



# ACHTERGRONDDOCUMENT EFFECTEN ONTWERP KLIMAATAKKOORD: LANDBOUW EN LANDGEBRUIK

Achtergronden bij de analyse voor de sector landbouw en landgebruik

## **Notitie**

**G.J. van den Born, A. van Hinsberg, M. van Schijndel, S. van der Sluis, M. van Eerdt, J. van Dam en K. Smekens (ECN part of TNO)**

**15 april 2019**

PBL

## **Colofon**

### **Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord: Landbouw en Landgebruik**

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 3704

## **Contact**

[gertjanvandenborn@pbl.nl](mailto:gertjanvandenborn@pbl.nl)

## **Auteurs**

Van den Born, G.J., A. van Hinsberg, M. van Schijndel, S. van der Sluis, M. van Eerdt, J. van Dam (PBL) en K. Smekens (ECN part of TNO)

## **Met bijdragen van**

J. Beck en S. Kruitwagen

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Van den Born, G.J., A. van Hinsberg, M. van Schijndel, S. van der Sluis, M. van Eerdt, J. van Dam en K. Smekens (ECN part of TNO) (2019), Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord: Landbouw en Landgebruik, Den Haag: PBL-publicatienummer 3704.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

# Inhoud

1	Inleiding	5
2	Methodiek	6
3	Instrumentering	8
3.1	Inleiding	8
3.2	In het OKA voorgestelde instrumenten per subsector	8
3.2.1	Veehouderij:	8
3.2.2	Landgebruik:	9
3.2.3	Glastuinbouw:	9
3.3	De instrumenten en hun werking: een korte schets	9
3.3.1	GLB en GLB-POP3	9
3.3.2	RNES: garantieregeling aardwarmte	11
3.3.3	Energie Transitie Financierings Faciliteit (ETFF)	11
3.3.4	IBP vitaal platteland	11
3.3.5	Kwaliteitsimpuls natuur en landschap (SKNL) en Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL)	11
3.3.6	EIA	12
3.3.7	MIA Vamil	12
3.3.8	MIT-regeling	12
3.3.9	SDE+	12
3.3.10	ISDE	13
3.3.11	Borgstelling Landbouw	13
3.3.12	Nationaal Groenfonds:	13
3.3.13	Regiodeals	13
3.3.14	Jonge boeren regeling	14
3.3.15	Warme sanering varkenshouderij	14
3.4	Borging en waarborging van geïnstrumenteerde maatregelen	14
3.5	Aanpak van de instrumentenanalyse	16
3.6	Resultaten	16
3.6.1	Landbouw	17
3.6.2	Landgebruik	17
3.6.3	Glastuinbouw	18
4	Landbouw	19
4.1	Melkveehouderij	19
4.1.1	Maatregel decentrale rundveemestvergisting	20
4.1.2	Maatregel levensduurverlenging en selectie en fokkerij van methaanarme melkkoeien	22
4.1.3	Maatregel precisiebemesting: snijmais	24
4.1.4	Maatregel rantsoen melkveehouderij: krachtvoer en additief	25
4.1.5	Maatregel combinatie van stalvernieuwing en stalaanpassing met methaanoxidatie bij buitenopslag mest	29
4.1.6	Maatregel grasklaver melkvee	31
4.1.7	Resultaten maatregelen melkveehouderij samengevat	33
4.2	Varkenshouderij	35

4.2.1	Maatregel Krimp als gevolg van de warme saneringsenvelop	35
4.2.2	Maatregel Veevoerspoor Varkenshouderij	36
4.2.3	Maatregel Stalaanpassingen	37
4.2.4	Maatregel Regionale mestverwaarding	39
4.2.5	Resultaten maatregelen varkenshouderij samengevat	42
4.3	Akkerbouw	42
4.3.1	Precisiebemesting	43
4.3.2	Toepassing van nitrificatieremmers in de akkerbouw	45
4.3.3	Resultaten akkerbouw	46
<b>5</b>	<b>Landgebruik</b>	<b>48</b>
5.1	Bomen, bos en natuur	48
5.2	Veenweiden	55
5.3	Landbouwbodems	59
<b>6</b>	<b>Glastuinbouw</b>	<b>62</b>
6.1	Inleiding	62
6.2	Achtergrondscenario NEV2017	62
6.3	Technische analyse	65
6.3.1	Warmtevraag: set van verweven maatregelen	65
6.3.2	Vernieuwing van kassen	67
6.3.3	Methaanslip	68
6.3.4	Kas als Energiebron (KaE)	68
6.3.5	CO <sub>2</sub> -levering door industrie	69
6.4	Overzicht van het potentieel van alle maatregelen glastuinbouw	69
6.5	Beoordeling beleidssterkte van de instrumenten - maatregelen	72
6.6	Effecten maatregel glastuinbouw uit het OKA	72
6.7	Kosten	73
6.7.1	Verduurzamen warmte	74
6.7.2	Extra geothermie	75
6.8	bandbreedtes	76
6.8.1	Ondergrens	77
6.8.2	bovengrens	78
6.9	Overzicht van resultaten	81
	<b>Referenties</b>	<b>82</b>
	BIJLAGE 1: Overzicht instrumenten en investeringsvolume veehouderij	85
	BIJLAGE 2: Gebruikte kengetallen	88
	BIJLAGE 3: Achtergrondinformatie per maatregel	89
	BIJLAGE 4: CO <sub>2</sub> -levering aan de glastuinbouw	94
	BIJLAGE 5: Doorrekening met actuele prijzen	96

# 1 Inleiding

In het Ontwerp van het Klimaatakkoord (OKA) heeft de sector Landbouw en Landgebruik uiteenlopende maatregelen en instrumenten voorgesteld om de broeikasgasemissies terug te dringen (Klimaatberaad 2018). In dit rapport gaan we nader in op de uitgangspunten en de aanpak die het PBL heeft gehanteerd om deze maatregelen en instrumenten te analyseren op hun effect. Daarbij kijken we afzonderlijk naar de voorstellen voor methaanreductie door de melkveehouderij en varkenshouderij, de koolstofvastlegging en het vasthouden van koolstof door landgebruik en naar hernieuwbaar energiegebruik en energiebesparing door de glastuinbouw. De analyse van de OKA-voorstellen voor het thema voedsel zijn in een andere publicatie nader onderbouwd (PBL 2019).

De analyse van de voorgestelde maatregelen leidt tot een raming van het emissiereductie potentieel in 2030. De analyse van de voorgestelde instrumenten leidt tot een raming van de emissiereductie die in 2030 kan optreden als de instrumenten onverkort worden ingezet. In dit rapport ligt het accent op de analyse van de instrumenten. Aangezien de instrumenten nog niet altijd volledig concreet zijn en omdat de gedragsreactie van boeren inherent onzeker is, wordt de geraamde reductie in 2030 als een bandbreedte gepresenteerd.

De in het Ontwerp van het Klimaatakkoord genoemde instrumenten zijn veelal al bestaande instrumenten waar de boeren en tuinders ervaring mee hebben. De instrumenten zijn fiscale faciliteiten, borgstellingen en subsidies. Met name voor de glastuinbouw is de SDE+ subsidie een belangrijk instrument. Aanvullend en specifiek gericht op klimaat is de zgn. klimaatenvolp en de extra storting van het Rijk in het Nationale Groenfonds. Daarnaast heeft het Rijk extra faciliteiten geïntroduceerd voor milieu-investeringen door jonge boeren die net een bedrijf hebben overgenomen. Voor de doorrekening is alleen gekeken naar instrumenten die nieuw zijn en bestaande instrumenten die recent zodanig aangepast zijn dat deze klimaatmitigatie ondersteunen of potentie hebben dat te kunnen doen.

Een cruciale vraag is of de boeren en tuinders – gegeven het beschikbare instrumentarium – voldoende geprikkeld worden om ook daadwerkelijk te investeren in de nieuwe technieken. Het Ontwerp Klimaatakkoord verwacht dat nieuwe verdienmodellen (met name voor de veehouderijsectoren) daar samen met een carbon footprint monitor van landbouwproducten een grote rol in kunnen spelen.

## *Leeswijzer*

Hoofdstuk 2 gaat in op de analysemethodiek. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de voorgestelde instrumenten in het Ontwerp Klimaatakkoord. Hoofdstuk 4 gaat in op de geraamde emissiereductie van de voorgestelde maatregelen en de voorgestelde instrumentering daarbij door de landbouw (melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw). Hoofdstuk 5 gaat in op dezelfde aspecten voor het Landgebruik (veenweiden, 'bomen, bos en natuur' en landbouwbodems) en hoofdstuk 6 gaat in op de Glastuinbouw.

## 2 Methodiek

De effecten van het OKA zijn bepaald ten opzichte van een basispad dat is ontleend aan de Nationale Energieverkenning (NEV) (ECN 2017). Dit basispad beschrijft de verwachte ontwikkeling zonder de voorstellen uit het OKA. Ook enkele nationale en internationale beleidsinstrumenten die sinds het opstellen van het basispad zijn voorgenomen of vastgesteld, zijn geen onderdeel van het basispad. Het effect van dit nieuwe beleid is bij de resultaten in deze analyse inbegrepen.

Voor het berekenen van de emissiereductie is voor sommige sectoren gebruik gemaakt van modellen. Modellen zijn gebruikt voor de doorrekening van de glastuinbouw, de bossen en bij de berekening van de bodemdaling. De modellen zijn of open source of in beheer bij het PBL. In de desbetreffende hoofdstukken wordt het gebruik nader toegelicht of wordt verwezen naar de toelichting op het gebruik van modellen in de Analyse van het Voorstel voor Hoofddlijnen van het Klimaatakkoordanalyse (Hekkenberg & Koelemeijer 2018).

De kosten zoals gepresenteerd in de analyse van het Klimaatakkoord (PBL 2019a) en dit achtergronddocument betreffen nationale kosten volgens de milieu-kostenmethodiek (Ministerie van VROM, 1994; 1998; 2004). De nationale kosten betreffen het saldo van directe kosten én baten van maatregelen die genomen worden onder invloed van het beleid zoals geschetst in het OKA. Het gaat daarbij om netto meerkosten ten opzichte van het basispad, vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De nationale kosten geven een beeld van de kosten voor de Nederlandse samenleving als geheel, ongeacht wie deze draagt. De kosten zijn niet constant in de tijd maar hangen af van de toekomstige kosten van technologieën en toekomstige brandstofprijzen. In deze studie worden ze voor het jaar 2030 weergegeven.

Bij veel maatregelen zal er sprake zijn van investeringen in gebouwen en machines. Daarbij worden eenmalig kosten gemaakt voor het realiseren van maatregelen die een meerjarig nut hebben. Deze investeringen kunnen worden omgerekend naar jaarlijkse kapitaalkosten die bestaan uit de afschrijvingskosten en de kosten van het kapitaal waar de investering beslag op legt. In de analyse van het OKA wordt gerekend met een rentevoet van 3 procent. Daarnaast zijn er kosten voor energiegebruik en kosten voor onderhoud en bediening van installaties en apparaten.

Wanneer maatregelen tot minder energiegebruik leiden worden de besparingen in mindering gebracht op de kosten. Voor de kosten van energiegebruik wordt uitgegaan van internationale groothandelsprijzen. Belastingen, heffingen, accijnzen en subsidies worden gezien als overdrachten van de ene partij in de samenleving naar de andere, en vallen daarmee weg in de nationale kosten. Om die reden wijken kosten vanuit het perspectief van eindgebruikers zoals huishoudens of bedrijven af van de nationale kosten. Ook hanteren eindgebruikers doorgaans andere rentevoeten en afschrijvingstermijnen op investeringen.

Er zullen ook andere welvaartseffecten op kunnen treden onder invloed van de in het OKA genoemde instrumenten, bijvoorbeeld verbetering van de luchtkwaliteit, afname van geuroverlast, effecten op de biodiversiteit, effecten op de importafhankelijkheid van energie of effecten op het transportvolume. Dergelijke niet-financiële factoren nemen we in de analyse niet mee als onderdeel van de verwachte nationale kosten.

We hanteren in de analyse de begrippen maatregel en instrumenten (PBL 2019a). Een maatregel is datgene wat maatschappelijke actoren (burgers, bedrijven) fysiek anders gaan doen zodat (in dit geval) de uitstoot van broeikasgassen daalt. Een instrument is datgene wat er

voor moet zorgen dat het gedrag van actoren dusdanig verandert ten opzichte van het basispad dat de maatregel genomen wordt. In het algemeen kunnen onderstaande typen instrumenten worden onderscheiden:

- Heffingen, belastingen en accijnzen of juist vrijstelling daarvan;
- Subsidies en fiscale stimulering;
- Normen en verplichtingen;
- Convenanten en afspraken (incl. handhaving van de afspraak);
- Informatie- en communicatie instrumenten.

De werkwijze voor het bepalen van hoeveel emissiereductie in 2030 gerealiseerd kan worden ten opzichte van het basispad, gegeven de beleidsinstrumentatie, verschilt per sector. Voor de glastuinbouw is gekeken of de SDE+ subsidie de ambitie voor uitrol van geothermie voldoende dekt en of de extra middelen uit de klimaatenvolpde stimuleren tot besparing. Hier is niet gekeken naar middelen uit al langer bestaande instrumenten (MIA Vamil, borg etc.) omdat deze nu ook al grotendeels worden ingezet. Dit is een voorbeeld van de voorsprong die de glastuinbouw heeft op het terrein van energie en klimaat.

Voor de veehouderij ligt dit minder duidelijk. Veel instrumenten zijn generiek en m.n. voor milieuthema's en de mate waarin daar voor het beteugelen van broeikasgasemissies in de toekomst gebruik van wordt gemaakt is ongewis. Om een beeld te kunnen schetsen hebben we een inschatting gemaakt van de hoeveelheid middelen die in principe door de veehouderij ingezet kan worden. Dit kon niet zonder een aantal aannamen onder meer over het aandeel van de maatregelen dat op klimaat is gericht en over de zogenoemde multiplier waardoor aanvullend investeringsvolume uit private bron beschikbaar komt. Op basis van deze som is gekeken hoeveel nieuwe varkensstallen en aanpassingen aan melkveestallen vanuit de middelen gerealiseerd zou kunnen worden en of dit goed aansluit bij de voorstellen van de tafel. Wat betreft nieuwe stallen, gaat het om een combinatie van een verbetering voor zowel dierenwelzijn, milieu en klimaat. Voor veel andere maatregelen in de veehouderij geldt dat het specifiek gaat om middelen ten behoeve van onderzoek (o.a. uit de klimaatenvolpde) naar het beste type stal, veevoerspoor en bijvoorbeeld precisiebemesting. Een andere bron is SDE+ voor regionale of lokale mestvergisting.

De voorstellen van het OKA zijn dus doorgerekend en getoetst op financiële dekking door de bestaande - maar aangepaste - beleidsinstrumenten en nieuwe instrumenten. Daarnaast is een inschatting gemaakt voor het effect van een niet-adequaaf verdienmodel. Een toereikend verdienmodel wordt gezien als de essentiële prikkel voor de boeren en tuinders om te investeren in klimaatmaatregelen; daardoor wordt de kans immers reëel dat zij hun investeringen kunnen terugverdienen. Het ontbreken van een goede duiding van de totstandkoming van die prikkel in het OKA is in deze analyse vertaald naar een reductie van de potentiële emissiereductie en daarmee samenhangende investeringen en nationale kosten.

# 3 Instrumentering

## 3.1 Inleiding

De instrumenten die het OKA noemt om klimaatmitigatie in de landbouw en door landgebruik te stimuleren en/of te faciliteren zijn van uiteenlopende aard. Het gaat daarbij veelal om bestaande instrumenten, al dan niet aangevuld met extra budget. Er zijn financiële instrumenten waaronder subsidies, garantiestellingen en fiscale faciliteiten. Nieuw is de klimaatvelop van 360 miljoen euro (tot en met 2030) die de eerste jaren vooral ingezet kan worden voor innovatie en demonstratieprojecten. Daarnaast is er een extra storting in het Nationale Groenfonds van 70 miljoen euro. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) speelt, in opdracht van diverse ministeries en de Europese Unie een belangrijke rol bij de uitvoering van subsidies en financieringsregelingen<sup>1</sup>.

Het OKA geeft ook aan dat in geval van achterblijvende resultaten waar nodig en mogelijk via wet- en regelgeving waarborgen ingezet zullen worden. De rijksoverheid zal daarvoor bijvoorbeeld afspraken algemeen verbindend verklaren of duurzame standaarden via regelgeving gaan verplichten. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de in het OKA voorgestelde beleidsinstrumentarium voor de sector landbouw en landgebruik. Na een globaal overzicht van de voorgestelde beleidsinstrumenten per subsector in paragraaf 3.2, gaat paragraaf 3.3 nader in op de werking en reikwijdte van deze instrumenten. Tot slot wordt in paragraaf 3.4 globaal geduid hoe het effect van deze instrumenten in de doorrekening van het OKA is geanalyseerd.

## 3.2 In het OKA voorgestelde instrumenten per subsector

### 3.2.1 Veehouderij:

Voor de veehouderij noemt het OKA diverse financiële instrumenten die investeringen in broeikasgasemissiereductie stimuleren. Voorbeelden zijn fiscale regelingen zoals de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil), de Energie-investeringsaftrek (EIA) en borgstellingsregelingen (waaronder de Borgstelling Plus voor landbouwondernemers die willen investeren in duurzaamheid of innovatie en de jonge boerenregeling). Ook het Nationaal Groenfonds kan voor de veehouderij ondersteunen bij investeringen in klimaat. Daarnaast zijn er diverse regionale of provinciale regelingen waaronder het GLB- POP3, regiodeals, en het Interbestuurlijk programma (IBP) vitaal platteland.

Voor de varkenshouderij is in het regeerakkoord 2017 een warme sanering varkenshouderij aangekondigd. De broeikasgasreductie als gevolg van de sanering wordt meegeteld in de emissiereductie. De uitgaven voor de sanering maken evenwel geen deel uit van de kosten van het ontwerpakkoord. Voor innovaties kan ook een beroep gedaan worden op de klimaatvelop, subsidies voor Publiek Private Samenwerking (PPS) en

---

<sup>1</sup> Veel informatie over subsidies en financiële regelingen is te vinden op de website van RVO: [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)



innovatiestimuleringsregeling topsectoren van het Midden- en Kleinbedrijf (MKB). Voor mestvergistingsregeling kan een beroep worden gedaan op de SDE+ subsidie.

### 3.2.2 Landgebruik:

Voor landgebruik wijst het OKA op verschillende typen instrumenten. Voor de aanleg van bossen en natuur die deel uit maken van het natuurnetwerk (NNN) is de financiering voor onder andere aankoop en inrichting geregeld via Natuurpact-afspraken tussen rijk en provincies. Antiverdrogingsmaatregelen in natuurgebieden via (herstel)beheerplannen kunnen eveneens via de afspraken in het Natuurpact (inclusief PAS, KRW) lopen. Voor investering in verjonging van bossen is de openstelling en het ophogen van het bestaande budget voor de Subsidie Kwaliteitsimpuls Natuur en Landschap (SKNL) en voor de subsidieverordening natuur- en landschapsbeheer-(SNL) een mogelijke bron van financiering. Voor aanleg en herstel van bos en aanleg van landschapselementen buiten het natuurnetwerk, voorziet het OKA de inzet van diverse instrumenten zoals convenanten tussen koepels, gemeentelijk landschap(ontwikkelings)plan, provinciale landschapsverordeningen, regiodeal, opgehoogd SNL budget en GLB/POP3. Daarnaast kunnen middelen ingezet worden uit de klimaatvelop en vanuit het Nationale Groenfonds waarvoor het ministerie van LNV een garantiefaciliteit beschikbaar stelt van 70 miljoen euro.

### 3.2.3 Glastuinbouw:

De glastuinbouw maakt gebruik van verschillende instrumenten die vooral gericht zijn op toepassen van hernieuwbare energie en op energiebesparing. De SDE+ subsidie is de grootste financieringsbron voor de te nemen maatregelen in de glastuinbouw. De SDE+ wordt ingezet voor productie van warmte door gebruik te maken van geothermie. Een belangrijk op de glastuinbouw toegesneden innovatieprogramma is 'Kas als Energiebron'. De voor de glastuinbouw geormerkte middelen uit de klimaatvelop worden via Kas als Energiebron ingezet. Daarnaast zijn er fiscale regelingen zoals de MIA Vamil (o.a. voor de Groenlabel kas) en EIA (voor investeringen in energiebesparende maatregelen) en de regelingen Borgstelling Landbouw (waaronder Borgstelling Landbouw Plus) en specifieke borgstellingsregelingen voor jonge boeren. Deze regelingen zijn niet allemaal exclusief voor de glastuinbouw, maar ook bestemd voor andere sectoren binnen en buiten de landbouw. Specifieke instrumenten die alleen van toepassing zijn op de glastuinbouw zijn de Marktintroductie Energie Innovatie (MEI; voor investeringen in innovatieve kassen) en de Energie-efficiëntie en hernieuwbare energie glastuinbouw (EH, voorheen EHG); voor investeringen in schermen, warmtenet, CO<sub>2</sub>-netwerk. Voor het afdekken van risico's bij boringen naar aardwarmte is er een garantieregeling de RNES. Daarnaast is er nog een energietransitie financieringsfaciliteit (ETFF) onder andere voor tuinders die plannen hebben voor een geothermieproject. Voor innovaties en demonstraties ervan kan een beroep gedaan worden op DEI, de regeling Hernieuwbare Energie en de ISDE, de Investeringsregeling Duurzame Energie.

## 3.3 De instrumenten en hun werking: een korte schets

### 3.3.1 GLB en GLB-POP3

Het huidige Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB) loopt tot 2020. Het GLB is het landbouwbeleid van de Europese Unie en bestaat uit twee pijlers. Pijler 1 betreft de inkomensondersteuning en markt- en prijsbeleid en pijler 2 de plattelandsontwikkeling. De inkomensondersteuning, die valt onder pijler 1 is onderworpen aan *cross-compliance* voorwaarden met betrekking tot milieu, voedselveiligheid en dierenwelzijn. Cross-compliance is het principe dat boeren aan voorwaarden moeten voldoen om geld te ontvangen. Veel van deze voorwaarden vallen ofwel onder 'goede landbouwpraktijk' ofwel het zijn wettelijke vereisten die aan landbouwproductie worden gesteld. GLB-POP3 valt onder pijler 2 die gaat over plattelandsontwikkeling. Klimaatadaptatie en -mitigatie zijn onderdeel van POP3, maar

de mitigatie is vooral gericht op energie. In het POP3 wordt niet expliciet geld uitgetrokken voor klimaatmaatregelen, maar er zijn wel maatregelen die dit doel dienen. POP3 maatregelen worden voor 50 procent gefinancierd door de EU en voor 50 procent door provincies.

Het GLB wordt op dit moment herzien en naar verwachting zal in het toekomstige GLB meer worden ingezet op klimaat. Lidstaten zullen naar verwachting ook meer keuzevrijheid krijgen in de wijze van besteding van de middelen. Dat biedt Nederland de kans om maatregelen uit het OKA, die raakvlak hebben met het GLB, via het GLB te instrumenteren en/of financieren. Op dit moment worden de nationale strategische plannen voorbereid. Daarin moet Nederland onder andere aangeven op welke gronden ze inkomenstoelagen wil gaan toekennen. Hoe dat gaat gebeuren en welke klimaatmitigatie-maatregelen daarbij mee worden genomen, is nog onbekend.

Wel is al bekend dat het totale GLB-budget waarschijnlijk 5 procent lager zal liggen ten opzichte van het GLB in de periode 2014-2020. Voorzien is dat de voorwaarden voor inkomenssteun verschuiven van 'cross compliance' naar 'versterkte conditionaliteit', waar lidstaten zelf (meer) invulling kunnen geven aan maatregelen die hier onder vallen. Zo zijn lidstaten verplicht onder pijler 1, eco-schema's te ontwikkelen. Deze schema's leveren een beloning op voor maatregelen in verband met milieu- of klimaat.

#### **Verkennde analyse GLB na 2020**

Terluin et al. (2018) hebben op basis van scenario's mogelijke Nederlandse invullingen van de eco-schema's doorgerekend op inkomenseffecten. Erisman en van Doorn (2018) hebben naar de ecologische effecten van herziening GLB gekeken en gebruiken daarvoor dezelfde scenario's als Terluin et al. (2018).

De studie van Erisman en van Doorn (2018) doet ruwweg het volgende: op basis van een groot aantal veronderstellingen maken ze scenario's om te verkennen wat het GLB na 2020 kan betekenen voor biodiversiteit, bodem en klimaat. Verondersteld is dat de huidige randvoorwaarden (voor cross-compliance) worden gehandhaafd in de 'versterkte conditionaliteit'. Hun argument hierbij is dat bij aanscherping een groep boeren niet zal kunnen voldoen aan de minimum voorwaarden en dus geen GLB-betalingen zal ontvangen. Overigens merken Erisman en van Doorn op dat 'hoe de relatie tussen aangescherpte randvoorwaarden en de deelname van boeren precies verloopt, niet op voorhand precies te zeggen is'.

Uitgaande van het niet-aanscherpen van het huidige niveau van cross-compliance, moet verdere vergroening via de eco-schema's geregeld worden. Erisman en van Doorn hebben scenario's voor eco-schema's opgesteld die lichter en zwaarder kunnen worden ingevuld, afhankelijk van het beschikbare budget voor de eco-schema's. De verwachte toeslagen voor de eco-schema's en het aandeel boeren dat naar verwachting deel zal nemen, is door Erisman en van Doorn (2018) ontleend aan Terluin et al. (2018).

De inschatting van effecten van de mogelijke verschillende invullingen van de eco-schema's is kwalitatief gedaan op basis van beschikbare kennis en expert judgement (verschillende WUR-onderzoekers en onderzoekers van het Louis Bolk instituut) en gespreken met verschillende organisaties. De maatregelen per scenario voor het eco-schema zijn gescoord op het te verwachte effect per eco-schema. Vervolgens is een methodiek gehanteerd om de bijdragen van de eco-schema opties aan het doel in 2030 in te schatten (voor klimaat wordt naar de doelen uit het regeerakkoord gekeken).

Hiervoor hebben de maatregelen een score van 0-10 gekregen, waarbij 10 een volledige bijdrage aan het doel levert en 0 geen enkele. Vervolgens is bepaald voor hoeveel hectare de optie potentieel kan worden uitgevoerd, separaat voor de melkveehouderij en akker-

en tuinbouw. Tot slot is de deelname per scenario van de boeren per optie direct gebruikt als inschatting op hoeveel hectare de optie wordt toegepast.

De resultaten zijn dan als volgt: in *potentie* scoort het eco-schema scenario 'licht' het beste. De maatregelopties in dit schema kunnen in 2030 tot circa 50% doelbereik leiden. Als rekening gehouden wordt met het beschikbare GLB budget, kunnen niet alle maatregelen meegenomen worden en moet er gekozen worden. Op basis van kosteneffectiviteit scoren dan de scenario's eco-schema 'licht' en 'kringlooplandbouw' vergelijkbaar. Beide scenario's leiden tot rond de 20% doelbereik klimaat in 2030.

De analyse in deze studie is uitgevoerd vanuit de invalshoek van doelrealisatie. De inschatting van de bijdrage van het GLB is opgebouwd uit samenspel tussen voorwaarden en maatregelen, de hoogte van de hectaretoeslag en het gebruik van de regeling. Dit alles is zeer onzeker en de studie geeft niet meer dan een eerste kwalitatieve duiding van de betekenis van het GLB voor klimaatmitigatie. Een voorzichtige kwantificering van het GLB budget en de aanname dat de juiste keuze worden gemaakt doelrealisatie circa 20% is. De optimalisatie zegt nog niet veel over de werkelijke keuzes, bovendien is nog niet zeker hoe het nieuwe GLB er uit gaat zien.

### 3.3.2 RNES: garantieregeling aardwarmte

Garantieregeling: de Regeling Nationale EZ Subsidies – deze regeling dekt investeringsrisico's af bij aardwarmte projecten. De investeringen in aardwarmte zijn fors en de risico's zijn groot. De regeling is vooral van belang voor de glastuinbouwsector.

### 3.3.3 Energie Transitie Financierings Faciliteit (ETFF)

Via het Nederlands Investerings Agentschap (NIA) kan voor projectfinanciering een beroep worden gedaan op de Energietransitie Financieringsfaciliteit (ETFF). Deze kan onder andere door tuinders in de glastuinbouw gebruikt worden bij plannen voor een geothermieproject. Deze faciliteit ondersteunt de opschaling van geothermie.

### 3.3.4 IBP vitaal platteland

Gedurende de looptijd van het regeerakkoord is 40 miljoen euro beschikbaar gesteld vanuit de begroting van LNV voor plattelandontwikkeling, specifiek in gebieden nabij Natura2000, veenweidegebieden en in veedichte gebieden. Het gaat om integrale ontwikkeling van het platteland. Echter aangezien er (nog) geen onderverdeling bekend is, is een verdeling van de middelen over de thema's arbitrair. In de analyse is een ruwe inschatting gehanteerd; dat voor maatregelen in de veehouderij circa een derde (10 tot 15 miljoen) beschikbaar is, waarvan 10-20 procent ten behoeve van klimaatmaatregelen. Ook voor veenweiden en buffergebieden nabij Natura2000 gebieden is dezelfde inschatting gehanteerd.

### 3.3.5 Kwaliteitsimpuls natuur en landschap (SKNL) en Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL)

De kwaliteitsimpuls natuur en landschap (SKNL) geeft grondeigenaren een financiële bijdrage als zij grond geschikt willen maken voor (agrarisch) natuurbeheer of de kwaliteit ervan verder willen ontwikkelen. Er is subsidie voor investeringsmaatregelen en voor functieverandering. Voorbeelden van investeringen ten behoeve van inrichtingsmaatregelen zijn: aanleg van een bos, graven van een poel of het aanleggen van een natuurvriendelijke oever. Bij functieverandering, bijvoorbeeld het blijvend omzetten in bos- of natuurterrein, daalt de waarde van de grond. Daarvoor kan een compensatie worden aangevraagd.

Via het Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL) verlenen de provincies subsidie voor het behoud en de ontwikkeling van (agrarische) natuurgebieden en landschappen. Beheerders met natuurgrond in het Natuur Netwerk Nederland kunnen subsidie krijgen voor natuur- en

landschapsbeheer. De provincies bepalen de mogelijkheden en voorwaarden en geven in het provinciaal Natuurbeheerplan aan voor welke beheertypen subsidie mogelijk is. In de provinciale Openstellingsbesluiten geven de provincies aan voor welke beheertypen en toeslagen subsidie beschikbaar wordt gesteld, en hoeveel geld zij in totaal beschikbaar stellen voor subsidies.

### 3.3.6 EIA

De Energie-InvesteringsAftrek (EIA) is een fiscale regeling ter ondersteuning van investering in energiebesparende maatregelen. De regeling is voor alle sectoren toegankelijk. Met de EIA kan een bedrijf 41,5 procent van de investeringskosten aftrekken van de fiscale winst. Het directe financiële voordeel hangt af van het belastingpercentage dan een bedrijf moet betalen (dit bedraagt gemiddeld circa 14% van de door RVO goedgekeurde investeringskosten). De EIA is aanvullend naast de bestaande investeringsaftrekregeling voor bedrijven. Bedrijven kunnen van de regeling gebruik maken voor investeringen in onder andere: warmteterugwinsystemen (o.a. uit luchtwassers), ledverlichting, energie-efficiënte melkkoe-ling, bedrijfsgebouwen, duurzame energie, energiebalancering, energietransitie en energieadvies en maatwerkadvies. Er is in 2019 147 miljoen euro voor deze regeling gereserveerd. Ervaring uit 2017 (budget 166 miljoen euro) leert dat van het aangevraagde investeringsbedrag 17,5 miljoen euro (11%) naar de landbouwsector (inclusief Agro-industrie) is gegaan.

### 3.3.7 MIA Vamil

Met de Milieu-Investeringsaftrek (MIA) kunnen ondernemers profiteren van een investeringsaftrek die kan oplopen tot 36 procent van het investeringsbedrag. Dat komt bovenop de gebruikelijke investeringsaftrek. De Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil) biedt de mogelijkheid om 75 procent van de investeringskosten op een door de ondernemer te bepalen tijdstip af te schrijven. Bedrijven kunnen van de regeling gebruik maken voor investeringen in onder andere landbouwproductie waaronder kassen, (proef)stallen, emissiearme stallen (ammoniak), gasdichte voorzieningen voor drijfmestopslag, mixen van drijfmest, methaanoxidatie, precisiebemesting en landbouwwerktuigen. Hieronder vallen ook investeringen in reductie van CO<sub>2</sub> en overige broeikasgassen.

Er is per 1 januari 2019 een nieuwe lijst beschikbaar gekomen met bedrijfsmiddelen die in aanmerking komen voor deze fiscale regelingen. Aan de lijst zijn diverse nieuwe maatregelen toegevoegd of zijn eerdere maatregelen gewijzigd. Nieuwe, aan de landbouw gerelateerde, bedrijfsmiddelen zijn onder andere voor het afdekken van mestopslagen.

In 2017 was de omvang 139 miljoen euro. Dankzij de gegunde aanvragen in dat jaar is door de agrosector, inclusief agro-industrie in totaal voor 306,3 miljoen euro geïnvesteerd; de zogenoemde multiplier. Daarvan was 114 miljoen geïnvesteerd door de varkenshouderij en 60 miljoen door de melkveehouderij, waarbij het ging om investeringen in alle milieuthema's.

### 3.3.8 MIT-regeling

Met de MIT-regeling Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen stimuleert het ministerie van Economische Zaken MKB-ondernemers om binnen de topsector samen te werken en te innoveren.

### 3.3.9 SDE+

De subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE) wordt door het ministerie van Economische Zaken gebruikt om de productie van hernieuwbare energie in Nederland te stimuleren. Deze regeling is sinds 2008 jaarlijks opengesteld door het ministerie en kent een gefaseerde openstelling, waarbij de goedkoopste technologieën als eerste in aanmerking komen voor subsidie. De SDE+-regeling vergoedt het verschil tussen het basisbedrag (de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas)

enerzijds en het correctiebedrag (de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of hernieuwbaar gas) anderzijds. Per technologie wordt tevens een basis(energie)prijs vastgesteld, die de ondergrens voor het correctiebedrag vormt.

Binnen de landbouw zijn dat de glastuinbouw en de veehouderij de sectoren die op dit moment in aanmerking komen voor SDE subsidie. In de huidige regeling is de SDE vooral van belang voor investering in aardwarmte, en in bioenergie w.o. mestvergisting. In totaal is richting 2030 zo'n 12 miljard euro beschikbaar. De huidige SDE+-regeling is gericht op het stimuleren van hernieuwbare-energieprojecten. In de verbrede SDE++ kunnen naast deze projecten ook andere projecten die broeikasgasreductie bewerkstelligen voor subsidie in aanmerking komen. Met de verbreding kan de SDE++ verder bijdragen aan andere vormen van verduurzaming in alle sectoren, zo ook voor de reductie van methaan en lachgas uit de landbouw. De manier waarop de SDE++ uitgewerkt gaat worden is nog niet bekend. Er is nog veel onduidelijk over de regels en de randvoorwaarden. Voor meer informatie zie Lensink (2018) en de PBL-website over de SDE ([www.pbl.nl/sde](http://www.pbl.nl/sde)).

### 3.3.10 ISDE

De Investeringsregeling Duurzame Energie (ISDE) voorziet in een tegemoetkoming bij de aankoop van zonneboilers, warmtepompen, biomassaketels en pelletkachels. De regeling is voor zowel particulieren als zakelijke gebruikers. In 2019 is circa 100 miljoen aan subsidies beschikbaar.

### 3.3.11 Borgstelling Landbouw

De Borgstelling Landbouw (BL) is de opvolger van de regeling Garantstelling Landbouw (GL). Via de regeling kan de overheid garant staan voor een deel van een banklening. In vergelijking met de GL is de BL sneller en ruimer. De bank vraagt de borgstelling aan, het maximale borgstellingsbedrag is verdubbeld naar 1,2 miljoen euro. Ook kunnen meer typen investeringen er onder vallen (nu ook planten, werkkapitaal). Voor innovatieve investeringen kan tot maximaal 2,5 miljoen euro borgstelling verkregen worden (voor groenlabelkas, nieuw kasconcept, duurzame varkens en melkveestallen). Jaarlijks is circa voor 100 miljoen euro aan budget beschikbaar voor leningen met een borgstelling. LNV staat borg voor 70 procent. De maximale looptijd is 6 jaar. De inschatting is dat de borgstelling leidt tot een jaarlijks investeringsvolume van circa 200 miljoen euro. Daarvan is 20 procent een zgn. BL+ regeling. Dit zou betekenen dat er 40 miljoen euro geïnvesteerd wordt in verduurzaming (alle vormen van verduurzaming).

### 3.3.12 Nationaal Groenfonds:

Het ministerie van LNV stelt 70 miljoen euro extra beschikbaar aan het Nationaal Groenfonds ten behoeve van financiering van projecten die een bijdrage leveren aan de klimaatdoelstelling van de sector landbouw en landgebruik voor de periode 2019-2022. Over de uitwerking wordt overlegd. Het fonds werkt vanuit een driejarig strategisch plan. Het doel van het fonds is projecten te financieren waar terughoudendheid over bestaat in de markt. Volgens de huidige inzichten zal ruwweg tweederde deel van de extra middelen wordt verdeeld over de vier bestaande clusters van het Nationale Groenfonds: duurzame energie / opwekking, circulair, kringlooplandbouw en natuur en landschap. Een derde deel van dit gedrag zal vooral ingezet worden voor klimaat. Onzeker is welk aandeel naar landbouw of landgebruik gaat.

### 3.3.13 Regiodeals

Het Rijk biedt de mogelijkheid om in de regio maatschappelijke problemen met een sociale, ecologische of economische invalshoek aan te pakken in een zogeheten Regio Deal. Het rijk stelt hiervoor middelen beschikbaar in de Regio Envelop. Inmiddels is duidelijk dat het kabinet voornemens is om 12 van de 88 aangemelde voorstellen samen verder uit te werken tot zogenoemde Regiodeals. Hiervoor is 215 miljoen euro beschikbaar vanuit de Regio Envelop.

De tijdelijke bijdrage uit de Regio Envelop bedraagt per Regio Deal minimaal 5 miljoen euro en maximaal 40 miljoen euro. De regio/regionale partners moet(en) minimaal hetzelfde bedrag aan cofinanciering bijdragen. De tijdelijke bijdrage uit de Regio Envelop en van de regionale partners (cofinanciering) kan een hefboom zijn voor andere financiële middelen. Vanuit de invalshoek van klimaatmitigatie, landbouw en landgebruik zijn twee van de twaalf voorgenomen deals van betekenis voor de uitvoering van de maatregelen in het OKA: 'Bodemdaling Groene Hart' en 'Natuurinclusieve Landbouw' (in de regio Groningen, Friesland en Drenthe). De regiodeal Bodemdaling omvat de gezamenlijke kennisontwikkeling door middel van innovatie en experimenten met als doel handelingsperspectief te bieden in de regio. Voor iedere regiodeal is maximaal 10 miljoen euro gereserveerd.

### 3.3.14 Jonge boeren regeling

Het kabinet trekt 75 miljoen euro uit om jonge boeren te helpen die een agrarisch bedrijf willen beginnen of overnemen. De jonge boeren regeling is een garantieregeling; 64 miljoen euro gaat naar een garantiefonds, de Garantieregeling Vermogensversterkende Kredieten (VVK). Om in aanmerking te komen voor de Garantieregeling Vermogensversterkende Kredieten wordt het investeringsplan getoetst aan één van de criteria uit de toekomstvisie 'waardevol verbonden' (Ministerie van LNV 2018) De criteria zijn: het sluiten van kringlopen, versterken van de sociaal economische positie van de boer in de keten, de klimaatopgave, ecosystemen, vitaliteit van het platteland, dierenwelzijn en waardering voor voedsel. Als een boer voor de garantie in aanmerking komt, wordt het voor financiers aantrekkelijker om leningen te verstrekken aan jonge boeren die een bedrijf starten of overnemen én willen investeren in innovatie of duurzame bedrijfsontwikkeling. Zodoende werkt de garantieregeling drempelverlagend voor financiers. De resterende € 11 miljoen is bestemd voor het opzetten van een opleidings- en coachingstraject bij het proces van bedrijfsovername. Het staat boeren vrij al dan niet van een dergelijke traject gebruik te maken. De regeling is aanvullend op bestaande regelingen.

### 3.3.15 Warme sanering varkenshouderij

De rijksoverheid heeft 200 miljoen euro gereserveerd voor warme sanering van de varkenshouderij. Daarvan is 120 miljoen euro geormerkt voor opkoop van varkensrechten en voor vergoeding voor waarde van de stal en stalinrichting. Aanvullend op de middelen van het rijk is geld beschikbaar gesteld door provincies onder andere voor de sloop van stallen. Van de overige 80 miljoen euro uit de warme saneringsenvelop is 40 miljoen euro bestemd voor andere sectoren (de geitenhouderij en nertsenhouders) en voor dekking van de administratieve kosten van de sanering. De andere 40 miljoen euro is bestemd voor de ontwikkeling van de nieuwe broeikasgasarme varkensstal en voor subsidie aan 'first movers'. Vanuit de Coalitie Varkenshouderij is bijgedragen aan de sanering (eveneens 40 miljoen euro). Dit geld zal ingezet worden voor de uitrol van de broeikasgasarme varkensstal. Opgemerkt moet worden dat de warme sanering van varkenshouderij uit het regeerakkoord van 2017 komt en niet was opgenomen in het basispad (NEV2017). Het primaire argument voor de sanering is het verminderen van de geuroverlast in de concentratiegebieden Oost en Zuid. In het regeerakkoord is de 200 miljoen euro al gereserveerd en dit bedrag is al opgenomen in de begroting. De warme sanering is nu ook in het OKA opgenomen, en vraagt geen aanvullend budget.

## 3.4 Borging en waarborging van geïnstrumenteerde maatregelen

In het OKA is voor de sector landbouw en landgebruik aangegeven dat de Rijksoverheid waar nodig en mogelijk via wet- en regelgeving waarborgen zal inzetten. De Rijksoverheid zal de daarvoor noodzakelijke instrumenten in 2019 uitwerken. Het OKA noemt expliciet het



verplichten van duurzame standaarden via regelgeving en het Algemeen Verbindend Verklaren. Deze zullen uiterlijk 2019 gereed zijn om aan te bieden voor behandeling in het parlement. De aard van de maatregelen in het OKA maakt dat die waarborgen niet voor het oprapen liggen.

Naar het zich laat aanzien is het voorgestelde maatregelenpakket niet over de volle breedte in duurzame standaarden te vertalen. Dit is wel goed voorstelbaar bij bijvoorbeeld innovatie broeikasgasarme varkensstallen. Voor de melkveehouderij is de insteek van het OKA dat de melkveehouder op bedrijfsniveau de mix aan maatregelen bepaalt die hij of zij inzet om de broeikasgasemissies van zijn/haar bedrijf terug te brengen. Daarbij wordt in het OKA aangegeven dat de resultaten op bedrijfsniveau met de zogenoemde carbon footprint monitor worden gemeten. Deze carbon footprint is nog in ontwikkeling.

De Rijksoverheid neemt het op zich om in de melkveehouderij afrekenbaarheid van individuele bedrijven op klimaatprestaties mogelijk te maken en wil daarvoor het instrument carbon footprint monitor inzetten. Het is van belang dat er bij boeren draagvlak ontstaat voor dit instrument zodat het hen ondersteunt in keuzes binnen hun bedrijfsvoering. De ervaring met de kringloopwijzer leert dat het ontwikkelen van een betrouwbaar monitoringsinstrument een tijdrovende en complexe aangelegenheid is. Dit roept de vraag op of het mogelijk is om op korter termijn, vóór 2020 uitsluitend te hebben over de bruikbaarheid van de carbon footprint monitor voor de onderbouwing van juridische instrumenten om bedrijfsspecifiek te monitoren en af te rekenen.

Naast duurzame standaarden via regelgeving noemt het OKA het Algemeen Verbindend Verklaren (AVV) als waarborg voor de te behalen reductieopgave. Voorheen konden productschappen bij verordening algemeen verbindende voorschriften vastleggen. Met de intrekking van de Wet op de Bedrijfsorganisatie op 1 januari 2015 zijn de productschappen opgeheven. Momenteel heeft de mogelijkheid tot het verbindend verklaren van afspraken tussen ondernemers- en brancheverenigingen die actief zijn in de landbouw een Europees rechtelijke basis, namelijk de Gemeenschappelijke ordening van de landbouwmarkten. Janssen (2017) schrijft: *'Partijen in de land- en tuinbouw kunnen daarbij gebruik maken van de mogelijkheden die het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) biedt tot het oprichten van producenten- en brancheorganisaties. Het GLB biedt de mogelijkheid om producenten- en brancheorganisaties op te richten. Lidstaten hebben de mogelijkheid om bepaalde voorschriften van producenten- en brancheorganisaties tijdelijk algemeen verbindend te verklaren. Voorstellen hiertoe zullen worden getoetst aan de vereisten die hieraan in het kader van Europese regelgeving en op grond van nationale uitvoeringsregels worden gesteld.'*

Janssen (2017) schetst dat de AVV onderhevig is aan een aantal voorwaarden en zodoende een aantal lastigheden met zich meebrengt. Zo is de verbindendverklaring voorbehouden aan de voorschriften die zijn vastgesteld door *erkende* producentenorganisaties, unies van producentenorganisaties of brancheorganisaties. Daarnaast moet een erkende organisatie voldoende *representatief* zijn. Verbindend verklaringen mogen ook niet in strijd zijn met de mededingingsregels. Janssen (2017) geeft ook aan dat de duur van een AVV beperkt is tot uiterlijk 2020. 'Hiermee wordt aangeknoopt bij de programmacyclus van het huidige GLB. Of na ommekomst van deze datum verlenging mogelijk is, hangt uiteraard af van het dan geldende GLB' (Janssen 2017, p 253).

Al met al schetst Janssen het beeld dat een AVV de nodige complexiteit met zich meebrengt en tijdrovend is. Ter vergelijking: beargumenteerd geeft Janssen aan dat het plan van destijds staatssecretaris van Dam om via een AVV de zuivelsector zelf de fosfaatreductie te laten organiseren, niet zo'n goed idee bleek. Hoewel de fosfaatreductiecasus andere kenmerken heeft dan maatregelen om broeikasgassen te reduceren, maakt Janssen wel aannemelijk dat

de AVV-route de nodige lastigheden met zich meebrengt. Dat maakt dat deze waarborg in onze analyse niet vertaald is in extra emissiereductie.

### 3.5 Aanpak van de instrumentenanalyse

Voor de analyse van de instrumenten uit het OKA is eerst nagegaan welk investeringsvolume in beginsel wordt gestimuleerd door de diverse hoofdstuk 3.3. genoemde instrumenten/regelingen/subsidies. Daarbij is verondersteld dat trends uit het verleden - dat wil zeggen de mate waarin agrariërs in het verleden een beroep hebben gedaan op de regelingen die milieuvriendelijke investeringen aantrekkelijker maken - zullen doorzetten. Ook is daarbij verondersteld dat de budgetten van bestaande regelingen in de toekomst min of meer op gelijk niveau zullen blijven.

Vervolgens is de vraag of met bestaande en nieuwe financiële instrumenten voldoende prikkels ontstaan om in *klimaat*maatregelen te investeren. Om te kunnen investeren en in aanmerking te komen voor borgstellingsregelingen is een financieel gezonde bedrijfsvoering vereist of moet worden voldaan aan specifieke eisen die regelingen stellen, zoals bij de jonge boeren regeling. De fiscale instrumenten geven alleen een prikkel als een bedrijf winstgevend is. Voor bedrijven met een minder goede financiële positie is het investeren in klimaatmaatregelen niet vanzelfsprekend. Dit laatste punt remt de snelheid waarmee klimaatmaatregelen in brede zin onderdeel worden van de agrarische bedrijfsvoering.

Onzekerheden over de bereidheid van boeren om te investeren in de klimaatopgave, vormen een belangrijke onzekerheid in de geraamde emissiereductie. Die bereidheid hangt nauw samen met de verwachtingen van boeren over de kansen om de extra kosten van broeikasgas reductiemaatregelen terug te verdienen. PBL concludeerde eerder (PBL, 2018) dat de bewegingsvrijheid van boeren om een wending in hun bedrijfsvoering aan te brengen beperkt is. Afhankelijkheden van banken, toeleveranciers en verwerkers waardoor de individuele boer niet eenvoudig zijn koers kan verleggen en keuzes uit het verleden maken alternatieve ontwikkelpaden relatief duur, risicovol en onaantrekkelijk. De ruimte om te ondernemen is daarvoor voor veel boeren sterk ingekaderd.

In hoofdstuk 4 zijn de afzonderlijk maatregelen en instrumenten nader uitgewerkt en wordt in gegaan op de bandbreedte van de emissie, de investeringen en de nationale kosten. De bovengrens van de bandbreedte geeft vooral de potentie van de maatregelen aan, gegeven de in het OKA genoemde implementatiegraad van de maatregelen. De ondergrens van bandbreedte laat vooral zien welke inschatting is gemaakt van de gedragsonzekerheid rond investeringen in maatregelen.

### 3.6 Resultaten

De financiële instrumenten, waar de veehouderij een beroep op kan doen, hebben een faciliterend karakter. De instrumenten bieden fiscale voordelen, bieden garanties/borgstelling of worden verstrekt in de vorm van een subsidie. De meeste instrumenten zijn toegankelijk voor meerdere sectoren of subsectoren. De instrumenten kunnen zowel generiek als specifiek zijn. Generieke instrumenten zoals een garantiestelling verlagen de rentelast van een nieuw bedrijfsgebouw. Specifieke instrumenten dragen bij aan innovaties rond dierenwelzijn, milieu, energie en klimaat. Dit kan via extra garantie of borgstelling als geïnvesteerd wordt in een van deze thema's of via lijsten met milieumaatregelen die jaarlijks worden geactualiseerd. Het doel is zoveel mogelijk de laatste innovaties te stimuleren of te sturen om



relevante maatschappelijk thema's zoals klimaat. In het OKA gaat het om extra investeringen die tot doel hebben klimaatmitigatie te faciliteren.

Bestaande instrumenten die niet, of waar geen extra maatregelen zijn voorzien of nog onzeker zijn, zijn daarin niet meegenomen. Niet meegenomen is het nieuwe GLB. De voorstellen en de wijze waarop het boeren ondersteunt, is onzeker en ook het budget, dat lager wordt dan in de vorige periode is onzeker. Alleen als het nieuwe GLB significant inzet op klimaat komen er extra financiële middelen en is dit een prikkel om te investeren in klimaatmitigatie, echter dan nog is het onzeker of de boeren daarop inzetten.

### 3.6.1 Landbouw

Uit de analyse blijkt dat voor de melkveehouderij en de varkenshouderij samen circa 0,5 tot 1,0 miljard euro aan investeringsvolume via in het OKA genoemde instrumenten gefaciliteerd zou kunnen worden in de periode tot 2030. Daarbij is uitgegaan dat van de bestaande instrumenten circa 10-20 procent ingezet gaat worden voor maatregelen die bijdragen aan klimaatmitigatie. Dit percentage is een inschatting op basis van klimaatmaatregelen die al zijn opgenomen in de lijsten of mogelijk te zijner tijd daarin worden opgenomen. De 10 procent zien wij als de ondergrens en de 20 procent als bovengrens. De cijfers zijn onzeker, maar geven bij benadering aan hoeveel er mogelijk via de instrumenten gefaciliteerd zou kunnen worden. Verdeeld over melkveehouderij en varkenshouderij komen we uit op een 40 resp. 60 procent verdeling van het totale geraamde investeringsvolume. In Bijlage 1 is in tabel B1.1 en B1.2 een overzicht gegeven van de inschatting per instrument respectievelijk wat dit betekent voor het investeringsvolume van de melkvee- en varkenshouderij. De faciliteiten dragen naar verwachting vooral bij aan de grote extra investeringen zoals in innovatieve melkveestallen en varkensstallen. Energiebesparende maatregelen zullen niet zozeer toegekend worden aan landbouw, maar aan de energiesector.

### 3.6.2 Landgebruik

Dit thema valt uiteen in drie sectoren: veenweiden; natuur en bossen; en landbouwbodems. Voor veenweiden zijn meerdere instrumenten beschikbaar. Het is niet concreet welk deel van een specifiek budget, bijvoorbeeld regiodeal of IBP-vitaal platteland, ingezet wordt voor maatregelen in veenweiden gebieden. Dit kan slechts met grote onzekerheid worden ingeschat. Ook is moeilijk in te schatten of boeren via MIA Vamil zullen investeren in bijvoorbeeld onderwaterdrainage. Minder onzeker is hoeveel middelen uit de klimaatvelop worden ingezet voor veenweiden (circa 5 miljoen euro). Er is voorzien dat deze de eerste jaren vooral ingezet worden voor pilots. Daarna is het ongewis. Het is complex om een overall schatting te maken van hoeveel middelen uiteindelijk ingezet kunnen worden voor maatregelen in veenweidegebieden. Wel is duidelijk dat er voor overheden of bedrijven diverse voorzieningen zijn om processen te faciliteren resp. te investeren in pilots, kennis en monitoring. Er is ingeschat dat voor de geleidelijke opschaling van de maatregelen tot 2030 vanuit de diverse instrumenten wel financiële middelen beschikbaar zullen zijn. Voor de, in het OKA genoemde, uitrol van maatregelen naar circa 30 – 40 procent van het veenweideareaal zijn de huidige instrumenten evenwel ontoereikend, of zullen zeker de eerste jaren nog niet ingezet worden in afwachting van de resultaten van de pilots (dit geldt bijvoorbeeld voor het Nationale Groenfonds, dat faciliteert als er sprake is van 'proven technology'). In de veenweidegebieden betekent 'proven technology' dat er duidelijkheid is over de te vermijden CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Voor sturing op maatregelen in natuur, bomen en bossen is een grote rol weggelegd voor provincies. In het Natuurpact zijn afspraken tussen provincies en Rijk gemaakt over doelen en middelen. Deze middelen worden ingezet voor het realiseren van het Natuur Netwerk Nederland (NNN) en worden gebruikt voor aankoop en inrichting van gronden. Van de

maatregelen die zijn genoemd in het OKA zal een deel worden uitgevoerd in het kader van het Natuurpact. Dit kan betekenen dat afspraken worden herzien, bijvoorbeeld over ontbossing. Daarnaast geven provincies subsidies voor kwaliteitsimpulsen en beheer van natuur. Het is niet geheel zeker of via deze voorzieningen extra middelen door de provincies worden ingezet. Niet altijd zullen extra middelen nodig zijn. Terreinbeheerders, zowel publieke als private partijen kunnen ook andere beheer of inrichtingskeuzes maken. Mogelijk kan dat met bestaande budgetten. Ook particuliere initiatieven met als doel om meer CO<sub>2</sub> vast te leggen zijn een mogelijk instrument voor het realiseren van de doelen uit het OKA. Net als bij de veenweidegebieden zijn ook hier onzekerheden, echter bestaande financiële kaders (Natuurpact, SNL, Nationaal Groenfonds) en extra middelen (klimaatvelop) bieden vooralsnog ruimte voor de voorziene herprioritering om naast biodiversiteit ook klimaat als doel in te passen.

Voor het thema landbouwbodems is beperkt naar de beleidsinstrumenten gekeken. Een belangrijk instrument is het GLB. Klimaat en bodem zijn thema's die in aanloop van het nieuwe GLB veel aandacht krijgen. Zoals eerder toegelicht is onzeker hoe het nieuwe GLB wordt vormgegeven en hoe hierin het verhogen van het bodemkoolstofgehalte wordt gefaciliteerd. Dit geldt evenzeer voor het nieuwe mestbeleid.

### 3.6.3 Glastuinbouw

Voor de glastuinbouw bestaan er zowel generieke als specifieke instrumenten. Generiek, waar ook andere sectoren gebruik van kunnen maken zijn MIA Vamil, EIA en garantie- en borgstellingsinstrumenten. Hier werd in het verleden gebruik van gemaakt en dat zal naar verwachting ook in de toekomst plaatsvinden. Er is geen sprake van een extra faciliteit, omdat energiebesparing altijd al centraal stond in de bestaande maatregelen. Specifiek voor de glastuinbouw zijn er instrumenten zoals de MEI en EG (voorheen EHG) die gericht zijn op innovatie en implementatie van energiebesparende maatregelen en investeringen in geothermie. Hiervoor zijn extra middelen voor beschikbaar gesteld van uit de klimaatvelop voor glastuinbouw (10 miljoen euro per jaar). Deze extra investeringen dragen bij aan de versneling van het energiezuiniger maken van de sector. Het belangrijkste instrument voor het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissie van de sector is de SDE+ subsidie. Tot 2030 is hiervoor net voldoende subsidie beschikbaar om de ambitie om huidige hoeveelheid duurzame warmte uit geothermie te verdubbelen in 2030.

# 4 Landbouw

De maatregelen voor de sector landbouw omvatten in het OKA maatregelen in de melkveehouderij, varkenshouderij en in de akkerbouw. De maatregelen richten zich met name op de emissiereductie van methaan. Dit is conform de opgave uit het regeerakkoord uit 2017 dat is vertaald naar de opgave voor de tafel landbouw en landgebruik. De focus op methaan neemt niet weg dat het OKA ook maatregelen bevat voor de reductie van het broeikasgas lachgas. Emissie van lachgas ontstaat onder andere bij het uitrijden van dierlijke mest en bij het gebruik van kunstmest.

Een belangrijk onderdeel van de analyse ligt bij de instrumentatie. Voor deze analyse is een inschatting gemaakt van de omvang van de extra investeringen die met behulp van de door het OKA genoemde bestaande en nieuwe instrumenten mogelijk zijn. Voor een toelichting op de voor het OKA in te zetten instrumenten wordt verwezen naar hoofdstuk 3. Daar is de aanname beargumenteerd dat 10 tot 20 procent van de beschikbare subsidies, fiscale maatregelen en borgstellingen specifiek ingezet zou kunnen worden om de uitstoot van broeikasgassen door de landbouw terug te dringen. Het PBL veronderstelt ook dat de aanvragen van de afgelopen jaren op beschikbare subsidies een redelijk beeld geven van de totale toekomstige vraag en de daarmee samenhangend totale investeringen voor klimaatmaatregelen. Verder is aangenomen dat de historische verdeling van aanvragen tussen de sectoren een redelijk beeld geeft van de sectorverdeling voor de nieuwe investeringen.

Nemen we de melkvee- en varkenshouderij samen dan blijkt dat de voor deze sectoren beschikbare instrumenten tot 2030 een investeringsvolume van circa 0,5 tot 1,0 miljard euro voor klimaatmaatregelen kunnen ondersteunen. Binnen de melkveehouderij betekent dit dat er tot 2030 circa 200 tot 400 miljoen euro extra geïnvesteerd kan worden ten behoeve van klimaatmaatregelen. Voor de varkenshouderij is dit circa 300 tot 600 miljoen euro. De genoemde bedragen zijn theoretische aanvragen en kunnen in de praktijk door allerlei redenen achterwege blijven. Een lagere aanvraag leidt tot een lagere implementatie van innovatieve klimaatmaatregelen en dus ook tot een lagere emissiereductie. Een meer gedetailleerde toelichting op de instrumenten wordt in dit hoofdstuk gegeven per maatregel.

## 4.1 Melkveehouderij

Het OKA bevat maatregelen en instrumenten die op verschillende onderdelen van de melkveehouderij aangrijpen. De voorstellen voor een bijdrage van de melkveehouderij aan het produceren van hernieuwbare energie vallen binnen het OKA onder de tafel elektriciteit en maken daarom geen onderdeel uit van de emissiereductie door de landbouw. De voorstellen in het OKA voor de melkveehouderij worden omringd door een aantal ondersteunende initiatieven waaronder een CO<sub>2</sub> footprint monitor en het advies grondgebonden melkveehouderij. Voor deze analyse zijn zes door het OKA voorgestelde maatregelen onder de loep genomen:

- Precisiebemesting (snijmais);
- Voerspoor Melkveehouderij (additieven en aangepast krachtvoer);
- Stalvernieuwing en stalaanpassing, incl. methaanoxidatie;
- Grasklaver melkvee;
- Levensduurverlenging melkkoeien en selectie en fokkerij methaanarme melkkoeien;
- Decentrale rundveemestvergisting.

Het gebruik van nitrificatieremmers, een voorstel dat deel uitmaakte van het VHKA (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018) is vervallen als emissiereductieoptie in het OKA. Deze keuze hangt samen met het risico op residuen van deze nitrificatieremmers in de melk.

Naast maatregelen geeft het OKA ook aan via welke beleidsinstrumenten het melkveehouders wil bewegen om deze maatregelen uit te voeren. Daarbij gaat het om de MIA/Vamil, EIA, SDE+, POP3, Borgstellingsfondsen, IBP-vitaal platteland en innovatiefondsen. De budgetten van de meeste bestaande instrumenten zijn niet verruimd ten opzichte van het verleden en leiden daardoor niet tot extra overheidsuitgaven. Een uitzondering daarop is de uitbreiding van het Nationale Groenfonds en de nieuwe Jongeboerenregeling. Wel treden verschuivingen en/of aanpassingen op in de budgetten doordat nu ook klimaatmaatregelen onderdeel uitmaken van de milieulijsten of van de eisen voor financiële garantie- of borgstelling. Daardoor ontstaat er bij gelijkblijvend budget meer ruimte voor klimaatinvesteringen.

#### 4.1.1 Maatregel decentrale rundveemestvergisting

##### **Samenvatting**

- Bij mono-mestvergisting van 5 procent van de melkveemest bedraagt de emissiereductie in 2030 circa 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq;
- De maatregel wordt naar verwachting geïnstrumenteerd via SDE++. Er lijken voldoende middelen beschikbaar om mono-mestvergisting met een omvang van 5 procent van de melkveemest te realiseren;
- Als 5 procent van de melkveemest vergist wordt, dan wordt bij afzet van de elektriciteit in niet-ETS sectoren de uitstoot van 0,06 Mton CO<sub>2</sub> vermeden. Dit komt door vervanging van fossiele energiedragers door biogas in de elektriciteitsproductie van deze niet-ETS sectoren (via warmtekrachtkoppeling, WKK);
- De nationale kosten bedragen in dat geval 22,4 miljoen euro per jaar. De investeringen zijn 177 miljoen euro. De jaarlijkse afschrijving op de investering bedraagt 16,8 miljoen euro, de jaarlijkse onderhoudskosten zijn 11 miljoen euro en de opbrengst uit de verkoop van elektriciteit bedraagt 5,4 miljoen euro per jaar;
- De bandbreedte van de emissiereductie bedraagt 0 tot 0,07 Mton CO<sub>2</sub>. De ondergrens weerspiegelt de terughoudendheid van boeren om te investeren in lokale rundmestvergisting aangezien de terugverdienkansen niet gegarandeerd zijn.

##### **Toelichting berekening**

Door drijfmest van melkvee niet in de mestkelder onder de stal op te slaan, maar direct (dagelijks) uit de stal af te voeren en te vergisten, kan de methaanemissie vanuit de mestopslag grotendeels vermeden worden. In de vergister wordt een deel van de organische stof in de mest omgezet naar biogas. Het resulterende biogas kan worden gebruikt voor productie van elektriciteit via warmtekrachtkoppeling (WKK). Het methaan in het biogas wordt dan als hernieuwbare energiedrager ingezet, waarmee de inzet van fossiele energiedragers en dus de daarmee gepaard gaande CO<sub>2</sub>-emissie vermeden kan worden.

Door de klimaattafel is als uitgangspunt gehanteerd dat 5 procent van de melkveedrijfmest decentraal (op boerderijschaal) vergist wordt. Door de kleinschaligheid zijn de kosten hoger dan bij centrale vergisting. Daar staat tegenover dat bij decentrale mestvergisting de emissiereductie in de stal hoger is dan bij centrale vergisting.

Het maximale biogaspotentieel per ton melkveedrijfmest bedraagt 15,1 m<sup>3</sup> biogas in aardgasequivalenten. De vergister heeft een interne warmtevraag van 18 procent van het biogas (ECN, 2017), waardoor de biogasproductie op 12,4 m<sup>3</sup> per ton melkveedrijfmest uitkomt. Dit gas wordt ingezet in WKK- installaties op het melkveebedrijf die elektriciteit opleveren.

### **Instrumentatie**

Uit de analyse van SDE+ ten behoeve van het OKA kwam naar voren dat honorering van mestvergisting alleen mogelijk is bij hoge energieprijzen. Uit de voorlopige indicatieve verdeling van het kasbudget voor de verbrede SDE++, de regeling waarin ook de overige broeikasgassen zoals methaan in de subsidietoewijzing een rol spelen, blijkt dat er een kasbudget beschikbaar zou kunnen zijn voor het realiseren van hernieuwbare energie in vorm van warmte en groengas. Voor toelichting op SDE+ zie hoofdstuk 6.1 in PBL (2019). Op basis van deze indicatie is verondersteld dat lokale mestverwerking met behulp van WKK geïnstrumenteerd zou kunnen worden.

### **Emissiereductie**

Door de snelle afvoer van mest uit de stal wordt de methaanemissie in de stal naar schatting met 95 procent gereduceerd. De totale methaanemissie uit melkveedrijfmest in het basispad (NEV 2017) is 1,96 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Bij vergisting van 5 procent melkveedrijfmest (2,5 miljard kg) is de emissiereductie in de stal 0,09 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten. Tijdens de vergisting lekt circa 4 procent van het gas weg (Melse en Groenestein, 2016) en wordt een deel van de geproduceerde methaan gebruikt voor de interne warmtevraag. Hierdoor komt de netto potentiële methaanreductie uit op circa 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Doordat het biogas gebruikt wordt in de WKK-installaties wordt er geen fossiele energie gebruikt en wordt er 0,5 kg CO<sub>2</sub> uitgespaard voor elke kWh elektriciteit. Bij een elektriciteitsproductie van in totaal 118.000 MWh (bij vergisting van 2,5 miljard kg mest) geeft dit een vermeden emissie van 0,06 Mton CO<sub>2</sub>.

### **Kosten**

De nationale kosten bedragen gemiddeld 22,4 miljoen Euro bij vergisting van 5 procent van de melkveedrijfmest. De investeringen zijn 177 miljoen euro. De jaarlijkse afschrijving op investering is 16,8 miljoen euro, de jaarlijkse onderhoudskosten bedragen 11 miljoen euro en de opbrengst uit gas 5,4 miljoen euro per jaar. In deze berekening is uitgegaan van een installatie die circa 400.000 euro kost met operationele kosten van circa 25.000 euro per jaar en een afzet van elektriciteit van circa 280.000 kWh (ECN, 2017).

### **Onzekerheden**

De gerealiseerde emissiereductie in de stal is erg afhankelijk van de snelheid waarmee de mest wordt afgevoerd. Voor een snelle afvoer zijn stalaanpassingen nodig. Verondersteld is dat mono-mestvergisting onderdeel wordt van het ontwerp van tot 2030 circa 5 procent nog nieuw te bouwen stallen dan wel van bestaande stallen die reeds geschikt zijn voor snelle mestafvoer. Geschikt zijn melkveestallen met een dichte sleuvenvloer (zonder afvoer naar een mestkelder) met mestschuif en opvang van de mest in een afgesloten verzamelput, van waaruit de mest naar de vergister kan gaan. Bij nieuwbouw brengt dit geen extra kosten met zich mee, omdat de bouw van nieuwe stallen *zonder* mestkelder meestal goedkoper is dan *met* mestkelder. De opbrengsten van de mono-vergister en daarmee de netto kosten zijn erg afhankelijk van de benutting van de restwarmte en de hoeveelheid water in de mest. De kosten kunnen lager uitvallen als de restwarmte meer benut kan worden, bijvoorbeeld voor de hygiënisatie en/of droging van het digestaat. Het watergehalte van de mest kan verlaagd worden door de mest te scheiden en de dikke fractie te vergisten.

### **Bandbreedte**

Verondersteld is dat bij volledige SDE++ subsidie er 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq reductie is. Onzeker is nog of sector de keuze maakt voor monomestvergisting - de huidige trend laat een geringe toename zien - maar deze trend wijkt nog af van de vroegere, veel hogere ambitie van de sector. De onzekerheid over het kasbudget van SDE++ kan ook niet worden genegeerd. Om deze reden, maar ook vanwege de vermoedelijke terughoudendheid van de melkveehouder

om te investeren terwijl terugverdienkansen ongewis zijn, is de ondergrens van de bandbreedte gesteld op nul Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### **Neveneffecten**

Door het vergistingsproces neemt het aandeel van vluchtige stikstof in de (vergiste) mest toe. Daardoor is er een risico dat emissies van ammoniak, stikstofoxiden en lachgas bij bemesten met digestaat hoger zijn dan bij bemesten met niet-vergiste mest. Het koolstofgehalte van digestaat ligt daarentegen lager dan van niet-vergiste mest. Het is niet duidelijk of het gebruik van digestaat in plaats van niet-vergiste mest gevolgen heeft voor de bodemvruchtbaarheid. Verder werkt mestvergisting schaalvergroting in de hand en draagt het niet bij aan behoud en bevordering van weidegang bij melkkoeien.

Monomestvergisting kan bijdragen aan het verminderen van methaanemissies uit mest, maar lost de mestafzetproblematiek niet op. Wel kan de energieproductie bijdragen aan mestverwerking, bijvoorbeeld voor het hygiëniseren en drogen van digestaat na mestscheiding.

## **4.1.2 Maatregel levensduurverlenging en selectie en fokkerij van methaanarme melkkoeien**

### **Samenvatting**

- Verdere levensduurverlenging van de helft van de melkkoeien leidt tot circa 6,5 procent minder jongvee ten opzichte van het basispad in 2030. Dit levert een emissiereductie op van 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq;
- Via fokkerij en selectie, gericht op lagere methaanuitstoot van melkvee is een emissiereductie van circa 0,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq mogelijk. Uitgangspunt is dat dit geldt voor de helft van het totaal aantal stuks melkvee;
- In de analyse is aangenomen dat de besparing op de kosten voor de opfok van jongvee voldoende is om te compenseren voor de kosten die boeren moeten maken voor de bevordering van de gezondheid voor levensduurverlenging van melkkoeien en voor de aanschaf van een zogeheten 'gene-mapping' tool voor vroegtijdige selectie van jongvee. Voor het selecteren en fokken van 'methaanarme' melkkoeien is de ontwikkeling van een speciaal fokprogramma nodig. De kosten hiervan zijn onbekend, maar de klimaattafel schat in dat een eenmalige investering van 4 miljoen euro volstaat;
- De bandbreedte van de emissiereductie is 0,15 tot 0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq;

### **Toelichting berekening**

De maatregel (verdere) levensduurverlenging bij melkkoeien maakt het mogelijk minder jongvee aan te houden ter vervanging van melkkoeien, dan verondersteld in het basispad. Het aantal stuks jongvee is gerelateerd aan de levensduur van melkkoeien. Er is verondersteld in het basispad dat door de OKA-maatregel het aandeel jongvee ten opzichte van het aantal melkkoeien daalt van circa 0,8 in 2013 tot circa 0,63 in 2030. Levensduurverlenging van melkkoeien is mogelijk door het bevorderen van de gezondheid en het welzijn van de dieren. Daarnaast is een goede selectie van het jongvee nodig met behulp van genemaping/genomics om de meest geschikte dieren (met grote kans op hoge productiviteit gedurende een langere levensfase) te selecteren. Volgens het OKA zou het aandeel jongvee verder kunnen dalen tot 0,55 bij maximaal de helft van de melkkoeien, waardoor het aantal stuks jongvee daalt in 2030 met circa 6,5 procent.

Het jongvee dat niet wordt aangehouden ten behoeve van de melkproductie wordt als kalf afgevoerd en komt waarschijnlijk vooral in de vleeskalverproductie terecht in of buiten Nederland.

De maatregel 'selectie en fokkerij methaanemissie reductie', is gericht op selectie van koeien met een lagere methaanuitstoot tijdens het herkauwen. Hierdoor zou volgens het OKA bij de helft van de melkkoeien in 2030 ten opzichte van het basispad een methaanuitstootreductie met 5 procent per melkkoe bij de (pens)fermentatie van het voer haalbaar zijn.

### **Instrumentatie**

Beide maatregelen kunnen ondersteund worden vanuit verschillende lopende innovatiefondsen. Verondersteld is dat deze fondsen meer en meer in hun onderzoeksdoelen kennisontwikkeling voor klimaatmitigatie zullen meenemen.

### **Emissiereductie**

Een reductie van 6,5% van het jongvee als gevolg van levensduurverlenging melkkoeien leidt tot een 0,115 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissiereductie (vooral methaan). Indien de extra vleeskalveren in Nederland opgefokt worden is sprake van een extra emissie (van vooral methaan) van 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Netto is de reductie dan 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

Via fokkerij en selectie, gericht op lagere methaanuitstoot van melkvee zou het volgende mogelijk zijn: Uitgaande van de door het OKA aangereikte reductie van de methaanuitstoot bij fermentatie van het voer (5,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030) door fokkerij en selectie van methaanarme melkkoeien kan bij toepassing bij de helft van de melkkoeien 0,19 Mton CO<sub>2</sub>-eq reductie van methaan bereikt worden.

Samengenomen leiden deze twee maatregelen tot een reductie van 0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### **Bandbreedte**

De bovengrens van de maatregelen is 0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq.. De bovengrens veronderstelt dat de maatregelen worden geaccepteerd en dat er voldoende instrumentatie is voor realisatie. De ondergrens weerspiegelt de weerstand bij boeren tegen een verdere verlaging van het aandeel jongvee en hun terughoudendheid bij aanpassingen van de - vaak met veel zorg - opgebouwde veestapel. Op basis van deze overwegingen is de ondergrens van de bandbreedte vastgesteld op een emissiereductie van 0,15 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### **Kosten**

Het aanhouden van minder jongvee leidt tot kostenbesparingen voor de opfok van jongvee. Er is aangenomen dat de besparing op de kosten voor de opfok van jongvee opweegt tegen de eventuele kosten voor boeren voor de bevordering van de gezondheid en het welzijn van dieren en voor de aanschaf van een 'gene-mapping-tool' om vroegtijdig de meest geschikte dieren uit het jongvee te selecteren. De ontwikkeling van een dergelijke tool is gaande en de verwachting is dat zo'n tool wellicht nog niet in 2020 maar wel in het komend decennium operationeel zal worden (schriftelijke mededeling WUR-onderzoeker L. Sebek, oktober 2016). Voor het selecteren en fokken van methaanarme melkkoeien is de ontwikkeling van een speciaal fokprogramma nodig. De kosten hiervan zijn onbekend, maar de klimaattafel schat in dat een eenmalige investering van 4 miljoen euro volstaat.



## **Onzekerheden**

De kans dat boeren uit eigen beweging nog minder jongvee aan zullen houden bovenop de trend in het referentiebeeld is – ondanks de kostenbesparingen - klein, omdat zij het risico op onvoldoende vervangingscapaciteit mogelijk te groot vinden. Het vraagt veel van het bedrijfsmanagement om gezondheidsproblemen te voorkomen en de levensduurverlenging van melkkoeien daadwerkelijk te realiseren. Daarom zullen investeringen nodig zijn in kennis (naast de aanschaf van tools voor 'gene-mapping'). Ook is het de vraag of extra aanpassingen aan stallen nodig zijn om de gewenste verandering te bereiken. Deze investeringen leiden tot extra kosten, waardoor de netto opbrengsten kleiner worden of zelfs negatief worden. Hoe hoog deze kosten zijn, is onbekend; vooralsnog is verondersteld dat er geen of geringe extra kosten zijn. Ook zijn er onzekerheden rond de slagingskansen om via selectie en fok de methaanuitstoot door pensfermentatie te laten dalen.

### **4.1.3 Maatregel precisiebemesting: snijmais**

#### **Samengevat:**

- Het potentieel effect van precisiebemesting van snijmais via rijenbemesting bij toepassing op 50 procent van het snijmaisareaal is ca 0,01 Mton CO<sub>2</sub>-eq;
- Door deze maatregel treden kostenbesparingen op: een besparing op kunstmest van 15 kg stikstof per ha. Bij een prijs van circa 1 euro/kg stikstofkunstmest is dat dus een besparing van ten hoogste 15 euro/ha; met circa 200.000 ha snijmais is de potentiële kostenbesparing circa 1,5 miljoen euro;
- De bandbreedte van het emissie-effect bedraagt 0,006 tot 0,012 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

#### **Toelichting berekening**

Precisiebemesting bij snijmais bestaat uit bemesting in de rij, waardoor de nutriënten beter benut worden door de maisplanten. Rijenbemesting kan zowel met drijfmest als met kunstmest gebeuren. Omdat op melkveebedrijven boeren de mest zoveel mogelijk op eigen grond willen aanwenden (om zo weinig mogelijk dierlijke mest af te hoeven voeren) is in deze analyse alleen precisiebemesting met N-kunstmest beschouwd.

Met rijenbemesting kan met een circa 20 procent lagere bemesting - overeenkomend met circa 11 kg N/ha - dezelfde opbrengst gerealiseerd worden. Omdat inmiddels ten opzichte van het basispad (NEV 2017) een hogere gebruiksnorm geldt voor bemesting met dierlijke mest op zandgrond kan nog verder worden bespaard op stikstofkunstmest. Door de hogere gebruiksnorm kan gemiddeld in Nederland bij rijenbemesting ca +15 kg N/ha extra via dierlijke mest worden toegevoerd. Bij een werkingscoëfficiënt van gemiddeld 50 procent en een 15 kg N/ha hogere gebruiksnorm levert dat een extra besparing van circa 7,5 kg extra N/ha. In totaal wordt de reductie in kunstmestgebruik dan circa 18,5 kg N/ha. Bij 50% ontsluitingspotentieel (zoals voorgesteld in het OKA) van circa 200.000 ha maisland zou dat een besparing met 1,8 miljoen kg N via kunstmeststikstof zijn ( $18,5 * 200.000/2$ ). Dat komt overeen met circa 0.9% van de totale kunstmestgift in het basispad volgens NEV 2017 (dit bedraagt ca 210 miljoen kg N).

#### **Instrumentatie.**

Bestaande innovatieprogramma's ondersteunen onderzoek naar precisiebemesting en tools ter ondersteuning (bijvoorbeeld op basis van Remote Sensing technieken). Voor investeringen op bedrijfsniveau kan een beroep gedaan worden op MIA-Vamil en POP3-gelden.



### **Emissiereductie**

De emissie door kunstmestgebruik bedraagt in het basispad 1,36 Mton CO<sub>2</sub>-eq. in 2030. Een reductie van de kunstmestgift met 0.9% komt overeen met een reductie van 0,012 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dat is aanzienlijk lager dan hetgeen NZO voor het OKA berekend heeft (0,04 Mton) bij toepassing op maximaal 50 procent van het areaal maisland. Het is niet geheel duidelijk waar de berekening van NZO op gebaseerd is.

De bovengrens van de bandbreedte geeft aan wat het effect is van de maatregel onder veronderstelling dat de melkveehouders de maatregel implementeren. De ondergrens, 0,006 Mton CO<sub>2</sub>-eq. is gebaseerd op de veronderstelling dat de maatregel door boeren nog niet als voldoende lonend wordt gezien. Dit hangt samen met het verdienmodel.

### **Kosten**

Rijenbemesting van mais leidt tot netto kostenbesparingen. Naast kosten voor het toepassen van GPS-techniek (circa 50 euro/ha) zijn er besparingen op N-kunstmest en besparingen als gevolg van minder grondbewerking. Ploegen en zaaibedbereiding zijn niet meer nodig (135 euro/ha), maar daardoor zijn er wel nog kosten voor extra gewasbescherming (glyfosfaat: 45 euro/ha voor onkruidbestrijding) en (eventueel) onderwerken van een groenbemester (40 euro/ha). Netto leidt dit tot een besparing van 45 tot 95 euro per hectare als gevolg van minder grondbewerking. De kostenbesparingen bij grondbewerking worden door de extra kosten voor toepassen van de GPS-techniek vrijwel tenietgedaan (hooguit 5 euro/ha). Bij een reductie in N-kunstmest van circa 18,5 kg N/ha en uitgaande van besparing van 1 euro/kg N-kunstmest zou de netto besparing minimaal uitkomen op gemiddeld 15 euro/ha (13.5 tot 18.5 euro/ha). Bij een areaal van circa 200.000 ha maisland in 2030 en toepassing op maximaal 50 procent van het areaal maisland leidt dat tot een kostenbesparing van 1.5 miljoen euro.

#### **4.1.4 Maatregel rantsoen melkveehouderij: krachtvoer en additief**

##### **Samenvatting:**

- Binnen het OKA zijn 2 typen rantsoenaanpassingen meegenomen, die een methaanreductie mogelijk maken:
  - 1) aanpassing van de samenstelling van krachtvoerbrokken
  - 2) het toevoegen van additieven (bijvoorbeeld nitraat).
- Via aanpassing van de samenstelling van krachtvoerbrokken is bij alle melkkoeien een methaanreductie mogelijk tot 10 procent. Er is gerekend met een gemiddelde reductie van 7,5 procent. Het resultaat is een emissiereductie van 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-eq. en de extra voerkosten van deze maatregel zijn circa 30 miljoen euro per jaar;
- Toevoegen van een additief (gerekend is met 1 procent nitraat) aan het rantsoen van 25 procent van de melkkoeien levert een methaanreductie op van 0,14 Mton CO<sub>2</sub>-eq. De kosten hiervan bedragen circa 15 miljoen euro;
- Voor beide maatregelen is verondersteld dat de ondergrens van de emissiereductie bandbreedte wordt beïnvloed door de terughoudendheid van boeren om te kiezen voor duurder veevoer omdat er twijfel bestaat over het kunnen terugverdienen van de hogere kosten;
- Het wijzigen van het rantsoen via krachtvoerbrokken en het toevoegen van een additief levert een totale emissiereductie op met een bandbreedte van 0.1 tot 0,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. De kosten van de maatregelen samen zijn 23 tot 45 miljoen euro per jaar.

## Aanpassing samenstelling krachtvoerbrokken

### **Toelichting berekening**

Door de samenstelling van krachtvoerbrokken (bij melkvee ook mengvoer genoemd) aan te passen is het mogelijk de methaanemissie te beïnvloeden. Het potentieel van deze maatregel is begrensd, omdat de gezondheid en melkproductie van koeien beperkingen opleggen aan mogelijke veranderingen in de samenstelling van het rantsoen van het melkvee. Een aanpassing waarbij de methaanemissie van krachtvoergebruik tot 10 procent afneemt, wordt door de sector als technisch haalbaar bestempeld.

De basis voor deze inschatting vormt het rapport van Sebek et al, 2016. Daarin worden 3 typen krachtvoerbrokken onderscheiden: een productiebrok, een eiwitbrok en een zetmeelbrok. De fase in de lactatie van de melkkoe bepaalt het (aandeel van het) type brok dat vervoederd wordt. Elk type krachtvoerbrok heeft zijn eigen nutritionele eisen, die afgestemd wordt op de samenstelling van het ruwvoer (gras en mais). De samenstelling van het ruwvoer kan variëren van 100 procent gras tot 80 procent mais en 20 procent gras. Voor verschillende ruwvoerrantsoenen kan de samenstelling van de 3 typen krachtvoerbrokken zodanig geoptimaliseerd worden, dat voor krachtvoer een reductie 7.5 procent methaan ten opzichte van het basispad bereikt kan worden. Voor elk type ruwvoerrantsoen leidt dit tot verschillende typen krachtvoerbrokken met verschillende (meer)kosten.

Voor de berekening in het kader van het OKA is aangesloten bij het rantsoen van de gemiddelde Nederlandse koe in het basispad: een aandeel van 40 procent mais en 60 procent gras. Voor het bepalen van de meerkosten voor een gemiddeld rantsoen is nagegaan wat de (meer)kosten zijn van de 3 typen krachtvoerbrokken, bij een samenstelling die leidt tot 7.5procent methaanreductie. De kostprijs van het voer gaat sterk omhoog bij hogere methaanreductie. Om de kosten te kunnen bepalen van een rantsoen met een reductie van 7.5 procent is gebruik gemaakt van de door Sebek et al. (2016) beschreven optimalisatie van kosten en voersamenstelling, zonder dat dit nadelige effecten heeft op de voederwaarde en op de diergezondheid. Deze optimalisatie betekent in de praktijk dat het aandeel van goedkopere voercomponenten iets is verhoogd en dat van duurdere componenten iets is verlaagd, waardoor de gemiddelde meerkosten op jaarbasis geminimaliseerd kunnen worden. In de berekening voor het OKA is gebruik gemaakt van de in de praktijk te realiseren meerkosten bij een rantsoen met 5 of 10 procent methaanreductie (in de analyse van het VHKA (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018) was deze optimalisatie achterwege gelaten).

De berekende meerkosten per 100 kg krachtvoer bij 5 procent reductie (droge stof):

- standaard krachtvoerbrok: van +0,14 tot +0,29 euro;
- eiwitbrok: van +0,18 tot +0,33 euro;
- zetmeelbrok: van +0,45 tot +0,70 euro.

De berekende meerkosten per 100 kg krachtvoer bij 10 procent reductie (droge stof):

- standaard krachtvoerbrok: van +0,48 tot +0,69 euro;
- eiwitbrok; +0,49 tot 0,72 euro;
- zetmeelbrok; van +1,67 tot 2,47 euro.

Op basis van informatie van Agrifirm over het jaarlijkse gemiddelde aandeel van de typen krachtvoerbrokken heeft PBL de meerkosten voor het totale krachtvoergebruik per jaar berekend om de methaanemissie te laten dalen. Daarbij is gerekend met de volgende samenstelling van krachtvoerbrokken: 30 procent productiebrok (variatie 10-50 procent), 10 procent eiwitbrok (variatie 5-15 procent) en 60 procent zetmeelbrok (variatie 45 tot 75 procent). Bij 5 procent methaanreductie komen de meerkosten op jaarbasis uit op +0,33 tot +0,54

euro/100 kg krachtvoer en voor 10 procent methaanreductie komen de meerkosten op jaarbasis uit op +1,2 tot +1,8 euro/100 kg krachtvoer. De kosten zijn voor 10% methaanreductie dus meer dan een factor 3 hoger dan voor 5% methaanreductie. Voor het bereiken van een emissiereductie van 7,5% is het gemiddelde van de meerkosten voor 5 en 10% reductie gehanteerd: van +0,76 tot +1,15 euro/100 kg krachtvoer (DS).

### ***Instrumentatie***

De extra kosten zullen via de markt moeten worden terugverdiend. Het onderzoek kan via innovatiefondsen en klimaatvelop gefaciliteerd worden.

### ***Emissiereductie***

Het totale aandeel van krachtvoer in het rantsoen bedraagt in het basispad circa 22%. Volgens het voorstel in het OKA is het in 2030 mogelijk om deze maatregel bij alle melkkoeien toe te passen. Bij een totale emissie van 5,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq methaanemissie als gevolg van pens- en darmfermentatie in het basispad leidt de beoogde maatregel methaanemissiereductie van 7,5 procent van het krachtvoer deel van het voer bij alle melkkoeien tot een lagere uitstoot van 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### ***Kosten***

Het krachtvoergebruik bedraagt per koe in het basispad is ongeveer 1600 kg (22% van 7410 kg droge stof totaal voerinnam) in 2030. De meerkosten voor het realiseren van 7,5% methaanreductie in het krachtvoerdeel van het rantsoen bij alle melkkoeien bedragen voor alle 1,6 miljoen melkkoeien dan 20 tot 30 miljoen euro per jaar in 2030. Deze bedragen zijn gebaseerd op de bandbreedte van de optimalisatie tussen voersamenstelling en kosten. Vanwege de grote onzekerheid in de kosten is de bovenkant van de bandbreedte bij toepassing van kostenoptimalisatie gehanteerd: bij 7,5 procent methaanreductie komen de kosten daarmee uit op 30 miljoen euro per jaar.

### ***Bandbreedte***

Als bovengrens is gehanteerd een methaanreductie van 7,5 procent in het krachtvoer. De emissiereductie is dan 0,09Mton CO<sub>2</sub>-eq en de kosten bedragen 30 miljoen euro aan extra krachtvoerkosten. Onzekerheden over de bereidheid van boeren om extra kosten te maken voor methaanarm krachtvoer, is een belangrijke onzekerheid in de geraamde emissiereductie van deze maatregel. Die bereidheid hangt nauw samen met de verwachtingen van boeren over de kansen om de extra kosten van broeikasgas reductiemaatregelen terug te verdienen. Als via het verdienmodel de extra kosten voor veevoer niet kunnen worden terugverdiend zal de neiging afnemen om duurder veevoer te kopen. Op dit punt is nauwelijks empirische kennis opgebouwd. Om deze reden is voor deze maatregelen als ondergrens van de bandbreedte een implementatie aangenomen van de helft van het hierboven toegelichte effect. De bandbreedte van de emissiereductie is 0,045 – 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-eq en de kosten bedragen 15 – 30 miljoen per jaar.

## **Additieven (nitraat)**

### ***Toelichting berekening***

Een andere optie is het toevoegen van additieven aan het voer zoals bijvoorbeeld nitraat. Net als bij krachtvoeraanpassing is ook de toevoeging van nitraat maar beperkt mogelijk. Hier is nog weinig praktijkervaring mee en er zijn reserves bij de sector over het gebruik van sommige additieven omdat het kan leiden tot ongewenste stoffen in de melk en/of

ongewenste effecten op diergezondheid. Certificering is een aspect dat door de sector wordt vereist.

Door toepassing van (speciale) additieven kan de methaanproductie door bacteriën in de pens van de koe indirect of direct geremd worden. Toepassing van slechts een additief aan het krachtvoer blijkt veelal maar enkele weken te werken, omdat er een nieuw evenwicht bij de spijsvertering in de pens ontstaat, waardoor de methaanproductie terugvalt naar het oude niveau. Bij gebruik van additieven is een strategie mogelijk om steeds van additief te wisselen zodat de pensflora geen kans krijgt zich aan te passen. Dat vraagt om nauwkeurig management en het is voor de brede praktijk niet eenvoudig toepasbaar. Volgens Van der Vegte et al. (2013) zijn nitraat, sulfaat en mogelijk lijnolie additieven met een blijvende methaanreducerende werking.

### ***Instrumentatie***

De extra kosten zullen via de markt moeten worden terugverdiend. Het onderzoek kan via innovatiefondsen en klimaatvelop gefaciliteerd worden.

### ***Emissiereductie***

Met nitraat is bij een 1 tot 2 procent invoeging in het rantsoen 10 tot 20 procent methaanreductie mogelijk. Praktijkexperimenten op proefbedrijf de Marke hebben laten zien dat met 1,5 procent nitraat in het rantsoen ruim 15 procent methaanreductie mogelijk is (Versteeg 2016). In het OKA is ingeschat dat nitraat (1 procent) als additief ingezet zou kunnen worden bij het voer van 25 procent van de melkkoeien. In de referentieraming (basispad, NEV2017) is de methaanemissie geraamd op 5,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dus bij 10 procent reductie en 25% implementatie zou dit leiden circa 0.14 Mton CO<sub>2</sub>-eq. methaanreductie.

### ***Kosten***

De kosten van de maatregelen bedragen bij 1 procent nitraat toevoeging 10 miljoen euro per jaar.

### ***Onzekerheden***

Door toevoeging van nitraat als additief aan het voer wordt het stikstofgehalte van mest hoger. Dat kan op zijn beurt leiden tot ongewenste verliezen naar bodem, water of lucht of hogere afvoer van mest. Hiervoor kan worden gecompenseerd door minder krachtvoer en minder stikstofrijk krachtvoer te voeren. Er is onzekerheid over de kosten. Volgens Van de Pol et al. (2013) is voor de meeste bedrijven het gebruik van nitraat niet kostenneutraal en bedraagt de kosteneffectiviteit ruim 100 euro per ton vermeden CO<sub>2</sub>. Volgens Van der Vegte (2013) kunnen de kosten ook lager uitvallen in de praktijk. Bijvoorbeeld op proefbedrijf de Marke, waar is geëxperimenteerd waren de meerkosten nihil.

### ***Bandbreedte***

Als bovengrens is gehanteerd de potentiële emissiereductie van 0,14 Mton CO<sub>2</sub>-eq. bij 10 miljoen euro aan extra kosten voor de additie. Onzekerheden over de bereidheid van boeren om extra kosten te maken voor methaanarm veevoer, is een belangrijke onzekerheid in de geraamde emissiereductie van deze maatregel. Die bereidheid hangt nauw samen met de verwachtingen van boeren over de kansen om de extra kosten van broeikasgas reductie-maatregelen terug te verdienen. Als via het verdienmodel de extra kosten voor het additief niet kunnen worden terugverdiend zal de neiging afnemen om additieven te gebruiken. Op het punt van gedrag is nauwelijks empirische kennis opgebouwd. Om deze reden is voor deze maatregelen als ondergrens van de bandbreedte een implementatie aangenomen van de helft van het hierboven toegelichte effect. De bandbreedte van de emissiereductie is 0,07 – 0,14 Mton CO<sub>2</sub>-eq. en van de kosten is het 5 – 10 miljoen per jaar.

#### 4.1.5 Maatregel combinatie van stalvernieuwing en stalaanpassing met methaanoxidatie bij buitenopslag mest

##### **Samenvatting**

- Snelle afvoer van mest uit de stallen voor 20% van de melkkoeien, gecombineerd met nabehandeling van het methaan uit de buitenopslag van de mest via methaanoxidatie, leidt in 2030 potentieel tot een emissiereductie van 0.3 Mton CO<sub>2</sub>-eq;
- De nationale kosten bedragen in totaal 21 miljoen euro per jaar, waarvan circa 18 miljoen euro voor stalaanpassingen (bij circa 10% van de melkkoeien, omdat er bij de overige 10% van de dieren geen meerkosten zijn bij stalvernieuwing) en circa 3 miljoen euro voor methaanoxidatie (bij circa 20% van de melkkoeien)<sup>2</sup>. De benodigde investeringen bedragen circa 232 miljoen euro, waarvan 216 miljoen euro voor stalaanpassingen en 16 miljoen euro voor toepassing van methaanoxidatie;
- De emissiereductiebandbreedte is 0,0 -0,3 Mton CO<sub>2</sub>.

##### **Toelichting berekening**

Momenteel wordt vrijwel alle geproduceerde drijfmest van melkvee gedurende minimaal 6 maanden tijdens de winterperiode in de mestkelder en/of buitenopslag opgeslagen. Indien ook buitenopslag aanwezig is, wordt de mest eerst opgeslagen in de mestkelder. Pas als die vol is, wordt de mest overgepompt naar een eventuele buitenopslag.

Een optie voor methaanreductie vanuit de mestopslag is het snel afvoeren van mest naar de buitenopslag en vervolgens methaanoxidatie in de bodem te laten plaatsvinden. Deze techniek is niet gericht op methaanproductie voor biogas (zoals bij mestvergisting). In plaats daarvan wordt de methaanvorming en -uitstoot geremd door de lagere temperatuur en de afdekking van de mest in de buitenopslag. De beperkte hoeveelheden methaan, die evenwel ontstaan in de buitenopslag, worden vervolgens op gecontroleerde wijze in de bodem gebracht, waar het gas door bacteriën wordt geoxideerd. Dit proces is vergelijkbaar met de methaanoxidatie in de bovenste lagen van gestort afval. Voor toepassing bij mestopslag is dit een nieuwe techniek, die nog in ontwikkeling is (pilot) en die nog niet of nauwelijks in de praktijk is toegepast. Dit vraagt dus nog enige jaren voor uitontwikkeling.

Voor versnelde afvoer van mest naar een afgedekte buitenopslag, in combinatie met een nabewerking als methaanoxidatie, is verondersteld dat een reductie van 70 procent van de methaanuitstoot uit stallen en mestkelder mogelijk is.

In de praktijk zijn er twee mogelijkheden: de techniek wordt onderdeel van het ontwerp van nog nieuw te bouwen stallen of bestaande stallen worden middels een 'retrofit' geschikt gemaakt voor snelle afvoer van mest. Vanuit de klimaatrapportage is voorgesteld om te veronderstellen dat het mogelijk is om bij 20 procent van de melkkoeien, via stalvernieuwing en stalaanpassing (retrofit), snelle mestafvoer vanuit de melkveestallen in de praktijk te brengen. Het PBL heeft verondersteld dat circa de helft (dus 10%) gerealiseerd zou kunnen worden door stalvernieuwing (na afschrijving). Dit laatste brengt geen extra kosten met zich mee, omdat bouw van nieuwe stallen zonder mestkelder meestal goedkoper is dan met mestkelder. Voor de daaropvolgende stap van methaanoxidatie zijn er, ook bij nieuwe stallen, extra kosten. Voor de andere helft – de retrofit van bestaande stallen – is nagegaan of er voldoende financiële faciliteiten zijn om stalaanpassingen te financieren. Het gaat dan niet alleen om kosten voor vloeraanpassingen, maar ook om de bouw van (extra) mestopslag buiten en voor methaanoxidatie in de bodem. Vloeraanpassingen vinden plaats door de vervanging van een roostervloer door een dichte sleuvenvloer (geen afvoer naar mestkelder)

<sup>2</sup> In de doorrekening van 13 maart 2019 is gerekend met een 9% retrofit. Dit is gecorrigeerd naar 10%. Dit heeft tot gevolg dat de investeringskosten en nationale kosten van deze maatregel circa 10% hoger liggen. De CO<sub>2</sub> reductie verandert van 0,26 naar 0,27 Mton CO<sub>2</sub> maar blijft afgerond 0,3 Mton CO<sub>2</sub>.

met mestschuif en opvang van de mest in een afgesloten verzamelput. Op grond van inschatting van beschikbaarheid van financiële faciliteiten (zie hieronder bij instrumentatie) is geconcludeerd dat er voldoende middelen zijn voor de ondersteuning van zowel retrofit als methaanoxidatie.

### **Instrumentatie**

De analyse van de financiële instrumenten levert het beeld op dat er in de melkveehouderij op basis van historische cijfers over aangevraagde subsidies, borgstelling en fiscale faciliteiten een investeringsvolume van 200 tot 400 miljoen euro zou kunnen worden gefaciliteerd in de periode tot 2030. Daarbij is de aanname gemaakt dat 10 tot 20 procent van de maatregelen uit de instrumenten bijdraagt aan klimaatmitigatie. Dit biedt o.a. de mogelijkheden voor investeringen in retrofit van melkveestallen. De extra kosten kunnen gefinancierd worden vanuit diverse middelen, o.a. MIA Vamil, borgstelling landbouw + regelingen, Jonge boerenfonds, GLB-POP3 en IBP-vitaal platteland. Zie voor een verdere toelichting het hoofdstuk over instrumenten.

### **Emissiereductie**

Voor de analyse van het klimaatakkoord, is gerekend met een implementatiegraad van deze maatregel van 20% van de rundveemest. Verondersteld is dat ruwweg 10% via stalaanpassingen wordt gerealiseerd en 10% via nieuwbouw. Dit leidt tot een potentiële totale emissiereductie van 0,27 Mton CO<sub>2</sub> per jaar.

### **Kosten**

De kosten voor zowel nieuwbouw als retrofit zijn eerst berekend op bedrijfsniveau. Het uitgangspunt is voor beide een gemiddeld bedrijf van 150 stuks melkkoeien in 2030.

Uit de berekeningen komen de volgende resultaten:

- De investeringen per bedrijf bedragen minder dan 10.000 euro voor nieuwbouw (alleen de investering in de methaanoxidatie) en circa 210.000 euro voor retrofit (de investering in methaanoxidatie en in de stalaanpassing);
- De constante en variabele (meer)kosten zijn 1.300 euro per jaar voor nieuwbouw en 19.000 euro per jaar voor retrofit.

De investeringen voor retrofit zijn in totaal ruim 230 miljoen euro en de afschrijving en operationele kosten bedragen circa 18 miljoen euro per jaar. De investeringen in methaanoxidatie bedragen 16 miljoen euro en de afschrijvings- en operationele kosten circa 3 miljoen euro per jaar. Dit zijn de kosten bij de bovengrens van de emissiebandbreedte.

Als bovengrens voor het verwachte effect van stalaanpassing, - vernieuwing en methaanoxidatie is aangehouden dat maatregelen conform de voorstellen van het OKA worden uitgevoerd en de ondersteunende maatregelen en waarborgen geheel van kracht worden, want in principe bieden de beschikbare budgetten immers voldoende ruimte voor de benodigde investeringen. Als ondergrens is verondersteld dat het investeren in methaanoxidatie niet zonder een duidelijke prikkel zal plaatsvinden. Deze ruwe schatting representeert de onzekerheid over de terugverdienkans. Waar het vooral aan ontbreekt om de bovengrens en daarmee de grotere emissiereductie te realiseren zijn meer verplichtende maatregelen en sterke borgings- en/of normeringsinstrumenten.

### **Bandbreedte**

Onzekerheden over de bereidheid van boeren om te investeren in de klimaatopgave, vormen een belangrijke onzekerheid in de geraamde emissiereductie. Die bereidheid hangt nauw samen met de verwachtingen van boeren over de kansen om de extra kosten van broeikasgas reductiemaatregelen terug te verdienen. PBL concludeerde eerder (PBL, 2018) dat de bewegingsvrijheid van boeren om een wending in hun bedrijfsvoering aan te brengen beperkt is.

Afhankelijkheden van banken, toeleveranciers en verwerkers waardoor de individuele boer niet eenvoudig zijn koers kan verleggen en keuzes uit het verleden maken alternatieve ontwikkelpaden relatief duur, risicovol en onaantrekkelijk. De ruimte om te ondernemen is daarvoor voor veel boeren sterk ingekaderd.

Aangenomen is dat 10 procent van de nieuw te bouwen melkveestallen zonder stimulans van de overheid zal worden gebouwd. Uitgaande van een afschrijving van 25 jaar, betekent dit dat ieder jaar een paar procent (2 – 4 procent) van de stallen wordt vernieuwd. Een aandeel van 10 procent nieuwbouw tot het jaar 2030 is daarmee waarschijnlijk een onderschatting.

De bandbreedte van de emissiereductie is 0,0 tot 0,27 Mton CO<sub>2</sub> per jaar. De bandbreedte van de investering is 0 tot 232 miljoen euro voor retrofit en methaanoxidatie. De bandbreedte van de nationale kosten is 0 tot 21 miljoen euro per jaar. In de doorrekening van het OKA (PBL 13 maart 2019) is het te investeren bedrag aan de bovengrens te laag ingeschat, in plaats van 181 miljoen euro moet het 232 miljoen euro zijn. Voor de ondergrens is in de doorrekening van het OKA gemeld dat er investeringskosten zijn, dat is onjuist: dit moet zijn 0 euro. De nationale kosten bij de ondergrens bedragen eveneens 0 euro.

#### 4.1.6 Maatregel grasklaver melkvee

##### **Samenvatting**

- Inzaaien van witte grasklaver op 75.000 ha grasland op zandgrond levert door minder inzet van kunstmeststikstof een emissiereductie op met een bandbreedte van 0 - 0,05 Mton CO<sub>2</sub>;
- De maatregel brengt bij toepassing op gras op zandgrond geen kosten met zich mee, er is zelfs een voordeel van 4 miljoen euro.

##### **Toelichting berekening**

De maatregel betreft het inzaaien van witte grasklaver op percelen (blijvend) grasland die beweid en gemaaid worden (precisering van de OKA-maatregel op basis van mondelinge mededeling en schriftelijke toelichting van WUR-onderzoeker T. Vellinga). Het betreft dus niet het telen van rode grasklaver, dat gemakkelijk vertrapt wordt door het vee en ook niet het telen op tijdelijke percelen grasland, waar de broeikasgasreductie beperkter is dan op permanent grasland.

Het inzaaien van witte grasklaver in grasland heeft als voordeel dat stikstof uit de lucht wordt omgezet in voor de plant beschikbare stikstof, waarmee de graszode zichzelf bemest. Dit levert een besparing op van stikstof kunstmest. Naast een reductie van de uitstoot van lachgas levert dit dus ook een besparing op de aankoop van kunstmest op. Aan de andere kant is er ook sprake van een opbrengstderving, waardoor extra aankoop van snijmais nodig is. Er is een verschil tussen gras op klei en op zand. Bij zand is de kunstmestbesparing door de lagere toegestane gebruiksnorm voor stikstof lager dan op klei (respectievelijk 110 en 195 kg stikstof per hectare). Daar staat tegenover dat bij grasland op zand de opbrengstdaling kleiner is dan bij grasland op klei, de opbrengstdaling bedraagt respectievelijk 2 en 11 procent. De kosten voor de aankoop van extra snijmais doet de besparing op stikstofkunstmest voor ongeveer de helft teniet bij toepassing van witte grasklaver op zand, waardoor netto een kostenbesparing mogelijk is. Bij toepassing op klei zijn de kosten voor aankoop van extra snijmais hoger dan de besparing op stikstofkunstmest, hetgeen leidt tot netto kosten. Omdat de maatregel in het OKA niet geïnstrumenteerd is, ligt vanwege de



kostenbesparing alleen toepassing op gras op zandgrond voor de hand. In de analyse is er om die reden vanuit gegaan dat deze maatregel alleen op zandgronden wordt toegepast.

In het OKA is aangegeven dat deze maatregel toepasbaar is op maximaal 25 procent van het grasareaal en in 2030 op circa 35 procent van dit maximum areaal geïmplementeerd kan worden. Dat komt dus overeen met circa 9 procent van het totale grasareaal. In 2030 is verondersteld dat het totale graslandareaal circa 860.000 hectare zal zijn; 9 procent daarvan komt overeen met circa 75.000 hectare. In het OKA is niet aangegeven of implementatie zowel op zand als op klei kan plaatsvinden of alleen op zand (omdat alleen bij zandgrond een kostenbesparing te realiseren is). PBL heeft verondersteld dat dit areaal van 75.000 ha zich op zandgrond bevindt. Met deze maatregel is per hectare grasklaver een besparing mogelijk van circa 110 kg stikstof per hectare. Bij een totale bemestingsnorm van 260 kg stikstof (gras op zand bij beweiding) zijn de opbrengstverliezen beperkt tot circa 2 procent.

### ***Instrumentering***

De maatregel grasklaver melkvee is onderdeel van het advies van de commissie grondgebondenheid. NZO en LTO hebben zich achter dit advies geschaard. De maatregel verdient zichzelf gemakkelijk terug bij toepassing op zandgrond. Het toepassen van deze maatregel komt in de gangbare landbouw desondanks niet veel voor. Waar het aan ontbreekt om de bovengrens van de emissiebandbreedte te realiseren zijn meer verplichtende maatregelen en sterke borgings- en/of normeringsinstrumenten.

### ***Emissiereductie***

Toepassing van de maatregel op 75.000 hectare gras op zandgrond levert bij een kunstmestbesparing van 110 kg N per hectare een totale besparing op van 8 miljoen kg stikstofkunstmest. Op het totaal gebruik van 209 miljoen kg is dat een 4 procent reductie van het kunstmestgebruik. De emissie van 1,27 Mton CO<sub>2</sub>-eq daalt daardoor ook met circa 4 procent; dit leidt tot een emissiereductie van 0,05 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Als ondergrens is verondersteld dat melkveehouders de maatregel onvoldoende waarderen en daarom niet doorvoeren. De bandbreedte van de emissiereductie is gesteld op 0 tot 0,05 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar.

Uitgangspunten voor de bepaling van de emissiereductie zijn:

- Referentiep pad (NEV2017 (PBL, 2017) en achtergronddocument Velthof et al, 2016), met in 2030 een totaal gebruik van 209 miljoen kg N-kunstmest (inclusief spuiwater luchtwassers, exclusief bronnen buiten de landbouw) en een lachgas-emissie van circa 1,27 Mton CO<sub>2</sub>-eq.;
- Er is door het PBL geen extra broeikasgasemissie verondersteld als gevolg van extra maisteelt ter compensatie van opbrengstderving van grasland. Immers, deze extra maisteelt, indien deze in Nederland plaatsvindt, gaat ten koste van de teelt van een ander gewas maar het totale areaal bouwland wijzigt niet.
- Er is door PBL geen rekening gehouden met een extra emissie als gevolg van extra herinzaai van gras doordat de frequentie van graslandvernieuwing bij grasklaver hoger ligt dan bij het huidige permanent grasland (resp. 6 en 12 jaar). Volgens schriftelijke mededeling van WUR-onderzoeker T. Vellinga bedraagt de frequentie 6 jaar in plaats van 12 jaar wat leidt tot een extra emissie. Hierdoor is er bij gras op zand een afname van de emissiereductie met 20% (afname met 0,01 tov 0,05; dus emissiereductie zou dan 0,04 Mton worden).
- Ook is geen rekening gehouden met het effect van besparing op drijfmest op de arealen met grasklaver. Deze drijfmest kan op andere percelen aangewend worden, waardoor daar ook een besparing van kunstmest mogelijk is. 50 kg N/ha; bij eenzelfde areaal (dus  $50/110 \cdot 0.05$ ) extra besparing met 0,02 Mton CO<sub>2</sub>-eq.



## **Kosten**

De kosten van de maatregel worden vooral bepaald door enerzijds de kostenbesparing op kunstmest en anderzijds de extra kosten door de benodigde extra aankoop van maaskuil om opbrengstderving te compenseren.

- Kostenbesparing N-kunstmest: de kosten bedragen circa 1 euro per kg N. Dus bij een totale maximale besparing van 8 miljoen kg stikstof bedraagt de kostenbesparing 8 miljoen euro;
- Extra aankoop maaskuil door opbrengstderving:
  - o De kosten van de aankoop van maaskuil zijn circa 0,6 euro/kg kuilmais (KWIN Veehouderij 2017-2018; gem prijs '13/'14 tot '16/'17 is 0,6 Euro/kg kuilmais, p127);
  - o Het droge stof gehalte van maaskuil is 30-35% (KWIN Veehouderij 2017-2018, p 125); gerekend met 35% droge stof.

De benodigde extra aankoop van mais is bij toepassing van grasklaver op zand circa 240 kg maaskuil (2 procent van 12.000 kg) per hectare; oftewel  $240 * 0,6 * 0,35 = 50$  euro/hectare op zandgrond. Bij toepassing op 75.000 ha grasland bedragen de totale geschatte maximale kosten dan circa 4 miljoen euro. De netto kosten van de maatregelen zijn een besparing van 4 miljoen euro.

### **4.1.7 Resultaten maatregelen melkveehouderij samengevat**

In tabel 4.1 zijn de resultaten van de analyse van de OKA-maatregelen voor de melkveehouderij samengevat. De ondergrens van de emissiereductie bandbreedte van alle maatregelen door de melkveehouderij bedraagt 0,3 Mton CO<sub>2</sub> en de bovengrens is 0,9 Mton CO<sub>2</sub>. De nationale kosten zijn 22 resp. 84 miljoen euro per jaar en de investeringen over de periode tot 2030 bedragen 4 resp. 413 miljoen euro.

Tabel 4.1 Resultaten melkveehouderij

MELKVEEHOUDERIJ: ONDERGRENS

CO2 en financieel	code CPB	Mton CO2	nationale kosten mln jr-1	investering mln	investering mln jr-1	onderhoud mln jr-1	baat vergistig mln jr-1	Categorie
Melkveestallen*	L1-1-3	0.000	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-G
Methaanoxidatie	L1-1-5	0.000	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-G
Veevoerspoor	L1-1-2	0.102	€ 23.0	€ -	€ -	€ 23.0	€ -	OKA-G
Grasklaver	L1-1-6	0.000	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA_G
Levensduurverlening/selectie	L1-1-7	0.150	€ -	€ 4.0	€ -	€ -	€ -	OKA-G
Precisiebemesting	L1-1-1	0.006	€ -0.7	€ -	€ -	€ -0.7	€ -	OKA_G
Mestvergistig op bedrijf	L1-1-4	0.000	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-G
totaal		0.258	€ 22.3	€ 4.0	€ -	€ 22.3	€ -	

\*emissiereductie onder methaanoxidatie

MELKVEEHOUDERIJ: BOVENGRENS

CO2 en financieel	code CPB	Mton CO2	nationale kosten mln jr-1	investering mln	investering mln jr-1	onderhoud mln jr-1	baat vergistig mln jr-1	Categorie
Melkveestallen*	L1-1-3	0.000	€ 18.36	€ 216.00	€ 14.04	€ 4.32	€ -	OKA-G
Methaanoxidatie	L1-1-5	0.270	€ 2.7	€ 16.0	€ 1.8	€ 0.9	€ -	OKA-G
Veevoerspoor	L1-1-2	0.203	€ 46.0	€ -	€ -	€ 46.0	€ -	OKA-G
Grasklaver	L1-1-6	0.048	€ -4.0	€ -	€ -	€ -4.0	€ -	OKA_G
Levensduurverlening/selectie	L1-1-7	0.300	€ -	€ 4.0	€ -	€ -	€ -	OKA-G
Precisiebemesting	L1-1-1	0.012	€ -1.5	€ -	€ -	€ -1.5	€ -	OKA_G
Mestvergistig op bedrijf	L1-1-4	0.075	€ 22.4	€ 177.0	€ 16.8	€ 11.0	€ -5.4	OKA-G
totaal		0.908	€ 84.0	€ 413.0	€ 32.7	€ 56.7	€ -5.4	

\*emissiereductie onder methaanoxidatie

## 4.2 Varkenshouderij

In de voorstellen van de varkenshouderijsector in het OKA staat de emissiereductie van methaan centraal. De methaanemissie uit mest is daarbij de belangrijkste emissiebron. In totaal heeft de sector in het OKA drie voorstellen naar voren gebracht gericht op reductie van methaan en één voorstel waar daling van de klimaat-footprint van het veevoer centraal staat.

Deze zijn:

- Vernieuwing van varkensstallen;
- Aanpassingen in het rantsoen;
- Warme sanering van de varkenshouderij;
- Regionale mestvergisting.

In het Voorstel voor Hoofdlijnen van het Klimaatakkoord (Klimaatberaad, 2018) waren alleen de maatregel Warme sanering - gebudgetteerd in het Regeerakkoord uit 2017 - en Regionale mestvergisting voorgesteld. In het OKA zijn daar twee maatregelen bij gekomen: Versnelling van de realisatie van broeikasgasemissiearme varkensstallen en rantsoenaanpassingen.

### 4.2.1 Maatregel Krimp als gevolg van de warme saneringsenvelop

#### **Samenvatting**

In het Regeerakkoord 2017 is de maatregel Warme Sanering opgenomen. Voor deze maatregel is 200 miljoen euro beschikbaar, waarvan 120 miljoen euro is gereserveerd specifiek voor opkoop van varkensrechten en voor compensatie van het waardeverlies van stallen. De maatregel betreft primair geurreductie, maar levert ook emissiereductie op. Deze maatregel leidt tot een krimp van de varkensstapel met circa 5 procent. Dit komt overeen met een emissiereductie van 0,15 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Deze waarde is zowel voor de ondergrens als bovengrens van het emissie-effect gehanteerd. De kosten vormen geen onderdeel van het ontwerp klimaatakkoord.

#### **Toelichting berekening**

In het ontwerp klimaatakkoord wordt verwezen naar het document *Vitalisering varkenshouderij en het Klimaatakkoord*. Hierin staat dat het Ministerie van LNV een bedrag van 120 miljoen euro beschikbaar stelt voor de sanering van de varkenshouderij. Concreet gaat het om de vrijwillige beëindiging van varkenshouderijen, die voor geuroverlast zorgen in de concentratiegebieden Oost en Zuid.

Het Ministerie geeft een vergoeding voor het versnelde afschrijven van de stal met inrichting en geeft een compensatie voor de varkensrechten. Daarbij geldt de eis dat de stal wordt gesloopt, en dat de vergunning voor het houden van dieren wordt ingetrokken.

#### **Methode emissieberekening**

Het emissiereductie effect wordt in de analyse bepaald door:

- (i) de hoogte van de compensatie voor het ongeldig verklaren van de varkensrechten;
- (ii) de compensatie voor de versnelde afschrijving van de stal en de inrichting;
- (iii) de emissie per varken.

*Welke neveneffecten*

- Naast de vermindering van de uitstoot van methaan zorgt de maatregel voor een afname van de emissie van fijnstof en ammoniak. Hiermee draagt de maatregel bij aan vermindering van geur, verzurings- en vermistingsproblemen. Daarnaast zorgt de

- maatregel voor een kleinere mestproductie en draagt daarmee bij aan de afname van de druk op de mestmarkt.
- Als ongunstig neveneffect kan de afname van de productie van varkensvlees worden genoemd waardoor inkomstenderving in de primaire, maar ook in de secundaire en tertiaire sector plaatsvindt.

### **Tijdpad**

Het tijdpad voor de regeling is nog niet volledig bekend. Wel is bekend dat boeren die gebruik willen maken van de regeling zich in de tweede helft van 2019 en de eerste helft van 2020 kunnen melden bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

### **Resultaat emissiereductie**

Het effect op de broeikasgasemissie is een afname van 0,12 tot 0,17 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit is het directe gevolg van circa 600.000 duizend minder varkens en circa 250 bedrijven en 5 procent minder mestproductie. De precieze uitwerking van de sanering op de uitstoot van methaan hangt af van het aandeel opkoop versus compensatie en de regionale verschillen in de prijs van varkensrechten, waardoor het emissie-effect onzeker is.

### **Kosten**

Voor de berekening is de zogenoemde 'Methodiek Milieukosten' gebruikt. Er is geen sprake van een afschrijvingstermijn en rentepercentage. De overheidskosten zijn 120 miljoen euro. Dit zijn de kosten van de opkoop van de varkensrechten en voor het vergoeden van de restwaarde van de stallen. Het Rijk betaalt de opkoop en de compensatie. Het budget is in deze analyse verdeeld over opkoop van dierrechten (42 miljoen euro) en compensatie voor het waardeverlies van stallen (78 miljoen euro).

### **Instrumentatie**

De regeling Warme Sanering Varkenshouderij is afgesproken in het Regeerakkoord 2017.

### **Onzekerheden**

Het is niet volledig zeker of de beoogde krimp van de varkenshouderij daadwerkelijk zal optreden omdat de voorgestelde maatregel voor varkensboeren vrijwillig is. De huidige verwachting is dat er vanuit de sector voldoende belangstelling is voor de regeling.

Bij de analyse wordt ervan uitgegaan dat de verdeling van de stoppende veehouders over de concentratiegebieden Oost en Zuid evenredig zal zijn met het aantal varkens in de concentratiegebieden Oost en Zuid. In de praktijk hoeft dit niet zo te zijn. Als een relatief hoger aandeel bedrijven in het zuiden gebruik maakt van de regeling, dan kan dit betekenen dat er relatief meer betaald wordt aan het opkopen van rechten omdat de rechten in het zuiden twee keer zo duur zijn als in het oosten. Uiteindelijk bepaalt de geurbelasting van de kandidaat-bedrijven of zij in aanmerking komen voor de warme sanering. De emissiereductie is een neveneffect van de warme sanering. Resumerend: door een warme sanering van de varkensstapel zal deze met ca 4,5% krimpen, de broeikasgasemissie zal hierdoor met 0,15 Mton CO<sub>2</sub>-eq. afnemen.

## **4.2.2 Maatregel Veevoerspoor Varkenshouderij**

### **Samenvatting**

De maatregel veevoerspoor varkenshouderij behelst de teelt van soja als veevoer in Nederland. Deze maatregel leidt niet tot een reductie van de emissie van broeikasgassen in Nederland. De niet-geïmporteerde soja draagt wel bij aan een reductie van broeikasgasemissies elders in de wereld. In Nederland geproduceerd veevoer zal immers een ander gewas

vervangen. Netto levert dat geen emissiereductie. De kleine voordelen van het anders verwaarden van reststromen vallen mogelijk weg tegen de nadelen van meer brijvoer voor de varkensstapel. Nabijheid van de veevoervoorziening kan wel een positief emissie-effect hebben op de uitstoot door transport.

### ***Inleiding***

Bij de maatregel voersamenstelling wordt gedacht aan het sluiten van mineralen kringlopen om daarmee klimaatneutraler te produceren. Er zijn meerdere mogelijkheden voor het sluiten van mineralenkringlopen: bijvoorbeeld door soja in eigen land te produceren en door reststromen te gebruiken. De nabijheid van de teelt van veevoer levert wel emissiereductie door minder transport.

### ***Methode emissieberekening***

Door het produceren van soja in eigen land - wat overigens maar een klein deel kan zijn ten opzichte van het totaal dat geïmporteerd wordt - en het gebruik van reststromen worden minder grondstoffen voor krachtvoer en daarmee minder mineralen vanuit het buitenland naar Nederland vervoerd. De emissie van broeikasgassen zal afnemen doordat minder transport plaatsvindt en mogelijk ook doordat reststromen efficiënter benut worden. Al is het zeer de vraag of de reststromen nu al niet optimaal benut worden. De emissies in Nederland zullen vermoedelijk gelijk blijven omdat het areaal bouwland in Nederland verondersteld wordt grosso modo gelijk te blijven. Het netto effect kan alleen met een gedetailleerde Life Cycle Analysis-studie berekend worden.

Mogelijke neveneffecten waar rekening mee gehouden dient te worden:

- Reststromen worden als brijvoer aan varkens verstrekt. Een toename aan reststromen betekent waarschijnlijk dat de hoeveelheid brijvoer gaat toenemen. In dit geval zijn er stalaanpassingen nodig om brijvoeren mogelijk te maken. Bij brijvoeding worden de stallen soms anders ingedeeld en de indeling heeft effect op het mestgedrag van varkens en kan daarmee een toename aan emissies tot gevolg hebben;
- De huidige voerfabrikanten stellen voer samen door op de hele wereld naar de beste prijs-kwaliteit verhouding te zoeken. Indien meer gebruik gemaakt wordt van reststromen is het mogelijk dat de samenstelling van het voer meer gaat variëren;
- Indien reststromen op dit moment voor warmte dan wel elektriciteitsproductie worden gebruikt, treedt er verdringing op.

### ***Resultaat emissiereductie***

Is gesteld op nul zowel aan de onderzijde als bovenzijde van de bandbreedte.

### ***Onzekerheden***

Doordat reststromen andere stikstof- en organische stofinhoud hebben kan de emissie toe- of afnemen. Aangezien niet bekend is welke reststromen er gebruikt gaan worden is het niet in te schatten hoeveel effect de reststromen op de emissies zullen hebben.

## **4.2.3 Maatregel Stalaanpassingen**

### ***Samenvatting***

Bij toepassing van broeikasgasemissiearme stallen voor 21 procent van de varkens wordt een emissiereductie van maximaal circa 0,4 Mton CO<sub>2</sub> behaald. De bovengrens voor de totale extra klimaatinvestering bedraagt circa 300 miljoen euro en nationale kosten bedragen 38 miljoen euro per jaar. De ondergrens is 0,2 Mton CO<sub>2</sub>. De kosten en nationale kosten daarvan bedragen eveneens de helft van de kosten van de bovenkant van de bandbreedte.

### **Toelichting berekening**

Door broeikasgasemissiearme varkensstallen te bouwen, wordt naast de reductie van ammoniak, fijn stof en geur ook de emissie van broeikasgassen gereduceerd. Op dit moment bestaan er nog geen stallen waarvan de broeikasgasemissiereductie bekend is. In deze nog te ontwikkelen, innovatieve en broeikasgasemissiearme stal wordt de mest gescheiden opgevangen en de stallucht gezuiverd. Deze innovatieve stal is emissiearm voor zowel ammoniak, geur, broeikasgassen als fijnstof. Volgens Vellinga (2018) is het mogelijk om de emissiereductie van het totaal aan broeikasgassen afkomstig van darmfermentatie en emissie uit de mest te reduceren met circa 75 procent. Er is financiering voor onderzoek voor 4 jaar en voor ondersteuning van de 'first movers'. Daarna zou deze innovatieve emissiearme stal in het normale circuit gebouwd kunnen worden. Bij een vervangingsnelheid van 4 procent per jaar (4 procent van de stallen en ook 4 procent van de dieren) startend vanaf 2022 kan er tot het jaar 2030 een aandeel van 32 procent vervangen worden.

Gegeven de moeilijke financiële positie van de varkenshouderij is verondersteld dat de sector niet in staat zal zijn de via de instrumenten beschikbare financiële faciliteiten (zie hieronder bij instrumentatie) ook daadwerkelijk te kunnen inzetten. In de berekening is verondersteld dat een deel van de bedrijven niet in aanmerking zal komen. Verondersteld is dat daardoor maar 300 miljoen euro, dat is tweederde deel van de financiële faciliteiten uiteindelijk zal worden ingezet voor nieuwe innovatieve broeikasgasemissiearme stallen. Daarmee komt het percentage stallen dat vervangen wordt op maximaal 21 procent

### **Emissiereductie**

De varkensstapel zorgt voor een emissie van 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Wanneer voor 21 procent van de dieren een emissiereductie van 75 procent behaald wordt, leidt deze maatregel tot een potentiële emissiereductie van 0,4 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten.

### **Kosten**

Er is gerekend met 700.000 euro extra investering voor een zero-emissiestal, oftewel ruim 200 euro per dierplaats voor 3000 dieren. De potentiële totale investeringskosten hiervoor bedragen 300 miljoen euro en de nationale kosten daarvan zijn 25 miljoen euro per jaar.

### **Instrumentatie**

De analyse van de financiële instrumenten leverde het beeld op dat de varkensveehouderij op basis van historische cijfers over aangevraagde subsidies, borgstelling en fiscale faciliteiten er in totaal een investeringsvolume van gemiddeld 450 miljoen euro, met bandbreedte van 300 – 600 miljoen euro beschikbaar zou kunnen zijn in de periode tot 2030. Bij het inschatten van dit investeringsvolume is de aanname gedaan dat 10-20 procent van de te kiezen maatregelen uit de instrumenten bijdraagt aan klimaatmitigatie. Dit biedt de mogelijkheden voor investeringen in innovatieve broeikasgasemissiearme stallen. De extra kosten kunnen gefinancierd worden vanuit o.a. MIA Vamil, deel uit de Warme Saneringsenvelop (o.a. voor first movers), eigen inbreng Coalitie Vitalisering Varkenshouderij, borgstelling landbouw + regelingen, Jonge boerenfonds, GLB-POP3 en IBP-vitaal platteland. Zie voor een verdere toelichting het hoofdstuk over instrumenten.

Naast toegang tot faciliteiten vormt ook de bereidheid van varkenshouders om te investeren in de klimaatopgave, een belangrijke onzekerheid in de geraamde emissiereductie. Die bereidheid hangt nauw samen met de verwachtingen van boeren over de kansen om de extra kosten van broeikasgas reductiemaatregelen terug te verdienen. PBL concludeerde eerder (PBL, 2018b) dat de bewegingsvrijheid van boeren om een wending in hun bedrijfsvoering aan te brengen beperkt is. Afhankelijkheden van banken, toeleveranciers en verwerkers waardoor de individuele boer niet eenvoudig zijn koers kan verleggen en keuzes uit het verleden maken nieuwe ontwikkelpaden relatief duur, risicovol en onaantrekkelijk. De ruimte om te ondernemen is daardoor voor veel boeren sterk ingekaderd. Varkenshouders maken,

ten opzichte van bijvoorbeeld melkveehouders meer gebruik van financiële instrumenten. Dit hangt samen de financiële dekking die bij melkveehouders, door het bezit van grond gunstiger kan zijn.

### **Bandbreedte**

Aanvullend op de reductie als gevolg van de beperkingen in de toegang tot financiële faciliteiten is verondersteld dat met het huidige verdienmodel er aarzeling is om te investeren. Dit heeft geleid tot het instellen van een ondergrens die overeenkomt met 50 procent van het berekende potentieel. De bandbreedte van de emissiereductie komt daarmee op 0,21 tot 0,42 Mton CO<sub>2</sub> per jaar. De extra investeringskosten op 150 - 300 miljoen euro en de nationale kosten tussen de 13 en 26 miljoen euro per jaar.

### **Onzekerheden**

Wanneer de gescheiden fracties van de mest niet goed opgeslagen worden dan kan de lachgasemissie toenemen en een deel van de potentiële emissiereductie tenietdoen.

In de berekening wordt uitgegaan van een innovatie broeikasgasemissiearme stal. Omdat dit systeem helemaal gesloten is, wordt er ook vanuit gegaan dat de emissie uit darmfermentatie afneemt. Echter wanneer er bijvoorbeeld een varkenstoilet toegepast wordt, waar niet per definitie een luchtwasser bij zit, reduceert alleen de methaanemissie uit mest. De emissie als gevolg van darmfermentatie neemt niet of beperkt af. Als een koolstoffilter is geplaatst zou dat kunnen bijdragen aan de reductie van methaan.

De berekening is uitgevoerd voor alle varkenscategorieën. Op dit moment is de innovatieve emissiearme stal niet beschikbaar voor zeugen. Er zijn wel andere systemen beschikbaar voor zeugen die lijken op het Zero-stal concept. Echter of deze ook dezelfde reductie behalen is niet bekend.

### **Neveneffecten:**

- Een groot voordeel van de innovatieve broeikasgasemissiearme stal is dat ook de ammoniak- en geuremissie gereduceerd wordt;
- De innovatieve broeikasgasemissiearme stal gaat uit van het gescheiden opvangen van de dunne en dikke fractie van de mest. In de innovatieve emissiearme stal wordt de dunne fractie van de mest in een gesloten systeem opgevangen en de vaste fractie wordt ingedroogd tot korrels. Er zijn ook andere systemen, waarbij de dunne en vaste mest apart worden afgevoerd. Als de mest daarbij lang opgeslagen wordt - vooral de vaste fractie-, dan kunnen de lachgas emissies juist sterk toenemen.

### **Interactie met andere opties**

Indien er inderdaad broeikasgasemissiearme stallen gebouwd gaan worden dan kan de mest niet meer worden vergist. Dit concept gaat namelijk uit van het hygiëniseren van de vaste fractie waarbij de vrijkomende methaan in een brandstofcel gebruikt wordt.

## **4.2.4 Maatregel Regionale mestverwaarding**

### **Samenvatting**

- Bij monovergisting van 15 procent van de varkensmest bedraagt de emissiereductie in 2030 circa 0,16 Mton CO<sub>2</sub>-eq;
- Door vervanging van aardgas door het geproduceerde groen gas bij afzet in niet-ETS sectoren wordt de emissie van 0,05 Mton CO<sub>2</sub> vermeden;
- De nationale kosten voor monomestvergisting zoals in het OKA voorgesteld bedragen gemiddeld 5,2 miljoen euro. De investeringen bedragen 45 miljoen euro. Deze

worden geïnstrumenteerd door SDE+. De jaarlijkse afschrijving op investeringen bedraagt 4,2 miljoen euro. De jaarlijkse onderhoudskosten zijn 4,1 miljoen euro en de opbrengst uit de verkoop van Groen Gas (exclusief subsidie) bedraagt naar schatting 3,1 miljoen euro per jaar;

- Bandbreedte: als ondergrens is 0 Mton CO<sub>2</sub>-eq. aangehouden, in veronderstelling dat de subsidies ontbreken en er regionaal weerstand is tegen de komst van regionale vergisters. De bandbreedte van de emissiereductie door deze maatregel wordt 0 – 0,16 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### **Toelichting berekening**

Door drijfmest van varkens niet langdurig in de mestkelder onder de stal op te slaan, maar af te voeren naar een centrale monomestvergister, kan de methaanemissie vanuit de mestopslag (deels) vermeden worden. In de vergister wordt een deel van de organische stof in de mest omgezet naar biogas, dat methaan en kooldioxide bevat. Het resulterende biogas kan worden gebruikt voor productie van warmte, elektriciteit en/of groen gas. Groen gas is biogas dat is opgewerkt tot aardgaskwaliteit en kan in het aardgasnet ingevoerd worden. Het methaan in het biogas wordt als hernieuwbare energiedrager ingezet, waarmee de inzet van fossiele energiedragers en dus de daarmee gepaard gaande CO<sub>2</sub>-emissie vermeden kan worden.

Het voorstel van de klimaattafel is om als uitgangspunt te hanteren dat 15 procent van de varkensdrijfmest centraal wordt vergist in monomestvergisters ter grootte van de (geplande) monovergister van Twence (circa 250 miljoen m<sup>3</sup> mest). De reductie van de methaanemissie vanuit de stal is in dat geval beperkter dan bij monomestvergisting op boerderijschaal, omdat de mest niet dagelijks maar bijvoorbeeld binnen enkele weken afgevoerd wordt. Daar staat tegenover dat het schaalvoordeel bij centrale monomestvergisting tot lagere kosten leidt.

Het maximale biogaspotentieel bedraagt 29,1 m<sup>3</sup> biogas in aardgasequivalenten per ton drijfmest (Groenestein et al, 2016). Als gevolg van het gebruik van oudere mest vermindert dit potentieel met 15 tot 50 procent (Groen Gas Nederland, 2014). Daarnaast heeft de vergister een interne warmtevraag waarvoor 30 procent van het biogas wordt gebruikt (ECN, 2017) en treden er lekverliezen op uit de vergister van circa 4,3 procent (Groenestein et al, 2016). Bij de opwerking van biogas naar Groen Gas treedt ook nog een verlies van 10 procent op (ECN, 2017). De uiteindelijke Groen Gas productie is 8,8 tot 21,7 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest.

Door de snellere afvoer van mest uit de stal reduceert de methaanemissie in de stal naar schatting met 65 procent. De totale methaanemissie uit varkensdrijfmest in 2030 is (volgens de NEV 2017) 1,77 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Bij vergisting van 15 procent varkensdrijfmest (1,75 miljard kg) is de emissiereductie in de stal 0,18 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Het lekverlies tijdens vergisting is 0,02 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten. Dus de netto reductie bedraagt 0,16 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Doordat er Groen gas geproduceerd wordt in plaats van fossiele energie (aardgas) wordt er 1,8 kg CO<sub>2</sub> uitgespaard voor elke m<sup>3</sup> Groen gas. Bij een Groen gasproductie van 15,3 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest en een vergisting van 1,75 miljard kg geeft dit een vermeden emissie van 0,05 Mton CO<sub>2</sub>.

### **Instrumentatie**

Uit de analyse van SDE+ ten behoeve van het OKA kwam naar voren dat honorering van mestvergisting alleen mogelijk is bij hoge energieprijzen. Uit de voorlopige indicatieve verdeling van het kasbudget voor de verbrede SDE++, de regeling waarin ook de overige broeikasgassen zoals methaan in de subsidietoewijzing een rol spelen, blijkt dat er een kasbudget van 135 miljoen euro beschikbaar zou kunnen zijn voor het realiseren van hernieuwbare



warmte en groengas. Op basis van deze indicatie is verondersteld dat lokale mestverwerking geïnstrumenteerd zou kunnen worden.

### **Emissiereductie**

Bij monovergisting van 15 procent van de varkensmest bedraagt de emissiereductie in 2030 circa 0,16 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Door vervanging van aardgas door het geproduceerde groen gas bij afzet in niet-ETS sectoren wordt 0,05 Mton CO<sub>2</sub> vermeden.

### **Kosten**

Voor de kosten is uitgegaan een monomestvergister met een capaciteit van 200.000 m<sup>3</sup> mest (ECN, 2017). Er zijn voor 1,75 miljard kg mest dus circa 9 van dergelijke vergisters nodig. Per vergister bedragen de investeringskosten van de installatie 5,17 miljoen euro. De afschrijving op de investering bedraagt circa 491.000 euro en de operationele kosten zijn ongeveer 472.000 euro per jaar. Daarnaast is er sprake van afzet van Groen Gas van ruim 21 miljoen kWh. Verrekening van het correctiebedrag van 0,017 euro/kWh levert dat per installatie circa 360.000 euro per jaar op. De nationale kosten bedragen gemiddeld 5,2 miljoen euro. De investeringen zijn 45 miljoen euro. De jaarlijkse afschrijving op investeringen bedraagt 4,2 miljoen euro. De jaarlijkse onderhoudskosten zijn 4,1 miljoen euro en de opbrengst uit gas bedraagt naar schatting 3,1 miljoen euro per jaar.

### **Onzekerheden**

De gerealiseerde emissiereductie in de stal is afhankelijk van de snelheid waarmee de mest wordt afgevoerd. Voor een snelle afvoer zijn stalaanpassingen nodig. De kosten daarvan en de vervangingssnelheid van de stallen zijn in deze maatregel niet meegenomen. De opbrengsten van de vergister en daarmee de kosten zijn erg afhankelijk van de benutting van de restwarmte, de hoeveelheid water in de mest en of er eventueel co-substraat toegevoegd wordt. De kosten kunnen lager uitvallen als de restwarmte meer benut kan worden, bijvoorbeeld voor de hygiëniseren en/of droging van het digestaat. Het watergehalte van de mest kan verlaagd worden door de mest te scheiden en de dikke fractie te vergisten. De dunne fractie moet dan ofwel direct in de landbouw afgezet kunnen worden of verder bewerkt kunnen worden. Co-substraat toevoegen leidt tot een hogere energieproductie, maar ook tot extra kosten voor aankoop ervan. Bovendien is het de vraag of er voldoende co-substraat beschikbaar is.

### **Neveneffecten**

Door het vergistingsproces neemt het aandeel vervluchtigbare stikstof in de (vergiste) mest toe. Daardoor is er een risico dat emissies van ammoniak, stikstofoxiden en lachgas bij bemesten met digestaat hoger zijn dan bij bemesten met niet-vergiste mest. Het effect op de emissies van ammoniak kan beperkt zijn doordat mest emissiearm aangewend moet worden. Ook is er een risico op geuremissie (door lekverlies) tijdens het vergisten en bij het uit de navergister halen van de vergiste mest (digestaat) voorafgaand aan bemesten. Het koolstofgehalte van digestaat ligt lager dan dat van niet-vergiste mest. Het is niet duidelijk of het gebruik van digestaat in plaats van niet-vergiste mest gevolgen heeft voor de bodemvruchtbaarheid.

Monomestvergisting kan bijdragen aan het verminderen van methaanemissies uit mest, maar lost de mestafzetproblematiek niet op. Wel kan de energieproductie bijdragen aan mestverwerking (bijvoorbeeld voor het hygiëniseren en drogen van digestaat na mestscheiding).

## 4.2.5 Resultaten maatregelen varkenshouderij samengevat

In tabel 4.2 zijn de resultaten van de varkenshouderij samengevat weergegeven. De ondergrens van alle maatregelen door de melkveehouderij zijn 0,4 Mton CO<sub>2</sub> en de bovengrens is 0,7 Mton CO<sub>2</sub>. De nationale kosten zijn 13 resp. 31 miljoen euro per jaar en de investering over de periode tot 2030 bedragen circa 150 resp. 350 miljoen euro.

Tabel 4.2 Resultaten varkenshouderij

VARKENSHOUDERIJ: ONDERGRENS									
CO2 en financieel	code CPB	Mton CO2	Nationale kosten mln jr-1	investering mln	investering mln jr-1	onderhoud mln jr-1	baat vergisting	categorie	
Stalvernieuwing	L1-2-2	0.21	€ 12.7	€ 149.7	€ 9.7	€ 2.99	€ -	OKA-G	
veevoer	L1-2-3	0.00	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-O	
Krimp varkenshouderij	L1-2-1	0.15	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	NVV	
Regionale mestverwaarding	L1-2-4	-	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-G	
totaal		0.36	12.7	149.7	9.7	3.0	0.0		

  

VARKENSHOUDERIJ: BOVENGRENS									
CO2 en financieel	code CPB	Mton CO2	Nationale kosten mln jr-1	investering mln	investering mln jr-1	onderhoud mln jr-1	baat vergisting	categorie	
Stalvernieuwing	L1-2-2	0.42	€ 25.5	€ 299.4	€ 19.5	€ 5.99	€ -	OKA-G	
veevoer	L1-2-3	0.00	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-O	
Krimp varkenshouderij	L1-2-1	0.15	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	NVV	
Regionale mestverwaarding	L1-2-4	0.16	€ 5.2	€ 45.0	€ 4.2	€ 4.1	€ -3.1	OKA-G	
totaal		0.73	30.7	344.4	23.7	10.1	-3.1		

## 4.3 Akkerbouw

De akkerbouw draagt bij aan de emissie van broeikasgassen via de emissie van lachgas, afkomstig van de uitgereden dierlijke mest en uitgestrooide kunstmest. Lachgas is een sterk broeikasgas dat, net als CO<sub>2</sub> een lange levensduur heeft in de atmosfeer. In deze paragraaf gaan we in op twee maatregelen uit het OKA die leiden tot verlagen van de lachgas-emissie: door verlaging van het stikstof-kunstmestgebruik via precisiebemesting, en door het gebruik van nitrificatieremmers.

In de akkerbouw is naast lachgas de afname en opbouw van het organische stof gehalte in de akkers een belangrijk aandachtspunt. Sinds het Akkoord van Parijs wordt de bodemkoolstof meegenomen in de emissieboekhouding. Akkers die frequent geploegd worden en waar relatief weinig gewasresten achterblijven, verliezen geleidelijk een deel van hun in de bodem opgeslagen organische stof. Daarentegen neemt het organisch stofgehalte toe in akkers waarvan de grond zo min mogelijk wordt geploegd en waar de gewasresten achterblijven, waar vanggewassen worden ondergewerkt en eventueel nog organisch materiaal wordt aangevoerd. Dit draagt bij aan een geleidelijk toename van het organisch stof gehalte. Vanuit het perspectief van klimaatmitigatie is het positief als er meer koolstof wordt vastgelegd dan oxideert. Voor meer informatie zie hoofdstuk 5.3 over bodemkoolstof.

### 4.3.1 Precisiebemesting

#### **Samenvatting**

Precisiebemesting geeft de mogelijkheid om in de gewasteelt een hoger rendement van de toegediende dierlijke stikstofmeststof te realiseren, zonder dat de gewasopbrengsten dalen. Gemiddeld is 20 procent minder stikstofkunstmest mogelijk, waarbij de gewasopbrengsten op peil blijven of zelfs nog kunnen toenemen.

De voordelen, het besparen van kunstmest, en in geval van gebruik van precisietechnieken voor gewasbescherming ook besparing op gewasbeschermingsmiddelen, worden echter grotendeels teniet gedaan door de extra kosten voor technische tools (GPS, kaartmateriaal) die gebruikt worden bij precisiebemesting. Het effect van een lagere kunstmestgift levert een emissiereductie op van 0,04 tot 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq. De ondergrens reflecteert een lagere ambitie om te investeren in precisielandbouw. De nationale kosten bedragen 2 tot 4 miljoen euro per jaar. Overigens zal in de praktijk gemaximaliseerd worden op opbrengst en zal er geen lachgasreductie zijn, maar heeft het product wel een lagere CO<sub>2</sub>-footprint en voor de akkerbouwer zijn er netto baten als gevolg van de hogere opbrengsten.

#### **Beschrijving**

Om het effect van de maatregel precisiebemesting te kunnen bepalen is gekeken naar hoe minimaal dezelfde opbrengst gehaald kan worden met minder meststoffen tegen zo laag mogelijke (meer)kosten. Dit kan gehaald worden door nauwkeurige timing, dosering en plaatsing alsook betere benutting van de meststoffen. Deze aanpak levert inzicht hoeveel lager het meststofgebruik kan zijn, en daarmee hoeveel lager de lachgasemissie. In de praktijk van de akkerbouw zal echter precisiebemesting ingezet worden ten behoeve van een optimale gewasopbrengst met dezelfde hoeveelheid meststoffen (of gewasbeschermingsmiddelen). De footprint van het gewas is in dit geval gunstiger dan zonder precisiebemesting.

Door precisiebemesting, vermindert in theorie de toevoer van stikstof naar de landbouwboodem en vermindert daardoor het verlies van stikstof naar het milieu. Naast lachgas, wat hier centraal staat, zullen ook de ammoniakemissie en de af- en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater afnemen. Overigens is tussen 1990 en 2016 al 38% reductie bereikt van het N-gebruik via dierlijke mest en kunstmest en is er al sprake van vrij nauwkeurige bemesting in Nederland. Dit is het gevolg van aangescherpte mestgebruiksnormen (naast afnemend areaal), maar deels ook van de hogere kunstmestprijzen.

Voor de nauwkeurige timing, dosering en plaatsing van mest gebruiken akkerbouwers efficiënte toedieningstechnieken om een afgestemde hoeveelheid mest toe te dienen, ondersteund door GPS-technieken in combinatie met GIS-systemen (met informatie over onder andere bodem en gewas). Informatie over het naleverend vermogen van de bodem is bijvoorbeeld een belangrijk gegeven waar de bemesting op aangepast kan worden. Vooral in de akkerbouw worden dergelijke toedieningstechnieken ontwikkeld en toegepast. Akkerbouwers kunnen via nauwkeurige plaatsing en dosering ook de benutting van de stikstof uit dunne dierlijke mest verhogen. Een voorbeeld is het gebruiken van snelle analysetechnieken van mest en bodem (bv. door NIRS), die een boer meer inzicht geven in de mestsamenstelling en hoeveelheid minerale N in de bodem.

De veronderstelling in het referentiebeeld is dat boeren de beschikbare ruimte om stikstof uit (dierlijke) mest op landbouwgrond te plaatsen (N-gebruiksruimte) maximaal benutten. Dit kan (deels) via toepassing van precisiebemesting gericht op het bereiken van een hogere opbrengst. Hierbij is aangenomen dat boeren investeren in precisiebemesting om binnen de bemestingsgrenzen een zo hoog mogelijke productie (via maximale bemesting) en dus extra

inkomsten te realiseren. Op deze wijze zal eerder sprake kunnen zijn van netto baten. Hierbij is er echter dus geen sprake van reductie van lachgas.

De vraag is hoe gerealiseerd kan worden dat er minder stikstof uit kunstmest wordt gebruikt door het toepassen van precisiebemesting en wat het potentieel is. Verondersteld dat de dierlijke mestgift niet zal verminderen omdat het goedkoper is die mest zoveel mogelijk aan te wenden en dat bespaard wordt op kunstmest. Voor akkerbouwers is het bovendien lucratief om dierlijke mest te gebruiken omdat zij geld toekrijgen. De mogelijkheid die akkerbouwers hebben om te besparen op N-kunstmest is het via nauwkeurige plaatsing en dosering de benutting van de stikstof uit dunne dierlijke mest verhogen (bijvoorbeeld via rijenbemesting en op basis van informatie over mest en bodem). Hierdoor wordt het mogelijk om de aanvullende stikstofgift via kunstmest te verlagen zonder opbrengstderving. Een besparing van 20% op bouwland is mogelijk.

Bij de akkerbouw is het inzicht in de netto baten als gevolg van de extra gewasopbrengst niet altijd duidelijk. Hier gaat het vaak om een combinatie van zowel het preciezer toedienen van gewasbeschermingsmiddelen als van meststoffen. In de praktijk zal er naar gestreefd worden om de investeringen in GPS- en ICT-technieken, met informatie over gewassen en bodem terug te verdienen via besparingen op gewasbeschermingsmiddelen en door de extra gewasopbrengst. In het kader van de proeftuin precisielandbouw (<https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/>) worden de eerste praktijkexperimenten uitgevoerd. Uit de eerste resultaten blijkt dat precisietechnieken werken, maar dat de kosten, met name van biomassa-kaarten verder moeten dalen om de technieken rendabeler te maken.

Inschatting is dat via nauwkeurig plaatsen van mest met GPS-technieken in de akkerbouw circa 20 procent besparing op N-kunstmest mogelijk is (Kempenaar 2010, BO Akkerbouw). Dit percentage beoordelen wij als effect van de maatregelen.

### ***Instrumentatie.***

Bestaande innovatieprogramma's ondersteunen onderzoek naar precisiebemesting en tools ter ondersteuning (bijvoorbeeld Remote Sensing). Voor investeringen op bedrijfsniveau kan een beroep gedaan worden op MIA-Vamil en POP3. BO akkerbouw heeft ten behoeve van de uitvoering van de klimaatagenda 'akkerbouw' een uitvoeringsorganisatie ingesteld.

### ***Emissiereductie***

De emissie van lachgas door bemesting met kunstmest-N bedraagt in het referentiepads (NEV 2017) in totaal 1,36 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Uitgaande van een besparing van 20% door precisielandbouw en een totaal kunstmestgebruik van 220 mln kg-N, gecorrigeerd voor dat deel wat naar grasland en snijmais gaat is de totale hoeveelheid N-kunstmest die wordt bespaard 11 miljoen kg N-kunstmest. Uitgedrukt in emissiereductie is de potentiële reductie 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Verondersteld wordt dat boeren aarzelen om te investeren in precisieapparatuur en dat een deel van de akkerbouwers twijfelt over het terugverdienen van de kosten. Als ondergrens is daarom verondersteld dat 50 procent van het potentieel van de bovengrens gerealiseerd wordt. De bandbreedte van het effect bedraagt dan 0,03 – 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### ***kosten***

Uit van der Schans et al. (2008) blijkt dat er twee niveaus van precisielandbouw te onderscheiden zijn. Op niveau 1 is sprake van gebruik van simpeler GPS- en ICT-technieken, waarmee vooral besparing op kunstmest mogelijk is, terwijl op niveau 2 hogere besparingen op niet alleen kunstmest, maar ook op gewasbeschermingsmiddelen te realiseren zijn. Op beide niveaus zijn ook hogere gewasopbrengsten te realiseren, zij het dat op niveau 2 de meeropbrengst aanzienlijk groter is. Ook is er sprake van besparingen op energiegebruik, arbeid en gebruik van poot- en zaaigoed; hierbij zijn de verschillen in de besparingen op beide niveaus

beperkt. De investeringskosten op niveau 2 zijn echter dusdanig hoger, dat netto besparingen niet veel beter uitpakken dan op niveau 1. Omdat deze optie zich richt op precisiebemesting is voor de kosten uitgegaan van niveau 1.

De kosten zijn afhankelijk van de schaalgrootte: voor kleinere percelen van 50-60 hectare lopen de kosten op tot circa 76 euro/hectare, terwijl ze op grotere percelen van 100-120 hectare ongeveer de helft lager liggen. Omdat in de Nederlandse akkerbouw de gemiddelde bedrijfsgrootte rond de 60 hectare ligt is gerekend met kosten van circa 76 euro per hectare. De extra opbrengsten door hogere gewasopbrengsten bedragen circa 13 euro per hectare en de besparingen op energie, arbeid en poot- en zaaigoed circa 27 euro per hectare. Bij een akkerbouwareaal van 575000 hectare in 2030 zijn de kosten dan 45 miljoen euro. De totale besparingen/opbrengsten bedragen 41 miljoen euro: 20 miljoen euro extra opbrengst via extra gewasopbrengsten, 10 miljoen euro door besparing op energie, arbeid en poot- en zaaigoed en 11 miljoen euro besparing op kunstmestgebruik.

De netto kosten bedragen dan dus (afgerond) circa 4 miljoen euro voor een besparing van 11 miljoen kg N-kunstmest. De ondergrens is daar de helft van. De besparingen op N-kunstmest en op bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen lijken nog onvoldoende om de investeringen in de precisietechnieken te compenseren. In recentere berichten klinkt nog steeds door dat de kosten omlaag moeten om de maatregel rendabel te maken.

### 4.3.2 Toepassing van nitrificatieremmers in de akkerbouw

#### **Samenvatting**

Toepassing van nitrificatieremmers bij bemesting in de akkerbouw beperkt de stikstofverliezen en als gevolg daarvan de vorming van lachgas ( $N_2O$ ) vanuit dierlijke mest en kunstmest. Bij 50% implementatie van het technisch potentieel is de lachgas-reductie circa 0.05 Mton  $CO_2$ -eq. De kosten bedragen jaarlijks circa 5.5 miljoen euro. Als ondergrens is verondersteld dat de maatregel niet door de akkerbouwers wordt genomen omdat deze niet bereid zijn de meerkosten daarvoor te betalen.

#### **Beknopte beschrijving**

Deze optie betreft het beperken van stikstofverliezen vanuit meststoffen na bemesting van akkerbouwgrond. Dit kan door de toepassing van nitrificatieremmers in de meststoffen om omzetting van ammoniumstikstof naar nitraat en lachgas te vertragen. Nitrificatieremmers kunnen zowel aan kunstmest als aan drijfmest toegevoegd worden.

#### **Referentiebeeld**

In Nederland vindt geen of hooguit in beperkte mate toepassing van nitrificatieremmers plaats. In het referentiescenario is verondersteld dat in 2030 het gebruik hiervan niet zal toenemen.

#### **Reductiepotentieel tot 2030**

De inzet van nitrificatieremmers kan leiden tot een reductie van de directe lachgasemissie. Inschatting is dat een  $N_2O$ -reductie mogelijk is bij kunstmest van 11 procent, bij dierlijke mest van 17 procent en bij weidemest van 5 procent (Kuikman et al, 2010). Ook de indirecte lachgasemissies zouden kunnen verminderen. Het potentieel is bij gebruik van dunne mestfracties en digestaat (met een hoger aandeel ammonium) groter, maar hier is in deze berekening geen rekening mee gehouden.

Het totale maximale reductiepotentieel van nitrificatieremmers voor alle landbouwgrond is op basis van Kuikman et al. (2010) berekend op 0,43 Mton  $CO_2$ -eq. Omdat naar schatting circa tweederde deel van alle dierlijke mest en kunstmest naar grasland gaat, zal het

reductiepotentieel voor de akkerbouw (inclusief snijmais) uitkomen op 0.14 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Correctie voor het snijmaisareaal (195.000 van de 744.000 hectare bouwland in 2030) leidt tot een reductiepotentieel van 0.106 Mton CO<sub>2</sub>-eq op akkerbouwgrond. Bij maximale implementatie van 50% in 2030 leidt dat tot een emissiereductie van 0.053 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

Toelichting berekening reductiepotentieel alle landbouwgrond:

De emissie van lachgas als gevolg van het toedienen van stikstof naar de bodem bedraagt in 2030 in totaal 3,75 Mton CO<sub>2</sub>-eq, waarvan:

Directe N<sub>2</sub>O-emissies landbouwbodem:

- door beweiding 0,9 Mton CO<sub>2</sub>-eq
- door bemesting met dierlijke mest: 1,26 Mton CO<sub>2</sub>-eq
- door bemesting met kunstmest: 1,25 Mton CO<sub>2</sub>-eq

Indirecte N<sub>2</sub>O-emissies agv af- en uitspoeling van landbouwbodem

- door beweiding 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq
- door bemesting met dierlijke mest: 0,14 Mton CO<sub>2</sub>-eq
- door bemesting met kunstmest: 0,10 Mton CO<sub>2</sub>-eq

Bij de directe lachgasemissies is het reductiepotentieel van nitrificatieremmers circa 0,40 Mton CO<sub>2</sub>-eq (resultaat van reductiepotentieel x huidige emissie).

Bij de indirecte emissies zou een reductie van 10% mogelijk zijn (Kuikman, p22); dit levert dus een beperkte bijdrage van 0,034 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (10 procent van de totale indirecte emissie).

### **Kosten**

De meerkosten van nitrificatieremmers bedragen circa 20 Euro/ha (Kuikman et al, 2010). In 2030 bedraagt het totale akkerbouwareaal 549.000 hectare. Bij maximale implementatie van 50% in 2030 leidt dat tot jaarlijks  $0.5 * 549.000 * 20 = 5.5$  miljoen euro nationale kosten.

### **Instrumentatie**

De sector gaat samen met loonwerkers, overheid en waterschappen afspraken maken en werken aan een realisatie van een hogere stikstofefficiëntie en reductie van de lachgasvorming.

### **Bandbreedte**

Het gebruik van nitrificatie remmers door de akkerbouw brengt extra kosten voor de sector met zich mee. Het terugverdienen van deze kosten is twijfelachtig. Er is een gerede kans dat afspraken en onderzoek niet opleveren wat nu wordt verondersteld. De ondergrens weerspiegelt daarom de mogelijkheid dat er geen emissiereductie gerealiseerd wordt. Emissiereductie 0 – 0,053 Mton CO<sub>2</sub>-eq

## **4.3.3 Resultaten akkerbouw**

In tabel 4.3 zijn de resultaten van de akkerbouw samengevat weergegeven. De ondergrens van alle maatregelen door de melkveehouderij is 0,04 Mton CO<sub>2</sub> en de bovengrens is 0,13 Mton CO<sub>2</sub>. De nationale kosten zijn 2 resp. 9 miljoen euro per jaar.

Tabel 4.3 Resultaten akkerbouw

Akkerbouw : ONDERGRENS

Omschrijving	Code-CPB	Mton CO2	Nationale kosten mln jr- 1	investerings- bedrag (mln)	afschrijving investering (mln jr-1)	Onderhouds- kosten (mln jr- 1)	Categorie
Precisiebemesting akkerbouw	L1-3-1	0.038	€ 1.8	€ -	€ -	€ 1.8	OKA-G
Nitrificatieremmers akkerbouw	L1-3-2	-	€ -	€ -	€ -	€ -	OKA-G
totaal		0.038	€ 1.8	€ -	€ -	€ 1.8	

Akkerbouw: BOVENGRENS

Omschrijving	Code-CPB	Mton CO2	Nationale kosten mln jr- 1	investerings- bedrag (mln)	afschrijving investering (mln jr-1)	Onderhouds- kosten (mln jr- 1)	Categorie
Precisiebemesting akkerbouw	L1-3-1	0.076	€ 3.6	€ -	€ -	€ 3.6	OKA-G
Nitrificatieremmers akkerbouw	L1-3-2	0.053	€ 5.5	€ -	€ -	€ 5.5	OKA-G
totaal		0.129	€ 9.1	€ -	€ -	€ 9.1	

# 5 Landgebruik

## 5.1 Bomen, bos en natuur

### **Inleiding**

Planten en bomen zijn tijdens hun groei in staat om CO<sub>2</sub> vast te leggen. De koolstof wordt vastgelegd in de wortels, de bodem, de strooisellaag en bovengronds in de vegetatie. Een toename in areaal en optimalisering van het bosbeheer, om groei van bos te bevorderen, zal leiden tot extra CO<sub>2</sub>-vastlegging. In de voorstellen voor 'bomen, bos en natuur' in het Ontwerp Klimaatakkoord (OKA) en beschikbare achtergrondinformatie van de werkgroep 'bomen, bos en natuur' is een groot aantal maatregelen met bijbehorende instrumentering benoemd. Deze zijn te groeperen in maatregelen gericht op (zie tabel 5.1):

1. Beheer van bestaande bossen en aanleg van nieuw bos;
2. Beheer en aanplant van landschapselementen en bomen;
3. Beheer en aanleg van overige natuur;
4. Duurzaam gebruik van hout.

Tabel 5.1 overzicht van maatregelen en instrumenten uit het OKA

<i>Typering van de groep</i>	<i>Maatregelen genoemd in OKA</i>	<i>Afzonderlijke maatregelen en instrumenten</i>
I) Beheer van bestaande bossen en aanleg van nieuw bos	Bestaand bos klimaat-slim beheren (L3-2-1)	(1) aanpassing beheerplannen door uitstel oogst, (2a en 2b) revitalisatie van bestaande bossen door aanvullende subsidiëring, (3) subsidiëring aanvullend beheer
	Voorkomen ontbossen (L3-2-2)	(4) voorkoming ontbossing door afspraken, aanscherping wet- en regelgeving en extra controle
	Compensatie (L3-2-3)	(5) aanleg nieuw bos door inzet compensatiegelden en oprichting nieuwe fondsen
	Nieuw bos aanleggen (L3-2-4)	(6a, 6b, 6c) meer bos door aanplant bij particulieren, meer bos langs infrastructuur en nabij steden etc. via afspraken en/of aanvullende subsidiëring (7) aanleg meer bos in bestaand Natuurnetwerk Nederland (NNN) door aanpassing natuurbeheerplannen Natuurpact, (8) meer bos in voorziene uitbreiding NNN door aanpassing beheerplannen Natuurpact, (9) meer bos in voorziene uitbreiding op veen door aanpassing natuurbeheerplannen Natuurpact
II) Beheer en aanplant van landschapselementen en bomen	Versterken cultuurlandschappen (L3-2-5)	(10) beheer en aanleg landschapselementen door afspraken en/of aanvullende subsidiëring, idem voor losse bomen
	Anti-verdroging (L3-2-6)	(11) uitvoering plannen Natuurpact ten aanzien van anti-verdroging



III) Beheer en aanleg van overige natuur	Natuurnetwerk veen, niet bos (L3-2-7)	(12) natuurontwikkeling (niet bos): veenmoeras, door uitvoering/aanpassing Natuurpact, (13) idem overige gronden, (14) Beheer/aanleg kwelders
IV) Duurzaam gebruik van hout		(15) Stimuleren van duurzaam gebruik van hout

In de eerste groep gaat het over maatregelen als vitalisering van bestaande bossen, verjonging van bos, uitstellen van oogst, verminderde kap, compensatie van kap en aanleg van nieuw bos. De tweede groep van maatregelen betreft vitalisering en beheer van bestaande landschapselementen en aanplant van nieuwe landschapselementen en individuele bomen in stedelijk en landelijk gebied. De derde groep gaat over beheer en ontwikkeling van overige natuur (zoals ontwikkeling van kwelders of natuur op veen) en anti-verdrogingsmaatregelen in de bestaande natuur in het natuurnetwerk. De vierde groep gaat over het duurzaam gebruik van hout in de bouw en grond-, weg- en waterwerken.

#### *Methodiek*

Ten behoeve van de analyse van het OKA is gekeken naar het potentiële effect van de uiteenlopende maatregelen op de toekomstige CO<sub>2</sub> vastlegging en naar de bijbehorende investeringskosten en de jaarlijkse onderhoudskosten. Als eerste stap is geanalyseerd wat de CO<sub>2</sub>-vastlegging zou zijn bij volledige uitvoering van de voorgestelde maatregelen inclusief de maatvoering zoals in het OKA is aangegeven. Vervolgens is gekeken in hoeverre met de voorgestelde instrumenten de voorgestelde maatregelen daadwerkelijk gerealiseerd kunnen worden. Als criterium is genomen of de maatregel bestempeld kan worden als (nieuw) voorgenomen beleid (1), als concreet maar vraagt nog om verdere goedkeuring door het kabinet (2), concreet maar met uitwerkingsonzekerheid (3). Aan maatregelen die onvoldoende concreet zijn (4) en waar twijfel is over de uitvoering, is uiteindelijk geen CO<sub>2</sub>-effect toegekend. Bij de beoordeling is onder meer gekeken of er voldoende financiering voor de maatregel beschikbaar is, aanpassingen in regelgeving haalbaar zijn, prikkel aanwezig is om de maatregel uit te voeren en er duidelijkheid is over wie daarin het voortouw neemt. De eerste categorie is vooral van belang voor de geplande Klimaat en Energie Verkenning 2019, waar deze maatregelen in de nieuwe raming voor 2030 worden opgenomen als bestaand beleid. Vervolgens zijn voor de maatregelen die wel voldoende concreet zijn geïnstrumenteerd de effecten gekwantificeerd, rekening houdend met inschatting van onzekerheid in realisatie. Hieronder worden deze drie aspecten van de doorrekening nader toegelicht.

#### **Doorrekening CO<sub>2</sub>-vastlegging en kosten**

Om de vastlegging van CO<sub>2</sub> en de kosten van de als voldoende concreet beoordeelde maatregelen te kunnen bepalen is geanalyseerd in welke mate OKA maatregelen resulteren in groei van het areaal bos, het areaal aan landschapselementen en/of het areaal aan overige natuur, en/of in de vastlegging binnen bestaand areaal door aanpassing van beheer en/of kwaliteit. Arealen zijn overgenomen uit het OKA of afkomstig van de daarbij behorende achtergrondinformatie. Vervolgens is de extra vastlegging van CO<sub>2</sub> berekend door de arealen te vermenigvuldigen met kentallen voor CO<sub>2</sub>-vastlegging per hectare (zie bijlage 2, tabel B2.1). Dit zijn kentallen die passen bij een gemiddelde situatie zoals die nu in Nederland voorkomt. Variaties naar boomtype, bodemtype en/of locatie zijn niet meegewogen, tenzij die in de OKA-maatregel expliciet benoemd waren. De kentallen komen voort uit bosmodellen zoals EFISCEN en CO<sub>2</sub>-fix (Schelhaas et al. 2007, Nabuurs & Schelhaas 2002). Deze modellen worden ook toegepast voor internationale rapportages van Nederland aan de EU of UNFCCC over CO<sub>2</sub>-emissies.

Kosten voor beheer zijn berekend door hectaren te vermenigvuldigen met normkosten per hectare (Standaardkostenprijzen natuur 2018). Ingeschatte kosten voor investeringen in

aanplant, revitalisatie en aangepast beheer zijn gebaseerd op kennis van experts uit de bossector (zie bijlage 1, tabel B2.2). Voor gebruik van duurzaam hout is vooral gekeken naar hoeveel CO<sub>2</sub>-emissies daarmee kan worden vermeden doordat er minder staal of beton wordt gebruikt.

### **Instrumenten**

Het onderdeel 'bomen, bos en natuur' van het OKA noemt een aantal instrumenten. Soms worden bestaande afspraken, verordeningen en regelingen genoemd. Soms worden deze aangepast, aangescherpt of uitgebreid.

Een aantal maatregelen uit het OKA bouwt voort op de afspraken van het Natuurpact Ministerie van EZ en IPO, 2013). In het Natuurpact hebben Rijk en provincies afspraken gemaakt over beheer en uitbreiding van bos- en natuurgebieden van het Natuurnetwerk Nederland (NNN). In het Natuurpact zijn ook afspraken gemaakt over de financiering van dit netwerk in al zijn facetten. Het OKA stelt voor om de provinciale beheerplannen van het NNN die voortkomen uit het Natuurpact meer te gaan richten op bosbehoud, -beheer en -uitbreiding. En daarvoor gebruik te maken van middelen (grond en financiën) uit het Natuurpact. Deze aanpak maakt het mogelijk om de kosten voor de klimaatmaatregelen in bestaande bos- en natuurgebieden te beperken. De mate van realisatie zal met name afhangen van de mate waarin beheerplannen kunnen worden aangepast, mede in het licht van al gestarte uitvoering en/of frictie met bestaand beleid zoals Natura 2000 en PAS.

Het OKA verwijst ook naar de inzet van diverse bestaande regelingen zoals SNL en SKNL die beheervergoedingen verstrekken voor het beheer en/of aanleg van (agrarische) natuur en landschapselementen. Daarnaast worden POP3 gelden genoemd, waarin middelen voor ontwikkeling van natuur en landschapselementen (bijv. houtwallen) beschikbaar zijn. Dit zijn bestaande regelingen, die feitelijk deel uitmaken van het basispad en die zonder extra financiële aanvulling niet zullen resulteren in een extra klimaatteffect. Het OKA bevat ook maatregelen die grondeigenaren zelf kunnen nemen of financieren. De mate van realisatie van de maatregelen die grondeigenaren zelf kunnen doen zal sterk afhangen van de bereidheid om deze keuze te maken, beschikbare middelen uit bijvoorbeeld SNL of fonds hiervoor aan te vragen en in te zetten of zelf maatregelen te bekostigen.

Extra geld is wel beschikbaar uit de klimaatenvelop en via het Nationaal Groenfonds. De middelen uit de klimaatenvelop dragen waarschijnlijk echter vooral bij aan het opstarten van pilots en onderzoeksprogramma's. Een belangrijke bron van financiering zijn de extra middelen die het Nationale Groenfonds kan inzetten voor landbouw en voor landgebruik. Deels zal dit geld naar verwachting worden ingezet voor natuur en landschap en voor klimaatmitigatie. In de analyse is aangenomen dat de helft van deze extra door LNV beschikbaar gestelde middelen (70 miljoen euro aan garantiegelden) ingezet kan worden voor landgebruik en daarvan zo'n 20-40 procent voor klimaatmitigatie. Vertaald naar investeringsvolume betekent dit dat in totaal 30 tot 60 miljoen euro in de periode tot 2030 beschikbaar is. In de praktijk zal het over een langere periode worden uitgesmeerd. Als het percentage voor klimaatmitigatie hoger wordt en de investering vooral gericht zijn op bossen kan een veelvoud geïnvesteerd worden (60-120 miljoen euro). Dit kan ingezet worden voor bosaanplant, revitalisering en leidt daarmee toe extra emissiereductie. Het is echter onduidelijk welke investeringen via het Groenfonds precies gerealiseerd zullen gaan worden. Ook mogelijk is dat een deel van dit geld wordt ingezet voor veenweidegebieden of landbouwbodems, waardoor er minder beschikbaar is voor bossen. We concluderen dat de extra middelen er zijn, maar dat de toedeling niet vast staat. De voorgestelde maatregelen voldoen overigens wel aan eisen zoals gesteld door het Groenfonds, en dat lijkt nog niet te gelden voor de veengebieden, en in die zin is revitalisatie van bossen en het aanleggen van bossen kansrijk voor financiering.

Berekende hectaren en benodigde budgetten zijn beoordeeld in het licht van de beschikbaarheid van middelen en instrumenten zoals genoemd in het OKA. In die analyse is ook gekeken of instrumentarium, zoals bijvoorbeeld financiering uit het Nationaal Groenfonds voor boscompensatie of bijvoorbeeld aanpassing van wetgeving voor vermindering van boskap, wel werken en/of wel de benodigde budgetten en hectaren op kunnen leveren. Zo kan realisatie beperkt zijn door ontbreken van heldere afspraken met betrokken partijen en kunnen er conflicterende andere afspraken zijn (in bijvoorbeeld kader van PAS, Natura 2000) die zorgen dat benodigde hectaren en/of budgetten niet beschikbaar komen. Uiteindelijk is gewerkt met een ondergrens en bovengrens voor realisatie.

### ***Toelichting op de analyse per maatregelen***

In het totaal zijn 15 maatregelen geanalyseerd (zie tabel 5.1). Daarvan waren twee maatregelen onvoldoende concreet: uitbreiding en herstel van kwelders (14) en duurzaam hout gebruik (15). Van een derde maatregel, meer bosaanplant is het voorstel voor bosaanplant nabij steden (6c) beoordeeld als onvoldoende concreet. Kwelders omdat er onduidelijkheid is over financiering en koppelbaarheid met methodiek van de nationale emissie inventarisatie. Duurzaam hout omdat vermeden emissie niet valt onder landgebruik (maar onder industrie) en de emissiereductie van het merendeel buitenlands hout elders is gebudgetteerd. Bosaanplant nabij steden is onvoldoende geïnstrumenteerd. De overige maatregelen zijn wel door gerekend. De onzekerheid rond deze concrete maatregelen is in de vorm van een bandbreedte getoond.

### ***Beheer van bestaande bossen en aanleg van nieuw bos***

Maatregelen uit het OKA, die overeenkomen met en/of inpasbaar zijn in de bestaande toekomstplannen voor het Natuurnetwerk Nederland (zoals uitstellen van oogst, aanplant van bos, uitbreiding van nieuwe natuur, anti-verdroging), zijn veelal concreet uitgewerkt en goed geïnstrumenteerd. Provincies en rijk hebben immers in het Natuurpact al afgesproken om richting 2030 het natuurareaal te vergroten, gronden voor nieuwe natuur te herinrichten en anti-verdrogingsmaatregelen te nemen in het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Voor deze plannen uit het Natuurpact is financiering geregeld (door een rijksbijdrage aan het provinciefonds en bijdrages van provincies) en is instrumentarium beschikbaar (zoals het Subsiestelsel Natuur en Landschap, PAS-herstelmaatregelen, etc). In de Lerende Evaluatie van het Natuurpact (PBL, 2017) is verdere informatie over deze plannen te vinden. De plannen tot 2030 zijn niet opgenomen in het basispad en leiden daarom in deze analyse tot een aanvullende CO<sub>2</sub>-vastlegging ten opzichte van dat basispad. De mate van realisatie van maatregelen uit het OKA is als voorgenomen beleid ingeschat indien deze overeenkomen met de huidige aanpak binnen het Natuurpact. Dit geldt voor maatregelen als uitstel van oogst, anti-verdrogingsbeleid en de ontwikkeling van overige natuur (bijlage 3). De ondergrens van het effect van deze maatregelen zijn daarom als hoog ingeschat en voor uitstel van oogst gelijk aan de bovengrens.

In het OKA zijn ook maatregelen genoemd die aanpassing van provinciale natuurbeheersplannen uit het Natuurpact vereisen. Zo is voorgesteld dat beheer en ontwikkeling van nieuwe natuur zich meer moet gaan richten op CO<sub>2</sub>-vastlegging, met minder boskap en meer bosaanleg. In de huidige natuurbeheerplannen van het Natuurnetwerk zetten provincies nu nog minder in op CO<sub>2</sub>-vastlegging en werkt men met maatregelen die positief zijn voor natuurontwikkeling van open natuurtypen (zoals heide en open duin) in plaats van ontwikkeling van bos. De inzet op open natuurtypen komt voort uit internationale biodiversiteitsdoelen van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen (VHR). Om CO<sub>2</sub>-doelen te realiseren is in het OKA voorgesteld om de huidige natuurontwikkeling ten gunste van maatregelen die positiever scoren voor CO<sub>2</sub> vastlegging te herijken; dat wil zeggen bebossing in plaats van ontbossing. Wil Nederland voor beide doelen een stap zetten dan zal gezocht moeten worden naar maatregelen met meer synergie (bijvoorbeeld door aanleg van biodivers bos in beekdalen,

op veengrond of langs rivieroeveren). Het voornemen om te zoeken naar meer synergie is duidelijk verwoord in het OKA, maar dat wil niet zeggen dat bij de concretisering ervan, onder meer bij het maken van nieuwe afspraken in het akkoord, het dilemma tussen biodiversiteitsdoelen en klimaatdoelen geheel is opgelost. Bij de effectanalyse van maatregelen die aanpassing van Natuurpact-plannen vereisen, is getracht rekening te houden met deze onzekerheid. De bovengrens van de bandbreedte weerspiegelt dat het technisch potentieel van bebossing, zoals genoemd in het OKA, haalbaar is. De ondergrens van de bandbreedte representeert dat de het technisch potentieel maar voor een kleiner deel, geschat is 10 procent ontwikkeld zullen worden als bos (zie tabel 5.3). Dit doordat herziening en uitvoering van plannen extra tijd en geld kunnen gaan kosten en deels doordat wijzigingen in natuurontwikkeling op gespannen voet kunnen komen te staan met afspraken in relatie tot VHR en PAS. In bijlage 3 worden per maatregel de boven- en ondergrens van realisatie besproken.

### ***Beheer en aanplant van landschapselementen en bomen***

De voorgestelde maatregelen in het OKA, die moeten zorgen voor verandering van beheer (w.o. minder kap) en extra groei in areaal bos en landschapselementen buiten natuurgebieden, zijn in het OKA onvoldoende geïnstrumenteerd om het volledige technische potentieel in de doorrekening aan de maatregelen toe te kennen. Dit omdat benodigde actoren bij uitvoering niet alle mede-ondertekenaar zijn van het OKA en/of de uitwerking soms te weinig concreet is en/of de benodigde financiering ontbreekt in het OKA. De bosontwikkeling rond nieuwe bebouwing is om deze reden geheel buiten de berekening gebleven. Ten aanzien van de aanleg van bos buiten NNN is ervan uitgegaan dat een deel van de huidige beschikbare compensatiegelden, voor bos ingezet kunnen worden of provincies anticiperen op middelen voor compensatie bos en de aanleg alvast voorfinancieren. Ten aanzien van landschapselementenbeheer en -aanleg is ervan uitgegaan dat partijen, die hebben aangegeven uitbreiding na te streven, ook middelen beschikbaar weten te krijgen en/of zelf beschikbaar te stellen. Wanneer de instrumentatie en financiering beter wordt geregeld zal de CO<sub>2</sub>-vastlegging vergroot kunnen worden en komt de bovengrens van de vastlegging meer in beeld (zie tabel 5.3).

### ***Beheer en aanleg van overige natuur***

Voor anti-verdrogingsmaatregelen is evenwel aangenomen dat het uitvoeringspotentieel voor het jaar 2030 van de provinciale plannen uit het Natuurpact, ten opzichte van PBL (2017), lager ligt door lagere snelheid van uitvoering (IPO, 2018). In de bijlage 3 is hierover meer informatie te vinden. In achtergrondinformatie van het OKA is aangegeven dat nog gezocht zou kunnen worden naar extra financieringsmogelijkheden om bijvoorbeeld het areaal aan kwelderontwikkeling of verdrogingsbestrijding te verhogen, bovenop wat al voorzien is in het Natuurpact. Concrete afspraken over extra financiering zijn echter niet gemaakt in het OKA. Derhalve zijn deze aanvullingen niet doorberekend in extra CO<sub>2</sub>-vastlegging (zie bijlage 3).

### ***Duurzaam gebruik van hout***

Het stimuleren van het duurzaam gebruik van hout (in de bouw en grond-, weg- en waterbouw) is onvoldoende concreet geïnstrumenteerd. Stimuleren via voorlichting ondersteunt, maar is niet direct geen prikkel tot het gebruik van hout als vervanging van staal, steen en beton.

### ***Overigen aspecten***

In de huidige doorrekening zijn alleen die maatregelen in beschouwing genomen die leiden tot ruimtelijk grotere landschapselementen, zoals bossen (die voldoen aan de bosdefinitie uit LULUCF) en bomen buiten bos (lintvormige elementen zoals houtwallen, boomrijen etc.). Dit omdat vastlegging door losse bomen nu ook niet in de emissie monitoring wordt gemeten en het OKA uitgaat van een aanpak conform afspraken gemaakt rond monitoring emissie van

landgebruik (LULUCF-verordening). Voor meer informatie over de methodiek die wordt gebruikt om de nationale emissie van de sector LULUCF te bepalen zie Arets et al. (2019)

### Resultaat van de doorrekening

Om doorrekening mogelijk te maken zijn de voorgestelde OKA maatregelen beoordeeld op hun mate van concreetheid. Daarbij zijn de voorstellen die niet voldoende concreet zijn afgevalen. Vervolgens zijn de maatregelen die beoordeeld zijn als voorgenomen beleid of als voldoende concreet doorgerekend. Het resultaat daarvan staat in tabel 5.2. Dit is het

Tabel 5.2: Doorgerekende maatregelen uit het OKA. Deze tabel toont de potentiële emissiereductie, en de daarbij behorende investeringen en kosten. (er is nog geen rekening gehouden met onzekerheden).

code	Omschrijving	Code CPB	Mton CO2	Nationale kosten mln jr-1	Investering mln	Afschrijving mln (per jaar)	Onderhoud mln (per jaar)	Categorie
1	Uitstel van oogst bijgroei/oogst	L3-2-1	0.020	€ 0.1	€ -	€ -	€ 0.1	1
2	Revitalisatie van bestaande bossen	L3-2-1	0.069	€ 3.6	€ 144.0	€ 3.6	€ -	3
3	Verhogen SNL subsidie droge en natte bossen	L3-2-1	0.040	€ 0.4	€ -	€ -	€ 0.4	3
4	Voorkomen ontbossing	L3-2-2	0.300	€ -	€ -	€ -	€ -	3
5	Nieuw bos met compensatiegelden	L3-2-3	0.009	€ -	€ -	€ -	€ -	4
6	Nieuw bos nabij infra, particulieren etc.	L3-2-4	0.005	€ 0.1	€ 5.0	€ 0.1	€ -	4
7	Aanleg meer bos in bestaand natuurnetwerk	L3-2-4	0.094	€ 0.5	€ 20.0	€ 0.5	€ -	2
8	Meer bos in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	L3-2-4	0.023	€ -	€ -	€ -	€ -	2
9	Aanleg meer bos op veen in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	L3-2-4	0.092	€ -	€ -	€ -	€ -	2
10	Beheer en aanleg landschapselementen	L3-2-5	0.013	€ 13.4	€ 35.0	€ 0.9	€ 12.5	3
11	Anti-verdrogingsmaatregelen in veengebieden (bossen, natuur)	L3-2-6	0.140	€ -	€ -	€ -	€ -	1
12	Natuurontwikkeling (niet bos) op veen	L3-2-7	0.092	€ -	€ -	€ -	€ -	1
13	Natuurontwikkeling (niet bos) overige gronden	L3-2-7	0.001	€ -	€ -	€ -	€ -	1
TOTAAL			0.898	€ 18.0	€ 204.0	€ 5.1	€ 13.0	

resultaat waarin nog geen rekening is gehouden met de onzekerheden die samenhangen met de maatregelen. Voor ieder van de maatregelen is aangegeven wat de potentiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie is, welke investeringen daarvoor nodig zijn en wat de jaarlijkse beheerkosten zijn. In de laatste kolom is de beoordeling weergegeven.

De volgende stap is het meenemen van de onzekerheden die samenhangen met de instrumentatie van de maatregelen. Daarin zijn meegenomen de onzekerheden over de implementatiesnelheid, het draagvlak, maar ook over de mate waarin de prikkel om de maatregel te nemen toereikend is. Ten slotte zijn onzekerheden over aanpassingen van regelgeving, bijvoorbeeld rond boscompensatie, meegenomen. In tabel 5.3 zijn de onzekerheidspercentages samengevat die gebruikt zijn om tot een eindbeeld te komen van de bandbreedte voor alle maatregelen die als concreet zijn beoordeeld.

Tabel 5.3: onzekerheidsbandbreedte van de OKA maatregelen.

Code	omschrijving	CPB code	ondergrens	bovengrens
1	Uitstel van oogst bijgroei/oogst	L3-2-1	1	1
2	Revitalisatie van bestaande bossen	L3-2-1	0.2	1
3	Verhogen SNL subsidie droge en natte bossen	L3-2-1	0.2	1
4	Voorkomen ontbossing	L3-2-2	0	1
5	Nieuw bos met compensatiegelden	L3-2-3	0.1	1
6	Nieuw bos nabij infra, particulieren etc.	L3-2-4	0	0
7	Aanleg meer bos in bestaand natuurnetwerk	L3-2-4	0.1	1
8	Meer bos in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	L3-2-4	0.1	1
9	Aanleg meer bos op veen in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	L3-2-4	0.1	1
10	Beheer en aanleg landschapselementen	L3-2-5	0.2	1
11	Anti-verdrogingsmaatregelen in veengebieden (bossen, natuur)	L3-2-6	0.9	1

Opmerking: natuurontwikkeling niet bos (maatregel 12 en 13) is omgekeerd aan bos in bestaand natuurnetwerk

Het eindresultaten van deze analyse staat in tabel 5.4a. Daaruit komt naar voren dat de bandbreedte van de emissiereductie loopt van 0,2 tot 0,8 Mton CO<sub>2</sub> (zie tabel 5.4a en b). De ondergrens is 0,2 Mton CO<sub>2</sub> rekening houdend met bijvoorbeeld onzekerheid in aanpassingen in bestaande afspraken en tijdigheid van uitvoering. De bovengrens 0,8 Mton geeft aan dat als de maatregelen conform de gewenste afspraken verlopen deze reductie realiseerbaar is. De investeringsbandbreedte loopt van circa 40 tot 200 miljoen euro. Met name de revitalisatie vraagt om forse investeringen. De nationale kosten die hieruit voortkomen bedragen 4 tot 18 miljoen euro per jaar.

Tabel 5.4a: Doorgerekende clusters van maatregelen: emissiereductie (incl. onder- en bovengrens).

Omschrijving	Code CPB	Mton CO <sub>2</sub>	
		ondergrens	bovengrens
bestaand bos klimaatslim beheren	L3-2-1	0.04	0.13
Voorkomen ontbossing II (niet ontbossen)	L3-2-2	-	0.30
Voorkomen ontbossing I (compensatie)	L3-2-3	0.00	0.01
Nieuw bos aanleggen	L3-2-4	0.02	0.21
versterken cultuurlandschappen	L3-2-5	0.00	0.01
antiverdrogingmaatregelen	L3-2-6	0.13	0.14
Natuurnetwerk: veen, niet bos	L3-2-7	0.04	-
<b>totaal</b>		<b>0.23</b>	<b>0.81</b>

Tabel 5.4b: Doorgerekende clusters van maatregelen: kosten en investering (incl. onder- en bovengrens)

Omschrijving	Code CPB	Nationale kosten mln jr-1		Investing mln		Afschrijving mln (per jaar)		Onderhoud mln (per jaar)	
		ondergrens		bovengrens		ondergrens		bovengrens	
		ondergrens	bovengrens	ondergrens	bovengrens	ondergrens	bovengrens	ondergrens	bovengrens
bestaand bos klimaatslim beheren	L3-2-1	€ 0.9	€ 4.1	€ 28.8	€ 144.0	€ 0.7	€ 3.6	€ 0.2	€ 0.5
Voorkomen ontbossing II (niet ontbossen)	L3-2-2	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Voorkomen ontbossing I (compensatie)	L3-2-3	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Nieuw bos aanleggen	L3-2-4	€ 0.1	€ 0.6	€ 2.5	€ 25.0	€ 0.1	€ 0.6	€ -	€ -
versterken cultuurlandschappen	L3-2-5	€ 2.7	€ 13.4	€ 7.0	€ 35.0	€ 0.2	€ 0.9	€ 2.5	€ 12.5
antiverdrogingmaatregelen	L3-2-6	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Natuurnetwerk: veen, niet bos	L3-2-7	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
<b>totaal</b>		<b>€ 3.6</b>	<b>€ 18.0</b>	<b>€ 38.3</b>	<b>€ 204.0</b>	<b>€ 1.0</b>	<b>€ 5.1</b>	<b>€ 2.7</b>	<b>€ 13.0</b>

### Overige aspecten

In de klimaatvoorstellen gaat veel aandacht uit naar onderzoek, pilottrajecten en een lerende structuur met aandacht voor monitoring en bijsturing. Dit past ook bij de huidige aanpak van het natuurbeleid, waarin lerend gezocht wordt naar de verbreding van doelen en meer verbinding tussen natuur en maatschappij en tussen natuur en economie. De voorgestelde koppeling met het bestaande programma van het kennisnetwerk voor ontwikkeling en beheer natuurkwaliteit (OBN) voor praktijkgericht onderzoek van natuurbeheer/herstel zal kunnen helpen bij het vinden van de nagestreefde synergie tussen biodiversiteitsmaatregelen en CO<sub>2</sub>-maatregelen. De onderlinge afruileffecten tussen de nu voorgestelde klimaatmaatregelen en VHR-doelen worden gezien als een dilemma voor beheerders en direct betrokkenen bij natuurbeleid. Wet- en regelgeving voor biodiversiteit binnen Natura2000 gebieden sturen dikwijls aan op ontbossing voor een niet-bos natuurdoeltype om daarmee de VHR-doelen te kunnen realiseren, terwijl het OKA juist aanspoort tot aanplant van bos.

Het OKA is doorgerekend op CO<sub>2</sub>-vastlegging en kosten, niet op andere effecten zoals biodiversiteit en andere kwaliteiten van de leefomgeving. In het OKA is aangegeven dat het zoeken naar synergie tussen de verschillende aspecten belangrijk is. De signalering en



kwantificering van eventuele ongunstige neveneffecten van maatregelen valt buiten het bestek van de voorliggende analyse.

Verdere toelichting op begrippen:

- NatuurNetwerk Nederland  
<https://www.clo.nl/indicatoren/nl1425-begrenzing-van-het-natuurnetwerk-en-natura-2000-gebieden>
- Standaardkostprijzen Natuur (2018) <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/standaardkostprijzen-natuur-skp/>

## 5.2 Veenweiden

### ***Inleiding***

De klimaattafel Landbouw en Landgebruik heeft in het Voorstel voor Hoofdpijnen van het Klimaatakkoord (VHKA van 10 juli 2018) vier concrete voorstellen gedaan die in het veenweidegebied kunnen bijdragen aan de emissiereductie van CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-emissie treedt op als gevolg van ontwatering van de veenweidegebieden (zie tekstkader 5.2.1)

In het OKA zijn drie van de vier voorstellen meegenomen: gebiedsgerichte pilots, opschalen van de maatregel 'onderwaterdrainage' naar circa 80.000 ha en het introduceren van de zomerpeil-grondwaterstand in weidevogelgebieden. De maatregelen om koolstofverlies in zogenoemde moerige gronden te beperken is in het OKA vervallen. Door de tafel zijn verschillende instrumenten genoemd om deze voorstellen te concretiseren. Twee daarvan hangen sterk samen met lopende gebiedsprocessen in het veenweidegebied waaronder het IBP-vitaal platteland en de regiodeal bodemdaling Groene Hart. Daarnaast zijn er generieke instrumenten die zorgen voor extra middelen om minder ontwatering in het veenweidegebied te realiseren. Het OKA noemt GLB/POP3 en fiscale faciliteiten zoals Mia Vamil. Ook vanuit de klimaatvelop zijn middelen beschikbaar. De tafel heeft ook afgesproken dat de provincies, die een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van het platteland een regionale strategie gaan opstellen over de veenweidegebieden en een gezamenlijke regiegroep in het leven roepen. Deze strategie zal naar verwachting de basis zijn voor een samenhangende aanpak van de opgaven in het veenweidegebied. De klimaatopgave om de broeikasgasemissie te reduceren zal daarin een prominente rol spelen.

#### *Tekstkader 5.2.1: Bodemdaling en CO<sub>2</sub>-emissie.*

Het merendeel van de Nederlandse veenweidegebieden bestaat uit ontwaterde veengronden. Ontwatering biedt voordelen voor de agrarische bedrijfsvoering. Het vergroot de draagkracht van de bodem, maar leidt tot oxidatie en klink van het veen. Oxidatie vindt vooral plaats onder droge en warme omstandigheden. Het directe gevolg is dat er bodemdaling optreedt en CO<sub>2</sub> vrijkomt. Door het peil elke 10 jaar te verlagen ('peilindexatie') wordt de voor landbouw gewenste ontwatering gehandhaafd, maar blijft de veenbodempalen. De veengebieden in Nederland zijn heterogeen en verschillen in bodemopbouw, dikte van het veenpakket, ontwatering en in de intensiteit van gebruik. De circa 220.000 ha veengebieden in Nederland stoten nu jaarlijks circa 4,2 Mton CO<sub>2</sub> uit (Coenen et al., 2017). Daarnaast stoten de veengronden als gevolg van mineralisatie (afbraak van plantenresten) ook lachgas uit. Emissies door landgebruik zullen vanaf 2021 worden opgenomen in het Europese energie- en klimaatbeleid. De voorgestelde beleidsmaatregelen in het OKA zijn erop gericht dat de bodem in de periode dat oxidatie optreedt voldoende vochtig gehouden wordt ('vernassing'). Vernassing remt de bodemdaling en leidt tot lagere CO<sub>2</sub>-emissie. Naast klimaat spelen in de veenweidegebieden ook vraagstukken rondom biodiversiteit, voedselproductie, landschap en cultuurhistorie. Een gebiedsgerichte en integrale

aanpak van 'vernassing' ligt voor de hand om de CO<sub>2</sub>-uitstoot door oxidatie van veen terug te dringen.

Voor de analyse van het Ontwerp Klimaat Akkoord is gebruik gemaakt van de PBL-studie 'Dalende bodems, stijgende kosten', een verkennende studie naar bodemdaling in veenweidegebieden (Van den Born et al., 2016). Deze grotendeels land dekkende studie beschrijft de bodemdaling en CO<sub>2</sub>-emissie bij het huidige grondgebruik en waterbeheer en analyseert het effect van maatregelen die gericht zijn op het verminderen of stopzetten van de bodemdaling. Daarnaast verkent diezelfde studie de kosten en baten van maatregelen.

### **Methodiek**

Voor het bepalen van de bodemdaling en de daarvan afgeleide CO<sub>2</sub>-emissie is gebruik gemaakt van het GIS-based bodemdalingsmodel Phoenix (van der Schans & Houhuessen, 2011), dat in beheer is bij het PBL. Het model wordt gevoed met bodemkaarten, gegevens over de bodemopbouw en hydrologische karakteristieken, waaronder het actuele peilbeheer. Onderdeel van het model is een op empirie gebaseerde relatie tussen bodemdaling en ontwatering. Deze relatie is gebaseerd op het werk van Van den Akker (WUR, 2008). Op deze manier is de bodemdaling en de CO<sub>2</sub>-emissie berekend die optreedt bij het huidige peilbeheer ('geïndexeerd peil'). Vervolgens is berekend wat het effect is van maatregelen op de bodemdaling en op CO<sub>2</sub>-emissie.

De maatregel 'onderwaterdrainage', al dan niet uitgevoerd met een druksysteem is een technische maatregel waarbij door het aanleggen van een drainagesysteem in de bodem deze ook in de zomer voldoende vocht bevat in de toplaag zodat de oxidatie vermindert. Daardoor daalt de bodem minder snel en neemt de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot af. In een integraal gebiedsproces waar onderwaterdrainage centraal staat, zoals voorgesteld in het OKA, zullen als gevolg van de gevarieerdheid van het veenlandschap, in delen van het gebied ook andere maatregelen nodig zijn. Dit kan spelen in bijvoorbeeld de meest laaggelegen delen van een polder. Mogelijke maatregelen in die laaggelegen gebieden zijn passieve vernatting (geleidelijke vernatting nadat het peil is vastgezet), actieve vernatting (verhogen van het peil naar een bepaald niveau) of een dusdanige vernatting dat er alleen natuur of natte teelten mogelijk zijn (zgn. paludicultuur: riet, lisdodde, cranberry's etc.). Deze maatregelen, die niet nader geconcretiseerd zijn in het OKA, dragen bij aan emissiereductie. Van deze maatregelen levert de laatstgenoemde variant (natte teelten en natuur) de grootste reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Voor het bepalen van het effect van de voorgestelde maatregelen zijn in tekstkader 5.2.2 de gehanteerde kengetallen samengevat.

#### *Tekstkader 5.2.2: kengetallen veenbodemdaling*

- Areaal veenweidegebieden circa 220.000 ha
- 1 cm bodemdaling komt overeen met 22,6 ton CO<sub>2</sub>-emissie
- Gemiddelde daling in veenweide gebieden in Nederland (bij peilindexatie): 11,2 mm per jaar
- Huidige emissie CO<sub>2</sub> door veenbodemdaling: 19 ton CO<sub>2</sub> per jaar



- Impact onderwaterdrainage: reductie van 8,5 ton CO<sub>2</sub>-emissie per hectare
- Impact drukdrainagesysteem: reductie van 12,7 ton CO<sub>2</sub>-emissie per hectare
- Zomerpeil grondwaterstand in weidevogelgebieden: 14,3 ton CO<sub>2</sub>-emissie minder per hectare dan in een gemiddeld veenweidegebied.

### **Onzekerheden**

De effecten van maatregelen gericht op het verminderen van de bodemdaling en de daarmee samenhangende reductie van CO<sub>2</sub>-emissie kennen onzekerheden. Onder andere via het Kennisprogramma Bodemdaling ontstaat kennis en wordt deze gedeeld. Ook zijn stakeholders en experts met elkaar in gesprek om de nog beperkte praktijkervaringen met onderwaterdrainage te delen. Het best gedocumenteerd zijn de onderzoeken die de afgelopen decennia zijn uitgevoerd in onder andere Zegveld (Van den Akker et al, 2018).

Door de klimaattafel Landbouw en landgebruik is voorgesteld om meerdere representatieve pilotprojecten in de verschillende veenregio's uit te voeren. Het onderzoek daarvoor wordt meegefinancierd vanuit de klimaatvelop. In het onderzoekprogramma zullen verschillende maatregelen worden onderzocht waarbij zowel de CO<sub>2</sub>-emissie, als de emissie van methaan en lachgas wordt beschouwd. Bij vernatting van de veenweides neemt de emissie van methaan, dat gevormd wordt op de grenslaag tussen water en bodem toe. Bij een diepe ontwatering wordt het gevormde methaan door bacteriën afgebroken, bij een ondiepe ontwatering vindt minder bacteriële afbraak plaats. Daarentegen neemt de emissie lachgas af bij vernatting van de bodem. Deels compenseren deze effecten elkaar. Het voorgenomen onderzoek, met een looptijd van vijf jaar start mogelijk al in 2019 en komt met een tussenresultaat in 2021. De inzichten zullen een rol spelen bij de regionale opschaling van de OKA maatregelen.

### **Doorrekening**

Het PBL heeft de eerder genoemde drie maatregelen geanalyseerd:

- 1) Pilots: In diverse veenweidegebieden in zowel de Noordelijke als Westelijke veenweidegebied worden op dit moment pilots uitgevoerd of zijn pilots in voorbereiding. De grootte van de huidige pilots varieert van vele tientallen tot meer dan honderden hectares. Hiervoor zijn middelen beschikbaar o.a. uit de klimaatvelop, Regiodeal, POP3 en vanuit het IPB vitaal platteland. Daarnaast zijn er bijdragen vanuit de sector (o.a. pilot 'Lange Weide' in Utrecht). In de analyse is verondersteld dat de pilots, waarbij o.a. onderwaterdrainage systemen worden toegepast al vanaf de plaatsing en gedurende hun levensduur zullen bijdragen aan de emissiereductie. Door deze pilots op circa 3000 ha veenweidegebied, waarvan 500 ha met een druksysteem, zal in 2030 naar verwachting een emissiereductie optreden van circa 0,03 Mton CO<sub>2</sub>. Deze reductie geldt zowel voor de boven- als ondergrens van de geraamde bandbreedte.
- 2) Opschaling onderwaterdrainage: De maatregel 'uitbreiden van het gebruik van onderwaterdrainage naar 80.000 ha, waarvan circa 10.000 ha drukdrainage', zoals geformuleerd in het OKA is door PBL geclassificeerd als 'niet concreet genoeg om te kunnen doorrekenen'. Deze conclusie is getrokken op grond van een drietal criteria: 1) de financiering is niet uitgewerkt 2) de huidige kennis, de discussie over de werking van onderwaterdrainage en de (kosten)effectiviteit zijn nog onderwerp van wetenschappelijke discussie en onderzoek en 3) deze maatregel vraagt om een zorgvuldige implementatie waarbij draagvlak bij boeren van groot belang is. Dit laatste is nog onvoldoende duidelijk.

Evenwel is in de analyse van het OKA meegenomen dat provincies, waterschappen, landbouw- en natuurorganisaties het onderwerp bodemdaling en CO<sub>2</sub>- emissiereductie op hun agenda hebben staan en regionaal stap voor stap maatregelen zullen nemen om tot minder ontwatering van het veenweidegebied over te gaan. Dit kan variëren van het beperken van peilindexatie (o.a. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden) tot peilopzet in knikpuntgebieden. Doordat er middelen beschikbaar zijn via het IBP Vitaal Platteland, de Regiodeal Bodemdaling Groene Hart, maar ook omdat fiscale regelingen zoals Mia Vamil van toepassing zijn - waardoor veenboeren gefaciliteerd worden om te investeren in onderwaterdrainage - is in de analyse verondersteld dat het voldoende plausibel is dat in 2030, naast de pilots circa 6.250-12.500 ha veenweiden anders beheerd zullen worden, o.a met onderwaterdrainage en als gevolg daarvan minder CO<sub>2</sub> zullen uitstoten. De geraamde emissiereductie door bovengenoemde inspanningen in 2030 bedraagt circa 0,06 tot 0,12 Mton CO<sub>2</sub>.

- 3) Zomerpeilverhoging in weidevogelgebieden: de derde maatregel betreft het verhogen van het zomerpeil in agrarische natuur en in natuurgebieden. Een hoger zomerpeil speelt in op de hogere verdamping in de zomer en voorkomt deels de uitdroging van het veen. Het gaat hier om circa 2000 ha. De ontwatering in deze gebieden is over het algemeen al minder dan die van een gemiddeld intensiever gebruikt veenweidegebied. Peilopzet in de zomerperiode kan leiden tot een 50% vermindering van de bodemdaling en CO<sub>2</sub> emissie, die overigens in deze gebieden gemiddeld genomen al lager is dan de gemiddelde bodemdaling en CO<sub>2</sub>-emissie. Dit leidt tot een afname van 0,013 Mton CO<sub>2</sub>. Deze waarde geldt zowel voor de boven als ondergrens. De maatregel is in het OKA niet nader geïnstrumenteerd anders dan dat provincie en waterschappen hier stappen toe zullen nemen.

### **De kosten**

Pilots: de nationale kosten voor de pilots zijn gebaseerd op investeringen in onderwaterdrainage (3.000 euro per ha) en drukdrainage (3.500 euro per ha). In het totaal bedraagt het benodigde investeringsbedrag circa 10 miljoen euro voor het in de analyse veronderstelde areaal van 3000 hectare. Rekening houdend met afschrijving (12,5 jaar), een discontovoet van 3% en 2% onderhoudskosten komen de nationale kosten uit op 1 miljoen euro per jaar. Omdat er nog geen ervaring is met onderwaterdrainage over een lange periode is een afschrijffperiode van 12,5 jaar gehanteerd. Dit is mogelijk korter dan in de praktijk gehaald zal worden.

Opschaling: de kosten voor de regionale stappen die naar verwachting worden uitgevoerd zijn gebaseerd op dezelfde kengetallen. Verondersteld is dat circa 6.250 – 12.500 ha veen anders beheerd zal gaan worden. De nationale kosten daarvan komen uit op 2,1 tot 4,4 miljoen euro per jaar.

Zomerpeilverhoging: daarvoor is verondersteld dat er sprake is van derving van circa 600 euro per ha per jaar. De nationale kosten daarvan bedragen 1,2 miljoen euro/jaar.

Samengevat: de bandbreedte van de emissiereductie door maatregelen in het veenweidegebied bedraagt 0,1 tot 0,16 Mton CO<sub>2</sub> en de nationale kosten bedragen 4,4 tot 6,6 miljoen euro per jaar. De kosteneffectiviteit van de maatregelen is circa 40 euro per ton CO<sub>2</sub>.

### **Resultaat veenweiden**

In tabel 5.2.1: zijn de resultaten van de maatregelen in de veenweidegebieden samengevat weergegeven. De ondergrens van alle maatregelen door de melkveehouderij zijn 0,1 Mton

CO<sub>2</sub> en de bovengrens is 0,16 Mton CO<sub>2</sub>. De nationale kosten zijn 4 resp. 7 miljoen euro per jaar. De investeringen tot 2030 bedragen circa 29 resp. 48 miljoen euro.

Tabel 5.2.1: Overzicht met emissiereductie en de kosten, incl. bandbreedte

Veenweiden: ONDERGREN

Maatregel	Code CPB	CO2 Mton	Nationale kosten mln jr-1	investerings-bedrag (mln)	afschrijving investering (mln jr-1)	onderhoud (mln jr-1)	Categorie
Gebiedsgerichte pilots en demonstraties	L3-1-1	0.03	€ 1.0	€ 9.3	€ 0.9	€ 0.2	OKA-C
Uitrol van maatregelen veenweiden	L3-1-2	0.06	€ 2.2	€ 19.4	€ 1.8	€ 0.3	OKA-G
Maatregelen agr.natuur/natuur	L3-1-3	0.01	€ 1.2	€ -	€ -	€ 1.2	OKA-C
totaal		0.10	€ 4.4	€ 28.6	€ 2.7	€ 1.7	

Veenweiden: BOVENGREN

Maatregel	Code CPB	CO2 Mton	Nationale kosten mln jr-1	investerings-bedrag (mln)	afschrijving investering (mln jr-1)	onderhoud (mln jr-1)	Categorie
Gebiedsgerichte pilots en demonstraties	L3-1-1	0.03	€ 1.0	€ 9.3	€ 0.9	€ 0.2	OKA-C
Uitrol van maatregelen veenweiden	L3-1-2	0.12	€ 4.3	€ 38.8	€ 3.7	€ 0.7	OKA_G
Maatregelen agr.natuur/natuur	L3-1-3	0.01	€ 1.2	€ -	€ -	€ 1.2	OKA-C
totaal		0.16	€ 6.6	€ 48.0	€ 4.6	€ 2.0	

## 5.3 Landbouwbodems

Door de klimaattafel Landbouw en Landgebruik zijn in het Ontwerp Klimaatakkoord (OKA) maatregelen benoemd die bijdragen aan de vastlegging van koolstof in landbouwbodems. Het OKA maakt daarbij gebruik van het advies over grondgebonden melkveehouderij (Commissie Grondgebondenheid 2018) en van het position paper van de Brancheorganisatie Akkerbouw (2018). Daarin zijn maatregelen voorgesteld die er toe leiden dat er een geleidelijke opbouw van bodemkoolstof plaatsvindt.

### **De maatregelen**

De maatregelen in het OKA omvatten een aantal concrete voorstellen voor de grondgebonden sectoren melkveehouderij en akkerbouw. Voor de melkveehouderij gaat het om: het beperken van het scheuren van grasland, onderzaai van gras bij de teelt van snijmais, uitbreiding van het areaal grasland (ten koste van akkerbouw) en meer permanent gras in plaats van gras/mais rotatie. Voor de akkerbouw zijn de maatregelen: minder ploegen, meer vanggewassen en onderwerken van vanggewassen, meer eiwitgewassen, aangepaste rotatie in de akkerbouw.

Maatregelen die gericht zijn op de verhoging van bodemkoolstof dragen niet alleen bij aan klimaatmitigatie maar dragen ook bij aan klimaatadaptatie. Meer organische stof in de bodem vergroot de robuustheid van de bodem tegen langdurige droge of natte perioden en verkleint de kans op bodemerosie. Er is daarom ook een landbouwkundige reden om deze maatregelen te nemen. De maatregelen passen in de landbouwvisie (LNV 2018), waar kringlooplandbouw centraal staat en hebben een raakvlak met circulaire economie.

De maatregelen uit het OKA komen grotendeels overeen met de maatregelen die in de studie door de WUR zijn bestudeerd op hun effect op toename van bodemkoolstof (Lesschen et al, 2012). Eén van de bevindingen van deze studie is dat maatregelen gericht op vastlegging van bodemkoolstof vragen om continuering in de tijd en dat het aanbeveling verdient om ze als vast onderdeel op te nemen in de landbouwpraktijk. Een actualisatie van deze studie wordt op dit moment uitgevoerd, gefinancierd vanuit de klimaatenvelop.

## **Melkveehouderij**

De analyse van het Voorstel op Hoofdpijnen van een Klimaatakkoord (VHKA) (PBL, 2018) liet zien dat het geraamde reductiepotentieel van de voorstellen in het VHKA voor de melkveehouderij circa 0,3 Mton CO<sub>2</sub> bedroeg. Als daarbij de voorgestelde toename van de koolstofvastlegging door meer gras op zogenoemde moerige gronden (0,1 Mton CO<sub>2</sub>) wordt opgeteld, neemt het reductiepotentieel toe tot 0,4 Mton CO<sub>2</sub>. De bijdrage van de hierboven genoemde maatregelen aan deze potentiële CO<sub>2</sub>-vastlegging is als volgt:

1. verschuiving van mais/gras naar meer permanent gras: 0,15 Mton CO<sub>2</sub>
2. uitbreiding van het areaal grasland (ten koste van akkerbouw): 0,12 Mton CO<sub>2</sub>
3. het beperken van het scheuren van grasland, onderzaai en verbeteren van de gras/mais rotatie: 0,11 Mton CO<sub>2</sub>

Deze berekening was gebaseerd op de in het VHKA voorgestelde maatvoering en wijzingen in beheer en in grondgebruik. Deze wijziging in grondgebruik betreft een verschuiving van gras/mais naar permanent gras op circa 67.000 ha en een verschuiving van akkerbouw naar grasland op circa 23.000 ha. Om de emissiereductie als gevolg van verandering in landgebruik te kunnen bepalen, is gebruik gemaakt van het verschil tussen de gemiddelde bodemkoolstofgehalten van grasland en akkerbouw. De bron daarvoor is het LULUCF methode rapport (Arets et al 2018).

## **Akkerbouw**

De analyse van het VHKA liet zien dat het reductiepotentieel van de bovengenoemde maatregelen in de akkerbouw circa 0,2 Mton CO<sub>2</sub> bedraagt. Dit geraamde potentieel is zeer onzeker. Het ontbrak in het VHKA aan maatvoering wat betreft arealen en intensiteit.

## **Instrumentatie**

Hoewel het Ontwerp Klimaatakkoord (OKA) voor maatregelen gericht op koolstofvastlegging in landbouwbodems meer handvatten biedt voor de instrumentatie dan het VHKA, zijn die handvatten nog onvoldoende uitgewerkt om te kunnen analyseren. Zo geeft het OKA aan dat de CO<sub>2</sub> footprint (die nog in ontwikkeling is) in de melkveehouderij ondersteunend kan zijn voor de implementatie van de maatregelen. Ook verwijst het OKA naar de opties die het nieuwe Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) kan bieden, en naar de nadere uitwerking van de Landbouwvisie en de ontwikkelingen rond het mestdossier, inclusief herziening van Europese regelgeving rond kunstmestvervangers. Door aanpassingen, bijvoorbeeld via gewasderogatie zijn er opties voor de sector om meer dierlijke mest, en daarmee organisch materiaal toe te dienen aan de bodem.

Waar het in het OKA echter aan ontbreekt om tot een concrete reductie te komen zijn concrete prikkels, duidelijke doelen en ondersteuning - al dan niet financieel - om de maatregelen uit te voeren. Ook over de bereidheid van boeren en akkerbouwers om deze maatregelen door te voeren is nog weinig bekend. Ook besteedt het OKA nog onvoldoende aandacht aan de waarborging. Om deze redenen heeft het PBL aan deze maatregelen geen emissiereductie kunnen toekennen.

## **Monitoring**

Een aandachtspunt is dat een adequaat monitoringssysteem nodig is om bij uitvoering van de maatregelen de daadwerkelijke effecten inzichtelijk te maken. Voor de korte termijn kan daarbij gedacht worden aan een combinatie van goede registratie van maatregelen gecombineerd met modellering van de opbouw van koolstof. Dit traject is momenteel nog onderwerp van studie. De eerste resultaten wijzen er op dat er goede mogelijkheden zijn om met deze vorm van monitoring de effecten van uitgevoerde maatregelen te kwantificeren. Voor de lange termijn kan gedacht worden aan monitoring die gestoeld is op bemonstering van bodemprofielen.

Het OKA geeft aan dat de sector zelf inzet op experimenten en pilots en zo bijdraagt aan kennisopbouw en het delen van kennis. Dit verschaft inzicht in hoe de koolstofopbouw en -afbraak verloopt en waarvan dit afhankelijk is. Bodemkoolstof experimenten vergen een lange doorlooptijd. De inzichten leveren kennis op voor de praktijk, maar ook voor het ontwikkelen van een monitoringsmethodiek.

### **Conclusie**

De overall conclusie is dat het op dit moment te onzeker is om aan te geven hoeveel bodemkoolstof in 2030 jaarlijks duurzaam zou kunnen worden vastgelegd met de in het OKA genoemde maatregelen. Het potentieel van deze mix van maatregelen door melkveehouderij en akkerbouw bedraagt circa 0,6 Mton CO<sub>2</sub>. In de analyse van het OKA is dit potentieel niet ingeboekt omdat het nog ontbreekt aan een nader uitgewerkt instrumentarium dat voldoende prikkel geeft richting de melkveehouders en akkerbouwers.

# 6 Glastuinbouw

## 6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de analyse en doorrekening van de voorstellen voor de sector glastuinbouw zoals voorgesteld in het Ontwerp Klimaatakkoord (OKA). Aangegeven wordt welke maatregelen zijn doorgerekend, hoe deze zijn beoordeeld en wat daarvan het resultaat is in termen van CO<sub>2</sub>-emissiereductie, nationale kosten en investeringen. Belangrijke rol is weggelegd voor het toepassen van geothermie als bron van hernieuwbare energie, het gebruik van restwarmte en gebruik van elektriciteit dit als vervanger van Warmte Kracht Koppeling (WKK). Daarnaast wordt ingezet op besparingen en het vernieuwen van kassen. Ook is er aandacht voor het gebruik van CO<sub>2</sub> ten behoeve van de gewasgroei. Door het afnemend gebruik van fossiel energie door de sector zelf is wordt de oplossing gezocht in de aanvoer van CO<sub>2</sub> vanuit industrie. Tabel 6.1 geeft een samenvatting van acht geïdentificeerde maatregelen uit het OKA en de bijhorende instrumenten. In de doorrekening is gebruik gemaakt van onderliggend cijfermatige uitgangspunten uit de Achtergrondnotitie Glastuinbouw (23 november 2018). De sector geeft daarin ook aan te willen realiseren dat de sector in 2040 klimaatneutraal is.

Leeswijzer: als eerste wordt in hoofdstuk 6.2 het basispad nader toegelicht. Hoofdstuk 6.3 geeft een beschrijving van de technische analyse waarin de maatregelen in samenhang worden uitgewerkt. In die analyse is, net zoals in het basispad gerekend met een middenwaarde. De technische analyse kijkt af van de in september 2018 gepubliceerde analyse (PBL 2018), omdat na publicatie een correctie is gedaan omdat was gerekend met een te hoge uitfasering van de Warmte Kracht Koppeling (WKK). De aangepaste cijfers staan in dit hoofdstuk en zijn basis voor de doorrekening van het OKA. In hoofdstuk 6.4. worden de instrumenten beoordeeld en is een afweging gemaakt over welke maatregelen voldoende concreet zijn om te worden doorgerekend. In 6.5 en 6.6 zijn de effecten en de kosten in beeld gebracht. Vervolgens is in hoofdstuk 6.7, op basis van eerder beschreven onzekerheden een bandbreedte van de maatregelen aangegeven. Dit is conform de lijn rond het presenteren van de resultaten. De middenwaarde is in de voorafgaande hoofdstukken gebruikt in de analyses van effecten en kosten. Dit hoofdstuk sluit met een opsomming van de resultaten. In bijlage 6, tabel B6.1 is nader ingegaan op de CO<sub>2</sub>-levering aan de glastuinbouw en in bijlage 6, tabel B6.2 is inzicht gegeven in het resultaat van de doorrekening met actuele energieprijzen i.p.v. die uit de Nationale Energie Verkenning (NEV 2017)(ECN & PBL 2017)

## 6.2 Achtergrondscenario NEV2017

Voordat wordt ingegaan op de vraag naar de effecten van de maatregelen volgt hieronder eerst een schets van het NEV2017 achtergrondscenario dat gebruikt is als referentiepad voor deze analyse van OKA-voorstellen. De in dit scenario veronderstelde energiestromen en de besparing in de glastuinbouw zijn daarbij vooral van betekenis .

*Tabel 6.1: Geïdentificeerde maatregelen en instrumenten voor de glastuinbouw in het OKA*

Code-ring	Maatregel / actie	codering instrumentatie CPB-PBL	maatregelenset/ instrumenten CPB-PBL	voorgestelde instrumentatie: binnen of buiten de sector
GL1	Maatregelen gericht op extra Geothermie	L2-5	Glastuinbouw: geothermie (deels via KaE, garantiefonds)	Kas als Energiebron (KaE): RNES (garantiefonds), SDE
GL2	CO <sub>2</sub> afkomstig van industrie			geen instrument: Investeringszaak, nader onderzoeken
GL3	Vernieuwing van kassen	L2-4	Glastuinbouw: gebiedsaanpak en visie- en planvorming (deels via KaE, Greenport NL)	Investeringszaak, deels via KaE (MEI). Gebiedsaanpak: gebiedsvisie, Greenport NL, transitiecollege, relatie met RES, planvorming, vergunningen
GL4	Extra warmte levering	L2-3	Glastuinbouw: warmtelevering (deels via KaE, MEI)	pilots binnen KaE (MEI), marktordening warmtenettentransporten, SDE
GL5	Besparing door inkoop elektriciteit			Elektrificatie (KaE- MEI)
GL6	Methaanslip (meegekoppeld met afbouw WKK)			Co-benefit uitfasering WKK
GL7	Individuele en collectieve CO <sub>2</sub> -plafond aanpak	L2-2	Glastuinbouw: transitieaanpak, borging (CO <sub>2</sub> -systeem)	CO <sub>2</sub> -systeem (sectoraal - conventant - of individueel - EBG-achtig), borging en aanpak transitie (optie AVV)
GL8	Versterking KaE - innovatie en besparing - vanuit Klimaatenvolp	L2-1	Glastuinbouw: programma innovatie en besparing (KaE)	MEI en EHG

De invulling van de toekomstige warmtevraag (in PJ thermisch) is het vertrekpunt van het referentiescenario. Hoewel de NEV2017 rapportage alleen het totaal verbruik en brandstofinzet (in PJ) voor de gehele land- en tuinbouw meldt, kan er toch wel uit de onderliggende rekenmodellen en de gedane aannames afgeleid worden wat warmtevraag voor de glastuinbouw is. Deze aannames betreffen het toedelen van het gebruik van hernieuwbare energie in en van extern geleverde warmte aan de landbouw resp. de glastuinbouw, de akkerbouw en de veeteelt. Het gebruik van fossiele energie volgt rechtstreeks uit het onderliggende rekenmodel (Van Hout et al. 2019).

Tabel 6.2 weerspiegelt de warmtevraag per techniek voor de gehele sector en voor het deel glastuinbouw. De warmtevraag in de glastuinbouw wordt ingevuld door een combinatie van het gebruik van aardgas in ketels en in WKK-installaties. Deze laatste produceren naast warmte, ook elektriciteit. Een deel van de opgewekte elektriciteit wordt gebruikt voor belichting van de teelten, het restant wordt verkocht en terug aan het net geleverd. De bij de verbranding vrijkomende CO<sub>2</sub> kan gebruikt worden om de gewasgroei in de kas te stimuleren. Ook wordt CO<sub>2</sub>-bemesting door verbranding van aardgas zonder warmtebenutting toegepast in de zomerperiode wanneer de vraag naar CO<sub>2</sub> het grootst is. Een klein deel van de glastuinbouwbedrijven gebruikt biomassa als brandstof voor de warmteproductie. De sector was in 2017 in Nederland de belangrijkste speler op het gebied van warmteproductie uit geothermie. Per eenheid geproduceerde warmte vergt een warmtepomp een kwart eenheid

elektriciteit, voor een geothermieproject ligt de vraag naar elektriciteit per eenheid geleverde warmte gemiddeld op een twintigste.

Als referentie voor de doorrekening van het OKA is ervoor gekozen om uit de NEV2017 het scenario zonder SDE+ openstelling na 2019 te gebruiken (SDE vrij)<sup>3</sup>. De reden daarvan is dat op die manier het basispad niet bepaald wordt door de SDE+ subsidie. Om het effect van deze keuze in beeld te brengen, wordt in onderstaande tabel ook de resultaten van het scenario met vastgesteld en voorgenomen beleid uit de NEV2017 weergegeven (waarin de SDE+ wel nog verder loopt: het zogenoemde VV3 scenario). Het niet-verder openstellen van de SDE+ na 2019 leidt in 2030 tot minder biomassa- en biogaszet en minder geothermie ten opzichte van de VV3-variant. Deze reductie wordt in de voorliggende analyse opgevangen door een hogere inzet van aardgas in ketels. Bij het bepalen van het energieverbruik in de glastuinbouw is ervan uit gegaan dat de scenariokeuze in de NEV2017 geen effect heeft op de omvang van de warmtevraag, enkel op de invulling ervan.

Tabel 6.2: Opbouw warmtevraaginvulling land- en tuinbouw en glastuinbouw in het NEV 2017 voorgenomen beleidsscenario (VV3) en het SDE-vrij na 2019 scenario (SDE vrij) in PJ thermisch.

	Land- en tuinbouw		waarvan glastuinbouw	
	2030	2030	2030	2030
	VV3	SDE vrij	VV3	SDE vrij
PJ thermisch				
gasketel	44,50	54,02	43,51	50,60
gasWKK	14,89	14,89	14,89	14,89
biomassaketel	4,08	0,97	2,24	0,34
biomassaWKK	2,88	2,79	2,07	1,12
biogasketel	5,91	1,69	1,77	-
biogasWKK	0,21	0,21	-	-
geothermie	10,91	8,44	10,91	8,44
Warmtepomp	0,43	0,43	0,43	0,43
LPG ketel	0,26	0,63	0,09	0,10
externe warmte	3,85	3,85	3,50	3,50
Totaal	87,92	87,92	79,42	79,42

Tabel 6.3 geeft voor beide NEV2017 scenario's de bijhorende brandstofinzet weer voor de warmtevraaginvulling en tabel 4 geeft de balans van de elektriciteitsvraag (in TWh) in de glastuinbouw. Omdat gasketels efficiënter zijn dan biomassa-installaties, ligt het finaal energieverbruik lager in het SDE vrij-scenario dan in het voorgenomen beleid scenario.

De NEV2017 rekent met het netto stroomsaldo dat de sector inkoop/levert aan het elektriciteitsnet. Op basis van gegevens van WEcR<sup>4</sup> is bepaald welk aandeel van de door aardgas-WKK opgewekte stroom voor het eigen verbruik van de sector is, en welk deel aan het net geleverd wordt. Voor de eenvoud is aangenomen dat biomassa-WKK alleen voor het eigen verbruik produceert. Electriciteitsgebruik wordt meestal uitgedrukt in kWh of TWh ( 1 TWh is 3.6PJ).

<sup>3</sup> Stimulering Duurzame Energieproductie. Zie ook <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie>

<sup>4</sup> Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2017, WEcR rapport 2018-109



Tabel 6.3: Inzet energiedragers (finaal verbruik) per techniek in PJ ten behoeve van de warmte-invulling in de glastuinbouw in het NEV2017 voorgenumen beleidsscenario (VV3) en het SDE-vrij na 2019 scenario (SDE vrij)

PJ	2030	2030
	VV3	SDE vrij
gasketel	46,50	54,10
gasWKK	31,55	31,55
biomassaketel	2,49	0,38
biomassaWKK	4,09	2,20
biogasketel	2,15	-
biogasWKK	-	-
geothermie	10,91	8,44
Warmtepomp	0,43	0,43
LPG ketel	0,10	0,12
externe warmte	3,50	3,50
Totaal	101,73	100,71

Tabel 6.4 : Stroombalans in de glastuinbouw (in TWh) in het NEV2017 voorgenumen beleidsscenario (VV3) en het SDE-vrij na 2019 scenario (SDE vrij)

TWh		2030	2030
		VV3	SDE vrij
finale vraag		6,57	6,54
waarvan uit			
BiomassaWKK	voor eigen verbruik	0,17	0,09
	naar net	0	0
GasWKK	voor eigen verbruik	1,36	1,36
	naar net	-2,06	-2,06
Inkoop uit net		5,04	5,09

## 6.3 Technische analyse

Deze paragraaf beschrijft een technische analyse van voorgestelde maatregelen door de glastuinbouw. Daarbij is de beoordeling van de instrumentatie nog niet in meegenomen. In deze technische analyse is geen bandbreedte aangegeven en is vooral het potentieel, gegeven de voorstellen geanalyseerd. Per maatregel is kwalitatief aangegeven wat de belangrijkste onzekerheden zijn. Deze hebben een rol gespeeld bij het uitwerken van de onder- en bovengrens van de maatregelen. De bandbreedtes rondom de uiteindelijke inschatting van de effecten van de maatregelen komen in paragraaf 6.7 aan bod.

### 6.3.1 Warmtevraag: set van verweven maatregelen

Voor de glastuinbouw zijn in het OKA een aantal maatregelen opgenomen die sterk met elkaar verweven zijn. Het betreft:

- Extra geothermie (GL1),

- CO<sub>2</sub> afkomstig van industrie (GL2)Extra (rest)warmtelevering (GL4),
- Extra inkoop elektriciteit (GL5)
- Reductie methaanslip bij gasmotoren (GL6).

Deze maatregelen passen in de voornemens van de sector in om de warmtevraag te verduurzamen, in lijn met de sectorambitie om tegen 2040 klimaatneutraal te zijn.

In het OKA wordt aangegeven dat de sector streeft naar 35 bijkomende geothermieprojecten in 2030 bovenop de 17 bestaande. Dit brengt het totaal op 52 projecten. In het referentiescenario wordt in 2030 al 8,4 PJ geothermiewarmte ingezet in de glastuinbouw (zie tabel 2). Momenteel (2017) staan de 17 bestaande projecten in voor een productie van 3,0 PJ.

Op basis van de doorrekening van de besteding van de geïnstrumenteerde SDE+ gelden onder het OKA, is met het Resolve-E model (2019, in voorbereiding) berekend dat er in 2030 in totaal 17,7 PJ warmte uit geothermie in de glastuinbouw geproduceerd wordt. Dit betekent 9,3 PJ extra warmte uit geothermie – bovenop 8,4 PJ van de referentie - die gerealiseerd kan worden onder het OKA. Uitgaande van een gemiddelde warmteproductie van 0,34 PJ per project<sup>5</sup>, stemt deze 17,7 PJ inderdaad goed overeen met circa 52 projecten uit de sectorambitie.

Naast extra warmte uit geothermie ambiëert de sector ook om 10 PJ warmte geleverd te krijgen als restwarmte van de industrie. In de referentie wordt in 2030 al 3,5 PJ aan warmte geleverd aan de sector (tabel 2). Dit betekent dat de bijkomende vraag naar externe restwarmte onder het OKA 6,5 PJ bedraagt. Om dit mogelijk te maken moet voldoende restwarmte beschikbaar zijn en er moet geïnvesteerd worden in een infrastructuur voor levering en transport. Voor de bepaling van de effecten is er van uitgegaan dat deze warmte restwarmte is, d.w.z. niet speciaal opgewekt in een warmtecentrale om aan de glastuinbouw te leveren.

De extra inkoop aan elektriciteit, opgegeven in het OKA als 3,5 TWh bovenop het inkoopniveau van 2017 (2,9 TWh), dient voor vervanging van door gas-WKK geproduceerde elektriciteit, voor extra belichting en voor elektrisch verwarmen (zie tabel 5). Op basis van door de sector aangeleverde gegevens is ca een kwart hiervan (0,8 TWh) voor elektrisch verwarmen, waarbij geschat wordt dat 75 procent hiervan naar elektrisch verwarmen gaat en 25 procent naar warmtepompen (zie tabel 6.7). WEcR berekent voor extra inkoop voor belichting 1,5 TWh gebaseerd op een projectiestudie van WEcR<sup>6</sup>. Echter, om voor de analyse van de effecten van het OKA de stroombalans kloppend te krijgen met alle aannames die zijn gemaakt, wordt 2,2 TWh voor extra belichting ingeboekt (zie tabel 6.7).

Verduurzaming van de warmtevraag door extra geothermie, extra warmtelevering en extra inkoop van elektriciteit werken samen in op de warmte- en stroombalans van de sector. Aangezien gas-WKK een belangrijke rol speelt in de sector, zowel voor eigen voorziening van warmte en elektriciteit als voor teruglevering op het net van elektriciteit, zullen de hierboven genoemde maatregelen een significant effect hebben op de toekomstige inzet van WKK. De overschakeling naar duurzame, CO<sub>2</sub>-vrije warmtebronnen brengt met zich mee dat er extra CO<sub>2</sub> nodig is om de gewasproductie op peil te houden. Deze CO<sub>2</sub> zou door de industrie kunnen geleverd worden.

Voor deze doorrekening heeft de sector in het OKA aangegeven dat er uitgegaan kan worden dat door de verduurzaming van de warmtevraag 30 procent van de gasgestookte WKK

<sup>5</sup> Op basis van gegevens over de referentiecategorie geothermie > 500 meter, <4000 meter uit EINDADVIES BASISBEDRAGEN SDE+ 2019, PBL, 2018-3342

<sup>6</sup> Prognoses CO<sub>2</sub>-emissie glastuinbouw 2030, WEcR, 2018-056

uitgefaseerd wordt in 2030 ten opzichte van de referentie. Dit betekent dat er in plaats van 1075 MWe, nog zo'n 750 MWe blijft staan in 2030. De gedeelde stroomproductie uit WKK die voor eigen verbruik bestemd was, wordt gecompenseerd door extra netinkoop. De teruglevering aan het net neemt ook evenredig af. De gedeelde warmteproductie uit diezelfde WKK wordt vervangen door extra geothermie en restwarmte : we nemen aan dat 2/3 van de gedeelde warmteproductie uit WKK voor 50/50 ingevuld wordt door geothermie en restwarmte. We zijn uitgegaan van 2/3 omdat restwarmte en geothermie niet overal beschikbaar zijn. Het resterende derde deel wordt ingevuld door extra inzet van gasketels (stap 1 in tabel 5).

Hierdoor blijft er geothermie en restwarmte over om bijkomend gasketels te vervangen. Voor elk wordt het saldo dat beschikbaar is na vervanging van WKK- warmte ingezet om gasketels te vervangen. (stap 2 en 3 in tabel 5).

### **Onzekerheden:**

- Verduurzaming van de warmtevraag kan leiden tot uitfaseren van een ander percentage dan 30 procent van het gas WKK-vermogen.
- Gas- en elektriciteitsprijzen kunnen afwijken van die in het referentiepado waaruit een andere inzet van WKK volgt. In de glastuinbouw leidt een lagere gasprijs en een hogere elektriciteitsprijs naar verwachting tot extra inzet van WKK.
- De berekende besteding van de SDE+-gelden voor geothermie zou niet tot realisatie kunnen komen.
- WKK zou niet proportioneel door geothermie, restwarmte en gasketels vervangen kunnen worden.
- Restwarmte zou niet emissievrij kunnen zijn, m.a.w. speciaal opgewekt in of in piekvraagperiodes ondersteund door warmte-eenheden.
- Financiering en organisatie van de infrastructuur en levering van restwarmte en CO<sub>2</sub> is nog onbekend

### **6.3.2 Vernieuwing van kassen**

Als resultaat van de beoogde gebiedsaanpak, de ontwikkeling van gebiedsvisies en de rol van Greenport NL in de ontwikkeling van Regionale Energie Strategieën (RES) verwacht de sector dat er tot 2030 een areaal van 300 ha per jaar aan kassen gerenoveerd kan worden. Deze raming gaat voorbij aan het feit dat er ook autonome kasvernieuwing plaatsvindt. In het verleden was dat tot 400 ha per jaar, in de crisisjaren na 2005 is dat ingezakt tot amper 100 ha per jaar en van 2015-2017 bedraagt de vernieuwing ongeveer 150 ha per jaar. Voor de doorrekening gaan we ervan uit dat er jaarlijks autonoom 100 ha vervangen wordt, het OKA zou dan instaan voor 200 ha extra per jaar. Verder is de sector in zijn investeringsgedrag heel gevoelig is voor externe economische factoren (afzetprijzen en markt). Vandaar dat het volhouden van 200 ha per jaar vervanging aan kasoppervlakte over 10 jaar (2020-2030) vrij onwaarschijnlijk is. Daarom is voor de doorrekening uitgegaan van 8 jaar. Van de te vervangen kassen is 90 procent van voor het jaar 2000 en 10 procent van erna waarbij de kassen resp. 25 procent en 8 procent energiezuiniger worden (8,2 en 2,6 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup> kas)<sup>7</sup>. In totaal levert dat in het jaar 2030 een areaal van 1600 ha nieuwe kassen op waarbij 3,9 PJ aardgas bespaard wordt. (stap 4 in tabel 5)

### **Onzekerheden**

- De autonome ontwikkeling zou kleiner/groter kunnen zijn dan de aangenomen 100 ha per jaar.

---

<sup>7</sup> Afgeleid uit WEcR, "Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO<sub>2</sub>-emissies Nederlandse glastuinbouw", 2017-060

- Gebiedsvisies en RES kunnen niet tijdig gereed zijn, wat zou kunnen leiden tot vertraging in de vernieuwing van kassen.
- Transitiecollege en Greenport NL zouden hun doel niet kunnen behalen.
- De financiering van nieuwbouw door bedrijven zou kunnen achterblijven door een gebrek aan prikkels.
- de werkelijke besparing zou kunnen afwijken van de aangenomen waardes (8,2 en 2,6 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup> kas).

### 6.3.3 Methaanslip

Door het uitfaseren van gas-WKK (motoren) valt ook een proportioneel deel van de CH<sub>4</sub>-emissies (methaanslip) uit gasmotoren weg. In de referentie bedragen deze CH<sub>4</sub>-emissies 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Hierdoor mag de sector zich een reductie van 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-eq toerekenen.

#### **Onzekerheden:**

- Verduurzaming van de warmtevraag zou kunnen leiden tot uitfasering van minder, of meer dan 30 procent van het gas WKK-vermogen.

### 6.3.4 Kas als Energiebron (KaE)

In het OKA heeft het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) aangegeven om de financiering van de subsidieregeling energie-efficiëntie glastuinbouw (EG, voorheen EHG), die onder het Programma Kas als Energiebron (KaE) geopend is, te willen versterken met 5 miljoen euro per jaar uit de klimaatvelop (GL8). Deze extra financiering staat open voor de installatie van tweede energieschermen voor zowel extensieve als intensieve teelten. Aanvragers kunnen tot 25 procent van de investering terugkrijgen. De eis in de regeling is dat er een besparing van 45 procent gerealiseerd dient te worden. Uitgaande van kosten voor tweede schermen van 4 euro/m<sup>2</sup> betekent dit dat er op basis van de 5 miljoen euro uit de klimaatvelop jaarlijks circa 500 ha met tweede energieschermen uitgerust zou kunnen worden. Het is echter niet zeker of de regeling jaarlijks volledig ingetekend gaat worden. Er wordt daarom een intekengraad van 75 procent verondersteld. Dit betekent dat in 10 jaar tijd 3750 ha met een tweede scherm uitgerust kan worden. Uitgaande van een verdeling 2/3-1/3 voor intensieve-extensieve teelten en een besparing van resp. 10 en 5 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup> kas (gemiddeld 8,3 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup> kas)<sup>8</sup> zou dit een totale besparing van 9 PJ aardgas betekenen (stap 6 in tabel 5).

Er wordt extra geld voorzien voor de marktintroductie energie-innovatie de zgn. MEI-regeling, echter wegens het innovatieve karakter van deze regeling en het feit dat het een beperkt aantal projecten aan het begin van een mogelijk leertraject ondersteunt bij individuele tuinders, kan er geen effect aan worden. Ook in vorige NEVs is er geen expliciet effect aan de MEI-regeling toegekend.

#### **Onzekerheden:**

- Bijkomende EHG-financiering voor tweede schermen vanuit LNV zou kunnen afwijken van 5 miljoen euro per jaar.
- Intekengraad EHG voor tweede schermen zou kunnen afwijken van de aangenomen 75 procent.

---

<sup>8</sup> Afgeleid uit WEcR, "Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO<sub>2</sub>-emissies Nederlandse glastuinbouw", 2017-060

- De werkelijke besparing op het gasverbruik zou kunnen afwijken van de aangenomen 8,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

### 6.3.5 CO<sub>2</sub>-levering door industrie

Aan de externe CO<sub>2</sub> levering (GL2) voor zover verdergaand dan nodig voor de verduurzaming van de warmteproductie en aan het CO<sub>2</sub>-sectorsysteem (GL7) kunnen geen effecten toegekend worden. Voor de CO<sub>2</sub>-levering geldt dat die nodig is wanneer kassen overschakelen naar een CO<sub>2</sub>-vrije warmtebron. Bij andere maatregelen komen deze CO<sub>2</sub>-vrije alternatieven al aan bod: geothermie, externe warmtelevering en elektrificatie.

Aan het CO<sub>2</sub>-sectorsysteem kan geen effect toegekend worden omdat dit een boekhoudkundig systeem is waarbij overschrijding van het CO<sub>2</sub>-plafond gecompenseerd wordt door aankoop van emissierechten. De kosten voor deze aankoop worden over de hele sector gespreid, inclusief de huidige bedrijven die onder de 'European Emissions Trading System' (ETS) vallen. Dit CO<sub>2</sub>-sectorsysteem maakt deel uit van de bindende afspraken die nog moeten vastgelegd worden in een nieuw convenant.

Ook een individueel CO<sub>2</sub>-systeem wordt genoemd in het OKA, echter hoe dit systeem opgebouwd zal worden en wie verantwoordelijk wordt voor de uitvoering en handhaving is niet duidelijk.

#### **Onzekerheden:**

- CO<sub>2</sub>-levering uit de industrie zal onderhevig zijn aan een nu onbekende marktprijs voor CO<sub>2</sub> in 2030.
- Het is onbekend wie de financiering voor nieuwe infrastructuur voor CO<sub>2</sub>-levering aan de glastuinbouw op zich neemt.
- Vormgeving convenant met collectief CO<sub>2</sub>-plafond.
- Vormgeving en uitvoering individueel CO<sub>2</sub>-systeem.

## 6.4 Overzicht van het potentieel van alle maatregelen glastuinbouw

De hierboven genoemde maatregelen leiden tot een verandering in warmtevraag en warmtevraaginvulling, een andere inzet van brandstoffen en als gevolg daarvan een verandering in CO<sub>2</sub>-emissie en een verandering in de vraag naar elektriciteit. De ontstane warmtevraag door het voor 30 procent uitfaseren van de WKK wordt in deze analyse ingevuld door gelijke aandelen geothermie, restwarmte en gasketels.

In onderstaande berekening zijn alle maatregelen doorgerekend en is geen rekening gehouden met in hoeverre de maatregelen zijn geïnstrumenteerd, de onzekerheden en daarmee samenhangende bandbreedte van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Deze aspecten komen in paragraaf 5.7 aan bod.

Tabel 6.5: Opbouw verschil warmtevraaginvulling (PJ thermisch) bij een volledig technische doorrekening van alle in het OKA voorgestelde maatregelen t.o.v. de referentie

	2030	stap 1	stap 2	stap 3	stap 4	stap 5	stap 6	
PJ thermisch	SDE vrij	uitfase- ren WKK	extra geo- thermie	extra rest- warmte	Nieuw- bouw 200 ha over 8 jaar	KaE EHG 5 Meuro	extra in- koop voor elektrisch verwar- men 75% P2H, 25% WP	totaal OKA
Gasketel	50,62	1,49	-7,84	-5,01	-3,63	-9,26	-5,83	20,54
gasWKK	14,89	-4,47						10,42
Biomassaketel	0,34							0,34
biomassaWKK	1,12							1,12
Biogasketel								
biogasWKK								
Geothermie	8,44							8,44
extra geothermie		1,49	7,84					9,33
Warmtepomp	0,43						3,74	4,17
LPG ketel	0,10							0,10
externe warmte	3,50							3,50
extra restwarmte		1,49		5,01				6,50
elektriciteit							2,10	2,10
totaal	79,44	0,00	0,00	0,00	-3,63	-9,26	0,00	66,55

Ook de brandstofinzet – en emissies – veranderen: door het lagere warmterendement van een WKK ten opzichte van een gasketel blijft er nog relatief veel gasverbruik bij de WKK. Het gasverbruik bij ketels neemt wel beduidend af met bijna 30 PJ.

Tabel 6.6 : Maximum inzet energiedragers per techniek bij een volledig technische doorrekening van alle in het OKA voorgestelde maatregelen t.o.v. de referentie en bijhorende emissies.

	2030	stap 1	stap 2	stap 3	stap 4	stap 5	stap 6	
PJ	SDE vrij	uitfase- ren WKK	extra ge- othermie	extra rest- warmte	Nieuw- bouw 200 ha over 8 jaar	KaE EHG 5 Meuro	extra in- koop voor elektrisch verwar- men 75% P2H, 25% WP	totaal KA
gasketel	54,10	1,59	-8,38	-5,36	-3,88	-9,89	-6,23	21,95
gasWKK	31,55	-9,47						22,09
biomassaketel	0,38							0,38
biomassaWKK	2,20							2,20
biogasketel								
biogasWKK								
geothermie	8,44							8,44
extra geothermie		1,49	7,84					9,33
Warmtepomp	0,43						3,74	4,17

LPG ketel	0,12							0,12
externe warmte	3,50							3,50
extra restwarmte		1,49		5,01				6,50
elektriciteit voor verwarming							2,24	2,24
totaal	100,71	-4,90	-0,54	-0,34	-3,88	-9,89	-0,26	80,90
Mton CO2-eq								
CO2 emissies	4,85	-0,44	-0,47	-0,30	-0,22	-0,56	-0,35	2,50
CH4-slip	0,36	-0,11						0,25
totale CO2-eq	5,21	-0,55	-0,47	-0,30	-0,22	-0,56	-0,35	2,75
Reductie CO2-eq								2,46

Door de aanname voor de uitfasering van de WKK, verdwijnt ook een deel van de eigen elektriciteitsproductie van de sector. In de tabel hieronder staat het overzicht van de stroombalans voor de sector corresponderend met de technische doorrekening van alle voorgestelde OKA maatregelen. Hierbij is rekening gehouden met:

- De opsplitsing van de productie uit gas-WKK naar wat voor eigen verbruik in de sector en wat voor netlevering is;
- Productie uit biomassaWKK is inbegrepen in de WEcR cijfers van 2017, voor 2030 wordt verondersteld dat dit allemaal voor eigen verbruik is (dwz geen teruglevering uit biomassaWKK);
- Productie uit gas-WKK neemt proportioneel af met de warmteproductiereductie uit WKK;
- De vraag naar stroom van het net neemt met 3,5 TWh toe (tov 2017) naar 6,4 TWh in 2030 (2,9 TWh+3,5 TWh);
- Van die 6,4 TWh toename is 0,40 TWh bedoeld voor gedeelde productie voor eigen verbruik uit gas-WKK en 0,06 TWh voor extra stroomvraag uit geothermie.
- De resterende inkoop gaat naar elektrisch verwarmen (0,8 TWh) en belichting (2,2 TWh).

Tabel 6.7: Opbouw stroombalans en invulling elektriciteitsvraag bij een doorrekening van alle in het OKA voorgestelde maatregelen

	2017	2030	OKA
TWh	WEcR	SDE vrij	
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	0,95
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-1,44
uit biomassaWKK	Pm	0,09	0,09
inkoop	2,90	5,09	6,40
wv extra inkoop tov 2017			3,50
wv inkoop vervanging gasWKK			0,40*
wv extra stroomvraag geothermie			0,06*
wv voor belichting			2,22*
wv voor verwarming			0,83*
finale vraag	6,60	6,54	7,44

\* samen 3,5 TWh

## 6.5 Beoordeling beleidssterkte van de instrumenten - maatregelen

Van de maatregelen en instrumenten uit tabel 6.1 zijn niet alle voldoende concreet of "hard" omschreven in het OKA. De maatregelen zijn hiervoor ingedeeld in de volgende categorieën: vastgesteld en voorgenomen beleid (1), maatregelen voldoende concreet maar vragen nog om verdere goedkeuring (2), voldoende concreet maar verdere uitwerking is nodig (3) en maatregelen die onvoldoende concreet zijn (4).

Criteria om de voorgetelde maatregelen per deze indeling te rangschikken zijn financiering en duidelijkheid in afspraken, verantwoordelijkheden en uitvoering. Zo dient duidelijk te worden gemaakt welke concrete stappen worden ondernomen door welke partijen en in welk tijdsbestek, en hoe partijen aan dergelijke afspraken worden gehouden. Vervolgens zijn voor de maatregelen, die voldoende concreet zijn ingevuld, effecten gekwantificeerd, rekening houdend met inschatting van onzekerheid in realisatie. Bij de beoordeling van de maatregelen is ook gekeken naar hoeverre de hoofdactie om ze te verwezenlijken binnen of buiten de glastuinbouwsector ligt.

Maatregelen die onvoldoende concreet zijn of waarvoor het OKA of te weinig concrete stappen bevat, of er moeten nog een aantal afspraken uitgewerkt worden, zijn niet meegenomen in de uiteindelijke doorrekening. Voor een de volgende maatregelen zijn de effecten niet meegenomen:

- een deel van de CO<sub>2</sub>-levering (GL2) (behalve wat nodig is voor de verduurzaamde kassen),), een deel van de externe warmtelevering (GL4) (behalve wat ingezet wordt ter vervanging van WKK) : geen concrete afspraken met mogelijke leveranciers (uit de industrie) over levering CO<sub>2</sub> en restwarmte
- vernieuwbouw van kassen (GL3) : de onzekerheid en gebrek aan concrete tijdsplanning voor het opstellen en de uitvoering van de gebiedsvisies en de gevolgen daarvan op de kas- en energie-infrastructuur; de financiële haalbaarheid en additionaliteit van de beoogde kasvernieuwing vergeleken met de autonome kasvernieuwing (zie par. 6.3),
- een deel van de extra inkoop stroom (GL5) (behalve voor de extra geothermie) : de vraag en bestemming van de verwachte extra stroominkoop
- het CO<sub>2</sub>-plafond (GL7)) : de onzekerheid en gebrek aan concrete tijdsplanning voor het vastleggen van een sectoraal en het uitwerken van een individueel CO<sub>2</sub>-plafond. Onzeker zijn ook nog de: en.. Om de vermelde redenen is het effect van deze maatregelen niet meegeteld in de uiteindelijke doorrekening.

Van de technische maatregelen wordt enkel de uitfasering van de gas-WKK, onder invloed van de uitrol van geothermie en een beperkte uitbreiding van restwarmtelevering en de besparing die kan gerealiseerd worden door de versterking van de EG onder KaE als voldoende onderbouwd en ondersteund door beleid. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de instrumenten die deze maatregelen ondersteunen (garantiefonds geothermie RNES en EG) al bestaan, echter onder het OKA worden ze niet alleen voortgezet, maar ook versterkt. Voor extra levering van restwarmte en CO<sub>2</sub> wordt het effect beperkt tot dat wat nodig is bij de verduurzaming van de warmteproductie/vraag? (en dus ook voor uitfaseren WKK). Gezien de onzekerheden wordt niet het gehele doel (resp. 6,5 PJ extra restwarmte en 2 Mton CO<sub>2</sub>) opgenomen in de doorrekening. Zie hiervoor tabel 6.8 en bijlage 6, tabel B6.1.

## 6.6 Effecten maatregel glastuinbouw uit het OKA

Rekening houdend met de beleidsrobustheid ziet de energie- en emissiebalans (tabel 6.8) voor de glastuinbouw als gevolg van de maatregelen uit het OKA er als volgt uit:

- Het finaal energieverbruik neemt af van 124 PJ naar 109 PJ



- het gasverbruik neemt af van 86 PJ naar 60 PJ, goed voor een CO<sub>2</sub> reductie van 1,48 Mton
- samen met de reductie van de CH<sub>4</sub>-emissies uit WKK, wordt er een reductie van 1,6 Mton behaald, oftewel een daling met 30 procent ten opzichte van de referentie in 2030
- de verwachte CO<sub>2</sub>-reductie van 1,5 Mton ligt tussen de opgave van een emissiereductie voor de glastuinbouw van 1,0 Mton en de ambitie van de glastuinbouwsector om de emissie met 1,8 Mton CO<sub>2</sub> te reduceren (zie PBL, 2018).

Tabel 6.8: Inzet energiedragers (finaal verbruik) per techniek voor de doorrekening van als concreet beoordeelde OKA maatregelen en bijhorende emissies.

PJ	2030	uitfaseren WKK	extra geo- thermie	KaE EHG	totaal KA
	SDE vrij				
Gasketel	54,10	1,59	-8,38	-9,89	37,42
gasWKK	31,55	-9,47			22,09
Biomassaketel	0,38				0,38
biomassaWKK	2,20				2,20
Biogasketel					
biogasWKK					
Geothermie	8,44				8,44
extra geothermie		1,49	7,84		9,33
Warmtepomp	0,43				0,43
LPG ketel	0,12				0,12
externe warmte	3,50				3,50
extra restwarmte		1,49			1,49
Elektriciteit	23,55	0,05	0,26		23,86
Totaal	124,26	-4,85	-0,28	-9,89	109,25

Mton CO <sub>2</sub> -eq					
CO <sub>2</sub> emissies	4,85	-0,44	-0,47	-0,56	3,37
CH <sub>4</sub> -slip	0,36	-0,11			0,25
totale CO <sub>2</sub> -eq	5,21	-0,55	-0,47	-0,56	3,62
Verskil in CO <sub>2</sub> -eq					-1,59

## 6.7 Kosten

Voor elk van de maatregelen uit tabel 6.8 kunnen er ook kosten bepaald worden. De methode en aannames worden hierna beschreven. De NEV 2017 (ECN 2017) is daarvoor het uitgangspunt. In dit hoofdstuk wordt dat nader toegelicht per maatregel.

Als aanvulling op de doorrekening van het OKA voor de sector glastuinbouw werd er gevraagd om ook een doorrekening te maken waarbij gebruik gemaakt wordt van de actuele

energieprijzen in plaats van die uit de NEV2017. De resultaten van de actuele prijzen staat in Bijlage 5.

### 6.7.1 Verduurzamen warmte

#### **Extra geothermie:**

Voor de kosten van geothermie wordt aangesloten bij de kostenaanname zoals die ook voor de doorrekening met het Resolve-E model (2019 in voorbereiding) gebruikt zijn. De basis vormen de kosten zoals bepaald voor het SDE+ eindadvies 2019 (Lensink 2018). Echter om rekening te houden met kostenevolutie, wordt er op de investeringskosten en operationele kosten (€/kWth) een reductie van respectievelijk 10 en 15 procent in rekening gebracht voor 2030. Deze reductie houdt rekening met twee tegengestelde effecten: enerzijds is er een mogelijke leercurve die de projectkosten vermindert (bijv. optimale boorcampagnes), anderzijds nemen de veiligheids- en monitoringseisen toe wat een kostenverhogend effect heeft op de investeringen. Voor de operationele kosten gaan we uit van een kostenreductie door de inzet van efficiëntere pompen en betere materiaalkeuzes.

Voor de doorrekening wordt gewerkt met volgende kostencijfers<sup>9</sup> :

- Investering = 1.332 €/kWth
- Operationele kosten = 97 €/kWth
- Variabele kosten = 1,9 €/MWh
- representatief vermogen = 16 MWth
- vollasturen = 6000 uur/jaar

Uitgaande van de warmtelevering van een gemiddeld geothermieproject van 0,34 PJ (zie 6.3) bedragen de kostencijfers:

- Investering : 61.7 M€/PJ
- Operationele kosten : 4.5 M€/PJ
- Variabele operationele kosten : 0.5 M€/PJ

Rekening houdend met een discontovoet van 3 procent en een technische levensduur van 20 jaar, zijn de jaarlijkse kosten 13,7 miljoen euro per jaar in 2030 voor 1,5 PJ geothermie.

#### **Extra restwarmte:**

De door de sector aangeleverde kosten, met name per aan te sluiten bedrijf 0,15 miljoen euro voor het warmtenetwerk en 0,15 miljoen euro voor de aansluiting dient als basis. Uitgaande van een middelgroot teeltintensief bedrijf met 5 ha en een verbruik van 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (equivalent met 0,04 PJ per jaar) stemt 1,5 PJ overeen met 38 aangesloten bedrijven. De totale investeringen bedragen 11,3 miljoen euro, geannualiseerd met 3 procent en over 25 jaar is dit 0,6 miljoen euro per jaar.

#### **Gasketels:**

Op basis van gegevens uit KWIN (Vermeulen 2014) bedraagt de investering in een gasketel van 4,6 MWth een bedrag van 0,1 miljoen euro, bedragen de jaarlijkse operationele kosten 1 procent van de investering. Deze ketel produceert 0,1 PJ per jaar. 1,49 PJ stemt dus overeen met een totale investering van 1,7 miljoen euro, geannualiseerd met 3 procent en over 20 jaar is dit 0,1 miljoen euro per jaar.

---

<sup>9</sup> Afgeleid uit PBL, "Eindadvies basisbedragen SDE+ 2019". 2018-060

### 6.7.2 Extra geothermie

Na de inzet van geothermie ter vervanging van gedeerde WKK warmteproductie blijft er nog 7,8 PJ aan extra geothermie beschikbaar. Met dezelfde gegevens zoals hierboven, komt dit neer op een totale investering van 484 miljoen euro. Geannualiseerd en inclusief operationele kosten bedraagt dit 72 miljoen euro per jaar in 2030.

#### **EHG**

LNV stelt 5 miljoen euro per jaar ter beschikking. Met een subsidiepercentage van 25 procent en kosten van 4 €/m<sup>2</sup> voor extra schermen kan er jaarlijks bij 500 ha geïnvesteerd worden. Rekening houdend met een intekengraad van de regeling van 75 procent is er in 2030 3750 ha uitgerust met een tweede scherm. Dit komt neer op een cumulatieve investering van 150 miljoen euro. Geannualiseerd met 3 procent en over 25 jaar is dit 8,6 miljoen euro per jaar.

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

Om de gewasproductie op peil te houden is ook bij de verduurzaming van de warmtevraag van de kassen door geothermie en restwarmte bijkomende CO<sub>2</sub> voor plantbemesting nodig. Bij de doorrekening wordt er van uit gegaan dat die niet door extra gasstook wordt aangeemaakt, maar dat de nodige CO<sub>2</sub> extern aangeleverd wordt.

Er wordt uitgegaan van een gemiddelde jaarlijkse vraag van 1250 ton per jaar en per bedrijf van 5 ha (1000-1500 ton/jaar, bron Glastuinbouw Nederland) (zie ook bijlage 4).

Uitgaande van een gemiddeld bedrijf van 5 ha en een warmtevraag van 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, kan 1 PJ duurzame warmte 169 ha bedienen. Proportioneel met de inzet van duurzame warmte van 10,8 PJ (geothermie + restwarmte) uit de doorrekening (tabel 8), wordt er voor de doorrekening 1820 ha bediend. Dit zijn 365 bedrijven met een bijkomende vraag van 460 kton CO<sub>2</sub>

De 'Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw' (KWIN)(Vermeulen 2014) geeft de volgende informatie voor CO<sub>2</sub> opslag en dosering bij een tuinder met tussen haakjes de breedte conform de opgaven van het KWIN:

- huur tank (9 m<sup>3</sup>) : 7200 euro/jaar (6000-8400)
- verdeelleidingen in de kas : 1.24 euro/m<sup>2</sup> (1,14-1,34)
- CO<sub>2</sub>-detector : 2050 euro/installatie (1900-2200)
- CO<sub>2</sub>-multiplexer : 4075 euro/installatie (3900-4250)

Verder wordt aangenomen voor de kostenberekening dat, gegeven het gebied waar OCAP<sup>10</sup> nu actief is en waar het denkt uit te breiden, 70 procent van de externe CO<sub>2</sub> via een OCAP, dus gasvormig, geleverd wordt. De resterende 30 procent van de glastuingebieden bevinden zich in locaties waar geen levering via leidingen kan plaatsvinden. In die gevallen wordt de CO<sub>2</sub> vloeibaar geleverd en lokaal opgeslagen in tanks bij de tuinder. Die tanks zijn nu alle eigendom van de CO<sub>2</sub>-leveranciers, de tuinders betalen een huurprijs die inbegrepen zit in de "all-in" kostprijs die de tuinder voor de geleverde CO<sub>2</sub> betaalt.

Er is er van uit gegaan dat alle tuinders, die onder het OKA verduurzaamd zijn en die gebruik maken van externe CO<sub>2</sub>-levering, de installaties in de kas nodig hebben (0,068 miljoen euro per 5 ha kas). Voor die met vloeibare CO<sub>2</sub> levering komt er nog de huurprijs van de tank bij (als operationele kost per jaar). Verder wordt ondersteld dat tanks gemiddeld jaar rond om de 2 weken gevuld worden.

Voor de geleverde CO<sub>2</sub> wordt 20 euro/ton als nationale kostprijs<sup>11</sup> gehanteerd.

---

<sup>10</sup> OCAP is leverancier van CO<sub>2</sub> en staat voor '*organic CO<sub>2</sub> for assimilation by plants*'

<sup>11</sup> PBL, Robert Koelemeijer. 2019

## Energiekosten

Voor de energiekosten wordt uitgegaan van de NEV2017 prijzen van 10,1 miljoen euro/PJ voor gas (0,319 euro/m<sup>3</sup>) en 13,3 miljoen euro/PJ voor elektriciteit (48 euro/MWh). Verder wordt ook rekening gehouden met de noodzaak om extra inkoop van elektriciteit door het wegvallen van een deel van de WKK-productie (0,41 TWh) en met de gedeerde inkomsten uit de netverkoop van WKK-stroom (0,6 TWh). Ten opzichte van de ambitie uit het OKA om 2 Mton CO<sub>2</sub> extern aan te kopen (waarvan 0,5 Mton al in de referentie wordt aangekocht) blijft de bijkomende vraag naar CO<sub>2</sub> onder de maatregelen uit tabel 6.8 nog 0,46 Mton CO<sub>2</sub>.

Tabel 6.9: Kosten van de als concreet beoordeelde OKA maatregelen en bijhorende emissies..

	cumulatieve investering			Annualisatie	Energie-kosten/baten		WKK-stroom* (0,62 TWh)	Inkoop CO <sub>2</sub>	totale kosten
	capex	opex	varom		gas	Elektra			
	M€	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar
Verduurzamen warmte	91,8	6,7	0,8	13,7	-95,5	0,7	49,3		
uitfaseren WKK : geothermie									
uitfaseren WKK : restwarmte	11,3			0,6					
uitfaseren WKK : gas-ketel	1,7	0,0		0,1	16,1				Samen -15,0
extra geothermie	483,7	35,3	4,1	72,0	-84,5	3,5			-9,1
Besparing EHG	150,0			8,6	-99,8				-91,2
Inkoop CO <sub>2</sub>	24,9	5,4		7,1				9,1	16,2
Totaal	763,4	47,5	4,9	102,2	-263,8	4,1	49,3	9,1	-99,0

\* extra inkoop stroom wegens wegvallen WKK-productie (0,41 TWh) en gedeerde inkomsten netverkoop

## 6.8 bandbreedtes

In voorgaand hoofdstuk lag de focus op het doorrekenen van de als concreet beoordeelde maatregelen zonder daarbij te kijken naar de onzekerheden die samenhangen met de implementatie. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bandbreedtes rond de doorrekening van de effecten van het OKA. In paragraaf 6.3. is reeds kwalitatief aangegeven wat de voornaamste onzekerheden zijn per maatregel.

### 6.8.1 Ondergrens

Hierbij nemen we aan dat er geen WKK uitgefaseerd wordt, maar enkel gasketels, dat slechts 75 procent van de geplande extra geothermieprojecten gerealiseerd wordt (hierbij wordt niet ingegaan op wat voor effecten dat zou hebben om de inzet en verdeling van de SDE+ budgetten) en dat er slechts voor 50 procent gebruik wordt gemaakt van de beschikbare EHG-gelden voor extra energieschermen. De emissiereductie bedraagt nog 0,8 Mton CO<sub>2</sub> (zie tabel 6.10).

Tabel 6.10: Inzet brandstof (finaal verbruik) voor de doorrekening OKA en bijhorende emissies bij de ondergrens van de onzekerheden.

PJ	2030	uitfase- ren WKK	extra geo- thermie	KaE EHG	KA
	SDE vrij				
Gasketel	54,10	0,00	-7,48	-6,59	40,03
gasWKK	31,55	0,00			31,55
biomassaketel	0,38				0,38
biomassaWKK	2,20				2,20
biogasketel					
biogasWKK					
geothermie	8,44				8,44
extra geothermie		0,00	7,00		7,00
Warmtepomp	0,43				0,43
LPG ketel	0,12				0,12
externe warmte	3,50				3,50
extra restwarmte		0,00			0,00
elektriciteit	23,55	0,00	0,23		23,78
Totaal	124,26	0,00	-0,25	-6,59	117,42

Mton CO <sub>2</sub> -eq					
CO <sub>2</sub> emissies	4,85	0,00	-0,42	-0,37	4,05
CH <sub>4</sub> -slip	0,36	0,00			0,36
totale BKG	5,21	0,00	-0,42	-0,37	4,41
verschil CO <sub>2</sub> -eq					-0,80

Tabel 6.11: Opbouw stroombalans en invulling elektriciteitsvraag van de doorrekening KA bij de ondergrens van de onzekerheden

	2017	2030	2030
TWh	WEcR	SDE	ondergrens
		vrij	
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	1,36
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-2,06
uit biomassaWKK	pm	0,09	0,09
Inkoop	2,90	5,09	5,15
Waarvan extra inkoop t.o.v. 2017:			2,25
wv inkoop vervanging gasWKK			0,00
wv extra stroomvraag geothermie			0,06
wv voor belichting			2,19
wv voor verwarming			0
finale vraag	6,60	6,54	6,60

Tabel 6.12: Kosten van de doorgerekende maatregelen uit het OKA bij de ondergrens van de onzekerheden.

	investering			annua-	energiekos-			Inkoop	totale	
	ca-	opex	va-	lisatie	ten/baten		CO2			kosten
	pex	opex	rom	en	gas	Elektra	CO2			
	M€	M€	M€	capex	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	M€/jaar	
				en						
				opex						
extra geothermie	431,6	31,5	3,7	capex	64,2	-75,4	3,1		-8,1	
Besparing EHG	100,0			opex	5,7	-66,5			-60,8	
inkoop CO2	18,7	3,6		va-rom	4,9			5,9	10,8	
	550,4	35,2	3,7	annua-lisatie	74,9	-142,0	3,1	5,9	-58,1	
				capex						
				en						
				opex						

### 6.8.2 bovengrens

Voor de bovengrens is tabel 6.6 hierboven als basis gebruikt. Echter omdat de implementatie van de nieuwbouw te weinig concreet en hard onderbouwd is in het OKA (rol en beslissingsbevoegdheid Greenport NL, Transitiecollege en harde afspraken binnen de Regionale Energie Strategie (RES) ontbreken) en omdat de externe restwarmtelevering buiten de sector wordt neergelegd zonder dat daarover afspraken gemaakt zijn, wordt de uitrol van restwarmte anders dan bij vervanging van WKK buiten beschouwing gelaten.

Tabel 6.13: Inzet brandstof voor de doorrekening OKA en bijhorende emissies bij de bovengrens van de onzekerheden.

	2030					
PJ		uitfaseren WKK	extra geo- thermie	KaE EHG 5 Meuro	extra in- koop voor elektrisch verwarmen 75% P2H, 25% WP	totaal KA
	SDE vrij					
Gasketel	54,10	1,59	-8,38	-9,89	-6,23	31,19
gasWKK	31,55	-9,47				22,09
biomassaketel	0,38					0,38
biomassaWKK	2,20					2,20
biogasketel						
biogasWKK						
geothermie	8,44					8,44
extra geothermie		1,49	7,84			9,33
Warmtepomp	0,43				3,74	4,17
LPG ketel	0,12					0,12
externe warmte	3,50					3,50
extra restwarmte		1,49				1,49
elektriciteit	23,55				2,24	26,10
Totaal	124,26	-4,90	-0,54	-9,89	-0,26	108,99
Mton CO2-eq						
CO2 emissies	4,85	-0,44	-0,47	-0,56	-0,35	3,02
CH4-slip	0,36	-0,11				0,25
totale BKG	5,21	-0,55	-0,47	-0,56	-0,35	3,27
BKG reductie						1,94

Tabel 6.14: Opbouw stroombalans en invulling elektriciteitsvraag van de doorrekening OKA bij de bovengrens van de onzekerheden

	2017 WEcR	2030 SDE vrij	2030 boven- grens
TWh			
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	0,95
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-1,44
uit biomassaWKK	pm	0,09	0,09
Inkoop	2,90	5,09	6,21
wv extra inkoop tov 2017			3,50
wv inkoop vervanging gasWKK			0,41
wv extra stroomvraag geother- mie			0,09
wv voor belichting			2,19
wv voor verwarming			0,83
finale vraag	6,60	6,54	7,25

Tabel 6.15: Kosten van de doorgerekende maatregelen uit het OKA bij de bovengrens van de onzekerheden.

		investering			Annu- ali-sa- tie	Energie-kos- ten/baten		inkoop CO2	extra inkoop stroom* (0,41 TWh)	ge- derfde inkom- sten minder netver- koop WKK (0.62 TWh)	totale kosten
		capex	opex	va- rom		Gas	elektra				
		M€	M€	M€		M€/jaar	M€/jaar				
Verduur- zamen warmte	uitfaseren WKK : geo- thermie	91,8	6,7	0,8	13,7	-95,5	0,7		19,5	29,7	
	uitfaseren WKK : restwarmte	11,3			0,6						samen
	uitfaseren WKK : gas- ketel	1,7	0,0		0,1	16,1					-15,0
	extra geo- thermie	483,7	35,3	4,1	72,0	-84,5	3,5				-9,1
	elektrisch verwarmen Warmte- pomp	24,7	1,7		3,3	-47,1	10,0				-33,9
	elektrisch verwarmen full electric	6,0	0,3		0,7	-15,7	29,9				14,8
bespa- ring	EHG	150,0			8,6	-99,8					-91,2
inkoop CO2		34,3	8,2		10,5			14,1			24,5
		803,4	52,2	4,9	109,6	-326,6	43,9	14,1	19,5	29,7	-109,8

\* wegens wegvallen WKK-productie



## 6.9 Overzicht van resultaten

Tabel 6.16: Eindtabel investeringen, Capex en Opex

	capex (mln euro /jr)		opex (mln euro /jr)		energie- kosten (mln euro/jr)		nationale kosten (mln euro /jr)		Investeringen (mln euro)	
	onder	boven	onder	boven	onder	boven	onder	boven	onder	boven
uitfaseren WKK	0.0	7.0	0.0	7.5	0.0	-29.5	0.0	-15.0	0.0	104.8
uitfaseren WKK : geothermie	0.0	6.2	0.0	7.5	0.0	-45.6	0.0	-31.9	0.0	91.8
uitfaseren WKK : restwarmte	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	11.3
uitfaseren WKK : gasketel	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	16.1	0.0	16.2	0.0	1.7
extra geothermie	29.0	32.6	35.2	39.4	-72.3	-81.1	-8.1	-9.1	431.6	483.7
elektrisch verwarmen WP	0.0	1.6	0.0	1.7	0.0	-37.2	0.0	-33.9	0.0	24.7
elektrisch verwarmen full electric	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	14.1	0.0	14.8	0.0	6.0
KaE EHG	5.7	8.6	0.0	0.0	-66.5	-99.8	-60.8	-91.2	100.0	150.0
extra CO2	1.3	2.3	9.6	22.2	0.0	0.0	10.8	24.5	18.7	34.3
<b>totaal</b>	<b>36.0</b>	<b>52.5</b>	<b>44.8</b>	<b>71.1</b>	<b>-138.9</b>	<b>-233.4</b>	<b>-58.1</b>	<b>-109.8</b>	<b>550.4</b>	<b>803.4</b>

Tabel 6.17: Eindtabel emissiereductie nationale kosten en investeringen

	Code CPB	reductie Mton CO2	
		ondergrens	bovengrens
uitfaseren WKK*	L2-5	0.00	0.55
extra geothermie	L2-5	0.42	0.47
KaE EHG	L2-1	0.37	0.56
Elektr.verw	L2-3	0.00	0.35
CO2		nvt	nvt
<b>totaal</b>		<b>0.79</b>	<b>1.93</b>

Tabel 6.18: Overzicht van de effecten en kosten van de doorrekening van het OKA

		onder- grens	bovengrens
Jaarlijkse kosten 2030	Meuro/jaar	-58,05	-109,78
Emissiereductie	Mton CO2- eq	0,80	1,94
kosteneffectiviteit	euro/ton CO2-eq	-72,57	-56,59

# Referenties

- Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018). Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 11
- Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2019). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 146. 113 p
- BO Akkerbouw (2018) Notitie Branche Organisatie Akkerbouw (2018)
- BO Akkerbouw, Stikstofrijenbemesting (<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting.htm>)
- Commissie Grondgebondenheid (2018) Advies Grondgebonden Melkveehouderij.
- ECN (2017) Nationale Energieverkenning 2017. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) Amsterdam/Petten 2017
- Erisman, J.W. en A.M. van Doorn (2018) Het GLB na 2020: mogelijkheden voor biodiversiteit, bodem en klimaat. Louis Bolk Instituut/Wageningen Environmental Research. Publicatienummer 2018-025 LbP, WENR rapport 2908
- Kempenaar, C. (2010) Precisielandbouw: slim combineren van nieuwe technologieën, Syscope p22-27 (<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/149225>)
- Klimaatberaad (2018) Ontwerp van het Klimaatakkoord, Den Haag 21 december 2018
- Hekkenberg M. en Koelemeijer, R. (2018) Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord, PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, PBL-publicatienummer: 3380
- IPO (2018) Vierde Voortgangsrapportage Natuur. Natuur in Nederland, stand van zaken eind 2017 en ontwikkelingen in 2018. Interprovinciaal Overleg (IPO) en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).
- Janssen, H.C.E.P.J. (2017) De verbindend verklaring van landbouwvoorschriften: het heeft nogal wat voeten in de aarde. Tijdschrift voor Agrarisch Recht nr 5: 240-255.
- Kuikman, P., R. Schils, C. van Beek en G. Velthof (2010) Nitrificatieremmers in de Nederlandse landbouw. Potentiële vermindering van lachgasemissie (<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/136455>)
- Lesschen, J.P., Heesmans, H., Mol-Dijkstra, J., Van Doorn, A., Verkaik, E., Van den Wyngaert, I., en P. Kuikman, (2012) Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Wageningen, Alterra, Alterrarapport 2396. 62 blz.
- Lensink, S. (2018) Eindadvies basisbedragen SDE+ 2019. PBL Planbureau voor de Leefomgeving. Den Haag PBL-publicatienummer: 3342
- Melse, R.W.; Groenestein, C.M. (2016) Emissiefactoren mestbewerking : inschatting van emissiefactoren voor ammoniak en lachgas uit mestbewerking. Wageningen UR, Livestock Research (Livestock Research rapport 962).
- Ministerie van LNV (2018) Landbouw, natuur en voedsel: waardevol en verbonden, Nederland als koploper in kringlooplandbouw, Ministerie van landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Den Haag
- Ministerie van VROM (1994) Methodiek Milieukosten, Publikatiereeks Milieubeheer 1994/1. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

- Ministerie van VROM (1998) Kosten en baten in het milieubeleid – definities en berekeningsmethoden, Publicatiereeks Milieustrategie 1998/6. Den Haag: Ministerie van Volks- en huisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Ministerie van VROM (2004) Handreiking voor monitoring en evaluatie van klimaatmaatregelen. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Nabuurs, G.J. and M.J. Schelhaas (2002) Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators* 1 (2002) 213–223
- Ogink, G., & Vliet, J. van (2005). Regeling Beëindiging Veehouderijtakken (RBV): eindevaluatie. Ede/Wageningen: Expertisecentrum LNV. Referenties
- PBL (2017) Lerende evaluatie van het Natuurpact Naar nieuwe verbindingen tussen natuur, beleid en samenleving. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Planbureau voor de Leefomgeving, PBL-publicatienummer: 3380 Den Haag
- PBL (2018) Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw. Voorwaarden voor verandering. PBL Planbureau voor de Leefomgeving Den Haag, 2018 PBL-publicatienummer: 2717
- PBL (2019) Dagelijkse kost. Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. PBL-publicatienummer: 2638
- PBL (2019a) Effecten Ontwerp Klimaatakkoord. 13 maart 2019. Herziene versie. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Resolve-E (2019) Modelbeschrijving Resolve-E (te verschijnen 2<sup>e</sup> helft 2019).
- Schans, M. van der & Y. Houhuessen (2011), Phoenix 1.0: Deelrapport 1: Onderbouw rekenregels regionale bodemdalingsapplicatie. Houten: Grontmij Nederland B.V.
- Schelhaas, M. J., J. Eggers, M. Lindner, G. J. Nabuurs, A. Pussinen, R. Päivinen, A. Schuck, P. J. Verkerk, D. C. van der Werf and S. Zudin. (2007). *Model documentation for the European Forest Information Scenario Model (EFISCEN 3.1)*. Alterra-report 1559, Alterra, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, and EFI Technical Report 26, Joensuu, Finland.
- SDE (2019) <https://www.pbl.nl/sde>
- Šebek, L.B., Mosquera, J., Bannink, A. 2016. Rekenregels voor de enterische methaanemissie op het melkveebedrijf en reductie van de methaanemissie via mesthandling; het handelingsperspectief van het voerspoor inzichtelijk maken met de Kringloopwijzer. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 976
- Terluin, I.J. P. Berkhout; J. Jager, H. van der Meulen (2018). Verkenning gevolgen GLB voorstellen voor landbouwinkomens in Nederland. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2018-08
- Van Hout, M., W. Wetzels en B. Daniels (2019) Korte modelbeschrijving SAVE-Productie. PBL Planbureau voor de Leefomgeving. Den Haag, 2019 (document is in voorbereiding)
- Van den Akker, J.J.H. et al. (2008), 'Emission of CO2 from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission', pp. 645-648 in: Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use – The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8 – 13 June 2008, Jyväskylä, Finland: International Peat Society.
- Van den Akker, J.J.H, I. Hoving, R. Hendriks en M. Knotters (2018) Onderwaterdrains zijn effectief. Wageningen Environmental Research en Wageningen Livestock Research
- Van den Born, G.J., Kragt, F., Henkens, D., Rijken, B.C., van Bommel, B., van der Sluis, S.M. en W.B.M. ten Brinke (2016). Dalende bodems, stijgende kosten: mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied: beleidsstudie. PBL-publicatie; No. 1064. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving

- Van den Pol-Dasselaar, A., H. Blonk, M. Dolman, A. Evers, M. de Haan, J. Reijs, L. Sebek, T. Vellinga en H. Wemmenhove (2013) Kosteneffectiviteit reductiemaatregelen emissie broeikasgassen zuivel. Augustus 2013 WUR rapport 725 (<http://edepot.wur.nl/274864>)
- Van der Schans, D., J.N. Jukema, A. van der Klooster, K. Molenaar (PPO-Agv) H. Krebbers, R. Korver, G.-J. van Roessel, L. Meertens en J. Truiman (DLV Plant) (2008) Toepassing GPS en GIS in de akkerbouw. Nut en rendement van toepassingen op het gebied van geolandbouw. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Business-unit AGV PPO nr. 3250062000
- Van der Vegte, Z., L. Sebek en K. Verloop (2013) Nitraat voeren effectief tegen methaanemissie. V-focus, augustus 2013 (<http://edepot.wur.nl/264910>)
- Van der Vegte, Z. (2013) Nitraat over op de Marke. Online WUR artikel (<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Nitraat-voeren-op-De-Marke.htm>).
- Vermeulen, P.C.M. (2014) Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw : Kenggetallen voor Groenten - Snijbloemen - Pot- en perkplanten teelten. Editie 23 (KWIN 2014-2015), WUR GTB Tuinbouw .
- Versteeg, D. (2016) Minder methaan door voeren van nitraat. Veeteelt juni 1/2. (<http://edepot.wur.nl/385688>)
- W/E rapport (2016) Klimaatwinst door Bouwen in hout. Onderzoek naar de potentie bij woningbouw. Eindrapport W/E 9225, Utrecht, 24 oktober 2016

## BIJLAGE 1: Overzicht instrumenten en investeringsvolume veehouderij

Tabel B1.1: Overzicht instrumentatie veehouderij t.b.v. investeringen in klimaatmitigatie

indeling RVO	Instrument	Omschrijving	Opmerking	budget en budgethistorie
Stimulerende instrumenten voor financiering van innovatie	WBSO	fiscale innovatieregeling	innovatie: leidt niet tot substantiele BKG-reductie	nnp
	MKB innovatie	haalbaarheidsstudies, R&D samenwerkingsprojecten. Is een subsidie	idem	nnp
	PPS-toeslagen	gezamenlijke investering bedrijven en onderzoeksorganisaties (subsidies is 30% van de private inbreng)	idem	nnp
	EU-innov. Instr.	Horizon2020, LIFE (o.a. klimaat)	idem	nnp
	KIA Innovatie	Innovatiefonds		
Instrumenten gericht op implementatie en investeringen in nieuwe technieken of maatregelen	EIA	Fiscale regeling ter ondersteuning investering in energie besparende maatregelen. Netto voordeel circa 14%	warmteterugwinsystemen (o.a. uit luchtwassers), ledverlichting, energie-efficiënte melkkoeling	2016: budget € 161 mln. Netto voordeel subsector € 2,2. Gemeld investeringsbedrag € 31,8 mln, toegekend € 15,7 mln
	MIA Vamil	Fiscale regeling ter ondersteuning van investeringen in energiebesparende bedrijfsmiddelen	Proefstal, emissiearmestallen (NH3), gasdichte voorzieningen drijfmestopslag, mixen van drijfmest, methaanoxidatie, precisiebemesting	2016: budget is € 137 mln. Netto voordeel subsector € 30,4 mln, gemeld investeringsbedrag 306,3 mln wv VH 114 mln en MV 60 mln
	POP3	Plattelandsontwikkeling: innovatie, verduurzaming, jonge boeren, natuur en landschap, waterkwaliteit en LEADER. Jaarlijks (2018) is 110 mln beschikbaar vanuit POP3; <a href="https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/plattelandsontwikkelingsprogramma-pop3">https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/plattelandsontwikkelingsprogramma-pop3</a>	zero emissiestallen (40% subsidie), kalverstallen, weersverzekeringen	
	POP3 Jola	GLB gelden voor jonge boeren. Zie ook <a href="https://www.pop3subsidie.nl/blog/jonge-boeren-regeling-gaat-3-december-open/">https://www.pop3subsidie.nl/blog/jonge-boeren-regeling-gaat-3-december-open/</a>	bedrijfsinvestering, mestscheiding, warmtepomp	
	ANIB	Agrarische collectieven w.o. veenweide problematiek (rol provincies)	melkveehouderij	
	SNL/SKNL	Kwaliteitsimpuls Natuur en Landschap: compensatie waardedaling (rol provincies)	melkveehouderij	
Flankerende instrumenten	Greendeals	In potentie een waardevol instrument. De uitwerking bepaalt of geld ingezet wordt (bijv. Valuta voor veen). Geld afhankelijk van de 'deal'	niet actief instrument	0
	Regiodeal	Bodemdaling in Groene Hart	Mogelijk bijdrage in veenweide gebied, maar te	0
	Agroconv.	Energiebesparing, BKG reductie, hernieuwbaar	is geen extra budget voor klimaat	0
Financiering	Groenfon. Gro.	Revolverend fonds gericht op garantie	beschikbaar voor landbouw en landgebruik	nvt
	Jonge boeren 2019ev	Garantstellingsfonds	borg/garantie: jonge veehouders (varkens, MV met pachtgrond)	nvt
	GL/BL+	Garantie- en borgstellingsfondsen voor de landbouw: gericht op extra investeringen t.b.v. milieu en klimaat (de 'plus')	borg/garantie: veehouders en tuinders	circa 60 mln per jaar
	Klimaat envelop	middelen vanuit EZK, t.b.v. onderzoek, pilots, implementatie, innovatie, monitoring etc.	Methaan innovatie	nvt
	Sanerings envelop	Geld voor opkoop varkensrechten, stalvergoeding, investering stalinnovatie en uitrol	Varkenshouderij	nvt
	IBP vitaal platteland	extra budget voor veenweide, dierdichte gebieden en buffergebieden nabij natuurgebieden. 40 miljoen in 4 jaar	Melkvee en varkenshouderij	40 miljoen in vier jaar
	GLB	directe betalingen - Pijler 1 - vergroening	onzeker hoe het wordt uitgewerkt	Deel gaat naar klimaat, kan gaan toenemen, maar onzeker hoe en waarvoor. In potentie belangrijk voor

Tabel B1.1: Overzicht instrumentatie veehouderij t.b.v. investeringen in klimaatmitigatie (vervolg)

Instrument	Melkvee en Varkenshouderij						
	actueel financiële faciliteit	invest. mln €/jr (10%)	invest. mln €/jr (20%)	invest. mln € tot 2030 (10%)	invest. mln € tot 2030 (20%)	range mln € tot 2030	aanvullend tov. NEV2017
WBSO	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nvt
MKB innovatie	30 mln	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nvt
PPS-toeslagen	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nvt
EU-innov. Instr.	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nvt
KIA Innovatie		nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nvt
EIA	147 mln, waarvan voor veehouderij 30 mln	3	6	33	66	33-66	100%
MIA Vamil	139 mln	17	34	187	374	187-374	100%
POP3	110 mln Eu en 110 mln Provincie/rijk	11	22	121	242	212-242	100%
POP3 Jola	6,7 mln subsidie, k€ 20 per boer	1	2	11	22	11-22	100%
ANIB	nvt	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	0%
SNL/SKNL	nvt	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	0%
Greendeals	nvt	-	-	-	-	-	0%
Regiodeal	10 mln bodemdaling Groene Hart	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn
Agroconv.	nvt	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn
Groenfon. Gro.	70 mln -> 300 mln investeringsvolume	30	60	30	60	30-40	100%
Jonge boeren 2019ev	64 mln -> circa 45 bedrijven, 4 ton, 20-30 jaar	2	4	22	44	22-44	100%
GL/BL+	60 mln aan leningen - > investeringsvolume 200 mln	2.5	6	27.5	66	28-66	100%
Klimaat envelop	5 mln (2019), 9 mln(2020-2030)	6.5	6.5	77	77	77	100%
Sanerings envelop	120 mln, 40 innovatie + 40 mln CV	2.9	5.8	32	64	32-64	100%
IBP vitaal platteland		1.5	2.5	6	10	6 - 12	
GLB	500 - 600 mln	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn	nbn

Tabel B1.2: Overzicht van uit de instrumentatie afgeleid investeringsvolume voor de melkveehouderij en varkenshouderij (miljoenen euro's tot 2030)

		invest. mln €/jr (10%)	invest. mln €/jr (20%)	invest. mln € tot 2030 (10%)	invest. mln € tot 2030 (20%)		
Beschikbaar investeringsvolume voor de veehouderij		<b>77</b>	<b>149</b>	<b>547</b>	<b>1,025</b>		
waarvan specifiek voor varkenshouderij		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>153</b>	<b>306</b>		
waarvan specifiek voor melkveehouderij		<b>6</b>	<b>12</b>	<b>66</b>	<b>132</b>		
waarvan ingeschat voor beiden toegankelijk		<b>56</b>	<b>107</b>	<b>322</b>	<b>577</b>		
							mln euro
	toegedeeld aan varkenshouderij	<b>42</b>	<b>81</b>	<b>314</b>	<b>595</b>	gemiddelde:	<b>454</b>
	toegedeeld aan melkveehouderij	<b>34</b>	<b>65</b>	<b>227</b>	<b>421</b>	gemiddelde:	<b>324</b>
(eenheid: miljoen euro)							

## BIJLAGE 2: Gebruikte kengetallen

Tabel B2.1: kengetallen per maatregel: arealen, CO<sub>2</sub> reductie per ha en totale emissiereductie in 2030 (en 2050)

code	Maatregel	areaal 2030 (ha)	CO2 effect na 10 jr/ha eenheid: ton CO2/ha	CO2 effect in 2030 eenheid: Mton CO2	CO2 effect na 30 jr/ha eenheid: ton CO2/ha	CO2 effect in 2050 eenheid: Mton CO2
1	uitstel van oogst bijgroei/oogst	5000	4.0	0.020	4.0	0.020
2a	revitaliseren laagproductieve bossen (es/populier) op kleigrond	8000	6.0	0.048	12.0	0.180
2b	revitaliseren laagproductieve bossen (es/populier) op kleigrond	10000	2.1	0.021	4.1	0.124
3	Verhogen SNL subsidie droge en natte bossen	32000	1.3	0.040	1.3	0.040
4	voorkomen ontbossing	2000	4.7	0.009	12.0	0.024
5	nieuw bos met compensatiegelden	2000	4.7	0.009	12.0	0.024
6a	niet natuur naar bos nabij infrastructuur	2500	4.7	0.012	12.0	0.030
6b	niet natuur naar bos (particulieren)	1000	4.7	0.005	12.0	0.012
7	aanleg meer bos in bestaand natuurnetwerk	15000	4.7	0.071	12.0	0.180
8	meer bos in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	4925	4.7	0.023	12.0	0.059
9	aanleg meer bos op veen in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	9500	9.7	0.092	12.0	0.149
10	beheer en aanleg landschapselementen	5000	2.5	0.013	2.5	0.013
11	Anti-verdrogingsmaatregelen in veengebieden (bossen, natuur)	28000	5.0	0.140	5.0	0.140
12	natuurontwikkeling (niet bos) op veen	0	0.0	0.0	4.7	0.118
13	natuurontwikkeling (niet bos) overige gronden	25000	0.0	0.0	4.4	0.065

Tabel B2.2: kengetallen per maatregel: investering en jaarlijkse beheerkosten per hectare

code	maatregel	eenmalige investeringskosten (euro ha-1)	totaal aan investeringskosten t.b.v. beheer of inrichting (euro)	totaal aan investeringskosten t.b.v. grondaankoop (euro)	jaarlijkse kosten euro ha-1	totaal aan jaarlijkse kosten (inv.+onderh.) (euro)
1	uitstel van oogst bijgroei/oogst	€ -	€ -	€ -	€ 150	€ 99,300
2a	revitaliseren laagproductieve bossen (es/populier) op kleigrond	€ 8,000	€ 64,000,000	€ -	€ -	€ 1,600,000
2b	revitaliseren laagproductieve bossen (es/populier) op kleigrond	€ 8,000	€ 80,000,000	€ -	€ -	€ 2,000,000
3	Verhogen SNL subsidie droge en natte bossen	€ -	€ -	€ -	€ 11	€ 352,000
4	voorkomen ontbossing	nvt	€ -	€ -	€ -	€ -
5	nieuw bos met compensatiegelden	nvt	€ -	€ -	€ -	€ -
6a	niet natuur naar bos nabij infrastructuur	€ 5,000	€ 12,500,000	€ -	€ -	€ -
6b	niet natuur naar bos (particulieren)	€ 5,000	€ 5,000,000	€ -	€ -	€ -
7	aanleg meer bos in bestaand natuurnetwerk	nvt	€ 20,000,000	€ -	€ -	€ 500,000
8	meer bos in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	nvt	€ -	€ -	€ -	€ -
9	aanleg meer bos op veen in voorziene uitbreiding natuurnetwerk	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
10	beheer en aanleg landschapselementen	€ 7,000	€ 35,000,000	€ -	€ 2,500	€ 13,375,000
11	Anti-verdrogingsmaatregelen in veengebieden (bossen, natuur)	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
12	natuurontwikkeling (niet bos) op veen	nvt	€ -	€ -	€ -	€ -
13	natuurontwikkeling (niet bos) overige gronden	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -



## BIJLAGE 3: Achtergrondinformatie per maatregel

### **GROEP 1 (tabel 5.1): Beheer van bestaande bossen en aanleg nieuw bos**

#### *Maatregel 1: uitstel van (hout)oogst in natuurbeheerplannen van bos*

Het OKA zet in op vergroten vastlegging koolstof in bestaande bossen, onder andere met aanpassingen in het bosbeheer. Partijen spreken af om een gezamenlijke inspanning te leveren om in het beheer, doelstellingen van onder meer biodiversiteit te combineren met een versterkte CO<sub>2</sub>-vastlegging. De achtergrondinformatie spreekt van aanpassing van natuurbeheerplannen van provincies en bosbeheerders waarbij productiebos een status krijgt van natuurbos. Dit leidt tot uitstel van oogst van hout en/of bijgroei en tot hogere CO<sub>2</sub> vastlegging in vegetatie en bodem omdat vegetatie blijft doorgroeien. Provincies verlenen subsidie voor uitvoering beheer via het SNL (Subsidiestelsel Natuur en Landschap) en kunnen daarmee sturen op beheer. Provincie en rijk dragen financieel bij aan het SNL volgens de afspraken in het Natuurpact.

Doorgerekende omvang; 5.000 ha. Dit komt overeen met de plannen van provincies tot 2027 op basis van natuurbeheerplannen (Bron: ambitiekaart Natuurpact; PBL, 2017). Gezien de overeenkomst met de plannen van het Natuurpact zijn onder- en bovengrens van realisatie op 100% gezet. Voor deze maatregel is immers instrumentarium aanwezig (natuurbeheerplannen, SNL, Natuurpact). Daarnaast zijn benodigde actoren (provincies, grote terreinbeheerders) betrokken zijn het opstellen van het OKA. Kosten zijn berekend als opbrengstderving bij niet oogsten (100kE/jr), onduidelijk is of dit wel of niet al is opgenomen in de kosteninschatting van het Natuurpact beleid (PBL, 2017).

#### *Maatregel 2 en 3: Revitalisatie van bestaande bossen (2a en 2b) en aanvullende subsidie bosbeheer (3)*

Het OKA zet in op vergroten vastlegging koolstof in bestaande bossen, onder andere met aanpassingen in het bosbeheer. Partijen spreken af om een gezamenlijke inspanning te leveren om in het beheer doelstellingen van onder meer biodiversiteit te combineren met een versterkte CO<sub>2</sub>-vastlegging. Niet alle huidige bossen zijn vitaal en groeikrachtig. Bij verminderde groei wordt minder CO<sub>2</sub> vastgelegd. Dit speelt zowel op zand- als op klei/veengronden. Revitalisering door onder andere verjonging (aanplant en ruimte maken voor jonge bomen) biedt kansen dat nieuwe en bestaande bomen verder kunnen uitgroeien en meer CO<sub>2</sub> kunnen vastleggen in vegetatie en bodem. Via impuls van beheer kan gewerkt worden aan het op niveau houden van vitaliteit. De achtergrondinformatie bij het OKA spreekt van revitalisatie en aanvullende subsidie van het bosbeheer, door ophoging van subsidiebudgetten (SNL, SKNL) door provincies en/of rijk. In het OKA zijn echter geen afspraken gemaakt over ophoging van budgetten voor beheer.

Doorgerekende omvang; Bovengrens van 18.000 ha revitalisering en 32.000 ha aanvullend SNL subsidie voor bosbeheer, op basis van door bosbeheerders genoemde huidige arealen minder vitaal bos en door experts ingeschatte haalbare uitvoering. Harde afspraken over financiering ontbreekt echter. Aangenomen is dat de maatregel minimaal deels gerealiseerd kan worden met de wel beschikbare gelden uit de klimaatveloppe voor bomen, bos en natuur. Onzekerheid over het precieze beschikbaarheid en verdeling is echter groot, zodat gewerkt is met een marge van 20 to 100%.

#### *Maatregel 4: Voorkoming ontbossing door afspraken, aanscherping wet- en regelgeving en extra controle*

Het OKA geeft aan dat partijen (Rijksoverheid, provincies, gemeenten waterschappen, terreinbeheerders, landbouwers, grondeigenaren) een gezamenlijke inspanning leveren om

ontbossing te beperken. De achtergrondinformatie noemt instrumenten als aanvullende subsidiering voor tijdelijke bossen, aanpassing beheer ten aanzien van kapvlaktes, verbeterd toezicht (illegale kap en compensatie) en wetswijziging om vrijstelling van compensatie bij boskap voor natuurontwikkeling te stoppen. Bij verminderde boskap blijft meer bos behouden en komt minder CO<sub>2</sub> vrij.

Doorgerekende omvang; Voor de bovengrens is uitgegaan dat boskap verminderd met 1000 ha/jaar. Dit uitgaande van getallen voor huidige boskap in natuurgebieden, omdat hier de grootste vermindering van boskap zal kunnen plaatsvinden. In natuurgebieden geldt bij natuurontwikkeling nu de compensatieverplichting niet. In de tijd dat compensatie ook voor natuurgebieden gold, werd ontbossing sterk geremd. Buiten natuurgebieden geldt verplichte compensatie nog en zal boskap minder snel minder worden. In deze gebieden wordt versterkt toezicht en uitvoering voorgesteld, maar de maatregelen zijn nog beperkt uitgewerkt.

De doorgerekende ondergrens is de situatie waarbij boskap plaatsvindt volgens uitvoering van huidige provinciale natuurbeheerplannen, waarbij uitgegaan wordt van natuurontwikkeling gericht op realisatie van PAS en VHR-doelen. Stoppen van boskap in natuurgebieden kan, zeker op sommige plekken, op gespannen voet staan met afspraken uit Natura 2000 en VHR. En mogelijk met de PAS, waarin overeengekomen natuurherstel van open natuur gekoppeld is aan vergunningverlening voor economische ontwikkelingen. Daarentegen lijkt uit eerste analyse van beheerplannen dat een aanzienlijk deel van de voorziene kap plannen niet direct gerelateerd lijkt te zijn aan PAS hersteldoelen. Onder- en bovengrens geven daarmee een brede onzekerheidsmarge weer (0-100%).

*Maatregel 5: aanleg nieuw bos door inzet compensatiegelden en oprichting nieuwe fondsen*  
In de OKA is aangegeven dat partijen bij noodzakelijke ontbossing, bijvoorbeeld vanwege internationale natuurafspraken, gezamenlijk afspraken maken over een adequate CO<sub>2</sub>-compensatie. Achtergrondinformatie spreekt van verbeterd toezicht op versnelde uitvoering en, het aanleggen van compensatiepools (en een soort ontwikkelmaatschappij) ter voorkoming dat omvorming naar bebouwd gebied, infrastructuur niet of te laat wordt gecompenseerd. Bij boskap zonder compensatie door aanleg nieuw bos is er sprake van een verminderde CO<sub>2</sub> vastlegging.

Doorgerekende omvang; Bovengrens gaat uit van het beschikbaar stellen van huidige financiële middelen uit het compensatiefonds ten behoeve van bosaanleg. Ondergrens is dat maar een deel van de huidige middelen uit het compensatiefonds ingezet kan worden voor bosaanleg. Dit omdat middelen beschikbaar moeten zijn voor andere type natuur dan bos.

Het hanteren van deze ruime marges komt voort uit het feit dat in het OKA geen harde afspraken gemaakt zijn over omvang van financiering van een de aanvullend compensatiepools. Ook is niet zeker welk deel van de huidige middelen uit het compensatiefonds beschikbaar zijn voor boscompensatie. Onzekerheid is dus groot.

*Maatregel 6, 7, 8 en 9: Nieuw bos aanleggen op particuliere gronden (6a), langs infrastructuur (6b) en nabij steden (6c), in het bestaande Natuurnetwerk (7, 8)) en in nieuwe natuur van het Natuurnetwerk (9).*

In het OKA is aangegeven dat publieke en private terreinbeheerders samen met provincies gaan verkennen wat de mogelijkheden zijn voor nieuw bos in hun beheergebieden. Met aanleg van nieuw bos zal CO<sub>2</sub> vastlegging toenemen. Naast deze intentieverklaring voor nieuwe bosaanleg noemt het OKA de uitvoering van het Natuurpact plannen. Partijen geven aan bij die uitvoering steeds te gaan kiezen voor de klimaatlimste opties. In het Natuurpact hebben rijk en provincies afspraken gemaakt over aankoop en inrichting van nieuwe natuur. In totaal moet richting 2027 tenminste 80.000 ha nieuwe natuur zijn ingericht. Deels gaat het over

inrichting van al eerder aangekochte gronden, deels gaat het over nog te verwerven gronden. In de achtergrondinformatie bij het OKA is voorgesteld om in de nieuw in te richten gronden en nieuw aan te kopen meer bos aan te leggen. Bovendien wordt gesproken over extra aanleg van bos in al bestaande natuur in het Natuurnetwerk. Ook spreekt het OKA over intenties voor aanleg van bos buiten het natuurnetwerk, bijvoorbeeld op gronden van particulieren, RWS, agrariërs en nieuw bos nabij stadsuitbreiding.

Doorgerekende omvang; Uitgegaan is van 6.000 ha bos in bestaande gebieden, zoals genoemd in het OKA (waarvan 5.000 ha in het NNN door grotere terrein beherende organisaties en 1.000 ha bij particulieren). Aangenomen is dat de 1.000 ha als kleine bossen of grote landschapselementen gerealiseerd zullen worden. Als zodanig zijn deze doorgerekend. De achtergrondinformatie van het OKA geeft daarnaast extra invulling aan de natuurontwikkeling in de 80.000 ha nieuwe natuur uit het Natuurpact. Volgens die cijfers gaat om bijna 30.000 ha extra bos (9.500 ha op veen, 15.000 ha in eerder aangekochte gronden en 5.000 ha op nog aan te kopen gronden). Daarbuiten gaat het nog om circa 2.500 ha (langs wegen ed), die zijn doorgerekend als kleine bossen of grote landschapselementen (zie aldaar).

Voor niet al de afzonderlijke locaties zijn de voorstellen even concreet uitgewerkt, geïnstrumenteerd en van financiering voorzien. Meest concreet zijn de voorstellen voor nieuw bos in bestaande en nieuwe natuur uit de plannen van het Natuurpact ten aanzien van het Natuurnetwerk. Voor extra bosaanleg is wel aanpassing van de huidige natuurbeheerplannen nodig, aangezien provincies nu nog hoofdzakelijk inzetten op realiseren van open natuur in plaats van bos. De focus op open natuur komt voort uit doelen vanuit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen. Aanpassing van de plannen ten behoeve van extra bos kan gaan botsten met doelen vanuit deze richtlijnen en met afspraken in PAS en Natura 2000.

Als bovengrens is uitgegaan dat door bosbeheerders genoemde hectaren gerealiseerd kunnen worden binnen de 80.000 ha nieuwe natuur en overige al bestaande natuur. Middelen (financiën en gronden) voor uitbreiding en inrichting van nieuwe natuur zijn immers aanwezig (PBL, 2017) en partijen zijn betrokken bij het OKA. De ondergrens is gesteld op 10% omdat verwachte frictie ten aanzien van VHR, Natura 2000 en PAS onzeker maakt of (tijdige) verandering van plannen wel realistisch is. Bosaanleg rond nieuwe woningen is niet meegenomen in de berekening. Dit ondanks dat in het OKA is aangegeven dat provincies en gemeenten bij realisatie van nieuwe wijken direct ook bos gaan realiseren en financieren. Daarbij is echter niet aangegeven om hoeveel bos en/of financiën het dan gaat. In de uiteindelijke berekening is uitbreiding rond stad dan ook niet meegenomen.

## **GROEP 2 (tabel 5.1): Beheer en aanplant van landschapselementen en bomen**

### *Maatregel 10: Herstel en aanleg landschapselementen door afspraken en/of aanvullende subsidiering*

In het OKA wordt aangegeven dat partijen (rijksoverheid, gemeenten, waterschappen, infra-beheerders, landbouwers, grondeigenaren) gezamenlijk kansen benutten om areaal bos en natuur en aantallen bomen daarbuiten te vergroten. Zo zal VNG haar leden aanbevelen om te streven naar 1 procent meer bomen per jaar op Nederlands grondgebied. Daarnaast zal LTO zich inzetten richting leden en in samenwerking met (de)centrale overheden, om meer bomen en houtige landschapselementen op hun bedrijf te integreren. In de achtergrondinformatie bij het OKA zijn verschillende maatregelen voorgesteld om dit te helpen realiseren, zoals extra subsidieverlening op beheer, extra subsidieverlening ten behoeve van aanplant, initiatieven voor extra aanplant en promotie en onderzoek. Deze maatregelen sluiten aan bij

bestaande subsidie- en landschapsregelingen (zoals SNL, ANLB, SKNL). Door aanplant en beheer van bomen en struiken kan meer CO<sub>2</sub> worden vastgelegd.

Doorgerekende omvang; voor de bovengrens is van 5.000 ha aan landschapselementen uitgaande van getallen uit de achtergrondinformatie van het OKA. Ten aanzien van voorstellen voor landschapselementen bij particulieren en langs infrastructuur (wegen, wateren, etc) is uitgegaan gewerkt een ondergrens van 20%. De reden voor de bovengrens is wederom dat betrokken partijen hectaren als haalbaar noemen. Reden voor de ondergrens is dat onduidelijk is hoeveel precies gerealiseerd zal worden met inzet van eigen/bestaande middelen.

*Aanplant en beheer van individuele bomen door afspraken en/of aanvullende subsidiering*  
Maatregelen voor aanplant van individuele bomen zijn in het ontwerp klimaatakkoord beperkt uitgewerkt. Veelal ontbreken financieringsbronnen en/of zijn alleen intenties uitgesproken. Ook worden individuele bomen niet beschouwd in huidige emissieregistratie (methode LULUCF) en is nog weinig inzicht in de referentie situatie 1990 grotendeels onbekend. Gezien deze beperkingen is groei in individuele bomen in de raming niet apart meegenomen. Intenties vanuit het OKA zijn beschouwd als onderbouwing ten aanzien van groei van landschapselementen.

### **GROEP 3 (tabel 5.1): Beheer en aanleg overige natuur**

#### *Maatregel 11: maatregelen tegen verdroging door uitvoering plannen Natuurpact*

In de OKA wordt gesproken over maatregelen uit het Natuurpact. De achtergrondinformatie bij het OKA spreekt van uitvoering van bestaande plannen uit het Natuurpact ten aanzien van natuurontwikkeling op veen en anti-verdrogingsmaatregelen. Daarnaast wordt voorgesteld de daarna overblijvende verdroging verder in beeld te brengen en te gaan zoeken naar middelen om ook deze verdroging aan te gaan pakken. Daarbij wordt ook gesproken over het formuleren van plannen voor zones agrarisch gebied rond verdroogde natuurgebieden. Verdroogde natuurgebieden op koolstofrijke (organische) bodems hebben vaak een negatieve CO<sub>2</sub>-balans: er gaat meer koolstof verloren aan de atmosfeer in de vorm van broeikasgassen dan er CO<sub>2</sub> wordt vastgelegd. Door het nemen van anti-verdrogingsmaatregelen, zoals peilverhoging in sloten, valt de emissie te verminderen en zelfs om te zetten in CO<sub>2</sub> vastlegging. De voorgestelde aanpak in het OKA refereert aan bestaand beleid, zoals de implementatie van de KRW-verplichting om aquatische en terrestrische waterafhankelijke ecosystemen in een goed conditie te brengen en uitvoeren van anti-verdrogingsbeleid in het Natuurpact om natuurkwaliteit te verhogen.

Doorgerekende omvang; Voor de effectinschatting van antiverdrogingsmaatregelen heeft PBL zich gebaseerd op de voorgestelde provinciale natuurmaatregelen tot 2030 (PBL, 2017). Deze maatregelen zijn geen onderdeel van het basispad en zijn daarom te beschouwen als maatregelen die extra bijdragen aan CO<sub>2</sub>-vastlegging. Met hydrologische maatregelen en inrichtingsmaatregelen in nieuwe natuur zal in meer dan 100.000 ha NNN het grondwaterpeil toenemen (PBL, 2017). Het gaat om 32.600 ha vernatting in bestaande natuur op veengronden. In de evaluatie van het natuurpact is door experts het uitvoeringspotentieel van Natuurpact plannen bekeken (PBL, 2017). Voor de hydrologische maatregelen is toen aangegeven dat dat 100%-realisatie ('gaat volledig lukken') niet reëel lijkt. Dit ondanks het dwingende karakter van een deel van de anti-verdrogingsmaatregelen die genomen worden binnen de PAS en de goed geregelede instrumentatie en financiering. Volgens de experts was toen 'Gaat bijna volledig lukken' een reëlere inschatting. Dit betekent dat een realisatie van 80% reëler leek ( $0,8 * 36.500 = 28.000$  ha). Echter, gegeven recente informatie over voortgang van PAS-maatregelen en inrichtingsmaatregelen (IPO, 2018) is nu gerekend met een aanvullende effectiviteit van 90% (voor zowel de ondergrens als bovengrens).

Effecten van extra anti-verdrogingsmaatregelen bovenop de plannen uit het Natuurpact, zoals benoemd in het achtergrondinformatie bij het OKA, zijn niet nu doorgerekend omdat uitwerking en financiering ontbreken.

*Maatregel 12, 13 en 14: Natuurontwikkeling overige natuur (niet bos, kwelders, inclusief nieuwe natuur op veen)*

In het OKA staat dat dat moeras-, veen- en kustecosystemen met een grote CO<sub>2</sub> voorraad beter beschermd moeten worden. Het OKA geeft aan dat waterschappen, provincies, Rijkswaterstaat en LNV CO<sub>2</sub> vastlegging zullen meewegen in de uitvoering van het water- en omgevingsbeleid en beheer grote wateren, zoals Deltaprogramma, Kaderrichtlijn Water, Programma Ecologie Grote Wateren, waterbeheerprogramma's, de provinciale omgevingsplannen en beheer van IJsselmeer, Waddenzee en zeearmen. Concrete hectaren of bedragen worden echter niet genoemd. In de achtergronden wordt gesproken over verbeterd beheer, herstel en aanleg van extra kwelders. Dit als aanvulling op plannen uit het Natuurpact. Genoemd wordt een extra inzet op herstel/realisatie van 500 tot 1.000 ha. Financiering is echter nog niet geregeld. Bovendien moet nog bekeken worden hoe kwelderontwikkeling en beheer past in de systematiek van emissie inventarisatie. In de berekeningen is derhalve niet gekeken naar kwelder beheer of uitbreiding.

Ten aanzien van natuurontwikkeling op veen is uitgegaan van de plannen uit het Natuurpact. Duidelijk is dat uitbreiding van het NNN deels plaatsvindt op veengronden, deels op andere gronden. Echter, door invulling van maatregelen uit het OKA zal een deel bebost worden en een deel niet (zie eerder). Afhankelijk van de hoeveelheid bebossing zal het areaal met overige natuur afnemen. Bij de berekeningen van onder- en bovengrenzen is hiermee rekening gehouden.

#### **GROEP 4 (tabel 1.1): Duurzaam gebruik van hout**

*Maatregel 15: vastleggen van koolstof door duurzaam gebruik van hout en houtproducten in bouw en grond- weg- en waterbouw*

In de OKA wordt gesproken over maatregelen om meer hout duurzaam te gebruiken in de bouw (o.a. houtskeletbouw) en in de grond- weg en waterbouw (GWW). Het toepassen van hout heeft impact op de emissiereductie via vastlegging van koolstof in duurzame producten (huizen, meubelen, infrastructurele werken) en via vermeden emissie, doordat staal, beton en steen wordt vervangen door hout. Doordat in de bouw veel buitenlands hout wordt toegepast is de bijdrage aan de nationale emissiereductie beperkt (die vindt plaats in het land van herkomst). De vermeden emissie valt onder industrie en niet onder landgebruik. Via houtbouw (10.000 Houtskelet woningen) en meer houtgebruik in bestaande bouw kan een emissiereductie gerealiseerd worden van 0,2 Mton CO<sub>2</sub> (W/E rapport 2016). De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die wordt vastgelegd in huizen en GWW is circa 0,25 Mton, maar daarvan mag dus maar een beperkt deel (schatting 0,05 Mton) worden meegeteld. Als meer inlands hout wordt gebruikt neemt het aandeel dat meetelt toe. De maatregel is niet concreet genoeg en het ontbreekt aan een duidelijk prikkel.

## BIJLAGE 4: CO<sub>2</sub>-levering aan de glastuinbouw

Vraag naar extern geleverd CO<sub>2</sub>

Een direct gevolg van het nemen van maatregelen om de warmtevoorziening van de sector CO<sub>2</sub>-vrij maken is de afname van de door de sector glastuinbouw geproduceerde CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> die nu wordt ingezet voor gewasfertilisatie. Om te bepalen hoeveel CO<sub>2</sub> die door de industrie geleverd moet gaan worden ter compensatie van maatregelen voor duurzame warmte uit het OKA zijn onderstaand uitgangspunten gehanteerd.

- Een "gemiddeld" bedrijf beslaat 5 ha en verbruikt 20 m<sup>3</sup> aardgas/m<sup>2</sup> per jaar (eigen aannames)
- Een "gemiddeld" bedrijf heeft 1000-1500 ton/CO<sub>2</sub> per jaar nodig indien afhankelijk van externe levering (private communicatie leverancier X)
- De inzet van duurzame CO<sub>2</sub>-vrije warmte uit het OKA bedraagt 7,0 tot 16,7 PJ

Hieruit volgt dat 1 PJ duurzame warmte ongeveer 169 ha glas bedient.

Dit leidt ertoe dat de duurzame warmte-inzet zoals voorgesteld in het OKA 1180 tot 2810 ha zal bedienen (zie tabel B4.1). Met een gemiddelde vraag van 1250 ton CO<sub>2</sub>/jaar per bedrijf leidt dit tot een vraag naar externe CO<sub>2</sub> van 0,3 tot 0,7 Mton CO<sub>2</sub>.

Tabel B4.1: Vraag naar externe CO<sub>2</sub> bij onder- en bovengrens

	Duurzame warmte PJ*	Aantal ha	Aantal bedrijf-eq ( 5 ha/bedrijf)	Hoeveelheid externe kton CO <sub>2</sub> (1250 ton/jaar/bedrijf)
Ondergrens	7.0	1180	236	295
Bovengrens	16.7	2810	562	703

\*zijn drie bronnen voor warmte: restwarmte, geothermie en elektrificatie

Op dit moment bedraagt de levering van CO<sub>2</sub> door OCAP circa 0,5 Mton. Deze hoeveelheid wordt via leidingen geleverd aan circa 600 bedrijven (zie ook <https://www.ocap.nl/nl/>). Dit komt overeen met circa 3000 ha (gebaseerd op bedrijf-eq van 5 ha per bedrijf). De levering komt dus neer op 830 ton per bedrijf. Dit is lager dan de 1000-1500 ton per jaar die hierboven is vermeld voor een gemiddeld bedrijf. Dit verschil kan verklaard worden door dat OCAP nu voornamelijk CO<sub>2</sub> levert ter vermijding van zomerstook. Rekening houdend met het feit dat de vraag naar CO<sub>2</sub> voor fertilisatie groter is in de warme periode, wanneer minder gestookt wordt dan in de koudere seizoenen, past deze schatting op basis van OCAP-cijfers wel binnen de vraag zoals doorgegeven door een leverancier.

### Kostenberekening

Verder is aangenomen voor de kostenberekening dat, gegeven het glastuinbouwgebied waar OCAP nu actief is en waar het denkt uit te breiden, dat 70 procent van de externe CO<sub>2</sub> vraag via de leidingen van OCAP, en dus gasvormig, geleverd wordt. De resterende 30 procent van de glastuingebieden bevinden zich in locaties waar geen levering via leidingen kan plaatsvinden. In die gevallen wordt de CO<sub>2</sub> vloeibaar geleverd en lokaal opgeslagen in tanks bij de tuinder. Die tanks zijn eigendom van de CO<sub>2</sub>-leveranciers, de tuinders betaalt daarvoor een huurprijs die inbegrepen zit in de "all-in" kostprijs die hij voor de geleverde CO<sub>2</sub> betaalt.

De KWIN (Vermeulen 2014) geeft volgende informatie voor CO<sub>2</sub> opslag en dosering bij een tuinder met tussen haakjes de bandbreedte:

- Huur tank (9 m<sup>3</sup>): 7200 euro/jaar (6000-8400)
- Verdeelleidingen in de kas: 1.24 euro/m<sup>2</sup> (1,14-1,34)

- CO-detector: 2050 euro/installatie (1900-2200)
- CO<sub>2</sub>-multiplexer: 4075 euro/installatie (3900-4250)

Er is er van uit gegaan dat alle tuinders de installaties in de kas nodig hebben. Dit betekent per gemiddeld bedrijf, met 5 ha kassen een investering van 68 K€. Voor kassen waar de CO<sub>2</sub> met tankauto's wordt geleverd komt er nog de jaarlijkse huurprijs van de tank bij (als OPEX). Verder wordt verondersteld dat tanks gemiddeld jaarrond om de 2 weken gevuld worden.

Voor de geleverde CO<sub>2</sub> wordt 20 euro/ton als nationale kostprijs aangenomen, "all-in" prijzen liggen tussen 80-140 euro/ton (conform KWIN) of 90-100 euro/ton (conform een geraadpleegde leverancier). De nationale kosten zijn de extra kosten voor de samenleving als geheel. Het verschil tussen de nationale kostprijs en de all-in kostprijs komt ten goede aan andere partijen in de Nederlandse samenleving. Voor de doorrekening komen de kosten voor CO<sub>2</sub>-levering bij de ondergrens neer op 11 miljoen euro per jaar en bij de bovengrens op 25 miljoen euro per jaar (zie tabel B4.1).

*Tabel B4.1: Kosten CO<sub>2</sub> levering door externen (onder- en bovengrens)*

	Inkoop kton CO <sub>2</sub>	Investerin- gen M€	OPEX M€/jaar	Geannuali- seerde inves- tering M€/jaar	Inkoop CO <sub>2</sub> M€/jaar	Totale jaar- lijkse kosten M€/jaar
	A	B	C	D= Ann(B)	E= A x 20 €/ton	F=C+D+E
Onder- grens	295	18,73	3,65	1,26	5,91	10,8
Boven- grens	703	34,27	8,17	2,30	14,05	24,5



## BIJLAGE 5: Doorrekening met actuele prijzen

Als aanvulling op de doorrekening van het OKA voor de sector glastuinbouw werd er gevraagd om ook een doorrekening te maken waarbij gebruik gemaakt wordt van de actuele energieprijzen i.p.v die uit de NEV2017. In tabel B5.1 staan de energieprijzen voor aardgas en elektriciteit voor beide gevallen vermeld.

Tabel B5.1: *Energieprijzen 2030 voor NEV2017 en de actuele prijzen*

	NEV2017			Actuele prijzen		
	€/m3	€/kWh	€/GJ	€/m3	€/kWh	€/GJ
Aardgas	0,319		10,09	0,246		7,77
elektriciteit		48,0	13,32		52,0	14,44

Andere prijzen leiden tot andere beslissingen door de tuinders en leiden uiteindelijk tot veranderingen in het finale energieverbruik van de sector.

Er is achtereenvolgens gekeken naar:

- Effect op het elektriciteitsverbruik
- Effect op de inzet van gasgestookte WKK
- Effect op het gasverbruik in ketels
- 

Hiertoe is gebruik gemaakt van prijselasticiteiten van gas- en elektriciteitsverbruik die afgeleid zijn uit de prijsscenario's die gerund zijn voor de NEV2017. Voor het gasverbruik is gebruik gemaakt van informatie van het LEI<sup>12</sup>.

### *Elektriciteitsverbruik*

Voor effecten op het elektriciteitsverbruik is onderzocht welk verband er bestaat tussen de elektriciteitsprijs en het verbruik. Hiervoor is het NEV2017 scenario met vastgesteld en voorgenomen beleid genomen omdat hiervoor twee varianten doorgerekend zijn met lage en hoge energieprijzen. De verschillen in prijs in tabel B5.1 is te wijten aan een ander jaar waarin de € uitgedrukt zijn. Dit prijsverschil heeft geen effect op de bepaling van de elasticiteit.

Tabel B5.2: *data uit NEV2017: vraag naar elektriciteit en prijs*

	laag	midden	hoog	eenheid
totale elektriciteitsvraag glastuinbouw	23,85	23,15	22,51	PJ
Elektriciteitsprijs	8,20	12,48	22,62	Euro2017/GJ

Er is onderzocht of er een verband is tussen de elektriciteitsvraag volgens volgende wetmatigheden:

$$\text{Verbruik}_{(H,L)} = \text{Verbruik}_{(M)} \times (\text{Prijs}_{(M)} / \text{Prijs}_{(H,L)})^{\alpha}$$

$$\text{Verbruik}_{(H,L)} = \text{Verbruik}_{(M)} \times (\text{Prijs}_{(M)} - \text{Prijs}_{(H,L)})$$

Het blijkt dat bij een verschuiving naar hogere prijzen,  $\alpha$  0,048 bedraagt en dat de ratio - 0,064 PJ per €/GJ prijsverhoging bedraagt. Voor het effect is het gemiddelde van beide wetmatigheden genomen waarbij dus de prijsverhoging geldt. Dit leidt tot een beperkte vermindering in het verbruik van 0,08 PJ wat gelijk staat aan 0,02 TWh.

<sup>12</sup> Quick Scan bijdrage energiebesparing Glastuinbouw Energieakkoord duurzame groei; effecten van aanvullend beleid, 2014



### Gasinzet in WKK

Voor WKK is er van uit gegaan dat er een verband bestaat tussen de inzet van WKK en de (inkoop)prijs van aardgas en de (verkoop)prijs van elektriciteit. In de prijzenvarianten van de NEV2017 beweegt zowel de gas als elektriciteitsprijs naar beneden of naar boven. In een analyse waar, zoals het geval is met de actuele prijzen waar de gasprijs lager is en de stroomprijs hoger leidt ertoe dat er geen verband, zoals eerder bij elektriciteitsverbruik kon gevonden worden. Omdat er wel degelijk een verband bestaat (de zgn spark-spread), is er onderzocht of de prijsverhoudingen bepalend zijn. Dit verband is afgeleid uit de NEV2017 cijfers (zie B5.3).

Tabel B5.3: Verband warmteproductie gasWKK en ratio elektriciteits- en gasprijs

	laag	midden	hoog	
Warmteproductie gas--WKK	16,8	14,9	33,0	PJ
Elektriciteitsprijs/ gasprijs	1,714	1,276	2,143	(Euro2017/GJ)/ (Euro2017/GJ)

Het valt op dat bij zowel de lage als hoge prijsvariant de warmteproductie hoger is dan in de middenvariant. Dit leidde ertoe om de warmteproductie als volgt uit te drukken:

$$\text{Warmte}_{(H,L)} = \text{Warmte}_{(M)} \times (\alpha_{(H,L)} \times (\text{prijs elektriciteit}_{(H,L)} / \text{prijs gas}_{(H,L)}))$$

(Waarbij  $\alpha_{(H,L)}$  resp. 1,033 en 0,659 bedraagt)

De verhouding van de actuele prijzen is 1,859 en ligt dus tussen beide in. Uitgaande van een lineair  $\alpha$ -verband, bedraagt de  $\alpha$  van de actuele prijzen 0,790. Dit leidt tot een nieuwe warmteproductie van 21,88 PJ. Dit stemt overeen met een gasinzet van 46,35 PJ en een stroomproductie van 18,05 PJ (5,01 TWh).

Doordat de WKK meer warmte produceert en de warmtevraag niet verandert, betekent dit dat er minder warmte uit andere bronnen nodig is. Voor deze berekening is aangenomen dat dit warmte uit gasketels is. De meerproductie uit WKK bedraagt 6.98PJ. Met een ketelrendement van 93.6 procent betekent dit een reductie van het gasverbruik in ketels van 7.46 PJ aardgas.

### Gasinzet in ketels

Op basis van een prijselasticiteit bepaald door het LEI is hier berekend wat het effect op de gasinzet is. WEcr hanteert  $-0,561 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ct}_{1980}$  als effect bij prijsveranderingen. Hoewel uitgedrukt voor prijsstijgingen gaan we er van uit dat dezelfde elasticiteit geldt voor prijsdalingen. Met een prijsverschil van 7,34 ct/m<sup>3</sup> en omgerekend naar 1980 bedraagt het verschil in gasverbruik 1,72 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> kas.

Uitgaande van het NEV areaal van 9390 ha in 2030 en door het LEI ingeschat areaal wat niet reageert op een prijsprikkel (1950 ha), betekent dit een meerverbruik van 4,03 PJ aardgas. De prijsverlaging van aardgas leidt er dus toe dat er minder prikkel is om te besparen.

### Overzicht

De drie bovenvermelde effecten leiden samen tot volgend beeld, uitgaande van de referentie NEV2017 SDE+ vrij:

Tabel B5.4: Veranderingen in energie-inzet in 2030 door de actuele prijzen

PJ finaal	2030	effecten actuele prijzen			2030
	SDE vrij	stroomverbruik	WKK	gasketel	actuele prijzen
gasketel	54,10		-7,46	4,03	50,67
gasWKK	31,55		14,80		46,35
biomassaketel	0,38				0,38
biomassaWKK	2,20				2,20
biogasketel					
biogasWKK					
geothermie	8,44				8,44
extra geothermie					
Warmtepomp	0,43				0,43
LPG ketel	0,12				0,12
externe warmte	3,50				3,50
extra restwarmte					
elektriciteit	23,55	-0,08			23,47
<b>totaal</b>	<b>124,26</b>	<b>-0,08</b>	<b>7,34</b>	<b>4,03</b>	<b>135,55</b>
Mton CO2-eq					
CO2 emissies	4,85	0,00	0,41	0,23	5,49
CH4-slip	0,36		0,17		0,53
<b>totale BKG</b>	<b>5,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,58</b>	<b>0,23</b>	<b>6,02</b>

Ook de stroombalans wijzigt, voor de meerproductie van de WKK is dezelfde verhouding voor eigen verbruik en voor netlevering aangehouden als in de NEV. Doordat de WKK meer produceert, wordt er minder stroom ingekocht.

Tabel B5.5: Veranderingen in de stroombalans

	2030 SDE vrij	2030 Actuele prijzen
TWh		
uit gasWKK voor eigen verbruik	1,36	2,00
uit gasWKK naar net	-2,06	-3,02
uit biomassaWKK	0,09	0,09
Inkoop	5,09	4,43
finale vraag	6,54	6,52

#### Effecten maatregelen OKA

Net zoals bij de doorrekening van het OKA op basis van de NEV2017, werd er ook gevraagd om een doorrekening van de effecten van de maatregelen met de actuele prijzen. De maatregelen op zich zijn niet anders dan in de originele doorrekening. Wat wel speelt is dat voor een paar maatregelen het effect anders wordt ingeschat omdat de referentiesituatie anders is geworden.

### Verduurzaming van de warmtevraag

Omdat aardgas-WKK bij actuele prijzen meer bijdraagt tot de invulling van de warmtevraag, betekent dit dat verduurzaming door geothermie en restwarmte een groter aantal PJs betreft. Het uitgangspunt blijft dat door verduurzaming er 30 procent van de WKK-warmte verdwijnt.

### besparing door EHG

Omdat het gasverbruik per m2 licht is toegenomen vergeleken met de NEV2017, is er aangenomen dat besparing door tweede energieschermen onder de EHG-regeling ook een licht verhoogd besparingseffect zal hebben. Voor de eenvoud is aangenomen dat dit extra besparingseffect proportioneel is met de toename in gasverbruik (5,8 procent).

### Finaal energieverbruik bij actuele prijzen

Tabel B5.6: Finaal verbruik bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen

PJ	2030	2030	uitfase- ren WKK	extra ge- othermie	KaE EHG*	totaal KA2 ac- tuele prijzen
	SDE vrij	actuele prijzen				
gasketel	54,10	50,67	2,34	-7,55	10,46	35,00
gasWKK	31,55	46,35	-13,9			32,44
biomassaketel	0,38	0,38				0,38
biomassaWKK	2,20	2,20				2,20
biogasketel						
biogasWKK						
geothermie	8,44	8,44				8,44
extra geother- mie			2,19	7,06		9,25
WARMTEPOMP	0,43	0,43				0,43
LPG ketel	0,12	0,12				0,12
externe warmte	3,50	3,50				3,50
extra rest- warmte			2,19			2,19
elektriciteit	23,55	23,47	0,07	0,24		23,78
totaal	124,26	135,55	-7,12	-0,25	10,46	117,72

\*5 mln euro

Mton CO2-eq						
CO2 emissies	4,85	5,49	-0,65	-0,43	-0,59	3,82
CH4-slip	0,36	0,53	-0,16			0,37
totale BKG	5,21	6,02	-0,81	-0,43	-0,59	4,19

De maatregelen uit het OKA onder de actuele prijzen leiden dus tot een BKG-emissiereductie van 1.83 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

#### *Stroombalans*

Voor de stroombalans (zie B5.7). is het van belang dat er dus meer stroom door WKK geleverd wordt, ook na gedeeltelijke verduurzaming van de warmte-invulling, er wordt wat minder verbruikt en dus minder ingekocht van het net. Dit betekent ook dat de ambitie van de sector om 3.5 TWh stroom meer in te kopen dan in 2017 niet aangehouden kan worden, de situatie is immers anders geworden bij de actuele prijzen. Voor de extra inkoop voor belichting wordt rekening gehouden met de verminderde vraag (-0,35 procent) en met het feit dat WKK meer produceerde (0,64 TWh). In de doorrekening wordt er nog 2.22 TWh meer ingekocht dan in 2017.

De stroombalans komt er als volgt uit te zien:

*Tabel B5.7: Stroombalans bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen*

TWh	2017 WEcR	2030 SDE vrij	2030 actuele prijzen	2030 KA2
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	2,00	1,40
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-3,02	-2,11
uit biomassaWKK	pm	0,09	0,09	0,09
inkoop	2,90	5,09	4,43	5,12
wv extra inkoop tov 2017				2,22
wv inkoop vervanging gasWKK				0,60
wv extra stroomvraag geothermie				0,09
wv voor belichting				1,53
wv voor verwarming				0
finale vraag	6,60	6,54	6,52	6,60

#### *Bandbreedtes van de effecten uit het OKA bij actuele prijzen.*

Net zoals bij de doorrekening bij NEV2017 prijzen, is hier ook naar de onder- en bovengrens gekeken van de effecten. De meegenomen maatregelen en aannames zijn ongewijzigd gebleven.

#### Ondergrens

Ook hier zijn dezelfde randvoorwaarde als in de originele doorrekening aangehouden:

- verduurzaming vervangt geen WKK
- er wordt slechts 75 procent van het geothermiepotentieel gerealiseerd
- er wordt slechts voor 50 procent (ipv 75 procent) ingetekend op EHG.

Tabel B5.8: Finaal verbruik bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen en bij de ondergrens van de bandbreedte

PJ	2030	2030	uitfase- ren WKK	extra ge- othermie	KaE EHG 5 Meuro	2030
	SDE vrij	actuele prijzen				totaal KA2 ac- tuele prijzen onder- grens
gasketel	54,10	50,67	0,00	-7,41	-6,98	36,28
gasWKK	31,55	46,35	0,0			46,35
biomassaketel	0,38	0,38				0,38
biomassaWKK	2,20	2,20				2,20
biogasketel						
biogasWKK						
geothermie	8,44	8,44				8,44
extra geother- mie			0,00	6,94		6,94
WARMTEPOMP	0,43	0,43				0,43
LPG ketel	0,12	0,12				0,12
externe warmte	3,50	3,50				3,50
extra rest- warmte			0,00			0,00
elektriciteit	23,55	23,47	0,00	0,23		23,70
totaal	124,26	135,55	0,00	-0,24	-6,98	128,33

Mton CO2-eq						
CO2 emissies	4,85	5,49	0,00	-0,42	-0,39	4,68
CH4-slip	0,36	0,53	0,00			0,53
totale BKG	5,21	6,02	0,00	-0,42	-0,39	5,21

De emissiereductie bedraagt voor de ondergrens 0.81 Mton CO<sub>2</sub>-eq

De stroombalans ziet er al volgt uit.

*Tabel B5.9: Stroombalans bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen bij de ondergrens van de bandbreedte*

TWh	2017 WEcR	2030 SDE vrij	2030 actuele prijzen	2030 KA2- ondergrens
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	2,00	2,00
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-3,02	-3,02
uit biomassaWKK	pm	0,09	0,09	0,09
Inkoop	2,90	5,09	4,43	4,50
wv extra inkoop tov 2017				1,60
wv inkoop vervanging gasWKK				0,00
wv extra stroomvraag geothermie				0,06
wv voor belichting				1,53
wv voor verwarming				0
finale vraag	6,60	6,54	6,52	6,58

bovengrens

Ook hier gelden dezelfde aannames als in de originele doorrekening van het OKA:

- verduurzaming van de warmtevraag faseert 30 procent van de WKK uit
- het volle potentieel van geothermie wordt benut
- EHG wordt voor 75 procent ingetekend
- elektrificatie van de warmtevraag vindt plaats
- extra restwarmte is niet realiseerbaar
- kasvernieuwing is niet realiseerbaar.

Tabel B5.10: Finaal verbruik bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen en bij de bovengrens van de bandbreedte

	2030	2030					2030
PJ	SDE vrij	actuele prijzen	uitfaseren WKK	extra geothermie	KaE EHG 5 Meuro	extra inkoop voor elektrisch verwarmen 75% P2H, 25% Warmtepomp	totaal KA2 actuele prijzen bovengrens
gasketel	54,10	50,67	2,34	-7,55	-10,46	-6,23	28,77
gasWKK	31,55	46,35	-13,9				32,44
biomassaketel	0,38	0,38					0,38
biomassaWKK	2,20	2,20					2,20
biogasketel							
biogasWKK							
geothermie	8,44	8,44					8,44
extra geothermie			2,19	7,06			9,25
Warmtepomp	0,43	0,43				3,74	4,17
LPG ketel	0,12	0,12					0,12
externe warmte	3,50	3,50					3,50
extra restwarmte			2,19				2,19
elektriciteit	23,55	23,47	0,07	0,24		2,99	26,77
<b>totaal</b>	<b>124,26</b>	<b>135,55</b>	<b>-7,12</b>	<b>-0,25</b>	<b>-10,46</b>	<b>0,49</b>	<b>118,21</b>

Mton CO2-eq							
CO2 emissies	4,85	5,49	-0,65	-0,43	-0,59	-0,35	3,47
CH4-slip	0,36	0,53	-0,16				0,37
<b>totale BKG</b>	<b>5,21</b>	<b>6,02</b>	<b>-0,81</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,35</b>	<b>3,84</b>

De emissiereductie bedraagt bij de bovengrens 2.18 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

De stroombalans ziet er als volgt uit:

*Tabel B5.11: Stroombalans bij doorrekening van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen bij de bovengrens van de bandbreedte*

TWh	2017	2030	2030	2030
	WEcR	SDE vrij	actuele prijzen	Totaal KA2 actuele prijzen bovengrens
uit gasWKK voor eigen verbruik	3,70	1,36	2,00	1,40
uit gasWKK naar net	-5,60	-2,06	-3,02	-2,11
uit biomassaWKK	pm	0,09	0,09	0,09
Inkoop	2,90	5,09	4,43	5,95
wv extra inkoop tov 2017				3,05
wv inkoop vervanging gasWKK				0,60
wv extra stroomvraag geothermie				0,09
wv voor belichting				1,53
wv voor verwarming				0,83
finale vraag	6,60	6,54	6,52	7,43

#### Kosten

Net als bij de originele doorrekening zijn ook hier de kosten van de maatregelen in kaart gebracht voor de ondergrens (zie B5.12) en bovengrens (zie B5.13). De aannames zijn niet veranderd, enkel zijn de actuele energieprijzen gehanteerd en zijn de kosten bepaald op de berekende energie-inzet.

*Tabel B6.2.12: Kosten van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen bij de ondergrens van de bandbreedte*

	in-vesteringen			annualisatie capex en opex M€/jaar	energiekosten/baten		inkoop CO2 M€/jaar	totale kosten M€/jaar
	ca-pex	opex	va-rom		gas	elektra		
	M€	M€	M€		M€/jaar	M€/jaar		
extra geothermie	427,9	31,3	3,7	63,7	-57,6	3,3		9,5
besparing EHG	100,0			5,7	-54,2			-48,4
inkoop CO2	18,7	3,6		4,9			5,9	10,7
	546,6	34,9	3,7	74,3	-111,8	3,3	5,9	-28,2



Tabel B6.2.13: Kosten van de maatregelen uit het OKA bij actuele prijzen bij de bovengrens van de bandbreedte

	investerin- gen			Annu- alisatie capex en opex M€/jaar	energiekosten/ba- ten		inkoop CO2 M€/jaar	extra in- koop stroom wegens wegvallen WKK- productie (0,6 TWh) M€/jaar	gederfde inkom- sten minder netver- koop WKK (0.91 TWh) M€/jaar	totale kosten M€/jaar
	ca- pex M€	opex M€	va- rom M€		gas M€/jaar	elektra M€/jaar				
uitfaseren WKK : geothermie	134,9	9,9	1,2	20,1	-108,0	1,1		31,1	47,1	samen 10,7
uitfaseren WKK : restwarmte	16,6			1,0						
uitfaseren WKK : gasketel	2,5	0,0		0,2	18,2					9,6
extra geothermie elektrisch verwar- men Warmtepomp	435,6	31,8	3,7	64,8	-58,6	3,4				
elektrisch verwar- men full electric	24,7	1,7		3,3	-36,3	10,8				-22,2
EHG	6,0	0,3		0,7	-12,1	32,4				21,0
	150,0			8,6	-81,3					-72,7
	34,3	8,5		10,8			14,7			25,5
	804,6	52,2	4,9	109,5	-278,1	47,6	14,7	31,1	47,1	-28,1

#### Eindoverzicht

Samenvattend, geeft tabel B6.2.14 hieronder kosten en effecten van zowel de originele doorrekening van het OKA weer als die met de actuele prijzen.

Tabel B6.2.14: Effecten en kosten van de doorrekening van het OKA, met NEV2017 en actuele prijzen, inclusief bandbreedtes

KA (NEV2017 prijzen)	Eenheid	Onder- grens	Boven- grens	KA2 actuele prijzen	Eenheid	Onder- grens	Boven- grens
Jaarlijkse kosten 2030	Miljoen euro/jaar	-58,05	-109,78	Jaarlijkse kosten 2030	Miljoen euro/jaar	-28,24	-28,12
emissiereductie	Mton CO2- eq.	0,80	1,94	Emissie- reductie	Mton CO2-eq.	0,81	2,18
kosteneffectivi- teit	euro/ton CO2-eq	-72,57	-56,59	Kosten- effectivi- teit	euro/ton CO2-eq.	-34,87	-12,90