



Klimaatmaatregelen en het gemeenschappelijk landbouwbeleid

Verkenning naar de mogelijkheden voor versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige en toekomstige GLB in Nederland

Jan Peter Lesschen en Peter Kuikman



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Klimaatmaatregelen en het gemeenschappelijk landbouwbeleid

Verkenning naar de mogelijkheden voor versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige en toekomstige GLB in Nederland

Jan Peter Lesschen en Peter Kuikman

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'GLB' (projectnummer BO-20-017-035).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, april 2017

Rapport 2803
ISSN 1566-7197

Lesschen, J.P., P.J. Kuikman, 2017. *Klimaatmaatregelen en het gemeenschappelijk landbouwbeleid; Verkenning naar de mogelijkheden voor versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige en toekomstige GLB in Nederland*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2803. 52 blz.; 4 fig.; 11 tab.; 14 ref.

Ook de landbouwsector zal moeten bijdragen aan de realisatie van de klimaatdoelstellingen zoals die in het Paris Agreement zijn afgesproken. Het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) biedt de mogelijkheid om klimaatmaatregelen op te nemen; naar verwachting zal het GLB na 2020 een sterkere focus leggen op klimaat. Dit rapport verkent de mogelijkheden voor versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige en toekomstige GLB. Gebaseerd op een overzicht van bestaande klimaatmaatregelen is een clustering gemaakt naar achttien hoofdklimaatmaatregelen, welke geanalyseerd zijn op een set van criteria en beoordeeld op welke wijze de maatregel binnen het GLB zou kunnen passen.

The agricultural sector will have to contribute to the realisation of the climate goals as agreed in the Paris Agreement as well. The Common Agricultural Policy (CAP) offers the possibility to include climate measures and the future CAP after 2020 will most likely have a stronger focus on climate. This report explores the possibilities for strengthening climate measures in the current and future CAP. Based on an overview of existing climate measures, a clustering has been made into 18 main climate measures. These have been analysed based on a set of criteria and their potential fit with in the CAP has been assessed.

Trefwoorden: klimaat, GLB, maatregelen, plattelandsontwikkelingsprogramma, mitigatie

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/412259> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Wageningen Environmental Research Rapport 2803 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Probleemstelling	7
	1.3 Project doelstelling	8
	1.4 Uitgangspunten	8
2	Huidige broeikasgasemissies uit de landbouw	9
3	Overzicht van klimaatmaatregelen	10
	3.1 Beschikbare studies	10
	3.1.1 Europese studies	10
	3.1.2 Nederlandse studies	14
	3.2 Selectie en clustering van maatregelen	19
	3.3 Afwentelingseffecten	20
4	Opties voor inpassing in het GLB	22
	4.1 Overzicht huidige GLB	22
	4.1.1 Inkomensondersteuning	22
	4.1.2 Plattelandsontwikkeling	23
	4.2 Criteria voor opnemen maatregelen binnen GLB	25
	4.3 Analyse van klimaatmaatregelen	26
	4.3.1 Pensfermentatie	26
	4.3.2 Mestopslagen	29
	4.3.3 N ₂ O-bodememissies	32
	4.3.4 Koolstofvastlegging	35
	4.3.5 Algemeen	41
	4.4 Samenvatting van de analyse	44
5	Conclusies	49
	Literatuur	50

Samenvatting

Tijdens de klimaattop COP21 in december 2015 in Parijs is een nieuw, wereldwijd klimaatverdrag afgesproken, het Paris Agreement. In dit verdrag is onder meer afgesproken dat er zo snel mogelijk een einde aan de stijging van de uitstoot van broeikasgassen moet komen en er halverwege de 21^e eeuw een evenwicht moet zijn tussen alle emissies en vastlegging van broeikasgassen. Binnen het huidige Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) is er al de mogelijkheid om klimaatmaatregelen op te nemen binnen de zogenaamde tweede pijler, maar hier wordt tot nu toe weinig gebruik van gemaakt in Nederland, o.a. vanwege de monitoringslast. Dit rapport verkent de mogelijkheden voor versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige, maar vooral het toekomstige GLB.

Voor de selectie en analyse van klimaatmaatregelen ligt de focus op klimaatmitigatiemaatregelen, wordt uitgegaan van de huidige agrarische productie en omvang van de veestapel en zijn energie (CO₂) gerelateerde maatregelen buiten beschouwing gelaten, aangezien op dit gebied al veel gebeurt en andere subsidie-/financieringsmogelijkheden beschikbaar zijn die buiten GLB liggen. Verder wordt uitgegaan van de huidige opzet van het GLB (2014-2020), aangezien de contouren van het Europese landbouwbeleid na 2020 nog niet bekend zijn.

Het overzicht van bestaande klimaatmaatregelen laat zien dat er een grote verscheidenheid aan en mate van detaillering van de verschillende klimaatmaatregelen beschikbaar is. In deze studie zijn de bestaande en beschikbare klimaatmaatregelen geclusterd in hoofdgroepen, gebaseerd op de emissiebron (pensfermentatie, mestopslagen, N₂O-bodememissies en koolstofvastlegging) en de werking van de maatregel. In totaal zijn 18 hoofdklimaatmaatregelen geanalyseerd op een set van criteria en beoordeeld op welke wijze de maatregel binnen het GLB kunnen passen. Gebaseerd op de bestaande klimaatmaatregelen wordt het realistische mitigatiepotentieel geschat op 7,5 Mton CO₂-eq, dat is ongeveer 30% van de huidige emissies van 18,4 Mton CO₂-eq. Het grootste mitigatiepotentieel zit bij de emissies uit mestopslagen (~70%), terwijl het potentieel voor pensfermentatie, N₂O bodememissies en veengronden kleiner is (~15%).

De maatregelen precisiebemesting, meer gewasresten terug naar de bodem (o.a. toepassing van vanggewas, groenbemester en akkerrandenbeheer) en verbeterd waterbeheer zijn klimaatmaatregelen die onder de GLB-randvoorwaarden zouden kunnen worden opgenomen; dit zijn goede landbouwpraktijken die breed toe te passen zijn. De meeste klimaatmaatregelen passen het best onder de tweede pijler van het GLB. Investeringsubsidie kan gebruikt worden voor het bevorderen van mestvergistings, het aanpassen van het stalontwerp, het uitvoeren van precisiebemesting en om innovaties te stimuleren. Minder grondbewerking, aanplant meerjarige gewassen en houtopstand, verhogen waterpeil in veengronden en verbeterd waterbeheer zijn klimaatmaatregelen die goed onder POP Agrimilieu en klimaatsteun passen.

Maatregelen gericht op het reduceren van emissies uit pensfermentatie zijn minder geschikt om in te passen binnen het huidige GLB. Ook de keuze van type (kunst)mest en toepassing van nitrificatierepressoren, toepassing van grasklaver en toevoegen van extra organische stof zijn maatregelen die om verschillende redenen, o.a. beperkte mogelijkheden tot controleerbaarheid, niet goed zijn in te passen in het GLB. Toepassing van deze maatregelen wordt naar verwachting meer gestimuleerd door actief kennisverspreiding toe te passen. Kennisverspreiding, kennisoverdracht en advisering zijn erg belangrijk voor het bevorderen van de correcte toepassing van alle klimaatmaatregelen. Binnen POP zijn de maatregelen Kennisoverdracht en voorlichtingsacties, Adviesdiensten, Samenwerking en LEADER-aanpak geschikt om gefinancierd te worden.

1 Inleiding

Dit rapport is opgesteld naar aanleiding van een kennisvraag binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek thema GLB van het ministerie van EZ. Deze kennisvraag gaat over een verkenning van de mogelijkheden over versterking van klimaatmaatregelen binnen het huidige, maar vooral het toekomstige GLB naar aanleiding van de uitkomsten van de COP 2015 in Parijs.

1.1 Achtergrond

De EU heeft in zijn INDC (Intended National Determined Contribution) voor de COP21 uitgesproken in 2030 40% minder broeikasgassen uit te stoten t.o.v. 1990, waarbij alle sectoren moeten bijdragen aan de realisatie van die doelstelling. Tijdens de COP21 in december 2015 in Parijs is een nieuw, wereldwijd klimaatverdrag afgesproken, het Paris Agreement. Hierin is afgesproken dat wereldwijde stijging van de temperatuur in 2100 beperkt moet worden tot 2°C, met het streven die te beperken tot 1,5°C. Daartoe is onder meer afgesproken dat er zo snel mogelijk een einde aan de stijging van de uitstoot van broeikasgassen moet komen en halverwege de 21^e eeuw zal er een evenwicht tussen alle emissies en vastlegging van broeikasgassen moeten zijn bereikt. De huidige toezeggingen van landen in hun INDC's zijn onvoldoende om hier aan te voldoen, wat betekent dat er verdere klimaatactie en additioneel en/of intensivering van beleid nodig is.

Binnen het EU 2030 climate and energy framework wordt het EU-klimaatbeleid na 2020 verder uitgewerkt. De Europese Commissie heeft in juli 2016 een voorstel gedaan over de Effort Sharing Regulation (COM/2016/0482) voor de klimaatdoelstelling voor de periode 2021-2030. Op EU-niveau moeten de sectoren die niet onder de ETS (Emission Trading Scheme) vallen, waaronder landbouw, 30% minder emissies hebben in 2030 t.o.v. 2005. Deze doelstelling is land-specifiek en Nederland heeft in het huidige voorstel een reductiedoelstelling van 36% gekregen. Ook de sector landbouw zal hieraan bij moeten dragen, hoewel het nog niet duidelijk is welke opgave er in absolute zin voor de Nederlandse landbouw ligt. Het GLB is een van de belangrijkste instrumenten om (additionele) klimaatmaatregelen in de landbouw te stimuleren en financieren.

Tijdens COP21 is ook het Franse initiatief *4 pour mille* gepresenteerd. Dit initiatief richt zich op koolstofvastlegging in de bodem, waarmee de landbouwsector kan bijdragen aan een oplossing van het klimaatprobleem. Door vastlegging van CO₂ in de bodem verbetert ook de bodemkwaliteit, waardoor wordt bijgedragen aan klimaatadaptatie en verbetering van de voedselzekerheid. Als wereldwijd elk jaar 4‰ extra aan de bestaande bodemkoolstofvoorraad wordt toegevoegd, kan dit de stijging van de CO₂-concentratie in de atmosfeer door de fossiele emissies stoppen, vandaar de naam 4 pour mille. Het initiatief heeft veel aandacht getrokken en wordt omarmd door veel landen; het moet leiden tot een transitie naar klimaatvriendelijke landbouw en een kennis- en uitvoeringsagenda om bodemkoolstofvastlegging te stimuleren.

1.2 Probleemstelling

Binnen het huidige GLB¹ is er al de mogelijkheid om klimaatmaatregelen op te nemen binnen de zogenaamde tweede pijler, maar hier wordt tot nu toe weinig gebruik van gemaakt in Nederland, o.a. vanwege de monitoringslast. N.a.v. COP21 zal de druk om extra klimaatmaatregelen in te voeren ook in de sector landbouw toenemen. Met de aanstaande discussies over het post-2020 GLB is het voor Nederland van belang om inzicht te hebben in welke klimaatmaatregelen reeds genomen zijn, welke

¹ Het huidige GLB (2014-2020) bestaat uit 2 pijlers. Onder pijler 1 vallen de Inkomensondersteuning en het Markt- en prijsbeleid en onder pijler 2 valt het Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP).

nog genomen kunnen worden en hoe deze maatregelen het best binnen een toekomstig GLB geïmplementeerd kunnen worden. Daarnaast hebben lidstaten afgesproken om in 2019 een nationaal klimaatplan te hebben, waarin ze aangegeven hoe de verschillende sectoren gaan bijdragen aan de realisatie van de klimaatdoelstellingen. De resultaten van deze studie kunnen bijdragen aan het bepalen wat het aandeel van de landbouwsector kan zijn aan het nationaal klimaatplan.

1.3 Project doelstelling

De doelstelling van dit BO-project is het maken van een overzicht van relevante klimaatmaatregelen in de landbouw en een analyse of, en zo ja hoe, deze maatregelen het beste binnen het (toekomstig) GLB kunnen worden opgenomen. Dit project richt zich vooral op maatregelen die de emissie van de overige broeikasgassen (N₂O en CH₄) en vastlegging van CO₂ in vegetatie en bodems stimuleren. De energiegerelateerde CO₂-emissies zullen grotendeels buiten beschouwing gelaten worden, aangezien deze al binnen andere beleidsinstrumenten worden gestimuleerd.

1.4 Uitgangspunten

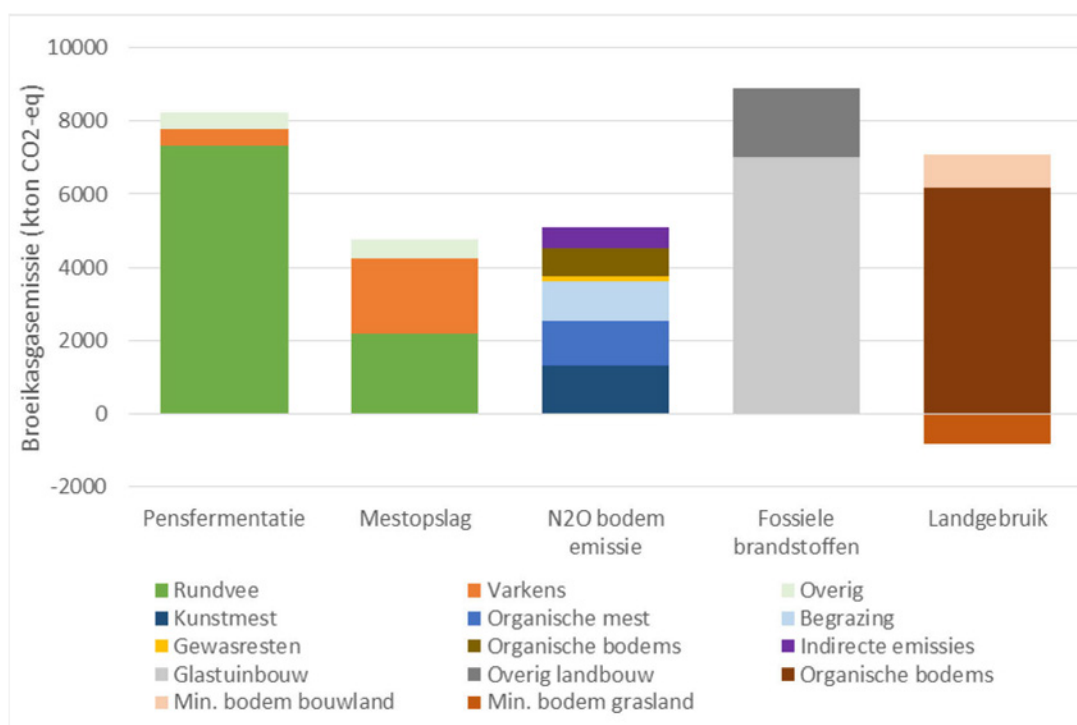
Voor de selectie en analyse van klimaatmaatregelen in deze studie zijn de volgende uitgangspunten gedefinieerd:

- Focus op klimaatmitigatiemaatregelen (adaptatiemaatregelen worden in deze rapportage buiten beschouwing gelaten).
- Uitgaan van gelijkblijvende agrarische productie en de huidige omvang en samenstelling van de veestapel (een kleinere veestapel is bijvoorbeeld zeer effectief om de emissies binnen Nederland te verlagen, maar dit is een politieke keuze).
- Energie (CO₂) gerelateerde maatregelen worden buiten beschouwing gelaten; op dit gebied is al veel gebeurd en zijn al veel andere subsidie-/financieringsmogelijkheden beschikbaar die buiten het GLB liggen. In Daniels et al. (2016) wordt een overzicht gegeven van potentie en kosten van deze maatregelen en op de website <http://www.agroenergiek.nl/> staat informatie over energiegerelateerde maatregelen.
- Maatregelen moeten toepasbaar zijn in de periode 2020-2030, dus maatregelen die nu nog niet in de praktijk getest zijn, worden niet meegenomen.
- Uitgaan van de huidige opzet van het GLB (2014-2020), aangezien de contouren van het Europese landbouwbeleid na 2020 nog niet bekend zijn.

2 Huidige broeikasgasemissies uit de landbouw

In dit hoofdstuk geven we eerst een kort overzicht van de huidige broeikasgasemissies uit de landbouwsector. Dit geeft inzicht in waar de grootste emissiebronnen zich bevinden en waar potentieel de meeste klimaatwinst bereikt kan worden. De data die hieronder worden gepresenteerd, zijn afkomstig uit het recentste National Inventory Report (NIR) van 2016, waarin gerapporteerd wordt over de emissies in 2014.

Emissies uit de landbouw worden gerapporteerd onder sector 3 Agriculture, zoals gedefinieerd door UNFCCC. Deze sector omvat de emissie van methaan (uit pensfermentatie en mestopslagen) en lachgas (vooral uit landbouw bodems en mestopslagen). De totale emissie uit de sector landbouw was 18.4 Mton CO₂-eq (Figuur 1). De CO₂-emissies gerelateerd aan het gebruik van fossiele brandstoffen worden hier niet gerapporteerd, maar vallen onder sector 1 Energie. Deze zijn voor de sector landbouw geschat op 8.9 Mton CO₂-eq, waarvan de meerderheid gerelateerd is aan de glastuinbouw. Een deel van de energie wordt gebruikt voor verwarming, maar ook wordt een deel gebruikt in warmtekrachtkoppeling (WKKS), waarbij warmte en elektriciteit worden geproduceerd en CO₂ gebruikt wordt voor CO₂-bemesting in de kas. CO₂-emissies uit bodem en landgebruik worden gerapporteerd onder sector 4 LULUCF (*land use, land use change and forestry*). Dit is in Nederland een grote emissiebron vanwege de emissies uit het gebruik van veen en moerige gronden. De minerale bodems zijn min of meer in evenwicht, met netto-emissie uit bouwland en netto-vastlegging in grasland; dit is vooral gerelateerd aan de rotatie met tijdelijk grasland.



Figuur 1 Gerapporteerde broeikasgasemissies uit de landbouw in Nederland (NIR, 2016).

3 Overzicht van klimaatmaatregelen

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de verschillende klimaatmaatregelen die genomen kunnen worden op basis van bestaande en gepubliceerde inventarisaties en assessments. Allereerst wordt een kort overzicht gegeven in paragraaf 3.1.1 van een selectie van relevante en recente Europese studies waarin meerdere klimaatmaatregelen zijn beschreven en beoordeeld op potentieel en kosten. De maatregelen hebben we opgenomen zoals vermeld in de publicaties (en dus de Engelse termen gehandhaafd). Vervolgens wordt in paragraaf 3.1.2 een overzicht gegeven van enkele Nederlandse studies waarin een aantal klimaatmaatregelen is onderzocht. Dit overzicht is niet uitputtend, maar bedoeld om een overzicht te geven van de verschillende maatregelen die beschikbaar zijn. Studies die uitsluitend naar één specifieke maatregel kijken, zijn niet meegenomen.

3.1 Beschikbare studies

3.1.1 Europese studies

Effective performance of tools for climate action policy - meta-review of Common Agricultural Policy (CAP) mainstreaming

Deze studie, uitgevoerd door IEEP en RICARDO (Martineau et al. 2016) voor EU DG CLIMA, presenteert een overzicht van recente studies met mitigatiepotentiëlen in de landbouw of studies die de kosteneffectiviteit van maatregelen (Marginal Abatement Cost Curves) hebben bepaald. Gebaseerd op een eerste inventarisatie zijn uiteindelijk 22 maatregelen geselecteerd voor verdere analyse (zie hieronder). Elk van deze potentiële maatregelen is beoordeeld op emissie-mitigatiepotentieel, verifieerbaarheid, kosten van implementatie, technologische beperkingen, voordelen en risico's en sociaaleconomische factoren. De studie heeft ook gekeken hoe de verschillende mitigatiemaatregelen binnen het GLB geïmplementeerd kunnen worden. Voor de analyse voor implementatie binnen de tweede pijler was echter onvoldoende informatie beschikbaar.

Land use

- Conversion of arable land to grassland to sequester carbon in the soil
- New agroforestry
- Wetland/peatland conservation/restoration
- Woodland planting
- Preventing deforestation and removal of farmland trees
- Management of existing woodland, hedgerows, woody buffer strips and trees on agricultural land

Crop production systems

- Reduced Tillage
- Zero Tillage
- Leaving crop residues on the soil surface
- Ceasing to burn crop residues and vegetation
- Use cover/catch crops

Livestock Production

- Livestock disease management
- Use of sexed semen for breeding dairy replacements
- Breeding lower methane emissions in ruminants
- Feed additives for ruminant diets
- Optimised feeding strategies for livestock

Nutrient and Soil management

- Soil and nutrient management plans
- Use of nitrification inhibitors
- Improved nitrogen efficiency
- Biological N fixation in rotations and in grass mixes

Energy

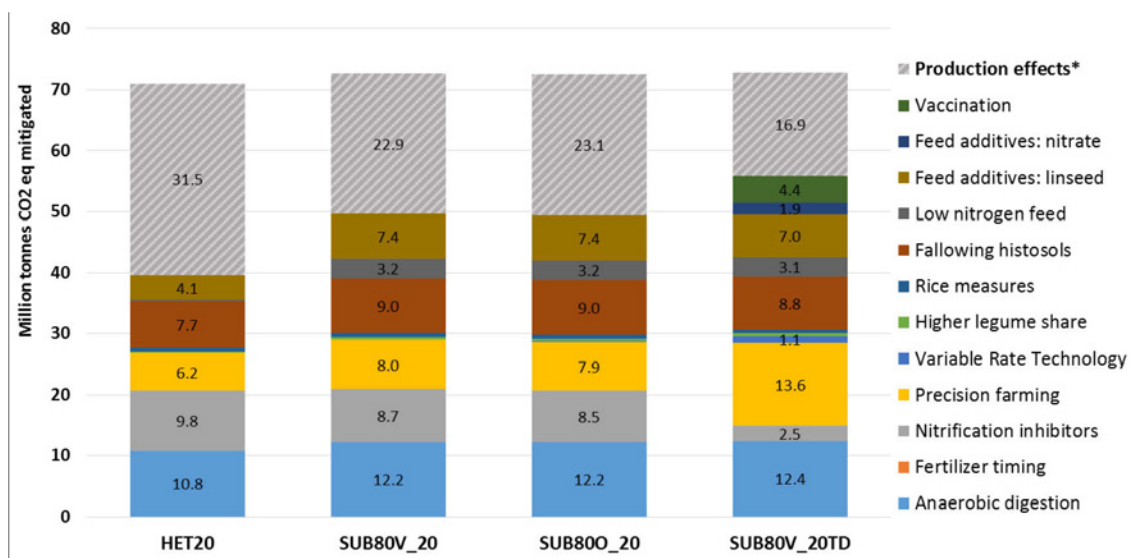
- Carbon auditing tools
- Improved on-farm energy efficiency

An economic assessment of GHG mitigation policy options for EU agriculture (EcAMPA 2)

Deze studie, uitgevoerd door het JRC (Pérez Domínguez et al. 2016), is opgezet om het effect van klimaatmaatregelen in de landbouwsector te analyseren in relatie tot het EU 2030-klimaat- en energieraamwerk. De studie heeft 14 technologische maatregelen geselecteerd en beschreven. Deze zijn daarna met verschillende implementatiescenario's doorgerekend met het economische landbouwmodel CAPRI. Hierbij is gekeken naar de emissiereductie, de kosten en effecten op prijs en inkomen in de landbouwsector.

De volgende technologische mitigatieopties zijn meegenomen en doorgerekend:

1. Anaerobic digestion: farm scale
2. Better timing of fertilisation
3. Nitrification inhibitors
4. Precision farming
5. Variable Rate Technology
6. Increasing legume share on temporary grassland
7. Rice measures
8. Fallowing histosols
9. Low nitrogen feed
10. Feed additives to reduce methane emissions from enteric fermentation: linseed
11. Genetic improvements: increasing milk yields of dairy cows
12. Genetic improvements: increasing ruminant feed efficiency
13. Feed additives to reduce methane emissions from enteric fermentation: nitrate
14. Vaccination against methanogenic bacteria in the rumen



Figuur 2 Aandeel van elke mitigatieoptie in het totaal berekende mitigatiepotentieel voor verschillende scenario's² in de EU-28 (Pérez Domínguez et al. 2016).

² HET20: Non-subsidised Voluntary Adoption of Technologies; SUB80V_20: Subsidised Voluntary Adoption of Technologies; SUB800_20: Subsidised Mandatory/Voluntary Adoption of technologies; SUB80V_20TD: Subsidised Voluntary Adoption of technologies (with more rapid technological development).

AnimalChange

AnimalChange was een Europees FP7-project, uitgevoerd door een omvangrijk consortium (www.animalchange.eu) en gericht op de dierlijke productiesystemen in relatie tot klimaatmitigatie en -adaptatie. Het project heeft o.a. een kwalitatief overzicht gemaakt van mitigatie- en adaptatieopties binnen de veehouderij en de mogelijke synergiën en trade-offs weergegeven. In Tabel 1 staat een overzicht van de verschillende mitigatieopties die binnen het project geïdentificeerd zijn. Beschrijvingen van deze opties staan in Deliverable 8.1 van het project (AnimalChange, 2012).

Tabel 1 Overzicht van mitigatie opties in dierlijke productie systemen (AnimalChange, 2012)

Mitigation measure: group	Mitigation measure: sub-group	Exact measure
Manure/fertiliser	Optimal fertilisation	Fertiliser type
	Optimal fertilisation	Fertiliser application
	Manure management	Cover slurry stores and manure heaps
	Manure management	Manure cooling
	Manure management	Manure treatment
	Manure management	Filtering CH ₄ from barns
Soil		Reduced tillage or zero-tillage
		Prevent soil compaction
		Water management
		Restoring degraded lands
		Pasture reclaiming/recovery
Crop/feed	Roughage	Crop rotation
	Roughage	Perennial crops
	Roughage	Legumes and mixtures
	Roughage	New pasture species/high sugar grasses
	Roughage	Improved crop varieties
	Roughage	Novel crops
	Roughage	Cover crops
	Roughage	Conversion to grass
	Roughage	Reforestation
	Roughage	Optimal forage management
	Grazing	Optimal grazing
	Feed	Increased feed digestibility
	Feed	Feed analysis
	Feed	Improving roughage quality
	Feed	More concentrates in the ration
	Feed	Improving grass quality
	Feed	Use of silage maize
	Feed	Additives in general
	Feed	Additive nitrate
	Feed	Matching supply and demand
Animal	Rumen control	Rumen control via breeding
	Rumen control	Immunological control
	Production level	less consumption animal products
	Production level	Increased production in general
	Production level	Increased production intensive systems
	Production level	Animal breeding
	Production level	Animal management
	Production level	Animal manipulation
	Production level	Replacement rate cattle

SmartSoil

SmartSoil (www.smartsoil.eu) is een recent Europees FP7-project waarin gekeken werd naar opties om het organische stofgehalte van de bodem te onderhouden of te verhogen. Tabel 2 geeft een overzicht van praktische maatregelen voor goed beheer van bodemkoolstof. Voor elk van de maatregelen is aangegeven hoe deze werken; Z: maatregelen die de afbraak van organisch materiaal beperken; Y: maatregelen die zorgen voor aanvoer van organische stof binnen het eigen bedrijf en X: maatregelen die zorgen voor aanvoer van organische stof van buiten het bedrijf.

Tabel 2 Overzicht van maatregelen voor goed beheer van organische koolstof in de bodem (SmartSoil, 2014).

Measures	Category	For arable or dairy farming?
Measures related to tillage:		
Non inversion tillage	Z	Arable Dairy
No tillage	Z	Arable Dairy
Grassland renewal optimization	Y, Z	Dairy
No plough	Z	
Re- and overseeding (periodic or continuous)	Y, Z	
Measures related to cropping pattern:		
Avoid summer fallow	Y, Z	Arable Dairy
Avoid winter fallow	Y, Z	Arable Dairy
Green manure crop/nitrogen catch crop/mowing manure	Y, Z	Arable Dairy
Crop rotation with annual crops	Y, (Z)	Arable
Crop rotation with perennials	Y, Z	Arable
Switch to woody crops	Y, Z	Arable
Placement of hedges	Y, Z	Arable Dairy
Measures related to optimizing crop production:		
Optimize irrigation	Y	Arable Dairy
Grazing management:		Dairy
Strip meadows and changing meadows	Y	
Additional seeding	Y	
Grassland herbs and improved grass mixtures		
More efficient fertilization	Y	Arable Dairy
Other measures:		
Soil additives: compost, animal manure, mowing manure	X	Arable Dairy
Leave crop residues	Y	Arable Dairy

Catch-C

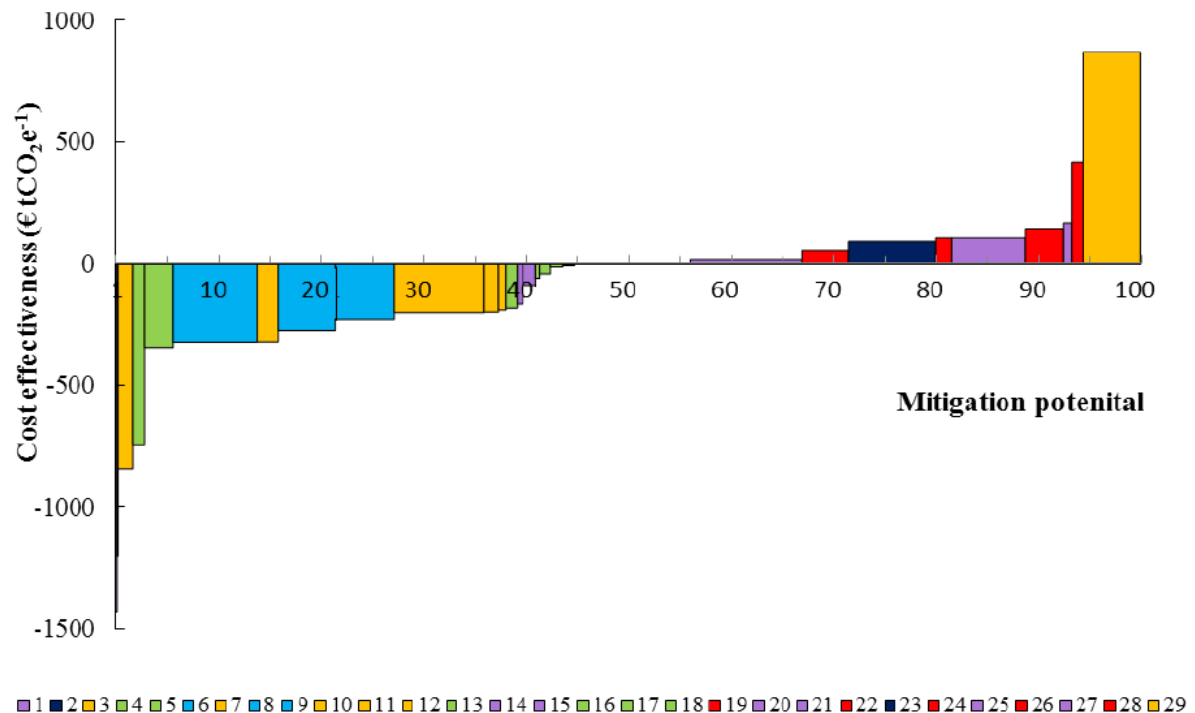
Catch-C (www.catch-c.eu) is een derde Europees FP7-project waarin 'best management practices' zijn onderzocht op het stimuleren van de gewasproductiviteit, bijdrage aan klimaatmitigatie en het verbeteren van de bodemkwaliteit. In het project zijn de volgende groepen van maatregelen onderscheiden:

- Veranderen van de gewasrotatie (bijv. extensievere rotatie met meer graangewassen, gebruik van vanggewassen, bodembedekkers en groenbemesters);
- Grondbewerking (bijv. niet kerende grondbewerking of geen grondbewerking);
- Nutriëntenbeheer en mesttoediening (bijv. toediening dierlijke mest, compost, precisiebemesting);
- Gewasresten beheer (inwerken, composteren);
- Waterbeheer (bijv. irrigatie, drainage);
- Gewasbescherming (bijv. onkruidbeheer, controle van bodemschimmels).

3.1.2 Nederlandse studies

Kosteneffectiviteit reductiemaatregelen emissie broeikasgassen zuivel

In een relevante studie gericht op de Nederlandse zuivelsector hebben Van den Pol-Van Dasselaar et al. (2013) gekeken naar de kosteneffectiviteit van broeikasgas-mitigatiemaatregelen. De studie identificeert drie niveaus van broeikasgasemissies: bedrijfsniveau, sectorniveau en ketenniveau. Bedrijfsniveau refereert aan een primair melkveebedrijf, sectorniveau aan alle bedrijven die melk produceren in Nederland, terwijl ketenniveau refereert aan de hele productieketen van zuivel (Van den Pol-Van Dasselaar et al. 2013). Figuur 3 geeft een Marginal Abatement Cost Curve (MACC) voor de Nederlandse melkveehouderij weer. De figuur laat het mitigatiepotentieel (de breedte van de kolom op de x-as) en de kosteneffectiviteit (hoogte op de y-as met opbrengsten (negatieve kosten) en kosten) zien. De maatregelen zijn onderverdeeld in maatregelen op het gebied van a) dier, b) bemesting, c) gewas en bodem, d) voer, e) energie en f) bedrijf (Van den Pol-Van Dasselaar et al. 2013).



Figuur 3 Kosteneffectiviteit van maatregelen voor vermindering van broeikasgasemissies in de melkveehouderij. De maatregelen zijn gerangschikt op basis van kosteneffectiviteit; elk van de maatregelen is weergegeven met een nummer 1-29 (zie hieronder voor toelichting per maatregel en voor een globale inschatting van het percentage van het totaal aantal bedrijven in een groep dat een bepaalde maatregel kan toepassen (Van den Pol-Van Dasselaar et al. 2013)).

1. Paars - Voyer: 1,5 kg ds tarwegistconcentraat/koe/dag, 0-20% (te klein om zichtbaar te zijn)
2. Donkerblauw - Bedrijf: 25% van de grond 6 km dichterbij huis, 0-20% (te klein om zichtbaar te zijn)
3. Donkergeel - Energie: Trekker 65 kW i.p.v. 85 kW bij zelf maaien, harken, schudden, ploegen en bemesten. Inkuilen in loonwerk, 20-40%
4. Groen - Gewas en bodem: 500 kg ds/ha zwaardere maaisnede, 20-40%
5. Groen - Gewas en bodem: 10% herinzaai minder toepassen, 20-40%
6. Lichtblauw - Dier: + 500 kg melk/koe (van 8100 naar 8600) door betere benutting ruwvoer met zelfde aantal koeien (zelfde stal, zelfde krachtvoer/koe, meer melk afleveren, geen quotumkosten), 20-40%
7. Donkergeel - Energie: Windenergie, 0-20%
8. Lichtblauw - Dier: 1 stuks minder jongvee/10 melkkoeien (van 8 naar 7), 40-60%
9. Lichtblauw - Dier: + 500 kg melk/koe (van 8100 naar 8600) door betere benutting ruwvoer, minder koeien (zelfde hvh krachtvoer, zelfde stal, zelfde melklevering), 20-40%
10. Donkergeel - Energie: Zonne-energie, 40-60%
11. Donkergeel - Energie: Warmteterugwinning, 20-40%
12. Donkergeel - Energie: Voorcoeler gebruiken, 40-60%
13. Groen - Gewas en bodem: Doorzaai i.p.v. herinzaai, 20-40%

14. Paars - Voer: 10% lager RE-gehalte krachtvoer, zelfde prijs krachtvoer, 20-40%
15. Paars - Voer: 2 kg ds bijproducten/koe/dag bijvoeren, 20-40%
16. Groen - Gewas en bodem: 10% areaal GPS voor jongvee i.p.v. gras, 0-20%
17. Groen - Gewas en bodem: Mais vervangen door MKS/CCM (10% grond), dit als krachtvoervervanger, 0-20%
18. Groen - Gewas en bodem: Van 10% naar 20% mais in het bouwplan, 0-20%
19. Rood - Bemesting: Geen mest uitrijden na 1 augustus, 20-40%
20. Paars - Voer: Methaanarm krachtvoer voeren zodat methaanemissie uit krachtvoer met 5% daalt, 40-60%
21. Paars - Voer: 2,5 kg krachtvoer vervangen door graan of CCM, 20-40%
22. Rood - Bemesting: 50 kg kunstmest N/ha grasland minder strooien, 20-40%
23. Donkerblauw - Bedrijf: Beprekter gaan weiden (ongeveer 4 kg ds ruwvoer extra per dag bijvoeren), 0-20%
24. Rood - Bemesting: Voorjaarsmeststof toepassen, 40-60%
25. Paars - Voer: Nitraat voeren, 20-40%
26. Rood - Bemesting: Mestscheiding toepassen, 20-40%
27. Paars - Voer: 820 kg krachtvoer/koe vervangen door 500 kg Nutex/koe, 0-20%
28. Rood - Bemesting: 2 maanden meer mestopslag en uitrijden tot 1 juli, 20-40%
29. Donkergeel - Energie: Covergisting toepassen, 0-20%

EU Effort Sharing Regulation: gevolgen voor Nederland

In deze ECN/PBL-studie (Daniëls et al. 2016) is op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken onderzocht tot welke additionele beleidsopgave het voorstel van de Europese Commissie voor de Effort Sharing Regulation leidt. In het voorstel krijgt Nederland een doelstelling om niet-ETS-emissies omlaag te brengen met 36% in 2030 (ten opzichte van 2005). Voor deze analyse is een inventarisatie van mogelijke maatregelen gemaakt met technisch mitigatiepotentieel en geschatte kosten. Voor de landbouwsector zijn een reeks van energie gerelateerde opties meegenomen, deze zijn hier buiten beschouwing gelaten, en voor de niet-CO₂-emissies zijn de volgende maatregelen meegenomen.

Tabel 3 Overzicht technische emissiereductieopties voor overige broeikasgassen uit de landbouw.

Optie	Emissiereductie 2030 (Mton CO ₂ -eq/jaar)	Cumulatieve emissie reductie 2021-2030 (Mton CO ₂ -eq)	Kosteneffectiviteit niet-ETS (euro/ton)
Mono-vergisting van mest	4,63	25,47	204
Levensduurverlenging melkvee	0,50	2,75	0
Rantsoenaanpassingen melkvee	1,70	9,35	144
Methaanoxidatie van mest buitenopslag	2,50	13,75	4,5
Precisiebemesting	0,40	2,20	95
Nitrificatieremmers	0,40	2,20	75

Klimaatmaatregelen in de agrosectoren

Lesschen et al. (2008) hebben voor RVO een inventarisatie gemaakt van de kansrijke maatregelen voor de mitigatie van de niet-CO₂-broeikasgassen in de Nederlandse landbouw. Kansrijke maatregelen waren gedefinieerd als maatregelen die in de praktijk als toepasbaar worden beschouwd en die een significant broeikasgas-reductiepotentieel hebben (>0,1 Mton CO₂ equivalenten per jaar). De maatregelen waren ingedeeld in vier hoofdgroepen (Tabel 4):

1. kunstmest, mest en groenbemesters
2. rantsoen en beweiding
3. landgebruik en water
4. mestmanagement en huisvesting

Tabel 4 Kansrijke klimaatmaatregelen toegedeeld naar agrosectoren (Lesschen et al. 2008).

Maatregel	Melkveehouderij	Vleesveehouderij	Varkenshouderij	Pluimveehouderij	Akkerbouw
Kunstmest, mest en groenbemesters					
Groenbemester / stikstofvanggewas	(X)				X
Efficiëntere bemesting	X				X
Ammoniumhoudende meststof i.p.v. nitraathoudende	X				X
Toevoegmiddelen aan mest (nitrificatieremmers)	X				(X)
Gras-klaverweides	X				
Rantsoen en beweiding					
Beweidingsstrategieën	X				
Minder jongvee	X				
Hogere melkproductie per koe	X				
Verbetering ruwvoer kwaliteit	X	X			
Aanpassing krachtvoersamenstelling	X	X			
Additieven in rundveevoeding	X	X			
Landgebruik en water					
Graslandvernieuwing optimaliseren	X				X
Optimalisatie van ontwatering in veengronden	X				
Mestmanagement en huisvesting					
Mest (co)vergisting	X	X	X	(X)	
Mestverwerking (incl. kunstmestvervangers)	X	X	X	X	X
Toevoegmiddelen aan mest	X	X	X	(X)	
Aangepast stalontwerp	X	X	X		
Reductietechnieken in stallen en mestopslagen	X	X	X	X	

Koeien en Kansen

In het project 'Koeien & Kansen' (www.koeienenkansen.nl) zoekt een groep van zestien enthousiaste melkveehouders samen met onderzoekers naar de mogelijkheden van een duurzame en maatschappelijk geaccepteerde melkveehouderij. Een van de onderdelen is ook de reductie van broeikasgasemissies in de melkveehouderij. Binnen het project is een lijst van maatregelen opgesteld om methaan-, lachgas- en ammoniakemissies tegen te gaan (Sebek en Schils, 2006). Een aantal van deze maatregelen is ook in de praktijk geïmplementeerd op de verschillende bedrijven.

Rantsoen	Methaanarm krachtvoer
	Optimaal melkvee rantsoen
	Optimaal jongvee rantsoen
	Meer snijmais
	Meer maiskolven silage
	Meer bierborstel
	Tarwegistconcentraat
	Gehele plant silage (GPS) telen en voeren
Vee	Verbeteren vruchtbaarheid
	Minder jongvee aanhouden
	Huisvesting verbeteren
Gewas	Meer melk per koe
	Optimaliseren bemesting
	Graslandvernieuwing
	Minderkunstmest
	Mestscheiding

Fosfaat, ammoniak en broeikasgassen in de melkveehouderij - Effecten van maatregelen 2020

CLM Onderzoek & Advies (Rougoor et al. 2013) heeft voor FrieslandCampina een onderzoek uitgevoerd om de effecten van fosfaat-reducerende maatregelen op broeikasgasemissies door te rekenen vanwege de wens om groei binnen de melkveehouderij emissieneutraal te realiseren. De effecten zijn uitgerekend voor 2020 voor twee verschillende groeiscenario's, waarbij gekeken is naar wat maximaal en wat realistisch haalbaar is.

De volgende maatregelen om de fosfaatefficiëntie te verhogen, of de plaatsingsruimte te vergroten, zijn meegenomen:

- Verhogen van de fosfaatefficiëntie in het rantsoen
 - Minder voederverliezen
 - Verbeteren van genetische aanleg voor voerefficiëntie
 - Op de norm voeren
- 5 tot 10% meer mais in het rantsoen
- Verhogen van de fosfaatefficiëntie van het gewas
- Verlengen levensduur melkvee met 0,5 tot 1 lactatie
- Verhogen van de productie per koe met 5% tot 10%
- Verwerken van mest (via mono- en covergisting)

Verhoging van de voederefficiëntie, verhoging van de productie per koe en mestvergisting komen uit de analyse als maatregelen met de grootste potentie.

Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur

Waar de vorige studies zich vooral richtten op de niet-CO₂-broeikasgassen uit de landbouw, was deze studie (Lesschen et al. 2012) gericht op vastlegging van koolstof in de bodem. In deze studie is een review uitgevoerd van bestaande studies over bodem-C-vastlegging. Daarnaast is een zevental maatregelen (niet-kerende grondbewerking, geen grondbewerking, vanggewas/groenbemester, gewasrotatie verbeteren, gewasresten achterlaten, akkerrandenbeheer en het niet scheuren van grasland) geselecteerd waarvoor de potentiële bodem-C-vastlegging is doorgerekend met het MITERRA-NL-rekenmodel (Tabel 5).

De conclusies van de review zijn:

- Er zijn voor Nederland weinig studies beschikbaar waarin de verandering in bodem-C-voorraad is gekwantificeerd.
- Er is niet één maatregel, maar een mix van maatregelen die het meest effectief is om bodem-C-opslag te verbeteren.
- 'Best practices' zijn:
 - weinig omploegen
 - terugbrengen van gewasresten in de bodem
 - dierlijke mest injecteren
 - geschikte rotaties
 - bodemleven stimuleren
- Rotaties: permanente maïs op zandgronden geeft tot 130 kg C/ha/jaar verlies, terwijl onder grasland tot 130 kg C/ha/jaar vastlegging voorkomt volgens Bgg-gegevens.
- De hoogste koolstofvastlegging wordt toegeschreven aan kleigronden met permanent grasland.
- Het telen van tweede generatie bio-energie gewassen (meerjarige gras- en houtige gewassen, zoals miscanthus en wilg) wordt vooralsnog niet als rendabel gezien door hoge startkosten.

Tabel 5 Berekende potentieel voor CO₂-vastlegging in de bodem voor 7 geselecteerde maatregelen (Lesschen et al. 2012).

Maatregel	Max. potentieel kton CO ₂ / jaar	Implementatie %	Realistisch kton CO ₂ / jaar	Max. per ha kg CO ₂ / ha / jaar
Niet-kerende grondbewerking	475	50	238	608
Geen grondbewerking	912	20	182	1167
Vanggewas / groenbemester	311	50	156	398
Verbeteren gewasrotaties	942	20	188	1205
Gewasresten achterlaten	628	20	126	803
Akkerrandenbeheer	145	40	58	186
Niet scheuren grasland	710	30	213	3586
Totaal realistische combinaties	2270		790	2316

Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies

Deze PBL-ECN-studie heeft voor 34 klimaatbeleidsmaatregelen, gebaseerd op een selectie van het interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO), de kosten en effecten bepaald. De maatregelen omvatten vastgestelde en/of voorgenomen beleidsmaatregelen, maar ook opties voor verdergaand beleid. Voor de sector landbouw is er echter maar één maatregel meegenomen (excl. de energiebesparende maatregelen), namelijk de verplichting van monovergisting van mest (Daniëls en Koelemeijer, 2016).

Bij deze beleidsoptie is gerekend met een verplichting tot vergisting van alle dunne mest, die geleidelijk wordt ingevoerd om de sector de tijd te geven te investeren in mestvergistingsinstallaties. Verondersteld is dat de sector volledig gecompenseerd wordt voor de investeringskosten. Dat kan via de SDE+-subsidie, maar een investeringssubsidie ligt bij een verplichting tot vergisting meer voor de hand dan een exploitatiesubsidie. In de studie zijn zowel de kosten als de broeikasgasemissiereductie doorgerekend.

Vermindering van de uitstoot van broeikasgassen op het melkveebedrijf

Deze studie van Vellinga et al. (2009) heeft de uitstoot van broeikasgassen berekend voor een groep bedrijven uit de praktijk en berekend wat het effect is van emissiebeperkende maatregelen op de uitstoot van broeikasgassen en op het financiële bedrijfsresultaat. Hiervoor is het model Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR) gebruikt voor 25 melkveebedrijven. De boeren konden kiezen uit een lijst van maatregelen die ze overwogen toe te passen op hun bedrijf. De tabel hieronder geeft het overzicht van de verschillende maatregelen en het aantal boeren dat deze maatregel overwoog.

A) Wijzigingen in de voeding

- Vervanging krachtvoer door bijproducten 9
- Meer maïs verbouwen 5
- Maïs aankopen i.p.v. graskuil 1
- Meer maïs voeren i.p.v. gras 1
- Geen maïs meer verbouwen 1
- Minder beweiden 3
- Meer bijvoeding bij weiden 1
- Meer krachtvoer verstrekken 1

B) Verbetering van de N-efficiëntie

- Minder kunstmest N 5
- Meer kunstmest N 3
- Verlaging N-gehalte in krachtvoer 3
- Grotere mestopslag 1
- Drijfmest beter benutten, niet meer in nazomer aanwenden 1
- Zwaardere sneden oogsten 1
- Wat als de productiviteit van de grond 10% hoger is 1

C) Diermanagement

- Meer melk per koe en groter quotum 11
- Lager vervangingspercentage, minder jongvee 3

D) Energiebesparing

- Warmtepomp/voorkoeler 6
- Doorzaai i.p.v. herinzaai 3
- Land dichterbij het bedrijf 2

E) Diversen

- Aanschaf en toepassing AMS (automatisch melksysteem) 2
- Drie keer per dag melken 1
- Zelfvoorzienend met ruwvoer 1
- Meer vee uitscharen elders 1
- Meer in loonwerk laten doen 1
- Verdubbeling veestapel 1

3.2 Selectie en clustering van maatregelen

Zoals blijkt uit de bovenstaande dertien studies in paragraaf 3.1, is er een grote verscheidenheid aan en mate van detaillering van de verschillende klimaatmaatregelen. Voor verdere analyse van de maatregelen en hun toepasbaarheid binnen het GLB is het zinvol om de maatregelen te clusteren. Gebaseerd op de beschikbare studies uit paragraaf 3.1 hebben we een selectie en clustering gemaakt van maatregelen die relevant zijn voor Nederland. De clustering is gebaseerd op een indeling die gericht is op de emissiebron en op de manier waarop een maatregel werkt. Emissies worden vaak berekend als het product van een hoeveelheid (activiteit data, bijv. aantal dieren) en een emissiefactor (fractie van een hoeveelheid die als broeikasgas vrijkomt en emitteert). Bij lachgasemissies uit de bodem kun je de emissies verminderen door minder stikstof toe te dienen (bijv. door precisiebemesting) of je kan de emissie verminderen door een maatregel die leidt tot een lagere emissiefactor (bijv. gebruik van nitrificatieremmers).

Gebaseerd op deze principes stellen we onderstaande hanteerbare indeling van klimaatmaatregelen voor. Hierbij staat de hoofdmaatregel genoemd met een aantal voorbeelden van activiteiten die hier onder vallen. De energiemaatregelen zullen we in de verdere analyse buiten beschouwing laten, aangezien deze grotendeels al worden uitgevoerd via andere subsidietrajecten (bijv. SDE). De meeste van de hierboven genoemde klimaatmaatregelen zijn onder te brengen in een van de hoofdmaatregelcategorieën.

Pensfermentatie

- Verhogen efficiëntie melkveehouderij (minder jongvee, betere benutting ruwvoer, genetische verbetering)
- Aanpassingen voersamenstelling (verlaging stikstofgehalte in ruwvoer, meer mais)
- Voer additieven (nitraat, lijnzaad)

Mestopslagen

- Mestvergisting (monovergisting, covergisting)
- Aanzuren van mest
- Aanpassen stalontwerp (snelle mestafvoer, mestopslag ondergronds, methaanoxidatie)

N₂O bodem emissies

- Precisiebemesting (optimaliseren van hoeveelheid, tijdstip en plaats)
- Type (kunst)mest en nitrificatieremmers
- Grasklaver toepassen

Koolstofvastlegging

- Minder grondbewerking (minder diep ploegen, niet ploegen, niet scheuren grasland)
- Meer productie en achterlaten van gewasresten (Vanggewas, groenbemester, permanent gewas in rotatie, gewasresten achterlaten, akkerranden beheer)
- Toevoegen extra organische stof (organische meststoffen, compost, biochar)
- Aanplant meerjarige gewassen of houtopstand (incl. houtwallen)
- Verhogen waterpeil in veengronden (onderwater drains, omzetting naar natuur)
- Verbeterd waterbeheer (irrigatie, betere infiltratie en drainage, tegengaan verdichting)

Algemeen

- Kennisverspreiding / kennisoverdracht
- Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf
- Innovaties stimuleren

Energie

- Gebruik hernieuwbare energie
- Energiebesparing

3.3 Afwentelingseffecten

Voor de hoofdmaatregelen is ook een kwalitatieve analyse gemaakt van de afwentelingseffecten, naast het effect op de broeikasgasemissies binnen de landbouwsector. Hierbij is gekeken naar de volgende aspecten:

- Broeikasgasemissies in andere sectoren in Nederland (inclusief kunstmest productie)
- Broeikasgasemissies in het buitenland (voornamelijk landgebruiksveranderingen)
- Ammoniakemissie
- Fijnstof- en geuremissies
- Uitspoeling van nitraat (naar grond en oppervlaktewater)
- Bodemkwaliteit (voornamelijk koolstofvoorraad in de bodem)
- Waterbeheer (infiltratie, waterberging)
- Biodiversiteit (zowel boven als ondergronds)
- Dierwelzijn (o.a. weidegang en opstallen vee, diergezondheid)

De afwentelingseffecten van de geselecteerde maatregelen zijn kwalitatief beoordeeld op basis van beschikbare studies, o.a. Lesschen et al. (2008, 2012) en expert judgement. Hiervoor is een systeem en kwalificatie van plussen en minnen vanuit het milieuperspectief gebruikt:

- + meestal positief
- 0 geen effect
- meestal negatief
- ? onbekend

Deze classificatie geeft niet de omvang van het effect aan, maar wel de richting, bijvoorbeeld + voor NH₃-emissie betekent dat het effect van die maatregel zeker positief is vanuit een perspectief van NH₃-beleid en dus NH₃-emissies verlaagt. De bijdrage aan de vermindering van de totale NH₃-emissie kan overigens omvangrijk of heel gering zijn.

Tabel 6 Afwentelingseffecten van de geselecteerde maatregelen.

Maatregelen	BKG emissies in andere sectoren	BKG emissies in buitenland	Ammoniak emissie	Fijnstof en geur emissies	Uitspoeling van nitraat	Bodemkwaliteit	Waterbeheer	Biodiversiteit	Dierwelzijn
<i>Pensfermentatie</i>									
Verhogen efficiëntie melkveehouderij	0	0	+	+	+	0	0	0	-
Aanpassingen voersamenstelling	0	+	+/-	0	0/+	0	0	0	0
Voer additieven	0	0	?	0	0	0	0	0	?
<i>Mestopslagen</i>									
Mestvergisting	+	0	-	+	0	?	0	0	0
Aanzuren van mest	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Aanpassen stalontwerp	0	0	+	+	0	0	0	0	0/+
<i>N₂O bodem emissies</i>									
Precisiebemesting	+	0	+	0	+	0	0	0	0
Type (kunst)mest en nitrificatieremmers	0	0	+/-	0	+	0	0	0	0
Grasklaver toepassen	+	0	+/-	0	-/+	?	0	+	0
<i>Koolstofvastlegging</i>									
Minder grondbewerking	+	0	0	+	+	+	0	+	0
Meer productie en achterlaten van gewasresten	0	0	-/+	0	+	+	0	+	0
Toevoegen extra organische stof	-	0	-/0	0	-/+	+	0	-/+	0
Aanplant meerjarige gewassen / houtopstand	+	-	0	0	+	+	+	+	0
Verhogen waterpeil in veengronden	0	0	0	0	0	0	+	+	0
Verbeterd waterbeheer	0	0	0	0	+	+	+	0	0
<i>Algemeen</i>									
Kennisverspreiding / kennisoverdracht	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Innovaties stimuleren	0	+	0	0	0	0	0	0	0

4 Opties voor inpassing in het GLB

4.1 Overzicht huidige GLB

Voor deze studie wordt uitgegaan van het huidige GLB, aangezien het op dit moment nog onduidelijk is hoe het GLB er na 2020 uit gaat zien. Het is echter wel duidelijk dat de trend naar minder directe betalingen en meer subsidies voor klimaat en ecosysteemdiensten verder zal doorzetten.

Het huidige GLB (2014-2020) bestaat uit 2 pijlers. Onder pijler 1 vallen de Inkomensondersteuning en het Markt- en prijsbeleid en onder pijler 2 valt het Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP).

4.1.1 Inkomensondersteuning

De EU voert een markt- en prijsbeleid om ervoor te zorgen dat de prijzen voor landbouwproducten niet te veel schommelen. Markt- en prijsbeleid wordt nauwelijks meer gebruikt en is nu vrijwel geheel vervangen door inkomensvoetstukken. In het huidige GLB heeft deze ondersteuning de vorm van een basisbetaling en een vergroeningsbetaling. Aan iedere landbouwer zijn in 2015 betalingsrechten toegekend gelijk aan het aantal hectaren subsidiabele landbouwgrond. De waarde van de betalingsrechten is afhankelijk van hoeveel inkomenssteun de landbouwer ontving in de vorige GLB-periode 2006-2014 en het niveau van de gelijke hectarepremie per ha subsidiabele landbouwgrond. In het GLB wordt geleidelijk de stap gezet naar een gelijke hectarepremie voor elke hectare subsidiabele landbouwgrond c.q. betalingsrecht in 2019. Het historische deel wordt geleidelijk afgebouwd naar 0. Daar bovenop kan de landbouwer een vergroeningspremie ontvangen als hij aan de eisen van de vergroening voldoet. Deze premie is 43% van de basisbetaling.

Om voor de basisbetaling in aanmerking te komen, dient de landbouwer ook te voldoen aan de zogenaamde randvoorwaarden (cross compliance). De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) alsook provincies en gemeenten controleren hierop. De randvoorwaarden GLB zijn ingedeeld in de onderdelen die zijn vermeld in de "Uitvoeringsregeling rechtstreekse betalingen GLB bijlage 3 en 4". Hieronder is een opsomming gegeven hoe dit wordt toegepast in Nederland.

Milieu

- Vogel- en habitatrichtlijn
- Grondwaterbescherming
- Nitraatrichtlijn

Gezondheid van mens, dier en plant

- Identificatie en registratie van dieren
- Gewasbescherming
- Hygiënepakket
- Diergeneesmiddelen en hormonen
- Mond- en Klauwzeer, Varkenspest, Blauwtong en Gekkekoeienziekte (BSE)

Dierenwelzijn

- Minimumnormen voor kalveren
- Minimumnormen voor varkens
- Bescherming van landbouwhuisdieren

Goede landbouw- en milieuconditie

- Bodemerrosie
- Organische stof in de bodem
- Bodemstructuur
- Minimaal onderhoud
- Waterbescherming en waterbeheer

De verschillende milieuriichtlijnen en goede landbouw- en milieucondities zijn voor het klimaat de belangrijkste onderdelen van de randvoorwaarden.

Sinds 2015 is vergroening verplicht voor iedereen die de basisbetaling wil ontvangen. De basisbetaling en de vergroeningspremie zijn daarmee met elkaar verbonden. De volgende voorwaarden zijn vastgesteld voor de vergroening:

1. **Blijvend grasland.** Eis is dat het totale areaal blijvend grasland in Nederland niet (te veel) achteruitgaat. Wordt hier niet aan voldaan, dan worden verplichtingen op individueel bedrijfsniveau opgelegd. In Natura 2000-gebieden geldt bovendien dat blijvend grasland niet omgezet of geploegd mag worden.
2. **Gewasdiversificatie.** De verplichting gewasdiversificatie geldt als het totale areaal bouwland op een bedrijf groter dan 10 hectare. Tussen de 10 en 30 hectare moeten er minimaal 2 akkerbouwgewassen geteeld worden, waarvan het grootste gewas niet meer dan 75% van het areaal beslaat. Bij meer dan 30 hectare moeten er minimaal 3 gewassen geteeld worden waarbij het grootste gewas maximaal 75% van het areaal akkerbouw beslaat en 2 gewassen samen maximaal 95% van het areaal.
3. **Ecologisch aandachtsgebied.** Landbouwers met meer dan 15 ha bouwland, of met meer dan 30 ha bouwland ingeval meer dan 75% van het areaal blijvend grasland is, dienen minimaal 5% van het oppervlak te bestemmen als ecologisch aandachtsgebied (EFA). In Nederland is ervoor gekozen om vanggewassen en akkerranden op bouwland mee te tellen. Ook mogen stikstofbindende gewassen, zoals luzerne, als EFA meegerekend worden, evenals landschapselementen en areaal bebouwd met wilg en equivalente pakketten (zie ook Uitvoeringsregeling rechtstreekse betalingen GLB). Daarbij worden wegingsfactoren toegepast, waardoor de ene EFA-invulling zwaarder 'meetelt' dan de andere.

4.1.2 Plattelandsontwikkeling

De Nederlandse uitwerking van het Europese Plattelandsontwikkelingsprogramma is uitgewerkt in een nationaal programma, het Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP). Binnen het POP is er ruimte voor de lidstaten om – binnen de Europese kaders – een eigen invulling te geven aan het plattelandsbeleid. Daar staat tegenover dat de EU alleen subsidies uitkeert als Nederland daar ook zelf geld tegenover zet voor het platteland (cofinanciering).

Bij het huidige POP3-programma 2013-2020 is sprake van samenwerking tussen Rijk en provincies. Zij hebben maatregelen geformuleerd die moeten bijdragen aan de versterking van het Nederlandse platteland. Deze moeten ervoor zorgen dat landbouwbedrijven innovatiever gaan werken en internationaal kunnen concurreren. Een voorbeeld waaraan het POP3 bijdraagt, is de doelstelling dat vanaf 2020 alle nieuwe kassen klimaatneutraal en economisch rendabel zijn.

Nederland heeft in de nationale uitwerking van het POP3 de volgende thema's centraal gezet: innovatie, natuur en landschap, water, LEADER en jonge boeren.

- **Investeringssteun.** Een deel van het budget is gereserveerd voor het *Entrepreneurship and Innovation Program* (EIP). Doel van EIP is een beter verband te leggen tussen onderzoek en praktijk. Centraal staan Operationele Groepen van boeren, wetenschappers, adviseurs, bedrijven etc. die projecten uitvoeren, gericht op het testen en toepassen van innovatieve praktijken, technologieën, processen en producten. EIP wordt deels gefinancierd uit het GLB (tweede pijler) en deels uit Horizon2020.
- **Agrarisch natuur- en landschapsbeheer.** Vanuit de tweede pijler wordt ook het agrarisch natuurbeheer gefinancierd. Agrarisch natuurbeheer raakt ook aan de vergroening van de eerste pijler. Het ministerie van EZ wil het agrarisch natuurbeheer zo veel mogelijk complementair laten zijn aan de vergroeningsmaatregelen.
- **Water.** In het POP3 wordt budget opgenomen voor wateropgaven. Landbouwers kunnen subsidie aanvragen voor duurzame maatregelen die waterverontreiniging tegengaan of bijdragen aan een goede waterhuishouding in hun gebied. De waterschappen gaan dit financieel ondersteunen.
- **LEADER.** In POP3 is 5% van het budget gereserveerd voor LEADER. In de LEADER-werkwijze schrijft een Plaatselijke Groep (een publiek-privaat samenwerkingsverband van burgers, overheden

en maatschappelijke organisaties) een eigen ontwikkelingsstrategie voor een gebied en verdeelt op basis daarvan het beschikbare budget over de projectvoorstellen. Daarbij geldt een eis van 50% cofinanciering door gemeente of provincie.



Figuur 4 Overzicht van het Europees landbouwbeleid in Nederland voor de periode 2014-2020.

Maatregelen

De Europese Commissie heeft in de implementatieregulatie van het plattelandsontwikkelingsbeleid (EU) 808/2014) 20 maatregelen gedefinieerd waaruit de lidstaten kunnen kiezen voor de uitwerking van de plattelandsontwikkelingsplannen:

- M01 - Knowledge transfer and information actions;
- M02 - Advisory services, farm management and farm relief services
- M03 - Quality schemes for agricultural products and food-stuffs
- M04 - Investments in physical assets
- M05 - Restoring agricultural production potential damaged by natural disasters and introduction of appropriate prevention
- M06 - Farm and business development
- M07 - Basic services and village renewal in rural areas
- M08 - Investments in forest area development and improvement of the viability of forests
- M09 - Setting up of producer groups and organisations
- M10 - Agri-environment-climate (AEC)
- M11 - Organic farming
- M12 - Natura 2000 and Water Framework Directive payments
- M13 - Payments to areas facing natural or other specific constraints
- M14 - Animal welfare
- M15 - Forest-environmental and climate services and forest conservation
- M16 - Cooperation
- M17 - Risk management
- M18 - Financing of complementary national direct payments for Croatia
- M19 - Support for Leader local development (CLLD)
- M20 - Technical Assistance

In het huidige POP3 heeft Nederland uit de hoofdlijst de volgende maatregelen opgenomen (bedragen zijn totalen (incl. Nederlandse cofinanciering)) voor de periode 2014-2020.

- Maatregel 01 Kennisoverdracht en voorlichtingsacties (35 miljoen)
- Maatregel 03 Kwaliteitsregelingen voor landbouwproducten en levensmiddelen (gericht op Kalfsvlees; 30 miljoen)
- Maatregel 04 Investerings (800 miljoen)
- Maatregel 10 Agrimilieu en klimaatsteun (496 miljoen)
- Maatregel 16 Samenwerking (75 miljoen)
- Maatregel 17 Risicomanagement (Brede Weersverzekering; 54 miljoen)
- Maatregel 19 LEADER-aanpak (110 miljoen)

4.2 Criteria voor opnemen maatregelen binnen GLB

Klimaatmaatregelen die geschikt zijn voor opname binnen het GLB zullen moeten voldoen aan een aantal criteria. De volgende criteria zijn in elk geval relevant voor een dergelijke beoordeling:

- Broeikasgas-mitigatiepotentieel
- Kosten (effectiviteit)
- Terugkomen in de nationale emissierapportage (NIR)
- Controleerbaarheid voor GLB (o.a. beschikbaarheid en toegang van data, kosten monitoring)
- Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid
- Toepasbaarheid in de praktijk
- Effect op klimaatadaptatie (robuustheid en kwetsbaarheid)
- Gelijkmatige verdeling van subsidiegelden (over groepen boeren en regio's)

In paragraaf 4.3 zullen de geselecteerde maatregelen, zoals geclusterd in paragraaf 3.2, op hoofdlijnen worden beoordeeld op bovengenoemde criteria.

Naast deze criteria worden de maatregelen ook op een meer algemene manier geanalyseerd. In een ander beleidsondersteunend project dat kijkt naar verdere vergroening en verbreding van het toekomstige GLB-beleid is een aantal ontwerpassen opgesteld voor het analyseren van toekomstige beleidsinstrumenten en -maatregelen. Voor de ene opgave zullen meer dwingende, generieke maatregelen van toepassing zijn en voor een andere opgave juist vrijwillige, maar heel specifieke maatregelen. Deze ontwerpprincipes verbeelden een aantal kenmerken van maatregelen die ook in de context van toepasbaarheid van klimaatmaatregelen binnen het GLB van toepassing kunnen zijn.

Deze assen zijn:

1. Van generiek naar specifiek;
2. Van negatieve effecten tegengaan tot positieve effecten bevorderen;
3. Van een kleine tot een grote benodigde verandering (afstand tussen doel en huidige stand van zaken), van een weinig tot zeer urgent probleem;
4. Van eenvoudig tot moeilijk inpasbaar in de bedrijfsvoering;
5. Van lage tot hoge motivatie van boeren voor de maatregel;
6. Van individuele bedrijven naar groepen van bedrijven.

4.3 Analyse van klimaatmaatregelen

In deze paragraaf presenteren we de criteria-analyse voor een viertal clusters van maatregelen (Pensfermentatie, Mestopslagen, N₂O-bodememissies en Koolstofvastlegging), aangevuld met een cluster Algemeen voor een serie generieke maatregelen.

4.3.1 Pensfermentatie

Verhogen efficiëntie melkveehouderij (minder jongvee, betere benutting ruwvoer, genetische verbetering)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Beperkt potentieel (~0.05 kg CO ₂ -eq/kg melk) op basis van Van der Pol et al. (2013), Lesschen et al. (2009): schatten potentieel op ~0.4 Mton CO ₂ -eq en Daniëls et al. (2016) berekenen een potentieel van 0.5 Mton CO ₂ -eq voor levensduurverlenging melkvee	+
Kosten (effectiviteit)	Van der Pol et al. (2013) schatten in dat voor deze maatregelen geen extra kosten nodig zijn en dus netto geld opleveren	+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Veranderingen in voeropname en dieraantallen komen terug in de emissiecijfers van de NIR	+
Controleerbaarheid voor GLB	Het gaat om veranderingen in het management door de boer, geen specifieke maatregelen, dus niet te controleren.	-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Verhoging van de efficiëntie, leidt in principe ook op andere milieuaspecten tot lagere totale emissies	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Zal per veehouder verschillen, maar de meeste maatregelen zullen met extra voorlichting goed toepasbaar zijn	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen direct effect	0
Regionale verdeling	In principe toepasbaar voor alle (melk)veehouders	+



Conclusie: Het gaat hier om een range van mogelijke maatregelen die leiden tot een verhoging van de efficiëntie in de melkveehouderij. Aangezien de maatregelen kunnen leiden tot netto lagere kosten, is specifieke subsidiëring vanuit het GLB niet nodig. Ook vanwege beperkte mogelijkheden tot controleerbaarheid voor het GLB is dit geen klimaatmaatregel die geschikt is voor opname binnen het GLB. De focus voor deze maatregel zou beter gericht zijn op kennisverspreiding, bijvoorbeeld via POP-gelden, Maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties).

Aanpassingen voersamenstelling (verlaging stikstofgehalte in ruwvoer, meer mais in dieet)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Aanzienlijk potentieel (~0.08 kg CO ₂ -eq/kg melk) op basis van Van der Pol et al. (2013). Lesschen et al. (2008): schatten potentieel op ~0.5 Mton CO ₂ -eq. Daniëls et al. (2016) berekenen een theoretisch potentieel van 1.7 Mton CO ₂ -eq, dit is echter incl. gebruik nitraat en vet	++
Kosten (effectiviteit)	Van der Pol et al. (2013) schatten in dat voor deze maatregelen geen extra kosten nodig zijn en dus netto geld opleveren. Daniëls et al. (2016) geven een kosteneffectiviteit van 144 €/ton CO ₂	+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Effect van veranderingen in voeropname komen terug in de emissiecijfers van de NIR (Tier 3 model)	+
Controleerbaarheid voor GLB	Het gaat om veranderingen in het voermanagement, deels door krachtvoersamenstelling en deels door aanpassingen in ruwvoer, geen concrete maatregel die gemakkelijk te controleren is.	-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Potentieel risico op afwenteling door omzetting grasland naar mais (meer uitspoeling, verlies bodem koolstof)	-
Toepasbaarheid in de praktijk	Voor ruwvoer zal het afhangen van de mogelijkheden per bedrijf, voor krachtvoer kan samenstelling door fabrikant gewijzigd worden en is het makkelijker te implementeren	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen direct effect	0
Regionale verdeling	Toepasbaar voor meeste (melk)veehouders, al hebben boeren in veenweide gebied minder mogelijkheden	+



Conclusie: Het gaat hier om een combinatie van mogelijkheden om de ruwvoer en krachtvoer samenstelling te wijzigen om tot een lagere methaan emissie te komen. Aangezien de maatregelen kunnen leiden tot netto lagere kosten, is specifieke subsidiering vanuit het GLB niet nodig. Ook vanwege controleerbaarheid voor het GLB is dit geen klimaatmaatregel die geschikt is voor opname binnen het GLB. Focus voor deze maatregel zou gericht moeten zijn op kennisverspreiding, bijvoorbeeld via POP-gelden, Maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties).

Voer additieven (nitraat, lijnzaad)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Beperkt potentieel (~0.05 kg CO ₂ -eq/kg melk) op basis van Van der Pol et al. (2013). Lesschen et al. (2008) schatten potentieel op ~0.35 Mton CO ₂ -eq	+
Kosten (effectiviteit)	Van der Pol et al. (2013) en Daniëls et al. (2016) schatten in dat voor deze maatregelen extra kosten nodig zijn	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Effect van veranderingen in voeropname komen terug in de emissiecijfers van de NIR, specifieke additieven nog niet	-/+
Controleerbaarheid voor GLB	De aankoop van specifieke additieven zou controleerbaar moeten zijn, echter het gebruik is niet gegarandeerd.	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Voor nitraat potentieel risico op hogere N-excretie	-
Toepasbaarheid in de praktijk	In principe gemakkelijk toe te passen in de praktijk, maar onzekerheid over gebruik i.v.m. diergezondheid	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen effect	0
Regionale verdeling	Toepasbaar voor alle (melk)veehouders	+



Conclusie: Het gaat bij deze maatregel om de toevoeging van een aantal mogelijke additieven. Aangezien de maatregel niet kosteneffectief is en er bij boeren weerstand bestaat i.v.m. mogelijke effecten op diergezondheid, is specifieke stimulering nodig. Opname onder cross-compliance lijkt niet wenselijk i.v.m. mogelijke hoge risico op negatieve afwentelingseffecten. Specifieke stimulering via POP-gelden, bijv. via Maatregel 10 (Agrimilieu en klimaatsteun), zou een optie kunnen zijn.

4.3.2 Mestopslagen

Mestvergisting (monovergisting, covergisting)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Groot potentieel (~0.13 kg CO ₂ -eq/kg melk) op basis van Van der Pol et al. (2013), Lesschen et al. (2009): schatten realistisch potentieel op ~1 Mton CO ₂ -eq. Daniëls et al. (2016) berekenen een potentieel van 4.5 Mton CO ₂ -eq voor mono-mestvergisting (incl. vermeden fossiel)	++
Kosten (effectiviteit)	Van der Pol et al. (2013) gaan uit van hoge kosten voor covergisting, o.a. vanwege aankoop covergistingsmateriaal. Daniëls et al. (2016) schatten kosten op 185 €/ton CO ₂ -eq	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Mestvergisting wordt binnenkort opgenomen in de emissieregistratie, vermeden fossiele emissies komen ook terug	+
Controleerbaarheid voor GLB	Goed te controleren vanwege fysieke aanwezigheid en energie monitoring voor SDE-subsidies	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Besparing op fossiele energie, mogelijk risico toename NH ₃ -emissies bij toediening digestaat	-/+
Toepasbaarheid in de praktijk	Niet voor iedereen geschikt, minimaal aantal dieren nodig, en afhankelijk van stal en mestopslagsysteem	0/+
Effect op klimaatadaptatie	Geen direct effect	0
Regionale verdeling	Toepasbaar voor grotere melkveehouders en varkenshouders	+



Conclusie: Mestvergisting is een relatief kostbare maatregel, maar heeft wel een groot en zeker mitigatiepotentieel. Dit maakt het een maatregel die vanuit beleidsperspectief zeer gewenst is. De energiesubsidies vanuit SDE zullen niet voldoende zijn om mestvergisting kosteneffectief te maken. Investeringsubsidie vanuit POP (Maatregel 04 Investerings) is waarschijnlijk de geschiktste optie voor inpassing binnen het GLB. Alternatief is te betalen voor de vermeden broeikasgasemissies. Dit is binnen het huidige GLB geen optie, maar FrieslandCampina betaalt hier bijvoorbeeld al wel voor.

Aanzuren van mest

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Lesschen et al. (2008) schatten een potentieel van 1.0 Mton CO ₂ -eq voor toevoegmiddelen aan mest. Bussink en van Rotterdam-Los (2011) komen tot een potentie van 0.7 Mton CO ₂ -eq	++
Kosten (effectiviteit)	Voor aanzuren zullen extra kosten gemaakt moeten worden. Bussink en van Rotterdam-Los (2011) schatten deze op 44-72 €/ton CO ₂ -eq	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Aanzuren van mest komt nog niet terug in de NIR, het zal ook lastig zijn de benodigde activiteitendata te verzamelen	-
Controleerbaarheid voor GLB	Aanzuren van mest is moeilijker controleerbaar	-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Aanzuren van mest kan ook sterk de ammoniak emissie verminderen	+
Toepasbaarheid in de praktijk	In principe voor de meeste mestopslagen toepasbaar	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen effect	0
Regionale verdeling	Toepasbaar voor meeste melkveehouders en varkenshouders	+



Conclusie: Het aanzuren van mest heeft in theorie een redelijk groot potentieel en heeft als neveneffect ook lagere ammoniakemissies. De maatregel vraagt wel om extra kosten in de uitvoering. Het aanzuren van mest is moeilijker binnen het GLB toe te passen vanwege de beperkte controleerbaarheid. Specifieke verplichtingen in combinatie met het ammoniakbeleid zou een alternatief kunnen zijn.

Aanpassen stalontwerp (snelle mestafvoer, mestopslag ondergronds, methaanoxidatie)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Lesschen et al. (2008) schatten realistisch potentieel op ~0.6 Mton CO ₂ -eq; deze maatregel moet echter gezien worden in combinatie met mestvergisting of methaanoxidatie, waarbij mest uit de stal zo snel mogelijk naar een mestvergister of buitenopslag gaat. Daniëls et al. (2016) berekenen een groot potentieel van 2.5 Mton CO ₂ -eq in 2030 voor methaanoxidatie	++
Kosten (effectiviteit)	Daniëls et al. (2016) schatten de kosten voor methaanoxidatie slechts op 5 €/ton CO ₂ -eq, echter onder de aanname dat de stal toch moest worden vervangen/uitgebreid	-/0
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Mestvergisting wordt binnenkort opgenomen in de emissieregistratie, ook onderscheid tussen buiten en binnen mestopslagen wordt gemaakt, maar methaanoxidatie specifiek is nog niet meegenomen	+/-
Controleerbaarheid voor GLB	Methaanoxidatie en vergisting zou te controleren moeten zijn, aangezien hiervoor de benodigde infrastructuur gebouwd moet worden, echter het goed gebruiken is slecht te controleren	+/-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Geen directe effecten	0
Toepasbaarheid in de praktijk	Voor methaanoxidatie is ook voldoende buitenruimte nodig en toepasbaarheid hangt sterk af van type en leeftijd van de stal.	0/+
Effect op klimaatadaptatie	Geen direct effect, al kan verbouwing van de stal worden gecombineerd met maatregelen voor een beter stalklimaat, bijv. natuurlijke koeling	0/+
Regionale verdeling	In principe voor grotere melkveehouders en varkenshouders	+

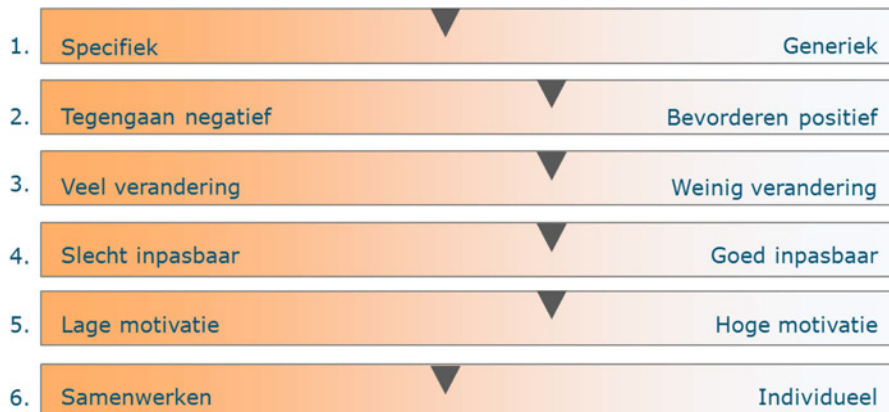
1.	Specifiek	Generiek
2.	Tegengaan negatief	Bevorderen positief
3.	Veel verandering	Weinig verandering
4.	Slecht inpasbaar	Goed inpasbaar
5.	Lage motivatie	Hoge motivatie
6.	Samenwerken	Individueel

Conclusie: Het aanpassen van het stalontwerp, met als doel mest snel vanuit de stal in de opslag te krijgen in combinatie met vergisting, of buitenopslag in combinatie met methaanoxidatie, kunnen effectieve maatregelen zijn. Uitvoering vraagt echter om een flinke investering, die alleen kosteneffectief is als de stal toch wordt vervangen of aangepast of nieuw wordt gebouwd. Een investeringssubsidie vanuit POP (Maatregel 04 Investerings) is dan de geschiktste maatregel voor inpassing binnen het GLB.

4.3.3 N₂O-bodememissies

Precisiebemesting (optimaliseren van hoeveelheid, tijdstip en plaats)

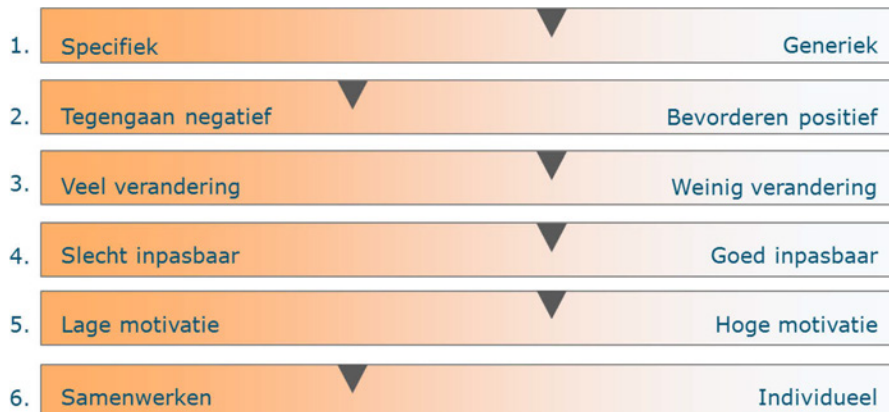
Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Zowel Lesschen et al. (2008) als Daniëls et al. (2016) schatten een beperkt potentieel van 0.4 Mton CO ₂ -eq en Van der Pol et al. (2013) berekenen een potentieel van ~0.05 kg CO ₂ -eq/kg melk	+
Kosten (effectiviteit)	Daniëls et al. (2016) schatten de kosten in op 95 €/ton CO ₂ -eq, terwijl Van der Pol et al. (2013) efficiëntere bemesting als kostenbesparend inschatten	-/+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Als precisiebemesting leidt tot minder gebruik van (kunst)mest komt dat tot uiting in de NIR, echter effecten van tijdstip van bemesting worden niet meegenomen	+
Controleerbaarheid voor GLB	Zou via het managementsysteem en eventueel de mestboekhouding te controleren moeten zijn, evenals aanschaf van specifieke precisiebemesting apparatuur	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Precisiebemesting leidt ook tot minder ammoniakemissie en N-uitspoeling	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Deels gemakkelijk inpasbaar, maar meer geavanceerdere precisiebemestingstechnieken vergen investeringen en voldoende landareaal	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Optimalisering van tijdstip van bemesting (niet tijdens natte periodes) zou verdichting van de bodem kunnen voorkomen	0/+
Regionale verdeling	In principe voor alle grondgebonden landbouw	+



Conclusie: Het optimaliseren van de (kunst)mestgift is een maatregel die goed inpasbaar is en leidt tot een efficiënter gebruik van meststoffen en vermindering van emissies. De maatregel kan leiden tot een besparing op kunstmest, maar vergt vaak wel investeringen in apparatuur en machines. Deze zouden ook in gezamenlijkheid of via loonwerkers aangeschaft kunnen worden. Door de aanscherpingen van de afgelopen jaren in het mestbeleid is het potentieel van deze maatregel wel beperkt. Via aanscherping van de randvoorwaarden (cross compliance) aan de GLB inkomenssteun, bijvoorbeeld opnemen in het actieplan voor de nitraatrichtlijn of aanscherpen van goede landbouwpraktijk, zou de maatregel kunnen worden afgedwongen. Een alternatief is het bieden van investeringssubsidies (Maatregel 4 onder POP) voor de aanschaf van precisiebemestingsapparatuur. Verder zijn kennisverspreiding en goede advisering (via Maatregel 1 of 2) ook belangrijk voor de toepassing van precisiebemesting.

Type (kunst)mest en nitrificatieremmers

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Zowel Lesschen et al. (2008) als Daniëls et al. (2016) schatten een beperkt potentieel van 0.4 Mton CO ₂ -eq voor nitrificatieremmers en voor ammonium- houdende meststof i.p.v. nitraat een potentieel van 0.13 Mton CO ₂ -eq/year (Lesschen et al. 2008)	+
Kosten (effectiviteit)	Daniëls et al. (2016) schatten de kosten voor nitrificatieremmers op 75 €/ton CO ₂ -eq	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Kunstmest type of nitrificatieremmers komen nog niet terug in de NIR, aangezien cijfers in de NIR nog gebaseerd zijn op totale kunstmestconsumptie. Als het ook leidt tot minder kunstmestconsumptie komt dat effect wel tot uiting.	-
Controleerbaarheid voor GLB	Lastig, huidige kunstmeststatistiek is niet altijd consistent. Boeren zouden via hun administratie (aankoopbon) kunnen aangeven welke en hoeveel kunstmest ze gebruiken; in combinatie met precisie-bemestingsmanagementsysteem zou het wel kunnen	-/+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Nitrificatieremmers kunnen ook uitspoeling van nitraat tegengaan	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Gemakkelijk toepasbaar voor kunstmest, aangezien de nitrificatieremmer al in de kunstmestkorrel is verwerkt (vaak een coating)	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen effect	0
Regionale verdeling	In principe voor alle grondgebonden landbouw	+



Conclusie: Gebruik van nitrificatieremmers en/of andere kunstmesttypen kan effectief zijn voor het reduceren van de lachgasemissies. Echter, deze kunstmestsoorten zijn fors duurder en leiden daardoor tot hogere kosten. Aangezien controleerbaarheid voor het GLB uitvoering lastig is, past deze maatregel moeilijker binnen het GLB. Een subsidie om de kosten van deze nitrificatieremmers te verlagen zou mogelijk zijn, maar aangezien GLB-middelen alleen direct naar agrariërs mogen gaan, zal een studie naar mogelijkheden tot verlaging van kosten op een andere manier gefinancierd moeten worden.

Grasklaver toepassen

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Lesschen et al. (2008) schatten een beperkt potentieel van 0.1 Mton CO ₂ -eq. Van der Pol et al. (2013) hebben deze maatregel wel opgenomen maar niet gekwantificeerd. Potentieel zal beperkt zijn, aangezien meeste grasland intensief beheerd wordt met hoge (kunst)mestgift	0/+
Kosten (effectiviteit)	Louis Bolk Instituut laat zien dat het kosteneffectief kan zijn door de besparing op kunstmest en in hun pilot ook hogere opbrengsten ³	0/+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Verlaging van de kunstmestgift door grasklaver komt terug in de NIR	+
Controleerbaarheid voor GLB	Matig, boeren kunnen dit aangeven in de landbouwtelling, maar vanuit luchtfoto's is niet te zien of er ook daadwerkelijk grasklaver staat	-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Kunstmestbesparing met vermindering gerelateerde emissies, maar wel kans op hogere nitraat uitspoeling bij afsterven van de klaver	-/+
Toepasbaarheid in de praktijk	Het management van grasklaver vraagt meer aandacht	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Grasklaver is minder droogte gevoelig (verschillende worteldieptes)	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar overal in de melkveehouderij, maar meer perspectief voor tijdelijk grasland	+



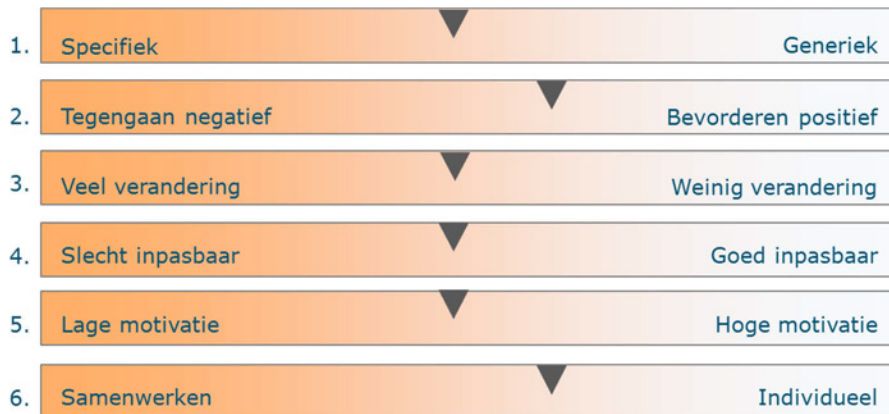
Conclusie: De teelt van grasklaver heeft een beperkt potentieel voor emissiereductie, maar zou zeker op tijdelijk grasland gestimuleerd kunnen worden. Recent onderzoek van het Louis Bolk Instituut laat zien dat het ook kosteneffectief zou kunnen zijn, waardoor specifieke subsidiering vanuit het GLB niet nodig is. Ook vanwege controleerbaarheid is dit een klimaatmaatregel die minder geschikt is voor opname binnen het GLB. Focus voor deze maatregel zou gericht moeten zijn op kennisverspreiding, bijvoorbeeld via POP-gelden, Maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties).

³ <http://www.klaverklimaat.nl/>

4.3.4 Koolstofvastlegging

Minder grondbewerking

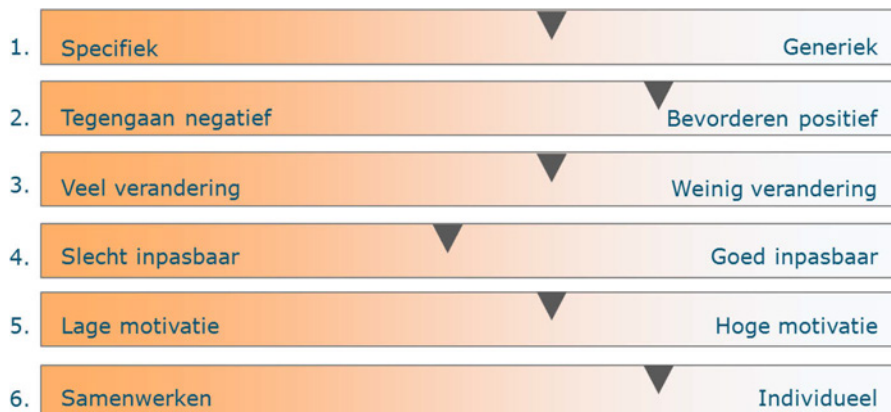
Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Lesschen et al. (2012) schatten een potentieel van ~0.3 Mton CO ₂ -eq. Nieuwe internationale studies laten echter zien dat het meer een herverdeling van de koolstof (meer in de bovenlaag en minder is dan een netto toename)	0/+
Kosten (effectiviteit)	Goede data over de kosten (effectiviteit) zijn niet beschikbaar, maar het lijkt kostenneutraal te kunnen worden geïmplementeerd	0
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Bodemkoolstof-gerelateerde maatregelen worden op dit moment nog niet meegenomen in de emissierapportage	-
Controleerbaarheid voor GLB	Geen grondbewerking is misschien vanuit luchtfoto's te controleren, maar niet-kerende grondbewerking niet. Investeringsmaatregelen voor apparatuur voor niet kerende grondbewerking zijn wel controleerbaar	-/+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Minder grondbewerking vermindert erosie en verbetert de structuur van de bovenlaag van de bodem, wat leidt tot betere drainage	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Niet goed toepasbaar voor alle gewassen en vergt aanpassing van het management. Onkruidonderdrukking is een belangrijk aspect	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Minder grondbewerking verbetert de bodemstructuur en daarmee de drainage en waterberging van de bodem. Hierdoor is de bodem minder kwetsbaar voor langdurige droogte of extreme regenval	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar in de akkerbouw en voor permanente maisteelt, echter voor hakvruchten is grondbewerking niet mogelijk	+



Conclusie: Gezien de recente wetenschappelijke conclusie over minder (diep) ploegen is het mitigatiepotentieel van deze maatregel onzeker. Echter de positieve effecten op het tegengaan van erosie en verbetering van de bodemstructuur rechtvaardigen stimulatie van deze maatregel. In Zuid-Limburg is deze maatregel vanwege de erosiebeperking al opgenomen onder de GLB-randvoorwaarden voor percelen met een helling van meer dan 2%. Voor heel Nederland is verplichting via randvoorwaarden niet wenselijk, maar stimulering via bijv. POP-maatregel 10 (Agrimilieu en klimaatsteun) zou wel een optie kunnen zijn.

Meer productie en achterlaten van gewasresten

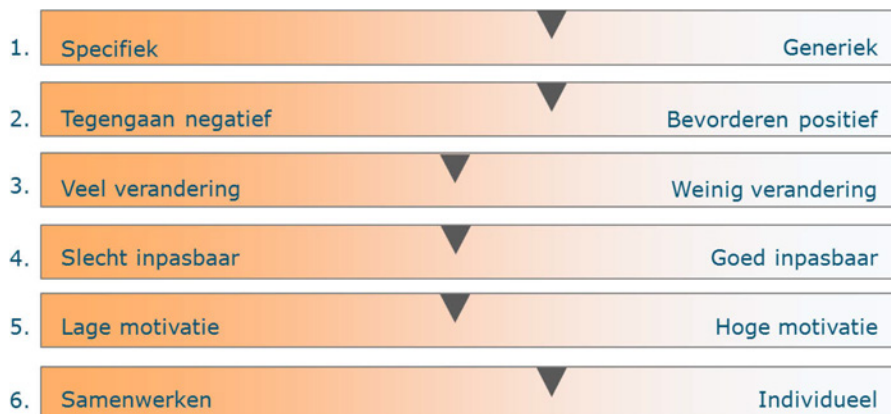
Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Lesschen et al. (2012) schatten een potentieel van ~0.4 Mton CO ₂ -eq voor een combinatie van maatregelen (groenbemesters, stro achterlaten, verbeterde rotatie)	+
Kosten (effectiviteit)	De kosteneffectiviteit is sterk afhankelijk van de exacte maatregel en omstandigheden. In het algemeen moeten er extra kosten gemaakt worden, maar door verbetering in bodemkwaliteit kan ook de opbrengst verbeteren	0
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Bodemkoolstof-gerelateerde maatregelen worden op dit moment nog niet meegenomen in de emissierapportage	-
Controleerbaarheid voor GLB	Een aantal maatregelen is wel te controleren, zoals groenbemesters en akkerrandenbeheer, andere, zoals stro achterlaten, moeilijker	-/+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Verhoging van het C-gehalte van de bodem verbetert de bodemstructuur, wat leidt tot betere drainage, minder erosiegevoelig en een beter watervasthoudend vermogen	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Afhankelijk van het gewas, maar in meeste gevallen is een van de maatregelen (o.a. groenbemester, akkerrandenbeheer, gewasresten achterlaten) zeker toepasbaar	+
Effect op klimaatadaptatie	Meer organische stof verbetert de bodemstructuur en daarmee de drainage en waterberging van de bodem. Hierdoor is de bodem minder kwetsbaar voor langdurige droogte of extreme regenval	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar voor meeste akkerbouw en maisteelt	+



Conclusie: Additionele aanvoer van koolstof uit gewasresten zal leiden tot een hoger koolstofgehalte in de bodem en daarmee ook tot verbeterde bodemeigenschappen. De maatregel zou kostenneutraal kunnen zijn, zeker op de langere termijn. Een aantal van de mogelijke maatregelen is al gedeeltelijk opgenomen onder de GLB-randvoorwaarden, zoals verplicht vanggewas na maisteelt. Deze maatregel zou verder verplicht kunnen worden voor andere gewassen. Verder is akkerrandenbeheer een van de opties onder de vergroeningsmaatregelen. Verdere stimulering van deze maatregelen via GLB-randvoorwaarden (Goede landbouw- en milieuconditie) en vergroening zou passend zijn. Daarnaast is kennisverspreiding ook weer een belangrijk aspect, bijvoorbeeld via POP-gelden, Maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties).

Aanvoer externe organische stof

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Deze maatregel is voor Nederland nog niet goed gekwantificeerd, voor dierlijke mest is het potentieel laag, voor compost is de beschikbaarheid beperkt en voor biochar is er nog veel onzekerheid over effectiviteit en milieueffecten	0/+
Kosten (effectiviteit)	Dierlijke mest is kosteneffectief, maar kan i.v.m. de mestwetgeving slechts beperkt extra worden toegediend. Compost, biochar en andere organische meststoffen kosten extra geld	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Bodemkoolstof-gerelateerde maatregelen worden op dit moment nog niet meegenomen in de emissierapportage	-
Controleerbaarheid voor GLB	Deze maatregel is op dit moment niet gemakkelijk te controleren voor het GLB, maar zou vanuit de mestboekhouding wel controleerbaar gemaakt kunnen worden	-/+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Verhoging van het C-gehalte van de bodem verbetert de bodemstructuur, wat leidt tot betere drainage, minder erosiegevoelig en een beter watervasthoudend vermogen; afhankelijk van de meststof wel risico op extra stikstofemissies	-/+
Toepasbaarheid in de praktijk	Goed toepasbaar voor al het land, al is voor sommige organische meststoffen misschien nieuwe apparatuur nodig voor toediening	+
Effect op klimaatadaptatie	Meer organische stof verbetert de bodemstructuur en daarmee de drainage en waterberging van de bodem. Hierdoor is de bodem minder kwetsbaar voor langdurige droogte of extreme regenval	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar in alle grondgebonden landbouw	+



Conclusie: Additionele aanvoer van koolstof van elders, bijvoorbeeld uit dierlijke mest, compost, biochar of andere organische meststoffen, zal leiden tot een hoger koolstofgehalte in de bodem en daarmee ook tot verbeterde bodemeigenschappen. Een boer zou vanuit langetermijnperspectief voor een duurzame bodem deze maatregel ook kunnen nemen. Gezien de mogelijke conflicten met het mestbeleid is specifieke stimulering vanuit het GLB niet wenselijk. Daarentegen zou belemmerende wetgeving wel aangepast kunnen worden om de toepassing van nieuwe organische meststoffen en compost te bevorderen.

Aanplant meerjarige gewassen of houtopstand

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Dit is in theorie een effectieve maatregel, maar onzeker gezien de mate waarin het zal worden toegepast. Daniëls et al. (2016) schatten potentieel op 0,2 Mton CO ₂ in 2030 (en 0,5 Mton in 2050) voor een scenario met extra aanplant van 50 kha bos	+
Kosten (effectiviteit)	Deze maatregel zal voor houtwallen of houtopstanden niet kosteneffectief zijn. Ook meerjarige gras of houtachtige energiegewassen kunnen waarschijnlijk niet concurreren met huidige akkerbouw. Daniëls et al. (2016) schatten kosten voor bosaanplant op 500 €/ton CO ₂	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Op dit moment wordt het nog niet meegenomen in de emissierapportage, alleen omzetting van een groot areaal (>0,5 ha) dat als bos geclassificeerd wordt, komt terug in de emissierapportage. Wel wordt er nu gewerkt aan verdere detaillering om dit zichtbaar te maken	-/+
Controleerbaarheid voor GLB	Deze maatregel is goed te controleren door middel van luchtfoto's en basisregistratie percelen	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Meerjarige gewassen en houtopstand kunnen positieve effecten hebben op biodiversiteit en zijn minder intensief qua bemesting vergeleken met akkerbouwgewassen	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Houtwallen en kleinschalige houtopstand zullen vaak goed toepasbaar zijn. Teelt van meerjarige gewassen vraagt een grote omzetting van bedrijfsvoering	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Meerjarige gewassen en bomen kunnen de landbouw robuuster maken tegen klimaatverandering door positieve effecten op microklimaat, drainage en bodemstructuur	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar in alle grondgebonden landbouw	+



Conclusie: Aanplant van meerjarige gewassen en houtopstand is vanuit klimaat oogpunt effectief, maar wel een relatief dure optie. Stimulering is dan ook nodig en het huidige GLB biedt hiervoor opties vanuit het POP. Dit zou kunnen via maatregel 10 (Agrimilieu en klimaatsteun) of via maatregel 8 (aanplant van bos of agro-forestry); deze laatste heeft Nederland niet gekozen voor de periode 2014-2020. Ook het nieuwe voorstel voor de Renewable Energy Directive zou een stimulans kunnen zijn om meerjarige gewassen te telen voor energie en biobased materialen.

Verhogen waterpeil in veengronden

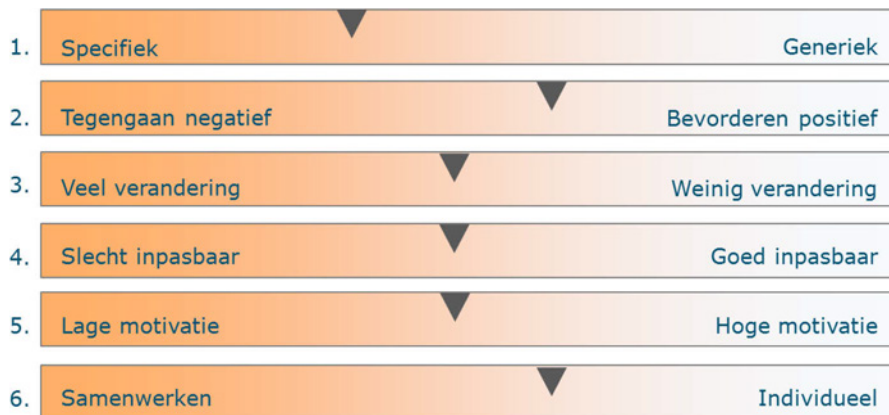
Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Daniëls et al. (2016) schatten op basis van Van den Born et al. (2016) een potentieel van 0.5 Mton CO ₂ voor passieve vernatting en 0.4 Mton CO ₂ voor onderwaterdrainage. Lesschen et al. (2008) schatten daarnaast voor lachgas nog een potentie van 0.2 Mton CO ₂ -eq	++
Kosten (effectiviteit)	Het verhogen van het waterpeil in veengronden en ook onderwater drainage zijn niet kosteneffectief, Daniëls et al. (2016) schatten de kosten van onderwaterdrains op 25 €/ton CO ₂ en passieve vernatting op 70€/ton CO ₂	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Op dit moment komen deze maatregelen nog niet terug in de NIR, aangezien met een vaste emissiefactor per hectare veengrond wordt gerekend. De werkgroep LULUCF heeft wel een verkennend project in 2017	-
Controleerbaarheid voor GLB	Passieve vernatting zou via een gebiedsproces moeten gaan, dit zou in GIS-kaarten kunnen worden opgenomen. Onderwaterdrains aangelegd door een individuele boer zijn als investering ook controleerbaar	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Verhoging van het waterpeil vermindert de bodemdaling problematiek. Daarnaast heeft deze maatregel positieve effecten op natuur en biodiversiteit	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Onderwaterdrains zijn relatief gemakkelijk aan te leggen, maar vernatting vergt grote aanpassing in de bedrijfsvoering	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Verhogen van het waterpeil en daarmee gepaard gaande extensivering maken de veenweidegebieden minder kwetsbaar voor zowel extreme neerslag (kan als overloopgebied dienen) als droogteperiodes	+
Regionale verdeling	Alleen voor veenweidegebieden, onderwaterdrains vooral in westelijke veenweidegebied	-

1.	Specifiek	Generiek
2.	Tegengaan negatief	Bevorderen positief
3.	Veel verandering	Weinig verandering
4.	Slecht inpasbaar	Goed inpasbaar
5.	Lage motivatie	Hoge motivatie
6.	Samenwerken	Individueel

Conclusie: Deze maatregel heeft een groot broeikasgas-reductiepotentieel van minimaal 1 Mton CO₂-eq per jaar. De maatregel is echter niet kosteneffectief en zal zeker in het geval van passieve vernatting vragen om compensatie voor de boeren die moeten extensiveren of zelfs hun landbouwgrond moeten omzetten naar natuur. Dit vergt ook actieve inbreng (en financiering) van provincie, waterschappen etc. Vanuit de POP3-thema's agrarisch natuur- en landschapsbeheer en water (maatregel 10 en 13). Eventueel zou een gebiedsproces ook vanuit een LEADER-initiatief (maatregel 19) gefinancierd kunnen worden.

Verbeterd waterbeheer (irrigatie, betere infiltratie en drainage, tegengaan verdichting)

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	In principe zorgt beter waterbeheer voor hogere gewasopbrengsten en daarmee ook extra gewasresten die tot meer koolstof in de bodem kunnen leiden. Deze maatregel is nog niet gekwantificeerd voor Nederland, maar de mogelijk C-vastlegging zal door huidige hoge gewasopbrengsten beperkt zijn	0/+
Kosten (effectiviteit)	Een aantal van de maatregelen zal leiden tot extra kosten, echter als gewasopbrengst hierdoor omhooggaat, kan dit ook worden terugverdiend	-/+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	Bodemkoolstof-gerelateerde maatregelen worden op dit moment nog niet meegenomen in de emissierapportage	-
Controleerbaarheid voor GLB	Controle zal moeilijk zijn, aangezien het om managementmaatregelen gaat die niet direct zichtbaar zijn vanuit luchtfoto's of in de administratie, alhoewel investeringen wel controleerbaar zijn	-
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Positief voor waterbeheer (KWR) en mogelijk ook voor de nitraatrichtlijn	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Tegengaan van verdichting en verbetering van de bodemstructuur zullen met goede timing en gebruik van geschikte landbouwmachines goed toepasbaar zijn. Irrigatie en aanleg drainage zal moeilijker toe te passen zijn in de praktijk	-/+
Effect op klimaatadaptatie	Verbetering van infiltratie en drainage maakt de bodem minder kwetsbaar voor langdurige droogte of extreme regenval, waardoor ook gewasopbrengsten stabiel zijn over de jaren	+
Regionale verdeling	In principe toepasbaar in alle grondgebonden landbouw	+

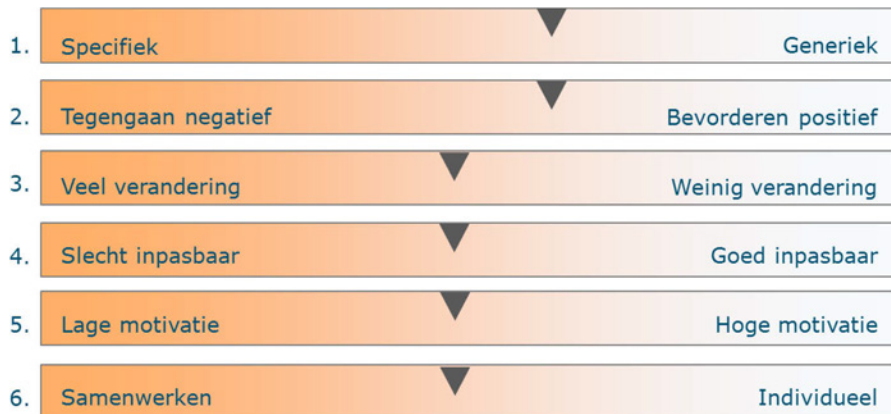


Conclusie: Verbeterd waterbeheer kan leiden tot verbeterde bodemeigenschappen, mogelijk hogere gewasopbrengsten en daarmee mogelijk ook tot een hoger koolstofgehalte in de bodem. Aangezien de maatregel een duidelijk voordeel voor de boer heeft en mogelijk kosteneffectief kan zijn, zou verplichting via de randvoorwaarden een mogelijkheid kunnen zijn. Bijvoorbeeld eisen aan wanneer land bereiden mag worden of eisen aan landbouwvoertuigen met lagere bandendruk. Daarnaast zouden vanuit POP ook specifieke maatregelen voor verbeterd waterbeheer gefinancierd kunnen worden, bijv. via maatregel 10 (Agrimilieu en klimaatsteun) en ook hier is kennisverspreiding belangrijk, bijvoorbeeld via Maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties).

4.3.5 Algemeen

Kennisverspreiding / kennisoverdracht

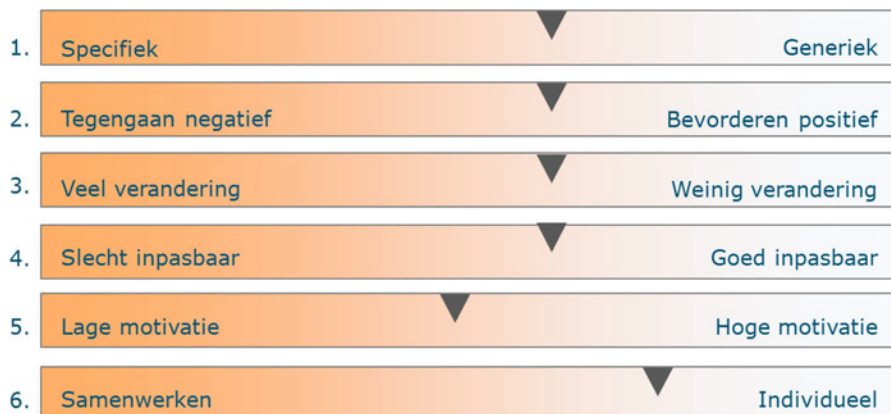
Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Kennisverspreiding is nodig voor veel van de mitigatiemaatregelen. Dit omvat o.a. onderwijs, bijscholing, betere interactie tussen onderwijs en praktijk en het koppelen van kennis en technieken. Het directe mitigatiepotentieel is echter niet te kwantificeren	0/+
Kosten (effectiviteit)	Kennisverspreiding/overdracht zal geld kosten, dit kan via de overheid of via de sector zelf geregeld worden	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	De effecten van kennisverspreiding moeten via andere maatregelen tot uiting komen in de NIR	-
Controleerbaarheid voor GLB	Controleerbaarheid is goed te regelen, nu is er ook via POP al subsidie beschikbaar voor kennisoverdracht en voorlichting, maar wel risico op hoge uitvoeringslasten	0/+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	De meeste klimaatmaatregelen hebben ook een positieve afwenteling op ander milieubeleid, dus kennisoverdracht zal ook leiden tot een mogelijk positieve impact op ander (milieu)beleid	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Aangezien in Nederland geen landelijk systeem van landbouwwadviseurs meer bestaat, is kennisverspreiding moeilijker te organiseren. Het kan via adviseurs vanuit de overheid, het bedrijfsleven of via collectieven	0/+
Effect op klimaatadaptatie	Een aantal van de maatregelen heeft positieve effecten op de bodemstructuur en kan daarmee de landbouw minder kwetsbaar maken voor klimaatverandering	0/+
Regionale verdeling	Geen regionale restricties, echter uitvoering via POP- gelden van provincies kan wel tot verschillen leiden	+



Conclusie: Kennisverspreiding en kennisoverdracht is erg belangrijk, allereerst om klimaatbewustzijn onder boeren te bevorderen en daarnaast om toepassing en juist gebruik van maatregelen te stimuleren. Kennisverspreiding zal geld kosten, subsidiëring vanuit GLB of via andere overheidsfinanciering zal nodig zijn. POP maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties), maatregel 16 (Samenwerking) en maatregel 19 (LEADER-aanpak) kunnen hiervoor gebruikt worden, ook maatregel 02 (Adviesdiensten); deze heeft Nederland echter niet gekozen voor POP3.

Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Het opstellen van een broeikasgasbalans geeft een boer inzicht in de emissies van zijn bedrijf en biedt aanknopingspunten voor het nemen van maatregelen. Het mitigatiepotentieel hangt uiteindelijk af van de acties die gedaan worden	0/+
Kosten (effectiviteit)	Het opstellen van een broeikasgasbalans hoeft geen geld te kosten, er zijn al verschillende gratis tools beschikbaar (bijv. klimaatatlat, cool farm tool, Kringloopwijzer) en uitkomsten kunnen ook leiden tot het nemen van kosteneffectieve maatregelen	+
Terugkomen in de nationale emissierapportage	De effecten van het opstellen van een broeikasgas-balans moeten via andere maatregelen tot uiting komen in de NIR	-
Controleerbaarheid voor GLB	Controleerbaarheid is te regelen, bijv. via het opsturen van een certificaat met de resultaten of koppeling tussen de tools en de GLB-monitoring.	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Een broeikasgasbalans kan inzicht geven in de efficiëntie en verbeteringsmogelijkheden van een bedrijf. De te nemen maatregelen zullen dan meestal ook leiden tot een mogelijke positieve impact op ander (milieu)beleid	+
Toepasbaarheid in de praktijk	Verschillende onlinetools voor het opstellen van een broeikasgasbalans zijn al beschikbaar	+
Effect op klimaatadaptatie	Geen direct effect, maar een aantal van de maatregelen heeft positieve effecten op de bodemstructuur en kan daarmee de landbouw minder kwetsbaar maken voor klimaatverandering	0/+
Regionale verdeling	Geen regionale restricties, echter uitvoering via POP-gelden van provincies kan wel tot verschillen leiden	+



Conclusie: Het opstellen van een broeikasgasbalans is een simpele manier om inzicht te krijgen in de emissies en mitigatiepotentieel van een bedrijf en kan daarmee klimaatbewustzijn onder boeren bevorderen. Het opstellen hoeft niet tot extra kosten te leiden. De maatregel zou als verplichting kunnen worden ingevoerd om grootschalige toepassing te garanderen, bijv. als onderdeel van de randvoorwaarden goede landbouw- en milieueconditie. Op vrijwillige basis zou toepassing via POP-maatregel 01 (Kennisoverdracht en voorlichtingsacties) of maatregel 02 (Adviesdiensten) bevorderd kunnen worden.

Innovaties stimuleren

Criteria	Analyse	Waardering
Broeikasgas-mitigatiepotentieel	Het stimuleren van innovaties zal nodig zijn om grote vermindering van emissies in de landbouwsector te bereiken. Het potentieel van deze toekomstige innovaties is onbekend, maar kan groot zijn, zoals de grootschalige introductie van mono-mestvergisters laat zien	0/+
Kosten (effectiviteit)	Het stimuleren van innovaties zal geld kosten, dit zal zowel bijdrages van de overheid als van de sector vragen	-
Terugkomen in de nationale emissierapportage	De effecten van innovaties zullen meestal niet direct terugkomen in de NIR, aangezien methodieken pas worden aangepast als de innovaties op grotere schaal worden toegepast	-
Controleerbaarheid voor GLB	Het stimuleren van innovaties vanuit GLB-budget zal waarschijnlijk gaan om specifieke projecten en groepen boeren. Het huidige beleid voor 2 ^e pijler gaat over uitrol van innovaties, wat goed controleerbaar is	+
Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Onbekend, al hebben de meeste klimaatmaatregelen een positieve afwenteling op ander milieubeleid	0/+
Toepasbaarheid in de praktijk	Innovaties vinden plaats op verschillende niveaus, waarbij veranderingen in de bedrijfsvoering al beschouwd kunnen worden als innovaties voor een boer, meer grootschalige innovaties zijn mogelijk minder direct toepasbaar in de praktijk	0/+
Effect op klimaatadaptatie	Onbekend, maar in het algemeen hebben technische innovatieve mitigatiemaatregelen weinig effect op klimaatadaptatie	0
Regionale verdeling	Geen regionale restricties, echter uitvoering via POP-gelden van provincies kan wel tot verschillen leiden	+

1.	Specifiek	Generiek
2.	Tegengaan negatief	Bevorderen positief
3.	Veel verandering	Weinig verandering
4.	Slecht inpasbaar	Goed inpasbaar
5.	Lage motivatie	Hoge motivatie
6.	Samenwerken	Individueel

Conclusie: Het stimuleren van innovaties zal nodig zijn om verdere mitigatie in de toekomst te bereiken. GLB-gelden zouden hiervoor ook ingezet kunnen worden, zeker als het om innovaties gaan die samen met de praktijk ontwikkeld worden. Financiering vanuit POP is hiervoor de meest logische keuze, bijv. vanuit maatregel 04 (Investerings), maatregel 16 (Samenwerking) en maatregel 19 (LEADER-aanpak).

4.4 Samenvatting van de analyse

In dit hoofdstuk is de analyse van de klimaatmaatregelen uit het vorige hoofdstuk samengevat in overzichtelijke tabellen. Allereerst geeft Tabel 7 een samenvatting van de beoordeling van de verschillende criteria. Er zijn geen maatregelen die overal positief op scoren. Verhogen van de efficiëntie in de melkveehouderij en precisiebemesting zijn de maatregelen die het beste scoren. Vooral bij de criteria kosten, terugkomen in de nationale emissierapportage en controleerbaarheid voor GLB scoren veel maatregelen negatief. De meeste klimaatmaatregelen zijn redelijk tot goed toepasbaar in de praktijk en ook regionale verdeling i.v.m. verdeling van GLB-gelden is in de meeste gevallen geen probleem.

Tabel 7 Samenvatting van de analyse van de criteria voor de verschillende klimaatmaatregelen (++=groot positief effect, +=positief effect, 0=geen effect, -=negatief effect).

Maatregelen	Broeikasgas mitigatie potentieel	Kosten (effectiviteit)	Terugkomen in de nationale emissierapportage	Controleerbaarheid voor GLB	Afwentelingseffecten op ander (milieu)beleid	Toepasbaarheid in de praktijk	Effect op klimaat adaptatie	Regionale verdeling
Pensfermentatie								
Verhogen efficiëntie melkveehouderij	+	+	+	-	+	+	0	+
Aanpassingen voersamenstelling	++	+	+	-	-	+	0	+
Voeradditieven	+	-	-/+	+	-	+	0	+
Mestopslagen								
Mestvergisting	++	-	+	+	-/+	0/+	0	+
Aanzuren van mest	++	-	-	-	+	+	0	+
Aanpassen stalontwerp	++	-/0	-/+	-/+	0	0/+	0/+	+
N₂O bodememissies								
Precisiebemesting	+	-/+	+	+	+	-/+	0	+
Type (kunst)mest en nitrificatierepressoren	+	-	-	-/+	+	+	0	+
Grasklaver toepassen	0/+	0/+	+	-	-/+	-/+	+	+
Koolstofvastlegging								
Minder grondbewerking	0/+	0	-	-/+	+	-/+	+	+
Meer productie en achterlaten van gewasresten	+	0	-	-/+	+	+	+	+
Toevoegen extra organische stof	0/+	-	-	-/+	-/+	+	+	+
Aanplant meerjarige gewassen / houtopstand	+	-	-/+	+	+	-/+	+	+
Verhogen waterpeil in veengronden	++	-	-	+	+	-/+	+	-
Verbeterd waterbeheer	0/+	-/+	-	-	+	-/+	+	+
Algemeen								
Kennisverspreiding / kennisoverdracht	0/+	-	-	0/+	+	0/+	0/+	+
Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf	0/+	+	-	+	+	+	0/+	+
Innovaties stimuleren	0/+	-	-	+	0/+	0/+	0	+

In Tabel 8 is een kwantitatieve samenvatting gegeven van de geschatte ranges van het mitigatiepotentieel en de kosten van de klimaatmaatregelen. Zowel het mitigatiepotentieel en de kosten zijn in veel gevallen nog erg onzeker en hangen sterk samen met de aannames die in de verschillende studies gemaakt zijn, bijvoorbeeld rondom de kosten voor uitvoering en opname van een maatregel, effecten van maatregelen op de fysieke en economische opbrengst, mogelijkheden tot toepassing en doordringingsgraad in de sector. De gegeven ranges in Tabel 8 zijn daarom meer bedoeld om de orde van grootte weer te geven dan een werkelijk realiseerbaar mitigatiepotentieel. De maatregelen "Aanpassingen in de voersamenstelling", "(mono)mestvergisting", "aanzuren van mest", "aanpassen stalontwerp" en "verhogen waterpeil in veengronden" hebben het grootste mitigatiepotentieel.

De meeste klimaatmaatregelen in de landbouw hebben relatief lage kosten van minder dan 100 €/ton CO₂-eq. "Mestvergisting" en "aanplant meerjarige gewassen / houtopstand" zijn kostbare maatregelen. Daarentegen zijn "verhogen van de efficiëntie" in de melkveehouderij, "toepassen van grasklaver" en "minder grondbewerking" de drie maatregelen die kosteneffectief zijn en zelfs kostenbesparend kunnen zijn. Voor deze laatste maatregelen is "bewustwording en kennisverspreiding" belangrijk om de toepassing te vergroten.

Tabel 8 Samenvatting van de geschatte mitigatiepotentiëlen en kosten van de klimaatmaatregelen.

Maatregelen	Mitigatiepotentieel (Mton CO ₂ -eq)	Kosten (€/ton CO ₂ -eq)
<i>Pensfermentatie</i>		
Verhogen efficiëntie melkveehouderij	0.4 - 0.5	-50 - 0
Aanpassingen voersamenstelling	0.5 - 1.0	0 - 50
Voer additieven	0.3 - 0.5	50 - 100
<i>Mestopslagen</i>		
Mestvergisting	1 - 4.5	150 - 250
Aanzuren van mest	0.5 - 1.2	25 - 75
Aanpassen stalontwerp	0.6 - 2.5	0 - 50
<i>N₂O bodememissies</i>		
Precisiebemesting	0.3 - 0.5	0 - 100
Type (kunst)mest en nitrificatieremmers	0.4 - 0.5	50 - 100
Grasklaver toepassen	0.05 - 0.15	-50 - 50
<i>Koolstofvastlegging</i>		
Minder grondbewerking	0.0 - 0.3	-50 - 50
Meer productie en achterlaten van gewasresten	0.2 - 0.6	0 - 50
Toevoegen extra organische stof	0.0 - 0.4?	50 - 100?
Aanplant meerjarige gewassen / houtopstand	0.2 - 0.5	100 - 600
Verhogen waterpeil in veengronden	0.8 - 1.2	25 - 75
Verbeterd waterbeheer	0.0 - 0.2	0 - 50

Voor het berekenen van het totale (realistische) mitigatiepotentieel kan niet het effect in CO₂-eq van alle maatregelen afzonderlijk direct bij elkaar worden opgeteld, aangezien een deel van de maatregelen elkaar uitsluit of overlapt. Bijvoorbeeld de potentie voor aanpassen stalontwerp gaat uit van koppeling aan mestvergisting of methaanoxidatie, en het aanzuren van mest zal niet gedaan worden als de mest ook vergist wordt. In Tabel 9 is daarom een inschatting gemaakt voor het totale mitigatiepotentieel voor de hoofdemissiebronnen in de landbouw. Deze zijn ook afgezet tegen de huidige emissies uit de landbouw. Het totale mitigatiepotentieel wordt geschat op 7,5 Mton CO₂-eq, dat is ongeveer 30% van de huidige emissies. Energiegerelateerde emissies zijn hierbij niet meegenomen, aangezien deze buiten de scope van de studie vallen. Het grootste mitigatiepotentieel zit bij de emissies uit mestopslagen, deze kunnen met 70% worden verminderd. Voor de andere bronnen is het potentieel veel kleiner, rond de 15% van de huidige emissies. Bij mestopslagen gaat het om een puntbron die met technologische opties – die relatief gemakkelijk geïmplementeerd kunnen worden – aangepakt kan worden. De andere bronnen zijn meer diffuse bronnen die gestuurd worden door biologische processen die met de huidige stand van kennis en techniek nog maar beperkt verminderd kunnen worden.

Tabel 9 Totaal mitigatiepotentieel in relatie tot de huidige emissies (gebaseerd op Figuur 1).

Emissiebron	Huidige emissies (Mton CO ₂ -eq)	Mitigatiepotentieel (Mton CO ₂ -eq)	Relatief reductie- potentieel
Pensfermentatie	8.2	1.3	16%
Mestopslagen	4.8	3.4	71%
N ₂ O-bodememissies	5.1	0.8	16%
Minerale bodems	0.1	1	
Organische bodems	6.2	1	16%
Totaal	24.4	7.5	31%

Tabel 10 presenteert het overzicht van de analyse van de klimaatmaatregelen in termen van de ontwerppassen voor toepassing binnen het GLB. Alle maatregelen zijn gescoord (tussen 1 en 5) langs zes assen, waarbij een hoge score weergeeft dat de toepassing van de maatregel makkelijker is. Een maatregel die generiek is, positief gericht is, weinig verandering vraagt, goed inpasbaar is op een bedrijf, een boer motiveert en individueel per bedrijf kan worden ingevoerd, zal gemakkelijker worden toegepast dan een maatregel die niet zo kwalificeert.

In Tabel 10 is ook de totaal score weergegeven. Hieruit blijkt dat het opstellen van een *broeikasgasbalans per bedrijf* en *meer productie en achterlaten van gewasresten* (incl. groenbemesters etc.) de beste score hebben met het oog op toepassing in de praktijk zonder veel problemen. Maatregelen met een lage score (<15) zijn *aanpassen stalontwerp* en *verhogen van het waterpeil in veengronden*. Deze zullen echter moeilijk op grote schaal en op korte termijn geïmplementeerd kunnen worden.

Ten slotte is in Tabel 11 een overzicht gegeven over de mogelijk inpassing in het GLB voor elk van de klimaatmaatregelen. Maatregelen gericht op het reduceren van emissies uit pensfermentatie zijn eigenlijk niet geschikt om in te passen binnen het huidige GLB. Enerzijds omdat de maatregelen sterk bedrijfsafhankelijk zijn en anderzijds ook deels kosteneffectief kunnen zijn. Ook *type (kunst)mest* en *nitrificatieremmers*, *toepassing van grasklaver* en *toevoegen van extra organische stof* zijn maatregelen die om verschillende redenen, o.a. controleerbaarheid, niet goed zijn in te passen in het GLB. Toepassing van deze maatregelen moet vooral gestimuleerd worden door kennisverspreiding.

Mestvergisting, *aanpassen stalontwerp*, *precisiebemesting* en *innovaties stimuleren* zijn klimaatmaatregelen die goed passen binnen het plattelands ontwikkelingsbeleid via een investeringssubsidie (maatregel 04). *Precisiebemesting*, *meer productie en achterlaten van gewasresten* en *verbeterd waterbeheer* zijn klimaatmaatregelen die onder de GLB-randvoorwaarden zouden kunnen worden opgenomen, aangezien het hier om goede landbouwpraktijken gaat die breed toe te passen zijn. Eventueel zou ook het *opstellen van een broeikasgasbalans per bedrijf* verplicht kunnen worden gemaakt onder de GLB-randvoorwaarden. *Aanzuren van mest* zou ook onder de randvoorwaarden kunnen worden opgenomen, maar opname als onderdeel van het mest en ammoniakbeleid past beter.

Minder grondbewerking, *aanplant meerjarige gewassen en houtopstand*, *verhogen waterpeil in veengronden* en *verbeterd waterbeheer* zijn klimaatmaatregelen die goed onder POP Agrimilieu en klimaatsteun (maatregel 10) zouden passen. Ook binnen het agrarisch natuur- en landschapsbeheer (M13) of aanplant van bos of agro-forestry (M8) kan een aantal van deze klimaatmaatregelen opgenomen worden. Verder geldt eigenlijk voor alle maatregelen dat *kennisverspreiding*, *kennisoverdracht* en *adviesing* erg belangrijk is om correcte toepassing van de klimaatmaatregelen te bevorderen. Binnen POP zijn de maatregelen *Kennisoverdracht* en *voorlichtingsacties* (M01), *Adviesdiensten* (M02), *Samenwerking* (M16) en *LEADER-aanpak* (M19) geschikt om hiervoor financiering te bieden.

Tabel 10 Analyse van de maatregelen in termen van de ontwerppassen opgesteld voor het analyseren van toekomstige beleidsinstrumenten en -maatregelen.

Maatregelen	Specifiek (1) -> Generiek (5)	Tegengaan (1) -> Bevorderen (5)	Veel verandering (1) -> Weinig verandering (5)		Slecht inpasbaar (1) -> Goed inpasbaar (5)		Lage motivatie (1) -> Hoge motivatie (5)	Samenwerken (1) -> Individueel (5)	Totaal score
<i>Pensfermentatie</i>									
Verhogen efficiëntie melkveehouderij	2	4	2	3	5	5	21		
Aanpassingen voersamenstelling	2	2	3	3	2	4	16		
Voer additieven	4	1	4	2	1	5	17		
<i>Mestopslagen</i>									
Mestvergisting	2	3	4	3	3	3	18		
Aanzuren van mest	4	1	3	3	1	4	16		
Aanpassen stalontwerp	1	2	1	2	2	4	12		
<i>N₂O-bodememissies</i>									
Precisiebemesting	3	4	4	4	4	3	22		
Type (kunst)mest en nitrificatieremmers	4	2	4	4	2	4	20		
Grasklaver toepassen	2	3	3	2	4	4	18		
<i>Koolstofvastlegging</i>									
Minder grondbewerking	3	4	3	3	3	4	20		
Meer productie en achterlaten van gewasresten	4	5	4	3	4	5	25		
Toevoegen extra organische stof	4	4	3	3	3	4	21		
Aanplant meerjarige gewassen / houtopstand	2	4	2	2	4	3	17		
Verhogen waterpeil in veengronden	2	2	3	2	2	2	13		
Verbeterd waterbeheer	2	4	3	3	3	4	19		
<i>Algemeen</i>									
Kennisverspreiding / kennisoverdracht	4	4	3	3	3	3	20		
Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf	4	4	4	4	3	5	24		
Innovaties stimuleren	2	3	3	3	3	3	17		

Tabel 11 Samenvatting van de mogelijk inpassing in het GLB voor de verschillende klimaatmaatregelen.

Maatregelen	Mogelijk inpassing in GLB
<i>Pensfermentatie</i>	
Verhogen efficiëntie melkveehouderij	Niet geschikt, eventueel via kennisverspreiding (M01)
Aanpassingen voersamenstelling	Niet geschikt, eventueel via kennisverspreiding (M01)
Voer additieven	Niet generiek, mogelijk specifiek via POP (M10)
<i>Mestopslagen</i>	
Mestvergisting	Investeringssubsidie vanuit POP (M04)
Aanzuren van mest	Eventueel via randvoorwaarden, beter in combinatie met ammoniakbeleid
Aanpassen stalontwerp	Investeringssubsidie vanuit POP (M04)
<i>N₂O-bodememissies</i>	
Precisiebemesting	Via randvoorwaarden en/of investeringssubsidie (M04) en kennisverspreiding (M01 en M02)
Type (kunst)mest en nitrificatiereemers	Moelijk in te passen in GLB vanwege controleerbaarheid
Grasklaver toepassen	Minder geschikt, eventueel via kennisverspreiding (M01)
<i>Koolstofvastlegging</i>	
Minder grondbewerking	POP maatregel 10 (Agrimilieu en klimaatsteun)
Meer productie en achterlaten van gewasresten	Via vergroening en GLB randvoorwaarden
Toevoegen extra organische stof	Niet via GLB, beter aanpassen mogelijke belemmeringen huidige wetgeving
Aanplant meerjarige gewassen / houtopstand	POP Agrimilieu en klimaatsteun (M10) of aanplant van bos of agro-forestry (M8)
Verhogen waterpeil in veengronden	POP agrarisch natuur- en landschapsbeheer en water (M10 en M13).
Verbeterd waterbeheer	Mogelijk via GLB randvoorwaarden, daarnaast POP via Agrimilieu en klimaatsteun (M10) en kennisverspreiding (M01)
<i>Algemeen</i>	
Kennisverspreiding / kennisoverdracht	POP gelden via Kennisoverdracht en voorlichtingsacties (M01), Adviesdiensten (M02), Samenwerking (M16) en LEADER-aanpak (M19)
Opstellen broeikasgasbalans per bedrijf	GLB-randvoorwaarden of via POP Kennisoverdracht en voorlichtingsacties (M01) of Adviesdiensten (M02)
Innovaties stimuleren	POP gelden via Investerings (M04), Samenwerking (M16) en LEADER-aanpak (M19)

5 Conclusies

Van de landbouwsector in Nederland wordt ook een bijdrage aan de realisatie van de klimaatdoelstellingen verwacht. Het overzicht van bestaande klimaatmaatregelen laat zien dat er een grote verscheidenheid aan en mate van detaillering van de verschillende klimaatmaatregelen beschikbaar is. In deze studie zijn de bestaande en beschikbare klimaatmaatregelen geclusterd in hoofdgroepen, gebaseerd op de emissiebron (pensfermentatie, mestopslagen, N₂O-bodememissies en koolstofvastlegging) en de werking van de maatregel. In totaal zijn 18 (groepen van) klimaatmaatregelen geanalyseerd op een set van criteria en daarna hebben we beoordeeld op welke wijze de maatregel binnen het GLB zou kunnen passen.

De maatregelen precisiebemesting, meer gewasresten terug naar de bodem (o.a. toepassing van vanggewas, groenbemester en akkerrandenbeheer), verbeterd waterbeheer en eventueel het opstellen van een broeikasgasbalans op bedrijfsniveau zijn de klimaatmaatregelen die onder de GLB-randvoorwaarden zouden kunnen worden opgenomen; dit zijn goede landbouwpraktijken die breed toe te passen zijn. Aanzuren van mest zou ook onder de randvoorwaarden GLB kunnen worden opgenomen, maar opname als onderdeel van het mest en ammoniakbeleid past beter.

De meeste klimaatmaatregelen passen het beste onder de tweede pijler van het GLB. Investeringssubsidie kan gebruikt worden voor het bevorderen van mestvergisting, aanpassen stalontwerp, uitvoeren van precisiebemesting en om innovaties te stimuleren. Minder grondbewerking, aanplant meerjarige gewassen en houtopstand, verhogen waterpeil in veengronden en verbeterd waterbeheer zijn klimaatmaatregelen die goed onder POP Agrimilieu en klimaatsteun passen. Daarnaast biedt het agrarisch natuur- en landschapsbeheer of aanplant van bos of *agro-forestry* mogelijkheden voor opname van een aantal van deze klimaatmaatregelen.

Maatregelen gericht op het reduceren van emissies uit pensfermentatie zijn niet geschikt om in te passen binnen het huidige GLB. Ook keuze van type (kunst)mest en toepassing van nitrificatierepressoren, toepassing van grasklaver en toevoegen van extra organische stof zijn maatregelen die om verschillende redenen, o.a. beperkte mogelijkheden tot controleerbaarheid, niet goed zijn in te passen in het GLB. Toepassing van deze maatregelen wordt naar verwachting meer gestimuleerd door actief kennisverspreiding toe te passen.

Kennisverspreiding, kennisoverdracht en advisering zijn erg belangrijk voor het bevorderen van de correcte toepassing van alle klimaatmaatregelen. Binnen POP zijn de maatregelen Kennisoverdracht en voorlichtingsacties, Adviesdiensten, Samenwerking en LEADER-aanpak geschikt om gefinancierd te worden. Daarnaast is het van belang om bewustwording over klimaat en mogelijke klimaatmaatregelen meer structureel onderdeel te maken van het landbouwonderwijs en voorlichting en zo ook de toekomstige generatie landbouwers en, in geval van bijscholingsaanbod, ook de huidige generatie landbouwers en hun voorlichters en erfbetreders te bereiken.

De niet-CO₂-emissies uit de sector landbouw (N₂O- en CH₄-emissies) bedragen in 2015 18,4 Mton CO₂-eq. Daarnaast draagt het agrarisch landgebruik bij met 6,2 Mton CO₂-eq, vooral door emissies uit veengronden. Emissies gerelateerd aan het gebruik van fossiele brandstoffen (8,9 Mton CO₂-eq) zijn in deze studie buiten beschouwing gelaten. Gebaseerd op de bestaande klimaatmaatregelen wordt het realistische mitigatiepotentieel geschat op 7,5 Mton CO₂-eq, dat is ongeveer 30% van de huidige emissies van 18,4 Mton CO₂-eq. Het grootste mitigatiepotentieel zit bij de emissies uit mestopslagen (~70%), terwijl het potentieel voor pensfermentatie, N₂O-bodememissies en veengronden kleiner is (~15%). Emissiereductie voor deze bronnen vraagt om verdere innovaties en veranderingen in de bedrijfsvoering en het land, mest en diermanagement.

Literatuur

- AnimalChange, 2012. Deliverable 8.1. Qualitative overview of mitigation and adaptation options and their possible synergies & trade-offs. <http://www.animalchange.eu/Content/deliverables.html>.
- Bussink, D.W. en A.M.D. van Rotterdam-Los, 2011. Perspectieven om broeikasgas- en ammoniakemissies te reduceren door het aanzuren van mest. Rapport 1426.N.11. NMI.
- Daniëls, B. en R. Koelemeijer (coördinerend auteurs), 2016. Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies. ECN en PBL. ECN-E-15-060, PBL publicatienummer 1748.
- Daniëls, B., M. Hekkenberg, R. Koelemeijer, M. Menkveld, C. Tigchelaar, P. Vethman, C. Volkers, J. Ros, M. van Schijndel, G.J. van den Born, P. Hammingh, G. Geilenkirchen, 2016. Effort sharing regulation; gevolgen voor Nederland. ECN-E--16-047, PBL-publicatienummer 2795.
- Hristov, A.N., J. Oh, C. Lee, R. Meinen, F. Montes, T. Ott, J. Firkins, A. Rotz, C. Dell, A. Adesogan, W. Yang, J. Tricarico, E. Kebreab, G. Waghorn, J. Dijkstra, S. Oosting, 2013b. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by P.J. Gerber, B. Henderson, H.P.S. Makkar. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. FAO, Rome, Italy.
- Lesschen, J.P., P.J. Kuikman, A. Bannink, G.J. Monteny, L. Šebek en G.L. Velthof, 2008. Klimaatmaatregelen in de agrosectoren en de afwentelingseffecten. Alterra, Wageningen.
- Martineau, H., J. Wiltshire, J. Webb, K. Hart, C. Keenleyside, D. Baldock, H. Bell, J. Watterson, 2016. Effective performance of tools for climate action policy - meta-review of Common Agricultural Policy (CAP) mainstreaming. Specific contract number 340202/2014/688088/SER/CLIMA.A.2 implementing Framework Contract CLIMA.A.4/FRA/2011/0027.
- Pérez Domínguez, I., T. Fellmann, F. Weiss, P. Witzke, J. Barreiro-Hurlé, M. Himics, T. Jansson, G. Salputra, A. Leip, 2016. An economic assessment of GHG mitigation policy options for EU agriculture (EcAMPA 2). JRC Science for Policy Report, EUR 27973 EN, 10.2791/843461.
- Rougoor, C., E. Elferink, L. Terry, C. Daatselaar en A. Beldman, 2013. Fosfaat, ammoniak en broeikasgassen in de melkveehouderij Effecten van maatregelen 2020. CLM Onderzoek en Advies BV, Culemborg, CLM-rapport 829.
- Šebek, L.B.J. en R.L.M. Schils, 2006. Verlaging van methaan- en lachgasemissie uit de Nederlandse melkveehouderij: Implementatie van reductiemaatregelen op praktijkbedrijven binnen project Koeien & Kansen. Livestock Research, Wageningen UR, rapport 16.
- SmartSoil, 2014. Deliverable 2.1 Report describing the practices and measures in European farming systems to manage soil organic matter. http://smartsoil.eu/fileadmin/www.smartsoil.eu/Deliverables/D2_1_Final.pdf.
- Van den Pol-van Dasselaar, A., H. Blonk; M. Dolman, A. Evers, M. de Haan, J. Reijs, L. Šebek, T. Vellinga en H. Wemmenhove, 2013. Kosteneffectiviteit reductiemaatregelen emissie broeikasgassen zuivel. Wageningen UR Livestock Research. Rapport 725.

Van den Born, G.J., F. Kragt, D. Henkens, B. Rijken, B. van Bommel en S. van der Sluis, 2016. Dalende bodems, stijgende kosten. Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied. PBL-publicatienummer 1064. PBL Planbureau voor de Leefomgeving. Den Haag.

Vellinga, T., M. de Haan en A. Evers, 2009. Vermindering van de uitstoot van broeikasgassen op het melkveebedrijf Berekeningen voor praktijkbedrijven. Rapport 211. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Wageningen.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2803
ISSN 1566-7197

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



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



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2803
ISSN 1566-7197

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

