over te stappen. Hierdoor zien we, net zoals bij de verhoging van algemene opbrengstprijzen, dat als de prijzen stijgen, minder varkenshouderijen noodgedwongen stoppen. Omdat een groot deel van de emissiebesparing door stoppers komt, moet de heffingsprijs weer omhoog (en genereert dat weer (andere) noodgedwongen stoppers).
- Omdat in de standaarddoorrekening slechts 6% van melkveehouders in de 'grote investeerders'-categorie valt, is de emissiereductie door de prijsverhoging beperkt tot 0,02 Mton. Dit heeft geen verder impact op de benodigde heffingshoogte.

Mestophaalbijdrage

Mest ophaalbijdrage heeft de één-na-grootste impact op de CO₂-heffingshoogte. Bij hogere ophaalkosten wordt centrale mestverwerking minder aantrekkelijk, waardoor bedrijven vaker kiezen hun mest zelf te verbruiken of verwerken. Dit leidt tot een lagere benodigde CO₂-heffing (€39 per ton) om dezelfde emissiereductiedoelen te bereiken, terwijl lagere ophaalkosten een hogere heffing benaderen (€57 euro per ton).

Pachtprijs

Een verhoging van de pachtprijzen met 30% verlaagt het benodigde CO₂-heffingstarief tot €48 per ton, en bij een verhoging van 50% daalt dit verder tot €46 per ton. Door de hogere kosten voor het pachten van land wordt extensivering via groei van areaal minder aantrekkelijk, waardoor bedrijven eerder kiezen om hun veestapel te verminderen.

Toeslag melkprijs

De verhoging van de maximale toeslag op de melkprijs (exclusief weidegang en broeikasgas-emissie uitstoot) van €0,70 tot €3,50 voor duurzame bedrijfsvoering heeft geen meetbaar effect op het benodigde CO₂-heffingstarief, dat €49 per ton blijft.

Grote investeerders

Ook gaat het benodigde beprijzingsniveau iets omlaag bij een verlaging van de drempelwaarde voor gemiddelde jaarlijkse investeringen voor de 'grote investeerder'-status van de standaardwaarde van €200.000 naar €175.000 of €150.000, onder voorwaarde dat het investeringsritme constant blijft. Het onderliggende mechanisme is dat het percentage bedrijven dat kwalificeert als grote investeerder toeneemt van 6% naar respectievelijk 12% en 19% van alle melkveebedrijven. Deze uitbreiding stelt aanzienlijk meer bedrijven in staat om te kiezen voor hightech- en biologische transitieroutes. Voor intensieve bedrijven, die anders beperkt zijn tot conventionele maatregelen (maximaal 14% emissiereductie), opent dit toegang tot transitiepaden die tot 30% reductie kunnen realiseren. Voor beide drempelwaarden wordt een lager heffingstarief van €48 per ton mogelijk (€1 reductie ten opzichte van het basisscenario)

Als het investeringsritme meebeweegt, ontstaat echter een tegeneffect doordat het ritme gebaseerd is op huidige mono-mestvergister-penetratie onder grote investeerders. Een hoger aantal grote investeerders brengt dus het investeringsritme terug naar 3,3% of 2,0% (bij 175,000 EUR/jaar en 150,000 EUR/jaar respectief). Dit beperkt de jaarlijkse overstap naar transitiepaden en verhoogt zelfs de heffing tot €54 per ton bij de laagste drempel.

Een bruto verhoging van het aandeel bedrijven met 'grote investeerder' status naar 30% heeft geen impact op de heffingshoogte. Er is wel een reductie in emissies uit de melkveehouderij (in de varkenshouderij zijn er standaard meer dan 30% grote investeerders), maar deze is beperkt omdat nu ook extensieve bedrijven hightech paden kiezen, die deels hogere emissies hebben dan bijvoorbeeld natuurinclusief paden.

Stoppersritme

Het stoppersritme heeft een impact van €7 per ton prijsreductie op de CO₂-heffingshoogte, waardoor deze kan dalen tot €42 per ton. Bij een hoger percentage bedrijven dat stopt wanneer hun

inkomen onder de drempel valt, neemt de totale emissie van de sector sneller af. Hierdoor is een lagere CO₂-heffing voldoende om de klimaatdoelen te bereiken.

Investeringsritme

Een verhoging van het investeringsritme met 5% vermindert de benodigde CO₂-beprijzing van €49 naar €48 per ton (een prijsreductie van €1 per ton). Door de versnelde adoptie van emissie-reducerende maatregelen worden ook het 2035-doel gehaald. Bij een verhoging van het investeringsritme met 10% is er geen prijsreductie. Dit komt doordat in dit scenario te veel bedrijven al in alternatieve transitiepaden hebben geïnvesteerd voordat de heffing van kracht gaat, waardoor een deel van de bedrijven investeert in paden met hogere emissies.

Inkomensgrenzen

Inkomensgrenzen hebben een matige impact op de heffingshoogte. Een verlaging van de inkomstgrens tot 30% van het huidige jaarlijkse inkomen verhoogt de benodigde heffingshoogte, omdat meer bedrijven langer actief blijven (ook met lage inkomsten). Doordat een deel van de besparing door noodgedwongen stoppers wegvalt, stijgt de benodigde heffingshoogte tot €52 per ton (een verhoging van €3 per ton). Bij een verhoging van de inkomstgrens treedt het tegenovergestelde effect op – bedrijven worden sneller noodgedwongen om te stoppen, waardoor de CO₂-prijs daalt tot €42 per ton (een reductie van €6 per ton).

Weide uren

Door additionele weidegang weg te laten uit de aanvullende maatregelpakketten daalt het benodigde CO₂-heffingsstarief tot €48 per ton (een verlaging van €1 per ton). Deze keuze resulteert in minder weidegang voor melkkoeien op intensieve bedrijven, wat de werking van voeradditieven ten goede komt doordat deze primair via stalvoer worden opgenomen. De verbeterde prestatie van voeradditieven zorgt voor kosteneffectievere emissiereducties.

Afromingspercentage

De continuatie van de afromingsregels naar 2026 heeft vrijwel geen invloed op de CO₂-heffingshoogte, omdat er in de standaard doorrekening ongebruikte fosfaatrechten zijn.

Landbouwareaal

Als er jaarlijkse alleen 2.000 ha van het landbouwareaal uit de melkveehouderij verdwijnt stijgt de CO₂-heffingshoogte tot €54 per ton (een verhoging van €5 per ton). Omdat er in ons rekenmodel een link bestaat tussen het herverdeelde land en fosfaatrechten (bedrijfstypen die groeien houden vast aan hun grondgebondenheid), leidt de vermindering in areaalreductie tot meer herverdeling van zowel land als fosfaatrechten. Dit resulteert in minder ongebruikte rechten en dus minder emissiereductie.

Ingroeiperiode

De timing van de heffingsinvoering heeft een matige invloed op de CO₂-prijs (ongeveer €5 per ton verschil bij een ingroeiperiode van 6 in plaats van 3 jaar). Door de volledige heffing uit te stellen van 2030 naar 2033 betalen bedrijven gedurende die periode lagere tarieven. Dit verzwakt de economische incentive om te investeren in emissiereducerende technologieën, waardoor de transitie naar klimaatvriendelijke bedrijfsvoering wordt afgeremd. Wanneer de heffing al in 2028 volledig wordt betaald zakt de benodigde heffingshoogte met €1 per ton, tot €48 per ton.

Overstap naar akkerbouw

De overstap van noodgedwongen stoppers van de melkveehouderij naar akkerbouw heeft geen invloed op de algemene CO₂-heffing omdat er geen noodgedwongen stoppers in de basisdoorrekening zijn (€49 per ton). Echter, als we aannemen dat 20% van de noodgedwongen stoppers overstapt naar akkerbouw, dan blijft de benodigde sectorspecifieke heffing €78 per ton, maar dalen de totale emissies van 6,28 naar 6,12 Mton (een extra reductie van 0,16 Mton). Dit gebeurt omdat dit land naar akkerbouw gaat en dus niet binnen de melkveehouderij kan worden herverdeeld.

Impact op een emissierechtenstelsel

In het algemeen is het ETS veel gevoeliger voor veranderingen in de uitgangspunten. Omdat het ETS-systeem alleen een deel van de emissies beprijsd, moet de CO₂-prijs veel sterker veranderen om hetzelfde effect te realiseren als de algemene heffing. De effecten van de grootste gevoelheden zijn hier kort beschreven:

- Opbrengstprijis: een verhoging van de opbrengstprijis met 5% leidt tot een stijging van de ETS-prijs naar €382 per ton (€118 per ton verschil); een verlaging leidt tot een reductie naar -€3 per ton (€267 per ton reductie)
- Mestophaalbijdrage: een verhoging van 10% leidt tot een verlaging van €27 per ton naar €237 per ton; een verlaging leidt tot een stijging van €18 per ton naar €282 per ton
- Landbouwareaal: Bij een jaarlijkse reductie in landbouwareaal van 2.000 ha in plaats van 4.000 ha is er een stijging van het benodigde ETS-prijs van €78 per ton, naar €339 per ton.

Doorkijk op systeemniveau

Op basis van de ontwikkelingen die we ten gevolge van de introductie van beprijzing op sector-niveau modellering, kunnen we ook iets zeggen over de bredere systeemeffecten. Hierbij gaat het onder andere over nationale agrarische productie, maar ook over stikstofemissies (indicatief).

Veel kan afgeleid worden van de ontwikkeling van de dieren aantallen richting 2040. We beschouwen hier de doorrekening met een vlakke heffing van €48 per ton CO₂-eq. Daar daalt t.o.v. nu het aantal melkkoeien met ruim een kwart, het aantal zeugen met bijna de helft en het aantal vleesvarkens met bijna drie kwart.

De primaire agrarische productie, zou bij gelijkblijvende productie per dier, dan ook met deze percentages veranderen. Dit betekent dat met name de productie van dierlijke eiwitten daalt. Echter blijft de nationale productie nog ruim voldoende voor de huidige nationale consumptie, aangezien de consumptie van dierlijke eiwitten voor elke hoofdcategorie (melkproducten, varkensvlees, eieren, kippenvlees) ongeveer één derde van de productie bedraagt⁸⁵. Als de (wereldwijde) consumptie van dierlijke eiwitten niet verandert, is er hiermee wel een weglekrisico van emissies.

Een vergelijkbare inschatting zou gemaakt kunnen worden voor de stikstofemissies. De ammoniakemissies per diersoort kunnen we vermenigvuldigen met de ontwikkeling in dieren aantallen om een idee van de reductie te krijgen. Op basis van de historische emissies⁸⁶ schatten we in dat er hierdoor een ammoniakemissiereductie van ongeveer 22 à 26 kton ammoniak is, ofwel ruim 20% van het huidige totaal. Echter worden er ook maatregelen genomen in transitiepaden die de emissies van de nog aanwezige veestapel beïnvloeden. Dit vergt echter een aparte, uitgebreidere analyse. Dagontmesting en mestbandsystemen kunnen de vorming van ammoniak verminderen, en weidegang van melkvee draagt hier bijvoorbeeld ook aan bij. De verwachting is daarmee dat ammoniakemissies per dier zullen dalen, en de totale emissiereductie daarmee groter is. Voor de waterkwaliteit (uitspoeling) zijn de effecten vermoedelijk beperkter, omdat dit voornamelijk afhangt van bemestingniveaus.

⁸⁵ Bron: analyse met Agri-food-nature Transition Model (ATM), beschikbaar via <https://agrifoodtransition-model.com/>

⁸⁶ Staat van Landbouw Natuur en Voedsel (2023): Ammoniakuitstoot naar sector

Conclusies

De Nederlandse landbouw ligt volgens de meest recente Klimaat- en Energieverkenning van PBL niet op koers om de klimaatdoelen voor broeikasgasemissies te halen en kent op dit moment geen vorm van emissiebeprijzing. In opdracht van het ministerie van Financiën is onderzocht of en op welke manier broeikasgasemissiebeprijzing een rol kan spelen in het halen van de klimaatdoelen. Specifiek wordt gekeken naar een broeikasgasemissieheffing, waarbij emissies op bedrijfsniveau tegen een vast bedrag per ton CO₂-eq belast worden, en een emissierechtenstelsel, waarbij een jaarlijks afnemend aantal rechten gratis gealloceerd wordt op basis van historische emissies en rechten bijgekocht moeten worden indien er minder in bezit zijn dan er uitstoot is. Dit onderzoek toont aan dat emissiebeprijzing een bijdrage kan leveren aan het reduceren van broeikasgasemissies in de landbouw. Er zijn echter diverse fundamentele keuzes te maken ten aanzien van het ontwerp van een prijszingsstelsel en stappen te zetten voordat implementatie mogelijk is, waarbij de diversiteit aan bedrijven, de complexiteit van de emissies in de landbouw en het belang van de landbouw voor het produceren van voedsel het moeilijk maakt een goede balans te vinden tussen prikkelen en stimuleren, helpen en beschermen.

Qua ontwerp lijken sommige keuzes lastiger en andere eenvoudiger. Gegeven de werkwijze van de emissieregistratie, ligt het voor de hand om *directe* emissies te beprizen en geen broeikasgasdifferentiatie toe te passen. Verder lijkt het verstandig om enkele kleinere, mindere stuurbare emissiebronnen (initieel) niet mee te nemen in het beprizingsstelsel en te richten op de hoofdbronnen die het overgrote deel van de emissies uitmaken. Daarbij zou in extremere vorm zelfs overwogen kunnen worden om uitsluitend een methaanemissiebeprijzingsstelsel te ontwerpen, welke zo'n 70% van broeikasgasemissies omslaat, enkel geldt voor de veehouderij en ook de ruimte laat om stikstofemissies apart te beprizen of normeren. Voor een tijdige implementatie ligt het voor de hand om emissies te registreren op basis van activiteitendata en forfaitaire waarden, eventueel op termijn deels gecomplementeerd via een opt-in met fysieke sensoren.

Lastigere vraagstukken zijn onder andere een sectordifferentiatie en de grondslag voor terugsluis of vrijgestelde voet. De emissie-intensiteit en het emissievolume van de bedrijven verschilt sterk tussen subsectoren en zelfs binnen subsectoren. Waar een bepaald beprizingsniveau voor de ene sector een prikkel geeft tot het nemen van maatregelen, betekent eenzelfde beprizing voor een andere sector het failliet van veel bedrijven of simpelweg hogere kosten zonder de mogelijkheid om zich (significant) aan te kunnen passen. Bij een emissierechtenstelsel waarbij rechten uitgegeven worden op basis van historische emissies wordt deze situatie sterk beperkt. Bij een heffing kan dit effect ook gereduceerd worden, bijvoorbeeld door een terugsluis van heffingsinkomsten, vrijstelling voor een deel van de emissies of subsidies voor specifieke transitiepaden.

Deze middelen geven echter vrijwel per definitie een voordeel aan grootschalig danwel kleinschalig, intensief danwel extensief, etc., waardoor deze vorm een directe sturing geeft naar voorkeursbedrijven. Dit zijn in belangrijke mate politieke en maatschappelijke keuzes.

Voor de uitrol zullen er nog diverse stappen gezet moeten worden, waardoor een systeem afhankelijk van complexiteit waarschijnlijk over drie tot vier jaar geïmplementeerd zou kunnen zijn. Uitvoeringstechnisch gaat het o.a. om uitgebreidere dataregistratie en validatie, ontwikkeling van databeheer en het vinden en voorbereiden van een uitvoerende instantie. De extra databehoefte is beperkt, maar belangrijk omdat het overgrote deel van de emissies (pensfermentatie melkvee en mest) nu niet nauwkeurig genoeg vastgesteld kan worden. Juridisch gaat het om het schrijven van nieuwe wetgeving, het doorlopen van een staatsteuntoets en het onderzoeken op mogelijke wrijving met bestaande systemen. Randvoorwaardelijk aan dit alles is dat de registratie van emissies dicht genoeg te werkelijkheid benadert en boeren ook de mogelijkheid tot sturing hebben.

Om een beter beeld te krijgen van de mogelijke effecten van broeikasgasemissiebeprijzing op emissies en bedrijfsresultaten, is voor diverse beprijzingsstelsels verkend welk beprijzingsniveau nodig zou zijn om (indicatieve) klimaatdoelen voor 2030, 2035 en 2040 te halen. Hierbij is het 2030 sectordoel bekend en is het 2040 doel indicatief vastgesteld op ongeveer 40% emissiereductie t.o.v. 2022 (het gemiddelde van de PBL Trajectverkenning 2050) en het 2035 doel een interpolatie van de 2030 en 2040 doelen. Deze sectordoelen zijn vervolgens verdeeld (indicatief) naar subsectorniveau op basis van hun aandeel in de 2022 emissies.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor typische bedrijven in de melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw. Gezien de diversiteit van bedrijven in de sector geven deze bedrijven een representatieve afspiegeling, maar worden niet alle specifieke kenmerken van elk individueel bedrijf correct weergegeven. Daarnaast zijn andere sectoren met significante emissies, met name de kalverhouderij, niet meegenomen in de onderstaande analyse. Desondanks levert de doorrekening belangrijke eerste conclusies op die kunnen worden gebruikt voor het ontwikkelen van een beprijzingsstelsel. Hieronder worden in willekeurige volgorde de conclusies van deze doorrekening gepresenteerd, eerst op algemeen niveau en vervolgens op subsectorniveau.

Algemene conclusies

Bijdrage beprijzing aan emissiereductiedoelen

- Gegeven enerzijds de benodigde tijd voor de uitwerking van dit stelsel en anderzijds de beperkte tijd tot 2030, is een stelsel vermoedelijk pas in 2029 of 2030 actief. Daarmee zijn de sectordoelen voor 2030 vrijwel niet haalbaar, behalve bij uitzonderlijk hoge prijzen (waarbij een groot deel van de boeren vanwege financiële resultaten zou stoppen). Een beprijzingsstelsel kan echter wel bijdragen aan doelen voor 2035 of 2040 en deze binnen bereik brengen.

- Zowel een broeikasgasemissieheffing als een broeikasgasemissierechtenstelsel kan voor het benodigde emissiereductie effect zorgen. Bij een emissieheffing worden doorgaans meer emissies betaald (alhoewel mogelijk beperkt door een vrijgestelde voet) en ligt de heffingshoogte doorgaans lager dan bij een rechtenstelsel waarbij een kleiner deel van de emissies betaald wordt, behalve bij een heffing met verhandelbare dispensatierechten. De effecten op bedrijfslasten verschillen per bedrijf, maar zijn op sectorniveau gemiddeld hoger bij een heffing dan bij een rechtenstelsel omdat bij laatstgenoemde alle transacties binnen de sector plaatsvinden, terwijl met een heffing geld uit de sector verdwijnt (maar ook (deels) teruggesluisd kan worden).

Basispad

- In het basispad (dus zonder beprijzing) komt een groot deel van de emissiereductie door het verdwijnen van rechten (uitkoop en zeer beperkt afoming) en onaangekocht blijven van rechten (met name in de melkveehouderij). Dit laatste komt vooral door een teruglopend areaal en veronderstelde aantallen melkvee per ha als invulling van grondgebondenheid.
- In het basispad komt een klein deel van emissiereductie door maatregelen. Er worden dus ook zonder beprijzing al transitiepaden gekozen (bijvoorbeeld vergisting in de varkenshouderij en een veelvoud aan transitiepaden in de melkveehouderij). Dit zijn dus uitsluitend transitiepaden die reeds een beter bedrijfsresultaat opleveren zonder beprijzing. Doorgaans zijn dit paden met een beperkte emissiereductie, en voor een belangrijk deel betreft dit ook groei.

Effecten beprijzing

- Door broeikasgasemissiebeprijzing kunnen er extra broeikasgasemissies gereduceerd worden. Als neveneffect dalen ook de stikstofemissies en de nationale productie van dierlijke eiwitten. Deze productie blijft echter ruim voldoende om in de nationale consumptie te voorzien. Zonder verandering van de wereldwijde voedselconsumptie is er mogelijk wel een weglekrisico van emissies.
- Met de introductie van een (oplopende) CO₂-prijs, nemen boeren enerzijds meer maatregelen en kiezen zij transitiepaden, maar zijn er ook een toenemend aantal ongebruikte rechten van autonome stoppers alsook soms noodgedwongen stoppers (bedrijven die stoppen omdat hun bedrijfsresultaat te slecht wordt). De verhouding hiertussen wordt voor een belangrijk deel bepaald door de hoogte van de beprijzing (hoe hoger hoe meer stoppers) en de vormgeving (emissierechtenstelsel, terugsluis (voor heffing), vrijstelling (voor heffing) en subsidies zorgen voor meer transitiepaden en minder stoppers)).
- De emissiereductie door ongebruikte rechten is, wellicht meer nog dan andere vormen van reductie, zeer markt- en bedrijfsafhankelijk. Deze emissiereductie ontstaat doordat rechten die te koop aangeboden worden, niet aangekocht worden. Daardoor wordt er minder vee

gehouden dan (in theorie) mogelijk. Deze situatie ontstaat in de regel in het model wanneer de bedrijven die konden uitbreiden, dat niet meer kunnen of willen. In het laatste geval zorgt verdere uitbreiding (schaalvergroting) niet voor een beter verwacht bedrijfsresultaat. In het eerste geval heeft een bedrijf wellicht al uitgebreid maar is verdere vergroting in het model geen optie (maar in de praktijk wellicht wel). Mochten de marktomstandigheden gunstiger uitvallen dan verondersteld, dan zouden er meer rechten gekocht worden, de emissiereductie lager uitvallen en er een hoger beprijzingsniveau voor dezelfde doelen nodig zijn.

- De emissie-intensiteit van sommige sectoren en bedrijven is hoog. Bij CO₂-prijzen van enkele tientallen euro's zonder enige vorm van terugsluis of vrijstelling zou voor sommige bedrijven het bedrijfsresultaat onder het minimumloon per fulltime jaar equivalent kunnen zakken. Het is de vraag hoeveel bedrijven langdurig zouden doorzetten in deze omstandigheden.
- Diverse transitiepaden kennen forse meerkosten en zouden pas prijspariteit bereiken (met de huidige bedrijfsvoering) bij CO₂-prijzen die hoger liggen dan dit niveau. Met andere woorden, voor deze transitiepaden geldt dat in de basis het bedrijfsresultaat eerder dusdanig verslechtert dat een boer zou overwegen te stoppen dan dat het zou lonen om in sommige transitiepaden met grotere emissiereductie te investeren.
- Ook al zijn er transitiepaden waarin technisch gezien veel emissiereductie mogelijk is, laat onze doorrekening zien dat die potentie techno-economisch gezien veel lager ligt. Gerichte subsidies voor transitiepaden of marktcreatiebeleid kunnen deze techno-economisch potentie verhogen doordat de door verduurzaming gestegen kostprijs niet tot een slechter bedrijfsresultaat hoeft te leiden. Een rechtenstelsel of emissieheffing met verhandelbare dispensatierechten draagt hier ook sterker aan bij dan een vlakke heffing.

Vormgeving stelsel

- De verschillen tussen de effecten op de sectoren zijn groot. Om gericht te kunnen sturen zou daarom een sectordifferentiatie verstandig kunnen zijn.
- Emissiebeprijzing zal in algemene zin lastenverhogend werken. Veel bedrijven hebben beperkte marges, die sterk terugvallen bij lastenverhogingen. Het verdient daarom de aanbeveling om verder te kijken naar hoe een duurzame bedrijfsvorming financieel mogelijk gemaakt kan worden. Beprijzing maakt huidige en vervuilende bedrijfsvoering duurder, maar duurzame bedrijfsvorming beperkt interessanter aangezien hier vaak ook nog significante broeikasgasemissies aanwezig zijn. Daarbij kan wederom gekeken worden naar bescherming (e.g. bedrijfsspecifieke vrijgestelde voet, terugsluis) en stimulans (subsidies transitiepaden).
- Terugsluismechanismen en vrijstellingen kunnen (bij een heffing) een belangrijke bijdrage leveren aan de bereidheid van boeren om specifieke transitiepaden te kiezen en deze lang-

jarig vol te houden. Een emissierechtenstelsel of heffing met verhandelbare dispensatierechten met uitgifte van rechten op basis van historische emissies bevat deze elementen ook. Door dergelijke mechanismen kunnen gerichtere prikkels worden gecreëerd die bepaalde gewenste transitiepaden, technieken of managementmaatregelen stimuleren als voorkeursvariant. Dit vereist echter wel politieke of maatschappelijke keuzes over de vormgeving van dit stelsel.

Lange termijn ontwikkeling sector

- o De landbouw is van de klimaatsectoren relatief uniek in de zin dat er naar verwachting ook in het eindbeeld nog relatief veel restemissies zijn. Het feit dat niet alle emissies naar nul te reduceren zijn, zorgt er dan ook voor dat emissiebeprijzing bedrijven relatief zwaar kan raken. Hier zal rekening mee gehouden worden in het ontwerp van het stelsel, ook op de lange termijn. Een terugsluis of gedeelde vrijstelling of rechtenstelsel kan ervoor zorgen dat boeren die hun emissies ver genoeg gereduceerd hebben, netto geen financiële gevolgen van beprijzing ondervinden. Andersom zou op de langere termijn een deel van de inkomsten (bij een heffing) ook ingezet kunnen worden ten behoeve van negatieve emissies om de restemissies van de sector te compenseren.

Sectorspecifieke conclusies

Melkveehouderij

Afhankelijk van de gekozen doelstellingen en beleidsmaatregelen liggen de vereiste CO₂-prijzen tussen €49 en €164 per ton. Ongeacht het type beprijzing wordt de meeste emissiereductie in de melkveehouderij bereikt door ongebruikte fosfaatrechten afkomstig van bedrijfsbeëindigingen in plaats van technische maatregelen of reductie van aantal dieren per hectare per bedrijf.

Transitiepaden leveren een beperkte bijdrage van slechts 0,4-0,7 Mton in 2040 (0,1-0,2 Mton door technische maatregelen, en 0,3-0,5 Mton door een reductie in aantal dieren per hectare per bedrijf), ondanks brede adoptie. Dit komt niet door lage implementatie maar door het beperkte reductiepotentieel van de paden zelf - alleen hightech varianten kunnen meer dan 6% reductie leveren, maar slechts 6% van bedrijven kan deze kiezen.

Voor algemene doelstellingen volstaan autonome stoppers bij een €49 per ton heffing voor 2,2 Mton besparing, passend binnen de structurele sectorontwikkeling. Voor sectorspecifieke doelen van 6,5 Mton zijn echter noodgedwongen stoppers onvermijdelijk, vooral onder financieel kwetsbare bedrijven.

Een sectorspecifieke heffing van €56-76 per ton biedt flexibiliteit tussen klimaatdoelstellingen en bedrijfsvermindering. Bij €56 wordt het doel net overschreden, bij €76 stoppen veel bedrijven ondanks doelbereiking. Flankerende maatregelen kunnen de impact beperken: terugsluismechanismen verminderen noodgedwongen stoppers met 6-20%, terwijl een emissievrije voet de

grootste bescherming biedt door gedwongen sluitingen met 41% te reduceren naar 1.400 bedrijven, waarbij alleen de meest emissie-intensieve bedrijven worden getroffen.

Varkenshouderij

De varkenshouderij heeft een grote emissie-intensiteit en is relatief gevoelig voor broeikasgasemissiebeprijzing. De emissies van de varkenshouderij komen voor ongeveer 20% uit pensfermentatie en voor ongeveer 80% uit mestopslag en -bewerking. Laatstgenoemde kunnen beperkt worden door snellere verwerking en vergisting, waarbij reguliere vergisting emissies met ongeveer 1/3 en dagverse vergisting met 2/3 reduceert. Hiervan wordt verondersteld dat er voldoende centrale vergistingscapaciteit beschikbaar is, wat nog niet het geval is. Dagontmestingsystemen kunnen echter flinke meerkosten met zich meebrengen, en deze transitiepaden worden dan ook doorgaans niet gekozen, behalve bij een rechtenstelsel waarbij de CO₂-prijzen sterk oplopen en de extra emissiereductie zich vertaalt in inkomsten door verkoop van rechten.

Indien er geen sectordifferentiatie plaatsvindt, vindt de relatief grootste emissiereductie bij de varkenshouderij plaats. Dit komt dan voor een belangrijk deel door ongebruikte rechten die beschikbaar komen doordat bedrijven stoppen (door natuurlijk verloop en vanwege slechte resultaten), maar welke niet overgenomen worden. Dit aandeel kan beperkt worden ten gunste van emissiereductiemaatregelen door gerichte subsidies en te kiezen voor een emissierechtenstelsel of een heffing met een terugsluis of vrijgestelde voet. Hierbij werken een rechtenstelsel, terugsluis en vrijgestelde voet met name beperkend voor de noodgedwongen stoppers en de subsidies met name faciliterend richting transitiepaden.

Akkerbouw

De akkerbouwsector kent de laagste broeikasgasemissies binnen de onderzochte sectoren. Dit komt voornamelijk doordat de sector emissies heeft door het toepassen van mest en emissies van gewasresten of moerige gronden. Voor een emissiebeprijzing worden de indirecte emissies uitgesloten, waardoor slechts een beperkt deel van de emissies binnen de scope valt van een uitgewerkt beprijzingsstelsel. Een CO₂-beprijzing blijkt in het model geen significante invloed uit te oefenen op de keuze voor specifieke transitiepaden binnen deze sector. Hoewel biologische landbouw als transitiepad naar voren komt, wordt de omschakeling hiernaar beperkt door marktomstandigheden.

Voor de akkerbouw lijkt het toepassen van een CO₂-heffing daarom niet verstandig, aangezien andere beleidsdoelen, zoals met betrekking tot stikstofuitspoeling (waterkwaliteit), biodiversiteit en gewasbeschermingsmiddelen, voor deze sector mogelijk onvoldoende aandacht krijgen wanneer de focus primair op CO₂-reductie ligt. Gezien deze overwegingen verdient het aanbeveling om voor akkerbouwbedrijven een vrijstelling in te voeren waardoor zij effectief worden uitgesloten van de heffing, of om de gehele akkerbouwsector buiten het bereik van een CO₂-beprijzingssysteem te houden.

Appendix 1: Emissies in scope van model

In deze appendix staat een overzicht van de emissies die in scope zijn van in ons model doorge-rekende varianten van broeikasgasemissiebeprijzing.

Niet alle directe emissies van de landbouw zijn meegenomen. De kalverhouderij pluimveehou-derij en overige veehouderij zijn niet gemodelleerd. Dit is een modelscope keuze en impliceert niet dat deze sectoren uitgesloten zouden moeten worden van beprijzing. Ook de emissies van CO₂ uit kalk en kunstmest zijn niet inbegrepen. Al deze emissiebronnen zijn aangegeven met een asterisk in onderstaande tabel.

Enkele kleinere emissiebronnen zijn bewust uitgesloten, door de combinatie van hun formaat en het feit dat het lastig is deze te reduceren. Het gaat om o.a. de emissies van histosols en moerige gronden.

Gezamenlijk gaat het om 15.4 Mton van de 18.2 Mton landbouw emissies, ofwel 84% van het totaal. Bijna alle (95%) methaanemissies worden meegenomen en bijna 60% van de lachgase-missies. Indien de met een asterisk aangegeven bronnen ook meegenomen worden zou het stelsel 16.4 Mton ofwel 88% van de emissies omvangen.

	Emissiebron	Emissies in Mton CO ₂ -eq in 2022	Meegenomen [1=ja]	Emissies in scope
<u>Alle BKG</u>	Landbouw excl. glastuin-bouw	<u>18.2</u>		<u>15.4 (84%)</u>
CO ₂	Landbouw	0.3		0.0 (0%)
	Energiegebruik	0.0		0.0
	Kunstmest	0.1	0*	0.0
	Indirecte emissies	0.2	0*	0.0
	Productgebruik	0.0	0	0.0
N ₂ O	Landbouw	4.8		2.8 (59%)
	Rundvee	0.3	1	0.3
	Varkens	0.1	1	0.1
	Pluimvee	0.0	0*	0.0
	Overige dieren	0.0	0*	0.0
	Weidemest	0.6	1	0.6

CH4	Dierlijke mest	1.0	1	1.0
	Kunstmest	0.9	1	0.9
	Processen - bodem en ge- was	0.6	0	0.0
	Indirecte emissies	1.0	0	0.0
	Productgebruik landbouw	0.0	0	0.0
	Particuliere landbouwacti- viteiten	0.3	0	0.0
	Energiegebruik Landbouw	0.0	0	0.0
	Landbouw	13.2		12.6 (95%)
	Energie	0.0	0	0.0
	Particulier incl vuurhaar- den en paarden	0.2	0	0.0
	Rundvee	<u>10.4</u>		<u>10.4</u>
	wv pensfermentatie	8.2	1	8.2
	wv mest in stallen en op- slag	2.2	1	2.2
	wv weidemest	0.0	1	0.0
	wv mestbewerking	0.0	1	0.0
	Varkens	<u>2.2</u>		<u>2.2</u>
	wv pensfermentatie	0.5	1	0.5
	wv mest in stallen en op- slag	1.3	1	1.3
	wv weidemest		1	0.0
	wv mestbewerking	0.4	1	0.4
	Pluimvee	<u>0.1</u>		<u>0.0</u>
	wv pensfermentatie			0.0
	wv mest in stallen en op- slag	0.1	0*	0.0
	wv weidemest			0.0
	wv mestbewerking	0.0	0*	0.0
	Overige dieren	<u>0.3</u>		<u>0.0</u>
	wv pensfermentatie	0.3	0*	0.0
	wv mest in stallen en op- slag	0.0	0*	0.0
	wv weidemest	0.0	0*	0.0

Appendix 2: Geraadpleegde experts en klankbordgroep

Gedurende dit traject zijn verschillende experts geraadpleegd om de bevindingen te toetsen en te onderzoeken aan welke (conceptuele) onderwerpen gedacht moet worden. Er zijn zowel klankbordgroepbijeenkomsten als interviews met experts geweest. We bedanken al deze experts voor hun inbreng tijdens een of meerdere van deze bijeenkomsten en hebben de inbreng als zeer nuttig ervaren. Kalavasta is eindverantwoordelijke voor het verwerken en correct interpreteren van de geleverde input in het model of deze eindrapportage.

Voor de klankbordgroep zijn er drie meetings geweest om achtereenvolgens het volgende te bespreken

1. Conceptuele ontwerp beprijzingsstelsel
2. Modelopzet
3. Conceptrapportage

De input van de klankbordgroep hebben we meegenomen in het model en de rapportage. De volgende personen maken deel uit van de klankbordgroep:

Naam	Organisatie
Erwin Haveman	LTO
Oege Jacob Brouwer	Melkvee DZK
Alfred van Lenthe	Varkens, CoViVa
Corné Kempenaar	BO Akkerbouw
Joan Reijs, Alfons Beldman	WUR
Dianne Kroeze	RVO
Huibert Maurice	NVWA
Cees van den Bos	Rabobank
Henk Westhoek	PBL
Berthe Brouwer	Natuur&Milieu

Daarnaast hebben we nog gesproken met een aantal externe experts, te weten

- Erica Huijer, EZK/KGG, over de juridische haalbaarheid
- Tjarda van de Vijver, Advocates for the Future, over de juridische haalbaarheid
- Edwin Nijdam, Frank Dinnissen & Lotte Wollerich, RVO, over de uitvoeringstechnische haalbaarheid
- Michael Svarer (voorzitter Deense expertgroep voor CO₂-beprijzing), over algemenere overwegingen in de vormgeving van een beprijzingstelsel en het Deense stelsel specifiek
- John van de Hoef, Rabobank, over transitiepaden en overstapsstrategieën voor boeren
- Roel Jongeneel, WUR, over de bedrijfstypen en transitiepaden

Hun overwegingen en commentaar hebben we ook meegenomen in de evaluatie en rapportage.

Appendix 3: Vergelijking basisuitkomsten

In deze appendix vergelijken we per subsector (achtereenvolgens melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw) een aantal van de uitkomsten met de uitkomsten uit andere bronnen. We vergelijken achtereenvolgens

- Het bedrijfsresultaat en de emissies per bedrijfstype met de uitkomsten van de WUR bedrijfstypen studie
- De totale sectoremissies met de emissies van Emissieregistratie (naar emissiebron) voor het basisjaar
- De sectorontwikkeling zonder beprijzing met de KEV2024 (ontwikkeling emissies, maar ook dieren aantallen)

Melkveehouderij

Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie

Voor deze studie hebben we grotendeels de bedrijfstypen en transitiepaden overgenomen uit de studie "*Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw*". Tabel 28 toont de verschillen in inkomsten en emissies tussen beide studies voor de uitgangssituatie. Deze verschillen zijn hoofdzakelijk te verklaren door de afwijkende scope van meegenomen emissies en de gehanteerde financiële kengetallen.

Tabel 28: Vergelijking inkomsten uit normale bedrijfsvoering en broeikasgasemissies in de WUR-studie en deze studie.

Bedrijfstypen		WUR (Huidig)	WUR (Toekom- stige basis)	Hier	Delta met toekomstige basis	
1	Veen extensief	Bedrijfsresultaat	68k	49k	82k	33k
		Emissies*	1,063 t	1,042 t	690 t	352 t
2	Veen intensief	Bedrijfsresultaat	120k	88k	121k	33k
		Emissies	1,429 t	1,400 t	915 t	485 t
3	Klei extensief	Bedrijfsresultaat	77k	53k	134k	81k
		Emissies	927 t	918 t	797 t	121 t
4	Klei intensief	Bedrijfsresultaat	73k	45k	117k	72k
		Emissies	1,109 t	1,098 t	910 t	188 t
5	Zand extensief klein	Bedrijfsresultaat	41k	25k	77k	52k
		Emissies	616 t	604 t	523 t	81 t
6	Zand extensief groot	Bedrijfsresultaat	101k	66k	163k	97k
		Emissies	1,064 t	1,032 t	904 t	128 t
7	Zand intensief klein	Bedrijfsresultaat	36k	17k	41k	24k
		Emissies	597 t	573 t	481 t	92 t
8	Zand intensief groot	Bedrijfsresultaat	97k	54k	132 k	78k
		Emissies	1,296 t	1,257 t	1,085 t	172 t

*Berekend op basis van CO₂-eq emissies/ha/jaar x (hectare grasland + hectare bouwland)

Voor alle bedrijfstypen hanteren we lagere emissies dan de WUR-studie, met een delta van 86 ton CO₂-eq emissies tot 485 ton CO₂-eq emissies.

De grootste discrepantie tussen de studies is dat veenoxidatie wordt meegenomen in de emissieberekeningen van WUR. Deze emissies vallen echter buiten scope voor dit onderzoek omdat melkveehouders hier geen invloed op kunnen uitoefenen. Dit zou verantwoordelijk zijn voor het grootste deel van de delta van 352-485 ton CO₂-eq.

Daarnaast zorgen verschillende aannames over bijvoorbeeld rantsoen voor afwijkende emissieberekeningen. Zowel onze studie als het FARMDYN-rekenmodel van WUR maken gebruik van de uitgangspunten en berekeningswijze die worden gehanteerd in de KringloopWijzer. De KringloopWijzer bevat onder andere emissiefactoren, VEM- en gDVE-waarden voor verschillende voertypen. Voor het opstellen van de specifieke rantsoenpakketten hebben wij echter een eigen benadering gehanteerd, gebaseerd op de energie- en eiwitbehoefte van jongvee en melkkoeien zoals beschreven in het Handboek Melkveehouderij. De samenstelling van de rantsoenpakketten in het FARMDYN-model zal naar verwachting afwijken van onze methodiek.

Er is een verschil van 24-81k euro in inkomsten tussen de twee studies. Voor alle bedrijfstypen berekenen wij hogere inkomsten dan de toekomstige basis van de WUR. Dit verschil ontstaat doordat WUR financiële kengetallen uit 2021 gebruikt, terwijl wij waar mogelijk rekenen met een historisch 10-jarig gemiddelde. Opvallend is dat wij lagere inkomsten berekenen voor veengrond ten opzichte van de huidige WUR-basis. Dit komt doordat we in onze basisberekening de kosten voor een peilverhoging van 20 cm in veenweidegebieden meenemen. We hebben hiervoor gekozen omdat veenbedrijven zonder deze maatregel alleen bij zeer hoge CO₂-beprijzing zullen investeren in transitiepaden en overige maatregelen, aangezien de kosten voor peilverhoging anders prohibitief hoog zijn.

Ons rekenmodel richt zich primair op de verschillen van bedrijfsresultaat in inkomsten en emissies tussen de uitgangssituatie en de transitiepaden. De absolute verschillen in basis emissies en inkomsten tussen beide studies zijn daarom van ondergeschikt belang voor onze conclusies.

Vergelijking emissies met Emissieregistratie

De sectoremissies berekend in ons model wijken ook af van de emissies uit de Emissieregistratie.⁸⁷ Hierbij kijken we uitsluitend naar de pensfermentatie-emissies en emissies uit mest; bemestingsemisies worden in de Emissieregistratie niet naar sector uitgesplitst.

Voor ons rekenmodel hebben we een basisjaar van 2024 gehanteerd. Om de emissies goed te kunnen vergelijken met de 2022-gegevens uit de Emissieregistratie, moeten we twee belangrijke aanpassingen maken op de standaard basisdoorrekening: het toevoegen van de stikstofderogatie en het terugschalen van het totaal aantal bedrijven naar de 2022-niveaus.

Sinds 2006 heeft Nederland een derogatie gekregen op de hoeveelheid dierlijke mest die op het land uitgereden mag worden. De afbouw van deze derogatie begon in 2023 en loopt tot eind 2025. Qua emissies zorgt de afbouw van de derogatie voor minder emissies uit mestopslag en voor meer emissies uit vergisting en be(ver)werking, omdat minder mest nu kan worden uitgereden (mest wordt ~6 maanden opgeslagen voordat het wordt uitgereden⁸⁸) en centraal verwerkt moet worden. We hebben de derogatie in de standaard doorrekening uitgezet.

⁸⁷ WUR (2024): Raming van luchtemissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040

⁸⁸ RIVM (2024): Methodology for the calculation of emissions from agriculture

Bovendien zijn er tussen 2022 en 2024 780 bedrijven uit de sector verdwenen. Omdat we sector-emissies berekenen op basis van *aantal bedrijven × emissies per bedrijf*, heeft deze vermindering een grote impact op de totale emissies. Voor een goede vergelijking met de emissies uit de Emissieregistratie moeten we dus naar de variant '2022 – stikstofderogatie' kijken. De emissies van de Emissieregistratie, van onze standaard doorrekening en voor de variant '2022 – stikstofderogatie' zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 29: Broeikasgasemissies in kton voor de melkveehouderij voor de jaren 2022 en 2024 zoals gerapporteerd door Emissieregistratie en hier berekend o.b.v. de bedrijfstypen.

Emissies (kton CO ₂ -eq)	Emissie-registratie 2022	2022 – Stikstof derogatie	2024 – Standaard doorrekening
Methaanemissies pens fermentatie	215	239	224
Methaanemissies mest in stallen+opslag	70	76	71
Methaanemissies mest be(ver)werking	0.45	0.41	0.65
Methaanemissies mest vergisting	0.46	0.95	1.45
Methaanemissies weidemest	0.46	0.55	0.52
Lachgasemissies mest in stallen+opslag	0.74	0.71	0.67
Lachgasemissies mest be(ver)werking	0.015	0.013	0.013
Totaal	288	318	300

Er bestaat een verschil van 29 kton methaan emissies en 0.03 kton lachgas emissies tussen de Emissieregistratie en de emissies van het rekenmodel (variant 2022-stikstof derogatie). Er zijn twee hoofdoorzaken voor deze afwijking: verschillen in de methodiek voor het berekenen van pensfermentatie-emissies en de dekking van bedrijfstypen.

De grootste afwijking in emissies betreft de methaanemissies uit pens fermentatie (verantwoordelijk voor 80% van het verschil). In het algemeen volgen wij de emissieramingsmethodes zoals beschreven in de NEMA-methodologie, die ook wordt gebruikt bij de Emissieregistratie.⁸⁹ Voor pensfermentatie-emissies hanteert emissieregistratie echter een Tier 3-benadering met een speciaal ontwikkeld dynamisch simulatiemodel. Het model simuleert de fermentatie- en verteringsprocessen in het maagdarmkanaal van melkvee en berekent methaanproductie op basis van rantsoensamenstelling, voerkwaliteit en voeropname, waarbij ook rekening gehouden wordt met de dynamiek van substraatpools, microbiële biomassa en fermentatieproducten zoals vluchtige

⁸⁹ RIVM (2024): Methodology for the calculation of emissions from agriculture

vetzuren.⁹⁰ Dit model is niet openbaar, dus zijn we voor de pensfermentatie-emissies uitgeweken naar de rekenregels van de Kringloopwijzer. Hier worden met behulp van een emissiefactor per voermiddel (die afhangt van het aandeel snijmaïs in het rantsoen) de pensfermentatie-emissies berekend.⁹¹ Het voordeel van onze methode is dat deze aansluit bij de methode die boeren zelf kunnen gebruiken om hun pensfermentatie-emissies te berekenen. Deze aanpak wordt alleen gebruikt voor melkkoeien; voor de berekeningen van pensfermentatie-emissies van jongvee wordt zowel bij de Emissieregistratie als in ons rekenmodel een Tier 2-benadering gebruikt, waarbij emissies worden berekend op basis van de bruto-energie-inname. Hierbij is de aanname dat 1 kg droge stof een bruto-energiegehalte van 18,45 MJ heeft.

De verschillen in de methode voor de berekening van pensfermentatie hebben ook invloed op de berekeningen van emissies van mest. Omdat er een afwijkende methode gehanteerd wordt voor de berekening van rantsoenpakketten en voeropname, resulteert dit ook in andere hoeveelheden mest. In de 2022-stikstofderogatie-variant komen wij uit op 55,8 Mton rundveemest, terwijl het CBS uitkomt op 55 Mton. Voor de emissies van mest worden de berekeningswijze van mestemissies uit de NEMA gevolgd, met als enige afwijking de behandeling van vergistingsemisies van mono-mestvergisters op bedrijfsniveau. Verwerkte hoeveelheden mest worden in de Emissieregistratie afgeleid van geregistreerde mesttransportgegevens. Deze informatie hebben wij eveneens benut om het vergistingsaandeel binnen centrale mestverwerking te kwantificeren. Aanvullend hebben wij emissies van on-farm mestvergisting gemodelleerd (met gebruik van NEMA-emissiefactoren).

De tweede beperking van onze methodologie betreft de dekking van bedrijfstypen. De 8 bedrijfstypen zijn gemodelleerd naar 'typische' melkveehouderijen en kunnen daarom niet de gehele sector representeren. Bedrijven met een zeer grote of kleine omvang vallen buiten deze typologie. De dekking wordt geschat op 70-80%. In de emissieberekeningen gaan wij ervan uit dat de gehele melkveehouderij door deze 8 bedrijfstypen kan worden beschreven. Dit kan eveneens leiden tot een afwijking in de sector emissies.

⁹⁰ Bannink, A., et al., (2018) A Tier 3 Method for Enteric Methane in Dairy Cows Applied for Fecal N Digestibility in the Ammonia Inventory

⁹¹ Zoals in de vorige sectie is beschreven, hebben wij zelf de rantsoenpakketten samengesteld op basis van grondtype en voerbehoefte van melkvee.

Vergelijking met de KEV2024

We vergelijken de modeluitkomsten zonder beprijzing met de uitkomsten uit de KEV2024, zowel op emissies als op dieren aantallen. De resultaten staan in de tabel hieronder. In de KEV2024 zijn bemestingemissies niet toegekend aan sectoren. Om een vergelijking te maken richten we ons daarom uitsluitend op de methaanemissies. Bemestingemissies zijn voornamelijk lachgasemissies die beperkt toevoegen aan de totale emissies van de melkveehouderij.

Tabel 30: Vergelijkingen enkele uitkomsten van de KEV2024 met modeluitkomsten zonder beprijzing voor de melkveehouderij.

Kentallen melkveehouderij	KEV2024	Hier
Methaanemissies melkveehouderij 2030 [Mton CO ₂ -eq]	6.9	7.5
Methaanemissies melkveehouderij 2035 [Mton CO ₂ -eq]	6.8	6.9
Methaanemissies melkveehouderij 2040 [Mton CO ₂ -eq]	6.6	6.5
Aantal melkvee in 2022	1.57M	1.52M
Aantal melkvee in 2040	1.21M (77%)	1.08M (71%)

De methaanemissies afkomstig van ons rekenmodel komen goed overeen met de uitkomsten van de KEV (vastgesteld en voorgenomen beleid) in 2035 en 2040 (± 0.1 Mton). Wel verschillen de trajecten daarnaartoe.

In 2030 zit er een verschil van 0,6 Mton in de uitkomsten. In de basis is er reeds een belangrijk verschil, zoals ook gesignaleerd in de voorgaande vergelijkingen. De totale melkveehouderij sector zoals beschreven als som van de 8 bedrijfstypen komt uit op een lager aantal koeien en hectares in het basisjaar 2022 dan de statistiek aangeeft. Dit komt doordat dit typische bedrijven zijn, en niet een verdeling van de sector in bedrijfstypen betreft.

Het aantal melkkoeien varieert echter sterker. Dit komt doordat we werken met representatieve bedrijfstypen die voornamelijk middelgrote bedrijven weerspiegelen. Dit verschilt van een representatieve steekproef en zorgt voor een discrepantie met de werkelijke spreiding en heterogeniteit van de Nederlandse melkveehouderijsector. Een belangrijke discrepantie betreft de bedrijfsgrootte. Bijvoorbeeld in 2024 hadden 9,3% van de bedrijven 200+ melkkoeien, terwijl het bedrijfstype met het hoogste aantal melkkoeien in ons rekenmodel 164 koeien heeft (zand intensief groot). Hierdoor worden de totaal aantal melkkoeien vermoedelijk onderschat.⁹²

⁹² CBS, 2025, Bedrijven met melkvee,-geiten en -schape naar grootteklasse, 2000-2024

Varkenshouderij

Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie

Tabel 31: Vergelijking inkomsten uit normale bedrijfsvoering en broeikasgasemissies in de WUR bedrijfstypen en transitiepaden studie en deze studie. Inkomstenverschillen komen hoofdzakelijk door andere kentallen en emissieverschillen door een andere emissiescope, ook gesignaleerd met een asterix in de tabel.

Bedrijfstypen en kenmerken		WUR	Hier	Delta
Gangbaar zeugenbedrijf	Bedrijfsresultaat	144k EUR	77k EUR	67 k EUR
	Emissies*	1880 t	1055 t	825 t
Gangbaar vleesvarkenbedrijf	Bedrijfsresultaat	110k EUR	56k EUR	54 k EUR
	Emissies*	1065 t	1017 t	48 t
Gangbaar gesloten bedrijf	Bedrijfsresultaat	150k EUR	92 k EUR	58 k EUR
	Emissies*	2391 t	1852 t	530 t
1 ster BL zeugenbedrijf	Bedrijfsresultaat	89k EUR	61 k EUR	28 k EUR
	Emissies*	1257 t	734 t	523 t
1 ster BL vleesvarkenbedrijf	Bedrijfsresultaat	177k EUR	60 k EUR	117 k EUR
	Emissies*	1208 t	1155t	53 t
1 ster BL gesloten bedrijf	Bedrijfsresultaat	174k EUR	76 k EUR	98 k EUR
	Emissies*	1860 t	1455 t	405 t

Ook voor de varkenshouderij zijn er verschillen tussen de uitkomsten in de WUR-studie en deze studie. Doordat in deze studie gebruik gemaakt wordt van de uitgangspunten van de bedrijfstypen uit de WUR-studie, maar met financiële kentallen hoofdzakelijk uit de KWIN2024-2025 komen en ook de emissiescope anders is, verschillen de berekende inkomsten en emissies in de vertreksituatie. Hieronder staat een vergelijking van het netto bedrijfsresultaat alsook de emissies in de WUR-studie en in deze studie.

De inkomsten en emissies verschillen significant tussen de studies voor dezelfde bedrijfstypen. In de regel zijn beide hoger in de WUR-studie. Dit heeft echter diverse verklaringen.

Wat betreft de emissies bevat de WUR-studie ook de upstream (scope 3) emissies uit voerproductie en verandering in landgebruik. Deze emissies worden hier niet meegenomen omdat ze buiten scope vallen. Anderzijds worden in onze studie de emissies van mestverwerking wel meegenomen, terwijl deze niet in de WUR-studie worden meegenomen. Het relatieve totale emissieverschil is het grootst voor de zeugenbedrijven en vrij beperkt voor vleesvarkensbedrijven.

De inkomens liggen hoger in de WUR-studie dan hier. De inkomens uit de normale bedrijfsvoering van de WUR zijn het gemiddelde van de jaren 2018 tot en met 2021. Zowel de kosten als prijzen zijn sindsdien toegenomen. In onze studie wordt gerekend met de KWIN2024-2025 cijfers voor kentallen als voer, welke het gemiddelde van de periode 2019 tot en met 2023 zijn. De jaren 2022 en 2023 kennen prijzen die tot 40% hoger zijn dan het gemiddelde van 2019 tot en met 2021. In ons model geeft dat netto een reductie in de bedrijfsresultaten. Het is niet mogelijk om deze uitkomsten rechtstreeks te vergelijken, maar met een aanvullende analyse zouden de historische prijzen in het model ingeladen kunnen worden om een vergelijking te maken.

Ons rekenmodel richt zich primair op de verschillen van bedrijfsresultaat in inkomsten en emissies tussen de uitgangssituatie en de transitiepaden. De absolute verschillen in basis emissies en inkomsten tussen beide studies zijn daarom van ondergeschikt belang voor onze conclusies

Vergelijking emissies met Emissieregistratie

We vergelijken verder de emissies in het basisjaar met de emissies die voor 2022 gerapporteerd zijn door Emissieregistratie. Daartoe vermenigvuldigen we het aantal bedrijven per type o.b.v. CBS-kentallen in 2022 (en verder o.b.v. 80% gangbaar en 20% 1 ster Beter Leven) met het de berekende emissies per bedrijfstype (zoals opgenomen in Tabel 32). Verder hanteren we de emissieraming methodes zoals beschreven in de NEMA-methodologie (die ook voor de Emissieregistratie gebruikt wordt).⁹³ De aannames rond het deel van de uitgescheiden mest die bewerkt wordt volgt uit de emissieraming van het NEMA voor het jaar 2022.⁹⁴ De resultaten staan in de tabel hieronder.

Tabel 32: Broeikasgasemissies in kton CO₂-equivalenten voor de varkenshouderij voor het jaar 2022 zoals gerapporteerd door Emissieregistratie en hier berekend o.b.v. de bedrijfstypen

Emissies naar bron in kton CO ₂ -eq in 2022	Emissieregistratie	Hier
Methaanemissies stal en opslag	1300	1306
Methaanemissies mestbewerking	372	368
Methaanemissies mestvergisting	33	23
Methaanemissies pensfermentatie	483	472
Lachgasemissies stal en opslag	31	32
Lachgasemissies mestbewerking	48	45
Totaal	2256	2256

Over het algemeen komen de hier berekende emissies goed overeen met de door Emissieregistratie gerapporteerde emissies. Voor mestvergisting vallen de emissies lager uit, mogelijk dat

⁹³ RIVM (2024): Methodology for the calculation of emissions from agriculture

⁹⁴ WUR (2024): Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022

het percentage vergiste mest onderschat wordt of tussentijdse emissies van opslag ook meegenomen worden. Verder is deze reconstructie van de sector met zes bedrijfstypen natuurlijk een versimpeling, en komen deze emissies tot stand door een grotere verscheidenheid aan bedrijven.

Vergelijking met de KEV2024

We vergelijken de modeluitkomsten zonder beprijzing met de uitkomsten uit de KEV2024, zowel op emissies als op dieren aantallen. De resultaten staan in de tabel hieronder.

Tabel 33: Vergelijkingen enkele uitkomsten van de KEV2024 met modeluitkomsten zonder beprijzing voor de varkenshouderij.

Kentallen varkenshouderij	KEV2024	Hier
Emissies varkenshouderij 2030 [kton CO ₂ -eq]	1873	1863
Emissies varkenshouderij 2035 [kton CO ₂ -eq]	1846	1823
Emissies varkenshouderij 2040 [kton CO ₂ -eq]	1835	1734
Aantal vleesvarkens in 2040	4.1M	4.2M
Aantal fokzeugen in 2040	625k	704k

De broeikasgasemissies die berekend worden in ons model liggen over het algemeen zeer dicht bij de KEV2024 waardes, met voor de jaren 2030 en 2035 een afwijking van maximaal 1%, altijd aan de onderkant. De afwijking neemt echter toe en is in 2040 iets groter. In het model zien we dat in de laatste jaren (2038 en 2039) vrijwel alle bedrijven die het kunnen, al uitgebreid hebben en dat daardoor niet alle beschikbare rechten gebruikt worden. Hierdoor ontstaat een emissie-reductie van 52 kton. Indien we deze niet meenemen, zouden de emissies in 2040 1786 kton bedragen, wat een paar procent lager is dan de 1835 kton waar PBL op uitkomt. Over het algemeen zijn de resultaten dus in goede overeenstemming.

Qua dieren aantallen in 2040 komen wij op licht hogere waardes. Vermoedelijk wordt er in ons model meer mest vergist, waardoor de emissies per dier lager liggen en de totale emissies uiteindelijk ook iets lager uitvallen.

Akkerbouw

Vergelijking basisuitkomsten met WUR-bedrijfstypen studie

Op basis van de uitgangspunten en kentallen is het mogelijk om de uitkomsten van de doorrekening te vergelijken met die van de WUR-studie.⁹⁵ Het exact nabootsen van de uitkomsten is echter geen doel op zich voor deze studie. Door afwijkende keuzes in kentallen, databronnen en modelleringsmethoden zijn er namelijk verschillen te verwachten in de absolute uitkomsten tussen beide studies. Dit is geen probleem, omdat het in deze studie vooral gaat om het berekenen van verschillen in bedrijfsresultaat tussen verschillende scenario's en het analyseren van de keuzes die akkerbouwers vervolgens maken op basis van deze verschillen. De vergelijking met de WUR-studie dient daarom primair als controle op de orde van grootte en de richting van effecten, niet als exacte validatie van absolute cijfers.

In de Tabel 34 worden de belangrijke uitkomsten binnen deze studie weergegeven met betrekking tot de WUR-studie. De uitkomsten tussen de studies verschillen in sommige gevallen sterk en in andere minder.

⁹⁵ R. Jongeneel et al. (2024) Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw

Tabel 34. Bedrijfstypen voor de akkerbouw, gebaseerd op WUR (2024). Het resterende percentage areaal wordt toegeschreven aan overige gewassen.

Bedrijfsresultaat en emissies		WUR huidig (2024)	WUR toekomstig basis	Deze studie	Verskil met toekomstig basis
Graan	Bedrijfsresultaat	85k	74k	45k	27k
	Emissies	107 t	115 t	47 t	68 t
Pootaardappel	Bedrijfsresultaat	141k	115k	284k	-169k
	Emissies	183 t	196 t	71 t	125 t
Consumptie-aardappel	Bedrijfsresultaat	133k	120k	100k	20k
	Emissies	109 t	117 t	48 t	69 t
Zetmeelaardappel	Bedrijfsresultaat	84k	63k	61k	2k
	Emissies	157 t	168 t	65 t	103 t
Overig	Bedrijfsresultaat	41k	32k	90k	-58k
	Emissies	82 t	88 t	31 t	57 t

Het pootaardappelbedrijf en het overige bedrijf op zandgrond vertonen de grootste verschillen in inkomsten ten opzichte van andere bedrijfstypen. Deze afwijking wordt voornamelijk veroorzaakt door variaties in gehanteerde productprijzen en de selectie van kostenposten die in de berekening worden opgenomen. Voor het pootaardappelbedrijf bestaat onvoldoende inzicht in de specifieke afschrijvingen en investeringsbedragen die afwijken van andere akkerbouwbedrijven. De BINternet-cijfers bieden hierover geen transparantie. Deze beperkte informatievoorziening over de kostentoerekening resulteert waarschijnlijk in een onderschatting van de werkelijke kosten voor dit bedrijfstype. Het relatief gunstige bedrijfsresultaat dat uit de berekeningen naar voren komt, kan daarom mogelijk een vertekend beeld geven van de werkelijke economische situatie.

De gerapporteerde broeikasgasemissies vertonen aanzienlijke verschillen tussen studies, wat voornamelijk komt door verschillen in systeemafbakening. De WUR-studie hanteert een bredere scope door zowel directe als indirecte emissiebronnen mee te nemen. Naast emissies uit machinergebruik (voornamelijk diesilverbruik) worden ook indirecte emissiebronnen zoals mineralisatie van moerige gronden, uitspoeling en emissies van gewasresten meegerekend. Deze indirecte

bronnen vertegenwoordigen ongeveer de helft van de totale lachgasemissies in de landbouwsector.⁹⁶

In de huidige studie is gekozen voor een beperktere afbakening van emissies, waarbij uitsluitend directe emissiebronnen worden belast, conform de methodologie beschreven in de Conceptuele vormgeving. Voor de akkerbouwsector betekent dit concreet dat alleen de directe emissies uit mesttoepassing worden meegenomen, waaronder kunstmest, dierlijke mest en compost. Deze methodologische keuze resulteert in een belastbare emissie van circa 700-900 kg CO₂-equivalenten per hectare. De werkelijke lachgasemissies liggen ongeveer twee keer zo hoog wanneer indirecte bronnen worden meegerekend, waarbij ook de emissies uit brandstofgebruik nog niet zijn inbegrepen.

Vergelijking emissies met Emissieregistratie

Een directe vergelijking met de gerapporteerde emissies uit emissieregistratie biedt geen goede basis voor het inschatten van de totale broeikasgasemissies uit de akkerbouwsector. De belangrijkste complicatie ontstaat doordat emissiedata voor bouwland en grasland niet gescheiden worden geregistreerd.⁹⁷ Emissies uit bemesting worden als geaggregeerde waarde gepresenteerd, waardoor een nauwkeurige toerekening aan specifieke teeltsystemen geen eenvoudige opgave is.

Het CBS heeft recent een benadering gehanteerd door emissies te categoriseren op basis van productgroepen.⁹⁸ In deze benadering worden verschillende databronnen gebruikt en een rekenmodel om de mest toe te delen aan verschillende landbouwproductgroepen. De analyse resulteert in een geschatte emissie van ongeveer 1 megaton CO₂-equivalenten voor de akkerbouwsector, inclusief CO₂-emissies uit machinegebruik en de CO₂-emissies die vrijkomen door het toepassen van kunstmest. De lachgasemissies alleen bedragen circa 0,7 megaton. Deze cijfers corresponderen met de WUR-studie, die een emissiefactor van ongeveer 2 ton per hectare rapporteert. Bij een akkerbouwareaal van ongeveer 500 duizend hectare resulteert dit eveneens in circa 1 megaton.

In deze studie komen we uit op een lagere emissie van ongeveer 0,4 Mton voor 2023, gebaseerd op de directe emissiebronnen uit het toepassen van mest. Dit verschil wordt verklaard door de gehanteerde systeemafbakening: emissies uit machinegebruik worden toegerekend aan de mobiliteitssector in plaats van de landbouwsector, en indirecte emissiebronnen zoals gewasresten en mineralisatie van moerige gronden blijven buiten beschouwing. De emissies die wel worden

⁹⁶ WUR (2023) Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021. Deze inschatting is gebaseerd op tabel 9.2 uit het rapport.

⁹⁷ Emissieregistratie (2025) Emissieregistratie, datareeks 1990-2022 Definitief

⁹⁸ CBS (2024) Emissies van de Nederlandse landbouw naar productgroepen

meegenomen zijn de directe CO₂-emissies van kunstmest en de lachgasemissies van kunstmest, dierlijke mest en compost.

Vergelijking met de KEV2024

Voor de akkerbouw hebben we geen vergelijking met de KEV2024 gemaakt omdat de emissies van bemesting niet aan sectoren toebedeeld zijn.



EINDRAPPORT

Publieksrapportage Herijking CO₂-heffing glastuinbouw

Door Berenschot en Kalavasta, in
opdracht van het ministerie van
Financiën

72184 - 8 september 2025

Een samenwerking tussen **Berenschot** en



Kalavasta
Climate Neutral Strategies

EINDRAPPORT

Publieksrapportage Herijking CO₂-heffing glastuinbouw

Door Berenschot en Kalavasta, in opdracht
van het ministerie van Financiën

Rutger Bianchi, Merel van Leeuwen (Berenschot)
Sander Kempkes en Izzy Cronin (Kalavasta)

72184 - 8 september 2025

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	4
------------------------------	---

Inleiding	7
-----------------	---

HOOFDSTUK 1

Een schets van de glastuinbouwsector en relevante beleidsinstrumenten.....	9
---	----------

1.1 Beschrijving van de glastuinbouwsector.....	10
1.2 Heterogeniteit van de sector vatten in model.....	10
1.3 Zoom-in op de emissies van de glastuinbouwsector	10
1.4 Introductie van beleidsinstrumenten	12

HOOFDSTUK 2

Uitkomsten doorrekening beleidsscenario's	14
---	-----------

2.1 Het nul- en basisscenario	15
2.2 Het rijksscenario.....	16
2.3 Subvariant van het rijksscenario	18

HOOFDSTUK 3

Gevolgen voor de sector	20
--------------------------------------	-----------

3.1 Impact van de maatregelen op de CO ₂ -emissies in de glastuinbouw.....	21
3.2 Warmtelevering in 2030 per beleidsscenario.....	21
3.3 CO ₂ -abatementscurve.....	22
3.4 Uitkomsten voor verschillende bedrijfstypen	24
3.5 Limiterende factoren en randvoorwaarden	29

HOOFDSTUK 4

Gevoeligheden en onzekerheden	34
--	-----------

4.1 Gevoeligheidsanalyse	35
4.2 Kwalitatieve duiding van gevoeligheden	39

Bijlagen.....	42
---------------	----

BIJLAGE 1

Achtergrond model, aannames en uitkomsten.....	43
---	-----------

B1.1 Achtergrond en ontwikkeling van het model.....	43
B1.2 Modelbeschrijving	44
B1.3 Aanpassingen naar aanleiding van verschillenanalyse PBL.....	51
B1.4 Energieprijzen	52
B1.5 Energiebelastingtarieven.....	52
B1.6 Bijmengverplichting	53
B1.7 ETS2.....	56
B1.9 Regionalisatie	57
B1.10 Netcongestie	59
B1.12 Energiekosten bedrijfstypes	61

BIJLAGE 2

Het doorlopen proces.....	67
----------------------------------	-----------

B2.1 Twee klankbordsessies gedurende het herijkingstraject.....	67
B2.2 Meerdere bijeenkomsten met de begeleidingscommissie.....	67

Managementsamenvatting

Het Ministerie van Financiën heeft Berenschot en Kalavasta in het najaar van 2024 gevraagd voor een herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw. Deze studie betreft:

1. een herijking van het tariefpad van de CO₂-heffing in de glastuinbouwsector ten opzichte van de eerdere publicatie op Prinsjesdag 2024. Aanleiding voor deze analyse is dat de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV2024) op basis van de eerder berekende heffingshoogte door Berenschot en Kalavasta aangaf dat de kans zeer klein is dat het restemissiedoel van de sector van 4,3 Mton (megaton) CO₂-equivalenten in 2030 wordt gehaald. Dit creëerde de behoefte om beide modellen met elkaar te vergelijken en eventueel bij te stellen.
2. doorrekening van verschillende beleidspakketten op basis van de Voorjaarsbesluitvorming van het kabinet (in april 2025). Deze beleidspakketten hebben als doel om het emissiereductiedoel voor 2030 te halen. De analyse geeft inzicht in de consequenties van de beleidspakketten voor energiebelastingtarieven en compensatie en benadrukt zowel de technische als beleidsmatige randvoorwaarden en bevat aanbevelingen voor periodieke evaluatie en bijstelling van beleid.

Herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw

Op basis van de herijking blijkt dat de heffingshoogte om op het restemissiedoel van 4,3 Mton CO₂ equivalent uit te komen, stijgt van de oorspronkelijke 17,70 euro/ton CO₂ naar 53,15 euro/ton CO₂ in 2030.

- Heffingshoogte van 17,70 euro/ton CO₂ (nulscenario). Dit is de hoogte die in de wet is opgenomen voor 2030. Deze regeling is per 1 januari 2025 ingegaan, start op 9,50 euro/ton en groeit lineair in. Deze hoogte is gebaseerd op de tariefstudie van Berenschot en Kalavasta die in 2024 is uitgevoerd en gepubliceerd.
- Herijkte heffingshoogte van 53,15 euro/ton CO₂ (basisscenario). Eind 2024 en begin 2025 hebben Berenschot/Kalavasta een verschillenanalyse uitgevoerd tussen het rekenmodel van PBL en het rekenmodel van Berenschot/Kalavasta.

Naar aanleiding van deze analyse zijn verschillende modelwijzigingen doorgevoerd. Tussentijds is hiervan ook een tussenuitkomst van 42,50 euro/ton CO₂ opgenomen in een kamerbrief¹ die input is geweest voor de voorjaarsbesluitvorming. Na de berekeningen die input waren voor de voorjaarsbesluitvorming, zijn op basis van aanvullende inzichten uit de klankbordgroep verdere modelaanpassingen en verfijningen in de methodiek doorgevoerd. Daardoor is de finaal berekende heffingshoogte op 53,15 euro/ton CO₂ uitgekomen.

Doorrekening van beleidspakketten op basis van voorjaarsbesluitvorming

In dit onderzoek zijn vier scenario's doorgerekend die allemaal op basis van verschillende beleidsmaatregelen toewerken naar prikkels zodat de glastuinbouwsector in 2030 op het sectordoel uitkomt. Hierbij is het "rijksscenario" de uitkomst van de voorjaarsbesluitvorming, de andere scenario's geven inzicht in hoe het rijksscenario zich verhoudt tot het huidige beleid (het nulscenario), de herijking van huidig beleid op basis van nieuwe omstandigheden en aannames (het basisscenario) en een subvariant van het rijksscenario.

Rijksscenario

In het rijksscenario is een andere set aan beleidsmaatregelen van toepassing dan in voorgaand onderzoek. Zo gaan zowel het Emissiehandelssysteem 2 (ETS2) als de bijmengverplichting groen gas gelden voor de glastuinbouwsector per 1 januari 2027. Daarnaast heeft het kabinet besloten om de sector hiervoor te compenseren tot de hoogte van het nieuwe tarief voor de CO₂-heffing die nodig is om het restemissiedoel van de sector in 2030 (4,3 Mton) met voldoende zekerheid te behalen. Een aparte CO₂-heffing glastuinbouw is hierdoor niet meer nodig en wordt per 2027 afgeschaft. Het kabinet beoogt deze compensatie vorm te geven via een verlaging van de energiebelastingtarieven en een compensatieregeling.

¹ Eerste Kamer, vergaderjaar 2024–2025, 32 140, AF

Tabel 1. **Verlaagde aardgasbelastingtarieven voor de glastuinbouw (rijksscenario) in cent/m³, om de extra kosten voor de bijmengverplichting groen gas te compenseren. De lichtoranjegekleurde waarden zijn de verlaagde tarieven, de donkeroranjegekleurde waarden zijn de maximaal verlaagde tarieven.**

Verder verlaagde belastingtarieven in cent/m ³	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Schijf 1 huidig (t/m 170.000 m ³)	13,298	17,512	17,512	17,512	17,687	18,315	26,326	34,338	42,350	50,362	58,374
Schijf 2 huidig (170.000 - 1 mln m ³)	13,576	15,434	15,434	15,434	15,434	15,434	19,525	23,616	27,707	31,798	35,888
Schijf 3 huidig (1 - 10 mln m ³)	20,347	20,793	11,597	12,728	10,247	7,080	10,422	13,763	17,105	20,447	23,789
Schijf 4 huidig (> 10 mln m ³)	5,385	5,163	5,156	5,160	5,334	5,457	5,457	5,457	5,457	5,457	5,457

Uitkomsten energiebelastingtarieven op basis van het rijksscenario

De verlaging van de energiebelastingtarieven die nodig is om de kosten van de bijmengverplichting groen gas tot en met 2030 volledig te compenseren is weergegeven in tabel 1.² De verlaging bestaat uit twee onderdelen, namelijk 1) de bestaande tarieven in schijf 1 en 2 later uitfasen en 2) een nieuw verlaagd tarief in schijf 3. Ter vergelijking, de kosten voor de bijmengverplichting zijn 6 ceNt/m³ in 2030.

Uitkomsten kostencompensatieregeling op basis van rijksscenario

De kostencompensatieregeling compenseert voor de ETS2-kosten tot de hoogte van het benodigde CO₂-tarief om het restemissiedoel te halen. In het rijksscenario worden de meerkosten voor groen gas tot en met 2030 gecompenseerd via lagere belastingen, maar na 2030 is er nog geen concreet beleid. Het kabinet merkt wel op dat het ruim voor 2030 in gesprek gaat met de sector voor nieuwe afspraken.³ Aangezien er op dit moment geen duidelijkheid is over de concrete set aan maatregelen, nemen we die niet mee in de raming van deze rapportage. Het gevolg is dat er een verschil in kosten ontstaat tussen de scenario's na 2030. Er zijn in het rijksscenario meer kosten door de bijmengverplichting.

De resterende kosten voor CO₂ na aftrek van de kostencompensatie vormt de netto-CO₂-prijs, die de daadwerkelijke prijs per ton CO₂-uitstoot voor de glastuinbouw representeert. Het rijksscenario heeft een lagere netto-CO₂-prijs. Dit komt omdat tuinders eerder geneigd zijn te investeren, omdat het model doorrekent tot en met 2040 en tuinders vooruitkijken naar kosten die later gemaakt worden. Het gevolg is dat bij een CO₂-heffing van 53,15 euro/ton (zoals in het basisscenario) de sector het doel voorbijgaat. Aangezien het doel van de CO₂-heffing is om de doelstelling te bereiken (en niet om daar voorbij te gaan), wordt er in het model een lagere netto-CO₂-prijs bepaald voor het rijksscenario. De netto CO₂-prijs in het rijksscenario is berekend op 10,10 euro/ton CO₂. Bij een ETS2-prijs van 54,22 euro/ton (prognose vanuit het Rijk) is de benodigde compensatie daarmee 44,12 euro/ton in 2030.

Twee kanttekeningen zijn hierbij van toepassing. De eerste is dat door de verlaagde netto CO₂-heffing de kosten voor tuinders pas vanaf ongeveer 2031 significant stijgen ten opzichte van 2025. Door een andere verdeling van de kosten in het rijksscenario (relatief lagere kosten voor 2031, relatief hogere kosten vanaf 2031) kan er sprake zijn van het tactisch uitstellen van investeringen totdat de kosten significant hoger worden in 2031. Deze dynamiek kan niet goed meegenomen worden in het model, maar kan in de praktijk leiden tot het niet bereiken van het emissiereductiedoel. De tweede kanttekening bij deze tariefhoogte is dat er op dit moment geen beleid bestaat voor compensatie vanaf 2031. Als dit beleid concreet wordt gemaakt, dan gaat de benodigde netto CO₂-prijs dus omhoog richting 53,15 euro/ton uit het basisscenario. Er zal dus meer duidelijkheid moeten komen over het compensatiebeleid na 2030 om de modeluitkomst van 10,10 danwel 53,15 euro/ton valide te laten zijn.

Subvariant rijksscenario

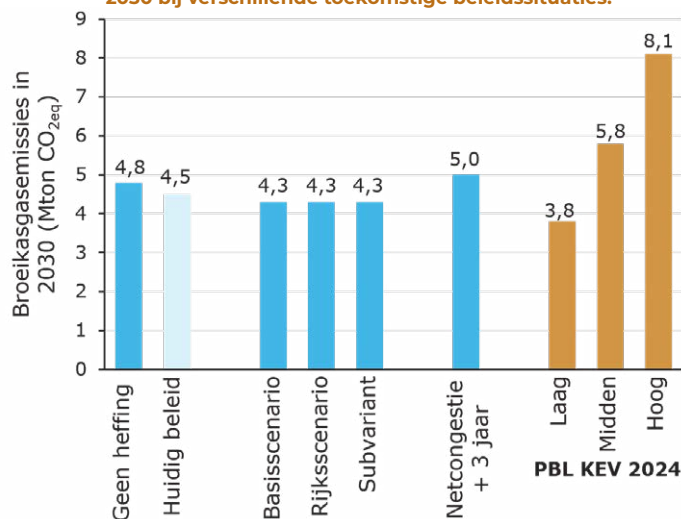
De subvariant van het rijksscenario laat zien welke verlaagde energiebelastingtarieven (aanvullend op de verlaagde tarieven om de bijmengverplichting te compenseren) ETS2 kunnen compenseren tot het benodigde tarief om het 2030-restemissiedoel te halen, in het geval dat de kostencompensatieregeling twee jaar later wordt ingevoerd, dus per 1 januari 2029. Uit de berekening volgt dat alle energiebelastingtarieven maximaal verlaagd dienen te worden in de jaren 2027 t/m 2030. De verlaagde tarieven in 2027 en 2028 zijn ontoereikend om de uitgestelde regeling te dekken, waardoor deze twee jaren gekenmerkt worden door een aanzienlijk compensatietekort. In totaal is het compensatietekort 312 miljoen euro. Hierdoor wordt het reductiedoel licht overschreden, maar komt de uitstoot in 2030 afgerond nog steeds uit op 4,3 Mton. Dit is binnen de bandbreedtes van de onzekerheid in het model.

² De verlaging ligt binnen de grenzen van de afspraken in het kader van het Herstel en Veerkracht Plan (HVP). In schijf 1 is het minimale tarief 17,512 cent/m³, in schijf 2 is dit 15,343 cent/m³ en in schijf 3 is het 0,950 cent/m³.

Impact op de sector, gevoeligheden en limiterende factoren

In onderstaande figuur worden in de eerste vijf staven de CO_{2eq}-emissies van de sector in 2030 weergegeven in de verschillende beleidsszenario's. Daarin is te zien dat de uitstoot 4,8 Mton CO_{2eq} betreft als er geen CO₂-heffing is. Als het huidige beleid wordt gevolgd (CO₂-heffing van 17,70 euro/ton in 2030) dan wordt er 0,3 Mton extra uitstootreductie gerealiseerd. In de drie scenario's uit de voorjaarsbesluitvorming wordt nog eens 0,2 Mton extra uitstootreductie behaald, waardoor het restemissiedoel van 4,3 Mton wordt behaald. Indien uitbreidingsinvesteringen van netbeheerders met drie jaar vertragen, komen de emissies van de sector uit op 5,0 Mton. De situatie met een heffing van 17,70 euro/ton is anders dan bij PBL. Dit komt met name doordat in de KEV2024 een hoger energieverbruik in 2030 geraamd wordt dan in het Berenschot/Kalavasta-model. Vanuit de ramingen in de KEV2024 zal er dus meer beleid nodig zijn om de benodigde emissiereductie te realiseren. Uitgebreidere toelichting hierop is terug te vinden in bijlage B1.3. Ook laat figuur 1 zien dat een toename in de netcongestie of uitgestelde investeringen in infrastructuur, ten opzichte van huidige plannen, een sterk belemmerend effect hebben.

Figuur 1. Verwachte broeikasgasemissies van de glastuinbouw in 2030 bij verschillende toekomstige beleidssituaties.



Gevoeligheidsanalyse

In de gevoeligheidsanalyse hebben we gekeken naar het effect van veranderende omstandigheden op de netto-CO₂-prijs in het rijksscenario. We merken op dat het model veel gevoeligheden kent en dat kleine aanpassingen grote gevolgen kunnen hebben. De parameters met een hoge impact op de benodigde netto-CO₂-heffing om het restemissiedoel van 4,3 Mton in 2030 te halen, kunnen worden ingedeeld in drie categorieën:

- Beleidsonzekerheid:
 - het wegvallen van de SDE++-subsidie vanaf 2027.
- Endogene onzekerheid:
 - toename in energie-intensiteit,
 - uitstel van investeringsplannen om netcongestieproblematiek op te lossen en
 - omvang van de sector.
- Modelonzekerheid:
 - het verlengen van de investeringsbereidheid van tuinders naar vijftien jaar.

Daarbij doet dit onderzoek geen uitspraken over de doelmatigheid van de scenario's. Er is niet gekeken naar het effect op de rentabiliteit van de sector en de verschillende bedrijfstypen. Ook houdt het model geen rekening met mogelijke markttuitreding van tuinders die de verhoogde lasten niet kunnen dragen.

Limiterende factoren

In de huidige modelberekeningen die zijn gebruikt om te komen tot de herijking van het basisscenario en de berekening van het rijksscenario zijn verschillende limiterende factoren van toepassing, namelijk:

- subsidie beschikbaarheid van de SDE++,
- toegang tot voldoende netcapaciteit en
- de beschikbaarheid van CO₂.

Voor deze limiterende factoren zijn inschattingen gedaan omtrent beschikbaarheid en daarmee in welke mate ze limiterend zijn. Actief beleid om te voorkomen dat deze factoren een belemmering vormen dient aanbeveling om voorgestelde beleidspakketten en uitkomsten effectief te laten zijn.

Aanbevelingen over herijking

Zowel de parameters uit de gevoeligheidsanalyse als de limiterende factoren uit voorgaande paragraaf dienen zeer nauwlettend gemonitord te worden, omdat de correctheid van de inputparameters de validiteit van de uitkomsten bepaalt. Als omstandigheden veranderen ten opzichte van hoe deze in het model zijn opgenomen, dient de netto-CO₂-prijs herijkt te worden.

Wij adviseren jaarlijks of in ieder geval elke twee jaar een evaluatie te doen van het beleid en dit indien nodig aan te passen. Als de situatie verandert (bijvoorbeeld netcongestie, toegang tot kapitaal, etc.) heeft dit impact op het handelingsperspectief van de tuinders, en is het beleid mogelijk niet meer passend.

Inleiding

Herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw om het restemissiedoel van 4,3 Mton CO₂-equivalenten in 2030 te behalen

Om de nationale CO₂-reductiedoelen te behalen, kijkt het Rijk per sector op welke manier hierop het beste gestuurd kan worden. Het overgrote deel van de CO₂-uitstoot in de landbouw, gerelateerd aan het energiegebruik, komt van de glastuinbouw, waar aardgas wordt gebruikt ten behoeve van verwarming en verlichting, maar ook waar CO₂ als grondstof voor de teelt wordt ingezet.

Net als alle andere sectoren staat de glastuinbouwsector voor een forse opgave om de CO₂-uitstoot te reduceren. Daarom is het Convenant Energietransitie Glastuinbouw 2022-2030 afgesloten tussen Glastuinbouw Nederland, Greenports Nederland, de staatssecretaris van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), de minister van Klimaat en Groene Groei (KGG) en de staatssecretaris van Belastingen en Douane (FIN). Het convenant is gericht op het behalen van de klimaatdoelen van de glastuinbouw. Het restemissiedoel in het convenant is vastgesteld op 4,3 Mton CO₂-equivalenten voor 2030. Deze doelstelling omvat zowel de directe CO₂-emissies als de methaanemissies die vrijkomen bij de inzet van warmtekrachtkoppeling-installaties (WKK's) alsook aardgasinzet bij de ketel. Om het ambitieuze restemissiedoel te behalen, zijn in het convenant diverse afspraken gemaakt over de ontwikkeling van het benodigde beleidsinstrumentarium. Eén van deze instrumenten is een vlakke CO₂-heffing³, die ondernemers in de glastuinbouw moet stimuleren om energie te besparen en om hun overige warmte-, elektriciteits- en CO₂-behoefte te verduurzamen.⁴

Berenschot en Kalavasta hebben in 2024 een tariefstudie uitgevoerd om de hoogte van de CO₂-heffing vast te stellen, opdat de doelstelling van maximaal 4,3 Mton emissies in 2030 wordt behaald.⁵ Deze berekening is gedaan door de doorontwikkeling van een bestaand rekenmodel, waarbij op basis van kosten wordt gekeken in welke mate er verduurzamingsmaatregelen worden genomen bij een gegeven heffingshoogte. In de huidige wetgeving is, op basis van de uitkomsten van de studie, een CO₂-heffingshoogte opgenomen die ingroeit naar 17,70 euro/ton CO₂ in 2030. Deze start op een hoogte van 9,50 euro/ton CO₂ per 1 januari 2025 en groeit lineair in.

Aanleiding voor deze herijking en focus van rapport

Het ministerie van Financiën heeft Berenschot en Kalavasta in het najaar van 2024 gevraagd voor een herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw. De aanleiding hiervoor is tweedelig. Ten eerste is na de studie van Berenschot en Kalavasta in 2024 de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024 gepubliceerd door PBL.⁶ In de KEV2024 werd de heffingshoogte uit de wetgeving gebruikt voor doorrekeningen, waaruit blijkt dat de sectordoelen waarschijnlijk niet worden gehaald. Deze wettelijke heffingshoogte komt overeen met de hoogte uit de tariefstudie van Berenschot en Kalavasta. Deze ontwikkelingen creëren de behoefte om beide modellen met elkaar te vergelijken en eventueel bij te stellen. Vervolgens kan het tarief worden herijkt met het aangepaste rekenmodel. Ten tweede zijn in de Voorjaarsbesluitvorming van het kabinet (in april 2025) drie nieuwe beleidsscenario's gedefinieerd. Berenschot en Kalavasta zijn gevraagd om deze beleidsscenario's door te rekenen.

3 Een vlakke CO₂-heffing houdt in dat elke kilogram CO₂-uitstoot wordt belast met een vaste prijs.

4 Kamerstuk 32627 (Glas)tuinbouw 32813 Kabinetsaanpak Klimaatbeleid nr. 61, Brief van de minister van landbouw, natuur en voedselkwaliteit (2023). Beschikbaar via <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32627-61.pdf>.

5 Tariefstudie CO₂-heffing glastuinbouw, gepubliceerd op 21-08-2024. Beschikbaar via: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2024/09/17/eindrapportage-tariefstudie-co2-heffing-glastuinbouw/eindrapportage-tariefstudie-co2-heffing-glastuinbouw.pdf>

6 Het rapport Klimaat- en Energieverkenning 2024 is beschikbaar via: [Klimaat- en Energieverkenning 2024 | Planbureau voor de Leefomgeving](https://www.klimaat-en-energieverkenning.nl/)

In het eerste deel van deze vervolgstudie is een *verschillenanalyse* tussen de modellen van PBL en Berenschot/Kalavasta uitgevoerd. Naar aanleiding van deze analyse zijn modelaanpassingen doorgevoerd en getoetst in een klankbordsessie (zie bijlage B2.1). De uitkomsten van de aanpassingen naar aanleiding van de verschillenanalyse zijn opgenomen in bijlage B1.3. De aanpassingen leiden tot een herijking van de tariefstudie.

Het tweede deel van deze vervolgstudie betreft een *nieuwe doorrekening van de beleidsscenario's uit de voorjaarsbesluitvorming*. In het scenario waartoe het Rijk in het voorjaar heeft besloten (hierna: het rijksscenario) gaan zowel het Emissiehandelssysteem 2 (ETS2) als de bijmengverplichting groen gas gelden voor de glastuinbouwsector per 1 januari 2027. Daarnaast heeft het Kabinet besloten om de sector hiervoor te compenseren tot de hoogte van het nieuwe tarief voor de CO₂-heffing die nodig is om het 2030 restemissiedoel van de sector (4,3 Mton) met voldoende zekerheid te behalen. Een aparte CO₂-heffing glastuinbouw is hierdoor niet meer nodig en wordt per 2027 afgeschaft. Het kabinet beoogd deze compensatie vorm te geven via een verlaging van de energiebelastingtarieven en een compensatieregeling.

De belangrijkste uitkomsten van deze herijking zullen daarom ook ingaan op de benodigde:

1. verlaging van de energiebelastingtarieven en
2. hoogte van de compensatieregeling, zodat de restemissies in de glastuinbouwsector uitkomen op 4,3 Mton CO₂-equivalenten.

Naast het rijksscenario worden ook het basisscenario en een sub-variant van het rijksscenario doorgerekend. Het basisscenario herijkt het tariefpad van de CO₂-heffing glastuinbouw. De sub-variant van het rijksscenario laat zien welke verlaagde energiebelastingtarieven (aanvullend op de verlaagde tarieven om de bijmengverplichting te compenseren) ETS2 kunnen compenseren in het geval de kostencompensatieregeling later wordt ingevoerd. Daarnaast staat de beschouwing van de gevoeligheden en onzekerheden in de berekeningen centraal.



HOOFDSTUK 1

Een schets van de glastuinbouwsector en relevante beleidsinstrumenten

Dit hoofdstuk dient als introductie voordat de resultaten worden gepresenteerd. Het begint met een beschrijving van de glastuinbouwsector en hoe de heterogeniteit ervan wordt gevat in het rekenmodel van Berenschot/Kalavasta. Vervolgens gaan we in op de emissies van de glastuinbouw en het emissiereductiedoel van 2030. Tot slot worden zowel de huidige als toekomstige beleidsmaatregelen geïntroduceerd.

1.1 Beschrijving van de glastuinbouwsector

De glastuinbouwsector bestaat in 2024 uit ongeveer 3.187 bedrijven die samen een oppervlak van 10.038 hectare beslaan⁷. De meest voorkomende gewassen zijn groenten (tomaten en paprika's), gevolgd door bloemen en planten. De bruto toegevoegde waarde in 2021 was 9,2 miljard euro en er werkten zo'n 89.000 mensen in de sector⁸. De export van producten zorgt voor ongeveer 85% van de toegevoegde waarde. De sector is zeer divers te noemen door verschillende typen teelt en teeltstrategieën, warmtetechnologieën, grootte van de bedrijven en de locaties van de teelt. De sector is verspreid door heel Nederland maar concentreert zich wel in een aantal clusters. Het meeste areaal bevindt zich in het Westland en Oostland, maar ook in andere gebieden zoals Noord-Holland, Limburg, Noord-Brabant en Zeeland is veel oppervlak glastuinbouw te vinden.

De CO₂-emissies van de sector bedragen ongeveer 5,3 Mton CO₂ waarbij ook 1,0 Mton CO₂-eq aan methaanslip is vrijgekomen.⁹ Hiervoor is in 2023 ongeveer 3 miljard m³ aardgas is gebruikt.¹⁰ Het aardgas wordt ingezet in zowel warmtekrachtkoppeling-installaties (WKK's) als ketels voor de productie van warmte. De WKK's produceren drie voor tuinders waardevolle producten: warmte voor kasverwarming, elektriciteit die zelf kan worden gebruikt (voor met name verlichting van gewassen) of verkocht op de elektriciteitsmarkt, en CO₂ die als voedingsstof voor gewasgroei wordt benut. Naast deze op fossiele brandstoffen gebaseerde technologieën maakt de sector in beperkte mate gebruik van duurzame alternatieven zoals geothermie, restwarmte (soms fossiel), biogas en biomassa (ongeveer 20% in 2024).

De afgelopen jaren heeft de sector ingrijpende veranderingen doorgemaakt. Onder meer gedreven door de COVID-19-pandemie en de hoge energieprijzen zijn er andere keuzes gemaakt in het telen, zijn er investeringen gedaan en is er tijdelijk minder geproduceerd.

Er zijn met name veel investeringen geweest in LED-verlichting en andere energiebesparende opties, zoals een tweede energiescherm¹¹. In het kader van Het Nieuwe Telen heeft dit geleid tot nieuwe teeltstrategieën die andere energiebehoeften kennen dan hiervoor. Hoewel 2024 indicaties toont van herstel naar meer normale omstandigheden blijft het de vraag welke van deze maatregelen incidenteel dan wel structureel zijn geweest.

1.2 Heterogeniteit van de sector vatten in model

Om deze heterogene sector te vatten in een modelmatige weergave, wordt de sector onderverdeeld in negen bedrijfstypen. Deze bedrijfstypen zijn gebaseerd op informatie ontvangen vanuit het onderzoeksinstituut Wageningen Social & Economic Research (WSER)¹² en maken onderscheid tussen intensieve en extensieve vestigingen en de hoeveelheid en type warmtelevering. Voor de gemiddeld-intensieve vestigingen wordt verder onderscheid gemaakt naar belichting (belicht versus onbelicht). Vervolgens is door Berenschot/Kalavasta op deze bedrijfstypen een extra uitsplitsing gemaakt tussen vestigingen met een lage en een hoge CO₂-behoefte. Meer informatie over deze bedrijfstypen is te vinden in bijlage B1.2.

1.3 Zoom-in op de emissies van de glastuinbouwsector

Zoals in de inleiding al beschreven: de glastuinbouw werkt naar het sectordoel toe om in 2030 maximaal 4,3 Mton CO_{2eq} uit te stoten. Dit sectordoel vertaalt zich in een broeikasgasreductiedoel van 2,2 Mton in de periode 2025 tot en met 2030, een reductie van ca. 34%. Om dit reductiedoel te bepalen, zijn eerst de (verwachte) emissies in 2019, 2023, 2024 en 2030 bepaald, zie figuur 2. Het volgende stappenplan is daarop van toepassing:

- Emissies in 2019 zijn bekend en komen uit de KEV2020. Naast CO₂, wordt ook methaan uitgestoten binnen de sector. Dit komt voornamelijk door methaanslip uit de WKK. In 2019 waren er ongeveer 1 Mton CO_{2eq} aan methaanemissies bij 6,8 Mton CO₂-emissies.

⁷ Agrimatie: CBS-Landbouwtelling, bewerking door WSER (2024). Te bezoeken via: agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2240

⁸ Agrimatie: Glastuinbouwcomplex drijft op export (2023). Te bezoeken via: agrimatie.nl/themaResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2240&themaID=2280&indicatorID=2919

⁹ PBL (2024), Klimaat en Energieverkenning 2024.

¹⁰ Smit (2024), Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2023. Te bezoeken via: <https://open.overheid.nl/documenten/071919b5-ea46-454b-9e6a-cec6157c4a5a/file>

¹¹ Een energiescherm is een horizontaal schermdoek dat zich onder het kasdek bevindt en dat geopend en gesloten kan worden. Dit schermdoek heeft als doel om de temperatuur en lichtomstandigheden in de kas te optimaliseren, en daarmee het warmteverlies naar buiten te beperken. Er kan ook een tweede energiescherm geplaatst worden, waardoor een spouw ontstaat met stilstaande lucht tussen de schermen. Hierdoor gaat de isolatiewaarde van de kas nog verder omhoog. Het scherm kan gemaakt zijn van verschillende materialen, zoals aluminiumfolie of kunststof.

¹² Voorheen Wageningen Economic Research (WEcR), we refereren in het rapport verder naar WSER.

1.4 Introductie van beleidsinstrumenten

In deze paragraaf maken we inzichtelijk welke beleidsinstrumenten momenteel al aanwezig zijn in de sector om verduurzaming te stimuleren, en welke worden geïntroduceerd in de toekomst. Dit stuk dient vooral om een overzicht te geven van verschillende beleidsinstrumenten.

1.4.1 Fiscale maatregelen (huidig)

De glastuinbouw betaalt een verlaagd tarief in de eerste twee belastingschijven, omdat het degressief¹⁵ tarief voor onevenredig hoge lastendruk zorgde in vergelijking met grote industrieën en elektriciteitsproducenten. Dit verlaagde tarief wordt tussen 2025 en 2035 geleidelijk opgebouwd naar het reguliere belastingtarief. Voor schijf 1 betekent dit een stijging van 0,13 euro/m³ in 2025 naar 0,58 euro/m³ in 2035, terwijl schijf 2 groeit van 0,14 euro/m³ naar 0,36 euro/m³. De WKK-vrijstelling wordt eveneens beperkt tussen 2025 en 2030, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen aardgas voor elektriciteitsproductie ten behoeve van eigen gebruik en levering aan het net. In bijlage B1.5 worden in meer detail (en per jaar) de belastingbedragen en vrijstellingen weergegeven.

1.4.2 Subsidieregelingen (huidig)

De SDE++ (Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie) vormt het primaire subsidie-instrument voor de glastuinbouwsector en betreft een OPEX-subsidie op alternatieve warmte-opties. De SDE++ is uitgebreid met een eigen categorie voor warmtepompen in de glastuinbouw. De subsidiehoogte wordt berekend als het correctiebedrag minus 70% van de TTF-gasprijs (de title transfer facility-gasprijs, de referentiegasprijs voor tuinders), waardoor de subsidie automatisch meebeweegt met gasprijsontwikkelingen. De EG-regeling (Energie-efficiëntie Glastuinbouw) ondersteunt energiebesparingsmaatregelen en is een instrument in het kader van het convenant. Deze subsidie wordt de komende jaren uitgebreid en werkt sterk samen met de EIA (Energie-investeringsaftrek). De EIA wordt toegepast als fiscaal instrument, waarbij ondernemers investeringen in energiebesparende en duurzame energietechnologieën kunnen aftrekken van hun fiscale winst. Sinds 2025 geldt de energiebesparingsplicht ook voor de glastuinbouwsector. Tot slot is de SWIG (Subsidieregeling Investeren Glas) beschikbaar voor investeringen in energiebesparende technologieën en duurzame energievoorziening. Deze subsidieregelingen hebben een langlopend karakter en ondersteunen de sector bij de transitie, waarbij de exacte looptijden afhangen van beschikbare budgetten en beleidswijzigingen. Voor de SDE++ is uit de voorjaarsnota gebleken dat er een voortzetting is in 2026. Voor 2027 en erna zijn er nog geen concrete plannen, waardoor het onzeker is of de SDE++ in de periode na 2027 in de huidige vorm blijft bestaan.

Tabel 2. Aardgas belastingtarieven (verlaagd tarief glastuinbouw).

Aardgas belasting (verlaagd tarief)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0 - 170.000 m ³	0.13298	0.17512	0.21598	0.25685	0.30354	0.35024	0.396941	0.443644	0.49034	0.53704	0.583738
170.000 - 1.000.000 m ³	0.13576	0.15434	0.17577	0.19693	0.22299	0.25123	0.272751	0.294289	0.31582	0.337357	0.358885
1.000.000 - 10.000.000 m ³	0.20347	0.20793	0.21644	0.22227	0.22913	0.23789	0.237894	0.237893	0.237891	0.237888	0.237887
> 10.000.000 m ³	0.05385	0.05163	0.05156	0.05160	0.05334	0.05457	0.054573	0.054569	0.054567	0.054566	0.054567

Tabel 3. WKK-vrijstellingen. Voor het berekenen van de percentages houden we voor het elektrische rendement van een WKK 42% aan.

WKKWKK < 20 MW	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Elektriciteit geleverd aan het net (Nm ³ /kWh) dat is vrijgesteld	0,2808	0,2635	0,2467	0,227	0,211	0,1896
Percentage vrijgesteld levering (berekening Berenschot/Kalavasta)	100%	97%	91%	84%	78%	70%
Elektriciteit voor eigen gebruik (Nm ³ /kWh) dat is vrijgesteld	0,167	0,1498	0,1329	0,1132	0,0973	0,0758
Percentage vrijgesteld eigen gebruik (berekening Berenschot/Kalavasta)	62%	55%	49%	42%	36%	28%

¹⁵ Een degressief belastingtarief berekent het laagste tarief voor de laatste eenheid brandstof die wordt gebruikt, wat betekent dat grote industriële verbruikers lagere tarieven per eenheid betalen dan kleinere bedrijven. Hoewel glastuinbouwbedrijven veel energie verbruiken voor verwarming en belichting, zijn ze individueel te klein om te kwalificeren voor de laagste belastingschijven die grote industrieën wel bereiken, waardoor ze onevenredig zwaar belast zouden worden zonder de huidige kortingen.

1.4.3 CO₂-heffing (2025-2027)

Vanaf 2025 geldt voor glastuinbouwbedrijven een CO₂-heffing die begint op 9,50 euro per ton CO₂ en geleidelijk stijgt naar circa 17,70 euro per ton in 2030. Deze nationale heffing wordt in het rijksscenario echter per januari 2027 beëindigd vanwege de invoering van ETS2, om overlapping in CO₂-beprijzing te vermijden. Hierdoor gaat de sector over van een nationaal sectorsysteem naar het Europese emissiehandelssysteem.

1.4.4 ETS2 opt-in (vanaf 2027)

In de voorjaarsnota van april 2025 is het principe besluit genomen dat de glastuinbouw in het rijksscenario wordt opgenomen in het CO₂-handelssysteem ETS2 vanaf 1 januari 2027. Daarbij stelt het kabinet zichzelf de voorwaarde dat de glastuinbouw volledig gecompenseerd wordt voor de extra lasten met staatssteungoedkeuring en binnen de grenzen van het herstel- en veerkrachtplan. Onder het ETS2 zullen de energieleveranciers emissierechten moeten inkopen die ze door zullen rekenen aan de tuinders. De prijs van deze emissierechten wordt bepaald door vraag en aanbod op de Europese koolstofmarkt. We hanteren een ETS2-prijs van 54,22 euro per ton (2025 prijzen), op basis van de 'softcap'; de prijs waarbij er extra rechten op de markt komen om de prijsstijging te dempen. Meer informatie over ETS2 is te vinden in bijlage B1.7.

1.4.5 Kostencompensatieregeling (vanaf 2027)

Vanaf 1 januari 2027 wordt in het rijksscenario een kostencompensatieregeling voor ETS2 geïntroduceerd voor glastuinbouwbedrijven. De kostencompensatieregeling hanteert een zodanige korting op de ETS2-prijs dat het sectordoel van 4,3 Mton precies wordt behaald, zonder de sector zwaarder te belasten dan noodzakelijk voor het realiseren van de gewenste emissiereductie.

De resterende (netto)kosten voor CO₂ na aftrek van de kostencompensatie vormt de *netto-CO₂-prijs*, die de daadwerkelijke prijs per ton CO₂-uitstoot voor de glastuinbouw representeert. In het vervolg van het rapport gebruiken we de *netto-CO₂-prijs* (= ETS2-prijs – kostencompensatie) om de effectieve CO₂-heffing voor de sector weer te geven. Meer informatie over de kostencompensatieregeling is te vinden in bijlage B1.8.

Een deel van de glastuinbouwbedrijven komt niet in aanmerking voor kostencompensatie en draagt de volledige ETS2-kosten. Dit betreft de energiebedrijven voor de glastuinbouw, met name externe energiebedrijven die via WKK-installaties warmte en CO₂ aan kassen leveren. Omdat deze partijen volgens de EU-wetgeving tot de energiesector behoren en niet tot de glastuinbouw, vallen zij onder de reguliere ETS2-verplichtingen zonder toegang tot sectorspecifieke compensatiemechanismen. Zie bijlage B1.7 voor meer informatie.

1.4.6 Bijmengverplichting groen gas (vanaf 2027)

Deze maatregel verplicht energieleveranciers die gas aan de ETS2-doelgroep leveren in het rijksscenario vanaf 2027 een groeiend aandeel van hun totale gaslevering met groen gas bij te mengen, en zo de eindafnemers te voorzien van gas met minder CO₂-uitstoot.¹⁶ In april 2025 is het principebesluit genomen dat de glastuinbouw ook onderdeel wordt van de ETS2-groep waarvoor de bijmengverplichting geldt. Wederom geldt dat het kabinet zichzelf daarbij de voorwaarde stelt dat de glastuinbouw volledig gecompenseerd wordt voor de extra lasten met staatssteungoedkeuring en binnen de grenzen van het herstel- en veerkrachtplan.

De productie van groen gas kost meer dan normaal aardgas. Deze meerkosten worden door energieleveranciers doorberekend aan hun klanten, wat resulteert in een macro-lastenstijging voor de glastuinbouwsector. Een macro-lastenstijging verwijst naar een kostenstijging die de gehele sector treft en de concurrentiekracht van de branche als geheel beïnvloedt, in tegenstelling tot kostenstijgingen die alleen individuele bedrijven raken. Tuinders kunnen daarom rekenen op hogere gasprijzen. CE Delft heeft recent in dit kader een inschatting gedaan hoeveel deze meerkosten zullen zijn.¹⁷ Deze rapportage wordt in het vervolg gebruikt om de meerkosten van groengas in te schatten. Concreet rekenen we in het model met meerkosten die oplopen naar 9 cent per kubieke meter gas in 2031 (zie bijlage B1.6 voor verdere toelichting).

1.4.7 Macro-lastenstijging door bijmengverplichting corrigeren via verlaagde energiebelastingtarieven glastuinbouw (2027-2035)

Glastuinbouwbedrijven ontvangen vanaf 2027 tijdelijke belastingverlichting op aardgas in de eerste drie tariefschijven, ter compensatie van de macro-lastenstijging door de bijmengverplichting (een kostenstijging die zich voordoet op sectorniveau). De verlaagde energiebelastingtarieven worden stapsgewijs afgebouwd in de periode 2030 tot en met 2035. Het gaat om twee maatregelen, namelijk:

1. langzamere afbouw van de bestaande verlaagde tarieven in schijf 1 en 2
2. een nieuw verlaagd tarief in schijf 3.

¹⁶ Bijmengverplichting groen gas: de gevolgen | Vattenfall Grootzakelijk

¹⁷ CE Delft (2025), Meerkosten en impact bijmengverplichting groengas



HOOFDSTUK 2

Uitkomsten doorrekening beleids-scenario's

Dit hoofdstuk gaat in op de doorrekening van drie beleidsscenario's, namelijk de herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw en de twee beleidsscenario's uit de voorjaarsbesluitvorming. De beleidsscenario's worden in dit hoofdstuk een voor een besproken aan de hand van 1) een beschrijving van het beleidsscenario en 2) de uitkomsten van de doorrekening. Tabel 4 geeft een samenvatting van de drie beleidsscenario's uit de voorjaarsbesluitvorming, en geeft aan welke beleidsmaatregelen daarin zitten.

Tabel 4. Overzicht van beleidsscenario's uit de voorjaarsbesluitvorming en de beleidsmaatregelen die daarin zitten.

	Doorgerekende scenario's	Nulscenario (huidig beleid)	Basisscenario (herijking nulscenario)	Rijksscenario	Subvariant rijksscenario
Beleidsmaatregelen	CO ₂ -heffing glastuinbouw	Ja	Ja	Tot 2027	Tot 2027
	ETS2 opt-in	Nee	Nee	Ja, vanaf 2027	Ja, vanaf 2027
	Bijmengverplichting groen gas	Nee	Nee	Ja, vanaf 2027	Ja, vanaf 2027
	Kosten-compensatie ETS2 tot niveau netto-CO ₂ -prijs glastuinbouw	Nee	Nee	Ja, vanaf 2027	Ja, vanaf 2029
	Compensatie meerkosten bijmengverplichting tot en met 2030 door verlaging energie-belasting	Nee	Nee	Ja	Ja + compensatie ETS2 in 2027 en 2028 via extra verlaging energiebelasting

2.1 Het nul- en basisscenario

Het *nulscenario* betreft de CO₂-heffing zoals die nu is opgenomen in de wetgeving. De heffing groeit in van 9,50 euro/ton CO₂ in 2025 naar 17,70 euro/ton CO₂ in 2030, en blijft daarna constant.

Het *basisscenario* herijkt het tariefpad van de CO₂-heffing glastuinbouw (herijking van het nulscenario). Door verschillende uitkomsten tussen de KEV2024 en de tariefstudie van Berenschot en Kalavasta zijn de onderliggende modellen en aannames vergeleken. Deze vergelijking heeft geresulteerd in aanpassingen in het rekenmodel die in bijlage B1.3 zijn beschreven. In subparagraaf 2.1.1 volgt een korte samenvatting van de belangrijkste aanpassingen.

Daarnaast zijn er de volgende randvoorwaarden bij het basisscenario.

1. Het tariefpad van de CO₂-heffing glastuinbouw wordt vanaf 1 januari 2027 lineair verhoogd zodat de glastuinbouw naar verwachting maximaal 4,3 Mton CO₂-equivalenten uitstoot in 2030. Hierbij worden 'energiebedrijven voor de glastuinbouw' vanaf 1 januari 2027 uitgesloten van de CO₂-heffing. Reden hiervoor is dat aardgas dat door deze bedrijven wordt gebruikt vanaf 1 januari 2027 verplicht onder ETS2 valt.
2. De bijmengverplichting is niet van toepassing op de glastuinbouw en het overige aardgas dat wordt gebruikt door de glastuinbouwbedrijven valt niet onder ETS2 (via de opt-in).

2.1.1 Belangrijkste aanpassing uit de verschillenanalyse ligt besloten in het terugveereffect van de sector

De modelverbetering die de hoogste impact heeft op de heffingshoogte is het terugveereffect. Door hoge gasprijzen heeft de sector in 2022 en 2023 minder gas gebruikt. Nu de gasprijzen meer stabiliseren, is het gasverbruik ook meer gestabiliseerd ('teruggeveerd'). Wij schatten dit effect in op 5,1% extra energievraag voor 2024 ten opzichte van 2023.¹⁸

In deze studie zitten geen verdere aannames van intensivering of verdere 'terugvering' in de komende jaren. Daarnaast zijn er andere methodologische aanpassingen en modelverbeteringen doorgevoerd die impact hebben op deze verhoging. Een is dat de CO₂-prijs wordt verdisconteerd.¹⁹ Dit is een methodologische verandering in het model die is gesignaleerd tijdens de verschillenanalyse en ervoor zorgt dat het vermijden van CO₂-beprijzing in de toekomst meer/minder oplevert. Verder zijn er aanpassingen met betrekking tot de energieprijzen, de SDE++-beschikking en investeringskosten voor de WKK, geothermie en restwarmte. Al met al is het rekenmodel aanzienlijk gewijzigd en zijn de uitkomsten ten opzichte van de eerdere tariefstudie substantieel veranderd.

2.1.2 In het basisscenario komt de CO₂-heffing uit op 53,15 euro/ton

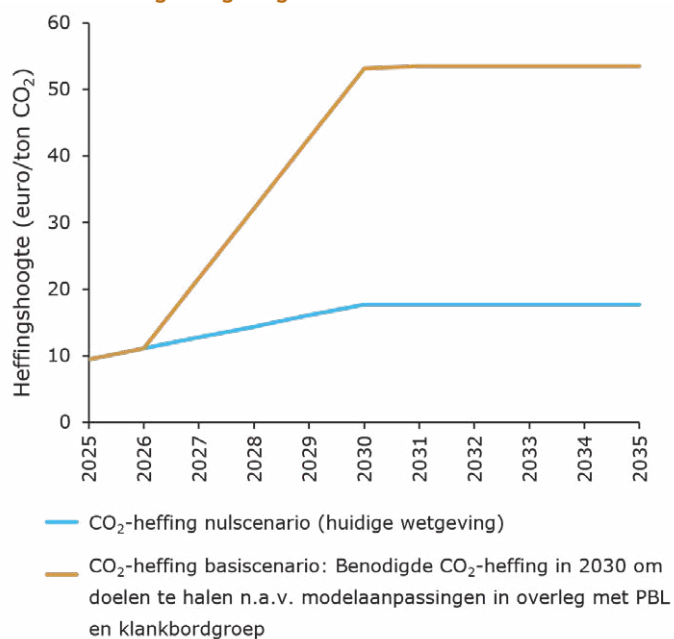
- In figuur 3 is het tariefpad van de CO₂-heffing glastuinbouw weergegeven wat ervoor zorgt dat de glastuinbouw in 2030 maximaal 4,3 Mton uitstoot. In het herijkte basisscenario in 2030, na de aanpassingen beschreven in bijlage B1.3, komt de CO₂-heffing uit op 53,15 euro/ton CO₂ in 2030. Dit is een aanzienlijk verschil ten opzichte van de tariefstudie uit 2024. Zoals genoemd komt het grootste deel van de stijging door het terugveereffect, maar ook de andere onderdelen zoals de verdiscontering van de CO₂-emissies en gewijzigde energieprijzen hebben een belangrijke invloed.

¹⁸ Op basis van gesprekken met PBL, WSER en de klankbordgroep, kunnen we concluderen dat er nog een terugveereffect gaat plaatsvinden in 2024 ten opzichte

van 2023. In deze doorrekening nemen we 5,13% temperatuur gecorrigeerde extra terugveer aan zoals te zien is in de CBS-statistieken voor landbouw. Bron te bereiken via: [Gasverbruik niet veranderd in 2024 | CBS](#)

¹⁹ Verdisconteren houdt in: het vergelijkbaar maken van geldstromen naar één en hetzelfde moment in de tijd, met behulp van een discontovoet.

Figuur 3. Benodigde heffingshoogte in het basisscenario t.o.v. de huidige wetgeving.



2.2 Het rijksscenario

Dit beleidsscenario geeft een beeld van welke verlaagde energiebelastingtarieven de bijmengverplichting kunnen compenseren en welke hoogte van de kostencompensatieregeling ervoor zorgt dat de glastuinbouw in 2030 maximaal 4,3 Mton uitstoot.

1. Er wordt een bijmengverplichting groen gas geïntroduceerd voor ETS2-sectoren (inclusief de glastuinbouw). De ambitie van het huidige wetsvoorstel wordt hierbij op twee punten aangepast. In de eerste plaats gaat de bijmengverplichting per 1 januari 2027 gelden en in de tweede plaats wordt de verplichte hoeveelheid bij te mengen groen gas gereduceerd met 25% ten opzichte van het oorspronkelijke plan om 1,1 BCM bij te mengen.
2. Glastuinbouwbedrijven worden vanaf 1 januari 2027 gecompenseerd voor de macro-lastenstijging van de bijmengverplichting door (verdere) verlaging van de verlaagde energiebelastingtarieven voor aardgas voor de glastuinbouw (tot en met 10 miljoen m³) tot en met 2030. De verlaagde tarieven in de eerste twee belastingschijven (tot en met 1 miljoen m³) worden hierbij maximaal verlaagd tot het niveau in 2026 (om de afspraken in het kader van het herstel- en veerkrachtplan te eerbiedigen) en het tarief in de derde belastingschijf (1 miljoen tot en met 10 miljoen m³) wordt hierbij maximaal verlaagd tot het minimumniveau van de Energiebelasting Richtlijn. In de periode 2031 tot en met 2035 worden de verlaagde tarieven volledig afgebouwd.

3. Aardgas gebruikt door glastuinbouwbedrijven valt vanaf 1 januari 2027 onder ETS2 door gebruik te maken van de zogenoemde opt-in.
4. De CO₂-heffing glastuinbouw wordt vanaf 1 januari 2027 afgeschaft. Er vindt geen verhoging van de heffing plaats in 2026.
5. Er wordt vanaf 1 januari 2027 een kostencompensatieregeling geïntroduceerd voor glastuinbouwbedrijven die via de opt-in deelnemen aan ETS2. Deze regeling compenseert niet alle kosten van ETS2. Ten opzichte van de ETS2-prijs wordt een zodanige korting gehanteerd zodat de glastuinbouw naar verwachting maximaal 4,3 Mton uitstoot in 2030. Per saldo resulteert een netto-CO₂-beprijzing voor de glastuinbouw, de netto-CO₂-prijs.

2.2.1 Verlaagde energiebelastingtarieven compenseren meerkosten bijmengverplichting in 2027 tot en met 2030

In figuur 4 zijn twee reeksen weergegeven in twee kleuren. De blauwe kleurreeks geeft de huidige energiebelastingtarieven voor gas aan voor schijf 1 tot en met 3. De oranje kleurreeks geeft de verlaagde energiebelastingtarieven voor gas aan voor schijf 1 tot en met 3 tot 2030 die nodig zijn om de macro-lastenstijging van de bijmengverplichting te compenseren. De reeksen uit het figuur zijn ook in tabelvorm opgenomen in tabel 5 en tabel 6. *Door deze verlaging kunnen de meerkosten van de bijmengverplichting in de periode 2027 tot en met 2030 volledig worden gecompenseerd.*

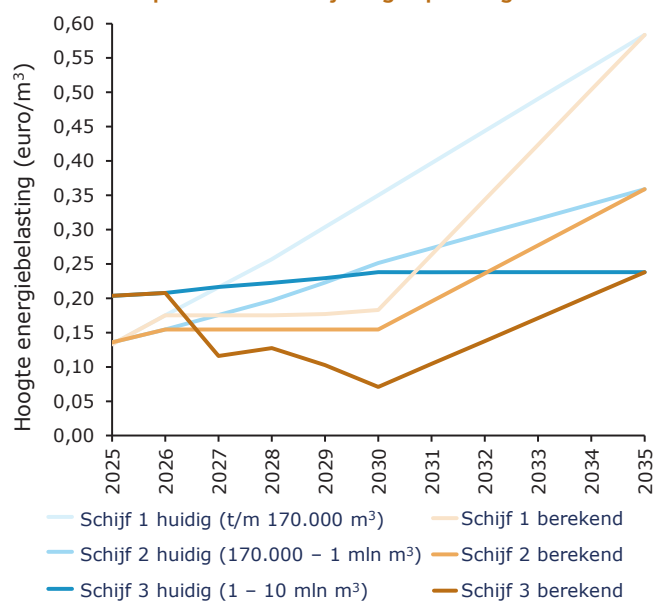
- Het tarief in schijf 1 is in 2027 en 2028 maximaal verlaagd tot het niveau in 2026. In 2029 en 2030 is het net niet maximaal verlaagd. Afgerond is het belastingtarief 0,18 euro/m³ voor alle jaren.
- Het tarief in schijf 2 is in alle jaren maximaal verlaagd tot het niveau van 2026 (0,15 euro/m³).
- De tarieven in schijf 3 zijn met de volgende hoeveelheden verlaagd:
 - 2027: verlaagd met 0,10 euro/m³ tot 0,12 euro/m³ (meerkosten groengas 0,015 euro/m³).
 - 2028: verlaagd met 0,09 euro/m³ tot 0,13 euro/m³ (meerkosten groengas 0,023 euro/m³).
 - 2029: verlaagd met 0,13 euro/m³ tot 0,10 euro/m³ (meerkosten groengas 0,038 euro/m³).
 - 2030: verlaagd met 0,17 euro/m³ tot 0,07 euro/m³ (meerkosten groengas 0,06 euro/m³).
- Het tarief in schijf 4 wordt niet verlaagd en wordt daarom niet getoond in de figuur.
- Vervolgens groeien de schijven weer lineair in naar het tarief in 2035 de compensatie via de energiebelasting wordt daarmee geleidelijk weer afgebouwd na 2030.

De verlaagde energiebelasting compenseert vooral in de periode tot en met 2030. Na 2030 bouwt de compensatie af tot 0 in 2035, terwijl de bijmengverplichting in het model blijvend voor hogere kosten zorgt. Effectief betekent dit dus dat er netto beperkte meerkosten zijn voor tuinders als gevolg van de bijmenging van groen gas tot en met 2030. Vanaf 2031 nemen deze netto meerkosten toe.²⁰ De voorjaarsbesluitvorming bevat namelijk geen concrete afspraken na 2030.²¹ In het rekenmodel zullen tuinders op deze extra kosten (vanaf 2031) anticiperen door eerder te verduurzamen en die kosten te ontlopen. Indien de heffing 53,15 euro/ton blijft (zoals berekend in het basisscenario), dalen de geraamde emissies naar 4,0 Mton in 2030.

²⁰ De exacte compensatie van de bijmengverplichting via de gasbelasting is per bedrijfstype anders, zie hiervoor sectie 3.4.

²¹ Het kabinet merkt wel op dat het ruim voor 2030 in gesprek gaat met de sector voor nieuwe afspraken.

Figuur 4. Verlaging van de energiebelastingtarieven per schijf ter compensatie van de bijmengverplichting.



Tabel 5. Huidige aardgasbelastingtarieven voor de glastuinbouw.

Aardgas belastingtarieven glastuinbouw	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Schijf 1 huidig (t/m 170.000 m ³)	0.13298	0.17512	0.21598	0.25685	0.30354	0.35024	0.39694	0.44364	0.49034	0.53704	0.58374
Schijf 2 huidig (170.000 - 1 mln m ³)	0.13576	0.15434	0.17577	0.19693	0.22299	0.25123	0.27276	0.29429	0.31582	0.33735	0.35888
Schijf 3 huidig (1 - 10 mln m ³)	0.20347	0.20793	0.21644	0.22227	0.22913	0.23789	0.23789	0.23789	0.23789	0.23789	0.23789
Schijf 4 huidig (> 10 mln m ³)	0.05385	0.05163	0.05156	0.05160	0.05334	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457

Tabel 6. Verlaagde aardgasbelastingtarieven voor de glastuinbouw (rijksscenario), om de extra kosten voor de bijmengverplichting groen gas te compenseren. De lichtoranjegekleurde waarden zijn de verlaagde tarieven, de donkeroranjegekleurde waarden zijn de maximaal verlaagde tarieven.

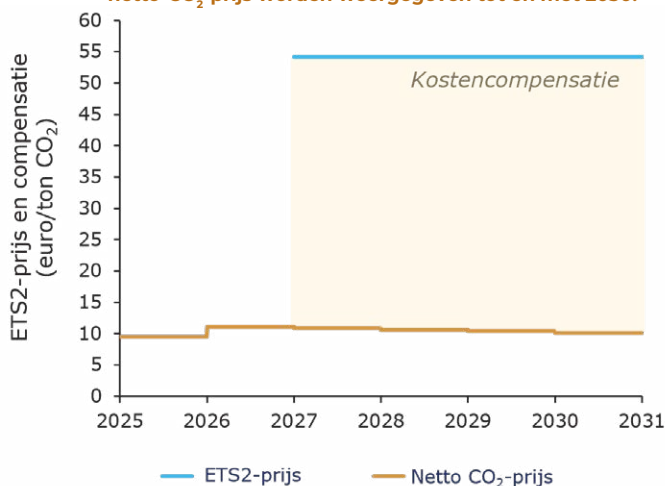
Verder verlaagde belastingtarieven	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Schijf 1 huidig (t/m 170.000 m ³)	0.13298	0.17512	0.17512	0.17512	0.17687	0.18315	0.26326	0.34338	0.42350	0.50362	0.58374
Schijf 2 huidig (170.000 - 1 mln m ³)	0.13576	0.15434	0.15434	0.15434	0.15434	0.15434	0.19525	0.23616	0.27707	0.31798	0.35888
Schijf 3 huidig (1 - 10 mln m ³)	0.20347	0.20793	0.11597	0.12728	0.10247	0.07080	0.10422	0.13763	0.17105	0.20447	0.23789
Schijf 4 huidig (> 10 mln m ³)	0.05385	0.05163	0.05156	0.05160	0.05334	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457

2.2.2 Kostencompensatieregeling van 44,12 euro/ton in 2030, wat resulteert in een netto-CO₂-prijs voor de glastuinbouw van 10,10 euro/ton

Zoals geconstateerd in de vorige alinea, vindt er een overshoot van de emissies plaats als de heffing gelijk blijft en de meerkosten van groen gas niet gecompenseerd worden in de periode na 2030. Om wel op het doel van 4,3 Mton uit te komen, berekent het model een lagere netto-CO₂-prijs, van 10,1 euro/ton in 2030, ten opzichte van de baseline van 53,15 euro/ton. Een belangrijk aandachtspunt bij deze tariefhoogte is dat er op dit moment geen beleid bestaat voor compensatie vanaf 2031. Als dit beleid concreet wordt gemaakt, dan gaat de benodigde netto CO₂-prijs dus omhoog richting 53,15 euro/ton uit het basisscenario. Er zal dus meer duidelijkheid moeten komen over het compensatiebeleid na 2030 om de modeluitkomst van 10,10 euro/ton valide te laten zijn.

In figuur 5 wordt zowel het pad weergegeven van de ETS2-opt-in (blauwe lijn) als van de netto-CO₂-prijs voor de sector (oranje lijn). Het verschil in hoogte wordt gegeven door de kostencompensatieregeling. De kostencompensatieregeling gaat in per 1 januari 2027 (net zoals de ETS2-opt-in voor de glastuinbouw) en betreft een gedeeltelijke compensatie van de ETS2-prijs. De hoogte is zo berekend dat de restemissies van de glastuinbouw in 2030 naar verwachting maximaal uitkomen op 4,3 Mton. In tabel 7 zijn de berekende hoogtes van zowel de kostencompensatie als de netto-CO₂-prijs ook in tabelvorm weergegeven. De kostencompensatieregeling groeit in conform het pad van de CO₂-heffing, namelijk lineair. Wel moet men er rekening mee houden dat de ETS2-prijs is gebaseerd op een raming. De werkelijke prijs van ETS2 kan daarvan afwijken. De netto-CO₂-heffing kan daarom goed gebruikt worden als referentiepunt voor het bepalen van de precieze hoogte van de kostencompensatie.

Figuur 5. ETS2-prijs, netto-ETS2-CO₂-prijs en kostencompensatie in het rijksscenario. De lijnen zijn horizontaal tussen twee jaartallen om weer te geven hoe hoog een heffing is gedurende het gehele jaar. Zowel de ETS-prijs als de netto-CO₂-prijs worden weergegeven tot en met 2030.



Tabel 7. De hoogte van de kostencompensatie en netto-CO₂-prijs per jaar (in euro/ton).

	2027	2028	2029	2030
Kostencompensatie	43,43	43,60	43,86	44,12
Netto-CO ₂ -prijs	10,88	10,62	10,36	10,10

2.3 Subvariant van het rijksscenario

De subvariant van het rijksscenario laat zien welke verlaagde energiebelastingtarieven (aanvullend op de verlaagde tarieven om de bijmengverplichting te compenseren) ETS2 kunnen compenseren in het geval de kostencompensatieregeling later wordt ingevoerd.

1. Dit beleidsscenario is voor onderdelen a tot en met d gelijk aan het rijksscenario.
2. Er wordt vanaf 1 januari 2029 (in plaats van 1 januari 2027) een kostencompensatieregeling geïntroduceerd voor glastuinbouwbedrijven die via de opt-in deelnemen aan ETS2. Deze regeling compenseert niet alle kosten van ETS2. Ten opzichte van de ETS2-prijs wordt een zodanige korting gehanteerd zodat de glastuinbouw naar verwachting maximaal 4,3 Mton uitstoot in 2030.
3. Glastuinbouwbedrijven worden in 2027 en 2028 geconfronteerd met hogere macro-lasten van ETS2 ten opzichte van de benodigde tariefhoogte om het doel van 4,3 Mton te halen. Deze hogere macro-lasten worden gecompenseerd middels een extra verlaging van de verlaagde energiebelastingtarieven voor aardgas voor de glastuinbouw (tot en met 10 miljoen m³). Hierbij geldt ook dat de verlaagde tarieven in de eerste twee belastingschijven maximaal verlaagd worden tot het niveau in 2026 en het tarief in de derde belastingschijf maximaal verlaagd wordt tot het minimumniveau van de Energiebelasting Richtlijn.

2.3.1 Verdere verlaging van energiebelastingtarieven onvoldoende om uitstel van kostencompensatieregeling te compenseren

In figuur 6 zijn twee reeksen weergegeven in twee kleuren. De blauwe kleurreeks geeft de energiebelastingtarieven voor gas aan voor schijf 1 tot en met 3. De oranje kleurreeks geeft de verlaagde energiebelastingtarieven voor gas aan voor schijf 1 tot en met 3 tot 2030 die nodig zijn om de macro-lastenstijging van zowel de bijmengverplichting tot 2030 als ETS2 in 2027 en 2028 te compenseren, als de kostencompensatieregeling pas vanaf 2029 ingaat.

De uitgestelde invoering van de kostencompensatieregeling leidt tot een daling in de uitstoot tot 4,29 Mton in 2030.

Om de overbelasting van tuinders te beperken kunnen de energiebelastingen verder worden verlaagd tot de volgende niveaus:

- De tarieven in schijf 1 worden in 2029 en 2030 maximaal verlaagd tot 0,17512 euro/m³ en schijf 3 worden maximaal verlaagd tot 0,095 euro/m³ (in lijn met de Energiebelastingrichtlijn).
- In het rijksscenario zijn de tarieven in schijf 1 in 2027 en 2028 en in schijf 2 (in alle jaren) al maximaal verlaagd, waardoor verdere compensatie via deze belastingschijven niet mogelijk is.

Figuur 6. Verlaging van de energiebelastingtarieven per schijf ter compensatie van de bijmengverplichting én ETS2 in 2027 en 2028.



Tabel 8. **Verlaagde aardgasbelastingtarieven voor de glastuinbouw, om de extra kosten voor de uitgestelde uitvoering van de kostencompensatieregeling te compenseren. Lichtoranje gekleurde waarden zijn verlaagde tarieven, donkeroranje gekleurde waarden zijn maximaal verlaagde tarieven.**

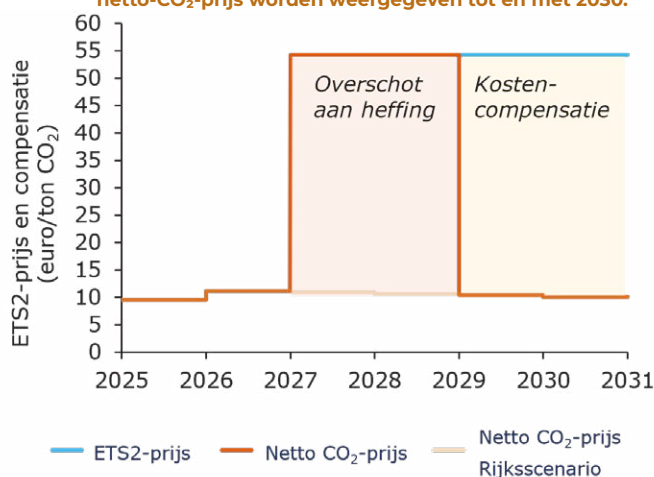
Verder verlaagde belasting-tarieven	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Schijf 1 huidig (t/m 170.000 m ³)	0.13298	0.17512	0.17512	0.17512	0.17512	0.17512	0.25684	0.33857	0.42029	0.50201	0.58374
Schijf 2 huidig (170.000 - 1 mln m ³)	0.13576	0.15434	0.15434	0.15434	0.15434	0.15434	0.19525	0.23616	0.27707	0.31798	0.35888
Schijf 3 huidig (1 - 10 mln m ³)	0.20347	0.20793	0.00950	0.00950	0.00950	0.00950	0.05518	0.10085	0.14653	0.19221	0.23789
Schijf 4 huidig (> 10 mln m ³)	0.05385	0.05163	0.05156	0.05160	0.05334	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457	0.05457

Ondanks deze maximale tariefverlagingen blijft er een aanzienlijk compensatietekort bestaan voor de uitgestelde invoering. De verlaagde tarieven in 2027 en 2028 zijn ontoereikend om de uitgestelde kostencompensatie te dekken, waardoor deze twee jaren gekenmerkt worden door een aanzienlijk compensatietekort. Het overschot aan heffing is schematisch weergegeven in figuur 7. Zoals in tabel 9 is af te lezen, betreft het overschot aan heffing in de periode 2027-2030 naar verwachting 382 miljoen euro. Hiervan kan maximaal 139 miljoen euro gecompenseerd worden door de verdere verlaging van de energiebelastingtarieven, wat leidt tot een *compensatietekort van 243 miljoen euro*.

In het pakket wordt het reductiedoel minimaal overschreden. De uitstoot komt in 2030 uit op 4,29 Mton.

Het model houdt geen rekening met mogelijke markttuitreding van tuinders die de verhoogde lasten niet kunnen dragen. Dit is een modelbeperking die de realiteit mogelijk niet goed weergeeft.

Figuur 7. **ETS2-prijs, netto-CO₂-prijs, netto-CO₂-prijs in het rijksscenario en kostencompensatie in de subvariant van het rijksscenario. De lijnen zijn horizontaal tussen twee jaartallen om weer te geven hoe hoog een heffing is gedurende het gehele jaar. Zowel de ETS-prijs als de netto-CO₂-prijs worden weergegeven tot en met 2030.**



Tabel 9. **Het overschot aan heffing voor de glastuinbouwsector in de periode 2027-2030. Dit betreft het verschil tussen de netto-CO₂-prijs min de netto CO₂-prijs in het rijksscenario en het energiebelastingvoordeel.**

	2027	2028	2029	2030	Totaal
Overschot aan heffing (mln euro)	193	189			451
Energiebelastings voordeel (mln euro)	32	43	37	27	139
Delta (mln euro)	161	146	-37	-27	312

Een uitgebreide beschrijving van de berekeningen en aannames voor zowel de verlaagde energiebelastingtarieven als de kostencompensatieregeling zijn te vinden in de bijlage B1.6.



HOOFDSTUK 3

Gevolgen voor de sector

In dit hoofdstuk wordt de verwachte impact van het beleid op de sector in kaart gebracht in het jaar 2030. Dit doen we door te kijken naar de CO₂-emissies, de warmtelevering, de inzet van verduurzamingstechnieken, kosten voor glastuinbouwbedrijven en limiterende factoren en randvoorwaarden.

3.1 Impact van de maatregelen op de CO₂-emissies in de glastuinbouw

Figuur 8. geeft inzicht in de verwachte CO_{2eq}-emissies van de glastuinbouw in 2030 bij verschillende toekomstige beleids-situaties zoals gedefinieerd in de voorjaarsbesluitvorming. Daarnaast worden de uitkomsten in perspectief geplaatst tot de middenwaarde die PBL heeft aangegeven in de KEV 2024. De bandbreedte loopt van 3,8 Mt CO_{2eq} als onderwaarde tot 8,1 Mton CO_{2eq} als bovenwaarde.

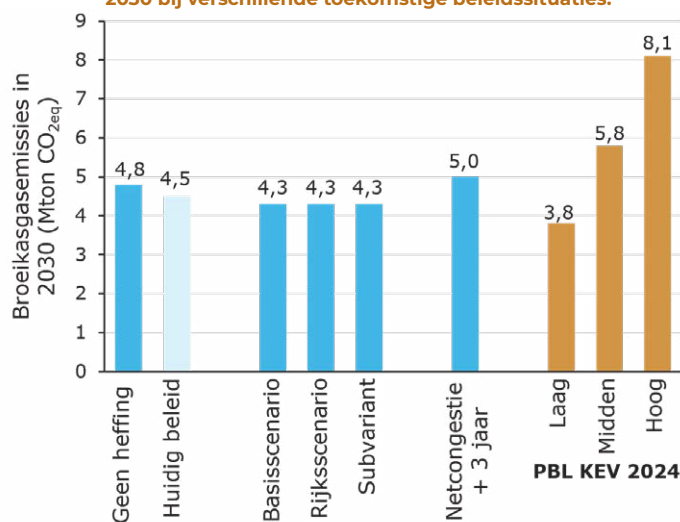
Toelichting op het figuur is als volgt:

- De eerste balk schetst de CO_{2eq}-uitstoot van de sector in 2030 zonder een heffing, maar wel inclusief de overige instrumenten en subsidies in de energiebelasting. Het model komt uit op 4,8 Mton broeikasgasemissies in 2030.
- In de tweede balk is het huidige beleid met de CO₂-heffing van 17,70 euro/ton weergegeven (vastgesteld in 2024): het doel van 4,3 Mton wordt daarmee nog niet gehaald, wel wordt er circa 0,3 Mton emissiereductie gerealiseerd.
- In het *basissen*scenario wordt de CO₂-heffing dusdanig aangepast dat de CO_{2eq} emissies van de sector uitkomen op 4,3 Mton. Hiervoor is een CO₂-heffing van 53,15 euro/ton nodig, waarmee dus ook de tweede sprong van 0,2 Mton emissiereductie wordt gerealiseerd. Het verschil in heffingshoogte die nodig is voor de twee opeenvolgende sprongen van 0,2 Mton emissiereductie, ontstaat doordat de initiële emissiereducties tegen relatief lage kosten kunnen worden gerealiseerd, terwijl verdere reducties van 0,2 Mton kostbaarder zijn (zie de abatement curve in paragraaf 3.3, figuur 11). Daarnaast beginnen enkele beperkingen meer een rol te spelen, zoals de beperkte beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen, netcongestie en SDE++-budget wat net niet toereikend is voor alle jaren (zie gevoeligheidsanalyse in paragraaf 4.1).
 - Indien er geen beperkingen op warmtebronnen, netcongestie en SDE++-subsidies zijn, daalt de heffingshoogte naar -7,5 euro/ton.
- Vervolgens zien we wat er gebeurt met de uitstoot in het *rijkss*scenario en de *subvariant* van het rijkssscenario. In het rijkssscenario komen de emissies van de sector uit op 4,3 Mton. In de subvariant komen deze emissies net lager uit, omdat de energiebelastingtarieven niet ver genoeg verlaagd kunnen worden om te compenseren voor de latere ingang van de kostencompensatieregeling (beschreven in paragraaf 2.3).
- Een belangrijke factor in de transitie van de glastuinbouw is toegang tot het elektriciteitsnet. In het model wordt op basis van de investeringsplannen van de regionale netbeheerders ingeschat in hoeverre deze aansluitingen

beschikbaar zijn. Indien deze uitbreidingsinvesteringen (om netcongestie op te lossen) met drie jaar vertragen, komen de emissies uit op bijna 5,0 Mton in het rijkssscenario. In de subparagrafen 3.5.2 en 4.1.1 gaan we dieper in op het onderwerp netcongestie.

- De situatie met een heffing van 17,70 euro/ton is anders dan bij PBL. Dit komt met name doordat bij PBL een hoger energieverbruik in 2030 is gehanteerd dan in het Berenschot/Kalavasta-model. Uitgebreidere toelichting hierop is terug te vinden in bijlage B1.3.

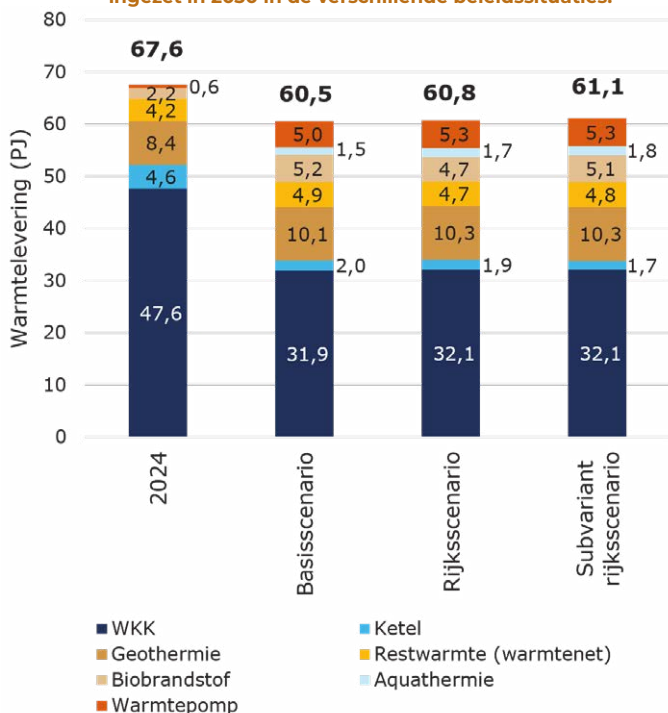
Figuur 8. Verwachte broeikasgasemissies van de glastuinbouw in 2030 bij verschillende toekomstige beleidssituaties.



3.2 Warmtelevering in 2030 per beleidsscenario

Figuur 9 geeft een overzicht van de warmtebronnen die worden ingezet in 2030 in de verschillende beleidssscenario's uit de voorjaarsbesluitvorming. Het figuur geeft enkel een overzicht van de warmtevraag; elektra wordt hierin niet meegenomen. De warmtevraag neemt naar verwachting af van 67,6 PJ naar circa 60,8 PJ in 2030 in het rijkssscenario. De meeste duurzame warmte wordt in 2030 geleverd door geothermie, gevolgd door respectievelijk warmtepompen, restwarmte (warmtenetten), biobrandstof (inclusief groen gas) en aquathermie. Het WKK- en ketelgebruik neemt substantieel af, namelijk met respectievelijk circa 33% en 59%. De verschillen in warmtelevering in 2030 tussen de verschillende beleidssscenario's is klein, omdat het model kijkt naar de meest voordelige verduurzamingsopties. Dit verschilt in beginsel niet per scenario. De verschillen die wel zichtbaar zijn, zijn te verklaren door de manier waarop de heffingen neerslaan bij de verschillende bedrijfstypes en welke verduurzamingsoptie daar vervolgens kan worden toegepast (zie energiekosten per bedrijfstype in paragraaf 3.4).

Figuur 9. Warmtebronnen die volgens de modelsimulatie worden ingezet in 2030 in de verschillende beleidssituaties.



3.3.1 Uitkomsten zijn input voor bredere investeringsanalyse in het model

De abatement curve in het rijksscenario is te zien in figuur 10. De sector heeft een CO₂-reductiedoel van 2,0 Mton. In de beleidscontext zoals die nu bestaat, maar dan zonder heffing (van 17,70 euro/ton), zou de heffingshoogte uitkomen op -42 euro/ton. Met de beleidsmaatregelen uit het rijksscenario zou de heffingshoogte uitkomen op -50 euro/ton (zie figuur 11).

Deze uitkomst geeft echter niet het volledige beeld van de afweging die gemaakt wordt. In deze redenering op basis van de cost abatement curve wordt aangenomen dat elke tuinder direct overstapt op het moment dat de heffingshoogte boven de onrendabele top uitkomt. In de praktijk is dit niet het geval en is een tuinder afhankelijk van een bepaald investeringsritme en locatiegebonden verduurzamingsopties, zoals restwarmte en geothermie, die niet voor alle tuinders beschikbaar zijn. In het vervolg van het rekenmodel worden de uitkomsten van de abatement curve verder gebruikt om de investeringsanalyse uit te voeren, waardoor er een beter beeld ontstaat, met een andere heffingshoogte.

3.3 CO₂-abatement curve

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van de sector, wordt ook een cost abatement curve uitgerekend. Deze curve is in figuur 10 te zien en voorziet in een weergave van welke broeikasgasreducerende bedrijfsvoeringen (techniek-combinaties) ingezet kunnen worden tegenover welke kosten.

- Op de verticale as wordt weergegeven voor hoeveel euro/ton CO₂ een nieuwe bedrijfsvoering voordeliger is dan de huidige bedrijfsvoering. Hiervoor wordt het verschil in netto contante waarde tussen de basisbedrijfsvoering en een alternatieve bedrijfsvoering gedeeld door de gereduceerde broeikasgasemissies. Dit wordt ook wel 'de onrendabele top' genoemd.
- Op de horizontale as wordt voor elke optie weergegeven hoeveel emissies er dan gereduceerd worden.

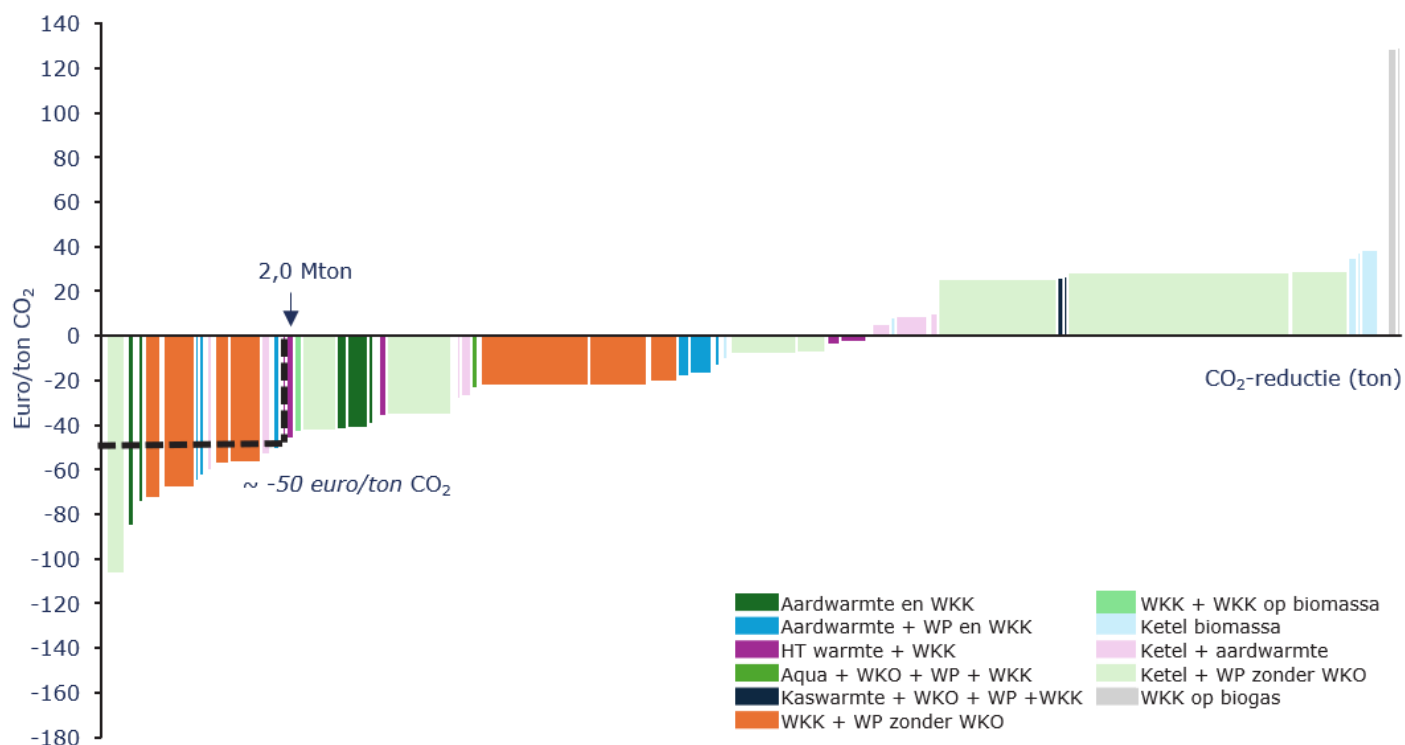
Op deze manier kan worden onderzocht welke heffingshoogte er nodig is om een doel te bereiken. Hierbij is het de gedachte dat bij deze heffingshoogte alle technologieën tot die heffingshoogte kunnen worden ingezet en dat die zo bijdragen aan de emissiereductie. Deze rekenmethode wordt ook uitgelegd in een eerdere studie naar het sectorsysteem voor de glastuinbouw.²²

Om de negatieve heffingshoogte beter te begrijpen, kan een vergelijking gemaakt worden met de heffingshoogte die uit het model volgt. Indien er geen beperkingen zijn op warmtebronnen, netcongestie en SDE++-budgetten, is de heffingshoogte -7,5 euro/ton. Het verschil met de -42 euro/ton is te verklaren door het investeringsritme van de tuinders. De vervolgstap van -7,5 euro/ton naar 53,15 euro/ton zit vervolgens in de lokale beperkingen op warmtebronnen en netcongestie, en de subsidiebeperkingen.

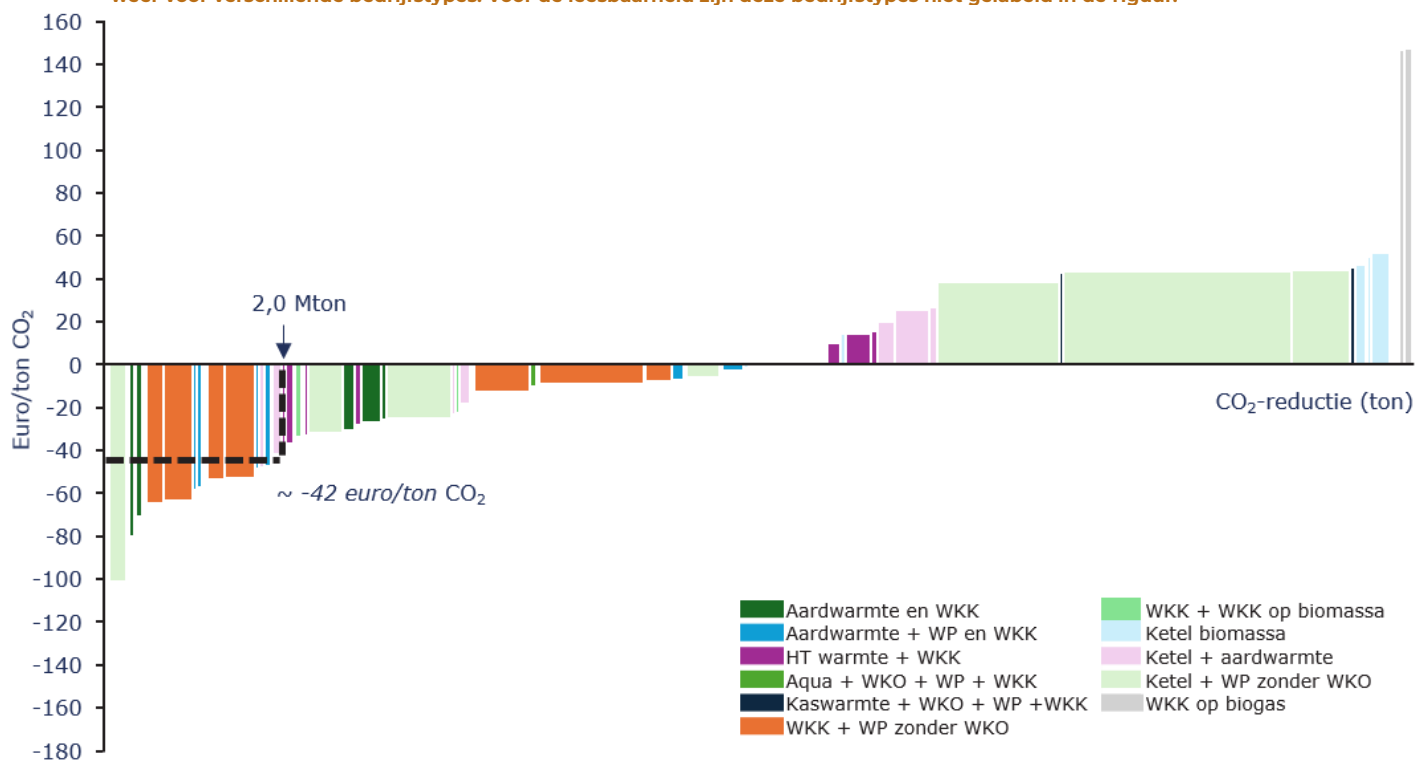
De CO₂-abatement curve op zichzelf is wel een belangrijke basis voor de analyse maar kan niet gebruikt worden om direct consequenties uit af te leiden.

²² Rekenmodel individueel sectorsysteem glastuinbouw (2023), Berenschot en Kalavasta. Beschikbaar via: [pdf \(overheid.nl\)](https://pdf.overheid.nl/).

Figuur 10. CO₂-abatementscurve in het rijksscenario. De verschillende staven geven de potentiële emissiereductie weer voor verschillende bedrijfstypes. Voor de leesbaarheid zijn deze bedrijfstypes niet gelabeld in de figuur.



Figuur 11. CO₂-abatementscurve met beleid wat er nu is, maar zonder CO₂-heffing. De verschillende staven geven de potentiële emissiereductie weer voor verschillende bedrijfstypes. Voor de leesbaarheid zijn deze bedrijfstypes niet gelabeld in de figuur.



3.4 Uitkomsten voor verschillende bedrijfstypen

In deze paragraaf worden de geraamde gaskosten per oppervlak (in m²) weergegeven voor een aantal bedrijfstypes uit het rekenmodel, wanneer ze in de basisbedrijfsvoering (WKK met een ketel of alleen een ketel) actief blijven. Aangezien er 33 verschillende bedrijfscombinaties (bedrijfstype en grootte) worden doorerekend in het model, worden er hier vier uitgelicht. De overige worden in bijlage B1.12 getoond.

In de figuren wordt onderscheid gemaakt in de kosten voor netwerkgas, de meerkosten van de bijmengverplichting, gasbelasting (inclusief vrijstelling voor WKK) en de netto-CO₂-prijs. Deze figuren zijn gemaakt voor het nulscenario (Nul), het rijksscenario (Rijk) en het basisscenario (Basis).

Ter herinnering, in het nulscenario wordt gebruik gemaakt van de huidige belastingen in combinatie met een CO₂-heffing van 17,70 euro/ton in 2030. In het basisscenario is de CO₂-heffing aangepast naar 53,15 euro/ton. In het rijksscenario wordt de CO₂-heffing afgeschaft, komt er een ETS2-heffing met kostencompensatie en zijn er meerkosten voor groengas die tot en met 2030 worden gecompenseerd via lagere belastingen.

De resultaten worden weergegeven voor de jaren 2024 tot en met 2031 en 2035. De bedrijfstypen die in de volgende paragrafen worden uitgelicht, zijn een gemiddeld onbelicht bedrijf (GOhoog ~ 32% van de sector), een ketelbedrijf (EOK ~ 15% van de sector), een gemiddeld belicht bedrijf (~10% van de sector) en een intensief belicht bedrijf (~7% van de sector), waarbij in alle gevallen de gemiddelde grootte is weergegeven. De grootte van een bedrijf heeft met name impact op de aardgasbelastingsschijf waar het bedrijf zich in bevindt.

3.4.1 Fossiele energiekosten voor een gemiddeld onbelicht bedrijf (GOhoog)

De energiekosten voor bedrijfstype GOhoog, grootte 'midden', worden weergegeven in figuur 12. Het rijksscenario is in het midden gezet om deze het eenvoudigste te kunnen vergelijken met de andere twee scenario's. De belangrijkste component van de kosten zijn de kosten van het netwerkgas (donkerblauwe balk). Verder zijn afhankelijk van het scenario de gemiddelde belastingdruk (rode balk), de netto-CO₂-heffing (lichtblauwe balk) en de meerkosten voor groen gas (oranje balk) relevant. Hieronder wordt eenmalig een uitgebreide toelichting gegeven over de duiding van de kosten.

Kosten netwerkgas

De kosten voor netwerkgas zijn in 2024 hoog en dalen daarna sterk. Dit zijn de geraamde kosten zoals in de KEV2024 zijn opgenomen en zijn voor alle scenario's gelijk. De kosten voor gas dalen van 0,28 euro/m³ in 2025 tot 0,23 euro/m³ in 2035.

Kosten netto-CO₂-prijs

Vanaf 2025 is er in alle scenario's een netto-CO₂-prijs. Deze is in 2025 en 2026 gelijk in de scenario's conform de huidige wetgeving. Vanaf 2027 verschilt deze echter. In het nulscenario groeit de heffingshoogte in tot 17,70 euro/ton, in het rijksscenario gaat deze naar 10,10 euro/ton (door de kostencompensatie van ETS2) en in het basisscenario groeit deze naar 53,15 euro/ton in 2030. Na 2030 blijft de hoogte constant binnen de scenario's.

Meerprijs groengas

Enkel in het rijksscenario zijn er kosten voor groen gas. Deze groeit in volgens de gerapporteerde waarden uit het CE Delft onderzoek, waarbij er een correctie is gedaan voor de nieuwe besluitvorming. Hierdoor is de bijmengverplichting een jaar uitgesteld en het totale volume groen gas met 25% gereduceerd is. Dit zorgt voor een meerprijs van 0,09 euro/m³ gas in 2031 en is daarna constant.

Kosten gemiddelde gasbelasting

Vanaf 2025 wordt de belastingvrijstelling op gas voor de WKK afgebouwd en wordt er belasting betaald wanneer er gas in de WKK wordt ingezet. De exacte hoogte van de belasting verschilt door de jaren heen en is anders per schijf. Doordat verschillende bedrijven zich in andere belastingsschijven bevinden, wordt in de figuren de gemiddelde belasting voor het gebruikte gas van het bedrijfstype met bijbehorende grootte weergegeven. In het nulscenario en het basisscenario worden de huidige gasbelastingen gebruikt, voor het rijksscenario de verlaagde tarieven.

Tussen het nulscenario en het basisscenario's zijn zeer kleine verschillen te zien. Dit komt doordat de WKK door de andere CO₂-heffingshoogte andere draaiuren heeft. Hierdoor wordt een andere hoeveelheid gas gebruikt, wat resulteert in een andere belastingdruk. Het verschilt echter niet veel tussen de scenario's.

Voor het rijksscenario zijn de belastingen wel sterk anders. De meerkosten voor de bijmengverplichting worden gecompenseerd via lagere gasbelastingen in de periode 2027 tot en met 2030. Na 2030 groeien de belastingenhoogtes naar hetzelfde niveau in 2035 als in de andere scenario's.

Effectief betekent dit dat de gemiddelde belasting lager is in het rijksscenario in de periode 2027 tot en met 2034.

Compensatie meerkosten groengas via de belasting

De compensatie van meerkosten voor groen gas via de belasting is niet voor alle bedrijfstypen gelijk. De meerkosten voor groen gas zijn wel gelijk voor alle bedrijven en worden betaald voor iedere m³ aardgas. De verlaagde belastingen worden echter niet gelijk verdeeld over de bedrijfstypen. Dit komt doordat WKK-bedrijven een vrijstelling kennen voor elektriciteit dat aan het net geleverd wordt. Bedrijven met een grotere vrijstelling voor het gebruik van aardgas in de belastingen, zullen dus relatief minder gecompenseerd worden via lagere belastingen dan bedrijven die geen vrijstelling hebben.

Dit kan als volgt gezien worden in de grafieken. In het nul- en basisscenario is er enkel de gemiddelde gasbelasting. Ter vergelijking moet in het rijksscenario gekeken worden naar de optelsom van de gemiddelde gasbelasting en de meerprijs voor groen gas. Wanneer de oranje en rode balk samen in het rijksscenario hoger zijn dan de rode balk in de andere scenario's, wordt het bedrijf niet genoeg gecompenseerd voor de meerprijs van groen gas. Wanneer de oranje en rode balk in het rijksscenario lager zijn dan de rode balk in de andere scenario's, is er sprake van overcompensatie. Dit gaat enkel over de periode 2027 tot en met 2030, aangezien de belasting de groengaskosten daarna niet meer volledig compenseert.

Het bedrijfstype GOhoog, grootte 'midden', is een onbelicht bedrijf en levert relatief veel elektriciteit terug aan het elektriciteitsnet. Dit betekent ook een relatief grote vrijstelling voor de gasbelasting, waardoor de maatregel van een gereduceerde belasting minder effectief zou zijn voor dit bedrijfstype. In figuur 12 is te zien dat de optelsom van de gele en rode balk hoger is dan de rode balk in de andere scenario's. De kosten voor groen gas en de gasbelasting is dus hoger in het rijksscenario en het bedrijf wordt daardoor niet voldoende gecompenseerd.

Overeenkomsten en verschillen tussen de scenario's voor GOhoog, grootte 'midden'

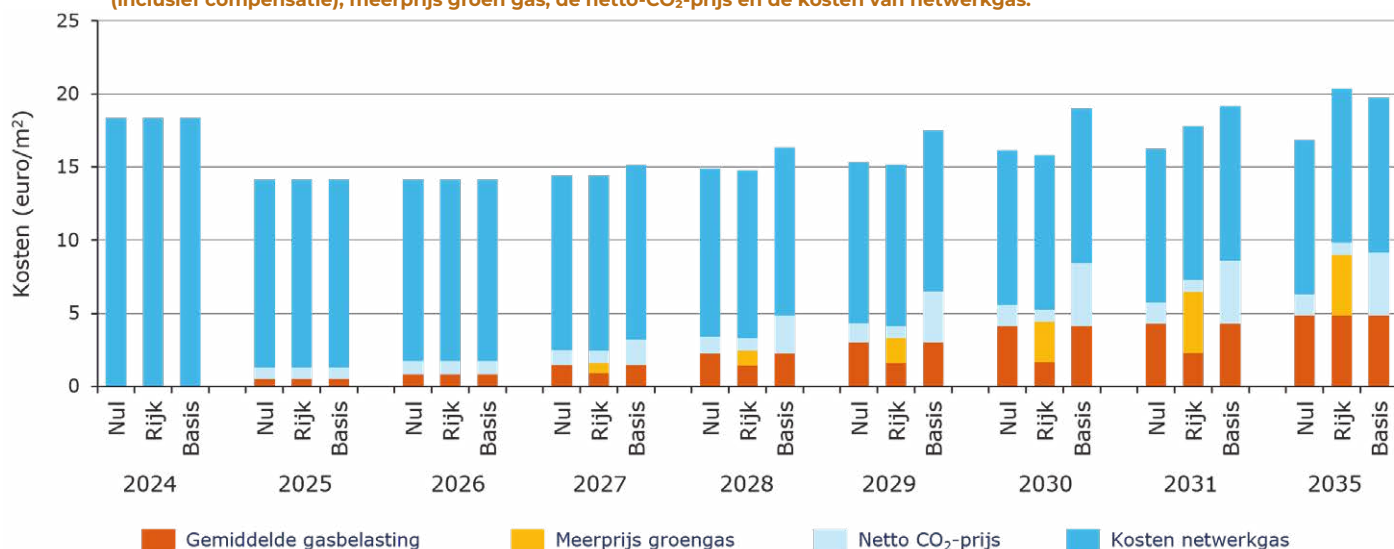
Het nulscenario kent een heffing van 17,70 euro/ton en daarin gelden de huidige belastingtarieven. Doordat GOhoog veel elektriciteit teruglevert aan het net, zijn de gasbelastingen relatief laag. De gasprijs daalt licht in de periode naar 2035. Verder nemen de totale kosten vanaf 2025 geleidelijk toe door ingroeiende belastingtarieven en de CO₂-heffing. In 2035 zijn de totale kosten lager dan in 2024.

In het basisscenario wordt vervolgens de heffing verhoogd naar 53,15 euro/ton in 2030. De gasprijs is gelijk aan het nulscenario en de gemiddelde belastingdruk wijzigt niet significant. Door de hogere heffing zijn de totale kosten in 2030 al hoger dan in 2024 en nemen daarna door hogere belastingen nog iets toe richting 2035.

In het rijksscenario wijzigt de heffing naar 10,10 euro/ton, zijn er meerkosten voor groen gas en is er een lagere belastingdruk door de verlaagde tarieven. Onbelichte bedrijven worden echter via de lagere belastingen niet volledig gecompenseerd voor de meerkosten van groen gas. In de periode tot en met 2030 is de optelsom van de kosten voor groen gas en de belastingen hoger dan de kosten aan belastingen in de andere scenario's. Vanaf 2031 neemt de belasting toe en bereiken de meerkosten van groen gas het maximum van 0,09 euro/m³. In het rijksscenario zijn de kosten tot en met 2030 daarom nagenoeg gelijk aan die van het nulscenario, maar nemen vanaf 2031 sterk toe tot hogere totale kosten dan het basisscenario in 2035.

In het figuur is ook goed te zien waarom het model een lagere heffingshoogte uitrekent voor het rijksscenario dan voor het basisscenario. Als de CO₂-heffingshoogte gelijk is in beide scenario's, dan zijn de totale kosten in de periode 2024 tot en met 2030 nagenoeg gelijk. Echter, vanaf 2031 zouden de kosten voor het rijksscenario een stuk hoger worden door de toenemende kosten voor groen gas en de belasting. Tuinder anticiperen hierop in het model door eerder te investeren en er met een gelijke heffing een grotere emissiereductie bewerkstelligd zou worden.

Figuur 12. **Energiekosten voor een gemiddeld onbelicht bedrijf (GOhoog), grootte 'midden'.** De kosten zijn opgedeeld in netto belasting (inclusief compensatie), meerprijs groen gas, de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



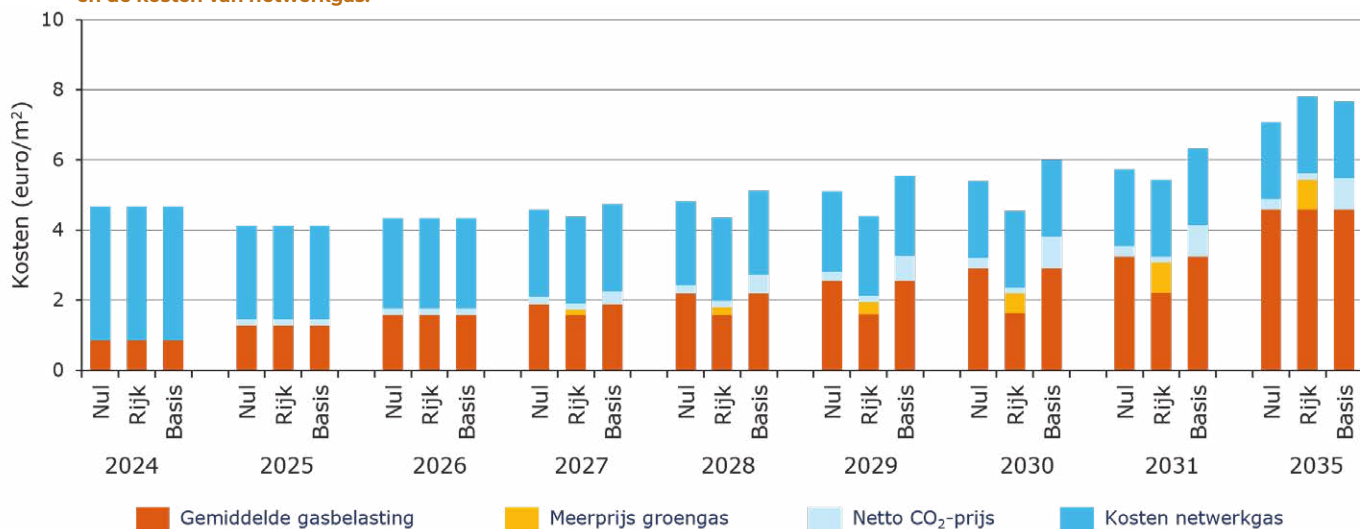
3.4.2 Fossiele energiekosten voor een gemiddeld ketelbedrijf (EOK)

Voor het ketelbedrijf, grootte 'midden', wordt het resultaat in figuur 13 getoond. Het bedrijfstype EOK is een van de twee extensieve bedrijfstype in het model. De kosten voor het ketelbedrijf per m² zijn laag, omdat dit type bedrijf weinig gas gebruikt voor de teelt.

In het nulsценario nemen de kosten geleidelijk toe door met name de sterk stijgende gasbelasting. Vanaf 2027 zijn de totale kosten ongeveer gelijk aan die in 2024 en stijgen de kosten daarna nog verder. In het basisscenario zorgt de hogere heffing voor een snellere stijging van de totale kosten.

In het rijksscenario is te zien dat het belastingvoordeel de meerkosten van groen gas overcompenseert. De optelsom van de belasting en groen gas in het rijksscenario is tot en met 2031 lager dan die in de andere scenario's. Dit komt doordat ketelbedrijven geen elektriciteit terug leveren aan het net, waardoor ze de volledige belasting op aardgas betalen. Vervolgens draagt een verlaging van de belasting geheel bij aan de kostenverlaging. Voor het ketelbedrijf geldt dat pas rond 2035 het rijksscenario in totale kosten meer is dan de andere twee scenario's.

Figuur 13. **Energiekosten voor ketelbedrijf (EOK), grootte midden.** De kosten zijn opgedeeld in belasting, meerprijs groen gas, de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



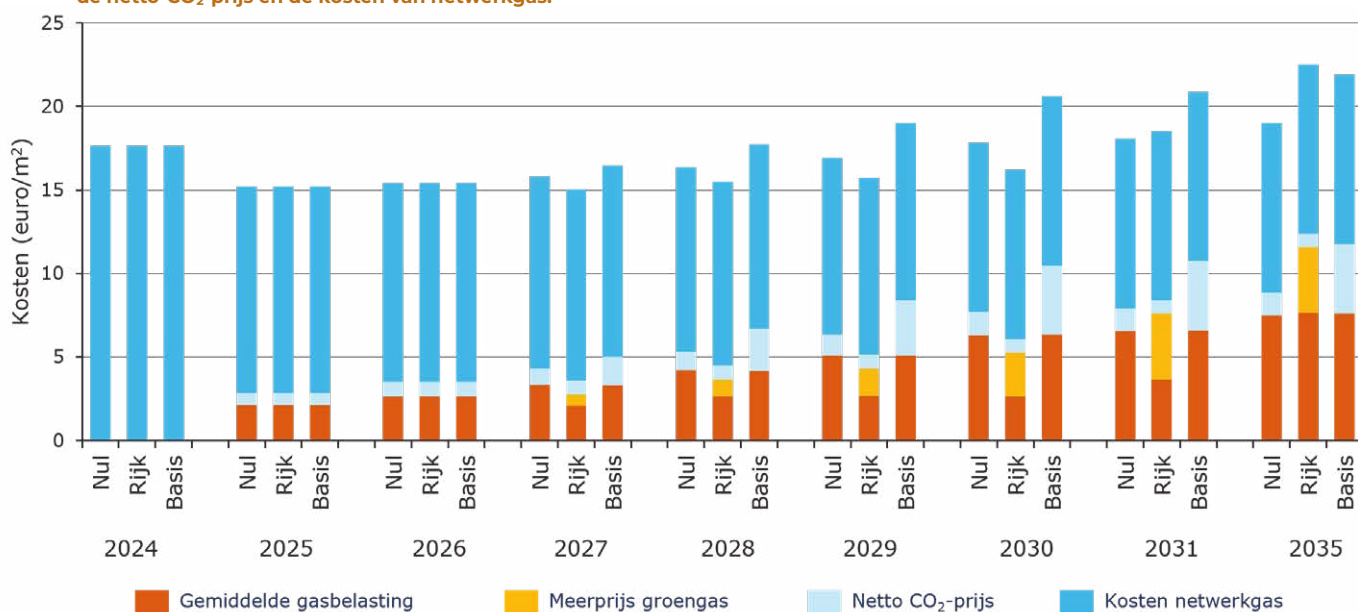
3.4.3 Fossiele energiekosten voor een gemiddeld belicht bedrijf (GBlaag)

Figuur 14 laat de gevolgen van de scenario's zien voor een gemiddeld belicht bedrijf, grootte 'midden'. Een belicht bedrijf levert voor een bedrijf met een WKK relatief weinig elektriciteit aan het net, waardoor de vrijstelling op de belasting kleiner is dan bij een onbelicht bedrijf. Het belichte bedrijf betaalt meer belasting in de komende jaren dan een onbelicht bedrijf.

Vervolgens zorgt de verlaging van de energiebelasting in het rijksscenario voor substantieel lagere kosten. Voor dit onbelichte bedrijf worden de meerkosten van groen gas tot en met 2030 overgecompenseerd, vanaf 2031 is dit niet meer het geval.

Verder is er wederom een sterke stijging te zien in de kosten voor het rijksscenario vanaf 2031. In 2031 zijn de totale kosten in het nulsценario en rijkssценario vergelijkbaar met de kosten in 2024. Voor het basissценario is dit al vanaf 2028 het geval.

Figuur 14. **Energiekosten voor gemiddeld belicht bedrijf (GBlaag), grootte midden. De kosten zijn opgedeeld in belasting, meerprijs groen gas, de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.**

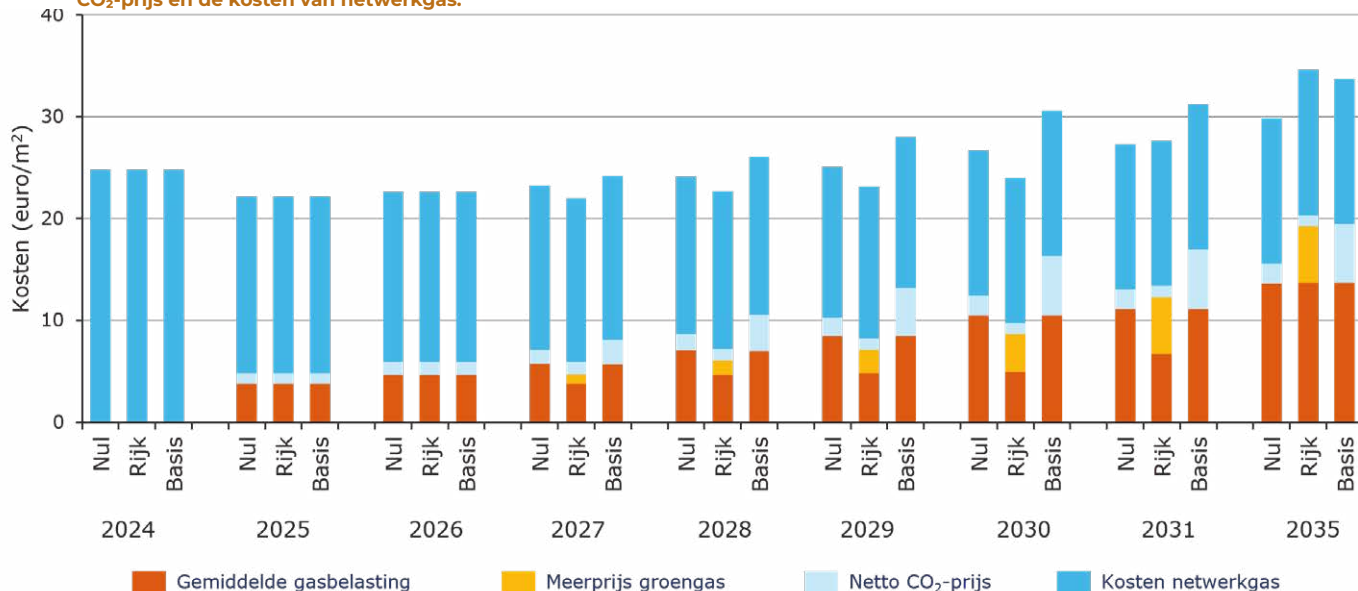


3.4.4 Fossiele energiekosten voor een gemiddeld intensief belicht bedrijf (IBKW)

Tot slot worden de resultaten van een intensief bedrijf, grootte 'gemiddeld' weergegeven in figuur 15. De kosten per m² voor dit bedrijf is het hoogste van deze vier, doordat er intensief geteeld wordt.

Verder leveren deze bedrijven met WKK procentueel gezien het minste elektriciteit terug aan het net, waardoor de vrijstelling op belasting het kleinste is. Ook hier is te zien dat de lagere energiebelasting bijdraagt aan een overcompensatie voor de meerkosten van groengas. Verder zijn hier de kosten in de periode tot 2035 ook lager in het rijkssценario dan in het basissценario.

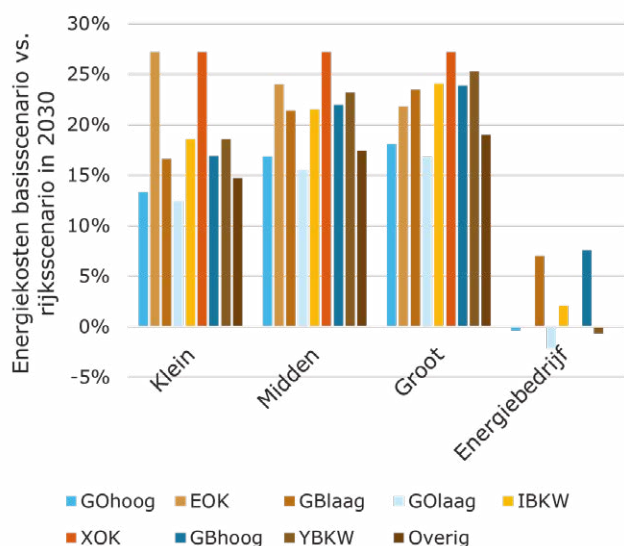
Figuur 15. **Energiekosten voor intensief bedrijf (IBKW), grootte midden. De kosten zijn opgedeeld in belasting, meerprijs groen gas, de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.**



3.4.5 Fossiele energiekosten in het rijksscenario overwegend lager dan in het basisscenario

In figuur 15 wordt weergegeven wat het procentuele verschil is in kosten tussen het basisscenario en het rijksscenario in 2030 voor alle bedrijfstypes en groottes in het model. Er is gekozen voor een procentuele weergave omdat de absolute kosten voor de bedrijfstypen sterk uiteenlopen. Een positieve waarde geeft lagere kosten aan in het rijksscenario (zoals ook in de Figuren hiervoor te zien is). Na een eerste duiding van de figuur, wordt vervolgens ingezoomd op de compensatie van de meerkosten groen gas en de verlaagde belasting. Tot slot wordt eenzelfde analyse gedaan voor het jaar 2035.

Figuur 16. Vergelijking totale variabele fossiele energiekosten rijksscenario en basisscenario in 2030. Hierin wordt het procentuele verschil in totale kosten weergegeven tussen de scenario's voor alle bedrijfstypen en de verschillende groottes. Het verschil in energiekosten wordt gedeeld door de totale energiekosten in het basisscenario. Een positieve waarde geeft lagere kosten aan in het rijksscenario.



Voor vrijwel alle bedrijfstypes zijn er in 2030 lagere kosten in het rijksscenario. Dit komt voornamelijk door de lagere netto-CO₂-prijs in 2030 voor het rijksscenario. Er is een groot verschil te zien in bedrijven die veel elektriciteit terug leveren aan het net en bedrijven die dit minder of niet doen.

De onbelichte bedrijven krijgen procentueel gezien de laagste daling in energiekosten (~10-18%) doordat de verlaging van de energiebelasting minder sterk neerslaat bij dit type bedrijf. Naarmate de belichte bedrijven groter worden, wordt het energieverbruik hoger en is een groter gedeelte van het gas belast in schijf 3. In schijf 3 is de verlaging van de belasting groter dan in schijf 2, waardoor het percentage voor de grotere bedrijven hoger is dan voor de kleinere bedrijfstypen.

De belichte bedrijven ervaren veel voordeel van de verlaagde energiebelasting in het rijksscenario. Ook hiervoor geldt dat grotere bedrijven meer voordeel krijgen doordat er meer gas belast wordt in schijf 3, waar de grootste reductie te vinden is.

Ketelbedrijven worden ook sterk gecompenseerd door de belastingverlaging, waardoor de energiekosten sterk lager liggen in het rijksscenario. Voor EOK geldt dat hoe groter het bedrijf is, hoe meer gas belast wordt in schijf 2. In schijf 2 is de verlaging van gas juist minder dan in schijf 1, waardoor het procentuele verschil in energiekosten voor kleine bedrijven groter is dan voor grote bedrijven.

Tot slot worden er energiebedrijven weergegeven voor enkele bedrijfstypen (zie bijlage B1.12). Doordat voor deze bedrijven de ETS2-prijs geldt en niet de CO₂-heffing, liggen in 2030 de energiekosten in de scenario's een stuk dichter bij elkaar dan voor de andere bedrijfstypen. Ook hier zijn verder dezelfde effecten te zien voor onbelichte en belichte bedrijven zoals eerder beschreven. Belichte bedrijven leveren minder terug aan het net, waardoor de verlaagde energiebelasting daar meer neerslaat dan bij de onbelichte bedrijven.

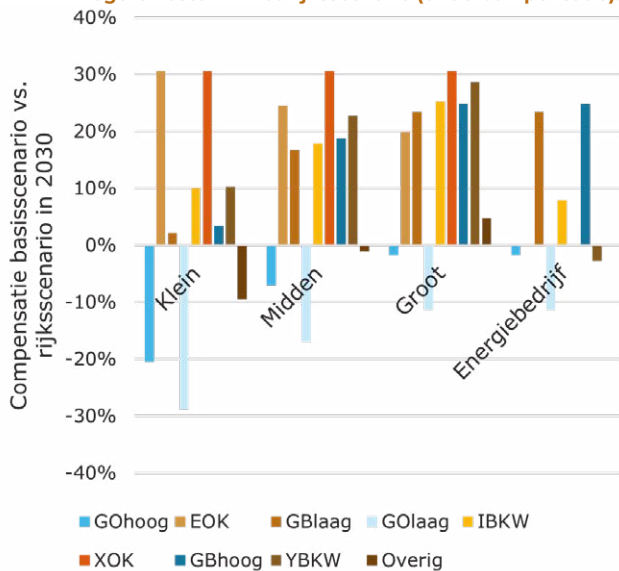
Compensatie meerkosten groengas

In de bovenstaande duiding speelt de netto-CO₂-prijs een grote rol in het rijksscenario. De figuur geeft geen inzicht in over- of ondercompensatie van de groengasmeerkosten door de verlaging van de belasting. In figuur 17 worden enkel de meerkosten van groen gas met de verlaging van de belasting in het rijksscenario vergeleken met de belastingen in basisscenario. De meerkosten voor groen gas en de verlaagde belasting in het rijksscenario worden gedeeld door de kosten van belasting in het basisscenario. Een positieve waarde geeft aan dat een tuinder in het rijksscenario lagere kosten heeft aan groen gas en belasting in vergelijking met het basisscenario. Een positieve waarde geeft dus aan dat het bedrijfstype wordt overgecompenseerd. Een negatieve waarde geeft aan dat het bedrijfstype wordt ondergecompenseerd.

Te zien is dat onbelichte bedrijven die relatief veel elektriciteit terug leveren aan het elektriciteitsnet meer kosten hebben in het rijksscenario dan in het basisscenario. De hogere kosten in het rijksscenario zijn sterk afhankelijk van de grootte van het bedrijf. Een klein bedrijfstype zit in lagere energiebelastingsschijven en heeft daardoor minder compensatie via de verlaging van de belasting dan grote bedrijven. De grootste uitschieter is het kleine bedrijfstype bij G0laag die bijna 30% hogere kosten heeft aan de bijmengverplichting groen gas ten opzichte van het basisscenario.

Vrijwel alle andere bedrijfstypes worden echter overgecompenseerd. Met name de ketelbedrijven (XOK en EOK) hebben bijna 30% lagere kosten in het rijksscenario. Voor de overige bedrijfstypen maakt het vooral uit in welke energiebelastingsschijf ze zitten met hun aardgasverbruik. Voor het bedrijfstype Overig zijn er meer kosten in het rijksscenario voor de groottes 'klein' en 'midden', terwijl er voor 'groot' minder kosten zijn. Ook dit hangt samen met de gebruikte hoeveelheid aardgas.

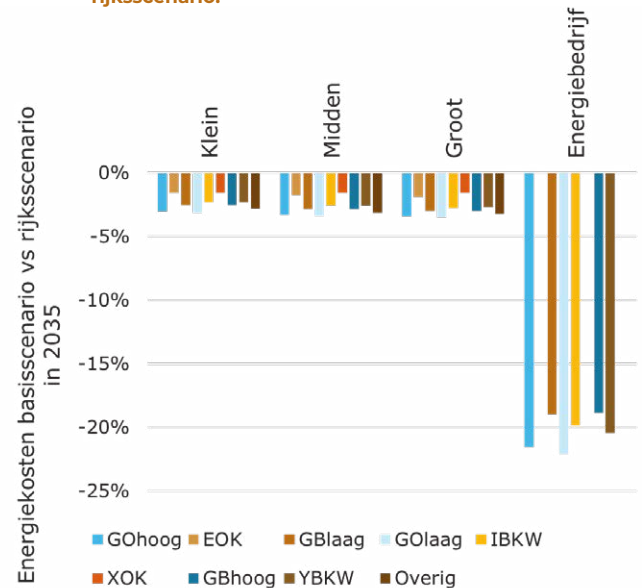
Figuur 17. Weergave van over- en ondercompensatie voor meer-kosten groengas in 2030. Het verschil in kosten groengas en belasting tussen de scenario's wordt gedeeld door de kosten in het basisscenario. Wanneer de waarde positief is, zijn er lagere kosten in het rijksscenario (overcompensatie). Wanneer de waarde negatief is, zijn er hogere kosten in het rijksscenario (ondercompensatie).



Vergelijking energiekosten voor 2035

In figuur 16 werden de energiekosten voor 2030 vergeleken. Eenzelfde vergelijking kan gemaakt worden voor 2035. Dit wordt getoond in figuur 18. In de figuur is te zien dat voor alle bedrijfstypen in het rijksscenario de kosten voor bedrijfsvoering met enkel WKK en/of ketel hogere kosten hebben. Voor de energiebedrijven is dit het sterkste zichtbaar, aangezien die kosten rond de 20% hoger zijn. Voor de overige bedrijven zit dit rond de 3%. Dat de kosten voor energiebedrijven zoveel hoger zijn in 2035 heeft ermee te maken dat de heffing in de scenario's gelijk is (namelijk de ETS2-heffing die energiebedrijven betalen). In 2035 worden de meerkosten van groengas verder niet gecompenseerd, waardoor er een substantiële stijging is van de kosten tussen de scenario's.

Figuur 18. Vergelijking totale variabele fossiele energiekosten rijksscenario en basisscenario in 2035. Hierin wordt het procentuele verschil in totale kosten weergegeven tussen de scenario's voor alle bedrijfstypen en de verschillende groottes. Het verschil in energiekosten wordt gedeeld door de totale energiekosten in het basisscenario. Een positieve waarde geeft lagere kosten aan in het rijksscenario.



3.5 Limiterende factoren en randvoorwaarden

De energietransitie in de glastuinbouw kan worden belemmerd door verschillende limiterende factoren. We lichten de verschillende limiterende factoren en overwegingen in deze paragraaf verder toe. Limiterende factoren zijn onder meer:

- de beschikbaarheid van netaansluitingen in het kader van netcongestie
- de beschikbaarheid van alternatieve warmtebronnen zoals restwarmte en geothermie
- de beschikbaarheid van subsidies, met name de SDE++ subsidie
- de beschikbaarheid van voldoende CO₂ wanneer de CO₂-toevoer vanuit aardgas (uit de WKK) minder aanwezig is.

Het model is in staat om concrete berekeningen uit te voeren voor beperkingen rond netcongestie en SDE++-subsidie. Deze worden in de volgende paragrafen besproken. Ook wordt er in deze paragrafen beschreven wat de impact is op de sector als deze parameters veranderen, in termen van netto-CO₂-heffing, zie het volgende kader.

Paragraaf 3.2 toont een overzicht van de verwachte warmtevoorziening in 2030. De warmtebronnen in 2030 lijken voor voldoende alternatieve warmte te kunnen zorgen om de sectordoelen te behalen. Omdat hier wel een bepaalde onzekerheid mee gemoeid is, nemen we de potentie van warmtebronnen, en dus het hoger dan wel lager uitvallen daarvan, mee in de gevoeligheidsanalyse (paragraaf 4.1).

Het rekenmodel van Berenschot/Kalavasta biedt momenteel geen inzichten in de beschikbaarheid van een CO₂-voorziening. Hoewel het model wel de totale kosten voor inkoop van externe CO₂ kan berekenen, is deze functionaliteit nog niet geïmplementeerd. Een kwalitatieve beschrijving van de beschikbaarheid van externe CO₂ is te vinden in paragraaf 3.5.3.

Impact van veranderende omstandigheden wordt weergegeven in de verandering van de netto CO₂-prijs

De reden dat we de netto CO₂-prijs gebruiken om de impact van de veranderende omstandigheden te laten zien, is dat dit de 'sluitpost' is van het rijksscenario. De bijmengverplichting van groen gas en ETS2 gaan in dit beleidsscenario sowieso gelden voor de sector. De meerkosten voor groen gas worden gecompenseerd door een verlaging van de energiebelastingtarieven. Die verlaging staat vast in een prijs met m³ per belastingschijf. De compensatie op de ETS2-prijs die tuinders krijgen, en de daaruit resulterende netto CO₂-prijs voor tuinders, is zo berekend dat de sector in 2030 precies 4,3 Mton CO_{2eq} uitstoot. Als de omstandigheden veranderen, kan dat ervoor zorgen dat:

- er meer compensatie nodig is; een lagere netto CO₂-prijs is voldoende is om het doel te halen.
- er minder compensatie nodig is, een hogere netto CO₂-prijs nodig is om het doel te halen.

3.5.1 EIA, SDE++ subsidie, EG-regeling

In de huidige versie van het rekenmodel wordt uitgerekend of de volgende drie regelingen beperkend zijn voor de glastuinbouw om te verduurzamen:

- **Energie-investeringsaftrek (EIA):**
 - Het budget voor de EIA is voldoende. Een eventuele beperking voor EIA zou volgen uit een beperking van het budget voor de EG-regeling. We gaan in deze subparagraaf daarom dan ook niet verder in op deze regeling.
- **Energie-efficiëntie glastuinbouw (EG)-regeling:**
 - Voor de EG-regeling zijn de budgetten in de periode 2024 tot en met 2030 gemiddeld 43 miljoen euro per jaar. Deze kunnen echter door de jaren heen verschoven worden, bijvoorbeeld als er in het ene jaar minder en in het andere jaar meer aanvragen zijn.
- **Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) -subsidie:**
 - Voor de SDE++ zijn de budgetten de afgelopen vijf jaar gemiddeld 8,4 miljard euro per jaar geweest (periode 2020 tot en met 2024). De SDE++ kent geen formele reservering van budget voor specifieke sectoren. Om toch een inschatting te kunnen maken wat als beschikbaar budget verondersteld zou kunnen worden voor de glastuinbouwsector in de komende jaren is daarom een naar rato een berekening gemaakt. De glastuinbouw stoot in de periode 2020 tot en met 2023 gemiddeld ongeveer 5,1% uit van de Nederlandse uitstoot (exclusief huishoudens). Daarmee ramen we naar rato van de uitstoot het beschikbare budget voor de glastuinbouw op 425 miljoen euro/jaar tot en met 2030.²³ Zie bijlage B1.2.8 voor een uitgebreidere beschrijving.

In figuur 19 worden voor de EG-regeling en de SDE++ de uitgerekende budgetten per jaar getoond (ook wel budgetclaim genoemd). Daarnaast wordt het maximaal beschikbare (gemiddelde) budget weergegeven.

We concluderen dat het sterk verschilt per jaar of de budgetten toereikend zijn. Voor 2025 en 2030 is er een substantieel tekort waarbij er meer budget nodig lijkt te zijn voor de SDE++ dan beschikbaar op basis van een naar ratoverdeling voor de glastuinbouw.²⁴ Voor de periode 2026 en 2029 is er een klein tekort van enkele tientallen miljoenen en in 2027 en 2028 is er meer dan voldoende. De gemiddelde budgetclaim over de gehele periode is 432 miljoen euro per jaar, wat net boven het beschikbare budget van 425 miljoen euro is.

²³ De uitstoot van de glastuinbouw ten opzichte van de Nederlandse uitstoot, exclusief huishoudens * gemiddelde SDE++-budget = 5,1% * 8,4 mld. euro/jaar = 425 miljoen euro/jaar.

²⁴ Wij nemen in veronderstelde SDE-benchmark aan dat de meerprijs voor groen gas meegenomen wordt in de gasprijs. Daarnaast nemen we aan dat het voor de volgende rondes van de SDE ook het geval is.

De grafiek maakt een knik in 2028. In de periode 2025 tot en met 2028 zijn de aanvragen met betrekking tot geothermie dominant. Deze aanvragen nemen af richting 2028, wat verband houdt met de uitgeputte potentie van geothermie in enkele gebieden. Vanaf 2029 zijn de problemen rondom netcongestie verholpen (zie volgende subsectie) en stijgen de SDE++-aanvragen op het gebied van warmtepompen sterk. Ook zijn er in 2030 veel aanvragen met betrekking tot aquathermie, wat resulteert in een hoge aanvraag van de SDE++ in 2030.

Of het geraamde jaarlijkse budget voldoende is, zal ook afhankelijk zijn van het verloop van de aanvragen en investeringen en in welke mate andere sectoren aanspraak maken op het beschikbare subsidiebudget. *De beschikbaarheid van SDE++-budget verdient daarmee wel de aandacht bij de monitoring van de heffing.*

Voor de EG-regeling wordt rond de 27 miljoen euro per jaar gebruikt, waardoor er geen beperking lijkt te zijn voor dat budget.²⁵ Mogelijk veranderd dit als er meer onderdelen binnen de EG-regeling zullen vallen, maar binnen de huidige kaders verwachten we voldoende budget voor de EG-regeling.

Vooruitlopend op de gevoeligheidsanalyse

Wanneer er **geen beperking op de budgetten** wordt opgelegd, en het tekort aan SDE++ in 2030 dus wordt opgeheven, daalt de benodigde netto ETS2 CO₂-prijs in het rijksscenario naar **-9,00 EUR/ton CO₂**. Omdat deze prijs lager is, is er **meer kostencompensatie** nodig om het verschil met de ETS2-prijs te overbruggen.

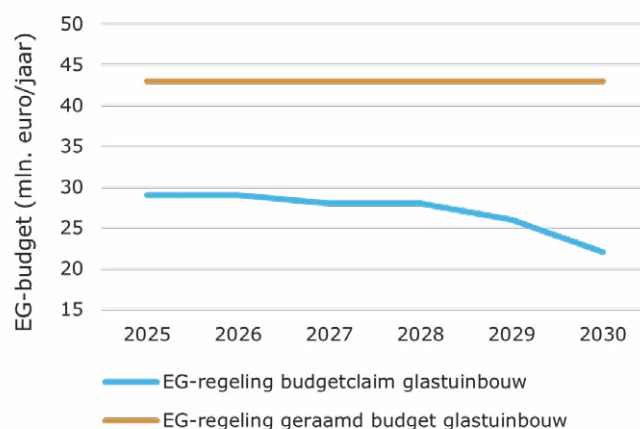
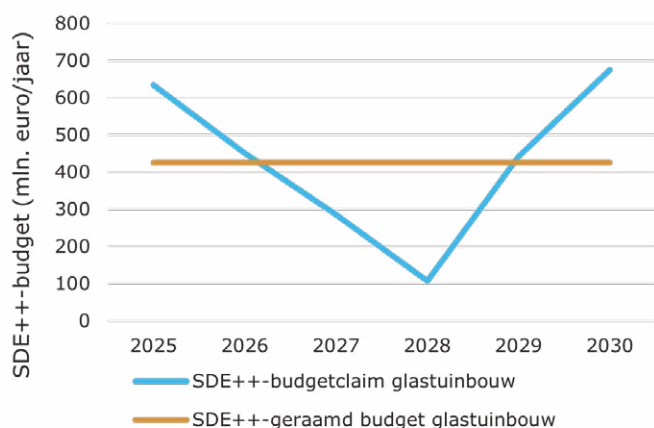
3.5.2 Impact van netcongestie op het middenspanningsnet

De komende jaren voorziet het rekenmodel in alle regio's knelpunten met betrekking tot de elektriciteitsvoorziening.²⁶ Rond 2029 zijn deze knelpunten naar verwachting grotendeels verholpen. De huidige netcongestie in combinatie met de investeringsplanning van de netbeheerders heeft daarmee een kleine beperkende en negatieve impact.

Vooruitlopend op de gevoeligheidsanalyse

Als netcongestieproblematiek erger wordt (de uitbreidings-investeringen in het net worden uitgesteld of niet gehaald) dan zijn verduurzamingsopties die vragen om een grotere of nieuwe elektriciteitsaansluiting buiten bereik voor tuinders. In het model blijven enkel de verduurzamingsopties over die om geen of weinig elektriciteit vragen. Concreet gaat dit om geothermie, restwarmte, aquathermie en biomassa. Warmtepompen, die een belangrijk onderdeel vormen van de transitie in de glastuinbouw, kunnen niet ingezet worden. Om tuinders zover te krijgen dat ze investeren in deze veelal duurdere verduurzamingsopties, om zo dus het CO₂-reductiedoel in 2030 te halen, wordt de benodigde heffingshoogte hoger. Een vertraging van drie jaar heeft zeer significante effecten, de netto CO₂-prijs in 2030 is dan 170 euro per ton.

Figuur 19. Budgetclaims voor de SDE++-subsidie en de EG-regeling afgezet tegen het geraamde budget voor de glastuinbouw.



²⁵ Vanaf volgend jaar komt er een nieuwe EG-regeling, voor nieuwe technieken met nieuwe budgetten. Aanvragen voor bestaande technieken zoals LED en energieschermen lopen af, maar aanvragen voor nieuwe technieken zullen naar verwachting oplopen. Dat zorgt voor een extra onzekerheid in het figuur die niet is meegenomen in de modellering.

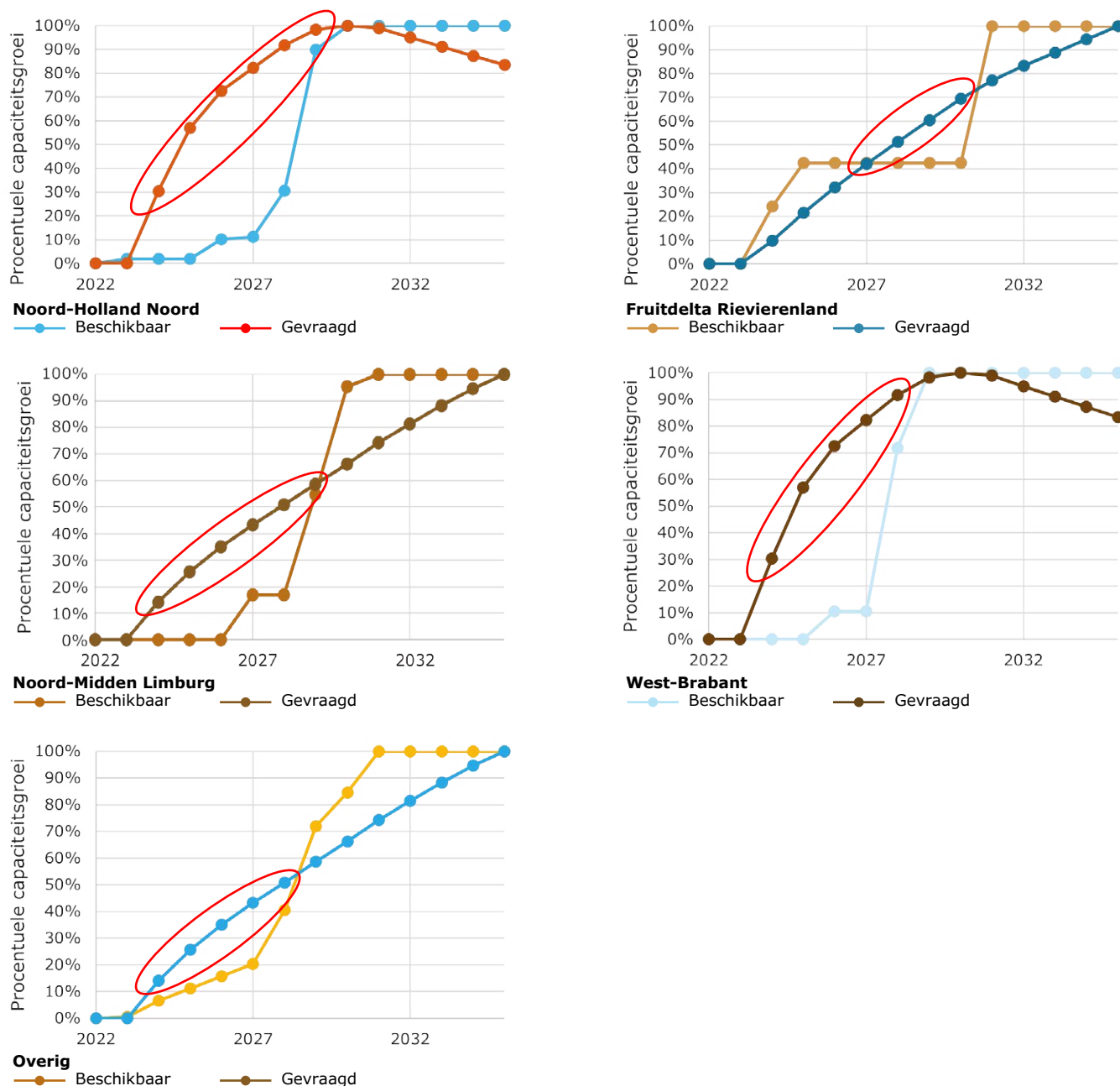
²⁶ Dit geldt niet voor de regio Rotterdam/Den Haag. Daar neemt het model aan dat er richting 2030 geen capaciteitsbeperkingen zijn door netcongestie.

Monitoring van netcongestieknelpunten voor verduurzaming in relatie tot de investeringsplanning van de netbeheerders is dan ook van belang in het kader van de uitkomsten van dit onderzoek.

Daarbij komt dat het model uitgaat van een spreiding van de investeringen over de glastuinbouwclusters. Wanneer de investeringen meer geconcentreerd of sneller in een bepaald gebied voorzien zijn, zal dat in de praktijk waarschijnlijk eerder voor congestie zorgen. Sommige partijen hebben nu al met netcongestie te maken, zo wordt ook aangegeven in de klankbordgroep.

Verdiepende onderzoeken per cluster in samenwerking met glastuinbouwbedrijven en netbeheerder kunnen hier gedetailleerder inzicht in geven en kunnen wellicht helpen in het timen en prioriteren van investeringen in de infrastructuur door het concreet maken van de benodigde uitbreidingen ten behoeve van de glastuinbouw op specifieke locaties in de tijd. Mocht dergelijk onderzoek plaatsvinden dan verdient het aanbeveling de uitkomsten daarvan mee te nemen in een eventuele toets of herijking van de uitkomsten van dit onderzoek op termijn. De gevoeligheid rondom netcongestie wordt verder uitgelicht in de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 4.1. Daarnaast zijn alle aannames en uitgangspunten rondom deze analyse terug te vinden in bijlage B1.10.

Figuur 20. Uitkomsten van de netcongestie-analyse per glastuinbouwcluster. De rode cirkels geven aan in welke jaren de gevraagde capaciteit groter is dan de beschikbare capaciteit. De regio Rotterdam/Den Haag wordt in dit overzicht niet getoond omdat daar geen netcongestiebeperkingen worden aangenomen.



Bij substantiële vertragingen in de oplossing van netcongestieproblemen kan worden verwacht dat het emissiereductiedoel voor 2030 niet wordt behaald, omdat veel verduurzamingsopties afhankelijk zijn van voldoende capaciteit op het elektriciteitsnet.

3.5.3 Externe CO₂-inkoop

Een parameter die in de huidige versie van het model niet goed kwantitatief te modelleren is, is de verandering van de CO₂-voorziening voor de gewassen. Vandaar dat dit onderdeel kwalitatief wordt behandeld. Naast warmte en elektriciteit biedt de WKK CO₂ voor de gewassen die daardoor kunnen groeien. Door te investeren in alternatieve warmtebronnen zoals geothermie of warmtepompen die geen CO₂ leveren, kan deze voorziening onder druk komen te staan.

Mismatch tussen productie en behoefte van CO₂

Het rekenmodel gaat standaard uit van een bepaald percentage van de CO₂-behoefte dat extern moet worden ingekocht, afgestemd op waarden uit de 'KWIN' voor de glastuinbouw.²⁷ Wanneer de WKK en/of ketel onvoldoende CO₂ kan leveren, moet er extra worden ingekocht, wat de drempel verhoogt om te kiezen voor alternatieve warmtebronnen. Deze bepaling houdt echter geen rekening met de cruciale tijdsafhankelijke mismatch tussen CO₂-productie en -behoefte.

De WKK draait voornamelijk in de wintermaanden en bij gunstige elektriciteitsprijzen, terwijl de hoogste CO₂-behoefte van gewassen juist in de zomer ligt tijdens de intensieve groeiperiode. Ook al kan de WKK technisch CO₂ leveren, indien dit niet samenvalt met de werkelijke behoefte van de gewassen heeft dit beperkt nut voor de plantengroei. Seizoensopslag van CO₂ zou dit probleem theoretisch kunnen oplossen, maar deze technologie is nog niet gangbaar en vereist verdere ontwikkeling.

De bandbreedtes van de externe CO₂-behoefte in 2030 van het rekenmodel van Berenschot/Kalavasta en het CE Delft-onderzoek komen overeen

Het rekenmodel houdt van zichzelf geen rekening met deze seizoensmismatch tussen de inzet van fossiele bronnen en de daadwerkelijke CO₂-behoefte van de teelt. In plaats daarvan wordt deze mismatch afgeschat door middel van een percentage van de totale CO₂-behoefte dat extern moet worden ingekocht. Doordat WKK's en ketels in alle verduurzamingspakketten nog steeds aanwezig blijven voor de pieklast en de CO₂-voorziening (circa 50% van de warmtelevering), leveren deze naar verwachting ook in 2030 nog een aanzienlijk deel van de benodigde CO₂. Het model komt daarom uit op een

bandbreedte tussen de 0,8 en 1,6 Mton externe CO₂-behoefte in 2030, afhankelijk van het gehanteerde inkooppercentage en de mate van verduurzaming van de warmtevoorziening.

Deze modeluitkomsten worden ondersteund door een recent CE Delft-onderzoek naar duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw.²⁸ Dit onafhankelijke onderzoek raamt de externe CO₂-behoefte van de sector eveneens op 0,7 tot 1,9 Mton in 2030. Deze bandbreedte wordt volgens CE Delft veroorzaakt door onzekerheden in de snelheid van verduurzaming van de warmtevoorziening en de mate waarin tuinders hun doseringsstrategie optimaliseren.

Onzekerheid over beschikbaarheid van externe CO₂

Het CE Delft-onderzoek schetst daarnaast de bredere context waarin de glastuinbouw moet concurreren met andere sectoren om duurzame CO₂. Tot 2030 wordt een totale vraag naar duurzame CO₂ verwacht van maximaal 4 Mton, waarbij naast de glastuinbouw ook koolstofverwijdering, voedingsmiddelenindustrie en mogelijk synthetische brandstoffen een beroep doen op het beschikbare aanbod.

Voor wat betreft het aanbod verwacht CE Delft dat duurzame CO₂ zich ontwikkelt van 0,7 Mton in 2025 naar 2,8 tot 6,8 Mton in 2030. Deze groei komt voornamelijk van afvalverbrandingsinstallaties (1,0-1,4 Mton), de biogas- en groengasketen (1,4-2,2 Mton) en mogelijk bio-energiecentrales (tot 2 Mton). Of deze behoefte volledig kan worden ingevuld blijft echter onzeker vanwege uitgestelde investeringsbeslissingen bij CO₂-afvangprojecten en wegvallende fossiele bronnen.²⁹

Beide onderzoeken komen uit op een vergelijkbare bandbreedte aan behoefte voor externe CO₂ in 2030. Echter, onzekerheid over het aanbod en de toenemende concurrentie vanuit andere sectoren zetten steeds meer druk op de beschikbaarheid. Gezien de overlappende bandbreedtes en onzekerheden in zowel de vraag- als aanbodontwikkeling, zal het van belang zijn de ontwikkelingen de komende jaren nauwlettend te monitoren en tijdig maatregelen te treffen om voldoende externe CO₂ beschikbaar te maken voor de sector. Wanneer dit niet het geval is, kan het zijn dat de verduurzaming trager verloopt dan in deze rapportage geraamd is.

²⁸ CE Delft (2025), Duurzame CO₂-levering aan de glastuinbouw Kansen en bedreigingen

²⁹ Een belangrijke ontwikkeling is het vertrek van Shell uit het OCAP-netwerk vanaf 2026. Shell, die 50 tot 60% van OCAP's CO₂-aanbod levert, zal zijn CO₂ voortaan opslaan onder de Noordzee via het Porthos CCS-project in plaats van levering aan de glastuinbouw. Ook Yara Sluiskil plant vanaf 2026 CO₂-transport naar Noorwegen voor opslag. OCAP zoekt alternatieve duurzame bronnen zoals biovergisters en afvalverbranders, maar concrete vervangingsbronnen zijn nog niet gerealiseerd. Deze transitie creëert leveringsrisico's voor de glastuinbouw, terwijl investeringsbeslissingen voor nieuwe afvanginstallaties worden gehinderd door beleidsonzekerheid en onvoldoende rendabiliteit. Het CE Delft-rapport identificeert grootschalige seizoensopslag als belangrijke onderzoeksrichting.



HOOFDSTUK 4

Gevoeligheden en onzekerheden

In dit hoofdstuk gaan we in op de grootste gevoeligheden en beperkende factoren van het rekenmodel. Deels brengen we dit kwantitatief in kaart (paragraaf 4.1) en deels kwalitatief (paragraaf 4.2). De gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de effecten van de veranderende omstandigheden. Dit is zeker relevant omdat we werken met berekeningen voor het jaar 2030, en er tot die tijd veel kan veranderen. In de laatste paragraaf (4.3) gaan we in op de benodigde vervolgstappen indien blijkt dat de omstandigheden inderdaad zijn veranderd op een later moment.

4.1 Gevoeligheidsanalyse

Voor de gevoeligheidsanalyse bekijken we veertien parameters. Deze zijn gekozen omdat ze ofwel erg onzeker zijn, ofwel een grote impact hebben op de uitkomst. De selectie in parameters is in nauwe afstemming gegaan met de klankbordgroep (voor deelnemers klankbordgroep, zie bijlage B2.1). In tabel 10 staan de parameters weergegeven, inclusief de onder- en bovenwaarde

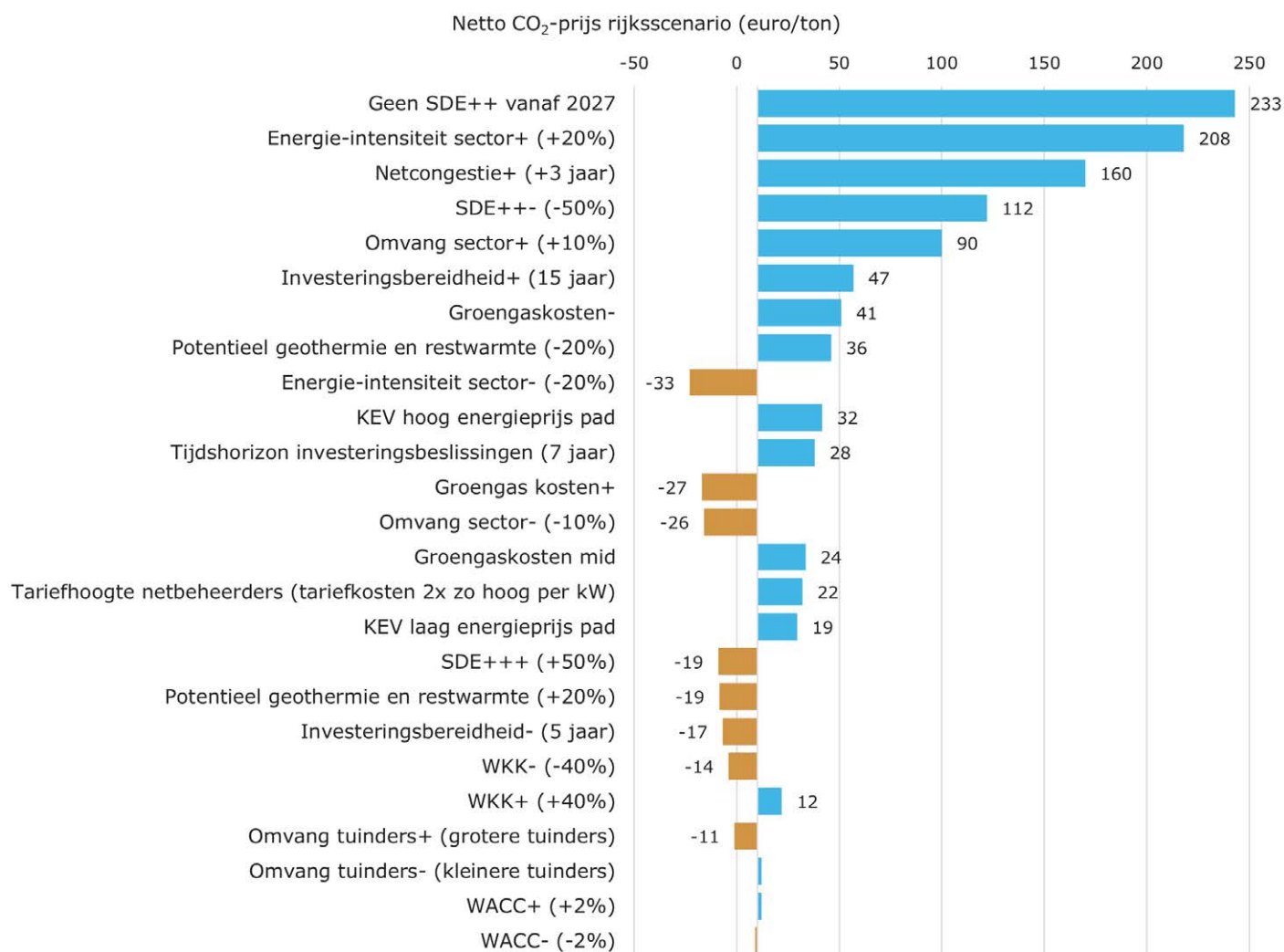
die we meenemen en een toelichting. Het overzicht van de belangrijkste doorerekende gevoeligheden is weergegeven in de tornadografiek in figuur 21. *We onderzoeken wat er gebeurt met de netto-CO₂-heffing in het rijksscenario als deze parameters veranderen.*³⁰ Voor deze analyse bekijken we de verandering in parameters los van elkaar, maar in de praktijk kunnen de veranderende omstandigheden zich ook simultaan voordoen, met mogelijk een versterkend/optellend effect.

Tabel 10. **Parameters die zijn opgenomen in de gevoeligheidsanalyse.**

Parameter	Ondergrens	Bovengrens	Toelichting
Energie intensiteit sector	-20%	+20%	De standaardwaarden voor elektra- en warmtegebruik per m ² worden aangepast. Hierdoor telen tuinders extensiever of intensiever en verandert de emissiereductieopgave.
Prijspaden	Laag pad KEV2024	Hoog pad KEV2024	Voor de doorrekening worden verschillende gas- en elektraprijzen voor de toekomst gehanteerd (inclusief de day-ahead-elektriciteitsprijzen), waardoor de afweging voor het gebruik van de ketel/WKK versus andere alternatieven anders wordt.
Groengas meerkosten	75% van doorberekende meerkosten, ondergrens CE Delft studie	Oorspronkelijke doorberekende meerkosten, bovengrens CE Delft	De kosten voor de bijmengverplichting zijn onzeker. De studie van CE Delft doet hier inschattingen voor. Als ondergrens hanteren we 75% van de meerkosten die ook een jaar zijn vertraagd. Als bovengrens gebruiken we de oorspronkelijke, niet aangepaste bovengrens kosten voor bijmengverplichting. Daarnaast voegen we voor deze parameter ook een midden waarde toe, dit is het gemiddelde tussen 75% van de ondergrens en 75% van de bovengrens, waarbij de ingroei een jaar vertraagd is.
Omvang tuinders	Kleinere tuinders, 10% meer aansluitingen	Grotere tuinders, 30% minder aansluitingen	De grootte van de tuinders wordt aangepast, waardoor de voorbeeldgroottes van tuinders gemiddeld in andere belastingschijven zitten en de gemiddelde belasting verandert.
Investeringsbereidheid	Eens in de vijf jaar investeren	Eens in de vijftien jaar investeren	De investeringsbereidheid wordt gevarieerd, waardoor tuinders eerder of later bereid zijn om te investeren.
WACC	6%	10%	De WACC is de discontovoet in het model en de hoogte hiervan wordt aangepast. Hierdoor wordt het gewenste rendement van de investering anders en zijn tuinders geneigd eerder ofwel later te investeren.
WKK flexinkomsten	-40%	+40%	De hoogte van de inkomsten van de WKK bij de verkoop van stroom op de onbalansmarkt wordt aangepast, waardoor de afweging voor het gebruik van de WKK anders wordt.
Potentieel geothermie en restwarmte	+20%	-20%	De potentie van geothermie en restwarmte wordt aangepast, waardoor tuinders hier meer of minder in kunnen investeren.
Omvang sector	-10%	+10%	De grootte van de sector wordt aangepast, waardoor de reductieopgave kleiner of groter wordt.
Netcongestie	Geen netcongestie	Investeringsmoment verschuift naar drie jaar later	Door de netcongestiejaren te verschuiven, hebben tuinders eerder of later toegang tot nieuwe aansluitingen die nodig zijn voor bijvoorbeeld warmtepompen.
Nettarieven	+100%		De kosten voor de elektriciteitsnetaansluiting worden verhoogd, waardoor de kosten voor elektrificatie (bijvoorbeeld via een warmtepomp) stijgen.
SDE++-budget	50%	150%	Het subsidiebudget van de SDE++ wordt aangepast. Deze subsidie stimuleert het investeren in geothermie, restwarmte, aquathermie en warmtepompen.
SDE++ afschaffing	Geen SDE++ vanaf 2027		Vanaf 2027 kunnen tuinders geen nieuwe SDE++-subsidies aanvragen, waardoor de kosten voor alternatieve warmtebronnen stijgen.
Tijdshorizon investeringsbeslissingen	Tuinders kijken zeven jaar vooruit voor investeringsbeslissingen		Het aantal jaren dat tuinders vooruitkijken in de berekening van de netto-contante-waarde wordt verminderd. Hierdoor hebben beleidsinstrumenten na 2030 (zoals de meerkosten van de bijmengverplichting) minder impact op de investeringsbeslissingen van tuinders.

³⁰ De resultaten met betrekking tot het rijksscenario kunnen ongeveer vergeleken worden met die van het basisscenario. Als een parameter bijvoorbeeld zorgt voor 50 euro extra kosten in het rijksscenario, zal dit ongeveer ook 50 euro zijn in het basisscenario. Door de verschillende wisselwerkingen van de meerprijs voor groen gas en de verlaging van de gasbelasting op de investeringscasussen, zijn de verschillen in netto CO₂-prijs tussen de scenario's echter niet exact hetzelfde.

Figuur 21. **Uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse. Op de verticale as staat de netto-CO₂-prijs zoals berekend in het rijksscenario, met een hoogte van 10,10 euro/ton.**



4.1.1 Hoogste Impact Factoren

Afschaffen van de SDE++-subsidiereregeling

Het wegvallen van de SDE++-subsidie vanaf 2027 vormt een substantiële kostenpost voor glastuinbouwbedrijven die overstappen naar duurzame warmtebronnen. Bij afschaffing van deze ondersteuning stijgt de benodigde netto-CO₂-prijs naar 243 euro per ton om de overstap naar alternatieve verwarmingssystemen financieel aantrekkelijk te maken.

Deze stijging van ongeveer 233 euro per ton ten opzichte van het rijksscenario weerspiegelt het kostenverschil tussen gesubsidieerde en ongesubsidieerde duurzame energiesystemen. Warmtepompen, biomassaketels en andere CO₂-neutrale alternatieven worden zonder SDE++-ondersteuning aanzienlijk duurder in exploitatie, waardoor de businesscase voor de energietransitie verslechtert.

De subsidieregeling heeft momenteel een cruciale rol in het overbruggen van het kostenverschil tussen fossiele en duurzame warmtebronnen. Het wegvallen hiervan vergroot de afhankelijkheid van de CO₂-beprijzing als primair sturingsinstrument, waarbij de sector zich geconfronteerd ziet met verhoogde investeringsrisico's en langere terugverdientijden voor duurzame installaties.

Energie-intensiteit

Een andere grote gevoeligheid betreft de energie-intensiteit, die van jaar tot jaar kan verschillen afhankelijk van de marktomstandigheden en teelttype. Als we bijvoorbeeld aannemen dat de energie-intensiteit met 20% stijgt, dan stijgt de energievraag in 2030 naar ongeveer 70 PJ in plaats van ongeveer 60 PJ in het rijksscenario.³¹

³¹ Een hogere energie-intensiteit heeft ook als gevolg dat energiebesparing meer effect heeft, waardoor de uiteindelijke energievraag met minder dan 25% toeneemt in de scenario's. Een lagere energie-intensiteit zorgt juist voor minder energiebesparing.

Deze stijging resulteert in een benodigde netto-CO₂-prijs van 218 euro per ton. Wanneer de energie-intensiteit daarentegen met 20% daalt, een warmtevraag van 51 PJ in 2030, ontstaat een netto-CO₂-prijs van -23 euro per ton - effectief een subsidie - omdat het doel zonder beprijzing al wordt overschreden (3,7 Mton restemissies).

De energie-intensiteit is de afgelopen jaren gedaald, mogelijk als gevolg van besparingen en nieuwe teeltinzichten in de sector. De gegeven bandbreedte is vergelijkbaar met het verschil (+20%) tussen 2023 en 2019, toen per m² areaal relatief nog een stuk meer aardgas werd verbruikt.

Deze extreme gevoeligheid reflecteert de directe koppeling tussen energieverbruik en emissies in de glastuinbouw, waardoor bedrijven sterk afhankelijk zijn van hun energie-efficiëntie. Dit onderstreept het belang van energiebesparing.

Netcongestie

Netcongestie beperkt de toegang tot het elektriciteitsnet voor warmtepompen en andere elektrische verwarmingssystemen. Een vertraging van drie jaar in het oplossen van netcongestie verhoogt de benodigde CO₂-prijs drastisch naar 170 euro per ton, omdat dit het aantal bedrijven beperkt dat kan overstappen naar elektrische verwarming, waardoor het emissiereductiedoel met minder investeerders moet worden gerealiseerd.

SDE++-subsidie

Een verhoging van het SDE++-budget met 50% resulteert in een benodigde netto-CO₂-prijs van -9 euro per ton, terwijl een halvering van het budget leidt tot 122 euro per ton.

Een groter SDE++-budget stelt tuinders in staat te investeren in geavanceerdere, duurzame technologieën die anders financieel niet haalbaar zouden zijn en verlaagt daarom de benodigde CO₂-prijs om het gewenste klimaatdoel te bereiken.

Een kleiner budget beperkt de totale transitiesnelheid van de sector. Hierdoor blijft een verhoogde CO₂-beprijzing van 122 euro per ton nodig is om voldoende bedrijven te stimuleren tot de gewenste emissiereducties.

4.1.2 Significante Impact Factoren

Sectoromvang

Een toename van 10% in het glastuinbouwareaal verhoogt de benodigde netto-CO₂-prijs naar 100 euro per ton, omdat meer bedrijven moeten worden gestimuleerd tot energietransitie. Omgekeerd leidt een afname van 10% van de sectoromvang tot een CO₂-prijs van -16 euro per ton - effectief een subsidie - omdat de emissiereductieopgave zonder additionele beprijzing al wordt overschreden door de verkleinde sector.

Deze gevoeligheid illustreert de directe relatie tussen de schaal van de sector en de benodigde beleidsdruk. Een groeiende glastuinbouw vereist intensievere prikkels voor duurzame warmtebronnen, terwijl sectorkrimp de drempel voor de energietransitie verlaagt door het kleinere emissieprobleem.

Meerkosten groengas

Als de meerkosten voor groengas zich in de geraamde onderkant van de bandbreedte bevinden, stijgt de benodigde CO₂-prijs naar 51 euro/ton. De daling van de groengas kosten in 2031 is 0,06 euro/m³ en de hogere heffing vertaald zich naar ongeveer 0,07 euro/m³. De resultaten zijn niet exact gelijk doordat de CO₂-prijs enkel invloed heeft op de het CO₂-onderdeel van het aardgas, terwijl het groengas gedeelte ook de methaanslip-component belast.

Wanneer er een gemiddelde waarde wordt gebruikt tussen de boven- en ondergrens, komt het model uit op een heffing van 24 euro/ton. De daling in de meerkosten van groengas zijn gelijk aan 0,03 euro/m³ en de lagere kosten voor groengas zijn ook afgerond 0,03 euro/m³ in 2030.

Voor de bovengrenzen worden de niet-aangepaste grenzen uit de CE-Delft rapportage gebruikt. Dit betekent een ingroei vanaf 2026 en meerkosten van 0,12 euro/m³ in 2030. Deze waarden resulteren in een lagere heffingshoogte van -17 euro/ton. Omgerekend is de lagere heffing ongeveer 0,05 euro/m³ ten opzichte van een kostenstijging van 0,03 euro/m³ voor groengas in 2031. Naast de hierboven genoemde andere werking van groengas en de CO₂-heffing (CO₂ versus CO_{2-eq}), geldt dat hier een net ander ingroeipad is ten opzichte van de referentiedoorrekening wat ook effect heeft op de heffingshoogte.

Potentiële warmtebronnen

Een beperkt potentieel aan duurzame warmtebronnen (-20%) verhoogt de benodigde CO₂-prijs naar 46 euro per ton, terwijl een ruim aanbod (+20%) deze verlaagt naar -8 euro per ton. De beschikbaarheid van geothermie, restwarmte en aquathermie bepaalt welke alternatieven tuinders hebben voor fossiele warmteopwekking. Een beperkt potentieel dwingt bedrijven om gebruik te maken van duurdere alternatieven zoals biomassaketels of biogas, waardoor een substantieel hogere CO₂-prijs nodig is om de energietransitie economisch aantrekkelijk te maken.

Een ruim aanbod van duurzame warmtebronnen maakt kosteneffectieve verduurzaming mogelijk, waarbij tuinders kunnen kiezen uit meerdere economisch gunstige opties

Investeringsbereidheid

De investeringsbereidheid (hoe vaak een investeringsbesluit wordt genomen) heeft significante impact op de heffingshoogte. Bij een investeringsbereidheid van vijftien jaar (tuinders zijn dus bereid iedere vijftien jaar te investeren) resulteert dit in een benodigde CO₂-prijs van 57 euro per ton, terwijl een investeringsbereidheid van vijf jaar leidt tot -7 euro per ton. In de glastuinbouw is de afschrijvingstermijn van WKK-installaties en ketels bepalend voor deze investeringshorizon.

Externe factoren zoals toegang tot kapitaal, waarde van CO₂-vrije productie en kosten-batenverhouding beïnvloeden dit gedragseffect dat vooraf niet met zekerheid is in te schatten. Bedrijven met langere afschrijvingstermijnen vereisen een hogere CO₂-prijs om vervroegde investeringen te rechtvaardigen, terwijl kortere horizons de transitiedrempel aanzienlijk verlagen.

Nettarieven

Een verdubbeling van de tariefhoogte voor netaansluiting verhoogt de benodigde CO₂-prijs naar 32 euro per ton. De tariefhoogte voor netaansluiting heeft significante impact op de businesscase van verduurzamingsopties. Elektrificatie via warmtepompen is een van de voordeligste opties, waarbij netaansluitingskosten een substantieel onderdeel vormen van de totale kosten.

Prijspad

In het lage prijsscenario resulteert dit in een benodigde CO₂-prijs van 30 euro per ton, terwijl het hoge prijsscenario leidt tot 42 euro per ton. Beide scenario's verhogen de CO₂-prijs ten opzichte van het rijksscenario vanwege de complexe wisselwerking tussen gas- en elektriciteitsprijzen.

In 2030 ligt de elektriciteitsprijs 34% lager in het lage scenario en 44% hoger in het hoge scenario ten opzichte van de standaarddoorrekening. Tegelijkertijd is de aardgasprijs 39% lager respectievelijk 91% hoger dan het rijksscenario.

Het lage prijsscenario vereist een hogere CO₂-prijs omdat goedkoper aardgas en elektriciteit duurzame alternatieven minder concurrerend maken. In het hoge prijsscenario zorgen verhoogde energiekosten ervoor dat ook duurzame technologieën zoals warmtepompen duurder worden in exploitatie, waardoor eveneens een verhoogde CO₂-beprijzing nodig blijft om voldoende transitieprikkels te bieden.

Tijdshorizon investeringsbeslissingen

Een verkorte investeringshorizon verhoogt de benodigde CO₂-prijs naar 38 euro per ton omdat de beleidsinstrumenten na 2030 dan minder impact hebben op investeringsbeslissingen van tuinders. De bijmengverplichting groengas verhoogt de aardgaskosten vanaf 2030 zonder compensatie, maar tuinders met een kortere tijdshorizon nemen deze toekomstige kostenverhoging beperkt mee in hun huidige investeringsafwegingen.

Hierdoor ontstaan gedurende de periode tot 2030 minder prikkels om over te schakelen naar duurzame alternatieven. Tuinders die slechts zeven jaar vooruitkijken in plaats van vijftien jaar waarderen de toekomstige kostenvoordelen van verduurzaming lager, waardoor een hogere CO₂-heffing nodig is om hetzelfde investeringsgedrag te stimuleren.

4.1.3 Overige Gevoeligheidsfactoren

WKK flexibiliteits-inkomsten

Een stijging van 40% in de WKK-onbalansmarkt-inkomsten verhoogt de benodigde netto-CO₂-prijs naar 22 euro per ton, terwijl een daling van 40% deze verlaagt naar -4 euro per ton. WKK-installaties genereren inkomsten via flexibiliteitsdiensten, maar deze markt is onzeker met variërende jaarlijkse inkomsten. Toenemende elektrificatie en intermitterend aanbod kunnen de waarde verhogen, terwijl grootschalige accusystemen en elektrisch vervoer concurreren.

Hogere onbalansmarktinkomsten maken de WKK-installaties financieel aantrekkelijker, waardoor een hogere CO₂-prijs nodig is om tuinders te stimuleren over te stappen naar duurzame alternatieven. Omgekeerd verminderen lagere flexibiliteitsvergoedingen de businesscase voor WKK, wat de transitie naar CO₂-neutrale warmtebronnen bevordert en een lagere CO₂-prijs vereist om hetzelfde transitie-effect te bereiken.

Bedrijfsomvang Tuinders

Een toename van de kleine tuinders verhoogt de benodigde CO₂-prijs naar 12 euro per ton, terwijl meer grote tuinders deze verlaagt naar -1 euro per ton. Grotere bedrijven vallen in andere belastingschijven en betalen andere energiebelastingen, wat de businesscase voor verduurzaming beïnvloedt.

Kleine glastuinbouwbedrijven ondervinden hogere relatieve energiekosten door de volledige energiebelasting, wat aardgasverwarming duurder maakt en de financiële prikkel voor de energietransitie vergroot. Echter, deze bedrijven missen vaak het kapitaal en de schaalvoordelen voor grote investeringen in duurzame warmtetechnologieën. Grote bedrijven betalen weliswaar lagere energietarieven - wat aardgas relatief aantrekkelijker houdt - maar beschikken over meer investeringscapaciteit en kunnen kosten spreiden over meer productie-eenheden.

WACC (Kosten van Kapitaal)

Een stijging van de kapitaalkosten (WACC) met 2 procentpunt verhoogt de benodigde CO₂-prijs naar 12 euro per ton, terwijl een daling van 2 procentpunt deze verlaagt naar 9 euro per ton. De kosten van kapitaal zijn bepalend voor de businesscase van verduurzaming en variëren per sector, bedrijfstype, omvang en kapitaalmarktsituatie.

Hogere kapitaalkosten maken investeringen in duurzame warmtetechnologieën minder aantrekkelijk door langere terugverdientijden en verhoogde financieringslasten, waardoor een licht hogere CO₂-prijs nodig is om de energietransitie te stimuleren. Omgekeerd verlagen gunstigere financieringsvoorwaarden de investeringsdrempel voor warmtepompen en andere CO₂-neutrale systemen.

4.2 Kwalitatieve duiding van gevoeligheden

Er zijn een aantal gevoelige factoren die niet gevat kunnen worden in het glastuinbouwmodel van Berenschot/Kalavasta.

4.2.1 Uitstel van verduurzamingsinvesteringen Investeringsbeslissingen op basis van een langetermijnanalyse in het rekenmodel

Het rekenmodel veronderstelt dat tuinders investeringsbeslissingen nemen op basis van langetermijnanalyses, waarbij zij de totale kosten en baten over de gehele levensduur van een investering afwegen via berekeningen van de netto contante waarde ('ncw'). In deze benadering worden alle relevante kostencomponenten – energiebelasting, heffingen, meerkosten groengas en compensatiemaatregelen, kosten van verduurzaming – meegewogen in de besluitvorming.

De komende jaren worden tijdelijke verlagingen van de energiebelasting ingevoerd om de meerkosten van groengas te compenseren. Zoals gesteld zijn deze maatregelen toereikend voor de periode 2027-2030, maar onvoldoende vanaf 2031. Hierdoor resulteert het rijksscenario in een lagere benodigde heffingshoogte dan het basisscenario, hoewel de uitkomsten voor tuinders in 2035 en daarna vergelijkbaar zijn.

Door de ncw-methodiek in het model kijken tuinders ook vooruit naar bijvoorbeeld de periode 2035 tot en met 2040. Dit betekent dat ondanks de tijdelijk lagere kosten, de investeringen in de verduurzaming toch plaatsvinden wanneer de langetermijnkosten van fossiele brandstoffen hoger uitvallen.

Risico op uitstelgedrag in de praktijk

De praktijk zal echter afwijken van deze modelmatige benadering. Door de lagere heffingshoogte in het rijksscenario zijn de kosten tot en met 2028 namelijk lager voor de tuinders dan vandaag de dag (in het basisscenario is dit al eerder). De kosten voor tuinders worden pas na 2031 sterk hoger in het rijksscenario zoals te zien is in sectie 3.4. Tuinders zouden hun investeringen daarom tactisch kunnen uitstellen wanneer hun directe operationele kosten in de periode 2027 tot en met 2030 tijdelijk lager zijn door de combinatie van lagere energiebelasting en compensatiemaatregelen. Dit uitstelgedrag ontstaat doordat het model geen mogelijkheid biedt voor tuinders om investeringsbeslissingen te temporiseren op basis van kortetermijnkostenverhoudingen.

Deze gedragdynamiek kan leiden tot vertraagde verduurzaming, omdat de werkelijke kostenverhoudingen voor alle tuinders pas na 2030 substantieel ongunstiger worden voor fossiele brandstoffen versus duurzame warmte. Het verschil tussen de rationele langetermijnbenadering van het model en mogelijk kortetermijngedrag in de praktijk vormt een belangrijke gevoeligheid die het huidige model niet adequaat kan onderzoeken.

Op basis van een overzicht van kosten voor tuinders de komende jaren (zie sectie 3.4 en bijlage B1.12), is het lastig om in te schatten of dit effect er daadwerkelijk is. Vrijwel alle tuinders zien een stijging voor de gemiddelde kosten voor gas vanaf ongeveer 2028, waardoor het wel te verwachten is dat er investeringen gedaan gaan worden als de mogelijkheden er zijn.

4.2.2 Het ETS2-prijspad

Het ETS2-prijspad, zoals nu is meegenomen in het model, is gebaseerd op een raming. De werkelijke prijs van ETS2 kan daarvan afwijken. Als de ETS2-prijs in de werkelijkheid bijvoorbeeld 10 euro/ton CO₂ hoger zou uitkomen, dan zorgt dat ervoor dat de benodigde compensatie (om het restemissiedoel van 4,3 Mton te halen in 2030) ook 10 euro/ton hoger wordt. De netto-CO₂-prijs blijft in dit geval hetzelfde. We constateren hierbij wel dat de ETS2-prijs een bandbreedte kent en daarmee onzeker is, en dat de komende jaren nauwlettend in de gaten gehouden moet worden of het ETS2-prijspad zoals nu aangehouden overeenkomt met de realiteit. Bij een wijziging van het ETS2-prijspad kan de hoogte van de compensatieregeling worden gewijzigd om niet te veel af te wijken van het restemissiedoel van 4,3 Mton.

4.2.3 Herijken van beleid bij veranderende marktprijzen

De compensatie is bedoeld om twee marktsystemen, namelijk ETS2 en de bijmengverplichting groen gas, te compenseren. De kans dat deze prijzen afwijken van de berekening in het model, of door de jaren sterk fluctueren, ligt in de lijn der verwachting. De compensatie, en zeker de fiscale compensatie is daar mogelijk moeilijk op bij te sturen aangezien deze vooraf bepaald gaat worden, terwijl de meerkosten van groengas marktafhankelijk zijn. Dat zou betekenen dat het verlaagd energiebelastingtarief glastuinbouw jaarlijks geijkt moet worden op de marktprijzen die gecompenseerd moeten worden. Mochten de marktprijzen hoger of lager uitvallen, dan kan de compensatieregeling beperkt worden bijgesteld. Zeker als de meerkosten hoger worden is er een risico aangezien de berekende compensatie voor de energiebelastingtarieven nu al op de grens zit van de financiële mogelijkheden.

4.2.4 Weglekrisico's

Er bestaan mogelijke weglekrisico's van de sector, waardoor de emissies binnen Nederland afnemen maar elders in de wereld nog steeds aanwezig zijn. Dit effect kan niet gevat worden in het rekenmodel. Als de energiekosten in Nederland substantieel hoger worden dan in andere (omringende) landen, dan bestaat het risico dat tuinders ervoor kiezen om hun productielocaties naar het buitenland te verplaatsen. De fossiele energiekosten verschillen sterk per bedrijfstype, maar zijn gemiddeld wel lager in het rijksscenario dan in het basisscenario (herijking van de CO₂-heffing glastuinbouw). Weglek kan ook plaatsvinden wanneer de rentabiliteit onvoldoende is. Het model kijkt niet naar de ontwikkeling van de financiële opbrengsten en de rentabiliteit. We wijzen er daarbij ook op dat bij een risico op weglek naast economische redenen ook niet-economische redenen een rol spelen. Daarnaast is het van belang welke maatregelen andere landen nemen om de emissies te reduceren en welke kosten daarbij komen kijken. Een glastuinbouwbedrijf heeft binnen Nederland compleet andere warmtevoorzieningen dan buiten Nederland, waardoor de kosten en kwaliteit van het product niet een-op-een te vergelijken zijn.

4.3 Aanbevelingen over herijking

Actief beleid om te voorkomen dat limiterende factoren, zoals netcongestie, beschikbaarheid van externe CO₂ en SDE++-subsidies, een belemmering vormen dient aanbeveling om voorgestelde beleidspakketten en uitkomsten effectief te laten zijn.

Zowel de parameters uit de gevoeligheidsanalyse als de limiterende factoren dienen zeer nauwlettend gemonitord te worden, omdat de correctheid van de inputparameters de validiteit van de uitkomsten bepaalt. Als omstandigheden veranderen ten opzichte van hoe deze in het model zijn opgenomen, dient de netto-CO₂-prijs herijkt te worden.

Verder wordt in het rijksscenario de netto CO₂-heffing van 10,10 euro/ton gerapporteerd. We wijzen er hier nogmaals op dat deze waarde vooral een gevolg is van de ondercompensatie met betrekking tot de meerkosten van groen gas vanaf 2031. Wanneer het kabinet hier afspraken met de sector over maakt, zoals genoemd in de voorjaarsnota 2025, zal de heffing naar verwachting hoger worden.

Daarnaast signaleren we ook het risico op mogelijk uitstelgedrag van investeringen aangezien met deze heffingshoogte van 10,10 euro/ton er pas vanaf 2031 significant hogere kosten zijn voor de tuinders.

Dit mogelijke uitstelgedrag kan niet goed meegenomen worden in het model, maar kan in de praktijk wel effect hebben en leiden tot een hogere restemissie in 2030 dan beoogd is.

Wij adviseren jaarlijkse of in ieder geval elke twee jaar een evaluatie te doen van het beleid en dit indien nodig aan te passen. Als de situatie verandert (bijvoorbeeld netcongestie, toegang tot kapitaal, nieuwe afspraken na 2030 met de sector etc.) heeft dit impact op het handelingsperspectief van de tuinders, en is het beleid mogelijk niet meer passend.

Bijlagen

BIJLAGE 1

Achtergrond model, aannames en uitkomsten

B1.1 Achtergrond en ontwikkeling van het model

Het rekenmodel voor de glastuinbouw is sinds 2022 door Berenschot en Kalavasta ontwikkeld om inschattingen te maken voor een sectorsysteem en om te bepalen welke CO₂-heffing kan bijdragen aan de sectordoelen in 2030. In 2023 werd het eerste model opgeleverd om verschillende varianten van een individueel sectorsysteem te vergelijken. Deze ontwikkeling was noodzakelijk omdat het bestaande CO₂-sectorsysteem uit de periode 2013-2020 onvoldoende effectief bleek. Het oude systeem kende een lange afhandelingstermijn en een gezamenlijk sectorplafond, waardoor individuele ondernemers zich minder verantwoordelijk voelden en een duidelijk sturend signaal ontbrak.

Op basis van de modelresultaten uit 2023 werd gekozen voor een vlakke CO₂-heffing waarbij elke kilogram CO₂ uitstoot wordt belast met een vaste prijs. De heffing geldt uitsluitend voor CO₂ en niet voor CO₂-equivalenten. Deze keuze werd vastgelegd in de Wet fiscale Klimaatmaatregelen glastuinbouw, die eind 2023 werd aangenomen. Het sectorsysteem treedt in werking per 2025, samen met andere fiscale maatregelen zoals de stapsgewijze afschaffing van de inputvrijstelling voor WKK's en het verlaagde belastingtarief voor gas in de glastuinbouw. In de aangenomen wet werd een indicatie van de heffingshoogte opgenomen, die voortkwam uit het onderzoek van Berenschot en Kalavasta (2023). Deze betrof echter een inschatting, omdat ten tijde van het onderzoek nog niet alle fiscale maatregelen waren uitgewerkt. In de memorie van toelichting bij de wet werd daarom benoemd dat een tariefstudie uitgevoerd zou worden om de hoogte nader te bepalen en een definitief tarief vast te stellen.

Na de systeemkeuze werd het model doorontwikkeld voor een tweede doorrekening waarin de benodigde heffingshoogte werd vastgesteld. Deze tariefstudie uit 2024 vereiste aanzienlijke modelverbeteringen. Nieuwe elementen werden toegevoegd, zoals een WKK-flexibiliteitsanalyse, energiebesparingsmodellering, regionalisatie van warmtebronnen en netcongestie, en een verfijnde analyse van tuindersgroottes. Het model werd hierdoor beter in staat gesteld om de complexe interacties tussen belastingen, regionale mogelijkheden en bedrijfskeuzes te modelleren.

De ontwikkelingen in de sector en nieuwe inzichten maakten in 2024 een herijking noodzakelijk. Wijzigingen in het beleid, waaronder mogelijke invoering van ETS2 voor de glastuinbouw en de bijmengverplichting voor groen gas, hadden potentieel grote impact op de benodigde heffingshoogte. Daarnaast verschaften de verschillen tussen modeluitkomsten van Berenschot/Kalavasta en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de wens voor een vergelijking en actualisering van het model met de meest recente sectorgegevens en beleidsvoornemens.

In het vervolg van deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van de belangrijkste elementen van het model en welke stappen er zijn gezet om deze diverse sector te modelleren. Hierbij wordt eerst een beschrijving gegeven van de sector, het ijkjaar en de bedrijfstypen. Vervolgens wordt ingegaan op de transitiepaden, de kosten en opbrengsten ervan en wanneer tuinders kunnen overstappen.

B1.2 Modelbeschrijving

Kort gezegd bestaat het rekenmodel uit twee hoofdonderdelen die samen de ontwikkeling van de glastuinbouwsector simuleren. In het eerste deel wordt voor elk bedrijfstype een netto-con-tante-waarde-berekening uitgevoerd voor verschillende ver-duurzamingsopties, rekening houdend met investeringskosten, energieprijzen, fiscale maatregelen en beschikbare subsidies. Deze berekeningen resulteren in een overzicht van de kosteneffectiviteit van verduurzamingsmaatregelen per bedrijfstype.

Het tweede modelonderdeel vertaalt deze kosteneffectiviteit naar werkelijke investeringsbeslissingen door tuinders. Hierbij wordt rekening gehouden met investeringsbereidheid, beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen per regio, netcongestie en energiebesparingsmaatregelen. Door de CO₂-heffingshoogte te variëren kan worden bepaald welk tarief nodig is om het sectordoel van 4,3 Mton broeikasgasemissies in 2030 te bereiken. De modelopzet, aannames en uitgangspunten worden uitgebreid toegelicht in het vervolg van deze bijlage.

B1.2.1 Sector

Voor modelmatige analyse wordt de glastuinbouwsector onderverdeeld in negen bedrijfstypen, gebaseerd op energie-intensiteit, belichtingstype en CO₂-behoefte. Deze indeling is ontwikkeld door Wageningen Social & Economic Research en aangevuld voor lage en hoge CO₂-behoefte door Berenschot en Kalavasta om de diversiteit van de sector adequaat weer te geven.

Een overzicht van de bedrijfstypen wordt weergegeven in tabel 11. De eerste letter geeft aan hoe intensief de teelt is. Zo staat de G voor Gemiddeld en de I voor Intensief. De E staat voor Extensief. De tweede letter geeft aan of het belicht of onbelicht is (B of O). De latere letters geven andere duidingen. De laatste W geeft aan of er een WKK aanwezig is of niet.

De bedrijfstypen variëren van zeer intensieve belichte kassen (YBKW) die 3% van het totale areaal vertegenwoordigen tot zeer extensieve onbelichte kassen (XOK) met 7% van het areaal. Het grootste aandeel wordt gevormd door gemiddeld intensieve onbelichte bedrijven met hoge CO₂-vraag (GOhoog), die 32% van het totale glastuinbouwareaal beslaan. De bedrijfstypen onderscheiden zich sterk in hun warmte- en elektriciteitsvraag per vierkante meter, variërend van 0,09 GJ/m² bij zeer extensieve bedrijven tot 1,35 GJ/m² bij zeer intensieve bedrijven.

De meeste bedrijfstypen maken gebruik van warmtekracht-koppeling-installaties (WKK's), met uitzondering van de extensieve bedrijfstypen EOK en XOK die voornamelijk ketels gebruiken. Deze technologische verschillen hebben directe gevolgen voor de CO₂-uitstoot per vierkante meter, die varieert van 5 kg CO₂/m²/jaar voor zeer extensieve bedrijven tot 148 kg CO₂/m²/jaar voor zeer intensieve bedrijven.

Tabel 11. Overzicht van de bedrijfstypen en hun karakteristieken.

Bedrijfstype ³²	Uitleg/indicatieve teelt ³³	Warmtevraag teelt (GJ/m ²)	Inkoop gas ³⁴ (m ³ gas/m ²)	Elektriciteitsvraag teelt ³⁵ (kWh/m ²)	CO ₂ -vraag teelt ³⁶ (kg/m ²)	CO ₂ -uitstoot ³⁷ (kg/m ² /jaar)	CO ₂ -uitstoot (Mt/jaar)
YBKW	Intensieve varianten van 'gemiddeld belicht' en 'intensief belicht', met WKK	1,35	83,0	440	46	148	0,45
IBKW	Energie-intensief, belicht, met WKK	1,06	65,0	347	46	116	0,82
GBhoog	Gemiddelde energievraag, belicht, hoge CO ₂ -vraag	0,82	41,6	179	46	74	0,30
GBlaag	Gemiddelde energievraag, belicht, lage CO ₂ -vraag	0,74	36,6	161	25	65	0,66
GOhoog	Gemiddelde energievraag, onbelicht, hoge CO ₂ -vraag	0,76	36,7	32	33	65	2,12
GOLAag	Gemiddelde energievraag, onbelicht, lage CO ₂ -vraag:	0,68	31,7	14	14	56	0,52
EOK	Energie-extensief, onbelichte kas	0,32	10,0	10	5	18	0,27
XOK	Zeer energie-extensief, onbelichte kas	0,09	3,0	5	3	5	0,04
Overig		0,98	31,0	87	20	55	0,73

³² WSER (2022). Voor de samengevoegde types GBhoog, GBlaag, GOhoog en GOLAag zijn de getallen bewerkt door Berenschot/Kalavasta en is uitgegaan van het gewogen gemiddelde voor warmte en elektriciteit en een verschil van 5 m³/m² aardgasequivalenten tussen hoog en laag om de CO₂-behoefte van de teelt in de zomer te voorzien.

³³ Kas als Energiebron (2019), Tuinbouw zonder fossiele energie.

³⁴ WSER (2022), CCS-input WEcR-typeringen (intern document).

³⁵ Kas als Energiebron (2019).

³⁶ WSER (2022), CCS-input WEcR-typeringen (intern document).

³⁷ Alleen CO₂, dus exclusief methaanemissies.

B1.2.2 De emissies van 2024

De Nederlandse glastuinbouwsector kenmerkt zich door een intensief energiegebruik, waarbij de primaire broeikasgasemissies voortkomen uit WKK- en ketelinstallaties die voornamelijk op aardgas draaien. Volgens de meest recente energiemonitor van de sector wordt momenteel al een deel van de warmtevraag ingevuld door duurzame alternatieven zoals geothermie, restwarmte van industriële processen en bio-energiebronnen in de vorm van biogas en biomassa. Deze laatste categorieën vertegenwoordigen echter nog steeds een relatief klein aandeel in de totale energiemix van de glastuinbouw (ongeveer 20% in 2024). De Energiemonitor raamt de emissies in 2023 op 5,3 Mton. Inclusief het terugveereffect van 5,1% ramen we in dit rapport de emissies in 2024 op afgerond 5,7 Mton.

Het huidige verdienvermogen van glastuinbouwbedrijven wordt deels bepaald door de flexibele inzet van WKK's op de elektriciteitsmarkten. Tuinders kunnen substantiële inkomsten genereren door strategisch in te spelen op prijsverschillen in zowel de day-ahead-markten als de onbalansmarkten. Deze flexibiliteit stelt hen in staat elektriciteit te produceren en te verkopen tijdens momenten van hoge elektriciteitsprijzen, terwijl zij tijdens perioden van lage prijzen kunnen terugvallen op elektriciteitsinkoop. Dit dynamische verdienvermogen vormt een cruciaal onderdeel van de bedrijfsvoering en draagt bij aan de economische haalbaarheid van veel glastuinbouwondernemingen en tevens aan het verminderen van netcongestie.

De komende jaren staat de sector echter voor ingrijpende beleidsveranderingen die fundamentele gevolgen zullen hebben voor zowel de kostenstructuur als de verduurzamingsprikkel:

- beperking van de WKK-inputvrijstelling
- verhoging van de energiebelastingtarieven
- introductie van een sectorspecifieke CO₂-emissieheffing die een directe prijs toevoegt aan broeikasgasuitstoot
- implementatie van de groengasbijmengverplichting
- definitieve opt-in voor het Europese ETS2-systeem, gepaard gaand met een kostencompensatieregeling.

Deze veranderende randvoorwaarden stimuleren de sector tot een versnelde transitie naar duurzamere energievoorziening.

Om deze verduurzaming in kaart te brengen, zijn verschillende technologische pakketten geïdentificeerd en geëvalueerd, zoals weergegeven in tabel 12. Deze pakketten omvatten voornamelijk opties met een WKK die duurzame bronnen combineren met bestaande installaties, om pieklast- en back-upcapaciteit te waarborgen.

Naast de transitie naar duurzame warmtebronnen speelt energiebesparing een belangrijke rol in de verduurzamingsstrategie van de sector. De implementatie van ledverlichtingsystemen, geavanceerde energieschermen en klimaatbeheersingstechnologieën kan de totale energievraag aanzienlijk reduceren, waardoor de investeringsbehoeften voor duurzame warmtevoorziening proportioneel afnemen. Deze energiebesparingspakketten zijn geïntegreerd in de evaluatie van verduurzamingsopties, waarbij de synergie tussen energiebesparing en duurzame energievoorziening wordt geoptimaliseerd.

De combinatie van toenemende kostendruk op fossiele energiedragers en de beschikbaarheid van steeds kosteneffectievere duurzame alternatieven schept de voorwaarden voor een fundamentele herstructurering van het energielandschap in de glastuinbouw. Deze transitie wordt verder ondersteund door subsidieregelingen en investeringsstimuli die de onrendabele top van duurzame technologieën verkleinen en de businesscase voor verduurzaming versterken.

B1.2.3 Korte beschrijving van de pakketten

De verduurzamingspakketten bestaan uit verschillende combinaties van warmtetechnologieën die zijn vormgegeven als hybride systemen. Tabel 12 geeft een overzicht van de elf doorgerekende pakketten, waarbij elke combinatie de percentuele verdeling tussen verschillende technologieën weergeeft. Deze pakketten combineren duurzame warmtebronnen zoals geothermie, restwarmte, aquathermie en kaswarmte met conventionele back-upsystemen om continuïteit van warmtelevering te waarborgen. Typische pakketten omvatten geothermie gecombineerd met een ketel (30%-70%) of warmtekrachtkoppeling (40%-60%) voor piekbelasting, warmtepompen in combinatie met warmte-koudeopslag, en biomassa-alternatieven. Elk pakket is afgestemd op verschillende bedrijfstypes en regionale mogelijkheden, waarbij rekening wordt gehouden met de beschikbaarheid van warmtebronnen en netcapaciteit per locatie. Dit wordt verderop in meer detail beschreven.

Tabel 12. Verduurzamingspakketten.

Pakket	Omschrijving	Ketel	WKK	Geo	Rest	Kaswarmte	Wp	WKO	Aqua
Geo + ketel	Aansluiting op het warmtenet op geothermie als basislast, aangevuld met een ketel op aardgas als piekvoorziening.	30%		70%					
Geo + WKK	Aansluiting op het warmtenet op geothermie als basislast, aangevuld met een WKK op aardgas als piekvoorziening.		40%	60%					
Geo + wp (warmtepomp) + WKK	Aansluiting op het warmtenet op geothermie als basislast, aangevuld met een warmtepomp voor middenlast en een WKK als piekvoorziening.		35%	55%			10%		
Rest + WKK	Aansluiting op het warmtenet op restwarmte als basislast, aangevuld met een WKK op aardgas als piekvoorziening.		40%		60%				
Aqua	Systeem van een warmtepomp met WKO (warmte-koudeopslag), die gebruikmaakt van lokaal oppervlaktewater als warmtebron als basislast, aangevuld met een WKK op aardgas als piekvoorziening.		40%					60%	
Kas-warmte	Systeem van een warmtepomp met WKO, die gebruikmaakt van de warme luchtstroom door ventilatie als warmtebron als basislast, aangevuld met een WKK op aardgas als piekvoorziening.		40%				60%		
Wp + ketel	Warmtepomp zonder WKO als basislast, aangevuld met een ketel op aardgas als piekvoorziening.	50%					50%		
Wp + WKK	Warmtepomp zonder WKO als basislast, aangevuld met een WKK op aardgas als piekvoorziening.		20%				80%		
Ketel op biomassa	Ketel op vaste biomassa.	100%							
WKK op biomassa	WKK op aardgas gecombineerd met een WKK op vaste biomassa.		50%						
			50%						
WKK op biogas	WKK op lokaal biogas.	5%	95%						

B1.2.4 Beschrijving van energiebesparing

Energiebesparing wordt gemodelleerd via drie hoofd-technologieën die elk pakket kunnen aanvullen, zoals weergegeven in Tabel 13 met de kentallen energiebesparing. Ledverlichting realiseert 40% elektriciteitsbesparing en 17,5% warmtebesparing, maar is alleen toepasbaar bij belichte teelten. Het tweede energiescherm levert 15% warmtebesparing op en is universeel toepasbaar. Actieve luchtbehandeling in combinatie met het tweede scherm behaalt 25% warmtebesparing maar vereist additioneel elektriciteitsverbruik van 5% van de investeringskosten. Tabel 14 toont de penetratiegraden die in 2022 respectievelijk 40%, 53% en 5,1% van het areaal bedragen. Elke verduurzamingsoptie kan worden gecombineerd met deze energiebesparende maatregelen, waardoor de totale energievraag afneemt en de benodigde capaciteit voor duurzame warmtevoorziening proportioneel afneemt.

Tabel 13. **Kentallen energiebesparing.**³⁸

Type energie-besparing	Investerings-kosten exclusief subsidies (euro/m ²)	Af-schrijving	Onder-houd	Elektriciteits-vraag	Netto-energie-besparing	Warmtevraag	Penetratie-graad
Ledverlichting	97,5	6%	1%	40% reductie	17,5%	Toename is verschillend per type tuinder	40%
Tweede energiescherm	6,25	10%	5%	0	15%	15% reductie	47,7%
Actieve lucht-behandeling (i.c.m. tweede scherm)	32	12,5%	5%	5% van CAPEX	25%	Procentuele toename / afname zal per type tuinder verschillen	5,1%

Tabel 14. **Penetratiegraad energiebesparingstechnieken.**³⁹

Technologie	Penetratie t/m 2015	Penetratie 2019-2020	Penetratie 2021-2022	Penetratiegraad totaal*
Led	0% glastuinbouw, ten opzichte van areaal 2015 (9.206 ha).	Er waren nog geen aanvragen binnen de EG-regeling.	683 ha van 2021 tot 2022.	683 ha heeft full-led: • 6,4% ten opzichte van areaal 2022 (26,7% t.o.v. 'belicht'). • In afstemming met de klankbordgroep nemen we aan dat ditzelfde percentage van het areaal ook gedeeltelijk led heeft (50%). Hiermee komen we uit op een totaal percentage van 40,0%.
Tweede scherm	45% glastuinbouw, ten opzichte van areaal 2015 (9.206 ha). 4.143 ha in 2015.	146,99 ha in 2019 en 312,83 ha in 2020. In totaal 459,82 ha.	490 ha van 2021 tot 2022.	5,092 ha totaal: 47,7% ten opzichte van areaal 2022. Aangezien we tussen 2015 en 2019 data missen, gaan we uit van een penetratiegraad van 53%, op basis van het rapport van WUR3 en Agrimatie4.
Lucht-ontvochtiging	Geen informatie beschikbaar.	Niet bekend voor 2019. Inschatting: 21 ha. 290 ha in 2020. In totaal 311 ha.	234 ha van 2021 tot 2022.	545 ha totaal. 5,1% ten opzichte van areaal 2022.

³⁸ WUR (2017a). LED onder de loep. Sierteelt & Groenvoorziening, <https://edepot.wur.nl/414967>; AAB NL Kas als Energiebron: Handout, WUR (2017b). Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO₂-emissies Nederlandse glastuinbouw; WUR (2023) Onderzoek naar de gevolgen van hoge energieprijzen in de glastuinbouw in de periode medio 2021 tot en met het eerste kwartaal van 2023; EG-regeling; KWIN (2023) Glastuinbouw; David Katzin (2021) Energy saving bu LED lighting in greenhouses: A process-based modelling approach, [544434](https://edepot.wur.nl/414434); WUR (n.d.) Energiezuinige ontvochtiging, [Microsoft PowerPoint - Ontvochtiging.pptx](https://edepot.wur.nl/414434).

³⁹ WUR (2017b); WUR (2023); WUR (2024) Energiebesparing glastuinbouw in actueel perspectief; Agrimatie, 2024, Areaal tuinbouw onder glas en aantal bedrijven <https://agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2240>.

B1.2.5 Beschrijving van de kostenberekening – de ncw-berekening

De kostenberekening is gebaseerd op ‘netto contante waarde’-analyse waarbij alle investeringskosten, onderhoudskosten en operationele kosten over de gehele levensduur van de technologie worden verdisconteerd tegen een gewogen gemiddelde kapitaalkostenvoet (WACC) van 8%. Tabel 15 laat een overzicht zien van de kostenkenticallen per warmte-techniek, inclusief investeringskosten per kW thermisch, onderhoudspercentages en levensduur. Voor elk bedrijfstype en elke bedrijfsgrootte worden de jaarlijkse energiekosten, belastingen en heffingen doorgerekend, rekening houdend met de specifieke belastingschijven en vrijstellingen. De warmtekrachtkoppeling-inkomsten worden berekend op basis van flexibele inzet op de day-ahead- en onbalansmarkten, waarbij draaiuren worden geoptimaliseerd aan de hand van geprognosticeerde elektriciteitsprijzen (zie voor een verdere beschrijving B1.11). SDE++-subsidies en EG-regeling worden meegenomen als opbrengstenpost, waarbij het correctiebedrag jaarlijks wordt aangepast voor veranderende energieprijzen en belastingen. Het verschil in ncw tussen de referentietechnologie en het verduurzamingspakket bepaalt de kosteneffectiviteit per ton CO₂-reductie.

Tabel 15. Kostenkenticallen voor warmtetechnieken.

Warmte-technologie	Toelichting	Investeringskosten (euro/kW thermisch)	Onderhoudskosten (%/jaar)	Investeringskosten voor de aansluiting (euro/jaar)	Onderhoudskosten voor de aansluiting (euro/jaar)	Levensduur (jaar)	SDE-basisbedrag (euro/kWh)
Ketel (KWIN)	Huidige ketel op aardgas	49	1%			20	
WKK (KWIN)	Huidige WKK inclusief rookgasreiniger, op basis van een gemiddelde installatiegrootte van 1 tot 4 MW	265	7%			15	
Warmtepomp (SDE++)	LW of WW	704	2%			14	0,0694
Aardwarmte (SDE++)	Aansluiting op warmtenet	3.144	5%	3.600	4.500	25	0,1029
Restwarmte (SDE++)	Aansluiting op warmtenet	1.340	5%	5.850	4.500	15	0,0298
Aquathermie (SDE++)	Systeem van warmtewinning, WOS, WKO, 700 meter-warmtenet en warmtepomp	2.072	5%			15	0,1551
Kaswarmte (AABNL, niet geüpdatet)	Systeem van warmtewinning, WKO, warmtepomp en warmteafgifteoppervlak	1.354	5%			15	
Biomassa-ketel (SDE++)	Ketel op vaste biomassa 5 MW thermisch	939	10%			10	
WKK op biomassa (RVO (2016): rapportage marktkansen bioketels)	Gemiddelde van drie installaties (1 MW-14 MW)	1.461	7%			15	

Wanneer meerdere technologieën economisch gunstiger zijn dan de basistechnologie, distribueert het model de investeringen proportioneel over deze opties. Figuur 22 illustreert dit mechanisme door te tonen hoe investeringen worden verdeeld over technologieën A, B en F op basis

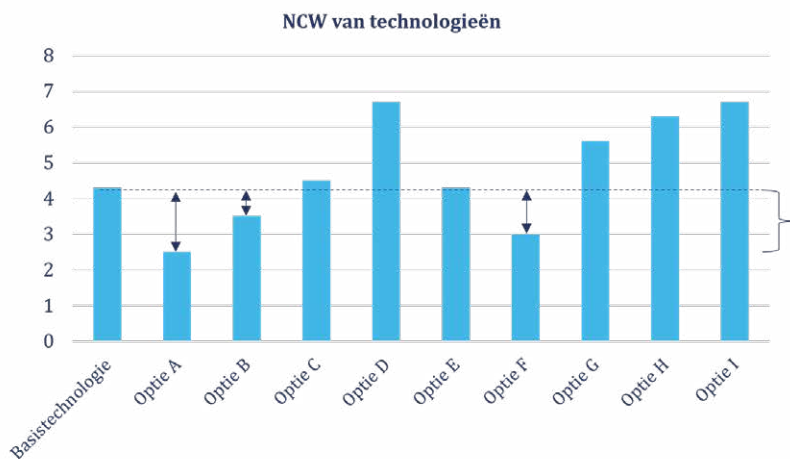
Het overstappen van de huidige bedrijfsvoering naar een verduurzaamde warmtevoorziening wordt gemodelleerd via een investeringsmodule die de relatie tussen economische aantrekkelijkheid (gebaseerd op kostenvergelijking) en investeringsbereidheid weergeeft, zoals geïllustreerd in figuur 22. Deze figuur toont hoe tuinders reageren op verschillende niveaus van economisch voordeel bij verduurzamingsopties. De opties worden daarbij onderling vergeleken via de netto contante waarde van de kosten. Waarbij de kosten voor de basistechnologie (fossiele technologie) als gevolg van de scenario's sterk toenemen.

De modeluitkomsten geven geen inzicht in de vraag of de totale bedrijfsvoering nog rendabel is en de financiële opbrengsten hoger zijn dan de kosten.

Het model hanteert als uitgangspunt dat minimaal 10% van elk bedrijfstype investeringen doet, uitgaande van een natuurlijke vervangingscyclus van installaties eens per tien jaar. Dit basispercentage stijgt echter wanneer verduurzamingsopties economisch aantrekkelijker worden dan de referentietechnologie. Bij een groter verschil in ncw stijgt het investeringspercentage afhankelijk van de verhouding tussen de ncw van de huidige bedrijfsvoering en de alternatieve bedrijfsvoering.

van hun relatieve economische kostenvoordeel. Het investeringspercentage per technologie wordt berekend als het aandeel van het voordeel van die technologie ten opzichte van de som van alle voordeligere opties, vermenigvuldigd met het totale investeringspercentage van het bedrijfstype.

Figuur 22. Distributie van investeringen over economisch gunstige technologieën.



In het voorbeeld links zijn 3 technologieën goedkoper dan de basistechnologie ('business as usual').

Verhoudingsgewijs wordt het meest geïnvesteerd in de technologie die het voordeligst is:

$$\frac{\% \text{ investeringen A}}{(\Delta A / (\Delta A + \Delta B + \Delta F)) \times (\% \text{ investeringen bedrijfstype})}$$

Deze aanpak erkent dat tuinders niet automatisch overstappen zodra een technologie theoretisch een lager kostenniveau heeft, maar dat de investeringsbereidheid geleidelijk toeneemt naarmate het economische voordeel groter wordt. Hierdoor ontstaat een beeld van sectorontwikkeling uitgaande van een ingroei-curve.

B1.2.6 Beperkingen op warmtebronnen in het model

Het model incorporeert verschillende realistische beperkingen die de praktische uitvoerbaarheid van verduurzamingsopties beperken, ondanks hun theoretische technische en economische haalbaarheid.

Niet alle duurzame warmtebronnen zijn op elke locatie beschikbaar of in onbeperkte hoeveelheden inzetbaar. Het model hanteert een geografisch gedifferentieerde benadering waarbij tuinders worden ingedeeld in vier regionale klassen op basis van hun toegang tot alternatieve warmtebronnen, zoals weergegeven in tabel 24. Deze regionalisatie is gebaseerd op de ruimtelijke verdeling van grote glastuinbouwgebieden en hun nabijheid tot de duurzame warmtebronnen geothermie, restwarmte en aquathermie; zie verderop voor een uitgebreidere beschrijving.

De regio Rotterdam-Den Haag (met 37% van de Nederlandse tuinders) heeft goede toegang tot geothermie, industriële restwarmte en aquathermie, met een totale potentie van 21 PJ tegen een warmtevraag van 24 PJ. Gebieden zoals Noord-Holland-Noord en West-Brabant (met 18% van de tuinders) hebben een gemiddelde toegang, met beperktere geothermie- en restwarmtemogelijkheden. De categorie 'minimale toegang' (41% van de tuinders) omvat voornamelijk verspreide locaties buiten de clusters en Noord- en Midden-Limburg, waar geothermieprojecten vanwege seismische risico's niet voor 2030 worden gerealiseerd. Een kleine groep (5%) heeft geen toegang tot warmtebronnen, vanwege geografische restricties.

Voor schaarse duurzame brandstoffen gelden sectorale limieten: biogas is beperkt tot 3% van het totale aardgasverbruik en biomassa tot 9%. Bij locatiegebonden warmtebronnen geldt de beperking per bedrijfstype en regio, terwijl duurzame brandstoffen op sectorniveau worden begrensd, waardoor individuele bedrijfstypes wel meer dan het gemiddelde percentage kunnen benutten indien dit in totaal wel beschikbaar is.

B1.2.7 Beperkingen door netcongestie

Netcongestie vormt een significante belemmering voor elektrificatie van de warmtevoorziening via warmtepompen. De analyse van netcongestie is gebaseerd op de capaciteitskaart van Netbeheer Nederland en de investeringsplannen van de regionale netbeheerders Stedin, Liander en Enexis. Voor elk glastuinbouwgebied wordt de huidige netsituatie beoordeeld, waarbij roodgekleurde gebieden duiden op 'geen beschikbare transportcapaciteit' en oranje gebieden op 'voorlopig geen capaciteit'. Meer informatie over de modelmatige analyse op netcongestie is te vinden in Bijlage B1.10.

Het model projecteert de elektriciteitsvraag per glastuinbouw-cluster op basis van directe elektriciteitsbehoeften, benodigde elektriciteit voor warmtepompen en geothermie, en verminderde vraag door led-implementatie.

De oplossing van netknelpunten wordt gemodelleerd op basis van de investeringsplannen van netbeheerders, waarbij per onderstation het jaar van oplevering en het capaciteitstekort wordt geanalyseerd. Voor gebieden waar netcongestie optreedt, wordt het investeringsmoment voor elektrische warmtepompen uitgesteld totdat voldoende netcapaciteit beschikbaar komt. De regio Rotterdam-Den Haag heeft naar verwachting de minste congestie, terwijl Noord-Holland-Noord, West-Brabant, Fruitdelt Rivierenland en Noord- en Midden-Limburg te maken hebben met beperkte transportcapaciteit. In de gevoeligheidsanalyse wordt onderzocht wat er gebeurt indien deze netuitbreidingen drie jaar eerder of later worden gerealiseerd dan gepland.

B1.2.8 Beperkingen op SDE++-budget

De beschikbaarheid van SDE++-subsidie wordt meegenomen als externe factor die de businesscase van verduurzamingsopties beïnvloedt. Glastuinbouwbedrijven kunnen in aanmerking komen voor SDE++-subsidie en dienen daarvoor een aanvraag in. Per aanvraag wordt beoordeeld of de subsidie wordt gehonoreerd, wat afhankelijk is van veel factoren, waaronder concurrentie met andere aanvragen buiten de glastuinbouwsector en het maximale budget van de subsidieregeling. Daarnaast gelden er regels over hoeveel subsidie kan worden ontvangen, gebaseerd op de onrendabele top.

Werking SDE++-systematiek

Voor de modellering wordt uitgegaan van de werking van SDE++, waarbij ieder jaar een basisbedrag wordt vastgesteld op basis van de geldende kosten voor een technologie. Het correctiebedrag geeft de marktwaaarde aan van de energie die via een conventionele techniek wordt opgewekt. De subsidie is vervolgens het verschil tussen het basisbedrag en het correctiebedrag, tenzij het correctiebedrag boven het basisbedrag uitkomt of onder een vastgestelde minimale langetermijn-basisenergieprijs komt. Door veranderende energieprijzen wijzigen deze bedragen in de tijd; daarom worden in het model per jaar de basisbedragen voor verschillende prijsscenario's uitgerekend met het OT-model 2024 van het PBL.

Budgetbeperking via fair share

Omdat in de praktijk geen directe beschikbaarheidsgrens bestaat voor de glastuinbouw, maar de sector wel moet concurreren met andere sectoren waarbij sommige aanvragen wel of niet worden gehonoreerd, is voor het model een fictief maximum gehanteerd. Dit fictieve budgetplafond wordt bepaald door een fairshare-benadering op basis van broeikasgasemissies. De glastuinbouw was verantwoordelijk voor ongeveer 5,1% van de Nederlandse emissies. Gegeven de SDE++-budgetten van de periode 2020-2023 wordt daarom een fair share berekend die uitkomt op ongeveer 425 miljoen euro per jaar voor de glastuinbouwsector.

Het model rekent met de huidige basisbedragen en correctiebedragen uit het SDE++-eindadvies 2024, maar houdt rekening met deze budgetbeperking, die concurrentie tussen projecten tot gevolg heeft. Voor verduurzamingsopties die afhankelijk zijn van SDE++-subsidie, zoals geothermie, restwarmte en warmtepompen, wordt het investeringstempo gemoduleerd door de verwachte beschikbaarheid binnen dit budgetplafond.

Toekomstige beleidswijzigingen

Toekomstige wijzigingen in de SDE++-regeling worden gedeeltelijk meegenomen in de modelberekeningen. Drie belangrijke beleidsveranderingen zijn hierbij relevant.

Meerkosten groen gas: Door de bijmengverplichting zijn er meerkosten voor het gas dat de sector gebruikt. Deze worden in het model bij de TTF-gasprijs (Nederlandse gasreferentie) opgeteld, waarmee het correctiebedrag bepaald wordt.

ETS2-introductie met compensatie: De glastuinbouwsector valt vanaf 2027 formeel onder het ETS2-systeem, maar ontvangt hiervoor kostencompensatie. Effectief betekent dit dat er geen ETS2-kosten ontstaan voor de sector, maar eerder een CO₂-heffing. Omdat het PBL algemene CO₂-heffingen niet meeneemt in de bepaling van correctiebedragen, heeft de ETS2-invoering naar onze verwachting geen impact op de SDE++-berekeningen en wordt deze niet meegenomen in de bepaling van de correctiebedragen in de toekomst.

Afbouw energiebelastingvrijstelling WKK: Glastuinbouwbedrijven met warmtekrachtkoppeling (WKK) waren tot nu toe vrijgesteld van energiebelasting op aardgas. Deze vrijstelling wordt echter geleidelijk beperkt, wat de operationele kosten van WKK's verhoogt. Om deze ontwikkeling te modelleren wordt vanaf 2027 de gemiddelde belastingdruk voor de derde energiebelastingschijf voor aardgas toegevoegd aan het correctiebedrag in de SDE++-berekening. Deze parameter representeert een gewogen gemiddelde van de resterende belastingvrijstelling en weerspiegelt daarmee de geleidelijke kostenstijging voor gasgestookte installaties. Aangezien het correctiebedrag 70% van de TTF-gasprijs bedraagt, wordt ook deze belastingdruk met een factor 70% vermenigvuldigd.

Onzekerheden

Het is niet zeker of en hoe deze onderdelen worden meegenomen in toekomstige ramingen van het PBL. CO₂-heffingen anders dan ETS worden over het algemeen niet meegenomen in correctiebedragbepalingen, terwijl energiebelastingen juist wel worden meegenomen. De inschatting is dat het correctiebedrag daarom de komende jaren wel gaat veranderen door de afbouw van de WKK-vrijstelling en mogelijk door de ETS2-opt-in, maar het exacte tempo en de wijze waarop blijft onzeker.

B1.3 Aanpassingen naar aanleiding van verschillenanalyse PBL

Naar aanleiding van diverse gesprekken met het PBL over de verschillen in uitkomsten zijn onderstaande aanpassingen gedaan in het model. In de rechterkolom wordt weergegeven welke impact de aanpassing heeft op de heffingshoogte. Enkele aanpassingen zijn al eerder behandeld. Daarnaast zijn aanvullende kwaliteitsverbeteringen aangebracht in het model die tijdens de analyse en erna in discussies met de klankbordgroep naar voren kwamen.

Ten opzichte van de vorige berekening voor de tariefstudie 2024, zijn de volgende onderdelen aangepast in het model:	Impact op de heffingshoogte
1. Verlagen refurbishment kosten WKK (60% lagere kosten WKK).	Laag
2. CO ₂ wordt verdisconteerd.	Middelhoog
3. Jaarlijkse energieprijzen t/m 2040 zijn geactualiseerd en in lijn gebracht met KEV 2024. Dit geldt ook voor prijzen op uurbasis voor elektriciteit in de jaren t/m 2040.	Laag
4. SDE++-technieken worden beperkt in toegang tot SDE++-subsidie. Er wordt uitgerekend of de subsidie beschikbaar is op basis van historische data (over SDE++-budgetclaims) en een evenredig deel voor de glastuinbouw (op basis van CO ₂ -uitstoot). Dit betekent een maximale budgetclaim van 425 miljoen euro per jaar voor de glastuinbouw.	Laag
5. Investeringskosten voor geothermie zijn lager. Concreet wordt er nu gerekend met 30.000 euro/MW + 6.000 euro per aansluiting per jaar. ⁴⁰ Daarnaast is een eenmalige kostenpost van 60.000 euro voor een warmtewisselaar aangenomen. Dit resulteert in herkenbare getallen van 6-8 euro/GJ inclusief SDE++-subsidie. Deze afschatting is gedaan in overleg met Eneco AgroEnergy en getoetst bij de desbetreffende onderzoekers bij Berenschot.	Laag
6. Daarnaast is voor geothermie gekozen voor een andere SDE++-categorie, namelijk 'Diepe geothermie (middenlast)' in plaats van het gemiddelde van de drie categorieën in 'Diepe geothermie (basislast)'. Deze categorie is de meestvoorkomende geweest in de afgelopen SDE++-aanvragen (in het jaar 2024) en is daardoor in onze ogen de meest representatieve categorie.	Laag
7. Ook wordt rekening gehouden met huidige projecten voor geothermie die al in de aanloopfase zitten in 2024. Deze projecten worden meegenomen in de huidige inschatting van de hoeveelheid geothermie. Geothermie groeit vervolgens in tot ongeveer 10 PJ; dit komt overeen met 'prognose 3 beperkte groei' van een recente TNO-rapportage over geothermie (naar schatting 10-12 PJ voor de glastuinbouw in 2030 op basis van huidige aanloopfases van projecten en een beperkte toekomstige groei).⁴¹	Laag
8. Het SDE++-correctiebedrag (CB) is vanaf 2027 aangepast. De formule t/m 2026 is: $CB = 0,7 * TTF$; vanaf 2027 is de formule: $CB = 0,7 * (TTF + ETS2 + EB3_{\text{gem. belastingdruk}})$ (waarbij 'TTF' (title transfer facility) staat voor de aardgasprijs, 'ETS2' voor de ETS2-CO ₂ -prijs en 'EB3gem. belastingdruk' staat voor de gemiddelde belastingdruk van de bedrijven in energiebelastingschijf 3 voor aardgas). - Op basis van gesprekken met ministeries lijkt aanpassing van het CB de komende periode niet op de agenda te staan. Het vermoeden is echter dat het op termijn zeer waarschijnlijk aangepast gaat worden. Vandaar dat we 2027 hebben gekozen als jaar waarin dit ingaat. - ETS2 wordt meegenomen in de bepaling van het SDE++-correctiebedrag. Als ETS2 gecompenseerd wordt via kostencompensatie, wordt ETS2 niet opgenomen in het SDE++-correctiebedrag. - De bijmengverplichting levert kosten van aardgas op en wordt daardoor automatisch meegenomen in de bepaling van de TTF-prijs.	Laag
7. Bijgesteld verbruik per vierkante meter glastuinbouw areaal. Op basis van gesprekken met het PBL, WSER en de klankbordgroep kunnen we constateren dat er nog een terugveereffect gaat plaatvinden in 2024 ten opzichte van 2023. In deze doorrekening nemen we 5,13% voor temperatuur gecorrigeerde extra terugveer aan, zoals te bepalen is met de CBS-statistieken voor landbouw. ⁴² Er wordt in deze studie niet aangenomen dat de sector verder intensiveert.	Hoog
8. De EIA-subsidie wordt meegenomen in combinatie met de EG-regeling. Het subsidiebedrag is opgehoogd van 20 naar 29%.	Laag

40

Deze kosten zijn overgenomen uit onderzoek van Berenschot naar kosten en opbrengsten van warmte-infra voor tuinders: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2023-33072.html>.

41

Eigen inschatting op basis van TNO, Aardwarmte in Nederland 2023: een recordjaar, maar toch teleurstellend (2024): <https://publications.tno.nl/publication/34643327/5C5Yqzgp/TNO-2024-R12084.pdf>.

42

CBS, Gasverbruik niet veranderd in 2024 (2025): <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/07/gasverbruik-niet-veranderd-in-2024>, en CBS, Aardgasverbruik naar sector en per maand (2025).

B1.4 Energieprijzen

Voor de ontwikkeling van energieprijzen volgen we het KEV 2024-middenscenario. In dit scenario daalt de gasprijs van 0,28 euro per kubieke meter in 2025 tot 0,23 euro per kubieke meter in 2035, en de elektriciteitsprijs van 0,08 euro per kilowattuur tot 0,06 euro per kilowattuur.

Inkoop van elektriciteit

De elektriciteitsprijzen vertonen echter grote spreiding en fluctueren aanzienlijk door de interactie tussen vraag en aanbod. De verwachting is dat deze prijschommelingen nog extremer worden richting 2040.

Glastuinders hebben enige flexibiliteit om hierop in te spelen en piekprijzen te vermijden door gebruik van hun warmtebuffers of op gunstige momenten de elektriciteit uit de WKK te verkopen.

Voor onze berekeningen hanteren we daarom een lagere elektriciteitsinkoopprijs, die deze flexibiliteit weergeeft. We hebben de elektriciteitsinkoopprijs gebaseerd op day-ahead-elektriciteitsprijzen per uur. Specifiek hebben we het gemiddelde berekend van de 4.000 uren met de laagste prijzen, waarbij de zomermaanden zijn uitgefilterd (omdat tuinders in deze periode minder behoefte hebben aan warmte).

Tabel 16. **Energieprijzen.**

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Aardgasprijs (euro/m ³)	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Elektriciteitsprijs (euro/kWh)	0,081	0,078	0,076	0,073	0,071	0,068	0,067	0,066	0,065	0,064	0,063
Elektriteitsinkoopprijs (euro/kWh)–aangepast	0,072	0,067	0,062	0,058	0,051	0,049	0,041	0,037	0,034	0,035	0,032

B1.5 Energiebelastingtarieven

B1.5.1 Verlaagd tarief glastuinbouw

Glastuinbouw betaalt een verlaagd tarief in de eerste twee energiebelastingsschijven, omdat het degressieve tarief in combinatie met de energie-intensiteit en kleinschalige bedrijfsstructuur van de sector voor onevenredig hoge lastendruk zorgde in vergelijking met de grote industrieën. Dit verlaagde tarief wordt tussen 2025 en 2035 opgebouwd naar het reguliere belastingtarief.

Voor de belastingtarieven (voor gas en elektriciteit) houden we de getallen uit onderstaande tabellen aan. Deze getallen zijn direct aangeleverd door het Ministerie van Financiën en bevatten aanpassingen ten opzichte van de voorjaarsnota 2025. De bovenste tabel geeft in schijven 1 en 2 de afbouw aan van het verlaagde tarief glastuinbouw voor gas richting 2035.

Tabel 17. **Aardgasbelastingtarieven (verlaagd tarief glastuinbouw).**

Aardgasbelasting (verlaagd tarief)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0-170.000 m ³	0,13298	0,17512	0,21598	0,25685	0,30354	0,35024	0,396941	0,443644	0,49034	0,53704	0,583738
170.000-1.000.000 m ³	0,13576	0,15434	0,17577	0,19693	0,22299	0,25123	0,272751	0,294289	0,31582	0,337357	0,358885
1.000.000-10.000.000 m ³	0,20347	0,20793	0,21644	0,22227	0,22913	0,23789	0,237894	0,237893	0,237891	0,237888	0,237887
> 10.000.000 m ³	0,05385	0,05163	0,05156	0,05160	0,05334	0,05457	0,054573	0,054569	0,054567	0,054566	0,054567

Tabel 18. **Elektriciteitsbelastingtarieven.**

Elektriciteitsbelasting	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0-10.000 kWh	0,10154	0,08903	0,08335	0,07933	0,07438	0,07536	0,075361	0,075365	0,075362	0,075359	0,075357
10.000-50.000 kWh	0,06937	0,06483	0,06424	0,06447	0,06818	0,07105	0,071047	0,071045	0,071047	0,071044	0,071042
50.000-10.000.000 kWh	0,03868	0,03630	0,03579	0,03555	0,03706	0,03798	0,037977	0,037973	0,037969	0,037966	0,037963
>= 10.000.000 kWh zakelijk	0,00321	0,00301	0,00295	0,00292	0,00292	0,00290	0,002894	0,002894	0,002893	0,002891	0,002888

B1.5.2 WKK-vrijstellingen

Het aardgasverbruik in een WKK wordt deels vrijgesteld van energiebelasting. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen aardgas dat wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken voor eigen gebruik en aardgas dat wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken voor teruglevering aan het net. Dit voordeel wordt deels afgebouwd tussen 2025 en 2030.

Tabel 19. WKK-vrijstellingen.

WKK < 20 MW	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Elektriciteit geleverd aan het net (Nm ³ /kWh)	0,2808	0,2635	0,2467	0,227	0,211	0,1896
Percentage vrijgesteld voor levering aan het net	100%	97%	91%	84%	78%	70%
Elektriciteit voor eigen gebruik (Nm ³ /kWh)	0,167	0,1498	0,1329	0,1132	0,0973	0,0758
Percentage vrijgesteld voor eigen gebruik	62%	55%	49%	42%	36%	28%

B1.6 Bijmengverplichting

In de voorjaarsnota van april 2025 werd besloten dat de bijmengverplichting voor groen gas gaat gelden voor de glastuinbouw vanaf 2027. Deze maatregel verplicht energieleveranciers die gas aan de ETS2-doelgroep leveren, om vanaf 2027 een groeiend aandeel van hun totale gaslevering met groen gas bij te mengen. Het doel is om hierdoor een emissiereductie van 2,85 Mton in 2030 te bereiken; dit vertaalt zich naar de productie van 0,825 miljard kubieke meter groen gas tegen 2030. In diezelfde voorjaarsnota was besloten dat de glastuinbouw ook onderdeel is van de ETS2-groep waarvoor de bijmengverplichting geldt.⁴³

De bijmengverplichting heeft impact op de kosten voor gas; de meerkosten voor de productie van groen gas worden door de energieleveranciers doorgerekend aan hun klanten.

B.6.1 CO₂-intensiteit netwerkgas

Volgens de KEV 2024 wordt verwacht dat de bijmenging van groen gas in het aardgasnet zal toenemen van 0,3 miljard kubieke meter in 2023 naar 0,5 miljard kubieke meter in 2030. Deze bijmenging van groen gas in het aardgasnet is onafhankelijk van de bijmengverplichting, aangezien de krapte op de markt bepalend is voor de werkelijke implementatie.

Dit resulteert in een bijmengpercentage van 1,8% in het netwerkgas in 2030, met een daaraan gekoppelde hoeveelheid van 1% in 2024. Hiervoor wordt uitgegaan van een totaal netwerkgasverbruik van 987 PJ (28,4 miljard kubieke meter) in 2030 (volgens het 'Vastgesteld en voorgenomen beleid scenario KEV 2024').

De percentages zijn berekend op basis van het maximale aantal kilowattuur dat uit een kubieke meter aardgas te produceren is via een WKK (0,27 Nm³/kWh). Voor de energie-inhoud van aardgas gaan we uit van 31,65 MJ/m³ en voor het elektrische rendement van een WKK houden we 42% aan. Voor zover bekend zijn er slechts enkele installaties van groter dan 20 MW aanwezig in Nederland.

Omdat groengas CO₂-neutraal is (door het vergistingsproces komt er geen extra CO₂ vrij) gaat hierdoor ook de CO₂-uitstoot van gasverbruik met 0,8% omlaag ten opzichte van 2024.

B1.6.2 Meerkosten netwerkgas

De meerkosten voor de bijmengverplichting worden vastgesteld op 0,09 euro per kubieke meter gas. Deze inschatting is gebaseerd op de bovengrens van het CE Delft-rapport, waarbij de meerkosten worden bepaald door een buy-outprijs van 450 euro per ton CO₂. Vanwege de verwachte krapte op de groengasmarkt is het waarschijnlijk dat de meerkosten gelijk zijn aan de bovengrens.

Het CE Delft-rapport hanteert een bovengrens van 0,12 euro per kubieke meter gas. Dit is gebaseerd op het eerdere doel van 3,8 Mton besparing. We hebben aangenomen dat 25% reductie in het emissiereductiedoel resulteert in een evenredige reductie op de prijs, aangezien minder energieleveranciers gebruik hoeven te maken van de uitkoopregeling, waardoor de kosten per kubieke meter evenredig dalen. De berekening hiervoor is: $0,12 \times 75\% = 0,09$ euro per kubieke meter. De factor 75% wordt op alle bedragen uit de CE Delft-studie toegepast.

De totale meerkosten voor de periode 2027-2030 worden geraamd op 407 miljoen euro. Deze berekening is gebaseerd op het totale aardgasverbruik per jaar vermenigvuldigd met de meerkosten per jaar. Het CE Delft-rapport hanteert een ingroeipad van vijf jaar en start met 0,018 euro per kubieke meter in 2026. Aangezien de bijmengverplichting naar verwachting in 2027 zal ingaan, zijn de waarden uit de rapportage met één jaar vertraagd.

Het implementatieschema toont een geleidelijke stijging van de meerkosten van 0,018 euro per kubieke meter in 2027 naar 0,09 euro per kubieke meter in 2031.

⁴³ Bijmengverplichting groen gas: de gevolgen | Vattenfall Grootzakelijk.

Tabel 20. Meerkosten bijmengverplichting.

	2027	2028	2029	2030	2031
Meerkosten (euro/m ³)	0,015	0,023	0,038	0,06	0,09
Aardgasverbruik (miljoen m ³)	3,2	2,7	2,2	2,1	2,0
Meerkosten (miljoen euro)	47	62	84	126	181

B1.6.3 Verlaagde energiebelastingtarieven glastuinbouw

Om de macrolastenstijging voor de glastuinbouw door de bijmengverplichting te compenseren, vindt er een (verdere) verlaging van de energiebelastingtarieven plaats tot 2030. In de periode 2030-2035 worden de verlaagde tarieven volledig afgebouwd. De verlaagde tarieven moeten voldoen aan de volgende eisen:

- De tarieven in de eerste twee belastingschijven (tot en met 1 miljoen kubieke meter aardgasverbruik) mogen maximaal worden verlaagd tot het niveau van 2026 om de afspraken in het kader van het herstel- en veerkrachtplan te respecteren.
- Het tarief in de derde belastingschijf (1 miljoen tot en met 10 miljoen kubieke meter aardgasverbruik) mag maximaal worden verlaagd tot het minimumniveau van de Energiebelastingrichtlijn: 0,05 euro per kubieke meter.

De verlaagde energiebelastingtarieven gaan, net als de bijmengverplichting, op 1 januari 2027 in.

B1.6.4 Compensatie voor de meerkosten van de bijmengverplichting

Wij hanteren de aardgasverbruikcijfers van 2022 voor de verdeelsleutel van het totale aardgasverbruik per jaar over de belastingschijven.⁴⁴ Vervolgens vermenigvuldigen we het aardgasverbruik met het energiebelastingvoordeel per jaar (het verschil tussen de huidige tarieven en de verlaagde tarieven, inclusief een correctie voor de WKK-vrijstelling).

De verlaagde aardgastarieven zijn zo ingesteld dat ze de meerkosten van de bijmengverplichting op jaarbasis zo goed mogelijk compenseren.

⁴⁴ CBS (2024), Energieverbruik landbouw naar belastingschijf 2022. Te bezoeken via <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2024/23/energieverbruik-landbouw-naar-belastingschijf-2022>.

Tabel 21. **Energiebelastingvoordeel, meerkosten bijmengverplichting en compensatie voor tekort 2027-2030.**

	CBS-verdeling	2027	2028	2029	2030	Totaal
Aardgasverbruik (miljoen m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)	14%	442	383	312	295	
Schijf 2 (170.000-1 miljoen m ³)	32%	1.010	875	714	673	
Schijf 3 (1 miljoen-10 miljoen m ³)	45%	1.421	1.230	1.004	947	
Schijf 4 (> 10 miljoen m ³)	9%	284	246	201	189	
Totaal	100%	3.157	2.734	2.231	2.104	
Energiebelastingvoordeel (euro/m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)		0,04086	0,08173	0,12666	0,16709	
Schijf 2 (170.000-1 miljoen m ³)		0,02143	0,04259	0,06865	0,09689	
Schijf 3 (1 miljoen-10 miljoen m ³)		0,10047	0,09499	0,12666	0,16709	
WKK-correctie						
WKK-vrijstellingen		76%	69%	63%	55%	
WKK-aandeel aardgas		97%	97%	97%	97%	
Energiebelastingvoordeel (miljoen euro)		47	62	84	126	319
Meerkosten (miljoen euro)		47	62	84	126	319
Tekort (miljoen euro)		0	0	0	0	0

Na 2030 zullen de verlaagde energietarieven volledig worden afgebouwd, terwijl de bijmengverplichting blijvend voor hogere kosten zorgt in het model. Dit loopt op tot een tekort van 621 miljoen euro aan compensatie richting 2035. Deze discrepantie heeft impact op de investeringsbeslissingen van tuinders, die in

het model vooruitkijken naar kosten die in latere jaren gemaakt worden. Het subsidietekort resulteert in een gereduceerde netto-CO₂-prijs in beleidsscenario 1 van 10,10 euro/ton, ten opzichte van het basisscenario (53,15 euro/ton).

Tabel 22. **Energiebelastingvoordeel, meerkosten bijmengverplichting en compensatie voor tekort 2031-2035.**

	CBS-verdeling	2031	2032	2033	2034	2035
Aardgasverbruik (miljoen m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)	14%	282	272	265	258	252
Schijf 2 (170.000-1 miljoen m ³)	32%	643	621	607	591	577
Schijf 3 (1 miljoen-10 miljoen m ³)	45%	905	873	853	830	812
Schijf 4 (> 10 miljoen m ³)	9%	181	175	171	166	162
Totaal	100%	2.011	1.939	1.895	1.846	1.803
Energiebelastingvoordeel (euro/m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)		0,1337	0,1003	0,0668	0,0334	-
Schijf 2 (170.000- 1 miljoen m ³)		0,0775	0,0581	0,0388	0,0194	-
Schijf 3 (1 miljoen-10 miljoen m ³)		0,1337	0,1003	0,0668	0,0334	-
WKK-correctie						
WKK-vrijstellingen		55%	55%	55%	55%	55%
WKK-aandeel aardgas		97%	97%	97%	98%	97%
Energiebelastingvoordeel (miljoen euro)		96	70	45	22	0
Meerkosten (miljoen euro)		181	175	171	166	162
Tekort (miljoen euro)		85	105	125	144	162

B1.7 ETS2

In de voorjaarsnota van april 2025 werd besloten dat de glastuinbouw opgenomen wordt in de CO₂-handelssysteem ETS2 vanaf 2027. Onder het ETS2-systeem moeten tuinders emissierechten inkopen voor elke ton CO₂ die zij uitstoten. De prijs van deze emissierechten wordt bepaald door vraag en aanbod op de Europese koolstofmarkt. We hebben een ETS2-prijs van 54,22 euro per ton (op basis van 2025) gehanteerd, op basis van de 'softcap', de prijs waarbij er extra rechten op de markt komen om de prijsstijging te dempen. Als gevolg hiervan wordt ook de CO₂-heffing glastuinbouw vanaf 2027 afgeschaft.

Energiebedrijven

Een deel van de glastuinbouwbedrijven valt niet onder de kostencompensatieregeling en moet de volledige ETS2-prijs betalen. Deze categorie omvat externe energieleveranciers die met hun WKK-installaties warmte en CO₂ aan glastuinbouwbedrijven leveren.

De modellering van energiebedrijven is gebaseerd op clustering van de grootste bedrijven binnen twee specifieke categorieën. Voor zeer intensieve bedrijven worden vier IBKW- en YBKW-bedrijven van 7 hectare samengevoegd tot één energiebedrijf. Ook wordt een gedeelte van de grootste categorie GO- en GB-bedrijven van 20,5 ha aangepast tot energiebedrijf.

De energiebedrijven zijn zodanig gedefinieerd dat zij gezamenlijk 9% van het totale aardgasverbruik van de glastuinbouwsector vertegenwoordigen.⁴⁵

Deze 9% is gelijkmatig verdeeld tussen energiebedrijven die voortkomen uit gemiddelde bedrijven enerzijds en zeer intensieve bedrijven anderzijds, wat zorgt voor een evenwichtige representatie van beide bedrijfstypes binnen deze nieuwe categorie. Een andere verdeling heeft geen wezenlijke impact op de resultaten.

B1.8 Kostencompensatie

Indien de kostencompensatie wordt uitgesteld tot 2029, kunnen de energiebelastingtarieven aanvullend worden verlaagd om de overbelasting van tuinders te beperken.

Voor de berekening van het energiebelastingvoordeel wordt uitgegaan van CBS-aardgasverbruikcijfers uit 2022 als verdeelsleutel voor het totale jaarlijkse aardgasverbruik over de belastingschijven. Het aardgasverbruik wordt vermenigvuldigd met het energiebelastingvoordeel per jaar, bestaande uit het verschil tussen de verlaagde tarieven van het rijksscenario en de verder verlaagde tarieven, gecorrigeerd voor de WKK-vrijstelling. Voor het vaststellen van de overheffing wordt de kostencompensatie – het bedrag dat tuinders in het betreffende jaar zouden terugontvangen – vermenigvuldigd met de sectoremissies.

Wanneer alle energiebelastingsschijven naar hun minimumniveau worden verlaagd, ontstaat een compensatietekort van 243 miljoen euro.

⁴⁵ WSER (2024), Impactanalyse ETS-II opt-in. Te bereiken via <https://open.overheid.nl/documenten/3a83b7cb-5bac-4e35-a298-316f36191f4d/file>

Tabel 23. **Kostencompensatietekort: subvariant van het rijksscenario. Het aardgasverbruik van deze subvariant wordt gebruikt en niet dat van het rijksscenario.**

	CBS-verdeling	2027	2028	2029	2030	Totaal
Energiebelastingvoordeel (miljoen euro)		32	43	37	27	139
Aardgasverbruik (miljoen m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)	14%	351	343	322	294	
Schijf 2 (170.000-1 miljoen m ³)	32%	803	784	735	671	
Schijf 3 (1-10 miljoen m ³)	45%	1.129	1.102	1.034	944	
Schijf 4 (> 10 miljoen m ³)	9%	226	220	207	189	
Totaal	100%	2.509	2.449	2.297	2.098	
Energiebelasting voordeel (euro/m³)						
Schijf 1 (t/m 170.000 m ³)		-	-	0,00175	0,00803	
Schijf 2 (170.000-1 miljoen m ³)		-	-	-	-	
Schijf 3 (1 miljoen-10 miljoen m ³)		0,10647	0,11778	0,09297	0,06130	
WKK-correctie						
WKK-vrijstellingen		76%	69%	63%	55%	
WKK-aandeel aardgas		97%	97%	98%	98%	
Overheffing (miljoen euro)		193	189			382
Kostencompensatie (euro/ton)		43,34	43,60			
CO ₂ -emissies (kiloton) (exclusief methaan)		4,45	4,33			
Tekort aan compensatie (miljoen euro)		161	146	-37	-27	243

B1.9 Regionalisatie

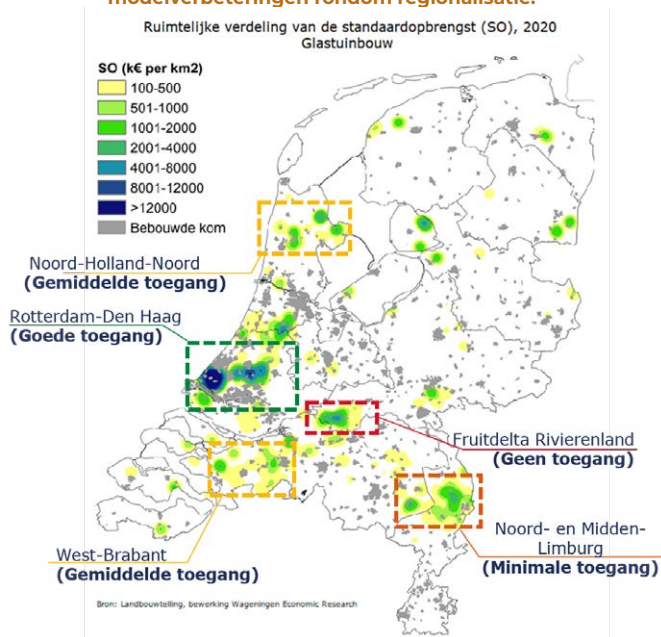
B1.9.1 Classificering van tuinders in verschillende groepen

Tuinders zijn sterk geclusterd in specifieke regio's binnen Nederland, zoals het Westland en het Oostland (regio Lansingerland en Pijnacker), de regio Noord-Holland-Noord, Aalsmeer, Gelderland, Zeeland en Venlo. Deze clusters zijn soms verenigd in een regionale greenport. Door deze sterke geografische clustering heeft niet elk gebied dezelfde ontwikkelmogelijkheden. In de regio Rotterdam-Den Haag is bijvoorbeeld sprake van veel geothermie, terwijl dit in andere regio's, zoals op dit moment in Limburg, niet mogelijk is. Ook de potentie van restwarmte en aquathermie verschilt aanzienlijk tussen regio's. Daarnaast zijn er gebieden waarin netcongestie een groter probleem vormt dan in andere regio's.

We onderscheiden vier klassen tuinders, geïnspireerd op de regionale clusters met enkele aanpassingen. De verdeling wordt gemaakt op basis van de potentie van regionaal beschikbare alternatieve warmtebronnen, waarbij de focus ligt op mogelijkheden met betrekking tot geothermie en restwarmte.

- **Klasse 1: Goede toegang** tot alternatieve warmte; omvat 37% van de tuinders en bevat voornamelijk tuinders in de Rotterdam-Den Haag-regio met toegang tot geothermie, restwarmte vanuit industrie en aquathermie. Deze regio biedt de meeste mogelijkheden voor verduurzaming door de aanwezigheid van industriële restwarmte en gunstige geologische omstandigheden voor geothermie.
- **Klasse 2: Gemiddelde toegang** tot alternatieve warmte; behelst 18% van de tuinders en bevat voornamelijk tuinders die wel in een regionale cluster zitten maar minder toegang tot alternatieve warmtebronnen hebben, zoals in Noord-Holland-Noord en West-Brabant. Deze tuinders hebben wel toegang, maar minder ruim dan klasse 1. Ook gebieden zoals Aalsmeer, Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs, Bleiswijk en Emmen vallen onder deze categorie.
- **Klasse 3: Minimale toegang** tot alternatieve warmte; omvat 41% van de tuinders en bevat voornamelijk overige tuinders die buiten een cluster zitten en dus minder mogelijkheden hebben om deel te nemen aan collectieve projecten. Deze klasse bevat ook tuinders in Noord- en Midden-Limburg. Deze tuinders hebben wel toegang, maar dit is in de praktijk vaak beperkt door geografische of geologische omstandigheden.
- **Klasse 4: Geen toegang** tot alternatieve warmtebronnen; behelst 5% van de tuinders en bevat voornamelijk tuinders die geen toegang hebben tot geothermie, restwarmte en aquathermie, zoals de Fruitdelta Rivierenland, waar restricties gelden op het gebruik van WKO-systemen. Deze tuinders kunnen wel gebruikmaken van bijvoorbeeld biomassa of warmtepompen, maar hebben geen toegang tot lokale warmtebronnen.

Figuur 23. Indeling van glastuinbouwclusters voor modelverbeteringen rondom regionalisatie.



B1.9.2. Methodiek voor potentie-inschatting

De analyse en waarden voor alternatieve warmtebronnen zijn inschattingen op basis van expertinzichten en regionale energiestrategieën (RES'en). Het hangt van veel factoren af in hoeverre deze potentie daadwerkelijk kan worden ingezet en dit zal ook per individuele tuinder verschillen. De invloed van deze inschattingen wordt onderzocht in de gevoeligheidsanalyse.

De schattingen van het huidige gebruik van alternatieve warmtebronnen zijn overgenomen uit de Energiemonitor glastuinbouw en Geothermie Nederland.

Tabel 24. Potentie van lokale alternatieve warmtebronnen.

Klasse	Warmtevraag in 2030	Totale potentie in 2030	Geothermie		Restwarmte		Aquathermie + kaswarmte
			Huidige	Potentie in 2030	Huidige potentie	Potentie in 2030	Potentie in 2030
Goede toegang	24,0 PJ	21,0 PJ	4,3 PJ	13,0 PJ	2,8 PJ	5,5 PJ	2,5 PJ
Gemiddelde toegang	9,0 PJ	8,0 PJ	1,6 PJ	3,0 PJ	0,0 PJ	3,0 PJ	2,0 PJ
Minimale toegang	26 PJ	1,5-7,0 PJ	0,7 PJ	1,0 PJ	0,0 PJ	2,0 PJ	1,3 PJ
Geen toegang	3 PJ	0,5-0,7 PJ	0,0 PJ	0,5 PJ	0,0 PJ	0,5 PJ	0,9 PJ

Beperkingen en onzekerheden

Een belangrijke kanttekening bij deze classificering is dat de sector sterk divers is en niet alle tuinders correct zullen worden ingedeeld. Sommige regio's worden bijvoorbeeld in de groep 'minimale toegang' geplaatst, terwijl het mogelijk is dat er al een lokaal warmtenetwerk aanwezig is. Daarnaast kan een tuinder zich in de regio 'goede toegang' bevinden, maar door lokale bodemomstandigheden geen toegang hebben tot alternatieve warmte. Ook kunnen warmtebronnen in de tijd plotseling worden ontsloten of juist niet meer beschikbaar zijn.

Voor geothermie is de totale energie uit aardwarmte uit de Energiemonitor verdeeld over de regio's op basis van de lijst van alle huidige geothermieprojecten, hun vermogen en locatie. Voor restwarmte wordt aangenomen dat alle restwarmte uit de Energiemonitor zich in de regio Rotterdam-Den Haag bevindt.

Voor de inschatting van de potentie voor 2030 van alternatieve bronnen is gebruikgemaakt van de regionale energiestrategieën en de WarmteAtlas.

Voor geothermie wordt aangenomen dat 100% van de potentie van Rotterdam-Den Haag, Noord-Holland-Noord en Fruitdelta Rivierenland in de glastuinbouwindustrie wordt gebruikt. West-Brabant en Noord- en Midden-Limburg hebben ook potentie voor geothermie, maar deze zijn niet meegenomen als in de RES staat dat ze niet vóór 2030 worden gerealiseerd of dat er onzekerheid bestaat over de risico's van seismische activiteit.

Voor restwarmte is de potentie per regio geschaald op basis van de warmtevraag van glastuinbouwbedrijven als percentage van de totale warmtevraag per regio, omdat niet alle restwarmte naar de glastuinbouw zal gaan.

De potentie van aquathermie is geschat op basis van de omvang en locatie van aquathermiebronnen naast kassen volgens de WarmteAtlas.

Naast warmtebeschikbaarheid zijn netcapaciteit en toegang tot CO₂ ook sterk afhankelijk van de regio en kunnen deze aanzienlijke beperkingen opleggen aan verduurzamingsopties. Netcongestie wordt expliciet meegenomen in de locatiegebondenheid, terwijl voor toegang tot CO₂ enkel meerkosten voor in te kopen CO₂ worden meegenomen. Al deze onderdelen vallen binnen het model onder de onzekerheden die gepaard gaan met deze keuzes en worden geanalyseerd in de gevoeligheidsanalyse.

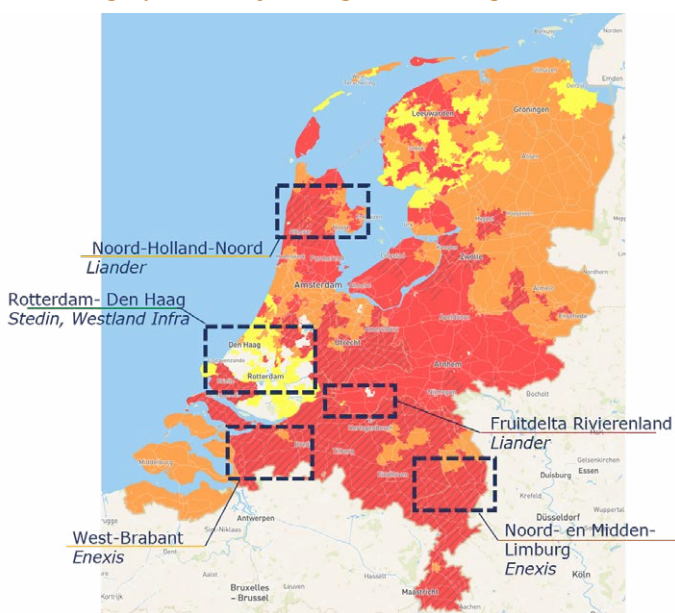
B1.10 Netcongestie

Netcongestie vormt mogelijk een significante beperking voor de verduurzaming van de glastuinbouw en wordt in het model meegenomen door een gedetailleerde analyse van netcapaciteit per regio. Met name in gebieden waarin geothermie of rest-warmte niet mogelijk is, is een warmtepomp een goede uitkomst. Wanneer er sprake is van netcongestie in dat gebied, is het echter niet mogelijk om een grotere aansluiting te krijgen en te investeren in een alternatieve warmteoptie die elektriciteit vraagt. De modelaanpak baseert zich op capaciteitskaarten van Netbeheer Nederland, die duidelijk aantonen dat vier van de vijf grootste glastuinbouwgebieden te maken hebben met beperkte transportcapaciteit. In de volgende paragrafen wordt uitgelegd hoe de analyse van netcapaciteit per regio is opgebouwd.

B1.10.1 Stap 1. Geografische overlay en identificatie onderstations

De eerste stap behelst het leggen van de netsituatiekaart van de betreffende netbeheerder over de kaart met glastuinbouwclusters. Omdat voedingsgebieden niet per onderstation beschikbaar zijn, wordt een gedetailleerde inschatting gemaakt van welke onderstations binnen elk glastuinbouwcluster vallen. Deze geografische analyse vormt de basis voor alle verdere berekeningen per regio.

Figuur 24. Capaciteitskaart zoals deze is gebruikt voor deze studie (2024). Intussen is de kaart van de capaciteitskaart geüpdatet en zijn meer gebieden rood geworden.



B1.10.2 Stap 2. Extractie van knelpuntdata uit investeringsplannen

Vervolgens wordt het investeringsplan van de betreffende netbeheerder geraadpleegd voor gedetailleerde data rondom knelpunten en bijbehorende oplossingen op onderstationniveau. Specifiek wordt de volgende informatie geëxtraheerd:

- Het jaar waarin het knelpunt wordt verholpen of de datum van inbedrijfsname (IBN). Deze informatie wordt vaak in een range gegeven, waarbij het middelste jaar wordt gekozen voor de berekeningen.
- Het capaciteitstekort in 2033 (uitgedrukt in megavolt-ampère of megawatt) uit het klimaatakkoordscenario, dat later wordt gebruikt voor verhoudingsberekeningen.
- Een berekening van het aandeel van elke specifieke investering ten opzichte van andere investeringen in hetzelfde gebied.

B1.10.3 Stap 3. Temporele inschatting van congestieoplossing

Op basis van de verzamelde data wordt een inschatting gemaakt van de netcongestie-ontwikkeling: in welk jaar wordt welk percentage van het knelpunt in de betreffende regio opgelost. Deze temporele analyse houdt rekening met de gefaseerde uitvoering van netinvesteringen en de cumulatieve effecten van verschillende projecten.

B1.10.4 Stap 4. Modelmatige vertaling naar investeringsbeperkingen

De laatste stap vertaalt de netcongestie-inschattingen naar concrete modelparameters. Als alle knelpunten zijn opgelost, kan 100% van de geplande investeringen doorgaan, waarvoor de gevraagde elektrische capaciteit in 2035 op 100% wordt gesteld. Tijdens congestieperiodes worden ontwikkelingen die normaal zouden plaatsvinden, modelmatig op 'pauze' gezet tot de congestie is weggenomen.

B1.10.5 Substitutie-effect in verduurzamingsopties

Wanneer regionale omstandigheden een belemmering vormen door netcongestie, compenseert het model dit door hogere investeringen in andere verduurzamingsopties waarbij deze belemmering niet speelt. Dit substitutiemechanisme waarborgt dat sectordoelen in 2030 kunnen worden behaald ondanks regionale beperkingen. Als de beperkingen op het gebied van congestie groot zijn, betekent dit dat de heffing sterk stijgt. De uitkomsten van de berekeningen worden getoond in de hoofdstekst.

B1.10.6 Robuustheidsanalyse en onzekerheidsbenadering

Het model integreert onzekerheid door in de gevoeligheidsanalyse scenario's mee te nemen waarbij congestie drie jaar later wordt opgelost dan geprognoseerd. Deze benadering erkent dat de werkelijke timing van netuitbreidingen kan afwijken van de geplande tijdlijnen. Deze analyse is nodig, aangezien de aanpak mogelijk de werkelijke impact van netcongestie op de glastuinbouwsector sterk onderschat.

Een fundamentele beperking van de analyse ligt in het ontbreken van gedetailleerd zicht op netcongestie bij individuele tuinders. Er zijn namelijk geen openbare microdata beschikbaar waarop een grondige analyse kan worden gebaseerd. Bovendien ontbreekt essentiële informatie over de specifieke aansluitingen die tuinders hebben, betreffende zowel afname- als leveringscapaciteit. Tuinders beschikken doorgaans over leveringscapaciteit voor hun warmtekrachtkoppeling, maar niet noodzakelijkerwijs over voldoende afnamecapaciteit voor elektrificatie van warmtevoorziening.

De beperkte beschikbaarheid van alternatieve verduurzamingsopties versterkt de kwetsbaarheid voor netcongestie. Voor tuinders zonder toegang tot geothermie en restwarmte, die bovendien geen warmtepompen kunnen installeren vanwege netbeperkingen, blijven er zeer weinig kosteneffectieve verduurzamingsalternatieven over. Deze situatie kan leiden tot een concentratie van verduurzamingsproblemen in specifieke gebieden.

Signalen uit de klankbordgroep wijzen er sterk op dat congestie mogelijk een aanzienlijk groter probleem vormt dan in de huidige modellering wordt weergegeven. Deze waarschuwingen worden ondersteund door een recente analyse van Glastuinbouw Nederland, die aantoont dat het congestieprobleem het afgelopen jaar verder is verslechterd. De discrepantie tussen modeluitkomsten en praktijksignalen suggereert dat de werkelijke impact van netcongestie op verduurzamingsmogelijkheden mogelijk onderschat wordt.

Deze onzekerheden benadrukken de noodzaak van voorzichtige interpretatie van de modelresultaten betreffende netcongestie. Hoewel het model een beperkte impact suggereert, kunnen praktische omstandigheden tot aanzienlijk grotere beperkingen voor individuele tuinders en specifieke regio's leiden.

B1.11 WKK flex

De warmtekrachtkoppeling (WKK) vormt een belangrijk onderdeel van de huidige glastuinbouw. Deze installaties leveren simultaan warmte, elektriciteit en CO₂, die alle drie optimaal benut kunnen worden voor de teelt. De elektrische vermogens liggen doorgaans tussen de 1 en 5 MW.

Het verdienmodel van WKK-installaties berust voor een aanzienlijk deel op flexibele elektriciteitsopwekking. Tuinders opereren hierbij actief op de elektriciteitsmarkt en trachten stroom te verkopen tegen zo gunstig mogelijke tarieven. Deze ontwikkelingen worden jaarlijks gemonitord in de WKK-barometer. Volgens deze barometer blijven de komende jaren nog gunstig, maar wordt rond 2030 het verdienvermogen minder aantrekkelijk door de afschaffing van de belastingvrijstelling op gas en door een hogere gasbelasting in de eerste en tweede schijf.

B1.11.1 Modelaanpak voor WKK-flex

Het model bepaalt wanneer de WKK draait op basis van een economische afweging per uur. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van jaarlijkse day-ahead-elektriciteitsprijzen per uur. De WKK draait wanneer het winstgevend is, of minder kost dan het alternatief.

De beslissing om de WKK te laten draaien berust op drie criteria.

Ten eerste draait de WKK wanneer het winstgevend is om elektriciteit te verkopen, waarbij de inkomsten uit elektriciteitsverkoop hoger zijn dan de WKK-inzetkosten. In dergelijke gevallen draait de WKK ongeacht de warmtebehoefte, puur vanwege de elektriciteitsmarktopportunititeit.

Het tweede criterium behelst verplichte draaiuren. Deze uren representeren kritieke momenten waarop tuinders geen keuze hebben dan warmte te produceren, ongeacht de energieprijzen op dat moment. Het betreft voornamelijk koude perioden waarbij de teelt onmiddellijk warmte vereist. De WKK draait tijdens de verplichte uren wanneer het goedkoper is dan het alternatief: een ketel met bijbehorende inkoop van elektriciteit. We hebben de verplichte uren gedefinieerd als de uren met de hoogste warmtevraag volgens het warmteprofiel uit het energy transition model (ETM). Het exacte aantal uren is afhankelijk van de elektriciteitsvraag van een bedrijf.

Het derde criterium omvat overige draaiuren, waarbij tuinders weliswaar een bepaald aantal uren per jaar warmte nodig hebben, maar meer flexibiliteit hebben in de exacte timing hiervan. Deze flexibiliteit stelt tuinders in staat kostpieken te vermijden door warmteproductie te verschuiven naar gunstigere uren. Door warmtebuffering kunnen tuinders anticiperen op prijsfluctuaties en hun WKK-inzet optimaliseren.

B1.11.2 Categorisering naar elektriciteitsvraag

Voor de modellering van WKK-flexibiliteit hanteren we een systematische indeling van glastuinbouwbedrijven op basis van hun elektriciteitsvraag en operationele kenmerken. De bedrijfstypen worden onderverdeeld in drie hoofdcategorieën:

- Bedrijven met een lage elektriciteitsvraag hebben een inkoop tussen 7,5 en 25 kWh per vierkante meter per jaar. Deze bedrijven vallen doorgaans in de eerste belastingschijf voor elektriciteit (0-10.000 kWh per jaar) en leveren circa 90% van hun opgewekte elektriciteit aan het net. Voor deze categorie gelden geen verplichte draaiuren. Tot deze groep behoren GOhoog (gemiddeld onbelicht hoog), GOlaag (gemiddeld onbelicht laag) en de categorie 'overig'.
- Bedrijven met een gemiddelde elektriciteitsvraag kennen een inkoop van 59 kWh per vierkante meter per jaar. Deze bedrijven opereren voornamelijk in de tweede belastingschijf (10.000-50.000 kWh per jaar) en leveren ongeveer 35% van hun elektriciteit aan het net. Voor deze bedrijven geldt een inschatting van 1.500 verplichte draaiuren per jaar. Deze categorie omvat GBhoog (gemiddeld belicht hoog) en GBlaag (gemiddeld belicht laag).
- Bedrijven met een hoge elektriciteitsvraag hebben een inkoop tussen 161 en 176 kWh per vierkante meter per jaar. Deze bedrijven vallen in de derde belastingschijf (50.000-100.000 kWh per jaar) en leveren slechts 15% van hun elektriciteit aan het net. Voor deze categorie wordt uitgegaan van 3.500 verplichte draaiuren per jaar. De hoogste elektriciteitsvraag geldt voor IBKW (intensief belicht met WKK) en YBKW (zeer intensief belicht met WKK).

Daarnaast zijn er bedrijfstypen zonder WKK-installaties, namelijk EOK (energie-extensief onbelicht) en XOK (zeer energie-extensief onbelicht), die buiten de WKK-flexibiliteitsmodellering vallen.

B1.11.3 Draaiuren

De kosten van WKK en ketel hangen af van de belasting op aardgas en elektriciteit en van de elektriciteitsprijzen.

De belastingen op aardgas variëren naargelang de opwekking van elektriciteit voor eigen gebruik. Voor elke aardgasschijf wordt een kostenberekening per uur uitgevoerd, gekoppeld aan het elektriciteitsverbruik van de tuinder. Hiervoor hanteren we de marginale belastingkosten of de belasting van de hoogste schijf voor aardgas van de tuinder.

De elektriciteitsinkoop- en -verkoopprijzen zijn berekend op basis van de jaarlijkse elektriciteitsprijzen per uur.

Deze input wordt gebruikt om de opbrengsten per uur te berekenen. Als de opbrengsten positief zijn, is de WKK goedkoper dan de ketel. Dit resulteert in een aantal draaiuren van de WKK en de ketel per jaar.

B1.11.4 Inkomsten

Voor het berekenen van de inkomsten hanteren we drie typen prijzen (berekend per aardgasschijf en elektriciteitsvraag-categorie):

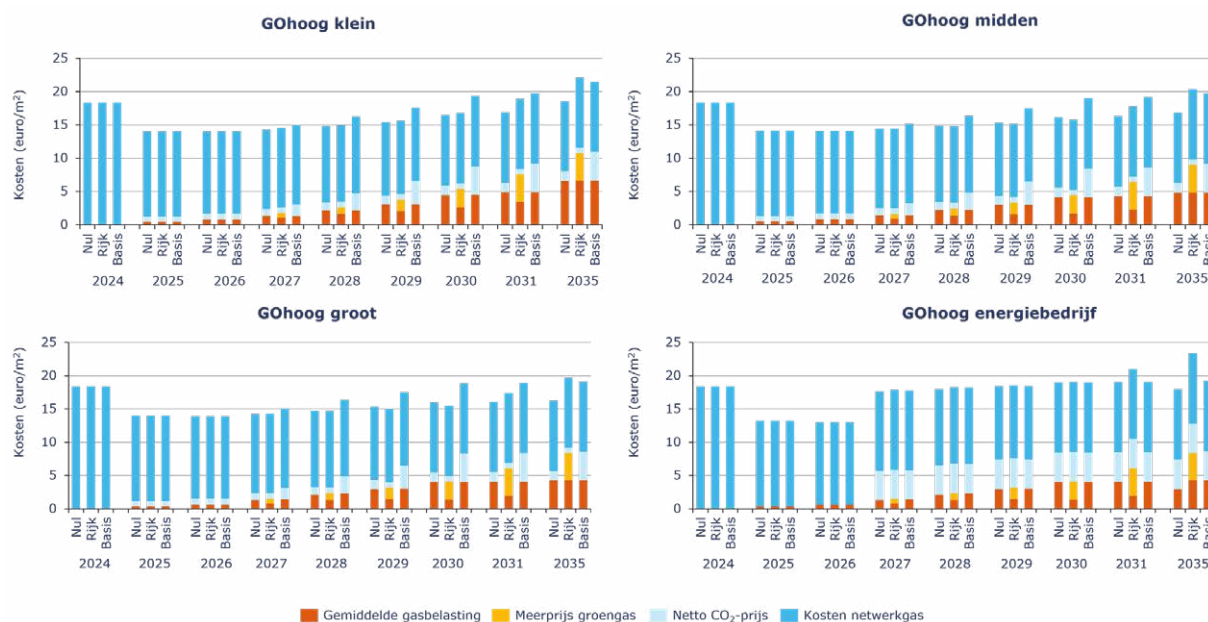
- Winsturen: Gemiddelde prijs van de winstgevende draaiuren.
- Verplichte draaiuren: gemiddelde prijs van de verplichte draaiuren
- Overige draaiuren: gemiddelde prijs van de top-4.000 aan uren (exclusief de winsturen).

Bedrijven hebben ook de optie hun elektriciteit op de onbalansmarkt te verkopen, wat hogere prijzen oplevert ten opzichte van de day-ahead-markt. Op de onbalansmarkt krijgen tuinders vooral hogere prijzen bij de eerste kWh's dan voor latere. Anders gezegd: hoe meer elektriciteit naar de onbalansmarkt wordt geleverd, hoe lager de gemiddelde prijs wordt. Het model hanteert standaardtarieven van 50 euro/kW bij 3.000 draaiuren en 25 euro/kW bij 5.000 draaiuren. Voor afwijkende draaiuren worden de inkomsten berekend door middel van lineaire interpolatie tussen deze twee referentiepunten.

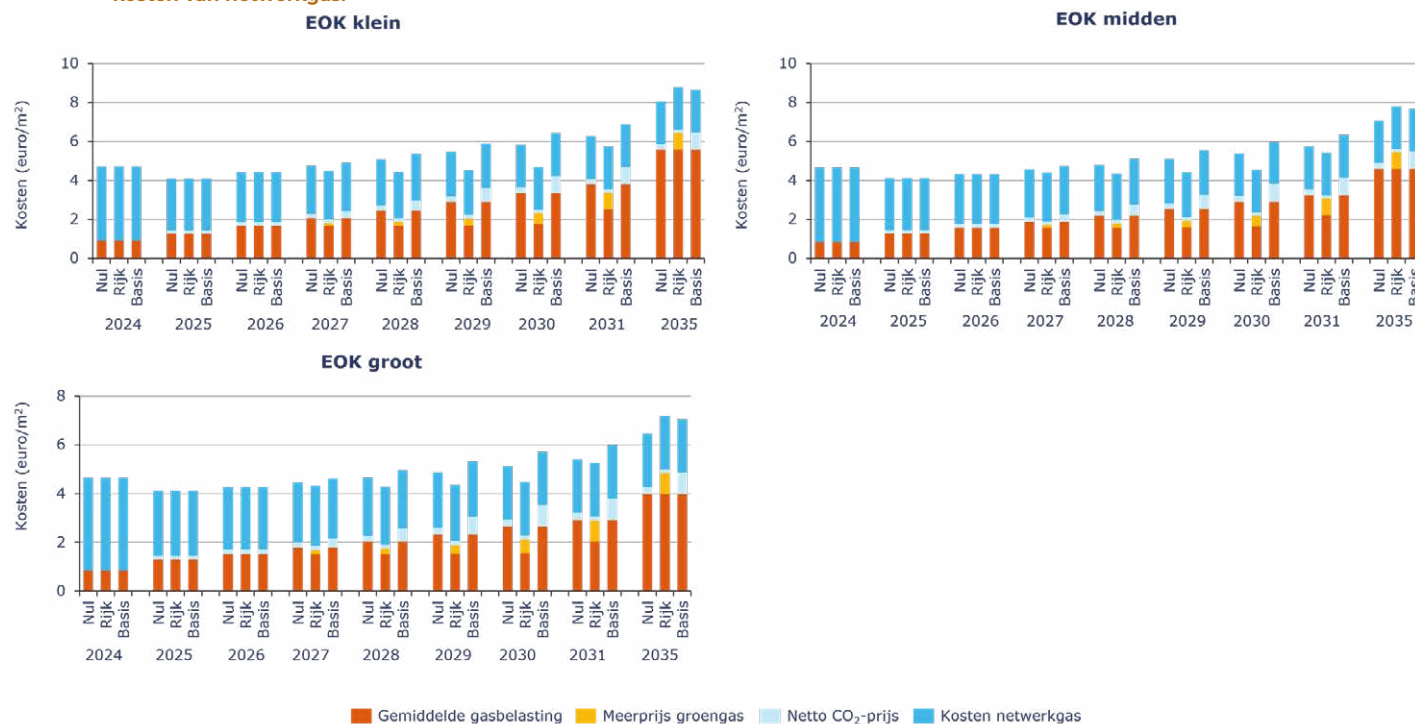
B1.12 Energiekosten bedrijfstypes

Hieronder worden voor alle bedrijfstypes de kosten per oppervlak (in m²) per bedrijfstype en grootte weergegeven voor het rijksscenario en het bassiscenario. Voor de interpretatie verwijzen we naar de hoofdttekst, waarin een beschrijving van de belangrijkste verschillen tussen de bedrijfstypes wordt weergegeven.

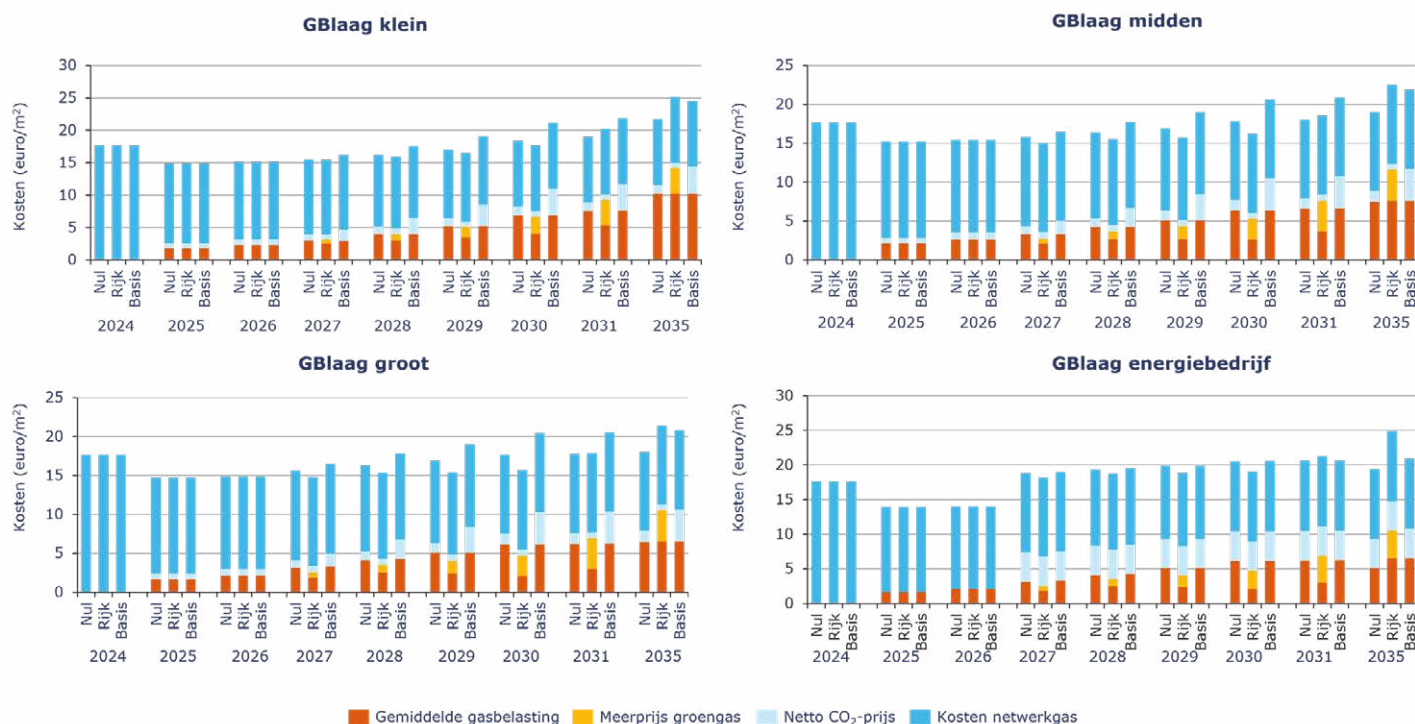
Figuur 25. **Energiekosten voor gemiddeld onbelicht bedrijf (GOhoog).** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



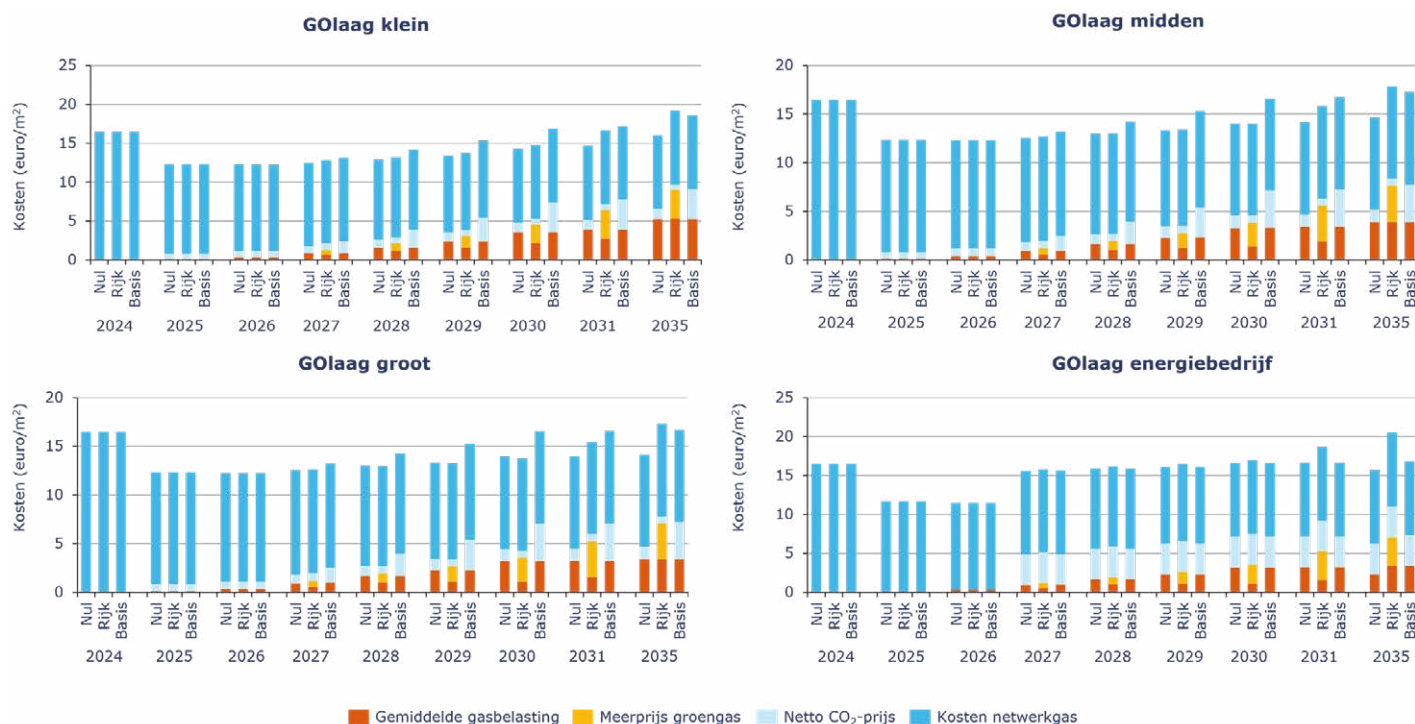
Figuur 26. **Energiekosten voor een ketelbedrijf EOK.** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



Figuur 27. **Energiekosten voor gemiddeld belicht bedrijf (GBlaag).** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



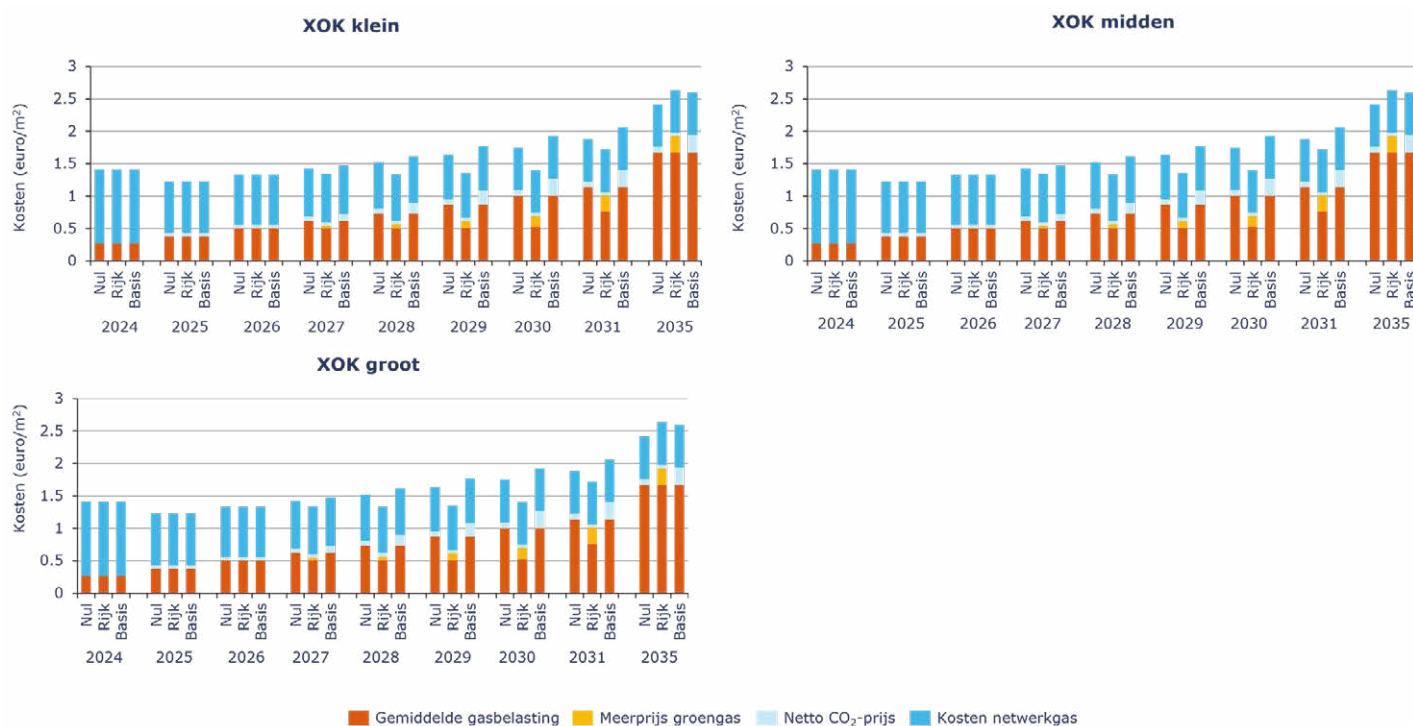
Figuur 28. **Energiekosten voor 'gemiddeld onbelicht bedrijf' (GOlaag).** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



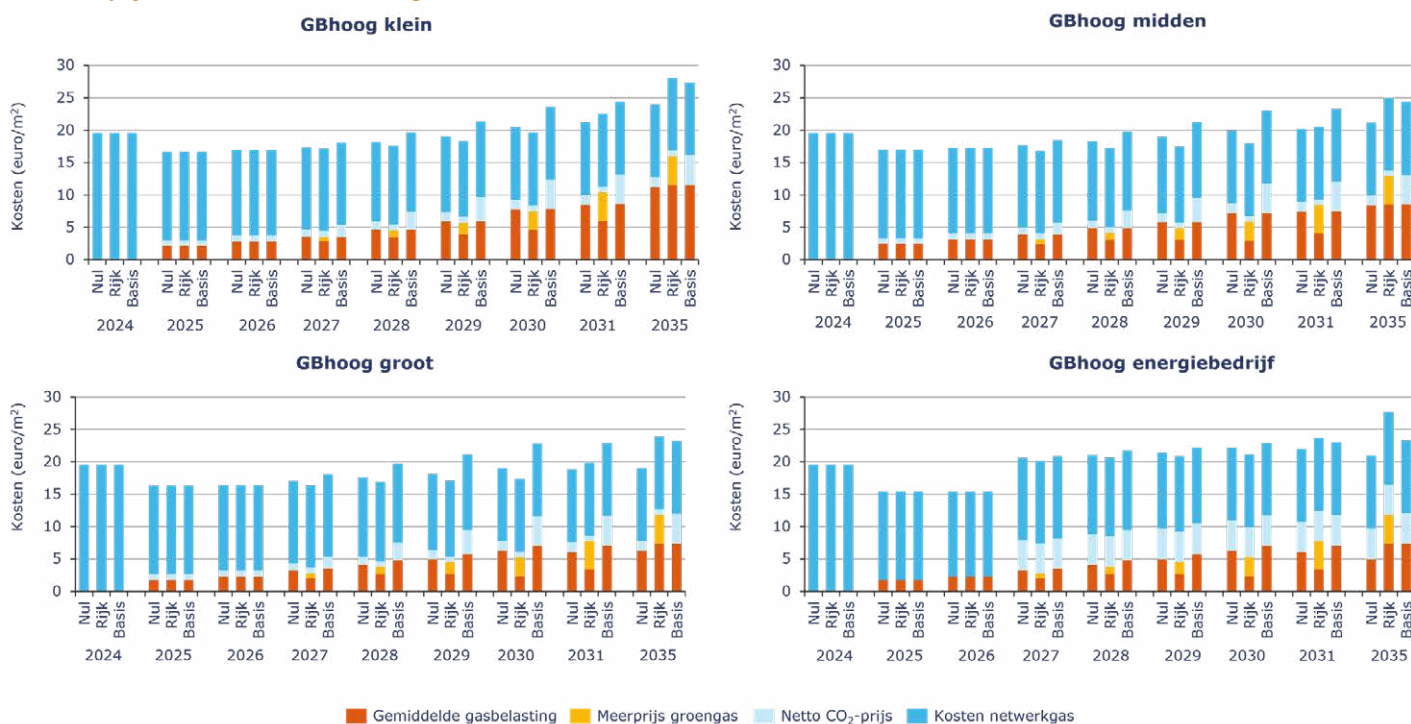
Figuur 29. **Energiekosten voor 'intensief bedrijf' (IBKW).** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



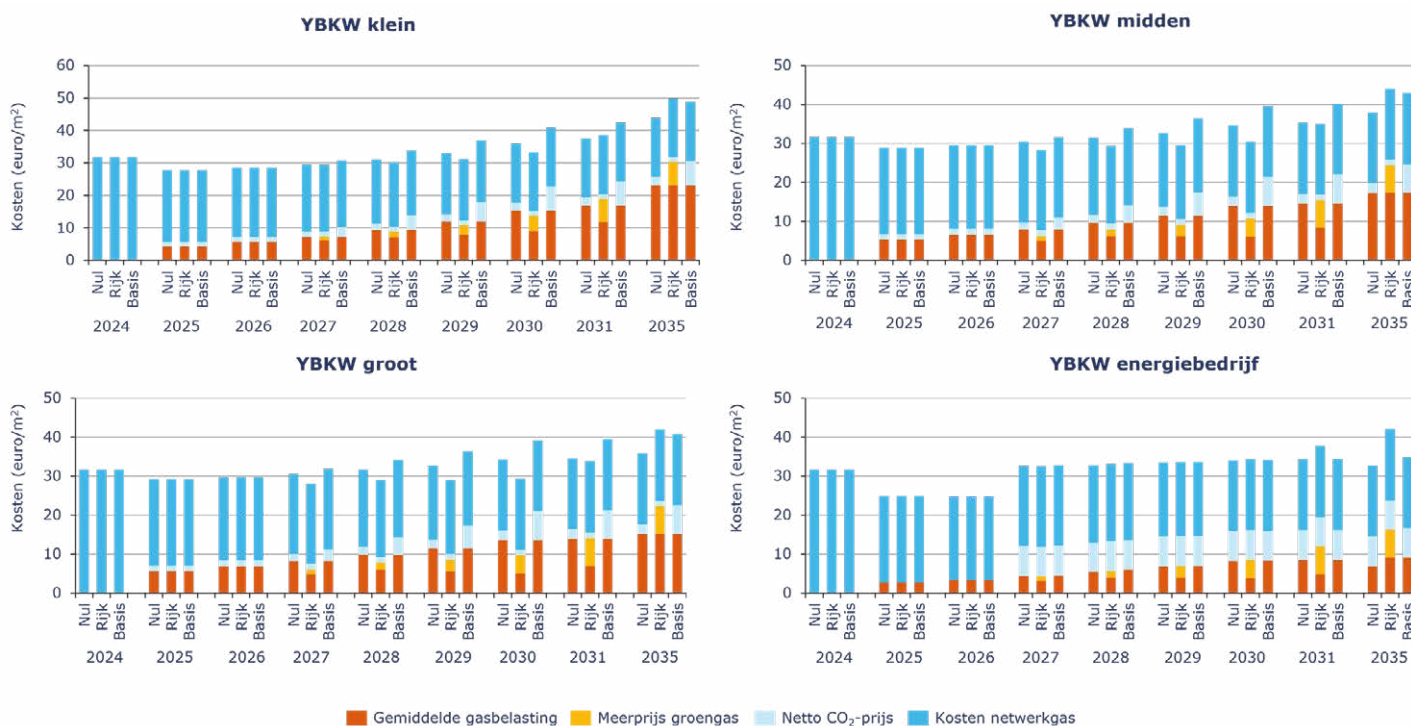
Figuur 30. **Energiekosten voor een extensief ketelbedrijf (XOK).** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', meerprijs groen gas, de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



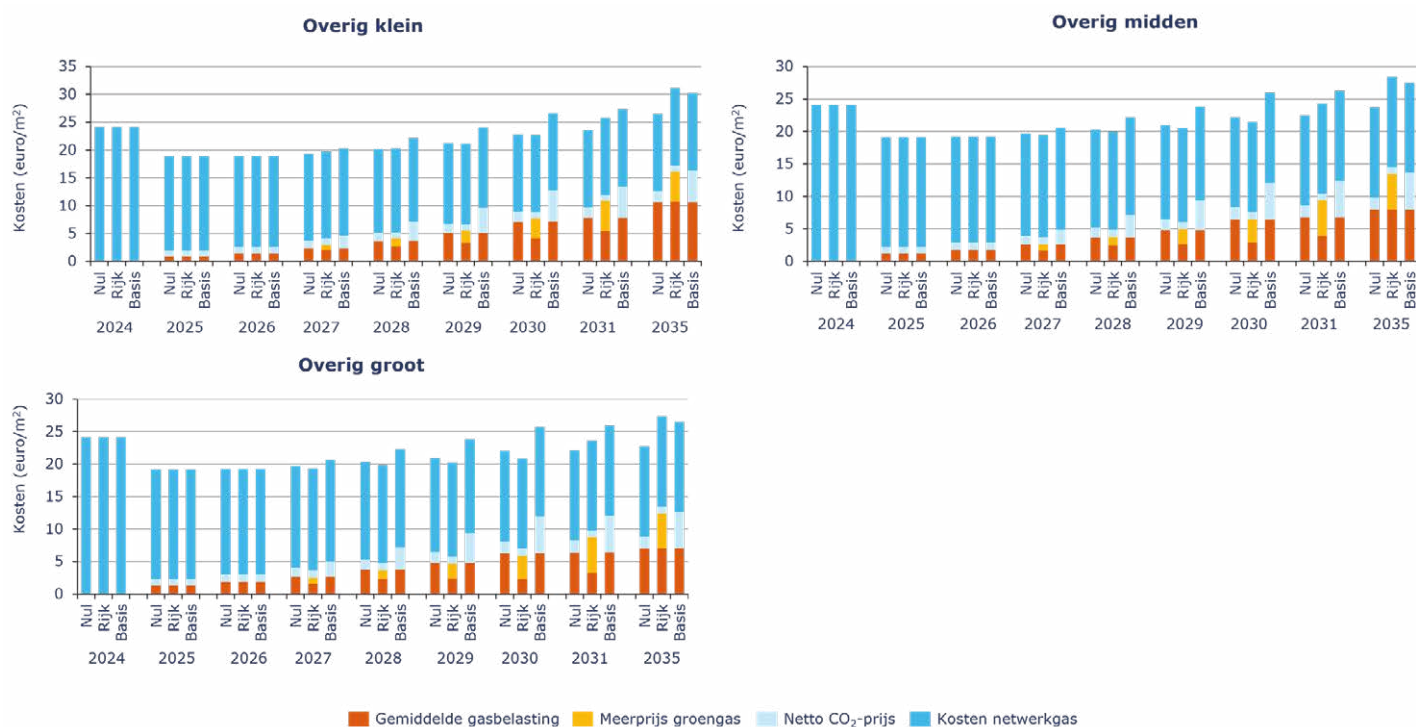
Figuur 31. **Energiekosten voor 'gemiddeld belicht bedrijf' (GBhoog). De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.**



Figuur 32. **Energiekosten voor een zeer intensief bedrijf (YBKW). De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.**



Figuur 33. **Energiekosten voor een 'overig bedrijf'.** De kosten zijn opgedeeld in 'belasting', 'meerprijs groen gas', de netto-CO₂-prijs en de kosten van netwerkgas.



BIJLAGE 2

Het doorlopen proces

De start van dit herijkingsproject vond plaats eind november 2024 en liep door tot september 2025. Gedurende dit traject zijn er twee klankbordsessies georganiseerd. Ook zijn we meermaals bijeengekomen met de begeleidingscommissie. Hieronder sommen we de momenten op en de daarbij betrokken stakeholders.

B2.1 Twee klankbordsessies gedurende het herijkingstraject

21 januari 2025 – Klankbordsessie 1

- De focus van deze sessie lag op de verschillenanalyse tussen de modellen van het PBL en Berenschot/Kalavasta.
- Aanwezige partijen: WSER, Glastuinbouw Nederland, PBL, BlueTerra, Eneco Agro Energy, het Ministerie van Financiën, het Ministerie van Klimaat en Groene Groei, het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, Kalavasta en Berenschot.

15 juli 2025 – Klankbordsessie 2

- De focus van deze sessie lag op het presenteren en bespreken van de doorrekening van de beleidsvarianten (uit de voorjaarsbesluitvorming).
- Aanwezige partijen: WSER, Glastuinbouw Nederland, PBL, BlueTerra, Eneco Agro Energy, AAB NL, het Ministerie van Financiën, het Ministerie van Klimaat en Groene Groei, het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, Kalavasta en Berenschot.

B2.2 Meerdere bijeenkomsten met de begeleidingscommissie

De begeleidingscommissie voor deze studie bestond uit: het Ministerie van Financiën (opdrachtgever), het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur en het Ministerie van Klimaat en Groene Groei. Een tweetal keren is Glastuinbouw Nederland ook direct aangeschoven bij afstemming met de begeleidingscommissie. Dit is één keer gebeurd in januari tijdens een presentatie van uitkomsten als gevolg van de modelaanpassingen op basis van de verschillenanalyse met de KEV. Daarnaast één keer in juli bij het presenteren van uitkomsten van doorrekening ten aanzien van de voorjaarsbesluitvorming.

Naast verschillende bijeenkomsten heeft bilateraal afstemming plaatsgevonden tussen Berenschot/Kalavasta en verschillende experts uit de klankbordgroep, Glastuinbouw Nederland en het PBL, om informatie te verzamelen en te delen ten aanzien van de modelaannames en -aanpassingen die gedaan zijn.



‘WIJ ZIJN BERENSCHOT, GRONDLEGGER VAN VOORUITGANG’

Nederland is continu in ontwikkeling. Maatschappelijk, economisch en organisatorisch verandert er veel. Al ruim 85 jaar volgen wij als adviesbureau deze ontwikkelingen op de voet en werken we aan een vooruitstrevende samenleving. De behoefte om iets fundamenteels te betekenen voor mens en maatschappij zit in onze genen. Met onze adviezen en oplossingen hebben we dan ook actief meegebouwd aan het Nederland van vandaag. Altijd op zoek naar duurzame vooruitgang.

Alles wat we doen is onderzocht, onderbouwd en vanuit meerdere invalshoeken bekeken. Zo komen we tot gefundeerde adviezen en slimme oplossingen. Die zijn op het eerste gezicht misschien niet altijd de meest voor de hand liggende. Juist deze eigenzinnigheid maakt ons uniek. Daarbij zijn we niet van symptoombestrijding. En gaan pas naar huis als het is opgelost.

Berenschot Groep B.V.

Van Deventerlaan 31-51, 3528 AG Utrecht

Postbus 8039, 3503 RA Utrecht

030 2 916 916

www.berenschot.nl



TER BESLISSING

Aan

de staatssecretaris van Financiën – Fiscaliteit, Belastingdienst en Douane

Persoonsgegevens

nota

Aanbiedingsbrief beprijzingstudies
veehouderij/akkerbouw en glastuinbouw

Datum
17 september 2025

Notanummer
2025-0000455895

Bijlagen
1. Aanbiedingsbrief
2. Beprijzingsstudie
veehouderij/akkerbouw
3. Beprijzingsstudie
glastuinbouw

Aanleiding

In de Fiscale strategische agenda 2024 – 2028 is aangekondigd dat het kabinet nader onderzoek laat doen naar het benodigd beprijzingsniveau om de klimaatdoelen voldoende borgen. Dit onderzoek bestaat uit een combinatie van verschillende bestaande en nieuwe onderzoeken.

In deze nota wordt een aanbiedingsbrief ter ondertekening aan u voorgelegd, waarmee de laatste twee beprijzingstudies naar de Tweede Kamer worden gestuurd. U hoeft met deze studies verder niets te doen; besluitvorming over wel/niet beprijzen in de veehouderij/akkerbouw is aan volgend kabinet en definitieve besluitvorming over het glastuinbouwpakket komt pas in het voorjaar of bij formatie terug.

Beslispunten

1. Bent u akkoord met de Kamerbrief en verzending van beide onderzoeken naar de Tweede Kamer en Eerste Kamer? Indien akkoord, dan kunt u beide brieven ondertekenen (zie bijlage 1).
2. Graag uw akkoord voor het openbaar maken van bijgevoegde eerdere nota's en de nu voorliggende nota, conform de beleidslijn Actieve openbaarmaking nota's. Omlijnde delen worden voorafgaand aan openbaarmaking onzichtbaar gemaakt.

Kernpunten

Onderzoeken naar benodigd beprijzingsniveau

- De onderzoeken van Kalavasta en Berenschot zijn onderdeel van een bredere verkenning per sector wat het benodigd beprijzingsniveau is om de klimaatdoelen voldoende te borgen.
- Voor het zomerreces zijn reeds twee andere studies naar de Tweede Kamer gestuurd:
 - Onderzoek van CE Delft naar effecten van normeren en beprijzen in de gebouwde omgeving (woningendeel);
 - Onderzoek van Kalavasta naar benodigd beprijzingsniveau in ETS2 industrie en dienstensector om afgesproken klimaatdoelen te halen.

- In bijlage 13 van de MJN is, naast het overzicht van fossiele regelingen, een korte samenvatting en beschouwing opgenomen op de benodigde prijsniveaus per sector om de klimaatdoelen te halen.

Belangrijkste conclusies tariefstudie CO2-heffing glastuinbouw

- Per 2025 geldt een aparte CO2-heffing voor de glastuinbouw. In combinatie met de energiebelasting en subsidiërend beleid, moet de hoogte van de CO2-heffing zo worden vastgesteld dat tuinders voldoende emissie reducerende maatregelen nemen om het klimaatdoel van 4,3 Mton restemissies (broeikasgassen) in 2030 te realiseren.
- Uit de Klimaat- en energieverkenning van PBL bleek vorig jaar dat het huidige tarief (17,70 euro/ton CO2 in 2030) te laag is om het klimaatdoel te halen.
- In opdracht van het ministerie van Financiën is daarom door Berenschot en Kalavasta een nieuwe studie uitgevoerd. Hieruit blijkt dat het tarief moet worden verhoogd naar 53,15 euro/ton CO2 in 2030.
- In de voorjaarsbesluitvorming is afgesproken om per 2027 de CO2-heffing af te schaffen en om de benodigde CO2-beprijzing in te vullen via een combinatie van de energiebelasting, het tweede Europese emissiehandelssysteem (ETS2) en een bijmengverplichting voor groen gas. Hiervoor zijn diverse scenario's in de tariefstudie doorgerekend.
- In het voorjaar is afgesproken dat in het voorjaar van 2026 een finale besluitvorming plaatsvindt over de beprijzing in de glastuinbouwsector. De bijmengverplichting groen gas en een eventuele kostencompensatieregeling voor de meerkosten van ETS2 moeten namelijk eerst door KGG verder worden uitgewerkt.
- Na besluitvorming in het voorjaar van 2026, zullen de fiscale wijzigingen worden opgenomen in het Belastingplan 2027.

Belangrijkste conclusies beprijzingstudie veehouderij/akkerbouw

- Kalavasta (2025) heeft onderzoek gedaan naar de haalbaarheid en effecten van een broeikasgasemissieheffing ofwel een emissierechtenstelsel met verhandelbare rechten voor de veehouderij en akkerbouw.
- In deze studie is uitgegaan van een indicatief restemissiedoel van 13,6 Mton in 2030 en 12,5 Mton in 2035.
- Vanwege de benodigde implementatietermijn van een beprijzingstelsel, leidt dit waarschijnlijk vooral na 2030 tot extra CO2-reductie. Met name in de melkveehouderij en varkenshouderij, kan beprijzing sterk bijdragen aan de doelen richting 2035 en 2040. Dit geldt niet voor de akkerbouw, waar beprijzing vanwege de lage emissie-intensiteit alleen bij extreem hoge prijzen tot verduurzaming leiden.
- Gemiddeld genomen is een heffingstarief van 49 euro/CO2 nodig om het indicatieve restemissiedoel van 2035 te halen. Het gaat hierbij om een vlakke heffing, die geldt over alle emissies van het bedrijf.
- Indien wordt gewerkt met een vrijgestelde voet – waarbij alleen heffing hoeft te worden betaald over het deel van de emissies boven het reductiedoel – is met 264 euro/ton CO2 een veel hogere beprijzing nodig. Dit komt doordat de beprijzing dan geldt voor een veel kleinere grondslag.
- Een heffing met vrijgestelde voet of terugsluis (bij een vlakke heffing) heeft als voordeel dat minder bedrijven noodgedwongen stoppen en in de doorrekening meer bedrijven kiezen voor een transitiepad met

emissiereducerende maatregelen. Een emissierechtenstelsel met uitgifte van rechten op basis van historische emissies bevat deze elementen ook.

- De resultaten leveren waardevolle inzichten voor het ontwikkelen van een mogelijk (beprijzings)instrument in deze sectoren en kunnen gebruikt worden bij het traject van afrekenbare bedrijfsgerichte emissienormen.
- Voor de daadwerkelijke invoering van een beprijzingsstelsel zijn echter nog aanvullende stappen nodig, onder meer op het gebied van de uitvoering.
- Invoering van eventuele beprijzing in de veehouderij/akkerbouw is aan een volgend kabinet om te besluiten.

Communicatie

Niet van toepassing.

Politiek/bestuurlijke context

Niet van toepassing.

Informatie die niet openbaar gemaakt kan worden

Niet van toepassing.

*mits randvoorwaarden
en overige elementen
onderzocht zijn*

onder meer:

- positie NL bedrijven onderzoeken
- effecten op voedselzekerheid
- concurrentiepositie NL landbouw
- financieel gevolgen burgers, bedrijven en landbouw onderzoeken